



การวิจัยเชิงปฏิบัติการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่มี  
ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

กীরติกา อินทร์ชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มี  
ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ



กীরติกา อินทร์ชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

An Action Research through Socio-scientific Issues Based Learning on Learning  
Achievement and Critical Thinking



KEERATIKA INCHAI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF  
THE REQUIREMENTS FOR MASTER OF EDUCATION  
IN SCIENCE TEACHING  
FACULTY OF EDUCATION  
BURAPHA UNIVERSITY

2021

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณา  
วิทยานิพนธ์ของ กิรติกา อินทร์ชัย ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม  
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพมณี เชื้อวชิรินทร์)

..... ประธาน  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉลอง ทับศรี)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพมณี เชื้อวชิรินทร์)

..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

..... กรรมการ  
(ดร.สมศิริ สิงห์ลพ)

..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. สฎายุ ธีระวณิชตระกูล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ  
การศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัย  
บูรพา

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

61910060: สาขาวิชา: การสอนวิทยาศาสตร์; กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, การคิดอย่างมีวิจารณญาณ, การวิจัยเชิงปฏิบัติการ  
 กิรติกา อินทร์ชัย : การวิจัยเชิงปฏิบัติการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ. (An Action Research through Socio-scientific Issues Based Learning on Learning Achievement and Critical Thinking) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: นพมณี เชื้อวชิรินทร์, Ph.D., เศรษฐ์ ศิริสวัสดิ์, กศ.ค. ปี พ.ศ. 2564.

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในครั้งนี้ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้วิเคราะห์และอภิปรายประเด็นที่เกิดขึ้นในสังคมปัจจุบันร่วมกัน สามารถเสริมสร้างทั้งความรู้วิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณแก่นักเรียนได้ ทำให้นักเรียนมีความรู้ สามารถคิดวิเคราะห์และแยกแยะข้อมูลข่าวสารซึ่งอาจปะปนไปด้วยข้อมูลที่ไม่น่าเชื่อถือหรือข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง โดยการวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการใช้จัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยมีกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 35 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก จำนวน 6 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และขนาดของผล โดยผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 70.37 และ 69.00 ตามลำดับ และมีขนาดของผลของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณเท่ากับ 3.79 และ 1.73 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่ามีพัฒนาการของคะแนนอยู่ในระดับมาก ผลการวิจัยครั้งนี้มีประโยชน์กับผู้สอนที่ต้องการใช้ประเด็นที่เกิดขึ้นในสังคมมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

61910060: MAJOR: SCIENCE TEACHING; M.Ed. (SCIENCE TEACHING)

KEYWORDS: Socio-scientific Issues Based Learning, Learning Achievement, Critical Thinking, Action Research

KEERATIKA INCHAI : AN ACTION RESEARCH THROUGH SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES BASED LEARNING ON LEARNING ACHIEVEMENT AND CRITICAL THINKING. ADVISORY COMMITTEE: NOPMANEE CHAUVATCHARIN, Ph.D., CHADE SIRISAWAT, Ed.D. 2021.

This action research used Socio-scientific Issues based learning, the learning that encourages students to analyze and discuss social issues, to enhance students in learning science literacy and critical thinking. Therefore, this learning enables students to analyze the information which is hidden with unreliable or wrong information. This action research aimed to study Socio-scientific Issues based learning on learning achievement and critical thinking. The target group was 35 Mattayomsuksa 5 students. The research instruments that were provided consist of six lesson plans, the learning achievement test, and the critical thinking abilities test. The data were analyzed by percentage, standard deviation, and effect size. Research results revealed that the student raised higher learning achievement and critical thinking after being treated with Socio-scientific Issues based learning. The average score was 70.37 percent and 69.00 percent, respectively. The effect sizes of learning achievement and critical thinking represent 3.79 and 1.73 respectively which indicate to high level of development. The findings benefit for teachers who intend to bring social issues in the science education for promoting learning achievement and critical thinking.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพมณี เชื้อวชิรินทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลักและผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เศรษฐ์ ศิริสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำแนะนำ สละเวลาเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และดูแลผู้วิจัยด้วยความเอาใจใส่เสมอมา ตลอดระยะเวลาในการดำเนินการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยรู้สึกเป็นเกียรติและซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบและให้คำแนะนำในการแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ นอกจากนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์จากผู้อำนวยการ โรงเรียนสาธิต "พิบูลบำเพ็ญ" มหาวิทยาลัยบูรพา หัวหน้าฝ่ายวิชาการ ครูประจำหมวดวิทยาศาสตร์ทุกท่าน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณคุณक्रमันทนา เมฆิยานนท์และคุณครุภาณุพงศ์ คำพานิชย์ ครูพี่เลี้ยงของผู้วิจัยในขณะที่ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูที่คอยให้คำแนะนำ คำปรึกษา ช่วยเหลือผู้วิจัยในระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพและคอยให้คำแนะนำในระหว่างการดำเนินการวิจัย

ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตระดับปริญญาโทสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ สาขาการสอนคณิตศาสตร์ และเพื่อนร่วมโครงการส่งเสริมครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ที่คอยให้คำปรึกษา ให้กำลังใจและความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัยเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ คุณตา คุณยายและญาติ ๆ ทุกคนที่ได้ให้กำลังใจ ความช่วยเหลือ ส่งเสริมและสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่กรุณา มอบทุนการศึกษาในระดับปริญญาโทและทุนการศึกษาเพื่อสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

กิริติกา อินทร์ชัย

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ฌ
สารบัญภาพ .....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
คำถามการวิจัย .....	5
วัตถุประสงค์การวิจัย .....	5
ประโยชน์ที่ได้รับ .....	5
ขอบเขตการวิจัย .....	5
กรอบแนวคิดการวิจัย .....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	11
กรอบสาระการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา เพิ่มเติม เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก.11	
การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์.....	20
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	39
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ .....	46
การวิจัยเชิงปฏิบัติการ .....	57
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	64



บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	66
กลุ่มเป้าหมาย.....	66
รูปแบบการวิจัย .....	66
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	69
การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	69
วิธีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	92
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	92
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	93
บทที่ 4 ผลการวิจัย .....	96
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	97
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	97
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	147
บรรณานุกรม .....	157
ภาคผนวก .....	163
ภาคผนวก ก.....	164
ภาคผนวก ข.....	169
ภาคผนวก ค.....	189
ประวัติย่อของผู้วิจัย .....	230

## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2-1 โครงสร้างรายวิชาชีววิทยา เพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .....	12
ตารางที่ 2-2 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนเวลาเรียน เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก .....	15
ตารางที่ 2-3 การสังเคราะห์การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ .....	26
ตารางที่ 2-4 ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์การวัดผลการศึกษา.....	45
ตารางที่ 2-5 เปรียบเทียบรูปแบบกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ .....	61
ตารางที่ 3-1 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ระบบประสาท และอวัยวะรับความรู้สึก .....	69
ตารางที่ 3-2 วิเคราะห์เนื้อหาตามกรอบที่กำหนด.....	75
ตารางที่ 3-3 วิเคราะห์เนื้อหาตามกรอบที่กำหนด.....	82
ตารางที่ 3-4 วิเคราะห์เนื้อหาตามกรอบที่กำหนด.....	84
ตารางที่ 4-1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	98
ตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์ขนาดของผล (Effect size) จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละด้าน .....	103
ตารางที่ 4-3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 .....	104
ตารางที่ 4-4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ .....	107
ตารางที่ 4-5 ผลการวิเคราะห์ขนาดของผล (Effect size) จากการคิดอย่างมีวิจารณญาณในแต่ละด้าน .....	112

ตารางที่ 4-6 ผลการเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 .....	113
ตารางที่ 4-7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วงจรที่ 1 .....	118
ตารางที่ 4-8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วงจรที่ 2 .....	123
ตารางที่ 4-9 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วงจรที่ 3 .....	127
ตารางที่ 4-10 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วงจรที่ 4 .....	131
ตารางที่ 4-11 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วงจรที่ 5 .....	136
ตารางที่ 4-12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วงจรที่ 6 .....	140
ตารางที่ 4-13 คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ .....	143
ตารางที่ ข-1 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับรู้สติ .....	170
ตารางที่ ข-2 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับรู้สติ .....	176
ตารางที่ ข-3 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบการคิดอย่างมี วิจารณญาณ .....	179
ตารางที่ ข-4 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน .....	181

ตารางที่ ข-5 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมี  
 วิจารณ์ญาณ .....183

ตารางที่ ข-6 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบย่อยทำนองจริงเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....184

ตารางที่ ข-7 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบย่อยทำนองจริงเพื่อ  
 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....186

ตารางที่ ข-8 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบย่อยทำนองจริงเพื่อวัดการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ .....187

ตารางที่ ข-9 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบย่อยทำนองจริง  
 เพื่อวัดการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ .....188



## สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	7
ภาพที่ 2-1 การเปลี่ยนแปลงกระบวนการทัศน์ ความสัมพันธ์ทางประวัติศาสตร์และแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม .....	22
ภาพที่ 2-2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์.....	39
ภาพที่ 2-3 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	63
ภาพที่ 3-1 วงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการ .....	68
ภาพที่ 4-1 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ .....	102
ภาพที่ 4-2 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้.....	111
ภาพที่ 4-3 แผนภาพแสดงคะแนนแบบทดสอบย่อยทำวงจรเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	144
ภาพที่ 4-4 แผนภาพแสดงคะแนนแบบทดสอบย่อยทำวงจรเพื่อวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ...	145

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันและการทำอาชีพต่าง ๆ ของทุกคน ในสังคม รวมทั้งมีความสำคัญในการพัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ ที่อำนวยความสะดวกทั้งในการดำเนินชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ให้ดีขึ้น นอกจากนี้วิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ช่วยพัฒนาแนวคิดและทำให้เกิดทักษะที่จำเป็นในการตัดสินใจและการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจจากข้อมูลที่หลากหลาย และมีประจักษ์พยานตรวจสอบได้ การมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติ ทั้งนี้ยังช่วยให้ความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษา ตลอดจนพัฒนาสิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาความรู้และความคิดของคนในสังคมเป็นอย่างยิ่ง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

เป้าหมายสำคัญในการจัดการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ เพื่อให้นักเรียนเป็นผู้มีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้ ความเข้าใจต่อยอดให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตของตนเองอย่างมีคุณค่า ซึ่งเป้าหมายเหล่านี้สามารถวัดได้จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยตรวจสอบและยืนยันว่านักเรียนได้บรรลุเป้าหมายในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นบุคคลที่มีการพัฒนาด้านความคิด ทั้งการคิดแบบมีเหตุผลคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ และมีทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2562)

อย่างไรก็ตามสภาพสังคมในปัจจุบันมีความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว ทำให้นักเรียนในยุคปัจจุบันสามารถเข้าถึงข้อมูลและข่าวสารได้อย่างง่าย และมีความหลากหลาย (วารรัตน์ เสนาสิงห์, 2562) ซึ่งข้อมูลข่าวสารที่ได้รับอาจจะเป็นข้อมูลข่าวสารส่งผลทั้งทางบวกและทางลบและเป็นข่าวสารที่ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของคนในสังคม ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ดีควบคู่กับทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อให้นักเรียนกลายเป็นผู้ที่มีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ สามารถคิดวิเคราะห์ แยกแยะ ข้อมูลที่ได้รับและสามารถปรับตัว

ให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในสังคม (สริญญา มารศรี, 2562) ซึ่งสอดคล้องกับสถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนรู้ ทางวิทยาศาสตร์และมุ่งให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อนักเรียนมากที่สุด ดังเห็นได้จากการปรับปรุงตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่มีการปรับปรุงเนื้อหาให้มีความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลง และความก้าวหน้าด้านวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ เพื่อให้ทัดเทียมกับนานาชาติ (สถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

จากผลการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ระดับชาติตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร แกนกลางขั้นพื้นฐาน ที่จัดขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความก้าวหน้าการเรียนรู้ของนักเรียน และใช้วัดคุณภาพของการจัดการเรียนการสอน ผ่านการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test: O-NET) ผลการทดสอบพบว่าค่าเฉลี่ยคะแนน O-NET ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในรายวิชา วิทยาศาสตร์ ปี พ.ศ. 2561 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 30.51 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม 100 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562) แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยยังไม่ดีเท่าที่ควร สาเหตุสำคัญ ประการหนึ่งคือในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มักจะจัดการเรียนที่อยู่ในรูปแบบ บรรยาย ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้โดยมีครูเป็นศูนย์กลาง การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบดังกล่าว เป็นอุปสรรคในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทำให้นักเรียนไม่ได้รับการแลกเปลี่ยน ความคิดเห็นและการอภิปราย ส่งผลต่อการพัฒนากระบวนการคิด และทำให้นักเรียนไม่ได้เรียนรู้ การใช้เหตุผลในการตัดสินใจต่อประเด็นต่าง ๆ และขาดทักษะในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ในการดำเนินชีวิต (ฐปทอง กว้างสวัสดิ์, 2561) เมื่อมองในแง่ของความสำคัญในชีวิตประจำวัน แล้ว การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นทักษะสำคัญที่คนในศตวรรษที่ 21 พึงมี อันจะเห็นได้ จากการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มักมีการใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการกล่าวอ้างและบรรยายสรรพคุณอ้างเกินจริง (บัญชา ธนบุญสมบัติ, 2553) เช่น ข่าวผลิตภัณฑ์เสริมอาหารชนิดผงที่มีการอ้างสรรพคุณว่าช่วยทำให้ผิวขาวและช่วยลดสัดส่วน ในเวลาอันรวดเร็ว และมีผู้คนจำนวนมากที่หลงเชื่อผลิตภัณฑ์ดังกล่าว เมื่อเจ้าหน้าที่ เข้าไปตรวจสอบกลับพบว่าเป็นเพียงนมผงทั่วไปหรือข่าวที่มีการแชร์ข้อมูลในโลกออนไลน์ การดื่มน้ำปัสสาวะเพื่อรักษาโรค ซึ่งเกิดความนิยมอย่างแพร่หลายในระยะเวลาหนึ่ง ต่อมากระทรวง สาธารณะสุขได้มีการประกาศว่าเดือนผู้ที่ดื่มน้ำปัสสาวะเพื่อรักษาโรคว่าน้ำปัสสาวะเป็นเพียง ของเสียที่ร่างกายขับออกมาและการดื่มน้ำปัสสาวะส่งผลเสียโดยตรงต่อผู้ที่ป็นโรคไต ซึ่งการดื่มน้ำ ปัสสาวะเป็นการเพิ่มการทำงานของไตให้ขับเกลือแร่ที่ร่างกายไม่ต้องการมากขึ้น จากเหตุการณ์

ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าคนไทยยังขาดการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการรับข่าวสารต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นและขาดความรู้ที่เป็นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาค่าเฉลี่ยคะแนน ONET ของโรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา พบว่ามีค่าเฉลี่ย 37.87 ถึงแม้ว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนจะสูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนระดับประเทศ แต่พบว่ายังมีระดับคะแนนไม่เป็นที่น่าพอใจ เมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยสาเหตุอาจจะเกิดจากลักษณะข้อสอบ O-NET เป็นข้อสอบที่เน้นการคิดวิเคราะห์ ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรส่งเสริมให้นักเรียนมีการอภิปรายต่อประเด็นต่าง ๆ เพื่อเป็นการเน้นให้นักเรียนได้รับทั้งความรู้และการฝึกฝนกระบวนการคิด จากที่ผู้วิจัยได้เข้าไปสังเกตการจัดการเรียนรู้และฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูที่โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ซึ่งพบว่าทางโรงเรียนมีการส่งเสริมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และมีการส่งเสริมให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีร่วมกับการจัดการเรียนรู้ ซึ่งไปตามอัตลักษณ์ของโรงเรียน คือ เก่งไอที ดีภาษา ก้าวหน้าความคิด สปริตผู้นำ คุณธรรมนำชีวิต และจากการสังเกตของผู้วิจัยในระหว่างฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู มักจะพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการเข้าถึงและการใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต อย่างไรก็ตามแม้ว่าข้อมูลที่อยู่ในอินเทอร์เน็ตจะทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายและรวดเร็ว แต่ข้อมูลอาจจะเป็นข้อมูลที่ผิดหรือไม่ได้ผ่านการกลั่นกรอง ทำให้นักเรียนได้รับข้อมูลและความรู้ที่ไม่ถูกต้อง แสดงให้เห็นได้ว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสำคัญในการรับข้อมูลของนักเรียนจากการเข้าไปสังเกตการจัดการเรียนรู้และการสอบถามอาจารย์ประจำรายวิชาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 เป็นนักเรียนกลุ่มที่มีความสนใจใฝ่รู้ มีความกระตือรือร้นในระหว่างการจัดการเรียนรู้ และให้ความร่วมมือในการปฏิบัติกิจกรรมเป็นอย่างดี แต่มักจะพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 ส่วนใหญ่มักจะตอบคำถามโดยใช้สัญชาตญาณในการตอบมากกว่าการตอบคำถามโดยใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้เลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 เป็นกลุ่มเป้าหมายในงานวิจัย

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (Socio scientific Issue approach: SSI) คือ การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ประเด็นทางสังคมเพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน (ฉัญญา หนูนภักดิ์, 2559) ช่วยให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายและสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาของบทเรียนได้ง่ายขึ้น และเป็นการพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านการศึกษาประเด็นทางสังคมที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียน (ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2558) โดยประเด็นที่นำศึกษามาจะต้องเป็น



ประเด็นที่มีข้อถกเถียงกันอยู่ในสังคม คำตอบไม่ควรมีเพียงคำตอบเดียว โดยครูจะต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลเพื่อเป็นหลักฐานในการตัดสินใจเพื่อให้ได้แย้ง โดยการให้เหตุผลจะอยู่บนพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นการฝึกให้นักเรียนได้มีการพิจารณาและไตร่ตรองประเด็นทางสังคมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งใช้หลักฐานมาเพื่อสนับสนุนการคิดของตนเองต่อประเด็นต่าง ๆ บนพื้นฐานความเชื่อของตนเอง ซึ่งนำไปสู่การคิดอย่างมีวิจารณญาณ จากงานวิจัยของ Yakun and Slamet (2018) ได้ประยุกต์การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นอนุบาลชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาและสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wang et al. (2017) ได้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการกำกับตนเองที่สูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม นอกจากนี้จากงานวิจัยของ ชรินทร์ทิพย์ สุขศาสตร์ และคณะ (2560) ได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ในรายวิชา ชีววิทยา เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต พบว่าหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แล้ว นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ เจตคติต่อวิชาชีววิทยาที่ดีขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความต้องการที่จะนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาชีววิทยา เพิ่มเติม เรื่อง ระบบประสาท และอวัยวะรับความรู้สึก ที่มีลักษณะเนื้อหาเป็นนามธรรม โดยเนื้อหาจะเกี่ยวข้องกับโครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท สมอง และอวัยวะรับความรู้สึกภายในร่างกายของมนุษย์ ซึ่งไม่สามารถทำการทดลองเพื่อให้นักเรียนเห็นภาพได้ นักเรียนจำเป็นต้องใช้จินตนาการและความเข้าใจเป็นอย่างมาก ดังนั้นการใช้ประเด็นที่เกิดขึ้นในสังคมเพื่อเชื่อมโยงกับเนื้อหาของบทเรียน จึงเป็นวิธีการที่ทำให้นักเรียนเกิดความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนได้ง่ายมากยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงเหมาะแก่การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา

### คำถามการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ วิชา ชีววิทยา เพิ่มเติม เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หรือไม่อย่างไร

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ วิชา ชีววิทยา เพิ่มเติม เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หรือไม่อย่างไร

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70

3. เพื่อเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน

4. เพื่อเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70

### ประโยชน์ที่ได้รับ

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ วิชา ชีววิทยา เพิ่มเติม เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

2. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่เพิ่มขึ้น

3. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดกิจกรรมและการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

### ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

### 1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 35 คน โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563

### 2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ วิชา ชีวิตวิทยา เพิ่มเติม เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

### 3. เนื้อหาในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ วิชา ชีวิตวิทยา เพิ่มเติม เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก โดยเนื้อหาของบทเรียนประกอบด้วย

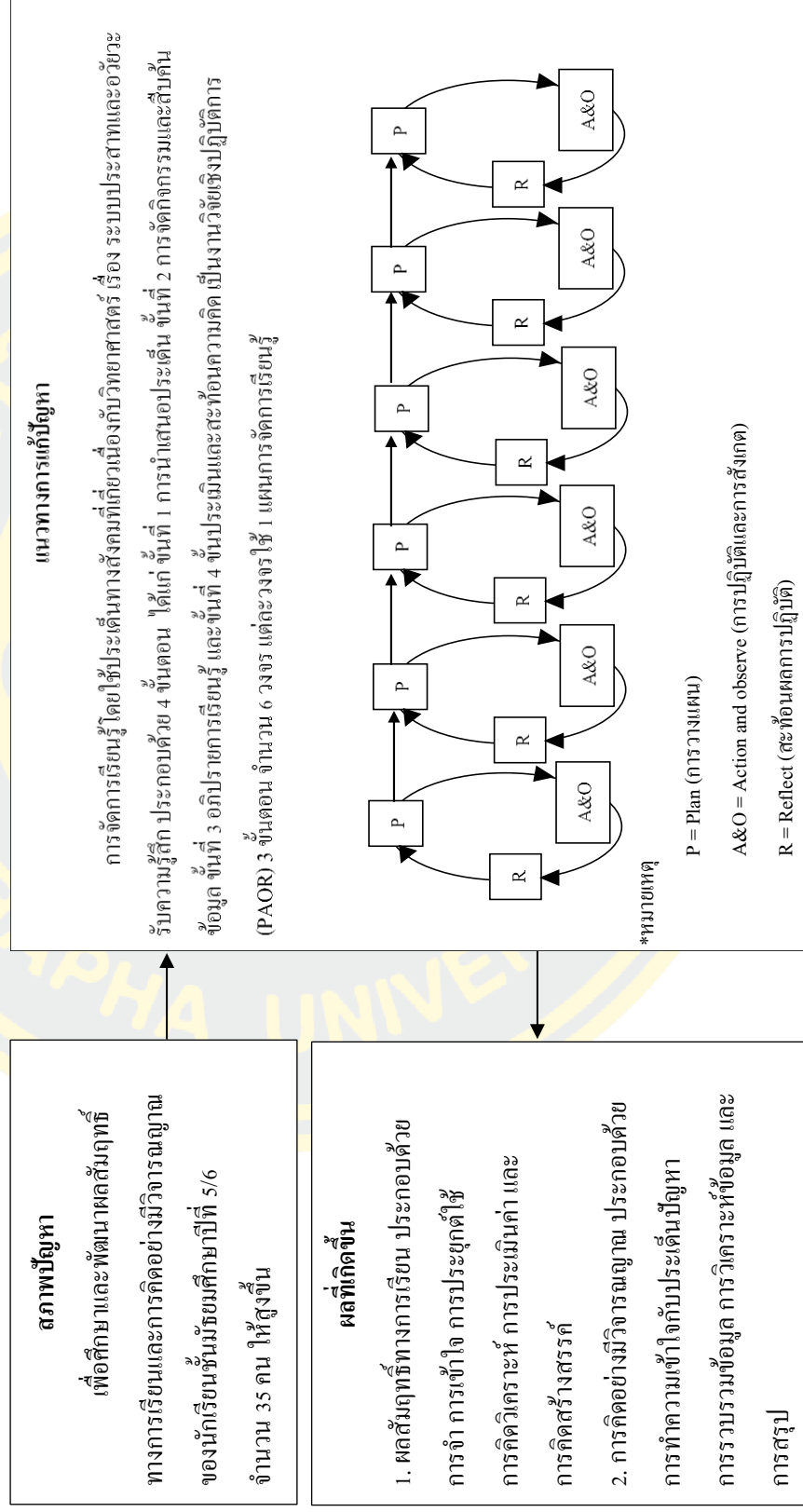
1. การรับรู้และการตอบสนอง
2. เซลล์ประสาท
3. การทำงานของเซลล์ประสาท
4. ศูนย์ควบคุมระบบประสาท
5. การทำงานของระบบประสาท
6. อวัยวะรับความรู้สึก

### 4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ใช้เวลาในการทดลอง 20 คาบเรียน จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยทดสอบก่อนเรียน 1 คาบเรียน จัดการเรียนรู้ 18 คาบเรียน และทดสอบหลังเรียน 1 คาบเรียน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ และเก็บรวบรวมข้อมูล

## กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย

## นิยามศัพท์เฉพาะ

**1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์** หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยประเด็นที่ใช้จะต้องประเด็นทางสังคมที่ยังไม่มีข้อมูล ซึ่งประเด็นดังกล่าวเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง และอยู่ในชีวิตประจำวันของนักเรียน และเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือโต้แย้งกันโดยอยู่บนพื้นฐานของการให้เหตุผลทางจริยธรรมและช่วยส่งเสริมพัฒนาการทางด้านอารมณ์ของนักเรียน ประกอบไปด้วยกิจกรรม 4 ขั้นตอน ดังนี้

**ขั้นที่ 1 การนำเสนอประเด็น** ผู้สอนจะต้องคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจและตรงกับเรื่องที่ต้องการจะสอนมานำเสนอให้นักเรียน โดยผ่านการใช้สื่อที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาหรือประเด็นทางสังคมที่เกิดขึ้น

**ขั้นที่ 2 การจัดกิจกรรมและสืบค้นข้อมูล** เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนจะจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความรู้พื้นฐานหรือเนื้อหาหลักของเรื่องที่ต้องการจะสอน รวมถึงการให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้พื้นฐาน การสืบค้นข้อมูล และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

**ขั้นที่ 3 อภิปรายการเรียนรู้** ในขั้นนี้นักเรียนจะได้นำเสนอมุมมองของตนเอง โดยจะต้องมีเหตุผลประกอบการตัดสินใจ รวมถึงได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อได้รับมุมมองทางความคิดเห็นที่แตกต่างกัน

**ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินและสะท้อนความคิด** ขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องสะท้อนความคิดของตัวเองหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้และนักเรียนจะต้องได้รับการทดสอบเพื่อประเมินความรู้ของนักเรียนตามวัตถุประสงค์

**2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** หมายถึง ผลจากการเรียนรู้ที่นักเรียนได้รับจากการเรียนรู้สามารถแสดงออกทางพฤติกรรมและการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่เกิดจากประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ โดยศึกษาจากการวัดขนาดผล (Effect size) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแสดงผ่านพฤติกรรมความรู้ความคิด 6 ขั้นตอนต่อไปนี้

**2.1. การจำ** เป็นความสามารถของสมองในการระลึกได้ จำความรู้ สารสนเทศ แสดงรายการได้ ระบุน บอกรายชื่อได้ ซึ่งเป็นความจำระยะยาว

**2.2. การเข้าใจ** เป็นความสามารถของสมองในการแปล สร้างความหมาย ยกตัวอย่าง สรุป อธิบายการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

**2.3. การประยุกต์ใช้** เป็นความสามารถที่ได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการคิดสถานการณ์ใหม่ หรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน

**2.4. การคิดวิเคราะห์** เป็นการแยกความรู้ออกเป็นส่วน ๆ โดยสามารถให้เหตุผลว่าความรู้ส่วนย่อยที่แยกแต่ละส่วนมีความเกี่ยวข้องกับโครงสร้างของความรู้ทั้งหมดอย่างไร

**2.5. การประเมินค่า** เป็นความสามารถของสติปัญญาเกี่ยวกับการตรวจสอบ ควบคุม ทดสอบ เพื่อค้นหาความไม่สอดคล้องหรือความขัดแย้งในกระบวนการหรือผลผลิต และการวิพากษ์ต่าง ๆ เพื่อการตัดสินใจ

**2.6. การคิดสร้างสรรค์** เป็นความสามารถของสติปัญญาในการสร้างสิ่งใหม่ จากสิ่งที่เคยเรียนรู้ หรือพบเห็นในบริบทต่าง ๆ ที่สร้างสรรค์งาน วางแผนงาน และดำเนินงานตามกระบวนการจนได้รับความสำเร็จ

**3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น คำถามจะสอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์ในการเรียน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยครอบคลุมพฤติกรรมความรู้ความคิด 6 ชั้น ได้แก่ การจำ การเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การคิดวิเคราะห์ การประเมินค่า การคิดสร้างสรรค์

**4. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ** หมายถึง กระบวนการคิดและการไตร่ตรอง โดยให้เหตุผลและหลักฐานในการประกอบการตัดสินใจ เพื่อหาข้อสรุปว่าควรเชื่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ประกอบด้วยองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

4.1. การทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาข้อมูลหรือสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อที่จะสามารถระบุหรือบอกลักษณะของประเด็นปัญหาของสถานการณ์นั้น ๆ

4.2. การรวบรวมข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากประสบการณ์เดิมหรือการสืบค้นมารวมกัน เพื่อแยกแยะข้อมูลเพื่อดูความเหมือนและความแตกต่างและนำข้อมูลมาพิจารณาความเกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น ๆ

4.3. การวิเคราะห์ข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาพิจารณา เพื่อตัดสินใจความน่าเชื่อถือของข้อมูลอย่างเป็นเหตุเป็นผล

4.4. การสรุป หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาหรือการลงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลหรือสถานการณ์ ที่ปรากฏอย่างเป็นระบบ เพื่อจับใจความสำคัญของข้อมูลหรือสถานการณ์นั้น ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผลมากที่สุด

**5. แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ** หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 คำถามจะเกี่ยวข้องกับ

สถานการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนจำนวน 5 สถานการณ์ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ครอบคลุมกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

- 5.1. การทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา
- 5.2. การรวบรวมข้อมูล
- 5.3. การวิเคราะห์ข้อมูล
- 5.4. การสรุป

6. การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน หมายถึง กระบวนการที่ครูหาวิธีการหรือแนวทาง ในแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนหรือต้องการพัฒนาการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ นักเรียน มีพัฒนาการทางด้านพฤติกรรมและการเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้น โดยจะมีการดำเนินงานเป็นวงจร 3 ขั้นตอน (PAOR) ดังต่อไปนี้

#### ขั้นตอนที่ 1 การวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยวิเคราะห์ปัญหาในการจัดการเรียนการสอน พฤติกรรมและความรู้พื้นฐาน ของนักเรียน ธรรมชาติของเนื้อหาวิชาและสิ่งแวดล้อมเพื่อออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัย ได้นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มาใช้ในการจัดการเรียนรู้

#### ขั้นตอนที่ 2 การปฏิบัติและการสังเกต (Action and observe)

เป็นการนำเอาแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย ดำเนินการสอนทั้งสิ้น 18 คาบเรียน โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 6 แผนการจัดการเรียนรู้ ต่อเนื่องกันเป็น 6 วงจร ในแต่ละวงจรมีการสะท้อนผลของวงจรถ้าก่อนหน้าเพื่อนำมาปรับปรุงและประยุกต์ใช้ในวงจร ถัดไป และในขณะที่ดำเนินกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะทำการสังเกตการณ์ ดำเนินกิจกรรมของนักเรียน โดยจะทำการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคล และกลุ่มย่อย ผู้วิจัยจะดำเนินการสอนด้วยตัวเอง ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลเหล่านี้จากใบกิจกรรม การตอบคำถามในห้อง แบบทดสอบย่อยท้ายวงจร การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน บันทึกหลัง การสอน การสอบถามหรือสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมหลังจากการจัดกิจกรรม เป็นต้น

#### ขั้นตอนที่ 3 สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาสรุปและสังเคราะห์ข้อมูล โดยการใช้สถิติและคะแนน พัฒนาการสัมพัทธ์ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและข้อมูลเชิงบรรยาย เพื่อหาแนวทาง ในการแก้ไขและพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนในวงจรต่อไป ส่วนขั้นตอนที่ 3 ของวงจรสุดท้ายจะนำข้อมูลมาสรุปเป็นข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงบรรยาย

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. กรอบสาระการเรียนรู้ วิชา ชีววิทยา เพิ่มเติม เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
5. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 1. กรอบสาระการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา เพิ่มเติม เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ได้กำหนดกรอบสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยอ้างอิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ซึ่งประกอบไปด้วยสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ดังนี้ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ และสาระโลกดาราศาสตร์ และอวกาศ

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยมีความต้องการที่จะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในวิชา ชีววิทยา เพิ่มเติม เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก



### 1.1 คำอธิบายรายวิชา

สืบค้นข้อมูล อธิบาย สังเกต เปรียบเทียบ สรุป โครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของแมงกะพรุน หมึก ดาวทะเล ไล้เดือนดิน แมลง ปลา และ นก โครงสร้างและหน้าที่ของกระดูกและกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของมนุษย์ การทำงานของข้อต่อชนิดต่าง ๆ และการทำงานของกล้ามเนื้อ โครงร่างที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของมนุษย์ หน้าที่ของระบบประสาทของไฮดรา พลาเนเรีย ไล้เดือนดิน กุ้ง หอย แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ประสาท การเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้า ที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ประสาท และกลไกการถ่ายทอดกระแสประสาท โครงสร้างของระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทรอบนอก โครงสร้างและหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ในสมองส่วนหน้า สมองส่วนกลาง สมองส่วนหลัง และไขสันหลัง การทำงานของระบบประสาทโชมatic และระบบประสาทอัตโนมัติ โครงสร้างและหน้าที่ของตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังของมนุษย์ ยกตัวอย่าง โรคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง หน้าที่ของฮอร์โมน จากต่อมไร้ท่อและเนื้อเยื่อที่สร้างฮอร์โมน

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะความรู้ ใช้กระบวนการคิด เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจแก้ปัญหา ใช้ทักษะกระบวนการและเทคโนโลยีมาผสมผสานเพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการสื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้ และมีความสามารถในการตัดสินใจ มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรมจริยธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ตารางที่ 2-1 โครงสร้างรายวิชาชีววิทยา เพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	เวลา (คาบ)
1. การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต	1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบ โครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของแมงกะพรุน หมึก ดาวทะเล ไล้เดือนดิน แมลง ปลา และนก 2. สืบค้นข้อมูล และอธิบาย โครงสร้างและหน้าที่ของกระดูกและกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของมนุษย์	20

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	เวลา (คาบ)
	3. สังเกต และอธิบายการทำงานของข้อต่อชนิดต่าง ๆ และการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่างที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนไหวของมนุษย์	
2. ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก	<p>1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบ โครงสร้างและหน้าที่ของระบบประสาทของไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน กุ้ง หอย แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง</p> <p>2. อธิบายเกี่ยวกับ โครงสร้างและหน้าที่ของ เซลล์ประสาท</p> <p>3. อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้าที่เชื่อมเซลล์ของเซลล์ประสาทและกลไกการถ่ายทอดกระแสประสาท</p> <p>4. อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับ โครงสร้างของระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทรอบนอก</p> <p>5. สืบค้นข้อมูล อธิบาย โครงสร้างและหน้าที่ของ ส่วนต่าง ๆ ในสมองส่วนหน้า สมองส่วนกลาง สมองส่วนหลังและไขสันหลัง</p> <p>6. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการทำงานของระบบประสาท โชมatic และระบบประสาทอัตโนมัติ</p> <p>7. สืบค้นข้อมูล อธิบาย โครงสร้างและหน้าที่ของตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังของมนุษย์ ยกตัวอย่างโรคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และบอกแนวทางในการดูแลป้องกัน และรักษา</p> <p>8. สังเกต และอธิบายการหาตำแหน่งของจุดบอด โฟเวียและความไวในการรับสัมผัสของผิวหนัง</p>	20

## ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	เวลา (คาบ)
3. ต่อมไร้ท่อ	1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนผังสรุป หน้าที่ของฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อและเนื้อเยื่อ ที่สร้างฮอร์โมน	20
	รวม	60

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยมีความต้องการที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมี  
วิจารณญาณ โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์  
ในรายวิชา ชีววิทยา เพิ่มเติม เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ในภาคเรียนที่ 1  
จำนวน 20 คาบเรียน โดยแบ่งเป็นดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 18 คาบเรียน  
และทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน 2 คาบเรียน โดยผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ ผลการเรียนรู้  
สาระการเรียนรู้ วัตถุประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนเวลาเรียน ดังที่แสดงในตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ ตารางการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนเวลาเรียน เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)
1. การรับรู้และการตอบสนอง	1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบ โครงสร้างและหน้าที่ของระบบประสาทของไฮดรา พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน กุ้ง หอย แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง	1. อธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการรับรู้และตอบสนองของพลาเนเรีย พลาเนเรีย แมลงและสัตว์มีกระดูกสันหลัง 2. อธิบายและเปรียบเทียบวิธีการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวบางชนิดที่มีเส้นใยประสาทชนิดสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบางชนิดที่มีร่างแหประสาทบางชนิดที่มีประสาทและเส้นประสาท และสัตว์มีกระดูกสันหลังที่มีสมองและไขสันหลัง	2
2. เซลล์ประสาท	2. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ประสาท	3. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ประสาท	2
		4. ระบุชนิดของเซลล์ประสาทที่จำแนกตาม โครงสร้าง และหน้าที่พร้อมยกตัวอย่าง	

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)
3. การทำงานของเซลล์ประสาท	3. อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้า ที่เชื่อมเซลล์ของเซลล์ประสาท และกลไกการถ่ายทอดกระแสประสาท	5. อธิบายและอภิปรายการเกิดเยื่อหุ้มไมอีลินของเซลล์ประสาท 6. ระบุบริเวณที่มีการถ่ายทอดกระแสประสาทหนึ่งไปยังเซลล์ประสาทอีกเซลล์หนึ่ง	
4. ศูนย์ควบคุมระบบประสาท	3. อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้า ที่เชื่อมเซลล์ของเซลล์ประสาท และกลไกการถ่ายทอดกระแสประสาท	7. สรุปข้อมูลการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท 8. อธิบายและอภิปรายการเกิดและการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท 9. อธิบายถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท	3
4. ศูนย์ควบคุมระบบประสาท	4. อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับ โครงสร้างของระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทรอบนอก	10. อธิบายและอภิปรายโครงสร้างและหน้าที่สำคัญของสมองส่วนต่าง ๆ 11. อธิบายชนิดและหน้าที่ของไขสันหลัง	3

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)
5. การทำงานของระบบประสาท	5. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนต่างๆ ในสมองส่วนหน้า สมองส่วนกลาง สมองส่วนหลัง และไขสันหลัง 6. สืบค้นข้อมูล อธิบายเปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการทำงานของระบบประสาท โชมติค และระบบประสาทอัตโนมัติ	12. อธิบายและอภิปรายโครงสร้างและหน้าที่ของไขสันหลัง 13. อธิบายองค์ประกอบของระบบประสาท 14. เปรียบเทียบการทำงานของระบบประสาท โชมติค และระบบประสาทอัตโนมัติ 15. เปรียบเทียบการทำงานของระบบประสาท โชมติค และระบบประสาทพารา โชมติค	3
6. อวัยวะรับความรู้สึก	7. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังของมนุษย์ ยกตัวอย่างโรคต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และบอกแนวทางการดูแลป้องกัน และรักษา	16. อธิบายและอภิปรายหน้าที่ของ โครงสร้างภายนอก และ โครงสร้างภายในของนัยน์ตา 17. อธิบายการมองเห็นของสัตว์ และสีของวัตถุ การทำงานของนัยน์ตา ในการแยกสีของวัตถุและตำแหน่งของจุดบอด และตำแหน่งของ โฟเวีย	5

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)
8. สังเกต และอธิบายการทำตำแหน่งของจุดยอด โฟกัส และความไวในการรับสัมผัสของผิวหนัง	18. อธิบายและอภิปรายเกี่ยวกับโครงสร้างและการทำงานของของหู 19. อธิบายและอภิปรายถึงโครงสร้างที่ทำหน้าที่รับกลิ่นของจมูกและรับรส ตลอดจนบริเวณที่มีเซลล์รับรสต่าง ๆ บนลิ้น 20. อธิบายและอภิปรายความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับกลิ่นกับการรับรสขณะรับประทานอาหาร 21. อธิบายและอภิปรายถึงชนิดของสิ่งเร้าที่ผิวหนังรู้สึกและผิวหนังแต่ละบริเวณมีปลายประสาทรับความรู้สึกได้ไม่เท่ากัน	
	22. นำความรู้มาใช้ในการดูแลรักษาและป้องกันอันตรายของอวัยวะรับความรู้สึกต่าง ๆ	
	รวม	18

## 1.2 สาขาลำคัญของวิชา ชีววิทยา เพิ่มเติม

### 1. การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต

สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวบางชนิดเคลื่อนที่โดยการไหลของไซโทพลาซึม บางชนิดใช้แฟลกเจลลัมหรือซีเลีย ในการเคลื่อนที่ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น แมงกะพรุน เคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัวของเนื้อเยื่อบริเวณขอบกระดิ่งและแรงดันน้ำ หมึกเคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัวของกล้ามเนื้อบริเวณลำตัว ทำให้น้ำภายในลำตัวพุ่งออกมาทางไซฟอน ส่วนดาวทะเลใช้ระบบท่อน้ำในการเคลื่อนที่ ไส้เดือนดินมีการเคลื่อนที่ โดยอาศัยการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อและกล้ามเนื้อตามยาว ซึ่งทำงานในสภาวะตรงกันข้ามแมลงเคลื่อนที่โดยใช้ปีกหรือขา ซึ่งมีกล้ามเนื้อภายในเปลือกหุ้มทำงานในสภาวะตรงกันข้าม สัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น ปลาเคลื่อนที่โดยอาศัย การหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อที่ยึดติดอยู่กับกระดูกสันหลังทั้ง 2 ข้างทำงานในสภาวะตรงกันข้าม และมีริบที่อยู่ตำแหน่งต่าง ๆ ช่วยโบกพัดในการเคลื่อนที่ ส่วนนกเคลื่อนที่ โดยอาศัยการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้ออกปีกกับกล้ามเนื้ออกปีก ซึ่งทำงานในสภาวะตรงกันข้ามมนุษย์เคลื่อนที่โดยอาศัยการทำงานของกระดูกและกล้ามเนื้อ ซึ่งยึดกันด้วยเอ็นยึดกระดูกบริเวณที่กระดูกตั้งแต่ 2 ชิ้น มาต่อกัน เรียกว่า ข้อต่อและยึดกันด้วยเอ็นยึดข้อกระดูกเป็นเนื้อเยื่อที่ใช้คำนวณและทำหน้าที่ในการเคลื่อนไหวของร่างกาย แบ่งตามตำแหน่งได้เป็นกระดูกแกนและกระดูกยางค์ กล้ามเนื้อในร่างกายมนุษย์แบ่งออกเป็น กล้ามเนื้อโครงร่าง กล้ามเนื้อหัวใจและกล้ามเนื้อเรียบกล้ามเนื้อทั้ง 3 ชนิด พบในตำแหน่งที่ต่างกันและมีหน้าที่แตกต่างกัน กล้ามเนื้อโครงร่างส่วนใหญ่ทำงานร่วมกันเป็นคู่ ๆ ในสภาวะตรงกันข้าม

### 2. ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

ระบบประสาทส่วนกลาง ประกอบด้วยสมองและไขสันหลัง จะทำหน้าที่ร่วมกับเส้นประสาท ซึ่งเป็นระบบประสาทรอบนอก ในการควบคุมการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ รวมถึงการแสดงพฤติกรรม เพื่อการตอบสนองต่อสิ่งเร้า เมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้นหน่วยรับความรู้สึก จะเกิดกระแสประสาทส่งไปตามเซลล์ประสาทรับความรู้สึกไปยังระบบประสาทส่วนกลาง แล้ว ส่งกระแสประสาทมาตามเซลล์ประสาทสั่งการ ไปยังหน่วยปฏิบัติงาน เช่น กล้ามเนื้อ ระบบประสาท เป็นระบบที่มีความซับซ้อนและมีความสัมพันธ์กับทุกระบบในร่างกาย ดังนั้นจึงควรป้องกันการเกิดอุบัติเหตุที่กระทบกระเทือนต่อสมอง หลีกเลี่ยงการใช้สารเสพติด หลีกเลี่ยงภาวะเครียด และรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ เพื่อดูแลรักษาระบบประสาทให้ทำงานเป็นปกติ



### 3. ต่อมไร้ท่อ

ฮอร์โมนเป็นสารที่ควบคุมสมดุลต่าง ๆ ของร่างกาย โดยผลิตจากต่อมไร้ท่อหรือเนื้อเยื่อ โดยต่อมไร้ท่อนี้ จะกระจายอยู่ตามตำแหน่งต่าง ๆ ที่ร่างกาย ต่อมไร้ท่อที่สร้างหรือหลั่งฮอร์โมน ไม่มีท่อในการลำเลียงฮอร์โมนออกจากต่อมจึงถูกลำเลียง โดยระบบหมุนเวียนเลือด ไปยังอวัยวะเป้าหมายที่จำเพาะเจาะจง ต่อมไพนีลสร้างเมลาโทนินซึ่งยับยั้งการเจริญเติบโตของอวัยวะสืบพันธุ์ช่วงก่อนวัยเจริญพันธุ์และตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของแสงในรอบวัน ต่อมใต้สมองส่วนหน้าสร้างและหลั่งโกรทฮอร์โมน โพรแลกทิน ACTH TSH FSH LH เอนดอร์ฟิน ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน ต่อมใต้สมองส่วนหลังหลั่งฮอร์โมนซึ่งสร้างจากไฮโปทาลามัส คือ ADH และออกซิโทซิน ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน ต่อมไทรอยด์สร้างไทรอกซินซึ่งควบคุมอัตราเมแทบอลิซึมของร่างกายและสร้างแคลซิโทนิน ซึ่งควบคุมระดับแคลเซียมในเลือดให้ปกติ ต่อมพาราไทรอยด์สร้างพาราไทรอยด์ฮอร์โมน ซึ่งควบคุมระดับแคลเซียมในเลือดให้ปกติ ต่อมหมวกไต มีกลุ่มเซลล์ที่สร้างอินซูลินและกลูคากอนซึ่งควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้ปกติ ต่อมหมวกไต ส่วนนอกสร้างกลูโคคอร์ติคอยด์มีเนราโลคอร์ติคอยด์ และฮอร์โมนเพศ ซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกัน ส่วนต่อมหมวกไตส่วนในสร้างเอพิเนฟรินและนอร์เอพิเนฟริน ซึ่งมีหน้าที่เหมือนกัน อันจะ มีกลุ่มเซลล์สร้างเทสโทสเตอโรน ส่วนรังไข่ มีกลุ่มเซลล์ที่สร้างอีสโตรเจน และโพรเจสเตอโรน ซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกัน เนื้อเยื่อบางบริเวณของอวัยวะ เช่น รก ไทมัส กระจกอาหาร และลำไส้เล็ก สามารถสร้างฮอร์โมนได้หลายชนิด ซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกัน การควบคุมการหลั่งฮอร์โมน จากต่อมไร้ท่อ มีทั้งการควบคุมแบบป้อนกลับยับยั้ง และการควบคุมแบบป้อนกลับกระตุ้น เพื่อรักษาคุณภาพของร่างกาย ฟีโรโมนเป็นสารเคมีที่ผลิตจากต่อมมีท่อของสัตว์ซึ่งส่งผลต่อสัตว์ตัวอื่นที่เป็นชนิดเดียวกัน

## 2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

### 2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาบทความ หนังสือและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้มีผู้ที่ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

Sadler and Zadler (2003) กล่าวว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีความสำคัญในการสอนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นการสอนวิทยาศาสตร์ที่ใกล้ตัวและเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตของนักเรียน ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ช่วยพัฒนาการทางด้านอารมณ์ และการโต้แย้งและความสามารถในการประเมินข้อมูลข่าวสารทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็น

ส่วนประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์ ประเด็นส่วนใหญ่จะสัมพันธ์กับเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ เช่น เทคโนโลยีชีวภาพ ปัญหาทางสิ่งแวดล้อม ข้อมูลทางพันธุศาสตร์ของมนุษย์ และพันธุวิศวกรรม เป็นต้น

Zeidler and Nichols (2009) กล่าวว่าประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในหัวข้อที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้มีการสนทนาอภิปรายและโต้เถียงกัน ประเด็นที่ถูกหยิบยกมักจะเกี่ยวข้องกับธรรมชาติและต้องมีส่วนประกอบของการให้เหตุผลทางจริยธรรมหรือการประเมินหลักจริยธรรมในระหว่างการอภิปราย เพื่อหาแนวทางแก้ไขในของประเด็นต่าง ๆ เป้าหมายของการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ คือ ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและเพื่อให้นักเรียนหาหลักฐานบนพื้นฐานของการให้เหตุผลและมีความเข้าใจข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

Pitpiornatapin and Topcu (2016) กล่าวว่าเป็นการนำประเด็นทางสังคมที่ยังไม่มีข้อสรุปและมีการแบ่งความคิดเห็นออกเป็นสองฝั่งนำเสนอแก่นักเรียน ซึ่งการใช้ประเด็นสังคมที่มีความขัดแย้งในห้องเรียนจะช่วยทำให้นักเรียนตระหนักถึง จริยธรรม เศรษฐกิจ นโยบาย และพัฒนาการทางด้านอารมณ์ผ่านการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน

กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์ (2558) แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นการแก้ปัญหาความไม่สอดคล้องระหว่างการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนและการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

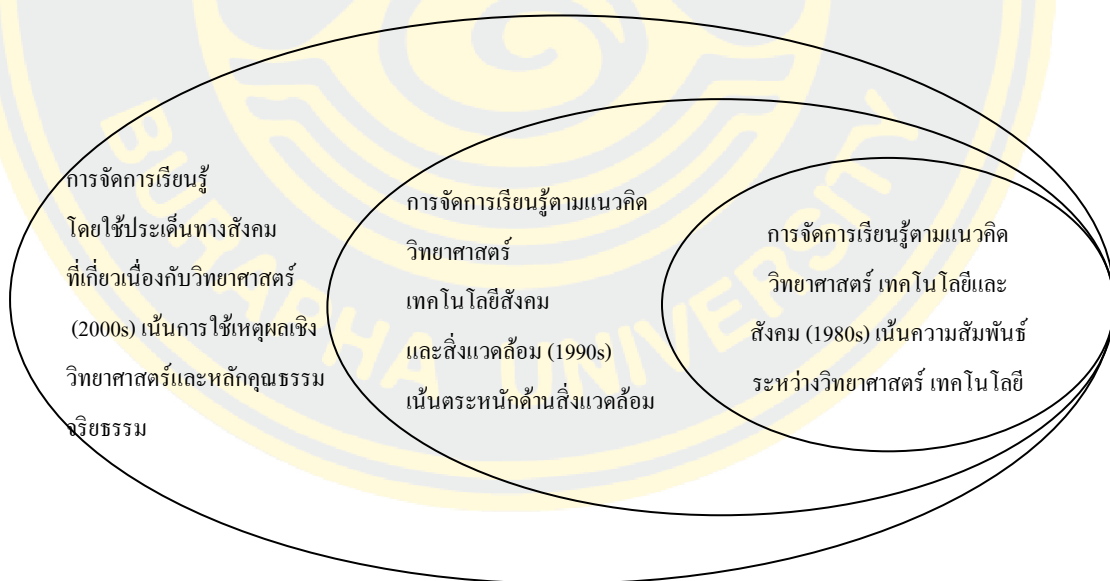
สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ประเด็นทางสังคมที่ยังไม่มีข้อยุติ ซึ่งประเด็นดังกล่าวเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงและอยู่ในชีวิตประจำวันของนักเรียน และเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือโต้แย้งกัน โดยอยู่บนพื้นฐานของการให้เหตุผลทางจริยธรรมและช่วยส่งเสริมพัฒนาการทางด้านอารมณ์ของนักเรียน

## 2.2 ที่มาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้รับการนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ก่อนปี ค.ศ. 1970 และได้ใช้อย่างต่อเนื่องเรื่อยมาทั้งในประเทศอังกฤษ และประเทศอุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ มีที่มาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ที่เน้นการนำประเด็นที่อยู่ในความสนใจของประชาชนมาบูรณาการด้านสังคมสิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยี เข้าไปในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ต่อมาได้เกิดกระแสการตระหนัก

ถึงสิ่งแวดล้อม นักการศึกษาจึงเพิ่มจุดเน้นด้านสิ่งแวดล้อม เข้าไปในการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดนี้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในประเทศแคนาดาอย่างกว้างขวาง

อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้ทั้งสองแนวคิดไม่ได้เน้นการสนทนาและโต้แย้ง อันนำไปสู่การพัฒนาการคิดตัดสินใจ ที่อยู่บนพื้นฐานของหลักจริยธรรม ดังนั้นจึงเกิดกระแส ผลักดันให้นำประเด็นปัญหาทางสังคม ที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ในชั้นเรียน เพื่อพัฒนาศักยภาพของนักเรียนให้มีการตัดสินใจ ภายใต้การใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และหลักคุณธรรมจริยธรรม รวมทั้งพัฒนาญาณวิทยาและคุณลักษณะของนักเรียน ปัจจุบันการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้รับการยอมรับจากนักการศึกษา หลายประเทศและนำไปใช้จัดการศึกษา ตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษา ไปจนถึงระดับอุดมศึกษา โดยภาพรวมการเปลี่ยนแปลงกระบวนทัศน์ ความสัมพันธ์ทางประวัติศาสตร์ และแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม แสดงดังภาพที่ 2-1 (ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม, 2558; Zeidler and Nichols, 2009)



ภาพที่ 2-1 การเปลี่ยนแปลงกระบวนทัศน์ ความสัมพันธ์ทางประวัติศาสตร์และแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม

ที่มา: ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, (2558)

## 2.3 รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาบทความ หนังสือและงานวิจัยที่ผ่านมา ได้มีผู้ที่เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ไว้ดังต่อไปนี้

Ratcliffe (1997 อ้างถึงใน ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2558) ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอน ดังนี้

**ขั้นที่ 1** ตัวเลือก ระบุทางเลือกของการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นปัญหา

**ขั้นที่ 2** การสร้างเกณฑ์ พัฒนาเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับเปรียบเทียบทางเลือกของการปฏิบัติเกี่ยวกับปัญหา

**ขั้นที่ 3** ข้อมูล นำความรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และความรู้ทั่วไปให้ชัดเจน หรือทำให้หลักฐานประกอบการใช้เกณฑ์พิจารณาชัดเจนขึ้น

**ขั้นที่ 4** การสำรวจ ประเมินข้อดีข้อเสียของทางเลือก ของการปฏิบัติเกี่ยวกับปัญหาแต่ละทางเลือก

**ขั้นที่ 5** การเลือก ตัดสินใจอยู่บนพื้นฐานของการวิเคราะห์ข้อมูล

**ขั้นที่ 6** ตรวจสอบ ประเมินกระบวนการตัดสินใจ เพื่อระบุการปรับปรุงข้อผิดพลาด

Marks and Eilks (2009) ได้เสนอรูปแบบการจัดการจัดกิจกรรม โดยใช้ประเด็นทางสังคมไว้ดังต่อไปนี้

**ขั้นที่ 1** วิเคราะห์ปัญหา ในขั้นตอนนี้ นักเรียนได้รับการนำเสนอประเด็นที่น่าสนใจด้วยสื่อที่หลากหลาย เช่น ข่าวจากหนังสือพิมพ์ โฆษณา การรายงานข่าวจากโทรทัศน์ เป็นต้น ซึ่งใช้ในการกระตุ้นเพื่อตั้งคำถามและอภิปรายในลำดับต่อไป

**ขั้นที่ 2** ทำให้เกิดความชัดเจนด้วยวิทยาศาสตร์ ในขั้นตอนนี้ครูจะจัดประสบการณ์ให้นักเรียน เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้รับการความรู้พื้นฐานและทฤษฎี

**ขั้นที่ 3** กลับมาเน้นที่ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อีกครั้ง นักเรียนพยายามทำความเข้าใจประเด็นและความสัมพันธ์กับปัญหาทางสังคมหรือประเด็นที่ยังหาข้อยุติไม่ได้

**ขั้นที่ 4** อภิปรายและประเมินมุมมองที่แตกต่างกัน นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อให้ได้รับมุมมองของความคิดเห็นที่แตกต่างกัน

**ขั้นที่ 5** กิจกรรมสะท้อนความคิด นักเรียนได้รับการสนับสนุนให้สะท้อนความคิดเกี่ยวกับประสบการณ์ทั้งหมดเกี่ยวกับประเด็นปัญหาและเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของตนเอง

Sadler et al. (2017) ได้เสนอรูปแบบของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. **ขั้นรู้จักกับประเด็น** ครูจะนำเสนอประเด็นที่น่าสนใจโดยที่นักเรียนได้รับประสบการณ์ในการรู้จักกับประเด็นที่ถูกหยิบยกขึ้นมาโดยใช้สื่อที่หลากหลาย
2. **ขั้นกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 3 มิติ** เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3 มิติ โดยเริ่มจากการชักนำให้นักเรียนได้เข้าใจแกนหลักของเนื้อหา (disciplinary core idea: DCI) และการเชื่อมโยงเนื้อหา (crosscutting concept: CCC) มิติสุดท้ายคือ การปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ (science practice)
3. **ขั้นการให้เหตุผลกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์** ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ค้นคว้าข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลจากหลาย ๆ แหล่ง ทำให้ได้มุมมองต่อประเด็นที่หลากหลาย และใช้ความรู้พื้นฐานจากในขั้นตอนที่แล้วเป็นข้อมูลที่ช่วยการวิเคราะห์ประเด็น
4. **ขั้นสังเคราะห์ความคิดและการปฏิบัติ** ในขั้นตอนนี้นักเรียนจะต้องสังเคราะห์ความคิดผ่านทุกขั้นตอนที่ผ่านมา เพื่อสะท้อนความคิดของตนเองเกี่ยวกับประเด็นทางสังคม โดยที่สอดคล้องกับวิทยาศาสตร์

ประสาท เนืองเฉลิม (2551) ได้นำเสนอแนวทางการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นลำดับขั้น ดังนี้

**ขั้นที่ 1 ค้นหาค้นหาประเด็นปัญหา** ผู้สอนควรสืบเสาะหาความรู้เพิ่มเติมและแสวงหาความรู้ใหม่ที่กำลังเป็นประเด็นโต้แย้งทางความคิดระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม เช่น ค้นคว้าจากอินเทอร์เน็ต วารสาร นิตยสาร หนังสือพิมพ์ หรือประเด็นที่เกิดขึ้นในชุมชนหรือท้องถิ่น

**ขั้นที่ 2 จัดกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญ** เมื่อค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม แล้วต้องจัดกลุ่มประเด็นที่สำคัญของประเด็นปัญหา เรียงลำดับประเด็นที่สำคัญมากที่สุดไปหาสำคัญน้อยที่สุด เพื่อทำการคัดเลือกและตัดสินใจนำประเด็นสำคัญที่สุดมาให้นักเรียนและครูร่วมวิพากษ์วิจารณ์กัน

**ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ประเด็นปัญหา** เป็นการวิเคราะห์ประเด็นเนื้อหาว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้ความเข้าใจเดิมเป็นอย่างไร มีข้อสงสัยหรืออยากทำความเข้าใจเนื้อหาส่วนใดเพิ่มเติม ซึ่งจะเป็นการฝึกคิดหาเหตุผลและสะท้อนตนเองว่ารู้อะไรบ้าง และอยากรู้อะไรเพิ่มขึ้น

**ขั้นที่ 4 วางแผนแก้ไขประเด็นปัญหา** ครูควรคิดวิเคราะห์หาแนวทางการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม และควรรหาแนวทางที่จะกระตุ้นนักเรียนได้เรียนรู้ด้วยกระบวนการกลุ่ม คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดตัดสินใจ

**ขั้นที่ 5 จัดประสบการณ์การเรียนรู้** ครูต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางที่ได้วิเคราะห์ไว้ โดยกิจกรรมการเรียนการสอนต้องประกอบด้วยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการคิดขั้นสูง และคุณธรรมจริยธรรมที่ส่งเสริมให้กับนักเรียน

**ขั้นที่ 6 ประเมินผล** ครูทำการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนตามสภาพจริง ทั้งนี้ ต้องประกอบด้วยหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้เกิดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผ่านกระบวนการคิดขั้นสูง และการรู้วิทยาศาสตร์

จากการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของนักการศึกษา ดังตารางที่ 2-3



ตารางที่ 2-3 การสังเคราะห์การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

Ratcliffe (2017)	Marks and Eliks (2009)	Sadler et al. (2017)	ประสพาท เนื่องเฉลิม (2551)	สรุปการจัดการเรียนรู้
ขั้นตัวเลือก	ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	ขั้นรู้จักกับประเด็น	ขั้นค้นหาประเด็นปัญหา	ขั้นการนำเสนอประเด็น
ขั้นการสร้างเกณฑ์			ขั้นจัดกลุ่มและเรียงลำดับ ความสำคัญ	
			ขั้นวิเคราะห์ประเด็นปัญหา	
ขั้นข้อมูล	ขั้นทำให้เกิดความชัดเจน ด้วยวิทยาศาสตร์	ขั้นกระบวนการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ 3 มิติ	ขั้นวางแผนแก้ไข ประเด็นปัญหา	ขั้นการจัดกิจกรรมและ การสืบค้นข้อมูล
ขั้นการสำรวจ	ขั้นกลับมาเน้นที่ประเด็น ทางสังคม		ขั้นจัดประสบการณ์ การเรียนรู้	
ขั้นการเลือก	ขั้นอภิปรายและประเมิน มุมมองที่แตกต่างกัน	ขั้นการให้เหตุผลกับประเด็น ทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์	ขั้นประเมินผล	ขั้นอภิปรายการเรียนรู้
ขั้นตรวจทาน	ขั้นกิจกรรมสะท้อนความคิด	ขั้นสังเคราะห์ความคิด และการปฏิบัติ		ขั้นประเมินและ สะท้อนความคิด

จากการศึกษาและค้นคว้าสามารถสรุปหลักการของการจัดการเรียนรู้การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ ดังนี้ คือ ในขั้นตอนแรกผู้สอนจะต้องค้นคว้าและคัดเลือกประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่สังคมมีการถกเถียงและยังหาข้อสรุปไม่ได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เมื่อผู้สอนคัดเลือกประเด็นที่น่าสนใจแล้วจึงนำเสนอประเด็นที่น่าสนใจที่ได้รับการคัดเลือกมานำเสนอให้กับนักเรียน โดยใช้สื่อที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้ทำการวิเคราะห์ เมื่อนักเรียนได้วิเคราะห์ประเด็นปัญหาแล้วผู้สอนต้องทำการจัดประสบการณ์ให้แก่นักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้พื้นฐานของเนื้อหาหลักและเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ นอกจากนี้ควรส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อใช้ในการประกอบการตัดสินใจ เมื่อนักเรียนได้ทำการศึกษาและค้นคว้าหาข้อมูล ควรจัดให้นักเรียนได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อเปิดรับความคิดเห็นมุมมองที่แตกต่าง หลังจากการอภิปรายจบลงให้นักเรียนสะท้อนความคิดของตัวเอง หลังจากนั้นผู้สอนจึงประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนตามวัตถุประสงค์

จากการสรุปหลักการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

**ขั้นที่ 1 การนำเสนอประเด็น** ผู้สอนจะต้องคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจและตรงกับเรื่องที่ต้องการจะสอนนำมาเสนอให้นักเรียน โดยผ่านการใช้สื่อที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาหรือประเด็นทางสังคมที่เกิดขึ้น

**ขั้นที่ 2 การจัดกิจกรรมและสืบค้นข้อมูล** เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนจะจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความรู้พื้นฐานหรือเนื้อหาหลักของเรื่องที่ต้องการจะสอน รวมถึงการให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้พื้นฐาน การสืบค้นข้อมูล และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

**ขั้นที่ 3 อภิปรายการเรียนรู้** ในขั้นนี้ นักเรียนจะได้นำเสนอมุมมองของตนเอง โดยจะต้องมีเหตุผลประกอบการตัดสินใจ รวมถึงได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในชั้นเรียนเพื่อได้รับมุมมองทางความคิดเห็นที่ต่างต่างกัน

**ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินและสะท้อนความคิด** ขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องสะท้อนความคิดของตัวเองหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้และนักเรียนจะต้องได้รับการทดสอบเพื่อประเมินความรู้ของนักเรียนตามวัตถุประสงค์



## 2.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ประสาธต์ เจริญเฉลิม (2558) ได้สรุปบทบาทของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของผู้สอนและนักเรียนไว้ดังนี้

### บทบาทของครู

1. กำหนดประเด็นปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น
2. วางแผนกำหนดวิธีการหาคำตอบ การเก็บรวบรวมข้อมูล การลงมือดำเนินงาน การวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอผลงานร่วมกับนักเรียน
3. จัดเตรียมสื่อและแหล่งสืบค้นให้เพียงพอต่อการค้นคว้าข้อมูล
4. ตั้งคำถามและกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมกันคิด ร่วมกันตัดสินใจ
5. ส่งเสริมด้านการคิดด้วยการจัดด้วยการจัดบรรยากาศ ให้เอื้อต่อการเรียนรู้และการคิดขั้นสูง
6. เสริมแรงการเรียนรู้ด้วยเทคนิคและวิธีการที่เหมาะสม
7. อำนวยความสะดวกการเรียนรู้ผ่านการอภิปรายร่วมกัน

### บทบาทของนักเรียน

1. ตั้งคำถามที่ต้องการหาคำตอบตามความสนใจและคำถามเกี่ยวกับปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสังคม
2. วางแผน ค้นคว้าข้อมูลเพื่อประกอบการศึกษาค้นคว้า
3. ปรับประยุกต์ใช้ทรัพยากรท้องถิ่นเพื่อเป็นแหล่งข้อมูล
4. มีส่วนร่วมในการหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย
5. ร่วมกันวิเคราะห์และคัดสรรข้อมูลเพื่อตัดสินใจ
6. นำข้อมูลที่มากพอและมีความน่าเชื่อถือมาใช้ในการตัดสินใจเพื่อลงข้อสรุป

Pitpiorntapin and Topcu (2016) ได้กำหนดบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

### บทบาทของครู

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ครูควรหลีกเลี่ยงการใช้อำนาจในห้องเรียน ในการจัดการเรียนการสอนควรเริ่มด้วยประเด็นที่ต้องการนำเสนอ โดยประเด็นนั้นควรเป็นประเด็นที่สัมพันธ์กับความรู้เดิมของนักเรียนและไม่ควรเป็นประเด็นที่เป็นข้อเท็จจริง เพราะต้องการส่งเสริมความคิดและความรู้ในห้องเรียน ครูควรจัดการให้นักเรียนได้มีความรู้ความเข้าใจในประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเพิ่มมากขึ้น

และควรให้นักเรียนตระหนักได้ว่าประเด็นดังกล่าวเป็นประเด็นที่สังคมกำลังให้ความสนใจ และเกี่ยวข้องกับคนในสังคม

### บทบาทของนักเรียน

ในการเรียนจะมีลักษณะที่แตกต่างออกไปจากปกติ นักเรียนจะต้องทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษาในหลาย ๆ มิติ การโต้แย้งในชั้นเรียนจัดเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนการสอนโดยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องจัดลำดับการสืบค้นข้อมูล ตัดสินใจโดยอยู่บนพื้นฐานของจริยธรรมหาแนวทางการแก้ไขปัญหา และทำการอภิปรายในหลาย ๆ รูปแบบ เช่น การโต้แย้ง การพุดคุย เพื่อนำไปสู่การตั้งสมมติฐานของความรู้

จากการศึกษาและค้นคว้าบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ว่า ครูจะต้องเลือกประเด็นที่ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ไม่ควรเป็นประเด็นที่มีคำตอบเพียงคำตอบเดียวและควรสัมพันธ์กับความรู้เดิมของนักเรียน ครูควรอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน ด้วยการช่วยให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่าง ๆ ร่วมกันและใช้คำถามต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียน บทบาทของนักเรียน คือ จะต้องทำการวิเคราะห์และวางแผนการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ และทำการค้นคว้าในหลาย ๆ มุมมอง นักเรียนจะต้องร่วมกันอภิปรายในหัวข้อต่าง ๆ และช่วยกันสรุปเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจ รวมถึงนักเรียนต้องวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของข้อมูล

## 2.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

### ข้อดี

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2558) ได้รวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยและนักการศึกษาหลายท่าน โดยสรุปวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เป็นประโยชน์ต่อนักเรียนในหลากหลายด้านดังต่อไปนี้

1. ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยให้ความสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในแง่ของความสามารถในการใช้วิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน
2. เพิ่มความสนใจด้านวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายและสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน
3. ส่งเสริมทักษะในหลาย ๆ ด้าน เช่น การคิดวิเคราะห์ขั้นสูง การตัดสินใจ การลงความเห็น การตีความหมายเพื่อประเมินคุณค่า และความน่าเชื่อถือของข้อมูลข่าวสาร

ความสามารถในการอภิปรายอย่างเป็นเหตุเป็นผล การตั้งคำถามและการตอบคำถาม การทำงานร่วมกับผู้อื่น การแก้ปัญหาและการรู้เท่าทันสื่อ

4. ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เช่น ช่วยให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์อันซับซ้อน ระหว่างวิทยาศาสตร์ สังคมและมนุษย์

5. พัฒนาความเข้าใจเนื้อหาของวิทยาศาสตร์ และแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำลังศึกษา ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ข้อเท็จจริง และแนวคิดวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ

6. พัฒนาความสามารถด้านการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาสังคม ตัดสินใจในบริบทต่าง ๆ และประเมินความขัดแย้งของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพ มีความรับผิดชอบต่อสังคม และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตจริงได้

7. ตระหนักถึงผลกระทบจากวิทยาศาสตร์ และมีความรับผิดชอบต่อกระบวนการตัดสินใจ โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี หรือสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสม

8. พัฒนาการปฏิบัติและการเตรียมความพร้อมเข้าสู่ การมีส่วนร่วมในสังคม โดยเพิ่มความสามารถของนักเรียนในการรับมือกับประเด็นที่มีวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน อย่างชาญฉลาด ทั้งที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและในอนาคต สอดคล้องกับสังคม ประชาธิปไตยที่เน้นการมีส่วนร่วมของประชาชน

9. สร้างแรงบันดาลใจ กระตุ้น หรือทำให้เข้าใจปัญหาความขัดแย้ง ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในสังคมมากขึ้น รวมทั้งทำให้เกิดการอภิปราย ถกเถียงกับผู้อื่น ในมุมมองที่หลากหลาย

10. ส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยนักเรียนได้รู้วิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง และเห็นความมีอยู่จริงและเกี่ยวข้องของวิทยาศาสตร์ในชีวิตจริง และนักเรียนจะได้รับรู้ถึงมุมมองที่หลากหลายและพัฒนามุมมองของตนเอง เพื่อเตรียมความพร้อมในการจัดการกับปัญหาที่จะต้องเจอในอนาคต

#### ข้อจำกัด

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2558) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเนื่องทางวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ครุมีเวลาไม่มากพอที่จะเลือกหัวข้อสำหรับใช้ในการจัดการเรียนรู้ และไม่สามารถจัดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบด้านสังคม คุณธรรม และจริยธรรม ที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ รวมทั้งไม่สามารถควบคุมการอภิปรายได้
2. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทั้งในระดับโรงเรียนและระดับมหาวิทยาลัย ไม่ได้ส่งเสริมความรู้ความเข้าใจพื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต่อการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
3. การนำเสนอความคิดเห็นต่อประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ อาจไม่สมจริง และอาจตกอยู่ในอันตราย ถึงแม้ผู้เชี่ยวชาญอาจจะไม่เห็นด้วยเกี่ยวกับประเด็นนั้นก็ตาม เนื่องจากเป็นประเด็นซับซ้อน ที่เกิดจากความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น นาโนเทคโนโลยี การโคลนนิ่ง งานวิจัยต้นกำเนิดเซลล์
4. การเลือกหัวข้อประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวข้องกันวิทยาศาสตร์เป็นข้อที่มีบริบทความจำเพาะเจาะจงมาก เช่น การจัดลำดับความสำคัญของการวิจัยสเต็มเซลล์ ก่อนประเด็นอื่น ๆ เพราะมีญาติที่ป่วยและจำเป็นที่จะต้องได้ความรู้เพิ่มเติมเพื่อการตัดสินใจ
5. ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการเมือง สังคม จริยธรรม และวัฒนธรรม ซึ่งวิทยาศาสตร์ผสมผสานกับวิชาเหล่านี้ได้น้อย เช่น วิชาฟิสิกส์ที่สามารถผสมผสานกับวิชาอื่น ๆ ได้น้อย ในขณะที่วิชาชีววิทยาเกี่ยวข้องกับวิชาสุขศึกษา และสังคมวิทยาได้มากกว่า
6. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับค่านิยม ดังนั้นครูต้องใช้เวลาในการปรับมุมมองเชิงบวกในการจัดการเรียนรู้ เช่น ครูต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องที่เกี่ยวข้องกับศีลธรรมก่อนการจัดการเรียนรู้
7. เนื้อหาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ค่อนข้างมากทำให้จัดการเรียนรู้ตามประเด็นสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้น้อย
8. การประเมินระดับชาติไม่ได้ให้ความสำคัญกับการอภิปรายมากนัก  
จากการศึกษาข้อดีและข้อจำกัดของการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ดังนี้ ข้อดีของการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ คือ สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ให้เข้ากับชีวิตประจำวันได้ เป็นวิธีการในการกระตุ้นความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนเนื่องจากเป็นเรื่องที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำการสืบค้นข้อมูล ทำให้เกิดทักษะในการเลือกรับข่าวสาร และข้อมูลต่าง ๆ ส่งเสริมทักษะกระบวนการคิดขั้นสูง เนื่องจากต้องมีการใช้เหตุผลในการอภิปรายในประเด็นต่าง ๆ และทำให้ได้รับมุมมองและความคิดเห็นที่หลากหลายจากการอภิปราย

นอกจากนี้ยังทำให้นักเรียนตระหนักถึงหน้าที่และความรับผิดชอบของตนเองต่อสังคม ส่วนข้อจำกัดของการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ คือ การเลือกหัวข้อในการจัดกิจกรรมค่อนข้างยากและต้องใช้เวลา รวมถึงบางวิชาหรือบางหัวข้อไม่สามารถที่จะจัดกิจกรรมได้เนื่องจากมีความเชื่อมโยงด้านสังคม หรือวัฒนธรรมได้น้อย การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่มีการอภิปราย ครูต้องมีความสามารถในการควบคุมการอภิปราย

**2.6 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์**  
 ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2558) กล่าวว่า การวัดผลโดยการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องวัดครอบคลุมในหลาย ๆ ด้าน เช่น ด้านความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะ กระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ที่กำหนดไว้ ต้องเก็บผลการวัดและประเมินอย่างตรงไปตรงมาภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนต้องนำไปแปลผลและการลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผลมีความเที่ยงตรงและเป็นธรรม ทั้งในด้านการวัดและวิธีประเมิน

การวัดและประเมินผลที่ดีจะสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างแท้จริง ครอบคลุมทั้งการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการประเมิน เช่น การประเมินตนเองหรือการประเมินเพื่อนร่วมชั้นเรียน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง การประเมินสามารถประเมินได้หลายวิธี เช่น ประเมินจากการสังเกตการแสดงออก เป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม ชิ้นงาน ผลงาน รายงานการสัมภาษณ์ แฟ้มสะสมผลงานและบันทึกของนักเรียน การประชุมเพื่อหารือกันของนักเรียน

ประสาธ เนืองเฉลิม (2558) กล่าวว่า การประเมินผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีหลายเทคนิคและหลายวิธี ดังนั้นจำเป็นต้องมีเป้าหมายเพื่อที่จะพัฒนาและนำเครื่องมือมาใช้ได้อย่างเหมาะสม การใช้การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มักจะเน้นการประเมินไปที่การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ การทำความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และพัฒนาการด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับทักษะที่จำเป็น รูปแบบการให้เหตุผลและโต้แย้งเน้นการประเมินตามสภาพจริง เช่น 0 - ไม่แสดงเหตุผล 1 - แสดงเหตุผลโดยไร้ข้อคิดเห็น 2 - แสดงเหตุผลพร้อมกับแสดงข้อคิดเห็น 3 - แสดงเหตุผลพร้อมกับแสดงข้อคิดเห็นและยกตัวอย่าง 4 - แสดงเหตุผลพร้อมกับยกตัวอย่างและเสนอทางเลือกประกอบคำอธิบาย นอกจากนี้ยังมีการประเมินด้านจริยธรรมมีความเกี่ยวข้องกับพัฒนาการด้านการคิดเป็นเหตุเป็นผล นักเรียนจะมีพัฒนาการด้านเหตุผลตามวัย การประเมินสามารถทำได้ด้วยการสังเกตพฤติกรรม

และการสนทนากับนักเรียนเพื่อศึกษามโนทัศน์ของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป็นการตรวจสอบนักเรียนว่าเข้าใจในเรื่องที่เรียนมากหรือน้อยแค่ไหน ในระหว่างสนทนาสามารถบันทึกเสียงหรือวีดิทัศน์ประกอบได้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้การสอบถามในการวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ค่านิยมต่อวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ เหมาะสำหรับนักเรียนที่ไม่ค่อยพูดหรือเขินอาย แต่ไม่เหมาะสำหรับนักเรียนที่มีปัญหาเรื่องการอ่าน การประเมินพัฒนาการด้านการคิดสามารถประเมินด้วยแบบทดสอบแตกต่างกันไปตามสิ่งที่ต้องการวัด เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดตัดสินใจ การวัดต้องอาศัยทฤษฎีและเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องเพราะการคิดต้องอาศัยระยะเวลา สามารถใช้เทคนิคต่าง ๆ เช่น การตั้งคำถาม การทำแผนผังความคิด การสืบเสาะค้นคว้าหาข้อมูล เครื่องมือที่ทดสอบก็จะลักษณะแตกต่างกันออกไปตามทฤษฎี เช่น บางทฤษฎีอาจจะให้คะแนนถูก 1 ผิด 0 หรือบางทฤษฎีให้คะแนนแต่ละข้อไม่เท่ากันตามความแตกต่างของการคิดขั้นสูง

จากการศึกษาวิธีการวัดและประเมินผลโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ว่าการวัดและประเมินผลควรวัดให้ครอบคลุมในหลาย ๆ ด้าน เช่น ด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านเจตคติ เป็นต้น ในการวัดและประเมินผลควรมีการกำหนดเป้าหมาย ซึ่งจะส่งผลต่อการใช้เครื่องมือในการวัดและประเมินผลที่เหมาะสม นอกจากนี้ในการวัดผลควรวัดผลให้มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และควรประเมินผลตามจริง การประเมินผลควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลด้วย เช่น การให้นักเรียนประเมินตนเองหรือเพื่อนร่วมชั้น รูปแบบการประเมินนั้นขึ้นอยู่กับเป้าหมายในการประเมิน เช่น การประเมินในด้านการคิดระดับสูงจะใช้แบบทดสอบในการวัดและควรวัดตามแนวทฤษฎี เป็นต้น การที่จะวัดพฤติกรรมของนักเรียนนั้นควรใช้เครื่องมือและวิธีการที่หลากหลายเพื่อยืนยันว่าสิ่งที่นักเรียนแสดงออกนั้นเป็นพฤติกรรมที่ตรงตามทฤษฎี

## 2.7 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ อยู่ใต้กรอบแนวคิดทฤษฎีของ (Theoretical framework) ของการเรียนรู้ในบริบทจริง (Situated learning) โดยมีลักษณะของการแลกเปลี่ยนความรู้ของกลุ่มคนและมีการร่วมกันอธิบาย สนทนา ได้แย้งเพื่อหาทางออกหรือแนวทางแก้ไขของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Sadler, 2009 อ้างถึงใน ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2558) โดยการเรียนรู้ในบริบทจริง (Situated learning) เป็นการจัดการเรียนรู้

ภายใต้เงื่อนไขการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ลักษณะของการเรียนรู้จะต้องเรียนรู้ภายในสภาพจริงหรือต้องเหมาะสมหรือสะท้อนบริบทของสภาพจริง นำไปสู่การเชื่อมโยงความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

### **ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism)**

ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) เป็นทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความรู้นักเรียน โดยรากศัพท์มาจากคำว่า “Construct” แปลว่า “สร้าง” ซึ่งหมายถึงเป็นการสร้างความรู้โดยนักเรียน ทฤษฎีนี้ เชื่อว่า การเรียนรู้ของนักเรียนเกิดจากการเรียนรู้ภายในตัวของนักเรียน นักเรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นมาจากประสบการณ์หรือสิ่งที่พบในสิ่งแวดล้อมที่ได้พบขึ้นมาใหม่ เชื่อมโยงกับความรู้เดิมเกิดเป็นความเข้าใจของตนเอง หรืออาจจะเรียกว่า โครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) หรือเรียกว่า สกีม่า (Schema) ซึ่งหมายถึง ความรู้โดยความรู้ที่เกิดขึ้นเป็นความรู้ที่ของตนเอง นักเรียนแต่ละคนจะมีการสร้างความหมายที่แตกต่างกันเนื่องจากประสบการณ์และความรู้เดิมที่แตกต่างกัน

กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างมากกว่าการรับความรู้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จะเน้นการสร้างความรู้มากกว่าการถ่ายทอดความรู้ ซึ่งการสร้างองค์ความรู้จะต้องเหมาะสมในแต่ละบุคคล วิธีการในการจัดการเรียนรู้จะต้องมีหลักการสำคัญให้นักเรียนลงมือกระทำในการสร้างความรู้ไม่ใช่การรับข้อมูลเพื่อพยายามจดจำ และกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) มีแนวคิดที่เป็นรากฐานสำคัญจากนักจิตวิทยาและนักการศึกษา คือ Jean Piaget : ซึ่งเป็นนักจิตวิทยาชาวสวิส และ Lev Vygotsky ชาวรัสเซีย โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive constructivism)
2. กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivism)

#### **1. กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive constructivism)**

กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา มีรากฐานทางปรัชญาของทฤษฎีมาจากปรัชญาปฏิบัตินิยม คือ การพยายามเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ ด้วยกระบวนการพิสูจน์อย่างมีเหตุผล เป็นความรู้ ที่เกิดจากการไตร่ตรอง และมีรากฐานทางจิตวิทยาการเรียนรู้ที่มีอิทธิพลต่อพื้นฐานแนวคิด นักจิตวิทยาที่มีความสำคัญตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา คือ เพียเจต์ (Jen Piaget) ทฤษฎีของเพียเจต์ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ช่วงอายุ (Ages) และลำดับขั้น (Stages) ซึ่งองค์ประกอบทั้งสองจะช่วยในการทำนายว่าเด็กจะเข้าใจสิ่งใดสิ่งหนึ่งก็ต่อเมื่อมีอายุแตกต่างกัน และทฤษฎีเกี่ยวกับด้านพัฒนาการที่จะอธิบายว่านักเรียนพัฒนาความสามารถทางการรู้

คิด (Cognitive abilities) ทฤษฎีการพัฒนาการที่จะเน้นจุดดังกล่าวเพราะว่าเป็นพื้นฐานหลักสำหรับวิธีการของคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา โดยด้านการจัดการเรียนรู้นั้นมีแนวคิดความมนุษย์เราต้อง “สร้าง” ความรู้ด้วยตนเองโดยผ่านทางประสบการณ์ ซึ่งประสบการณ์เหล่านี้จะกระตุ้นให้นักเรียนสร้างโครงสร้างทางปัญญา หรือเรียกว่า สกีม่า (Schemas) รูปแบบการทำความเข้าใจ (Mental model) ในสมอง สกีม่าเหล่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Change) ขยาย (Enlarge) และซับซ้อนขึ้น โดยผ่านกระบวนการดูดซึม (Assimilation) และการปรับเปลี่ยน (Accommodation)

สิ่งสำคัญที่สามารถสรุปอ้างอิงทฤษฎีของเพียเจต์ คือ บทบาทของครูผู้สอนในห้องเรียนตามแนวคิดเพียเจต์ ที่จะต้องจัดเตรียมสิ่งแวดล้อมที่ให้นักเรียนได้สำรวจ ค้นหาตามธรรมชาติ ห้องเรียนควรเติมเต็มสิ่งที่น่าสนใจที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองอย่างเต็มตัว โดยการขยายสกีม่าผ่านทางประสบการณ์ด้วยวิธีการดูดซึม (Assimilation) และการปรับเปลี่ยน (Accommodation) ซึ่งเชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากการปรับเข้าสู่สภาวะสมดุล (Equilibrium) ระหว่างอินทรีย์และสิ่งแวดล้อม โดยมีกระบวนการ ดังนี้

1. การดูดซึมเข้าสู่โครงสร้างทางปัญญา (Assimilation) เป็นการตีความหรือรับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมมาปรับเข้ากับโครงสร้างทางปัญญา
2. การปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) เป็นความสามารถในการปรับโครงสร้างทางปัญญาให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม โดยการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมและสิ่งที่ต้องเรียนใหม่

## 2. กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivism)

นักจิตวิทยาของกลุ่มพุทธิปัญญานิยมที่มีชื่อเสียงอีกท่านหนึ่งคือ วีกอทสกี (Lev Vygotsky) ซึ่งเชื่อว่าสังคมและวัฒนธรรมจะเป็นเครื่องมือทางปัญญาที่จำเป็นสำหรับการพัฒนา รูปแบบและคุณภาพของปัญญา ได้มีการกำหนดรูปแบบและอัตราการพัฒนามากกว่าที่กำหนดไว้ในทฤษฎีของ เพียเจต์ (Jean Piaget) โดยเชื่อว่า ผู้ใหญ่ หรือผู้ที่มีความอาวุโส เช่น พ่อแม่ และครู จะเป็นตัวเชื่อมสำหรับเครื่องมือทางสังคมวัฒนธรรมรวมถึงภาษา เครื่องมือทางวัฒนธรรมเหล่านี้ ได้แก่ ประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม บริบททางสังคมและภาษาทุกวันนี้นี้รวมถึงการเข้าถึงข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

ตามแนวคิดของวีกอทสกี (Vygotsky) ดังกล่าวข้างต้นที่ว่า เด็กจะพัฒนาในกลุ่มของสังคมที่จัดขึ้น การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมควรจะเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างกันมากกว่าที่จะแยกนักเรียนจากคนอื่น ๆ ครุตามแนวคิดกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ ควรจะสร้างบริบทสำหรับการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถได้รับการส่งเสริมในกิจกรรมที่น่าสนใจซึ่งกระตุ้นและเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้แทนที่ครูผู้สอนที่เข้ามาสู่กิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับนักเรียน ไม่ใช่เข้ามาเฝ้ามองเด็ก



สำรวจและค้นพบเท่านั้น แต่ครูควรแนะนำเมื่อนักเรียนประสบปัญหา กระตุ้นให้นักเรียน ปฏิบัติงานในกลุ่มในการที่จะคิดพิจารณาประเด็นคำถาม และสนับสนุนด้วยการกระตุ้น แนะนำ ให้พวกเขาต่อสู้กับปัญหา และเกิดความท้าทายและนั่นเป็นรากฐานของสถานการณ์ในชีวิตจริง (Real life situation) ที่จะทำให้นักเรียน เกิดความสนใจและได้รับความพึงพอใจในผลของงาน ที่พวกเขาได้ลงมือกระทำ ดังนั้นครูจะคอยช่วยเหลือให้นักเรียนเกิดความเจริญทางด้านสติปัญญา (Cognitive growth) และการเรียนรู้

ในทุกชั้นเรียนซึ่งกลยุทธ์ทางเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม ของวิกอทสกี (Vygotsky) อาจจะไม่จำเป็นต้องจัดกิจกรรมที่เหมือนกันทุกอย่างก็ได้ กิจกรรม และรูปแบบอาจเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม แต่อย่างไรก็ตามจะมีหลักการ 4 ประการ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ในชั้นเรียนที่เรียกว่า “Vygotsky” หรือตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เชิงสังคม (Social constructivism) ดังนี้

1. เรียนรู้และการพัฒนา คือ ด้านสังคม ได้แก่ กิจกรรมการร่วมมือ (Collaborative activity)
2. โซนพัฒนาการ (Zone of proximal development) ควรจะสนองต่อแนวทางการจัด หลักสูตรและการวางแผนบทเรียน จากพื้นฐานที่ว่า นักเรียนที่มีโซนพัฒนาการ จะสามารถเรียนรู้ ด้วยตนเองได้โดยไม่ต้องได้รับการช่วยเหลือ แต่สำหรับนักเรียนที่อยู่ต่ำกว่าโซนพัฒนาการ จะไม่สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้และต้องได้รับการช่วยเหลือที่เรียกว่า ฐานการช่วยเหลือ (Scaffolding)
3. การเรียนรู้ในโรงเรียนควรเกิดขึ้นในบริบทที่มีความหมายและไม่ควรแยกจาก การเรียนรู้และความรู้ที่นักเรียนพัฒนามาจากสภาพชีวิตจริง (Real world) ประสบการณ์ภายนอก โรงเรียน ควรจะมีการเชื่อมโยงนำมาสู่ประสบการณ์ในโรงเรียนของนักเรียน

การจัดการเรียนรู้ตามกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เชื่อว่า ครูผู้สอนไม่สามารถ ปรับเปลี่ยน โครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนได้ แต่สามารถช่วยให้นักเรียนปรับขยายโครงสร้าง ทางปัญญา โดยการจัดสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดภาวะเสียดสมดุล หรือก่อให้เกิดความขัดแย้ง ทางปัญญาขึ้น ซึ่งก็คือสภาวะที่โครงสร้างทางปัญญาเดิมใช้ไม่ได้ ต้องมีการปรับเปลี่ยน ให้สอดคล้องประสบการณ์มากขึ้นหรือเกิด โครงสร้างทางปัญญาใหม่นั้นเอง

เงื่อนไขการเรียนรู้ตามแนวคิดของตามกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) เกิดขึ้นได้ดังนี้

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการปฏิบัติ (Active process) ที่เกิดขึ้นในแต่ละบุคคล

2. ความรู้ต่าง ๆ จะถูกสร้างขึ้นด้วยตัวของตัวเอง โดยใช้ข้อมูลที่ได้รับมาใหม่ ร่วมกับข้อมูลหรือความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว รวมทั้งประสบการณ์เดิม มาสร้างความหมายในการเรียนรู้ของตนเอง

3. ความรู้และความเชื่อที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคลจะขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อม และขนบธรรมเนียมประเพณีและประสบการณ์ของนักเรียนจะถูกนำมาเป็นพื้นฐานในการตัดสินใจ และจะมีผลโดยตรงต่อการสร้างความรู้ใหม่ แนวคิดใหม่ หรือการเรียนรู้ นั่นเอง

นอกจากนี้ Bednar et al. (1995 อ้างถึงใน อนุชา โสมาบุตร, ม.ป.ป.) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับ เงื่อนไขการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของตามกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) อาจเกิดขึ้นได้ดังต่อไปนี้

1. การสร้างการเรียนรู้ (Learning constructed) ความรู้ต่าง ๆ จะถูกสร้างขึ้นด้วยตัว ของนักเรียนเอง จากประสบการณ์ โดยใช้ข้อมูลที่ได้รับมาใหม่ร่วมกับข้อมูลหรือความรู้เดิม ที่มีอยู่แล้ว รวมทั้งประสบการณ์เดิม มาสร้างความหมายในการเรียนรู้ของตนเอง

2. การเรียนรู้เป็นผลที่เกิดจากการแปลความหมายตามประสบการณ์ของแต่ละคน

3. การเรียนรู้เกิดจากการลงมือกระทำ (Active learning) การที่นักเรียน ได้ลงมือกระทำ จะช่วยให้นักเรียนได้สร้างความหมายในสิ่งที่ตนเรียนรู้ ที่พัฒนาโดยอาศัยพื้นฐานจากประสบการณ์ ตนเอง

4. การเรียนรู้ที่เกิดจากการร่วมมือ (Collaborative learning) ความหมายในการเรียนรู้ เป็นการต่อรองจากแนวคิดที่หลากหลาย การพัฒนาความคิดรวบยอดของตนเองได้มาจากการร่วม แบ่งปันแนวคิดที่หลากหลายในกลุ่มและ ในขณะที่เดียวกันก็ปรับเปลี่ยนการสร้างสิ่งที่แทนความรู้ ในสมอง (Knowledge representation) ที่สนองตอบต่อแนวคิดที่หลากหลายนั้น หรืออาจกล่าวได้ว่า ในขณะที่มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยการอภิปราย เสนอความคิดเห็นที่หลากหลายของแต่ละคน นักเรียนจะมีการปรับเปลี่ยน โครงสร้างความรู้ของตนด้วย และสร้างความหมายของตนเองขึ้นมา ใหม่

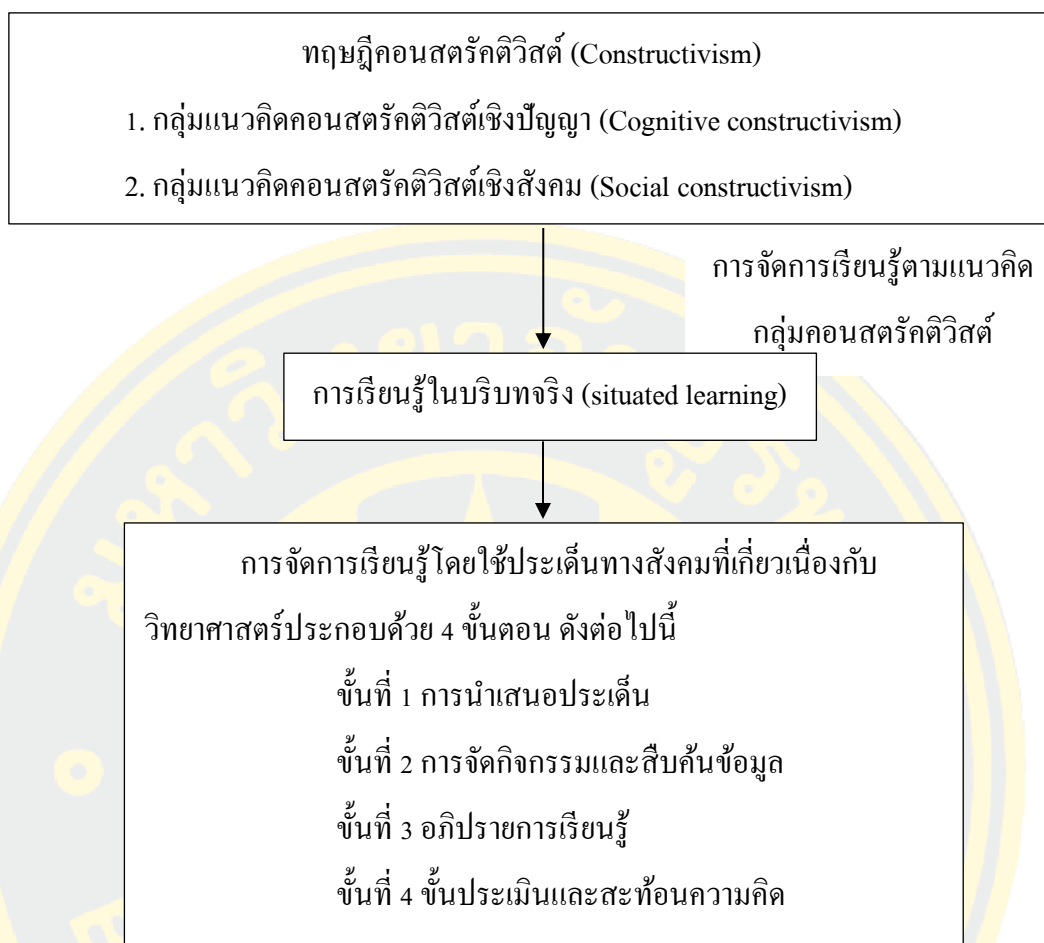
5. การเรียนรู้ในบริบทจริง (Situating learning) การเรียนรู้ควรเกิดขึ้นในสภาพจริง หรือต้องเหมาะสมหรือสะท้อนบริบทของสภาพจริง จะนำไปสู่การเชื่อมโยงความรู้ไปใช้ ในชีวิตประจำวัน (อนุชา โสมาบุตร, ม.ป.ป.)

โดยสรุปทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) เป็นทฤษฎี ที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ที่สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยเชื่อว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นจากกระบวนการ สร้างมากกว่า การรับความรู้ ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ มีแนวคิดทฤษฎี จากนักจิตวิทยา 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive constructivism)

และ กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivism) เนื่องจากทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ที่เน้นการสร้าง มากกว่าการรับความรู้ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดจึงมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

1. การสร้างการเรียนรู้ (Learning constructed)
2. การเรียนรู้เป็นผลที่เกิดจากการแปลความหมายตามประสบการณ์ของแต่ละคน
3. การเรียนรู้เกิดจากการลงมือกระทำ (Active learning)
4. การเรียนรู้ที่เกิดจากการร่วมมือ (Collaborative learning)
5. การเรียนรู้ในบริบทจริง (Situating learning)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นการกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มาใช้เป็นประเด็นที่ทำให้นักเรียนได้เกิดการแลกเปลี่ยนและอภิปรายความคิดเห็น ซึ่งอยู่ภายใต้กรอบแนวคิดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม (Situating learning) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริงเพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้จากบทเรียนเข้าสู่ชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ภายใต้กรอบแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) โดยผู้วิจัยได้สรุปทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ดังภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

### 3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

#### 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษาบทความ หนังสือ และงานวิจัยที่ผ่านมา ได้มีผู้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าคุณลักษณะรวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือประสบการณ์ทั้งหมดที่แต่ละคนได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสรรพภาพสมอง

ไพศาล หวังพานิช (2523) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียน

การสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกฝน อบรม หรือจากการสอน

ศิริชัย กาญจนวาที (2552) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็น ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เกิดจากกระบวนการเรียนการสอนในช่วงเวลาใด โดยผลการเรียนรู้ อาจเป็นความรู้หรือทักษะที่บ่งบอกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนได้สถานการณ์ที่กำหนดขึ้น

จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถสรุปได้ว่าเป็นผลจากการเรียนรู้ที่ได้รับจากการเรียนรู้ สามารถจะแสดงออกทางพฤติกรรมและการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมที่เกิดจากประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนรู้

### 3.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษาหนังสือ เอกสารและงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีนักการศึกษาได้นิยาม ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังต่อไปนี้

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530) ได้ให้ความหมายแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ไว้ว่าเป็น แบบทดสอบที่มุ่งตรวจสอบความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ของนักเรียนว่าหลัง การเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ แล้วนักเรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาที่เรียนมากน้อยเพียงใด มีพฤติกรรม เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมตามความมุ่งหมายของหลักสูตรในวิชานั้น ๆ เพียงใด

ไพศาล หวังพานิช (2531) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ว่าเป็น แบบทดสอบที่ต้องการจะวัดพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งเกิด การพัฒนาขึ้น โดยการจัดการเรียนการสอนหรือต้องการวัดความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน ว่าเรียนมาแล้วรู้มากเท่าไร รู้อะไร

จากการศึกษาความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถสรุปได้ดังนี้ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบความสามารถ หรือพฤติกรรมที่เกิดขึ้นภายหลังจากการจัดการเรียนการสอนและเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนได้บรรลุ ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

### 3.3 ประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530) ได้มีการจำแนกแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ไว้หลายประเภทดังนี้

1. จำแนกตามประเภทการสร้างสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังต่อไปนี้

1.1 แบบทดสอบที่ครูสร้าง เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น เพื่อวัดและประเมิน

ผลการเรียนการสอนในห้องเรียน ส่วนมากมักเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ โดยยึดเนื้อหาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร โดยปกติใช้เพื่อวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ

1.1.1 เพื่อการสอบย่อย คือให้ผลการเรียนภายหลังสิ้นสุดการเรียนการสอนในแต่ละตอนของหน่วยความรู้ โดยการสอบจะมุ่งนำผลสอบไปปรับปรุงการเรียนการสอน หรือแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนการสอนที่ผ่านมา ก่อนที่จะเรียนในบทถัดไป

1.1.2 เพื่อการสอบรวม คือ ใช้เพื่อวัดผลรวบยอด หลังจากสิ้นสุดการเรียนการสอน เช่น การสอบกลางภาคหรือการสอบปลายภาคเรียน

1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นอย่างมีหลักการ มีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ วิเคราะห์ และแก้ไขปรับปรุงจนแบบทดสอบมีประสิทธิภาพสูง สามารถนำไปใช้ได้ทั่วประเทศ เป็นการสอบความรู้ในแต่ละรายวิชา นอกจากนี้แบบทดสอบมาตรฐานยังมีคุณสมบัติอีก 2 ประการ คือ

1.2.1 มาตรฐานในวิธีการดำเนินการสอบ หมายถึง แบบทดสอบนั้นจะมีวิธีการดำเนินการสอบที่เป็นเช่นเดียวกัน โดยตัวแบบทดสอบจะบอกวิธีการปฏิบัติ ซึ่งต้องเหมือนข้อปฏิบัติในการสอบจะต้องเหมือนเดิมทุกครั้งที่ในการสอบ

1.2.2 มีมาตรฐานในการแปลความหมายคะแนน หมายถึง แบบทดสอบนั้นจะมีเกณฑ์การให้คะแนนเรียกว่า เกณฑ์ปกติ เพื่อนำไปแปลความหมายว่าคะแนนการสอบ แต่ละค่ามีความสามารถเป็นอย่างไร

2. จำแนกตามลักษณะของรูปแบบคำถามและการตอบ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบแบบปรนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำตอบให้เลือกตอบ เช่น แบบให้เลือกทางใดทางหนึ่ง เช่น ถูก-ผิด, จริง-ไม่จริง แบบจับคู่ เป็นต้น และแบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้เขียนคำตอบแบบอิสระในเวลาที่กำหนด ให้โอกาสให้นักเรียนได้แสดงความรู้และความคิดอย่างเต็มที่

3. จำแนกตามปริมาณของผู้เข้าสอบ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบเป็นรายบุคคล เป็นแบบทดสอบที่ใช้กับการสอบครั้งละไม่เกิน 1 คน ในเวลาเดียวกัน และแบบทดสอบเป็นกลุ่ม เป็นแบบทดสอบที่ใช้สอบกับหลายคนในเวลาเดียวกัน

4. จำแนกตามการปฏิบัติในการสอบ แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ แบบให้ลงมือทำเป็นแบบทดสอบที่ต้องการทดสอบการปฏิบัติของผู้ทดสอบ แบบทดสอบให้เขียนตอบเป็นแบบทดสอบที่ใช้ดินสอหรือปากกาในการเขียนตอบ และแบบทดสอบปากเปล่าเป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้ตอบพูดด้วยตนเอง

5. จำแนกตามสิ่งที่ใช้สื่อความหมายในคำถาม แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่เป็นภาษา คือ แบบทดสอบที่อาศัยการสื่อความหมายโดยใช้ภาษา เช่น การพูด อ่าน ฟัง เขียน เป็นต้น และแบบทดสอบที่เป็นรูปภาพ เป็นแบบทดสอบที่ใช้ภาพแทนการสื่อความหมาย

6. จำแนกตามขอบเขตของเวลาที่ให้ทำ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่จำกัดเวลา เป็นแบบทดสอบที่ต้องการวัดความเร็วในการทำข้อสอบ มีข้อคำถามจำนวนมากข้อ แต่ให้เวลาทำน้อย มักจะเป็นข้อสอบที่ใช้วัดทักษะและความสามารถด้านใดด้านหนึ่งและแบบทดสอบแบบใช้เวลามาก ๆ เป็นแบบทดสอบที่ต้องการวัดความรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งว่ามีอยู่มากน้อยเพียงใด โดยให้เวลาทำอย่างเต็มที่หรือจนกว่าจะเสร็จ

7. จำแนกตามลักษณะของการเปรียบเทียบผลการสอบ แบ่งเป็น 2 คือ แบบอิงเกณฑ์ เป็นแบบวัดที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถของนักเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นในวิชานั้น ๆ และแบบอิงกลุ่มเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อเปรียบเทียบกับความสามารถของทุก ๆ คนในกลุ่ม

8. จำแนกตามจุดมุ่งหมายในการใช้ประโยชน์ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบวินิจฉัย เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อตรวจสอบดูว่านักเรียนผ่านจุดประสงค์ตามที่ตั้งขึ้นไว้หรือไม่และแบบทดสอบเพื่อการทำนายเป็นแบบทดสอบที่ตรวจสอบว่านักเรียนมีความสามารถในด้านใด จากการศึกษาประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประเภทต่าง ๆ พบว่าการจำแนกประเภทของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลากหลายขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ที่ใช้และมุมมองของผู้ที่จัดทำแบบทดสอบ โดยสามารถสรุปได้ว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถแบ่งได้เป็น 8 ประเภท ดังต่อไปนี้ 1. ประเภทการสร้าง 2. ลักษณะของรูปแบบคำถามและการตอบ 3. ปริมาณของผู้เข้าสอบ 4. การปฏิบัติในการสอบ 5. สิ่งที่ใช้สื่อความหมายในคำถาม 6. ขอบเขตของเวลาที่ให้ทำ 7. การเปรียบเทียบผลการสอบ 8. จุดมุ่งหมายในการใช้ประโยชน์

### 3.4 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษาหนังสือ บทความและงานวิจัย การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากนักการศึกษาและนักวิชาการเพื่อหาแนวทางในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ดังต่อไปนี้

Klopper (1971 อ้างถึงในภพ เลหาไพบูลย์, 2537) นักการศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์ ได้ศึกษาวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของบลูม แล้วนำมากำหนดเป็นวัตถุประสงค์ให้เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์ Klopper ได้กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอนไว้ 6 ด้าน ดังนี้

1. ความรู้และความเข้าใจ (Knowledge and comprehension) ความรู้และความเข้าใจ วิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนอาจได้รับมาจากกระบวนการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์

2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of scientific inquiry) เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมกรเรียนรู้ในด้านความสามารถในการสังเกตและการวัด การมองเห็นปัญหาและการหาวิธีที่ใช้แก้ปัญหา การแปลความหมายของข้อมูลและการสร้างข้อสรุป การทดสอบและการปรับปรุงแบบจำลองเชิงทฤษฎี

3. การนำความรู้และวิธีการวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application of scientific knowledge and method) ในชีวิตประจำวันและชีวิตในโรงเรียน นักเรียนต้องประสบกับปัญหาต่าง ๆ มากมาย ซึ่งจำเป็นต้องแก้ไข ซึ่งนักเรียนอาจใช้ความรู้และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่เคยเรียนมาแก้ปัญหาต่าง ๆ ไม่ว่านักเรียนจะได้ความรู้หรือทักษะทั้งหลายมาด้วยวิธีการใดก็ตาม เมื่อนักเรียนใช้ความรู้หรือวิธีการเหล่านั้นเพื่อจัดการปัญหาใหม่ ๆ ที่ไม่เคยพบมาก่อน เรียกได้ว่าเป็นผู้มีความสามารถนำความรู้ไปใช้ แต่ถ้าเป็นการแก้ปัญหาที่เคยพบหรือทำมาแล้ว การกระทำแบบนี้เป็นความจำไม่ใช่การนำความรู้ไปใช้

4. ทักษะปฏิบัติในการใช้เครื่องมือ (Manual skills) ในการเรียนการสอนนักเรียนต้องทำการทดลองเพื่อหาคำตอบของปัญหา จึงจำเป็นต้องฝึกให้นักเรียนได้มีทักษะในการใช้เครื่องมือ วิทยาศาสตร์ และทักษะในการติดตั้งเครื่องมือสำหรับทดลอง เพื่อให้เกิดความคล่องแคล่ว ในการปฏิบัติไม่ทำให้เครื่องมือที่ใช้ชำรุดเสียหายไม่เป็นอันตรายต่อตนเองและผู้อื่น

5. เจตคติและความสนใจ (Attitudes and interest) พฤติกรรมส่วนนี้เป็นการวัดด้านจิตพิสัย (Affective domain) โดยเน้นการวัดความรู้สึก อารมณ์ การยอมรับ ครูวิทยาศาสตร์ ควรตั้งความหวังให้นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาความรู้สึก อารมณ์ที่ชอบ วิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์

6. การมีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์ (Orientation) พฤติกรรมส่วนนี้เป็นการวัดความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเรื่องอื่น ๆ ที่เป็นพฤติกรรมความพยายามของมนุษย์เช่นกัน และกับวิถีทางของความคิดแนวอื่น ๆ การที่นักเรียนได้มองเห็นถึงความสัมพันธ์เหล่านี้จะช่วยให้ได้รับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ได้เล็งเห็นคุณค่าและความสำคัญของวิทยาศาสตร์

Bloom (1956 อ้างถึงใน ภพ เลหาจิตร, 2537) ได้จำแนกประเภทของวัตถุประสงค์ทางการศึกษาออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ด้านจิตพิสัย (Affective domain) และด้านทักษะพิสัย (Psychomotor domain)

ในด้านพุทธิพิสัยเป็นด้านที่เกี่ยวข้องกับความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การใช้ความคิด เป็นการเรียนรู้ทางด้านสติปัญญา ใช้สมอง การเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยแบ่งเป็น 6 ชั้น ดังต่อไปนี้



1. ความรู้ (Knowledge) เป็นความสามารถในการรับรู้และจำเรื่องต่าง ๆ อาจจำแนกย่อยได้ เป็นความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์หรือเทอมเฉพาะ ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความรู้ในแบบแผนข้อตกลง ลำดับขั้นตอนและแนวโน้ม การจัดประเภท เกณฑ์ และเทคนิควิธีการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถในการแปลความ การตีความ การขยายความ สรุปอ้างอิง อธิบาย บรรยายในเรื่องราวและเหตุการณ์ต่าง ๆ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำหลักการ กฎเกณฑ์ ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแยกแยะความรู้ต่าง ๆ เป็นการหาองค์ประกอบย่อย จนกระทั่งมองเห็นความสำคัญ และหาความสำคัญระหว่างความรู้ ข้อมูลย่อย ๆ เหล่านั้นและหาหลักการของความรู้นั้น

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกัน การสังเคราะห์แบ่งออกได้เป็น การสังเคราะห์เป็นผลผลิตเป็นเรื่องราวต่าง ๆ การสังเคราะห์เป็นนามธรรมหรือการสร้างหลักการทฤษฎีต่าง ๆ

6. การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการวินิจฉัยหรือตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าของการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งสิ่งใดลงไป โดยยึดหลักเกณฑ์เป็นหลัก

Anderson (2001 อ้างถึงใน รัฐพล ประดับเวทย์, 2560) เป็นลูกศิษย์ของ Bloom ได้ได้เสนอวัตถุประสงค์ในการศึกษาใหม่ เนื่องจากกระบวนการทางปัญญาทั้ง 6 ชั้นของ Bloom ทำให้เกิดความเข้าใจว่าไม่สามารถทับซ้อนหรือเหลื่อมล้ำกันได้ต้องผ่านขั้นที่ต่ำกว่าก่อนทั้งหมด จึงได้มีการปรับเปลี่ยนลำดับชั้นเป็น 6 ชั้น ดังต่อไปนี้

1. การจำ เป็นความสามารถของสมองในการระลึกได้ จำความรู้ สารสนเทศ แสดงรายการได้ ระบุน บอกรายชื่อได้ ซึ่งเป็นความจำระยะยาว

2. การเข้าใจ เป็นความสามารถของสมองในการแปล สร้างความหมาย ยกตัวอย่าง สรุปอ้างอิงการศึกษาด้วยตนเอง

3. การประยุกต์ใช้ เป็นกระบวนการที่ได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการคิดสถานการณ์ใหม่ หรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน

4. การคิดวิเคราะห์ เป็นการแยกความรู้ออกเป็นส่วน ๆ โดยสามารถให้เหตุผลว่าความรู้ส่วนย่อยที่แยกแต่ละส่วนมีความเกี่ยวข้องกับโครงสร้างของความรู้ทั้งหมดอย่างไร

5. การประเมินค่า เป็นความสามารถของสติปัญญาเกี่ยวกับการตรวจสอบ คบคุม ทดสอบ เพื่อค้นหาความไม่สอดคล้องหรือความขัดแย้งในกระบวนการหรือผลผลิตและการวิพากษ์ต่าง ๆ เพื่อการตัดสินใจ

6. การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถของสติปัญญาในการสร้างสิ่งใหม่ จากสิ่งที่เคยเรียนรู้ หรือพบเห็นในบริบทต่าง ๆ ที่สร้างสรรค์งาน วางแผนงาน และดำเนินงานตามกระบวนการจนได้รับความสำเร็จ

ตารางที่ 2-4 ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์การวัดผลการศึกษา

Klopper (1971)	Bloom (1956)	Anderson et al. (2001)
1. ความรู้และความเข้าใจ	1. ความรู้	1. การจำ
2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	2. ความเข้าใจ	2. การเข้าใจ
3. การนำความรู้และวิธีการวิทยาศาสตร์ไปใช้	3. การนำไปใช้	3. การประยุกต์ใช้
4. ทักษะปฏิบัติในการใช้เครื่องมือ	4. การวิเคราะห์	4. การคิดวิเคราะห์
5. เจตคติและความสนใจ	5. การสังเคราะห์	5. การประเมินค่า
6. การมีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์	6. การประเมินค่า	6. การคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษาการวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ซึ่งเป็นการวัดผลการเรียนรู้ทางด้านพุทธิสัย ได้มีนักการศึกษากำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้หลายท่าน ได้แก่ Klopper, Bloom และ Anderson et al โดย Klopper ได้กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์โดยจำแนกวัตถุประสงค์การเรียนรู้ออกเป็น 6 ประเภท ดังนี้ 1. ความรู้และความเข้าใจ 2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3. การนำความรู้และวิธีการวิทยาศาสตร์ไปใช้ 4. ทักษะปฏิบัติในการใช้เครื่องมือ 5. เจตคติและความสนใจ 6. การมีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์ ส่วน Bloom ได้จำแนกวัตถุประสงค์การศึกษากออกเป็น 6 ชั้น ดังต่อไปนี้ 1. ความรู้ 2. ความเข้าใจ 3. การนำไปใช้ 4. การวิเคราะห์ 5. การสังเคราะห์ 6. การประเมินค่า และ Anderson ซึ่งเป็นลูกศิษย์ของ Bloom ได้มีการปรับเปลี่ยนลำดับชั้นของกระบวนการทางปัญญาใหม่โดยจำแนกออกเป็น 6 ชั้น ดังต่อไปนี้ 1. การจำ 2. การเข้าใจ 3. การประยุกต์ใช้ 4. การคิดวิเคราะห์ 5. การประเมินค่า 6. การคิดสร้างสรรค์

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของ Anderson et al. (2001) เนื่องจากสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคม

ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ใช้ทักษะการคิดและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายต่อประเด็นสังคมที่นักเรียนเผชิญอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของ Anderson ที่มีการปรับปรุงวัตถุประสงค์ทางการศึกษาในด้านพุทธิสัยที่สะท้อนให้เห็นรูปแบบการใช้ความคิดของนักเรียนมากยิ่งขึ้น

#### 4. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

##### 4.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Ennis (1985) ได้กล่าวว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ การสะท้อนความคิดและการมีเหตุผลในการตัดสินใจในการกระทำหรือเชื่อถือในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

Lipman (1988) ได้ให้นิยามการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่าเป็นกระบวนการทางจิตใจ กลวิธีของมนุษย์ในการแก้ไขปัญหาหรือการตัดสินใจ เพื่อที่จะได้เรียนรู้สิ่งใหม่ ความเชื่อหรือการกระทำต่าง ๆ ผ่านกระบวนการคิด

วีระ สดสังข์ (2550) ได้สรุปว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง กระบวนการทางปัญญาที่สามารถรับรู้ข้อมูลแล้วนำมาคิดด้วยเหตุผลที่ผ่านการพิจารณา ได้ตรงอย่างรอบคอบ กว้างไกล ลึกซึ้ง เพื่อประเมินสภาพการณ์หรือข้อมูลที่ปรากฏและตัดสินใจ โดยคำนึงถึงผลประโยชน์ส่วนรวมระยะยาว

สมนึก ภัททิยธนี, จุฑาทิพย์ชาติสุวรรณ และวิภาดา คำดี (2548) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง ความสามารถในการใช้ความคิดของตนเองในการคิดได้ตรงอย่างรอบคอบ โดยอาศัยข้อมูล หลักฐานความรู้ แล้วนำมาเชื่อมโยงเหตุการณ์เพื่อสรุปเป็นข้อยุติอย่างสมเหตุสมผล

สิทธิชัย วิชัยดิษฐ์ (2554) ได้กล่าวว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ การคิดได้ตรงของข้อมูลข่าวสารที่ได้รับว่าสิ่งใดเป็นข้อเท็จจริง สิ่งใดคือข้อคิดเห็น สิ่งใดควรเชื่อสิ่งใดไม่ควรเชื่อ สิ่งใดควรทำ สิ่งใดไม่ควรทำด้วยการพิจารณาข้อมูลรอบด้าน

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2558) ได้นิยามคำว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่าเป็นกระบวนการคิดที่ใช้เหตุผล โดยศึกษาข้อเท็จจริง หลักฐานและข้อมูลต่าง ๆ เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจ แล้วนำมาพิจารณาและวิเคราะห์ก่อนจะตัดสินใจว่าควรเชื่อหรือไม่ กล่าวได้ว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกระบวนการทางปัญญาอย่างเป็นระบบ โดยมีการพิจารณาใคร่ครวญได้ตรงอย่างมีเหตุผลรอบด้าน มีจุดมุ่งหมายก่อนตัดสินใจว่าสิ่งใด ข้อความใดเป็นจริง ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลหลักฐานต่าง ๆ มาประกอบการตัดสินใจ ผู้ที่มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณ จะเป็นผู้ที่มีใจกว้าง ขอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล ไม่ยึดถือความคิดของตนเอง ก่อนตัดสินใจ

ในเรื่องใดก็ต้องมีข้อมูลหลักฐานเพียงพอ และสามารถเปลี่ยนความคิดของตนเองให้เข้ากับผู้อื่นได้ ถ้าผู้นั้นมีเหตุผลที่เหมาะสมกว่า

สรุปความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการคิดและไตร่ตรอง โดยให้เหตุผล และหลักฐานในการประกอบการตัดสินใจ เพื่อหาข้อสรุปว่าควรเชื่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

#### 4.2 องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Feeley (1976 อ้างถึงใน สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ, 2555) ได้แยกองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ 10 ประการ ดังนี้

1. การแยกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและความคิดเห็น ความรู้สึก
2. การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูล
3. การพิจารณาความถูกต้องตามข้อเท็จจริงของข้อความนั้น
4. การแยกความแตกต่างของข้อมูล ข้อคิดเห็น หรือเหตุผลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์
5. การค้นหาสิ่งที่เป็นอคติหรือลำเอียง
6. การระบุถึงข้ออ้าง ข้อสมมติฐานที่ไม่กล่าวไว้ก่อน
7. การระบุถึงข้อคิดเห็นหรือข้อโต้แย้งที่ยังคลุมเครือ
8. การแยกความแตกต่างระหว่างข้อคิดเห็นที่สามารถพิสูจน์ความถูกต้องได้
9. การตระหนักในสิ่งที่ไม่คงที่ตามหลักการและเหตุผล
10. การพิจารณาความมั่นคงหนักแน่นในข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็น

ชนาธิป พรกุล (2543) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สามารถนำมาใช้ประกอบการสอนในชั้นเรียน 4 องค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

1. การให้คำจำกัดความและการทำให้กระจ่าง ทักษะที่ฝึก ได้แก่ การระบุข้อสรุป การระบุเหตุผลที่กล่าวถึง การระบุสาเหตุที่ไม่ได้กล่าวถึง การเปรียบเทียบความเหมือน ความแตกต่าง การระบุและการจัดการกับสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องและการสรุปย่อ
2. การตั้งคำถามที่เหมาะสมเพื่อทำให้กระจ่างหรือท้าทาย เช่น ข้อความสำคัญคืออะไร หมายความว่าอย่างไร ตัวอย่างคืออะไร อะไรไม่ใช่ตัวอย่าง จะนำเรื่องนี้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างไร อะไรคือข้อเท็จจริง นี่คือนี่ที่กำลังพูดถึงหรือไม่ มีอะไรที่ยังไม่ได้พูดถึง

3. การตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล โดยพิจารณาจากความมีชื่อเสียง ความสอดคล้องกันระหว่างแหล่งข้อมูล ความไม่ขัดแย้งกับผลประโยชน์ความสามารถ ในการให้เหตุผล

4. การแก้ปัญหา และการลงข้อสรุป โดยวิธีการนิรนัยและตัดสินอย่างเที่ยงตรง วิธีการอุปนัยและตัดสินข้อสรุป การคาดคะเนผลที่จะเกิดตามมา

เพื่อพิศุทธิ์ เนกมานุรักษ์ (2537 อ้างถึงใน สุคนธ์ สินธพานนท์, วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์ และ พรรณี สินธพานนท์, 2555) ได้แบ่งองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ 7 ด้าน ดังนี้

1. การระบุประเด็นปัญหา เป็นการระบุหรือทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา ข้อคำถาม ข้ออ้าง หรือข้อโต้แย้ง ประกอบด้วย ความสามารถในการพิจารณาข้อมูลหรือสถานการณ์ที่ปรากฏ รวมทั้งความหมายของคำหรือความชัดเจนของข้อความ เพื่อกำหนดประเด็นข้อสงสัยและประเด็นหลักที่ควรพิจารณาและแสวงหาคำตอบ

2. การรวบรวมข้อมูล เป็นความสามารถในการรวบรวมข้อมูลทั้งทางตรงและทางอ้อม จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ รวมถึงการดึงข้อมูลจากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ซึ่งได้จากการคิด การพูดคุย การสังเกตที่เกิดขึ้นจากตนเองและผู้อื่น

3. การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล เป็นการวัดความสามารถในการพิจารณา ประเมิน ตรวจสอบ ตัดสินข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยพิจารณาถึงที่มาของข้อมูลสถิติ และหลักฐานที่ปรากฏ รวมทั้งความเพียงพอของข้อมูลในแง่มุมต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่การลงข้อสรุป อย่างมีเหตุผล หากยังไม่เกี่ยวข้องที่จะใช้พิจารณาข้อสรุป ก็จะต้องรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม

4. การระบุลักษณะของข้อมูล เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกประเภทของข้อมูล ระบุแนวคิดที่อยู่เบื้องหลังข้อมูลที่ปรากฏ ซึ่งประกอบไปด้วย ความสามารถในการพิจารณา แยกแยะ เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล การตีความข้อมูล ประเมินว่าข้อมูลใดเป็นข้อเท็จจริง ข้อมูลใดเป็นข้อคิดเห็น รวมถึงการระบุข้อสันนิษฐานหรือข้อตกลงเบื้องต้นที่อยู่เบื้องหลังข้อมูลที่ปรากฏ เป็นการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่อาศัยข้อมูลจากประสบการณ์เดิมมาร่วมพิจารณา เพื่อทำการสังเคราะห์ จัดกลุ่มและจัดลำดับความสำเร็จของข้อมูล เพื่อใช้เป็นแนวทาง สำหรับการพิจารณาตั้งสมมติฐานต่อไป

5. การตั้งสมมติฐาน เป็นการวัดความสามารถเพื่อกำหนดขอบเขต แนวทาง การพิจารณาหาข้อสรุปของคำถาม ประเด็นปัญหา และข้อโต้แย้ง ประกอบด้วยความสามารถ ในการคิดถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ โดยเน้น ที่ความสามารถพิจารณาเชื่อมโยงเหตุการณ์และสถานการณ์

6. การลงข้อสรุป เป็นการวัดความสามารถในการลงข้อสรุปโดยการใช้เหตุผล ซึ่งถือว่าเป็นส่วนสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลนั้น อาจใช้เหตุผลเชิงอุปนัยหรือเหตุผลเชิงนิรนัย

การใช้เหตุผลเชิงอุปนัย เป็นการสรุปความโดยพิจารณาข้อมูล หรือกรณีเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเฉพาะเรื่อง เพื่อไปสู่กฎเกณฑ์ ในที่นี้เป็นการวัดความสามารถในการสรุปเหตุการณ์หรือข้อมูลที่กำหนดเป็นคำถาม โดยใช้ข้อมูลหรือข้อความที่บอกมาเป็นเหตุผลหรือกฎเกณฑ์เพื่อการหาข้อสรุป

การใช้เหตุผลเชิงนิรนัย เป็นการสรุปความโดยพิจารณาเหตุผลจากกฎเกณฑ์ และหลักการทั่วไป ไปสู่เรื่องเฉพาะ ซึ่งเป็นการวัดความสามารถในการสรุปความโดยพิจารณาจากหลักการหรือกฎเกณฑ์ทั่วไป ที่กำหนดไว้ แล้วตัดสินใจลงข้อสรุปในประเด็นคำถาม

7. การประเมินผล เป็นการวัดความสามารถในการพิจารณา ประเมินความถูกต้อง สมเหตุสมผลของข้อสรุป ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการวิเคราะห์และประเมิน ไตร่ตรองอย่างรอบคอบ เพื่อพิจารณาความสมเหตุสมผลเชิงตรรกะจากข้อมูลที่มีอยู่ ข้อสรุปนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือไม่ มีผลตามมาอย่างไร มีการตัดสินใจคุณค่าได้อย่างไร และมีหลักเกณฑ์อย่างไร

จากการศึกษาองค์ประกอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากหนังสือและงานวิจัย จากหลาย ๆ ท่าน สามารถสรุปได้ว่าองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบไปด้วย 7 องค์ประกอบ คือ 1. การพิจารณาความแตกต่างระหว่างข้อมูล เพื่อสรุปประเด็นปัญหา 2. การรวบรวมข้อมูล จากแหล่งต่าง ๆ และสามารถแยกได้ว่าข้อมูลใดสอดคล้องกับปัญหา 3. การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูล พิจารณาข้อมูลจากแหล่งที่มาว่ามีความน่าเชื่อถือมากเพียงใด ข้อมูลที่ได้รับมามีเหตุผลหรือมีข้อมูลอื่นรองรับมากขนาดไหน 4. การระบุลักษณะของข้อมูล เป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล แยกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริง และข้อคิดเห็นได้ 5. การตั้งสมมติฐาน เป็นการหาแนวทางในการแก้ปัญหาหรือกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป โดยใช้ข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์และพิจารณาอย่างถี่ถ้วนแล้ว 6. การลงข้อสรุป เป็นการสรุปโดยใช้เหตุผลในการประกอบการตัดสินใจ สามารถใช้เหตุผลแบบนิรนัยหรืออุปนัย หรืออาจจะใช้การให้เหตุผลทั้งสองแบบร่วมกัน 7. การประเมินผล เป็นการพิจารณาการสรุปข้อมูล โดยใช้การพิจารณาและการวิเคราะห์ข้อสรุป

#### 4.3 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Dressel and Mayhew (1957 อ้างถึงใน สุคนธ์ สิ้นทพานนท์, 2558) ได้ระบุกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การนิยามปัญหา คือ ความสามารถในการกำหนดปัญหา ข้อโต้แย้ง วิเคราะห์ข้อความ หรือข้อมูลที่คลุมเครือให้ชัดเจน และเข้าใจความหมายของคำหรือข้อความ หรือแนวคิดภายในขอบเขต ข้อเท็จจริงที่กำหนดให้ ระบุองค์ประกอบที่สำคัญของปัญหา จัดองค์ประกอบของปัญหาให้เป็นลำดับขั้นตอน

2. การรวบรวมข้อมูลสำหรับการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการพิจารณาปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยความเป็นปรนัย เลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่คลุมเครือ แสวงหา ข้อมูลที่ถูกต้องและชัดเจนมากยิ่งขึ้น

3. การจัดระบบข้อมูล เป็นความสามารถในการแสวงหาแหล่งที่มาของข้อมูล วินิจฉัยความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ระบุ ข้อตกลงเบื้องต้นของข้อความ พิจารณาความพอเพียงของข้อมูล จัดระบบโดยวิธีการต่าง ๆ เช่น จำแนกความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่คลุมเครือข้อมูลที่เกี่ยวข้องข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องปัญหา ข้อเท็จจริงข้อคิดเห็น พิจารณาข้อมูลที่แสดงถึงความลำเอียงและโฆษณาชวนเชื่อ และตัดสินใจความขัดแย้งและเสนอข้อมูล

4. การเลือกสมมติฐาน เป็นความสามารถในการเลือกสมมติฐาน ที่สามารถเป็นไปได้มากที่สุดมาพิจารณาเป็นอันดับแรก การกำหนดสมมติฐานจากความสัมพันธ์เชิงเหตุผล ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างสมมติฐานกับข้อมูล พิจารณาทางเลือกหลาย ๆ ทางในการแก้ปัญหา

5. การสรุป เป็นความสามารถในการคิดพิจารณาข้อความคลุมเครือของข้อมูล โดยจำแนกข้อมูลที่มีเหตุผลหนักแน่น และน่าเชื่อถือว่ามีความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจสรุป ถ้าการสรุปไม่มีเหตุผลเพียงพอต้องมีการหาเหตุผลเพิ่มเติมมาพิจารณาตัดสินใจสรุปใหม่ แล้วจึงนำข้อสรุปและหลักการไปประยุกต์ใช้

Watson and Glaser (1964 อ้างถึงใน สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ, 2555) ได้กล่าวถึงกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วย ทักษะคิด ความรู้ และทักษะในเรื่องต่อไปนี้

1. การอุปนัย
2. การระบุสมมติฐาน
3. การอุปมาน
4. การตีความ
5. การประเมินการอ้างเหตุผล

อุษณีย์ โพธิสุข (2544) ได้สรุปกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ 6 องค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. การกำหนดปัญหา การรวบรวมประเด็นปัญหา การแยกแยะปัญหา การจัดลำดับปัญหา
2. การรวบรวมข้อมูล การเลือกข้อมูล พิจารณาความน่าเชื่อถือ

3. การจัดระบบข้อมูล พิจารณาความน่าเชื่อถือ พิจารณาความพอเพียง พิจารณาความเหมาะสม

4. การตั้งสมมติฐาน การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล หาความเป็นไปได้ของข้อมูล

5. การสรุปอ้างอิง การใช้การเปรียบเทียบ การใช้หลักตรรกะ การให้หลักเหตุผล การใช้การกำจัดกรณี

6. การสรุปและตัดสิน

Daniel et al. (1984 อ้างถึงใน อุษณีย์ โพธิสุข, 2544) ได้กล่าวถึงกระบวนการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณไว้ว่าประกอบด้วย

1. การวิเคราะห์ปัญหา และกำหนดแนวทางการแก้ไข
2. การใช้ความรู้เก่าในสถานการณ์ใหม่
3. การใช้กระบวนการขจัดกรณี (Method of Elimination) ชี้นำสู่ข้อสรุป
4. เห็นความขัดแย้งและความไม่คงเส้นคงวา
5. การให้เหตุผลเชิงนิรนัย
6. ตัดสินได้ว่าข้อมูลมีเพียงพอต่อการตัดสินใจหรือไม่
7. จำแนกได้ว่าการอ้างอิงเป็นไปได้ อาจเป็นไปได้หรือจำเป็นต้องเป็นไปได้ตามนั้น
8. การให้เหตุผลเชิงอุปนัย
9. เรียนรู้ว่าการแก้ปัญหาได้หลายทาง
10. สามารถหาจุดเริ่มในลักษณะเข้าเคাঁของเหตุผลในปัญหาที่ดูเหมือนจะแก้ไม่ได้
11. สามารถจัดระบบข้อมูลให้ง่ายต่อการใช้งาน
12. เห็นแบบแผนตรรกวิทยา
13. พิสูจน์โดยข้อขัดแย้ง
14. ตระหนักว่าปัญหาหนึ่ง ๆ อาจมีทางแก้หรือคำตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบ
15. การให้เหตุผลเชิงอุปมาอุปไมย
16. รู้จักลองวิธีอะไรบางอย่างในกรณีที่ตรรกวิทยาช่วยอะไรไม่ได้ในการแก้ปัญหา
17. ชั่งใจว่าสารสนเทศที่ได้ควรเชื่อหรือไม่

Emmis (1987 อ้างถึงใน อุษณีย์ อนุรุทวงศ์, 2556) ได้กล่าวถึงกระบวนการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณไว้ว่าประกอบไปด้วย 3 กระบวนการดังนี้

1. การนิยาม ได้แก่ การระบุจุดสำคัญของประเด็นปัญหา ข้อสรุป ระบุสาเหตุทั้งที่ปรากฏและไม่ปรากฏ การตั้งคำถามที่เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ การระบุเงื่อนไขข้อตกลงเบื้องต้น



2. การตัดสินใจข้อมูล ได้แก่ การตัดสินใจที่น่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา

3. การอ้างอิงในการแก้ปัญหาและการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล ได้แก่ การอ้างอิงและตัดสินใจในการสรุปแบบอุปนัยและนิรนัย

ชนาธิป พรกุล (2554) ได้ระบุกระบวนการการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ 5 กระบวนการดังนี้

1. ระบุประเด็นปัญหาหรือประเด็นในการคิด
  2. ประมวลข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งข้อเท็จจริงและความคิดเห็นจาก การคิดทางกว้าง การคิดทางลึกซึ้ง การคิดอย่างละเอียด การคิดในระยะไกล
  3. วิเคราะห์ข้อมูล
  4. พิจารณาทางเลือก โดยพิจารณาข้อมูลโดยการใช้เหตุผลและระบุทางเลือกที่หลากหลาย
  5. ลงความเห็น/ตัดสินใจ/ทำนาย อนาคตโดยประเมินทางเลือกและใช้เหตุผลคิคุณค่า
- Quellmalz (1985 อ้างถึงใน อุษณีย์ อนุรุทธวงศ์, 2555) ได้กล่าวว่ากระบวนการการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วย

1. ขั้นนิยามปัญหา การระบุหรือกำหนดคำถาม การวิเคราะห์ส่วนประกอบที่สำคัญของปัญหาและการนิยามคำสำคัญ
2. ขั้นการระบุข้อมูล เนื้อหาและกระบวนการที่จำเป็นในการแก้ปัญหา คือ การตัดสินใจที่น่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและข้อมูลที่นำมาสนับสนุนตลอดจนข้อมูลที่ได้จากการสังเกต
3. ขั้นการนำข้อมูลมาใช้ประกอบเพื่อการแก้ไขปัญหาหรือการคิดหาเหตุผล ซึ่งประกอบด้วย การหาเหตุผลเชิงอนุมานและการหาเหตุผลเชิงอุปมาน การตัดสินใจคุณค่า และการตัดสินใจความเท็จ
4. ขั้นการประเมินความสำเร็จของคำตอบหรือการใช้เกณฑ์มาตัดสินความเพียงพอของคำตอบหรือข้อสรุป

ทิตินา แคมณีและคณะ (2549 อ้างถึงใน สุคนธ์ สินธพานนท์, 2558) ได้กำหนดขั้นตอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ดังนี้

1. ระบุประเด็นปัญหาหรือประเด็นในการคิด
2. ประมวลข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากการคิดทางกว้าง คิดลึกซึ้ง คิดอย่างละเอียด และคิดในระยะไกล
3. วิเคราะห์ข้อมูล

4. พิจารณาทางเลือก โดยพิจารณาข้อมูลโดยใช้หลักเหตุผลและระบุทางเลือกที่หลากหลาย

5. ลงความคิดเห็น/ตัดสินใจ/ทำนายอนาคตโดยประเมินทางเลือกและใช้เหตุผลคิดคุณค่าจากการศึกษากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากนักการศึกษา พบว่ามีกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีรูปแบบที่หลากหลาย แต่เมื่อพิจารณาถึงกระบวนการต่าง ๆ แล้วพบว่าขั้นตอนในกระบวนการของนักศึกษามีความคล้ายคลึงกัน สามารถสรุปเป็นกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ดังนี้

1. การทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาข้อมูลหรือสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อที่จะสามารถระบุหรือบอกลักษณะของประเด็นปัญหาของสถานการณ์นั้น ๆ

2. การรวบรวมข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากประสบการณ์เดิมหรือการสืบค้นมารวมกัน เพื่อแยกแยะข้อมูลเพื่อดูความเหมือนและความแตกต่างและนำข้อมูลมาพิจารณาความเกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจนั้น ๆ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาพิจารณา เพื่อตัดสินใจว่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลอย่างเป็นเหตุเป็นผล

4. การสรุป หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาหรือการลงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลหรือสถานการณ์ ที่ปรากฏอย่างเป็นระบบ เพื่อจับใจความสำคัญของข้อมูลหรือสถานการณ์นั้น ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผลมากที่สุด

#### 4.4 แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

สมนึก กัททิษณี และคณะ (2548) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking test) พบว่าการพัฒนาแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีรูปแบบที่หลากหลาย และพบว่าการวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยทั่วไปพบได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1. แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่เป็นมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่มีผู้สร้างไว้แล้วตัวอย่างเช่น

##### 1.1 แบบทดสอบ Cornell Critical Thinking test

สร้างขึ้น โดย Ennis and Millman ได้สร้างแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้

2 ฉบับ เพื่อวัดกลุ่มบุคคลต่างระดับกัน ดังนี้

1.1.1 แบบทดสอบ Cornell Critical Thinking test Level X เป็นแบบทดสอบที่วัดกับนักเรียนตั้งแต่ระดับ 4 จนถึงระดับ 12 เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบชนิด 3 ตัวเลือก จำนวน 71 ข้อ ใช้เวลาสอบ 50 นาที วัดความสามารถ 4 ด้านดังนี้

ด้านที่ 1 ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล และการสังเกต (Credibility of source and observations)

ด้านที่ 2 ความสามารถในการอุปนัย (Induction)

ด้านที่ 3 ความสามารถในการนิรนัย (Deduction)

ด้านที่ 4 ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption identification)

1.1.2 แบบทดสอบ Cornell Critical Thinking Test Level Z เป็นแบบทดสอบที่วัดกับนักเรียนที่มีปัญหาเป็นเลิศและกลุ่มนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัยจนถึงวัยผู้ใหญ่ เป็นแบบทดสอบชนิด 3 ตัวเลือก จำนวน 52 ข้อ ใช้เวลาสอบ 50 นาที วัดความสามารถ 7 ด้าน ดังนี้ คือ ด้านอุปนัย (Induction) ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล (Credibility of source) การพยากรณ์ และการวางแผนการทดลอง (Prediction and experimental planning) การอ้างอิงเหตุผลผิดหลัก ตรรกศาสตร์ (Fallacies) การนิรนัย (Deduction) การให้คำจำกัดความ (Deduction) และการระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption identification)

1.2 แบบทดสอบ Watson – Glaser Critical Thinking Appraisal (WGCTA) สร้างขึ้นโดยวัตสันต์และเกลเซอร์ (Watson and Glaser) ใช้ในการวัดสำหรับนักเรียนเกรด 9 จนถึงระดับผู้ใหญ่ ลักษณะของแบบทดสอบ เป็นแบบคู่ขนาน คือ แบบทดสอบ From A และแบบ From B ชนิดเลือกตอบหลายลักษณะจำนวน 80 ข้อ ใช้เวลาสอบ 50 นาที วัดความสามารถ 5 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 ความสามารถในการอ้างอิง (Inference)

ด้านที่ 2 การระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of assumption)

ด้านที่ 3 การนิรนัย (Deduction)

ด้านที่ 4 การตีความ (Interpretation)

ด้านที่ 5 การประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of argument)

2. แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสร้างแบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กล่าวคือ การกำหนดจุดมุ่งหมายว่าต้องการจะวัดการคิด โดยทั่ว ๆ ไป หรือวัดการคิดเฉพาะวิชา

2. กำหนดกรอบของการวัดและเขียนนิยามปฏิบัติการตามทฤษฎี โดยศึกษาจากทฤษฎีนิยาม เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องให้เข้าใจอย่างลึกซึ้ง แล้วเลือกแนวคิดหรือทฤษฎีที่เหมาะสมกับบริบทหรือจุดมุ่งหมายที่ต้องการเป็นหลัก

3. สร้างผังแบบทดสอบ เป็นการกำหนดเค้าโครงของแบบวัดความสามารถทางการคิดที่ต้องการสร้าง พร้อมทั้งกำหนดน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเนื้อหาในแต่ละองค์ประกอบตามทฤษฎีที่กำหนด

4. เขียนข้อสอบ กำหนดรูปแบบของการเขียนข้อสอบ ตัวคำถาม ตัวคำตอบและวิธีการให้คะแนน จากนั้นลงมือร่างข้อสอบตามข้อกำหนดในข้อที่ 3 ตรวจสอบความชัดเจนและความถูกต้องทางภาษาด้วยตนเองหรือผู้เชี่ยวชาญ

5. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try out) โดยใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เตรียมไว้ จากนั้นนำผลการตอบมาวิเคราะห์หาคุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อ คือ ค่าความยาก ( $P$ ) ค่าอำนาจจำแนก ( $B$ ) และทั้งฉบับคือค่าความเชื่อมั่น (Reliability) คัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพ หรือปรับปรุงข้อสอบที่ไม่เหมาะสม แล้วทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างใหม่เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบเป็นครั้งที่ 2

6. นำแบบทดสอบไปใช้จริง กับกลุ่มเป้าหมายจริง ซึ่งใช้ในแบบทดสอบทุกครั้ง ควรมีการรายงานค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ทุกครั้ง จากนั้นนำผลการวัดไปแปลความหมาย ตัวอย่าง แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

แบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามแนวคิดของ Ennis and Millman (Level X) ชนิดเลือกตอบ 3 ตัวเลือก 4 ด้าน สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (จุฬาทิพย์ ชาติสุวรรณ, 2548 อ้างถึงใน สมนึก ภัททิยธนี และคณะ, 2548)  
คำชี้แจง พิจารณาสถานการณ์ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม ข้อ 1-4

นักวิชาการให้สัมภาษณ์กับผู้สื่อข่าวว่า ในปัจจุบันอาหารข้างมีจำนวนลดลงมาก ซึ่งคิดเป็นส่วนสำคัญแล้วไม่เพียงพอต่อความต้องการต่อวันของข้างที่มีอยู่ นักข่าวจึงกล่าวว่า ถ้าอย่างนั้นเราจะเห็นข้างไทยเพียงรูปถ่ายเหมือนกับไคโนเสาร์

1. นักเรียนคิดว่าคำพูดของใครน่าเชื่อถือมากกว่ากัน (ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต)

- ก. นักวิชาการ
- ข. ผู้สื่อข่าว
- ค. น่าเชื่อถือพอกัน

2. นักข่าวคิดอย่างไรกับคำพูดของนักวิชาการ (วัดด้านอุปนัย)

- ก. คิดค้าน
- ข. สนับสนุน
- ค. ไม่เกี่ยวข้องกัน

3. สรุปว่าช่างไทยในอนาคต ตามความคิดของนักข่าว จะเป็นเช่นไร (วัดด้านนิรนัย)

- ก. สูญพันธุ์
- ข. ช้างอพยพ
- ค. จำนวนเพิ่มขึ้น

4. ข้อใดเป็นสาเหตุให้ชาลดจำนวนลง (วัดด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้น)

- ก. ไม่มีอาหารกิน
- ข. ตัวใหญ่เกินไป
- ค. ไม่มีที่อยู่อาศัย

เกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน

จากการศึกษาเกี่ยวกับการวัดคิดอย่างมีวิจารณญาณ สรุปได้ว่าแบบทดสอบอย่างมี  
 วิจารณญาณแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่เป็นมาตรฐานที่มีผู้วิจัยสร้างไว้อยู่แล้ว  
 และแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ในงานวิจัยชิ้นนี้ผู้วิจัยต้องการจะสร้างแบบทดสอบขึ้นเอง  
 คำถามจะเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนจำนวน 5 สถานการณ์  
 เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ครอบคลุมกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 4 ขั้นตอน  
 ดังต่อไปนี้

1. การทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาข้อมูล  
 หรือสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อที่จะสามารถระบุหรือบอกลักษณะของประเด็นปัญหาของสถานการณ์  
 นั้น ๆ
2. การรวบรวมข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้  
 จากประสบการณ์เดิมหรือการสืบค้นมารวมกัน เพื่อแยกแยะข้อมูลเพื่อดูความเหมือน  
 และความแตกต่างและนำข้อมูลมาพิจารณาความเกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น ๆ
3. การวิเคราะห์ข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวม  
 ข้อมูลมาพิจารณา เพื่อตัดสินความน่าเชื่อถือของข้อมูลอย่างเป็นเหตุเป็นผล
4. การสรุป หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาหรือการลงความคิดเห็นเกี่ยวกับ  
 ข้อมูลหรือสถานการณ์ ที่ปรากฏอย่างเป็นระบบ เพื่อจับใจความสำคัญของข้อมูล  
 หรือสถานการณ์นั้น ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผลมากที่สุด

## 5. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

### 5.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

จากศึกษาค้นคว้าข้อมูลความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการจากหนังสือ บทความ งานวิจัยต่าง ๆ พบว่า ได้มีผู้ที่นิยามความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้หลายท่าน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมไว้ดังต่อไปนี้

ศิริพร จิรวัดนกุล (2546) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ว่าเป็นการวิจัยที่มีเป้าหมายที่จะแก้ปัญหา (Improving by changing) โดยบุคคลที่เผชิญกับปัญหานั้นอยู่เอง การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นรูปแบบของทำความเข้าใจ และปรับปรุงสถานการณ์ที่พบว่ามีปัญหา

ธีระวุฒิ เอกะกุล (2551) ได้สรุปความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการหมายถึง การรวบรวม และหรือการแสวงหาข้อเท็จจริง โดยใช้ขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปอันนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ ทั้งในด้านประสิทธิภาพและประสิทธิผลของงานในขอบข่ายที่รับผิดชอบ โดยผู้วิจัยมีการปรับปรุง แก้ไข และดำเนินการซ้ำหลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งผลการปฏิบัติงานนั้นบรรลุจุดประสงค์หรือแก้ไขปัญหาที่ประสบอยู่ได้สำเร็จ

ภัทรพร เกษสังข์ (2559) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการหมายถึงการศึกษาค้นคว้าหาวิธีการ เพื่อแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบสอดคล้องกับสภาพการปฏิบัติงานไม่ว่าจะเป็นงานในหน่วยงาน องค์กร ชุมชน หรือสถานศึกษา โดยนำการทดลองปฏิบัติจริง พร้อมทั้งสังเกต และสะท้อนผลที่ได้ดำเนินการพัฒนาอย่างต่อเนื่องตามวงจรพัฒนาจนสำเร็จเป็นไปตามที่ต้องการ โดยที่ขั้นตอนการปฏิบัติต้องมีความร่วมมือกันทุกฝ่ายจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา

สมโภชน์ อเนกสุข (2559) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่าเป็นการวิจัยที่มุ่งแก้ปัญหา โดยอาศัยความร่วมมือของคนในสังคมร่วมกัน

จากการศึกษาความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการสามารถสรุปได้ว่าเป็นงานวิจัยที่มุ่งเน้นเพื่อแก้ไขปัญหาในหน่วยงาน องค์กร ชุมชน และสถานศึกษา โดยอาศัยความร่วมมือของทุกฝ่าย ผู้วิจัยจะต้องทำการปรับปรุง และดำเนินการแก้ไขจนกว่าจะบรรลุจุดประสงค์ การแก้ปัญหา

### 5.2 ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการทบทวนเอกสารเกี่ยวกับความหมายของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน จากหนังสือ บทความ และงานวิจัยต่าง ๆ พบว่า มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน จากการทบทวนเอกสารผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมความหมายของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนจากนักการศึกษาไว้ดังต่อไปนี้

ธีระวุฒิ เอกะกุล (2551) กล่าวถึงการวิจัยปฏิบัติการชั้นเรียนว่าเป็นการวิจัยที่ครูผู้สอนในชั้นเรียนเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน และนำผลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอน หรือส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนให้ดีขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับนักเรียน เป็นการวิจัยที่ทำอย่างรวดเร็ว นำผลไปใช้ทันที และสะท้อนข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของตนเอง ให้ทั้งตนเองและกลุ่มเพื่อนร่วมงานในโรงเรียนได้มีโอกาสวิพากษ์อภิปรายแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ในแนวทางที่ได้ปฏิบัติและผลที่เกิดขึ้นเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ทั้งของครูและนักเรียน

ประวิต เอราวรรณ์ (2542) กล่าวว่า การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน หมายถึง การศึกษาของครูซึ่งจัดว่าเป็นผู้ปฏิบัติงาน ในชั้นเรียนเพื่อแก้ปัญหา (Problem solving) การจัดกิจกรรมการสอนหรือพฤติกรรมนักเรียนและการคิดวิเคราะห์ (Critical thinking) เพื่อพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอน

สุวัฒนา สุวรรณเขตนิคม (2540 อ้างถึงใน ธีระวุฒิ เอกะกุล, 2551) นิยามความหมายของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนว่าเป็นกระบวนการแสวงหาความรู้อันเป็นความจริงที่เชื่อถือได้ในเนื้อหาเกี่ยวกับการพัฒนาการจัดการเรียนการสอน เพื่อการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนในบริบทของชั้นเรียน

กล่าวได้ว่าการวิจัยปฏิบัติการชั้นเรียน หมายถึง กระบวนการที่ครูศึกษาเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนหรือต้องการพัฒนาการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ให้นักเรียนมีพัฒนาการทางด้านพฤติกรรมและการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

### 5.3 รูปแบบกระบวนการวิจัยปฏิบัติการ

Kemmis (1988 อ้างถึงใน ภัทรพร เกษสังข์, 2559) ได้พัฒนารูปแบบง่าย ๆ ของวงจรปฏิบัติการเกลียวสว่าน แต่ละวงจรประกอบด้วย

1. การสำรวจก่อนเริ่มปฏิบัติการ (Reconnaissance) การสำรวจว่าปัจจุบันเกิดปัญหาอะไรขึ้น อาจจะได้จากการอภิปราย การเจรจา การสำรวจ การประเมิน และการตรวจสอบ
2. การวางแผน (Planning) เป็นการกำหนดแผนดำเนินการปฏิบัติที่ส่งผลต่อการปฏิบัติการ
3. การปฏิบัติการครั้งแรก (First action step) เป็นการดำเนินแผนดำเนินการปฏิบัติที่วางไว้
4. การตรวจสอบ (Monitoring) เป็นการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ตามแผนปฏิบัติการ
5. การสะท้อนผล (Reflecting) เป็นการบรรยายผลที่เกิดจากการปฏิบัติ โดยการอภิปราย

6. การทบทวนความคิด (Rethinking) เป็นการทำความเข้าใจผลการเรียนรู้

จากแผนปฏิบัติการ

7. การประเมิน (Evaluation) เป็นการตัดสินผลปฏิบัติการ เพื่อไปสู่การทบทวนแผนวงจรต่อไป

Kemmis and McTaggart (1998 อ้างถึงใน กัทราพร เกษสังข์, 2559) ได้ปรับขั้นตอนของการวิจัยปฏิบัติการของเลวิน พัฒนางจรเป็นแบบเกลียวต่อเนื่องกัน ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การวางแผน (Plan) คือ การปฏิบัติงานที่มีโครงสร้าง และตามแนวทางปฏิบัติ ซึ่งตั้งความหวังไว้ การกำหนดแผนทั่วไปจึงต้องมีความยืดหยุ่น การปฏิบัติจะดำเนินตามแนวทางที่ได้วางแผนไว้อย่างมีเหตุผลและมีการควบคุมอย่างสมบูรณ์

2. การปฏิบัติและการสังเกต (Action and observe) คือ การเก็บบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับผลพร้อมการปฏิบัติให้ได้ข้อมูลพื้นฐานที่สะท้อนเหตุการณ์ในปัจจุบัน ต่อเนื่องและสอดคล้องต่อกันหลายแง่มุมในทุก ๆ ด้าน

3. การสะท้อนผล (Reflect) เป็นการสะท้อนผลการปฏิบัติให้เป็นพื้นฐานของการวางแผนต่อไปอย่างต่อเนื่องตลอดวงจร

Kurt Lewin (1946 อ้างถึงใน กัทราพร เกษสังข์, 2559) ได้แสดงรูปแบบของการวิจัยปฏิบัติการ บรรยายเกลียวส่วน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน

1. การวางแผน (Planning) เป็นโครงสร้างของการปฏิบัติการและนิยามปฏิบัติการตามที่คาดหวัง เพื่อสู่การทดลองปฏิบัติการกิจกรรม

2. การปฏิบัติ (Activity) เป็นการนำแผนไปสู่การปฏิบัติ ซึ่งการปฏิบัตินั้นสามารถเคลื่อนไหวยืดหยุ่น เป็นวัฏจักรตามข้อกำหนดที่เกิดจากการตัดสินใจ

3. การสังเกต (Observing) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลผลที่เกิดขึ้น เพื่อศึกษาผลของการปฏิบัติ การสังเกตดำเนินการไปตามแผนปฏิบัติการอย่างต่อเนื่องละเอียดรอบคอบ หลากหลายครอบคลุมทุกประเด็นที่สำคัญ

4. การสะท้อนผล (Reflecting) เป็นการค้นหา ความคิด กระบวนการ ปัญหา ประเด็น และวิธีการที่ปรากฏโดยตรงจากการปฏิบัติว่ามีอะไรเกิดขึ้น

กระบวนการวิจัยปฏิบัติการของกองวิจัยทางการศึกษา (2545 อ้างถึงใน กัทราพร เกษสังข์, 2559) ได้เสนอแนวทางในการวิจัยปฏิบัติการเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้



1. การกำหนดปัญหา ความจำเป็นความต้องการในการพัฒนา ครูต้องวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเอง และต้องวิเคราะห์ให้ทราบถึงสาเหตุของปัญหานั้นว่าปัญหาใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่ต้องได้รับการแก้ไข
  2. การสร้างเครื่องมือในการแก้ปัญหา/พัฒนา ครูผู้วิจัยจะต้องวิเคราะห์นักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายในการพัฒนาหรือวินิจฉัยเป็นรายบุคคลเพื่อหาจุดบกพร่องที่เป็นปัญหาหรือพัฒนาเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการนำไปสร้างเครื่องมือ ในการแก้ปัญหา/พัฒนา
  3. การจัดกิจกรรมการแก้ปัญหา/พัฒนา ครูผู้วิจัยจะต้องนำเครื่องมือที่สร้างขึ้น ไปใช้ในการแก้ไขปัญหา/พัฒนาให้เป็นไปตามแผนที่กำหนด
  4. การวัดและประเมินผล ครูผู้วิจัยจะต้องใช้เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลหลากหลายวิธี แต่เน้นการประเมินตามสภาพจริง ทั้งนี้การดำเนินงานอาจจะต่อเนื่องเป็นวงจร
- จากการทบทวนเอกสารพบว่ามีนักการศึกษาได้กำหนดรูปแบบกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้หลากหลายรูปแบบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงแสดงตารางเพื่อเปรียบเทียบรูปแบบกระบวนการวิจัยของนักการศึกษาแต่ละท่าน ดังตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 เปรียบเทียบรูปแบบกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

<b>Kurt Lewin (1946)</b>	<b>Kemmis and McTaggart (1998)</b>	<b>Kemmis (1988)</b>	<b>กระบวนการวิจัยปฏิบัติการของกองวิจัยทางการศึกษา (2545)</b>
1. การวางแผน (Planning)	1. การวางแผน (Plan)	1. การสำรวจก่อนเริ่มปฏิบัติการ (Reconnaissance)	1. การกำหนดปัญหาความจำเป็นความต้องการในการพัฒนา
2. การปฏิบัติ (Activity)	2. การปฏิบัติและการสังเกต (Action and observe)	2. การวางแผน (Planning)	2. การสร้างเครื่องมือในการแก้ปัญหา/พัฒนา
3. การสังเกต (Observing)	3. การสะท้อนผล (Reflect)	3. การปฏิบัติการครั้งแรก (First action step)	3. การจัดกิจกรรมการแก้ปัญหา/พัฒนา
4. การสะท้อนผล (Reflecting)		4. การตรวจสอบ (Monitoring)	4. การวัดและประเมินผล
		5. การสะท้อนผล (Reflecting)	
		6. การทบทวนความคิด (Rethinking)	
		7. การประเมิน (Evaluation)	

จากการศึกษารูปแบบกระบวนการวิจัยปฏิบัติการสามารถสรุปได้ว่ารูปแบบกระบวนการวิจัยปฏิบัติการจะอยู่ในรูปแบบของวงจร โดยจะต้องเริ่มจากการกำหนดปัญหาแล้วจึงมีการวางแผนเพื่อนำไปปฏิบัติ ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปประเมินว่าผลของการปฏิบัติเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ และดำเนินการแก้ไขเพื่อนำไปใช้ในการวางแผนของวงจรถัดไป ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกรูปแบบกระบวนการวิจัยปฏิบัติการของ Kemmis and McTaggart มีรูปแบบการวิจัยในแต่ละวงจรจะประกอบด้วย การวางแผน (Plan) การปฏิบัติ

และการสังเกต (Action and observe) และสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) เป็นวงจรการทำงานแบบ PAOR โดยมีกระบวนการวิจัย 3 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

#### ขั้นตอนที่ 1 การวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยวิเคราะห์ปัญหาในการจัดการเรียนการสอน พฤติกรรมและความรู้พื้นฐานของนักเรียน ธรรมชาติของเนื้อหาวิชาและสิ่งแวดล้อมเพื่อออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มาใช้ในการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### ขั้นตอนที่ 2 การปฏิบัติและการสังเกต (Action and observe)

เป็นการนำเอาแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย ดำเนินการสอนทั้งสิ้น 18 คาบเรียน โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 6 แผนการจัดการเรียนรู้ ต่อเนื่องกันเป็น 6 วงจรในแต่ละวงจรมีการสะท้อนผลของวงจรถ้าก่อนหน้าเพื่อนำมาปรับปรุงและประยุกต์ใช้ในวงจรถัดไป และในขณะที่ดำเนินกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะทำการสังเกตการณ์ดำเนินกิจกรรมของนักเรียน โดยจะทำการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคลและกลุ่มย่อย การดำเนินการสอนของตัวเอง ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลเหล่านี้จากใบกิจกรรม การตอบคำถามในห้อง แบบทดสอบย่อยท้ายวงจร การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน บันทึกหลังการสอน การสอบถามหรือสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมหลังจากการจัดกิจกรรม เป็นต้น

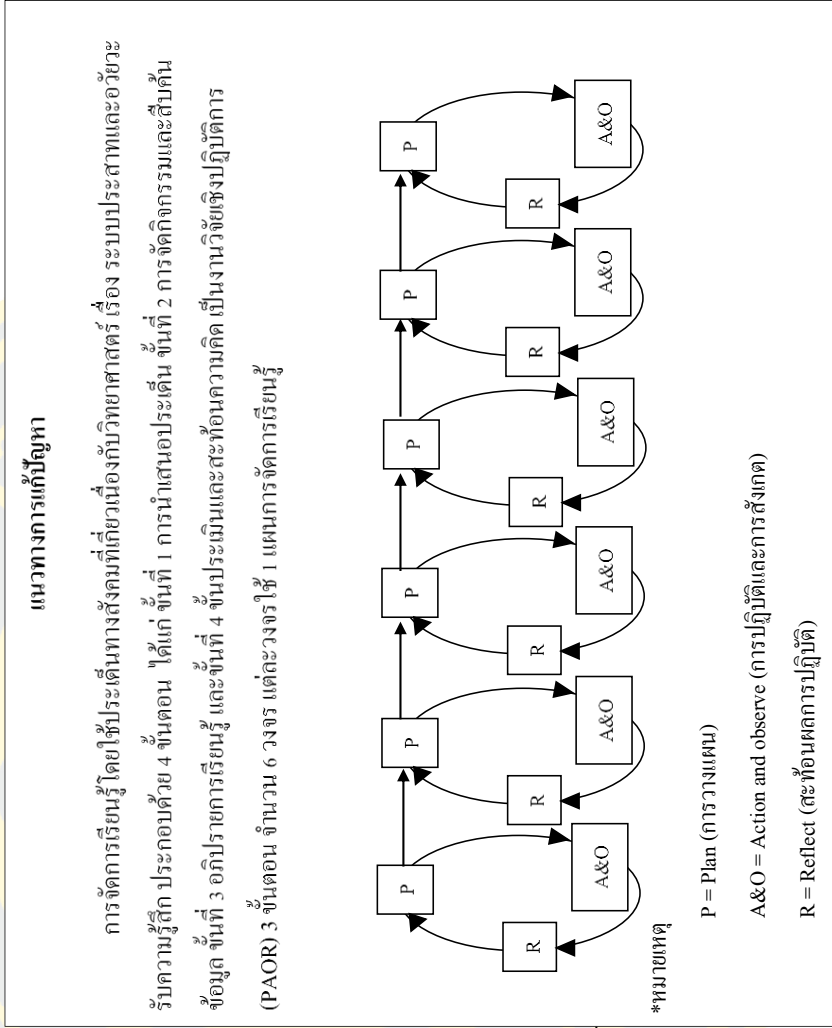
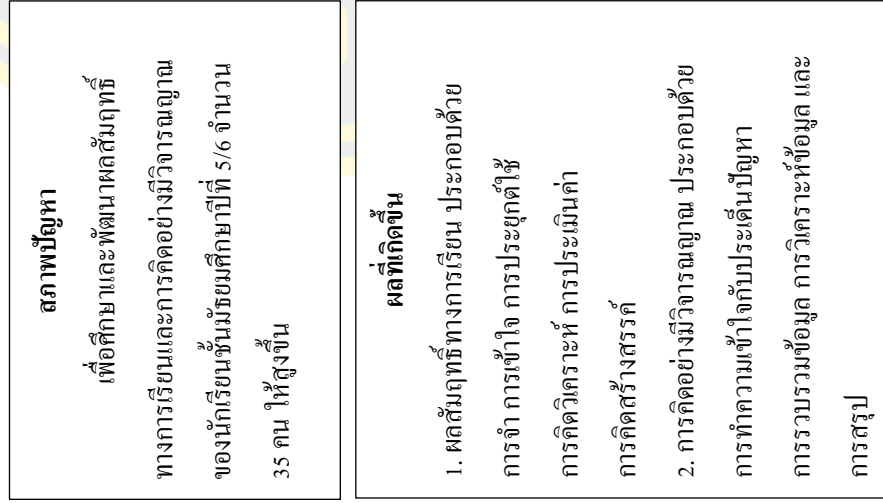
#### ขั้นตอนที่ 3 สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาสรุปและสังเคราะห์ข้อมูล โดยการใช้สถิติและคะแนน พัฒนาการสัมพัทธ์ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและข้อมูลเชิงบรรยาย เพื่อหาแนวทางในการแก้ไขและพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนรู้ในวงจรต่อไป ส่วนขั้นตอนที่ 3 ของวงจรสุดท้ายจะนำข้อมูลมาสรุปเป็นข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงบรรยาย

ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยประเด็นที่ใช้จะต้องเป็นประเด็นที่ยังไม่ช้ช้อยู่ ซึ่งประเด็นดังกล่าวเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันของนักเรียน ประกอบด้วยการจัดกิจกรรม 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การนำเสนอประเด็น ขั้นที่ 2 การจัดกิจกรรมและสืบค้นข้อมูล ขั้นที่ 3 อภิปรายการเรียนรู้ และขั้นที่ 4 ขั้นประเมินและสะท้อนความคิด เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ งานวิจัยในครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการวิจัย (PAOR) 3 ขั้นตอน ดำเนินการเก็บรวบรวมทั้งสิ้น 6 วงจร ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปเป็นกรอบแนวคิดการวิจัย ดังภาพที่ 2-3

## กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยนำเสนอกรอบแนวคิดการวิจัยได้ดังนี้



ภาพที่ 2-3 กรอบแนวคิดการวิจัย

## 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้างานวิจัยทั้งภายในประเทศและภายนอกประเทศ โดยมีผู้ที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมงานวิจัยที่ผ่านมาโดยแบ่งเป็นงานวิจัยภายในประเทศและภายนอกประเทศไว้ได้ดังนี้

กมลณีย์ เกษตระ (2555) ศึกษาการใช้ประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน มีนักเรียนจำนวน 35 คน แบ่งออกเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์สูง 18 คน และมีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำจำนวน 17 คน จากผลการศึกษาโดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ พบว่าโดยรวมนักเรียนมีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ที่สูงและต่ำมีผลการเรียนที่ดีขึ้น รวมถึงมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณดีขึ้น ซึ่งทำการวัดทั้งหมด 5 ด้าน ดังนี้ คือ ด้านการอนุมาน ด้านการยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น ด้านการนิรนัย ด้านการตีความ และด้านการประเมินข้อโต้แย้ง นอกจากนี้ยังมีพัฒนาการของความสามารถในการโต้แย้งที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามนักเรียนที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์สูงมีความสามารถในการโต้แย้งและการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สูงกว่านักเรียนที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำ ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 แต่ในรายด้านนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ไม่แตกต่างกัน

สุริยวัลย์ พันธุระ และ สุมาลี ชุกกำแพง (2560) ศึกษาการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 48 คน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับประเด็นวิทยาศาสตร์และสังคม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมและเทคโนโลยี โดยใช้ภาพจำนวน 8 แผ่น 12 ชั่วโมง และทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความพึงพอใจก่อนและหลังจากจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม จำนวน 20 ข้อ หลังจากจัดกิจกรรมพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับประเด็นวิทยาศาสตร์และสังคมอยู่ในระดับดีมาก

ชรินทร์ทิพย์ สุขศาสตร์ และคณะ (2560) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียน ทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลและเจตคติต่อวิชาชีววิทยา จากผลการวิจัยพบว่า องค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งอยู่ในระดับดีในทุก ๆ องค์ประกอบ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด รวมทั้งมีเจตคติต่อวิชา ชีววิทยา ในหน่วยการเรียนรู้เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตอยู่ในระดับดี

Pratiwi et al. (2016) ศึกษาผลจากการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการเปรียบเทียบนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ วัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สร้างจากแนวคิดของ Ennis แบบเลือกตอบ จำนวน 16 ข้อ จากผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการจัดการเรียนรู้

Jordi et al. (2018) ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในนักเรียนที่ลงทะเบียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 56 คน เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ จากการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่สูงขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะนำไปใช้ในการเรียนรู้ รายวิชา ชีววิทยา ในการจัดการศึกษามักจะจัดในหน่วยการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยให้นักเรียนศึกษากับประเด็นที่เกิดขึ้นในสังคม นอกจากนี้ยังพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สามารถผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวิจารณญาณของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. รูปแบบการวิจัยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 35 คน โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563

#### รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยดำเนินการวิจัยโดยใช้แบบแผนการทดลอง 3 ขั้นตอน (PAOR)

##### ขั้นตอนที่ 1 การวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยวิเคราะห์ปัญหาในการจัดการเรียนรู้ พฤติกรรมและความรู้พื้นฐานของนักเรียนธรรมชาติของเนื้อหาวิชาและสิ่งแวดล้อมเพื่อออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มาใช้ในการจัดการเรียนรู้

##### ขั้นตอนที่ 2 การปฏิบัติและการสังเกต (Action and observe)

เป็นการนำเอาแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย ดำเนินการสอนทั้งสิ้น 18 คาบเรียน โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 6 แผนการจัดการเรียนรู้ ต่อเนื่องกันเป็น 6 วงจร ในแต่ละวงจรมีการสะท้อนผลของวงจรถ้าก่อนหน้าเพื่อนำมาปรับปรุงและประยุกต์ใช้ในวงจร

ถัดไป และในขณะที่ยังดำเนินกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะทำการสังเกต การดำเนินกิจกรรมของนักเรียน โดยจะทำการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคล และกลุ่มย่อย การดำเนินการสอนของตัวผู้วิจัยเอง ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลเหล่านี้จากใบกิจกรรม การตอบคำถามในห้อง แบบทดสอบย่อยท้ายวงจร การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน บันทึกหลัง การสอน การสอบถามหรือสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมหลังจากการจัดกิจกรรม เป็นต้น

### ขั้นตอนที่ 3 สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาสรุปและสังเคราะห์ข้อมูล โดยการใช้สถิติและคะแนน พัฒนาการสัมพัทธ์ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและข้อมูลเชิงบรรยาย เพื่อหาแนวทาง ในการแก้ไขและพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนรู้ในวงจรต่อไป ส่วนขั้นตอนที่ 3 ของวงจร สุดท้ายจะนำข้อมูลมาสรุปเป็นข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงบรรยาย

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทาง สังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ประกอบไปด้วย 6 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวนทั้งหมด 6 วงจร ดังต่อไปนี้

วงจรที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง

วงจรที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เซลล์ประสาท

วงจรที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การทำงานของเซลล์ประสาท

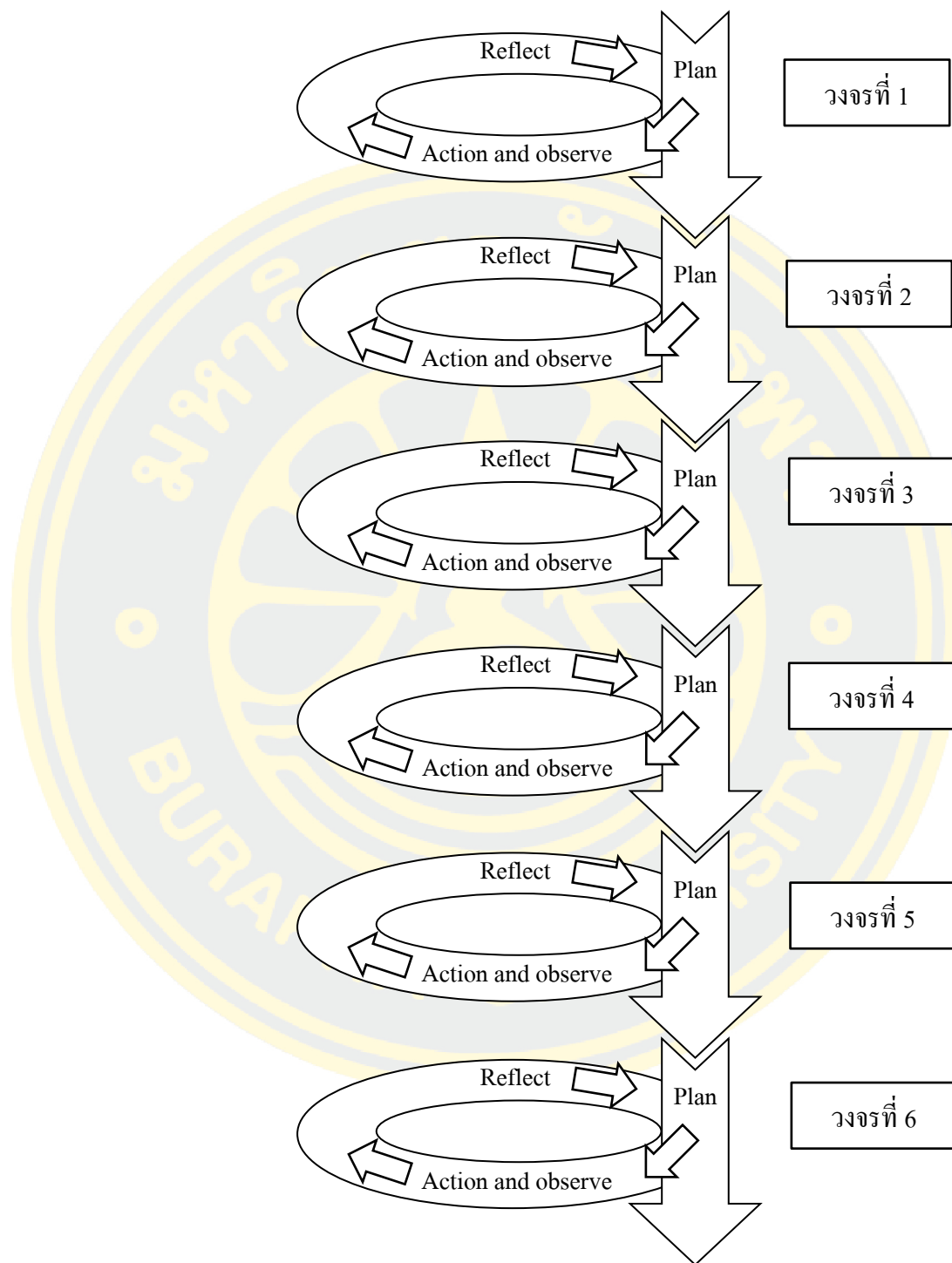
วงจรที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ศูนย์ควบคุมระบบประสาท

วงจรที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การทำงานของระบบประสาท

วงจรที่ 6 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง อวัยวะรับความรู้สึก

ลักษณะของวงจรทั้ง 6 วงจร แสดง ดังภาพที่ 3-1





ภาพที่ 3-1 วงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
4. แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้
5. แบบทดสอบย่อยทำขงจรเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. แบบทดสอบย่อยทำขงจรเพื่อวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

## การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

### 1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

1.1 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ใช้เวลาทั้งสิ้น 20 คาบเรียน ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ระบบประสาท และอวัยวะรับความรู้สึก

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)	น้ำหนัก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 - การรับรู้และ การตอบสนอง	1. อธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการรับรู้ และตอบสนองของพารามีเซียม พลาณาเรีย แมลงและสัตว์มี กระดูกสันหลัง 2. อธิบายและเปรียบเทียบวิธี การรับรู้และการตอบสนองของ สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวบางชนิดที่มี เส้นใยประสานงาน สัตว์ไม่มี กระดูกสันหลังบางชนิดที่มีร่างแห ประสาทบางชนิดที่มีปมประสาท	2	5

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)	หน้าหลัก
	และเส้นประสาท และสัตว์มีกระดูกสันหลังที่มีสมองและไขสันหลัง		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 - เซลล์ประสาท	3. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ประสาท 4. ระบุชนิดของเซลล์ประสาทและหน้าที่พร้อมยกตัวอย่าง 5. อธิบายและอภิปรายการเกิดเยื่อหุ้มไมอีลินของเซลล์ประสาท 6. ระบุบริเวณที่มีการถ่ายทอดกระแสประสาทหนึ่งไปยังเซลล์ประสาทอีกเซลล์หนึ่ง	2	5
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 - การทำงานของเซลล์ประสาท	7. สรุปข้อมูลการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท 8. อธิบายและอภิปรายการเกิดและการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท 9. อธิบายและอภิปรายถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท	3	20
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 - ศูนย์ควบคุมเซลล์ประสาท	10. อธิบายและอภิปรายโครงสร้างและหน้าที่สำคัญของสมองส่วนต่าง ๆ 11. อธิบายชนิดและหน้าที่ของเส้นประสาทสมอง 12. อธิบายและอภิปรายโครงสร้างและหน้าที่ของไขสันหลัง	3	20

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)	น้ำหนัก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 - การทำงานของระบบ ประสาท	13. อธิบายองค์ประกอบของระบบ ประสาท 14. เปรียบเทียบการทำงานของระบบ ประสาทโซมาติกและระบบ ประสาทอัตโนมัติ 15. เปรียบเทียบการทำงานของระบบ ประสาทซิมพาเทติกและระบบ ประสาทพาราซิมพาเทติก	3	20
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 - อวัยวะรับความรู้สึก	16. อธิบายและอภิปรายหน้าที่ ของโครงสร้างภายนอกและโครงสร้าง ภายในของนัยน์ตา 17. อธิบายการมองเห็นของวัตถุ และสีของวัตถุ การทำงานของนัยน์ตา ในการแยกสีของวัตถุและตำแหน่ง ของจุดบอดและตำแหน่งของโฟเวีย 18. อธิบายและอภิปรายเกี่ยวกับ โครงสร้างและการทำงานของหู 19. อธิบายและอภิปรายถึงโครงสร้างที่ ทำหน้าที่รับกลิ่นของจมูกและรับรส ตลอดจนบริเวณที่มีเซลล์รับรสต่าง ๆ บนลิ้น	5	30

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)	น้ำหนัก
	20. อธิบายและอภิปรายความสัมพันธ์ ระหว่างการได้รับกลิ่นกับการรับรส ขณะรับประทานอาหาร		
	21. อธิบายและอภิปรายถึงชนิดของสิ่ง เร้าที่ผิวหนังรู้สึก และผิวหนัง แต่ละ บริเวณมีปลายประสาทรับความรู้สึก ได้ไม่เท่ากัน		
	22. นำความรู้มาใช้ในการดูแลรักษา และป้องกันอันตรายของอวัยวะรับ ความรู้สึกต่าง ๆ		
	รวม	18	100

1.2 คำเนิการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลองจำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1.2.1 สาระสำคัญ

1.2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.2.3 สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)

1.2.4 กระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นไปตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการนำเสนอประเด็น

2. ขั้นการจัดกิจกรรมและการสืบค้นข้อมูล

3. ขั้นอภิปรายการเรียนรู้

4. ขั้นประเมินและสะท้อนความคิด

1.2.5 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1.2.6 การวัดและประเมินผล

1.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อให้อาจารย์ที่ปรึกษาได้พิจารณาและตรวจสอบส่วนประกอบต่าง ๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้ สาระสำคัญ

จุดประสงค์ การเรียนรู้ และเวลาเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเครื่องมือการประเมิน ตามสภาพจริงและนำไปปรับปรุงแก้ไข

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อประเมินค่าความเหมาะสม องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สารระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้

การประเมินความเหมาะสม มีเกณฑ์ดังต่อไปนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น ประยุกต์มาจากการหาค่าความเหมาะสมของแบบทดสอบของ พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530)

1.5 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ 6 แผนจัดการเรียนรู้ มีค่าความเหมาะสมอยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมเท่ากับ  $4.73 \pm 0.30$  (ภาคผนวก ข) และปรับปรุงการใช้คำถาม การจัดกิจกรรมและแบบฝึกหัดให้เหมาะสมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่

นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 จำนวน 40 คน โดยผู้วิจัยจะเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขต่อไป

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับแก้ไขแล้ว ไปใช้กับนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 จำนวน 35 คน ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย

## 2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี การสร้างและงานวิจัยที่ข้องเกี่ยวกับการวัด  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2 ศึกษาหลักการและลักษณะของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
จากการศึกษาผู้วิจัยกำหนดกรอบเนื้อหาของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อสร้างตาราง  
วิเคราะห์ข้อสอบ ซึ่งแบ่งพฤติกรรมด้านความรู้ความคิด 6 ด้าน ดังต่อไปนี้ การจำ การเข้าใจ  
การประยุกต์ใช้ การคิดวิเคราะห์ การประเมินค่า การคิดสร้างสรรค์

2.3 สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัย จำนวน 60 ข้อ  
โดยมีข้อสอบจริงจำนวน 30 ข้อ ประกอบด้วยเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรม  
ด้านความรู้ความคิด โดยมีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังตาราง 3-2  
ที่วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน  
คือ ตอบถูก 1 คะแนน แต่ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

ตารางที่ 3-2 วิเคราะห์เนื้อหาตามกรอบที่กำหนด

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	น้ำหนัก(%)	จำนวนข้อสอบ					รวม (ข้อ)
			ความรู้	ทักษะ	คุณลักษณะ ที่พึงประสงค์	บูรณาการ ศาสตร์	รวม	
1. การรับรู้และ การตอบสนอง	1. อธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการรับรู้ และตอบสนองของพารามีเซียม พลาณาเรีย แมลงและสัตว์มีกระดูกสันหลัง	10	2(1)	-	-	-	-	2(1)
	2. อธิบายและเปรียบเทียบวิธีการรับรู้ และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว บางชนิดที่มีเส้นใยประสานงาน สัตว์ไม่มี กระดูกสันหลังบางชนิดที่มีร่างแหประสาท บางชนิดที่มีประสาทและเส้นประสาท และสัตว์มีกระดูกสันหลังที่มีสมอง และไขสันหลัง	-	-	2(1)	-	-	-	2(1)



ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	น้ำหนัก(%)	จำนวนข้อสอบ					รวม (ข้อ)
			การ เลือก	ถูก/ผิด	การ เติม	การ เติม	การ เติม	
2. เขต ประชา	3. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ ของเซลล์ประสาท	10	2(1)	-	-	-	-	2(1)
	4. ระบุชนิดของเซลล์ประสาทและหน้าที่พร้อม ยกตัวอย่าง	-	-	-	2(1)	-	-	2(1)
	5. อธิบายและอธิบายการเกิดเอ็กไซโทรม ของเซลล์ประสาท	-	-	-	-	2(1)	-	2(1)
	6. ระบุบริเวณที่มีการถ่ายทอดกระแสประสาท หนึ่งไปยังเซลล์ประสาทอีกเซลล์หนึ่ง	-	-	2(1)	-	-	-	2(1)
3. การทำงาน ของเซลล์ ประสาท	7. สรุปข้อมูลการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท	20	-	2(1)	-	-	-	2(1)

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	น้ำหนัก(%)	จำนวนข้อสอบ						รวม (ข้อ)
			๑ ข้อ	๒ ข้อ	๓ ข้อ	๔ ข้อ	๕ ข้อ	๖ ข้อ	
	8. อธิบายและอภิปรายการเกิด และการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท		-	2(1)	-	-	4(2)	-	6(3)
	9. อธิบายและอภิปรายถึงปัจจัยที่มีผล ต่อการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท		-	-	-	2(1)	-	-	2(1)
4.ศูนย์ควบคุม ระบบ	10. อธิบายและอภิปรายโครงสร้างและหน้าที่ สำคัญของสมองส่วนต่าง ๆ	20	2(1)	2(1)	-	2(1)	-	2(1)	8(4)
ประสาท	11. อธิบายชนิดและหน้าที่ของเส้นประสาท สมอง		-	-	-	-	2(1)	-	2(1)
	12. อธิบายและอภิปรายโครงสร้างและหน้าที่ ของไขสันหลัง		2(1)	-	-	-	2(1)	-	4(2)

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	น้ำหนัก(%)	จำนวนข้อสอบ					รวม (ข้อ)
			การ สอบ	สอบ อิสระ	แบบ เลือก	แบบ เติม	แบบ เขียน	
5. การทำงาน ของระบบ ประสาท	13. อธิบายองค์ประกอบของระบบประสาท	20	2(1)	-	-	-	-	2(1)
	14. เปรียบเทียบการทำงานจากระบบประสาท โสมาทิกและระบบประสาทอัตโนมัติ	-	-	-	2(1)	-	-	2(1)
	15. เปรียบเทียบการทำงานจากระบบประสาท ซิมพาทติกและระบบประสาทพาราซิมพาทติก	-	-	4(2)	-	2(1)	-	6(3)
6. อวัยวะรับ ความรู้สึก	16. อธิบายและอภิปรายหน้าที่ของโครงสร้าง ภายนอกและโครงสร้างภายในของนัยน์ตา	20	2(1)	-	-	-	-	2(1)
	17. อธิบายการมองเห็นของวัตถุและสีของวัตถุ การทำงานของนัยน์ตา ในการแยกสีของวัตถุ และตำแหน่งของจุดจูนอดและตำแหน่งของโฟเวีย	-	-	2(1)	-	-	-	2(1)

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	น้ำหนัก(%)	จำนวนข้อสอบ					รวม (ข้อ)
			การ การ	การ การ	การ การ	การ การ	การ การ	
18. อธิบายและอภิปรายเกี่ยวกับโครงสร้าง และการทำงานของหู		-	-	2(1)	-	-	2(1)	
19. อธิบายและอภิปรายถึง โครงสร้างที่ ทำหน้าที่รับกลิ่นของจมูกและรับรส ตลอดจน บริเวณที่มีเซลล์รับรสต่าง ๆ บนลิ้น		-	-	2(1)	-	-	2(1)	
20. อธิบายและอภิปรายความสัมพันธ์ระหว่าง การรับรู้กลิ่นกับการรับรสขณะรับประทานอาหาร		-	-	2(1)	-	-	2(1)	
21. อธิบายและอภิปรายถึงชนิดของสิ่งเร้าที่ ผิวหนังรู้สึก และผิวหนังแต่ละบริเวณมีปลาย ประสาทรับความรู้สึกได้ไม่เท่ากัน		-	-	2(1)	-	-	2(1)	

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	น้ำหนัก(%)	จำนวนข้อสอบ					รวม (ข้อ)	
			ข้อสอบ จำแนก	ข้อสอบ ประเภท	ข้อสอบ แบบ	ข้อสอบ แบบ	ข้อสอบ แบบ		
22. นำความรู้มาใช้ในการดูแลรักษาและป้องกัน									
อันตรายของอวัยวะรับความรู้สึกต่าง ๆ									
		100	12(6)	12(6)	8(4)	12(6)	10(5)	6(3)	60(30)
	รวม		-	-	-	-	-	2(1)	2(1)

2.4 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เสนอให้กับอาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและนำคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปปรับปรุงแก้ไข

2.5 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยใช้การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด พิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมของ สถานการณ์ การใช้ภาษา เนื้อหา

2.6 เลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป ถือเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้อง แต่ถ้ามีค่าต่ำกว่า 0.50 ผู้วิจัยจะต้องดำเนินการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละข้อมีดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 (ภาคผนวก ข)

2.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 30 คน ที่ได้ผ่านการเรียน เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก มาแล้ว เพื่อนำข้อสอบมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความยากง่าย ( $P$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $B$ ) โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ถือเป็นข้อสอบที่ใช้ได้

2.8 คัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด จากผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก พบว่ามีค่าความยากง่าย 0.38-0.78 และค่าอำนาจจำแนก 0.20-0.38 (ภาคผนวก ข) แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ โดยใช้สูตรของ Lovett จากการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่ามีค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.87 (ภาคผนวก ข)

2.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 จำนวน 35 คน ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย

### 3. แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

#### 3.1 ศึกษาความหมายและแนวคิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3.2 ศึกษาหลักการและลักษณะของแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จากการศึกษาผู้วิจัยกำหนดกรอบเนื้อหาของแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วยกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 4 องค์ประกอบ ดังนี้ การทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุป

3.3 สร้างแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นแบบปรนัย มีจำนวน 40 ข้อ โดยใช้ข้อสอบจริง 20 ข้อ ที่เกี่ยวกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งประกอบด้วย การทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุป โดยมีสัดส่วนจำนวนข้อดังตารางที่ 3-3 และมีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูก 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบ 0 คะแนน

ตารางที่ 3-3 วิเคราะห์เนื้อหาตามกรอบที่กำหนด

องค์ประกอบกรคิดอย่างมีวิจารณญาณ	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)
1. การทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา	10 (5)
2. การรวบรวมข้อมูล	10 (5)
3. การวิเคราะห์ข้อมูล	10 (5)
4. การสรุป	10 (5)
รวม	40 (20)

3.4 นำแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เสนอให้กับอาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ ความถูกต้องและนำคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปปรับปรุงแก้ไข

3.5 นำแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยใช้การวิเคราะห์หาค่าดัชนี ความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พิจารณา ความถูกต้องและความเหมาะสมของ สถานการณ์ การใช้ภาษา เนื้อหา

3.6 เลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป ถือว่าเป็น แบบทดสอบที่มีความสอดคล้อง แต่ถ้ามีค่าต่ำกว่า 0.50 ผู้วิจัยจะต้องดำเนินการปรับปรุง ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่าแบบทดสอบการคิดอย่างมี วิจารณญาณในแต่ละข้อมีดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 (ภาคผนวก ข)

3.7 นำแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่ กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 จำนวน 40 คน แล้ววิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ( $P$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $B$ ) โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ถือว่าเป็นข้อสอบที่ใช้ได้

3.8 คัดเลือกข้อสอบจำนวน 20 ข้อ ที่มีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก

ตามเกณฑ์ที่กำหนด จากผลการวิเคราะห์แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พบว่ามีค่าความยากง่าย 0.24-0.66 และค่าอำนาจจำแนก 0.20-0.47 (ภาคผนวก ข) แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้งฉบับ หากความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตรของ Lovett จากการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณพบว่ามีค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ 0.75 (ภาคผนวก ข)

3.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 จำนวน 35 คน ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย

#### 4. แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้

4.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสังเกตการเรียนรู้

4.2 กำหนดขอบเขตการสังเกต ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยสามารถส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือการคิดอย่างมีวิจารณญาณหรือไม่ อย่างไร โดยพิจารณาจากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั้นของผู้วิจัยว่าเกิดปัญหาหรืออุปสรรคอย่างไร และมีแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขอย่างไร

4.3 สร้างแบบสังเกตการเรียนรู้

4.4 นำแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา

4.5 ปรับปรุงแก้ไข แบบสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

4.6 จัดทำแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้

#### 5. แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.1 ศึกษาเอกสารและกำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1-6 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.2 สร้างแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 28 ข้อ โดยสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด โดยมีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ดังตาราง 3-4 ที่วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูก 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบ 0 คะแนน



ตารางที่ 3-4 วิเคราะห์เนื้อหาตามกรอบที่กำหนด

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	น้ำหนัก(%)	จำนวนข้อสอบ						รวม (ข้อ)
			๑ข้อ	๒ข้อ	๓ข้อ	๔ข้อ	๕ข้อ	๖ข้อ	
1. การรับรู้และ การตอบสนอง	1. อธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการรับรู้ และตอบสนองของพารามีเซียม พลาเนเรีย แมลงและสัตว์มีกระดูกสันหลัง	10	1	1	-	-	-	-	2
			-	-	1	-	-	-	2
	2. อธิบายและเปรียบเทียบวิธีการรับรู้ และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวบาง ชนิดที่มีเส้นใยประสานงาน สัตว์ไม่มีกระดูก สันหลังบางชนิดที่มีร่างแหประสาทบางชนิดที่ มีปมประสาทและเส้นประสาท และสัตว์มี กระดูกสันหลังที่มีสมองและไขสันหลัง		-	1	-	1	-	-	2

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	น้ำหนัก (%)	จำนวนข้อสอบ						รวม (ข้อ)
			การจำแนก	การจำแนก	การจำแนก	การจำแนก	การจำแนก	การจำแนก	
2. เขตต้นประสาท	3. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ประสาท	10	1	-	-	-	-	-	1
	4. ระบุชนิดของเซลล์ประสาทและหน้าที่พร้อมยกตัวอย่าง		-	-	-	1	-	-	1
	5. อธิบายและอภิปรายการเกิดเชื้อหุ้มไมอีลินของเซลล์ประสาท		-	-	-	-	1	-	1
	6. ระบุบริเวณที่มีการถ่ายโอนกระแสประสาทหนึ่งไปยังเซลล์ประสาทอีกเซลล์หนึ่ง		-	1	-	-	-	-	1
3. การทำงานของ เซลล์ประสาท	7. สรุปข้อมูลการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท	20	-	1	-	-	-	-	1

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	น้ำหนัก(%)	จำนวนข้อสอบ						รวม (ข้อ)
			๕๕	๕๖	๕๗	๕๘	๕๙	๖๐	
	8. อธิบายและอภิปรายการเกิด และการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท		-	1	-	-	1	-	2
	9. อธิบายและอภิปรายถึงปัจจัยที่มีผลต่อ การเคลื่อนที่ของกระแสประสาท		-	-	-	1	-	-	1
4. ศูนย์ควบคุม ระบบ ประสาท	10. อธิบายและอภิปรายโครงสร้าง และหน้าที่ที่สำคัญของสมองส่วนต่าง ๆ	20	-	-	-	1	-	1	2
	11. อธิบายชนิดและหน้าที่ของเส้นประสาท สมอง		-	-	-	-	1	-	1
	12. อธิบายและอภิปรายโครงสร้าง และหน้าที่ของไขสันหลัง		-	-	-	-	1	-	1

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	น้ำหนัก(%)	จำนวนข้อสอบ					รวม (ข้อ)
			การเลือก	เติมคำตอบ	การเติมคำตอบ	แบบคู่ประเภท	การเติมคำตอบ	
5. การทำงาน ของระบบ ประสาท	13. อธิบายองค์ประกอบของระบบประสาท	20	1	-	-	-	-	1
	14. เปรียบเทียบการทำงานของระบบประสาท โสมติกและระบบประสาทอัตโนมัติ		-	1	-	-	-	2
	15. เปรียบเทียบการทำงานของระบบประสาท ซิมพาเทติกและระบบประสาทพาราซิมพาเทติก		-	1	-	-	-	3
6. อวัยวะรับ ความรู้สึก	16. อธิบายและอธิบายหน้าที่ของโครงสร้าง ภายนอกและ โครงสร้างภายในของนัยน์ตา	20						
	17. อธิบายการมองเห็นของวัตถุและสีของวัตถุ การทำงานของนัยน์ตา ในการแยกสีของวัตถุ และตำแหน่งของจุดบอดและตำแหน่งของ โฟเวีย		-	1	-	-	-	1

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	น้ำหนัก(%)	จำนวนข้อสอบ					รวม (ข้อ)
			การ จำ	การ เข้าใจ	การ ประยุกต์ ใช้	การ วิเคราะห์ และ ประเมิน	การ สร้างสรรค์	
18. อธิบายและอภิปรายเกี่ยวกับโครงสร้าง และการทำงานของหู			-	-	-	1	-	1
			-	-	1	-	-	1
19. อธิบายและอภิปรายถึงโครงสร้าง ที่ทำหน้าที่รับกลิ่นของจมูกและรับรส ตลอดจนบริเวณที่มีเซลล์รับรสต่าง ๆ บนลิ้น			-	-	-	-	-	-
			-	-	1	-	-	1
20. อธิบายและอภิปรายความสัมพันธ์ระหว่าง การได้รับกลิ่นกับการรับรสชาติรับประทาน อาหาร			-	-	-	-	-	-
			-	-	1	-	-	1
21. อธิบายและอภิปรายถึงชนิดของสิ่งเร้า ที่ผิวหนังรู้สึก และผิวหนังแต่ละบริเวณ มีปลายประสาทรับความรู้สึกได้ไม่เท่ากัน			-	-	-	1	-	1
			-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	น้ำหนัก(%)	จำนวนข้อสอบ					รวม (ข้อ)
			ข้อเลือก	ข้อคู่ประเภท	ข้อคู่ประเภท และข้อคู่ประเภท	แบบประเภท	การคิดวิเคราะห์	
22. นำความรู้มาใช้ในการดูแลรักษาและป้องกัน อันตรายของอวัยวะรับความรู้สึกต่างๆ								
		100	3	8	3	8	2	28
	รวม							

5.3 นำแบบทดสอบย่อยทำวงจรเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เสนอให้กับอาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและนำคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปปรับปรุงแก้ไข

5.4 นำแบบทดสอบย่อยทำวงจรเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยใช้การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมด้านความรู้ความคิด พิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมของ สถานการณ์ การใช้ภาษา เนื้อหา

5.5 เลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป ถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้อง แต่ถ้ามีค่าต่ำกว่า 0.50 ผู้วิจัยจะต้องดำเนินการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่าข้อสอบแต่ละข้อมีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 (ภาคผนวก ข)

5.6 นำแบบทดสอบย่อยทำวงจรเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 30 คน ที่ได้ผ่านการเรียน เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกมาแล้ว เพื่อนำข้อสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ( $P$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $B$ ) โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ถือว่าเป็นข้อสอบที่ใช้ได้

5.7 วิเคราะห์แบบทดสอบย่อยทำวงจรเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก พบว่ามีค่าความยากง่าย 0.47-0.77 และค่าอำนาจจำแนก 0.23-0.66 (ภาคผนวก ข) แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยทำวงจรเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ โดยใช้สูตรของ Lovett จากการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยทำวงจรเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่ามีค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.97 (ภาคผนวก ข)

5.8 จัดพิมพ์แบบทดสอบย่อยทำวงจรเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย

## 6. แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

6.1 สร้างแบบทดสอบย่อยทำวงจรเพื่อวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วงจรที่ 1-6 โดยประกอบด้วยกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 4 องค์ประกอบ ดังต่อไปนี้ คือ การทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุป โดยมีสัดส่วนดังตารางที่ 3-5 และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูก 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบเลย 0 คะแนน

ตารางที่ 3-5 วิเคราะห์เนื้อหาตามกรอบที่กำหนด

องค์ประกอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)
1. การทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา	4
2. การรวบรวมข้อมูล	4
3. การวิเคราะห์ข้อมูล	4
4. การสรุป	4
รวม	16

6.2 นำแบบทดสอบย่อยทำยวงจรเพื่อวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เสนอให้กับอาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและนำคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปปรับปรุงแก้ไข

6.3 นำแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ได้รับการปรับปรุง แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยใช้การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมของ สถานการณ์ การใช้ภาษา เนื้อหา

6.4 เลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป ถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้อง แต่ถ้ามีค่าต่ำกว่า 0.50 ผู้วิจัยจะต้องดำเนินการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่าข้อสอบแต่ละข้อมีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00

6.5 นำแบบทดสอบย่อยทำยวงจรเพื่อวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 จำนวน 40 คน แล้ววิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ( $P$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $B$ ) โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ถือว่าเป็นข้อสอบที่ใช้ได้

6.6 วิเคราะห์แบบทดสอบย่อยทำยวงจรเพื่อวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พบว่ามีค่าความยากง่าย 0.38-0.78 และค่าอำนาจจำแนก 0.23-0.36 (ภาคผนวก ข) แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้งฉบับ หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตรของ Lovett จากการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยทำยวงจรเพื่อวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณพบว่ามีค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ 0.78 (ภาคผนวก ข)



6.7 จัดพิมพ์แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 จำนวน 35 คน ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย

### วิธีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมรวมถึงแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และบทบาทของนักเรียน ภาระงานที่นักเรียนจะได้รับ
2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขแล้ว
3. ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ใช้เวลาสอนทั้งสิ้น 20 คาบเรียน โดยทำการทดสอบก่อนเรียน 1 คาบเรียน ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ 18 คาบเรียน และทดสอบหลังเรียน 1 คาบเรียน ดำเนินการสอนตามวงจร PAOR (3 ขั้นตอน) เป็นวงจรต่อเนื่องกัน 6 วงจร แต่ละวงจรจะใช้แผนการจัดการเรียนรู้ 1 แผนการจัดการเรียนรู้
4. รวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากทุกแผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วย บันทึกหลังการสอนของผู้วิจัย แบบสังเกตพฤติกรรม ใบงาน และแบบทดสอบย่อยท้ายวงจร ซึ่งอยู่ที่ท้ายแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์แล้ว ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องก่อนหน้า ไปใช้ในการวางแผนการปฏิบัติการสอนในวงจรต่อไป ในวงจรสุดท้ายจะมีการวิเคราะห์และสรุปผลการจัดการเรียนรู้
5. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามแผนแล้ว จะทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับกลุ่มเป้าหมาย
6. นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้ สถิติพื้นฐาน ขนาดของผล (Effect size) และสถิติเชิงบรรยาย เพื่อดูผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

2. วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้ สถิติพื้นฐาน ขนาดของผล (Effect size) และสถิติเชิงบรรยาย เพื่อดูผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

## สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

### 1. สถิติพื้นฐาน

1.1 การหาค่าเฉลี่ยของคะแนน ( $\bar{X}$ ) โดยใช้สูตร (สมโภชน์ อเนกสุข, 2550)

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

เมื่อ  $\mu$  แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน  
 $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด  
 $N$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย

1.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ ) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ  $\sigma$  แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน  
 $\sum X^2$  แทน ผลรวมกำลังสองของคะแนนแต่ละอัน  
 $(\sum X)^2$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง  
 $N$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

### 2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 การหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC)

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

เมื่อ	$IOC$	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาวิชา
	$N$	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 ขนาดของผล (Effect size) หาได้จากสูตร (Howell, 1999 อ้างถึงใน สม โภชน์  
อเนกสุข, 2550)

$$\gamma = \frac{\mu_0 - \mu_1}{\sigma}$$

เมื่อ	$\gamma$	แทน	ขนาดของผลที่เป็นค่าสัมบูรณ์ (Absolute value)
	$\mu_0 - \mu_1$	แทน	ค่าความแตกต่างค่าเฉลี่ยที่นำมาคำนวณ
	$\sigma$	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

สูตร การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยของประชากรทั้งสองกลุ่ม

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคม  
ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้  
ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยพิจารณาเทียบกับเกณฑ์  
ต่อไปนี้

ขนาดของผล	$\gamma$
ความแตกต่างน้อย	0.20
ความแตกต่างปานกลาง	0.50
ความแตกต่างมาก	0.80

(Creswell, 2005 อ้างถึงใน สม โภชน์ อเนกสุข, 2550)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sigma_0^2 + \sigma_1^2}{2}}$$

2.3 หาความยากง่าย ( $P$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $B$ ) และความเชื่อมั่น  
ของแบบทดสอบการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.3.1 การหาความยากง่ายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
และแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (สิน พันธุ์พินิจ, 2549)

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

เมื่อ $P$	แทน	ค่าความยากง่าย
$R$	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูก
$N$	แทน	จำนวนคนสอบทั้งหมด

2.3.2 การหาค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิด  
อย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้ B-Index ของ Brennan (1974 อ้างถึงใน ล้วน สายยศและ  
อังคณา สายยศ, 2543)

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2}$$

เมื่อ $B$	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
$N_1$	แทน	จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)
$N_2$	แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)
$U$	แทน	จำนวนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูก
$L$	แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูก

2.3.3 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ จากสูตรไบโนเมียล  
โดยใช้สูตรของ Lovett (1978, อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543)

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

เมื่อ $r_{cc}$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบของเกณฑ์
$x_i$	แทน	คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน
$k$	แทน	จำนวนข้อสอบทั้งหมด
$c$	แทน	จุดตัดหรือเกณฑ์คะแนน

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 ในรายวิชา ชีววิทยา เพิ่มเติม เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก โดยผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและทำการสรุปเป็น 4 ประเด็น ดังต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล
  1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้
  2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70
  3. ผลการเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้
  4. ผลการเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70
  5. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ วงจรที่ 1 ถึงวงจรที่ 6

### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

$\mu$	แทน	จำนวนประชากร
$\sigma$	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\gamma$	แทน	ค่าขนาดของผล

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในรายวิชาชีววิทยา เพิ่มเติม เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก โดยเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน						คะแนนหลังเรียน						รวม (30)	ร้อยละ
	(6) การจำ	(6) การเข้าใจ	(6) การประยุกต์ใช้	(5) การวิเคราะห์	(5) การประเมินค่า	(3) การคิดสร้างสรรค์	(6) การจำ	(6) การเข้าใจ	(6) การประยุกต์ใช้	(5) การวิเคราะห์	(5) การประเมินค่า	(3) การคิดสร้างสรรค์		
1	3	0	1	2	3	0	3	3	1	3	2	2	14	46.67
2	3	5	0	3	2	0	6	4	4	4	3	3	24	80.00
3	3	2	0	2	0	0	2	3	2	4	4	2	16	53.33
4	3	2	1	0	3	0	5	4	4	3	4	1	21	70.00
5	3	1	2	4	1	2	5	5	4	4	3	3	23	76.67
6	2	3	2	4	3	1	3	2	3	4	2	2	18	60.00
7	2	3	1	0	1	0	5	2	2	2	1	1	14	46.67
8	0	2	3	3	1	1	2	5	3	6	5	3	24	80.00
9	1	2	0	1	3	1	5	5	3	3	3	2	21	70.00
10	1	1	2	2	3	1	5	5	3	3	3	3	24	80.00

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน						คะแนนหลังเรียน						รวม (30)	ร้อยละ
	(6) การจำ	(6) การเข้าใจ	(6) การประยุกต์ใช้	(5) การคิดวิเคราะห์	(5) การประเมินค่า	(3) การคิดสร้างสรรค์	(6) การจำ	(6) การเข้าใจ	(6) การประยุกต์ใช้	(5) การคิดวิเคราะห์	(5) การประเมินค่า	(3) การคิดสร้างสรรค์		
11	3	3	2	2	2	1	6	4	3	6	5	2	26	86.67
12	2	3	2	1	2	2	4	4	2	2	5	3	20	66.67
13	1	1	0	0	4	1	4	3	3	3	2	1	16	53.33
14	3	1	2	1	3	1	6	3	3	5	5	3	25	83.33
15	0	2	2	4	1	0	5	6	3	3	3	2	22	73.33
16	3	1	2	0	2	2	6	6	4	5	3	3	27	90.00
17	1	1	1	1	3	1	4	5	1	3	3	3	19	63.33
18	3	3	1	4	1	2	5	6	3	3	3	1	21	70.00
19	1	1	2	1	5	1	5	4	2	4	4	3	22	73.33
20	2	4	2	3	3	3	5	6	3	3	3	3	23	76.67
21	3	2	0	2	3	0	5	5	3	4	2	2	21	70.00



ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

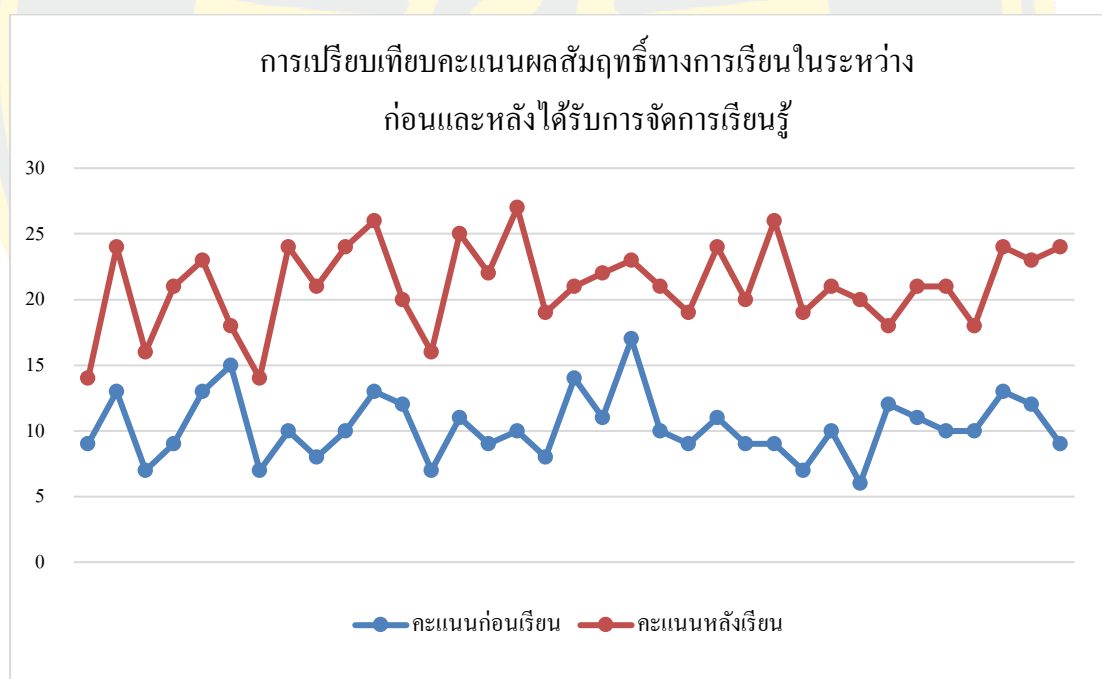
ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน						คะแนนหลังเรียน						รวม (30)	ร้อยละ		
	(6) ข้อใด	(6) ข้อใด	(6) ข้อใด	(5) ข้อใด	(5) ข้อใด	(3) ข้อใด	(6) ข้อใด	(6) ข้อใด	(6) ข้อใด	(9) ข้อใด	(5) ข้อใด	(5) ข้อใด			(5) ข้อใด	(3) ข้อใด
22	2	2	1	2	1	1	3	5	3	1	4	4	2	2	19	63.33
23	3	2	0	4	1	1	1	5	4	1	5	4	2	2	24	80.00
24	2	2	1	0	4	0	0	3	4	2	5	5	2	20	66.67	
25	1	1	0	3	1	3	6	4	6	4	4	4	3	26	86.67	
26	3	1	1	0	2	0	3	4	3	2	3	3	4	19	63.33	
27	0	4	2	0	2	2	5	6	5	2	4	4	3	21	70.00	
28	1	1	0	3	0	1	5	5	5	3	3	3	2	20	66.67	
29	3	1	2	2	3	1	4	5	4	2	2	2	3	18	60.00	
30	4	3	2	1	1	0	5	4	5	4	5	4	1	21	70.00	
31	1	2	2	1	1	3	4	4	4	2	4	4	3	21	70.00	

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน						คะแนนหลังเรียน						รวม (30)	ร้อยละ	
	(6) การจำ	(6) การเข้าใจ	(6) การประยุกต์ใช้	(5) การวิเคราะห์	(5) การประเมินค่า	(3) การสร้างสรรค์	(6) การจำ	(6) การเข้าใจ	(6) การประยุกต์ใช้	(5) การวิเคราะห์	(5) การประเมินค่า	(3) การสร้างสรรค์			รวม (30)
32	3	1	1	2	2	1	5	4	1	3	2	3	18	60.00	
33	1	4	0	5	2	1	6	6	4	5	2	1	24	80.00	
34	3	4	1	1	2	1	4	4	4	4	4	3	23	76.67	
35	3	2	2	0	1	1	5	6	3	4	3	3	24	80.00	
$\mu$	2.09	2.09	1.23	1.83	2.06	1.03	4.54	4.49	2.77	3.77	3.26	2.29	21.11	70.38	
$\sigma$	1.08	1.16	0.91	1.25	1.10	0.81	1.08	1.16	0.96	1.02	1.05	0.74	3.21		
	$\sigma$ ประชากร													2.85	
	$\gamma$													3.79	

จากตารางที่ 4-1 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $10.31 \pm 1.58$  คะแนน และมีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เท่ากับ  $21.11 \pm 3.21$  คะแนน เมื่อพิจารณาขนาดของผล (Effect size) จะมีค่าเท่ากับ  $3.79 \pm 2.85$  ซึ่งมากกว่า 0.80 จัดว่ามีขนาดของผล (Effect size) อยู่ในระดับมาก แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีคะแนนก่อนและหลังเรียนแตกต่างกัน

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังจากการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคล แสดงให้เห็นว่านักเรียนทั้งหมด 35 คน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนดังที่แสดงในภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์ขนาดของผล (Effect size) จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละด้าน

กระบวนการ	การจำ	การเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การคิดวิเคราะห์	การประเมินค่า	การคิดสร้างสรรค์
ขนาดของผล ( $\gamma$ )	2.28	2.08	1.69	1.56	1.09	1.55

จากตาราง 4-2 เมื่อวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละด้านพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 มีขนาดของผล (Effect size) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละด้านมากกว่า 0.80 จัดอยู่ในระดับมาก แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยระหว่างก่อนและหลังเรียนแตกต่างกันมาก โดยพบว่าในด้านการจำ (2.28) มีขนาดของผล (Effect size) สูงที่สุดและรองลงมา คือ การเข้าใจ (2.08) การประยุกต์ใช้ (1.69) การคิดวิเคราะห์ (1.56) การคิดสร้างสรรค์ (1.55) และการประเมิน (1.09) ตามลำดับ

**2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70**

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 ดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70

ลำดับที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน			
	คะแนนก่อนเรียน	ร้อยละ	คะแนนหลังเรียน	ร้อยละ
1	9	30.00	14	46.67
2	13	43.33	24	80.00
3	7	23.33	16	53.33
4	9	30.00	21	70.00
5	13	43.33	23	76.67
6	15	50.00	18	60.00
7	7	23.33	14	46.67
8	10	33.33	24	80.00
9	8	26.67	21	70.00
10	10	33.33	24	80.00
11	13	43.33	26	86.67
12	12	40.00	20	66.67
13	7	23.33	16	53.33
14	11	36.67	25	83.33
15	9	30.00	22	73.33
16	10	33.33	27	90.00
17	8	26.67	19	63.33
18	14	46.67	21	70.00
19	11	36.67	22	73.33
20	17	56.67	23	76.67

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน			
	คะแนนก่อนเรียน	ร้อยละ	คะแนนหลังเรียน	ร้อยละ
21	10	33.33	21	70.00
22	9	30.00	19	63.33
23	11	36.67	24	80.00
24	9	30.00	20	66.67
25	9	30.00	26	86.67
26	7	23.33	19	63.33
27	10	33.33	21	70.00
28	6	20.00	20	66.67
29	12	40.00	18	60.00
30	11	36.67	21	70.00
31	10	33.33	21	70.00
32	10	33.33	18	60.00
33	13	43.33	24	80.00
34	12	40.00	23	76.67
35	9	30.00	24	80.00
$\mu$	10.31	34.37	21.11	70.37
$\sigma$		1.58		3.21

จากตารางที่ 4-3 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนมีค่าเท่ากับร้อยละ  $34.47 \pm 1.58$  และมีค่าเฉลี่ยหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้เท่ากับร้อยละ  $70.37 \pm 3.21$  โดยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 เมื่อพิจารณาคะแนนของนักเรียนเป็นรายบุคคลพบว่า มีนักเรียนจำนวน 13 คน ที่มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 70

**3. ผลการเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้**

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยเปรียบเทียบคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 4-4



ตารางที่ 4-4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน					คะแนนหลังเรียน					รวม (20)	ร้อยละ
	การแก้ปัญหา (5)	การรวบรวม (5)	เชื่อมโยง (5)	การวิเคราะห์ (5)	การสรุป (5)	การทำความเข้าใจ (5)	การรวบรวม (5)	เชื่อมโยง (5)	การวิเคราะห์ (5)	การสรุป (5)		
1	5	3	3	2	2	4	4	4	2	4	14	70
2	4	1	4	2	2	4	5	4	4	2	15	75
3	3	4	1	0	0	4	3	3	3	5	15	75
4	3	4	1	3	3	4	5	3	2	2	14	70
5	3	4	2	3	3	3	5	4	3	3	15	75
6	4	5	0	3	3	4	5	4	3	3	16	80
7	3	5	3	2	2	4	3	3	2	2	12	60
8	2	2	4	3	3	3	3	2	3	3	11	55
9	3	3	2	4	4	3	2	5	3	3	13	65
10	3	4	3	4	4	3	4	3	4	4	14	70



ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน					คะแนนหลังเรียน					รวม (20)	ร้อยละ	
	จิตวิทยาชุมชน (5)	การวางแผน (5)	การรวบรวม (5)	ข้อมูล (5)	การวิเคราะห์ข้อมูล (5)	จิตวิทยาชุมชน (5)	การวางแผน (5)	การรวบรวม (5)	ข้อมูล (5)	การวิเคราะห์ข้อมูล (5)			
11	4	4	2	2	2	4	4	3	3	3	2	12	60
12	5	5	2	2	2	5	5	3	3	3	4	15	75
13	3	4	3	1	1	3	3	3	3	1	4	11	55
14	3	2	4	1	1	2	2	3	3	2	5	12	60
15	2	2	2	2	2	3	3	5	3	3	3	14	70
16	2	2	0	3	3	4	4	4	4	4	3	15	75
17	4	3	2	0	0	3	3	5	4	4	3	15	75
18	3	4	0	5	5	5	3	3	3	3	3	14	70
19	5	2	3	1	1	4	4	3	3	5	4	16	80
20	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	5	15	75

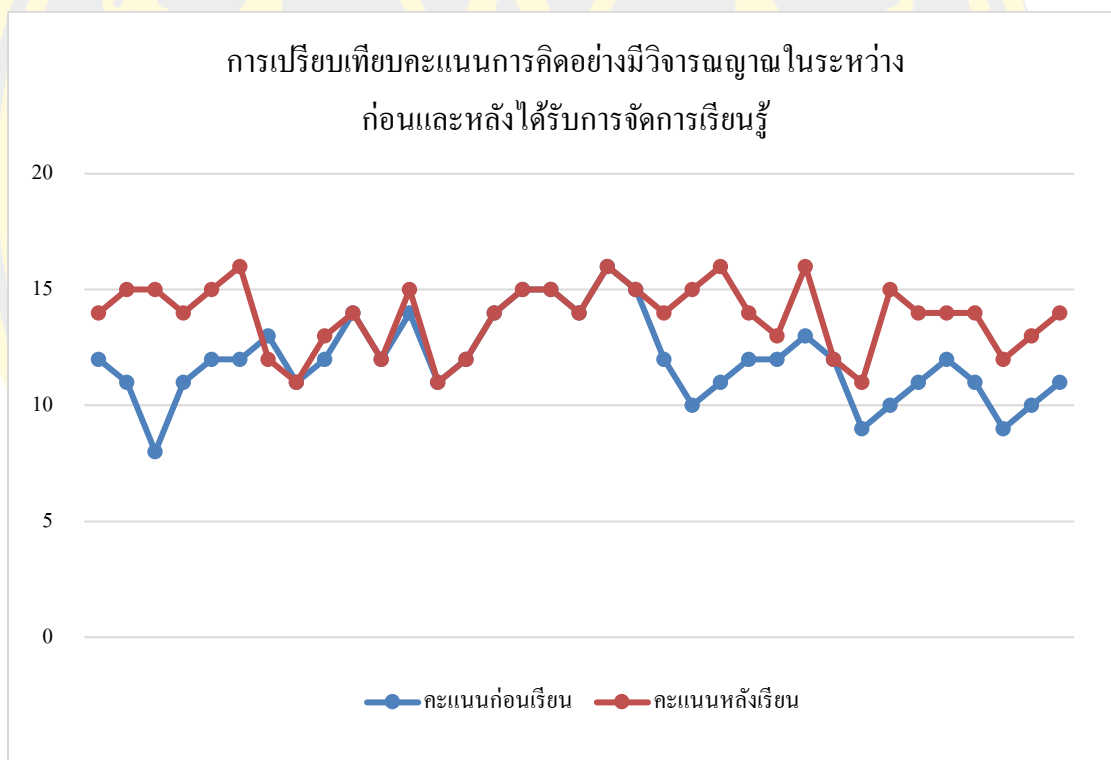
ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน					คะแนนหลังเรียน					รวม (20)	ร้อยละ
	การทำตามแบบ ฝึกปฏิบัติ (5)	การวางแผน (5)	การวิเคราะห์ข้อมูล (5)	การสรุป (5)	รวม (20)	การทำตามแบบ ฝึกปฏิบัติ (5)	การวางแผน (5)	การวิเคราะห์ข้อมูล (5)	การสรุป (5)	รวม (20)		
21	4	1	4	3	12	5	2	3	4	14	70	
22	4	1	2	3	10	4	5	3	3	15	75	
23	1	3	3	4	11	5	5	3	3	16	80	
24	5	3	1	3	12	5	4	2	3	14	70	
25	2	3	4	3	12	4	2	3	4	13	65	
26	4	3	3	3	13	3	4	4	5	16	80	
27	3	3	3	3	12	4	4	2	2	12	60	
28	1	2	4	2	9	4	1	2	4	11	55	
29	3	3	0	4	10	5	4	3	3	15	75	
30	5	2	4	0	11	4	5	2	3	14	70	

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน					คะแนนหลังเรียน				
	การทำความเข้าใจ (5)	การวางแผน (5)	การแก้ปัญหา (5)	การสรุป (5)	รวม (20)	การทำความเข้าใจ (5)	การวางแผน (5)	การแก้ปัญหา (5)	การสรุป (5)	รวม (20)
31	4	3	3	2	12	4	3	3	4	14
32	3	3	2	3	11	4	3	2	3	12
33	2	1	2	4	9	4	4	2	3	13
34	4	3	1	2	10	4	3	2	5	14
35	4	2	2	3	11	4	3	2	3	12
$\mu$	3.31	2.91	2.31	2.51	11.06	3.86	3.63	2.94	3.37	13.80
$\sigma$	0.91	1.08	1.09	1.05	1.58	0.72	1.04	0.92	0.90	1.41
	$\sigma$ ประสิทธิภาพ					1.50				
	$\gamma$					1.73				

จากตารางที่ 4-4 พบว่าคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณเฉลี่ยเท่ากับ  $11.06 \pm 1.58$  คะแนน โดยหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้จะมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $13.80 \pm 1.41$  คะแนน เมื่อพิจารณาขนาดของผล (Effect size) จะมีค่าเท่ากับ  $1.73 \pm 1.50$  ซึ่งมากกว่า 0.80 จัดอยู่ในระดับดีมาก แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยของการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้มีความแตกต่างกันมาก อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นรายบุคคล พบว่ามีนักเรียนที่ได้คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนเท่ากับหลังเรียนจำนวน 4 คน และได้คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนสูงกว่าหลังเรียน 1 คน ดังภาพที่ 4-2



ภาพที่ 4-2 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 4-5 ผลการวิเคราะห์ขนาดของผล (Effect size) จากการคิดอย่างมีวิจารณญาณในแต่ละด้าน

	การทำความเข้าใจกับ ประเด็นปัญหา	การรวบรวม ข้อมูล	การวิเคราะห์ ข้อมูล	การสรุป
ขนาดของผล ( $\gamma$ )	0.60	0.66	0.58	0.82

จากตารางที่ 4-5 พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 มีขนาดของผล (Effect size) ของการคิดอย่างมีวิจารณญาณในด้านการสรุป (0.82) มากกว่า 0.80 โดยจัดว่ามีขนาดของผล (Effect size) มากแสดงว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนและก่อนเรียนแตกต่างกันมาก ส่วนการคิดอย่างมีวิจารณญาณในด้านอื่น ได้แก่ การรวบรวมข้อมูล (0.66) การทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา (0.60) และการวิเคราะห์ข้อมูล (0.58) มีขนาดของผล (Effect size) อยู่ระหว่าง 0.50-0.80 โดยจัดว่ามีขนาดของผล (Effect size) อยู่ในระดับปานกลาง แสดงว่านักเรียนมีความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนอยู่ในระดับปานกลาง

#### 4. ผลการเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเปรียบเทียบคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 ดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 ผลการเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70

ลำดับที่	คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ			
	คะแนนก่อนเรียน	ร้อยละ	คะแนนหลังเรียน	ร้อยละ
1	12	60.00	14	70.00
2	11	55.00	15	75.00
3	8	40.00	15	75.00
4	11	55.00	14	70.00
5	12	60.00	15	75.00
6	12	60.00	16	80.00
7	13	65.00	12	60.00
8	11	55.00	11	55.00
9	12	60.00	13	65.00
10	14	70.00	14	70.00
11	12	60.00	12	60.00
12	14	70.00	15	75.00
13	11	55.00	11	55.00
14	12	60.00	12	60.00
15	14	70.00	14	70.00
16	15	75.00	15	75.00
17	15	75.00	15	75.00
18	14	70.00	14	70.00
19	16	80.00	16	80.00
20	15	75.00	15	75.00

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ			
	คะแนนก่อนเรียน	ร้อยละ	คะแนนหลังเรียน	ร้อยละ
21	12	60.00	14	70.00
22	10	50.00	15	75.00
23	11	55.00	16	80.00
24	12	60.00	14	70.00
25	12	60.00	13	65.00
26	13	65.00	16	80.00
27	12	60.00	12	60.00
28	9	45.00	11	55.00
29	10	50.00	15	75.00
30	11	55.00	14	70.00
31	12	60.00	14	70.00
32	11	55.00	14	70.00
33	9	45.00	12	60.00
34	10	50.00	13	65.00
35	11	55.00	14	70.00
$\mu$	11.06	55.30	13.80	69.00
$\sigma$	1.58		1.41	

จากตารางที่ 4-6 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลัง การได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ พบว่าค่าเฉลี่ยของ คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนมีค่าเท่ากับร้อยละ  $55.30 \pm 1.58$  และมีค่าเฉลี่ยหลังจาก การจัดการเรียนรู้เท่ากับร้อยละ  $69.00 \pm 1.41$  โดยต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 เมื่อพิจารณา คะแนนของนักเรียนเป็นรายบุคคลพบว่ามึนักเรียนจำนวน 11 คน ที่มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 70

## 5. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ วงจรที่ 1 ถึงวงจรที่ 6

ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับสัมผัส ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้จำนวนทั้งหมด 6 วงจร ดังต่อไปนี้

วงจรที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง

วงจรที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เซลล์ประสาท

วงจรที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การทำงานของเซลล์ประสาท

วงจรที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ศูนย์ควบคุมระบบประสาท

วงจรที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การทำงานของระบบประสาท

วงจรที่ 6 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง อวัยวะรับความรู้สึก

ในแต่ละวงจรจะมีการดำเนิน 3 ขั้นตอน (PAOR) โดยประกอบด้วย ขั้นตอนที่ 1 การวางแผน (Plan) ขั้นตอนที่ 2 การปฏิบัติและการสังเกต (Action and observe) ขั้นตอนที่ 3 สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

**วงจรที่ 1** ผู้วิจัยดำเนินการสอนโดยใช้แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการรับรู้และการตอบสนอง โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการดังต่อไปนี้

### 1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ โดยปรับเปลี่ยนวิธีการนำเสนอประเด็นข่าวจากคลิปวิดีโอเป็นเนื้อหาข่าวพร้อมข้อความข่าวสั้น ๆ เพื่อลดระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้

### 2. ขั้นการปฏิบัติและการสังเกต (Action and observe)

ผู้วิจัยดำเนินการดำเนินการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ตามแผนที่ 1 โดยนำเสนอประเด็นจากการให้นักเรียนได้วิเคราะห์ข่าว “คุณตาวัย 74 ป่วยติดเตียง ตกใจสุดขีดลูกวิ่งหนีไฟไหม้บ้าน” จากนั้นครูจึงตั้งคำถามต่อประเด็นดังกล่าวโดยใช้คำถามดังต่อไปนี้ “นักเรียนคิดว่าเป็นไปได้หรือไม่เพราะเหตุใด” หลังจากนั้นให้นักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านเว็บไซต์ padlet



เพื่อให้นักเรียนได้เห็นคำตอบของตัวเองและเพื่อนร่วมชั้นเรียน นักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่าเป็นไปได้ ในจำนวนนักเรียนที่ตอบว่าเป็นไปได้พบว่ามึ้นักเรียนส่วนน้อยที่สามารถให้เหตุผลได้ถูกต้องและเหมาะสม นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่ให้เหตุผลประกอบหรือให้เหตุผลโดยใช้สัญชาตญาณในการตอบ เช่น เป็นไปได้ เพราะเขาไม่อยากจะตาย เป็นไปได้ เพราะไม่มีใครอยากจะตาย เป็นต้น หลังจากที่นักเรียนตอบคำถามผู้วิจัยจึงให้ความรู้เพิ่มเติมว่าเหตุการณ์ดังกล่าวเป็นการตอบสนองของสัตว์เป็นการทำงานร่วมกันของระบบประสาทและระบบต่อมไร้ท่อทำหน้าที่ผลิตฮอร์โมน ซึ่งในสัตว์แต่ละชนิดจะมีการรับรู้และการตอบสนองที่แตกต่างกัน หลังจากนั้นครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกัน ไปศึกษาการตอบสนองสิ่งมีชีวิตที่ครูกำหนดให้และแข่งกันตอบคำถามโดยใช้ kahoot หลังจากการแข่งขันการตอบคำถามพบว่ามึ้นักเรียนที่สามารถตอบคำถามได้ถูกต้องเกินร้อยละ 80 ในทุกข้อ หลังจากจบกิจกรรมการเล่นเกมครูกล่าวชื่นชมพร้อมกับมอบของรางวัลให้กับกลุ่มที่ชนะ หลังจากนั้นครูจะใช้คำถามเพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียน ยกตัวอย่างเช่น

ครู : นักเรียนคิดว่าถ้าใช้เข็มเย็บที่บริเวณลำตัวของไฮดราและปลานาเรียจะมีการตอบสนองเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่

นักเรียน 1 : เหมือนกัน

นักเรียน 2 : ไม่เหมือนกัน

ครู: เพราะเหตุใด

นักเรียน: .....

ผู้วิจัยวาดรูปและอธิบายเพิ่มเติมว่าไฮดรามีระบบประสาทแบบร่างแหเชื่อมโยงกันคล้ายกับเส้นใยแมงมุม เช่น ถ้าหากเราเอามือไปแตะใยแมงมุมใยแมงมุมจะมีการสั่นสะเทือนทุกเส้นใยคล้ายกับการตอบสนองของไฮดราที่มีเซลล์ประสาทอยู่ทั่วทั้งลำตัว จึงมีการตอบสนองทั้งตัว แตกต่างจากปลานาเรียที่มีปมประสาท ซึ่งเป็นการเอาตัวของตัวเซลล์ประสาทมารวมกัน ดังนั้นเมื่อมีการสัมผัสจะมีการส่งกระแสประสาทไปที่ปมประสาทแล้วจึงส่งมาที่บริเวณที่ถูกกระตุ้น หลังจากนั้นครูจึงตั้งคำถามต่อว่า

ครู : ถ้าหากว่าครูต้องการศึกษาเส้นประสาทของไส้เดือนดินนักเรียนคิดว่าจะจับไส้เดือนมาผ่าที่ด้านท้องหรือด้านหลังจึงจะสามารถศึกษาเส้นประสาทของไส้เดือนดินได้ง่ายกว่ากัน

นักเรียน : ด้านท้อง

ครู : เพราะเหตุใด

นักเรียน : เพราะไส้เดือนมีเส้นประสาทอยู่ด้านท้อง

ครู : ให้นักเรียนลองเรียงลำดับการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตต่อไปนี้ คือ แมลง  
ปลานาเรีย และ ไส้เดือน

จากการสังเกตพบว่านักเรียนบางส่วนตอบว่าไส้เดือน ครูจึงแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนด้วยการอธิบายเพิ่มเติมว่าแมลงมีปมประสาทอยู่ตามลำตัวดังนั้น เมื่อมีการกระตุ้นจะมีการส่งกระแสประสาทไปยังปมประสาทที่ใกล้ที่สุดและจะมีการส่งกระแสประสาทกลับมาเพื่อตอบสนอง ส่วนปลานาเรียจะมีปมประสาทอยู่ที่บริเวณหัว ดังนั้นจึงมีการส่งกระแสประสาทไปที่ปมประสาทบริเวณหัวและส่งกระแสประสาทกลับมาที่บริเวณสมอง ส่วนไส้เดือนมีเซลล์ประสาทกระจายอยู่ทั่วลำตัวทำให้มีการตอบสนองแบบไม่มีทิศทาง ครูจึงใช้คำถามเดิมเพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนสามารถตอบได้ถูกต้อง หลังจากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับข่าวที่ครูเกริ่นให้พร้อมทั้งเนื้อหาข่าวทั้งหมดและเปรียบเทียบกับข่าวผู้ป่วยติดเชื้อถูกสะกัดไฟกระเด็นติดผ้าห่มเสียชีวิต

ครู : นักเรียนคิดว่าข่าวทั้ง 2 ข่าวนี้แตกต่างกันอย่างไร

นักเรียน : เหตุการณ์แรกผู้ป่วยยังพอช่วยเหลือตัวเองได้ ส่วนเหตุการณ์ที่สองเป็นอัมพาตครึ่งซีก ร่างกายเลยไม่สามารถตอบสนองเพื่อเอาชีวิตรอดได้ เซลล์ประสาทไม่สามารถใช้งานได้

ครู : เก่งมาก หลังจากอ่านข่าวทั้งหมดนักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับข่าวแรก

นักเรียน : เป็นหัวข้อข่าวที่มีประโยชน์จากเหตุการณ์ทั้ง 2 เหตุการณ์ ทำให้เห็นความแตกต่างชัดเจน เอาไปศึกษาความเป็นไปได้ของการทำงานของระบบต่าง ๆ

ครู : จากข่าวแรกนักเรียนจะเห็นได้ว่าการขาดหัวข่าวทำให้เกิดความสับสน ถ้าหากนักเรียนลองอ่านข่าวทั้งหมด กับหัวข้อข่าวนักเรียนจะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างกัน ซึ่งเนื้อหาในข่าวบอกว่าชายหรือคุณตาสามารถลุกขึ้นได้บ้าง แต่ในขาดหัวข่าวบอกว่าคุณตาเป็นอัมพาต ดังนั้นเวลาอ่านข่าวเราจึงควรอ่านเนื้อหาข่าวทั้งหมดไม่ควรตัดลีนจากขาดหัวข่าวอย่างเดียว จากสถานการณ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถที่จะทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหาและรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาแยกแยะความเหมือนและความแตกต่างของข้อมูลได้ แต่ในด้านการวิเคราะห์และการสรุปข้อมูลที่เกิดขึ้น พบว่านักเรียนอาจจะยังไม่สามารถวิเคราะห์และสรุปข้อมูลได้ตามความคาดหมาย

ของผู้วิจัย ซึ่งอาจจะเกิดจากการที่ผู้วิจัยใช้เวลาในการวิเคราะห์ข่าวทั้ง 2 ข่าวไม่มากพอหรืออาจจะเกิดจากการที่ผู้วิจัยใช้คำถามที่กว้างเกินไปทำให้นักเรียนเกิดความสับสนและตอบไม่ตรงคำถาม ทั้งนี้อาจจะเกิดจากการที่นักเรียนยังไม่เคยได้รับการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาก่อน

ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยท้ายวงจร โดยทำการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ได้ผลดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วงจรที่ 1

ลำดับที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1			
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	
	คะแนน (4)	ร้อยละ	คะแนน (4)	ร้อยละ
1	3	75	3	75
2	2	50	4	100
3	2	50	2	50
4	4	100	2	50
5	4	100	3	75
6	2	50	4	100
7	4	100	1	25
8	3	75	3	75
9	2	50	2	50
10	4	100	4	100
11	4	100	4	100
12	3	75	4	100
13	3	75	4	100
14	3	75	4	100
15	4	100	3	75
16	4	100	2	50
17	3	75	4	100

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1			
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	
	คะแนน (4)	ร้อยละ	คะแนน (4)	ร้อยละ
18	4	100	3	75
19	2	50	3	75
20	4	100	2	50
21	4	100	2	50
22	4	100	2	50
23	4	100	3	75
24	4	100	4	100
25	3	75	4	100
26	4	100	2	50
27	4	100	3	75
28	4	100	2	50
29	4	100	3	75
30	4	100	2	50
31	4	100	3	75
32	4	100	3	75
33	3	75	3	75
34	4	100	4	100
35	4	100	4	100
$\mu$	3.49	87.14	3.00	75.00
$\sigma$	0.73		0.86	

จากผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ  $3.49 \pm 0.73$  คะแนน แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาบทเรียน เนื่องจากในระหว่างการจัดกิจกรรมนักเรียนได้ถูกกระตุ้นจากการแข่งขันและการใช้คำถามที่เน้น

การคิดวิเคราะห์เพิ่มเติมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนมากขึ้น รวมถึงนักเรียนมีความกระตือรือร้นในการแข่งขันทำให้มีบรรยากาศในการเรียนดี จากการสอบถามนักเรียนเพิ่มเติมพบว่าบทเรียนก่อนหน้ามีเนื้อหาที่เชื่อมโยงกันทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาของบทเรียนได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้นักเรียนยังได้ทดลองทำข้อสอบโดยใช้ kahoot ซึ่งเป็นเสมือนการทบทวนเนื้อหาของบทเรียนซึ่งมีส่วนทำให้นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ในส่วนของผลคะแนนเฉลี่ยการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีค่าเท่ากับ  $3.00 \pm 0.86$  คะแนน พบว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในเกณฑ์ที่ดี เนื่องจากสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นเป็นสถานการณ์ที่พบในชีวิตประจำวันของนักเรียน สถานการณ์ไม่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มากนักจึงทำให้นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยของการคิดอย่างมีวิจารณญาณดี จากการสอบถามนักเรียนเพิ่มเติมพบว่าสถานการณ์ที่กำหนดเป็นสถานการณ์ที่ไม่ยากและสามารถเข้าใจง่ายและจำนวนข้อสอบไม่มากเกินไป จึงส่งผลทำให้นักเรียนสามารถทำคะแนนได้สูง

### 3. สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

หลังจากการปฏิบัติกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การตอบสนองของสิ่งมีชีวิต พบว่านักเรียนมีความตั้งใจและให้ความร่วมมือในการปฏิบัติกิจกรรมทำให้การดำเนินกิจกรรมเป็นไปได้อย่างราบรื่น นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นและเนื้อหาบทเรียนที่ผู้วิจัยนำเสนอ อย่างไรก็ตามจากการสังเกตการแสดงความคิดเห็นของนักเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีการตอบคำถามโดยใช้สัญชาตญาณมากกว่าการตอบคำถามบนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนสามารถจับประเด็นข่าวและแยกความเหมือนและความแตกต่างของประเด็นข่าวได้ดี แต่ยังคงขาดการวิเคราะห์ข้อมูลและการสรุป โดยสาเหตุอาจจะเกิดจากการสื่อสารที่คลาดเคลื่อนและความเข้าใจที่ไม่ตรงกันระหว่างผู้วิจัยกับตัวนักเรียน

แนวทางในการปรับแผนในวงจรต่อไป

1. ผู้วิจัยควรปรับปรุงการถามคำถามและคำถามที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนตอบได้ตรงประเด็นมากขึ้น
2. ผู้วิจัยควรเผื่อเวลาเพื่อให้นักเรียนเชื่อมต่อกับสัญญาณอินเทอร์เน็ตและควรวางแผนสำรองสำหรับนักเรียนที่เกิดปัญหาเกี่ยวกับอุปกรณ์สื่อสาร เช่น แบตหมด ลืมเอาโทรศัพท์มือถือมา
3. ผู้วิจัยควรกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและการตอบคำถาม

4. ผู้วิจัยควรปรับปรุงวิธีการทำแบบทดสอบย่อยท้ายวงจร โดยเปลี่ยนจากการฉายบนจอโปรเจกเตอร์เป็นการใช้กระดาษทดสอบ

**วงจรที่ 2** ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เซลล์ประสาท โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการดังต่อไปนี้

### 1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เซลล์ประสาท ในวงจรที่ 2 ตามแนวทางที่ได้จากแผนการจัดการเรียนในวงจรที่ 1

### 2. ขั้นการปฏิบัติและการสังเกต (Action and observe)

ผู้วิจัยนำเสนอประเด็นข่าวจากคลิปวิดีโอ “วิจัยเผยหนูรู้สึกจี้จี้ไม่ต่างจากคน” หลังจากที่นักเรียนได้รับชมคลิปวิดีโอครูจึงให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน ครูใช้คำถามเพื่อสร้างความเข้าใจให้กับนักเรียนว่าการหัวเราะของหนูเป็นการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต โดยสิ่งมีชีวิตจะมีองค์ประกอบที่สำคัญที่ใช้ในการส่งสัญญาณนั่นก็คือ “เซลล์ประสาท” หลังจากนั้นครูจึงใช้ภาพสองภาพโดยภาพหนึ่งเป็นภาพเซลล์ประสาทและอีกภาพหนึ่งเป็นภาพเซลล์ทั่วไปเพื่อให้นักเรียนได้สังเกตความแตกต่างจากภาพทั้ง 2 ภาพ หลังจากนั้นนักเรียนสังเกตความแตกต่างครูจึงสุ่มนักเรียนออกมาหนึ่งคนเพื่อตอบคำถาม

ครู : นักเรียนคิดว่าภาพใดเป็นภาพของเซลล์ประสาท

นักเรียน : ภาพที่ 2

ครู : เพราะเหตุใด

นักเรียน : เพราะสีแตกต่างกัน

ครู : เซลล์ทั้ง 2 เซลล์ ใช้สีย้อมที่ต่างกันทำให้มีสีที่ต่างกัน นักเรียนคิดว่าเซลล์ทั้ง

2 มีลักษณะแตกต่างกันหรือไม่

นักเรียน : แตกต่างกัน

ครู : แตกต่างกันอย่างไร

นักเรียน : มีการแตกแขนง

ครู : การแตกแขนงที่นักเรียนพูดถึงเป็นลักษณะที่สำคัญของเซลล์ประสาทและเส้นใยที่แตกแขนงออกไปมีชื่อเรียกเฉพาะ

หลังจากนั้นครูจะมีภาพของเซลล์ประสาทโดยที่ไม่ระบุองค์ประกอบ เพื่อให้ให้นักเรียนร่วมกันศึกษาค้นคว้าองค์ประกอบของเซลล์ประสาท หลังจากนั้นครูเชื่อมโยงเนื้อหาของบทเรียนกับโฆษณาณมผงเด็ก

ครู : นักเรียนเคยได้ยินคำว่าสฟิงไมอีลินหรือไม่

นักเรียน : เคย

ครู : นักเรียนบอกครูได้ไหมว่าสฟิงโกไมอีลินมีประโยชน์อย่างไร

นักเรียน : ทำให้ส่งกระแสประสาทได้เร็วขึ้น

ครู : สฟิงโกไมอีลินจะช่วยสร้างเยื่อไมอีลินทำให้การส่งกระแสประสาทเกิดได้ดีขึ้น ถ้ามีเด็กสองคน คนหนึ่งได้รับนมผงที่มีสฟิงโกไมอีลินและนมผงที่ไม่มีสฟิงโกไมอีลิน นักเรียนคิดว่าเด็กทั้งสองคนมีพัฒนาการเหมือนกันหรือไม่

นักเรียน : ไม่เหมือนกัน เด็กคนที่ได้รับสฟิงโกไมอีลินจะฉลาดกว่า

ครู : นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าเด็กดื่มนมที่มีสฟิงโกไมอีลินจะฉลาด

นักเรียน : เพราะมีเยื่อไมอีลิน

ครู : สฟิงโกไมอีลินเป็นสารสำคัญที่ช่วยในการสร้างเยื่อไมอีลินทำให้ส่งกระแสประสาทได้ดีขึ้น ดังนั้นถ้าในอนาคตนักเรียนมีลูกนักเรียนจะให้ลูกนักเรียนดื่มนมผงธรรมดาหรือดื่มนมผงที่มีสฟิงโกไมอีลิน

นักเรียน : ดื่มนมที่มีสฟิงโกไมอีลิน

จากสถานการณ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการพัฒนาในด้านการทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา การรวบรวมข้อมูล และการสรุปหรือการตัดสินใจ แต่นักเรียนยังคงมีปัญหาด้านการวิเคราะห์ข้อมูล เห็นได้จากที่นักเรียนตอบคำถามว่า เด็กที่ดื่มนมที่มีสฟิงโกไมอีลินจะมีความฉลาดมากกว่าเพราะมีเยื่อไมอีลิน จากการตอบคำถามนักเรียนแสดงให้เห็นว่ายังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเนื้อหาของบทความ โดยเนื้อหาของบทความที่ครูเตรียมให้จะมีเนื้อหาเกี่ยวกับความสำคัญของสฟิงโกไมอีลิน คือ สารสำคัญที่ช่วยในการสร้างเยื่อไมอีลินช่วยให้เกิดการส่งกระแสประสาทได้รวดเร็วมากขึ้น ดังนั้นจึงส่งผลต่อพัฒนาการของเด็ก

หลังจากจบกิจกรรมครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 2 ซึ่งประกอบด้วย  
แบบทดสอบย่อยการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแบบทดสอบย่อยการคิดอย่างมีวิจารณญาณ  
ดังตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ  
วงจรที่ 2

ลำดับที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 2			
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	
	คะแนน (4)	ร้อยละ	คะแนน (4)	ร้อยละ
1	2	50	4	100
2	3	75	3	75
3	2	50	2	50
4	4	100	4	100
5	4	100	2	50
6	3	75	3	75
7	4	100	4	100
8	4	100	4	100
9	3	75	3	75
10	2	50	4	100
11	4	100	4	100
12	4	100	4	100
13	4	100	4	100
14	4	100	4	100
15	4	100	2	50
16	4	100	3	75
17	3	75	2	50
18	4	100	2	50
19	3	75	3	75



ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 2			
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	
	คะแนน (4)	ร้อยละ	คะแนน (4)	ร้อยละ
20	4	100	4	100
21	4	100	4	100
22	4	100	4	100
23	4	100	4	100
24	4	100	4	100
25	4	100	3	75
26	4	100	3	75
27	4	100	3	75
28	3	75	3	75
29	4	100	3	75
30	4	100	4	100
31	4	100	2	50
32	4	100	2	50
33	4	100	3	75
34	3	75	3	75
35	4	100	3	75
$\mu$	3.63	90.71	3.23	75
$\sigma$	0.64		0.76	

จากผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 2 แสดงให้เห็นว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวงจรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $3.63 \pm 0.64$  ซึ่งมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยสูงกว่าวงจรที่ 1 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $3.49 \pm 0.73$  คะแนน จากการสอบถามนักเรียนเพิ่มเติมพบว่าเนื้อหาที่เรียนไม่ยากเกินไป สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย จึงทำให้นักเรียนได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนรู้ ในส่วนของคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ  $3.23 \pm 0.76$  คะแนน โดยคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนมีคะแนนสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวงจรที่ 1 จากคะแนนเฉลี่ยการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สูงขึ้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนเริ่มมีความเข้าใจและคุ้นเคยกับการทำแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงทำให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยที่สูงขึ้น

### 3. สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

หลังจากปฏิบัติตามแผนการจัดการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพที่ 2 เรื่อง การทำงานของเซลล์ประสาท พบว่าการนำเสนอประเด็นในรูปแบบของคลิปวิดีโอไม่ควรยาวเกินไปเพราะทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายและทำให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมของนักเรียนลดลง ภาพที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนควรมีความหลากหลายและแตกต่างจากในหนังสือ เพราะทำให้นักเรียนสามารถสืบค้นได้ง่าย จากการสังเกตการตอบคำถามของนักเรียนพบว่านักเรียนยังไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ เนื่องจากเนื้อหาของบทความอาจจะยาวเกินไปหรือคำศัพท์ที่มีความใกล้เคียงกันทำให้นักเรียนเกิดความสับสน

แนวทางในการปรับแผนในวงจรต่อไป

1. ผู้วิจัยควรปรับปรุงรูปภาพที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูลให้มีความหลากหลายเพื่อเพิ่มความท้าทายกับนักเรียน
2. ผู้วิจัยควรปรับปรุงรูปแบบหรือแนวทางในการนำเสนอประเด็นปัญหาให้มีความหลากหลาย สั้นและกระชับมากขึ้น
3. ผู้วิจัยควรเพิ่มเวลาเพื่อให้นักเรียนได้อ่านและวิเคราะห์บทความมากขึ้น

### วงจรที่ 3

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพที่ 3 เรื่อง การทำงานของเซลล์ประสาท โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการดังต่อไปนี้

#### 1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพที่ 3 เรื่อง การทำงานของเซลล์ประสาท ในวงจรที่ 3 ตามแนวทางที่ได้จากแผนการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพที่ 2

## 2. ขั้นการปฏิบัติและการสังเกต (Action and observe)

ผู้วิจัยนำเสนอประเด็นข่าวที่เคยเกิดขึ้นกับเด็กคนหนึ่งที่ถูกคุณหมอดอนฟันทั้งหมด 20 ซี่ เพื่อเชื่อมโยงสถานการณ์ที่นักเรียนเคยไปถอนฟัน ในขณะที่มีการถอนฟันจะมีการฉีดยาชาเพื่อระงับความเจ็บปวด การที่เราไม่รู้สึเจ็บปวดหลังจากการฉีดยาชาเกิดจากการกระแสประสาทถูกยับยั้ง หลังจากนั้นผู้วิจัยจะมีการจัดกิจกรรมเพื่อให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการส่งกระแสประสาท และใช้คำถามเพื่อเป็นการทบทวนความรู้และทดสอบความเข้าใจของนักเรียน

ครู : นักเรียนคิดว่าพืชมีระบบประสาทหรือไม่

นักเรียน : ไม่มี

ครู : เพราะเหตุใด

นักเรียน : .....

ครู : ในพืชไม่มีเซลล์ประสาทเหมือนกับในสัตว์ ดังนั้นจึงไม่มีระบบประสาท

หลังจากนั้นมีนักเรียนคนหนึ่งยกมือถามคำถามต่อไปนี้

นักเรียน 1 : แล้วการหุบของไมยราพล่ะครับ

ครู : เป็นคำถามที่ดีมาก ในไมยราพจะมีการตอบสนองกับสิ่งแวดล้อมเหมือนกันแต่ไม่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท การหุบใบของไมยราพเกิดการออสโมซิสของน้ำจากกระเปาะที่ชื่อว่า pulvinus ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนในเรื่องการตอบสนองของพืชต่อไป

จากคำถามของนักเรียนแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสนใจและเข้าใจบทเรียน โดยนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เข้าสู่เหตุการณ์ที่เคยพบเห็นในชีวิตประจำวันหรือสถานการณ์ที่นักเรียนเคยพบเจอได้ แต่นักเรียนอาจจะยังไม่มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเนื้อหาในบทเรียน เรื่องการตอบสนองของพืช ทำให้มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน หลังจากจบกิจกรรมผู้วิจัยจึงให้นักเรียนได้อ่านบทความเกี่ยวกับชาวบ้านรับประทานหน่อไม้ที่มีสารพิษจากเชื้อ *Clostridium botulinum*

จากนั้นครูจึงให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 3 ประกอบด้วย แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรเพื่อใช้ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จากผลการทดสอบได้ผลดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ  
 วงจรที่ 3

ลำดับที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 3			
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	
	คะแนน (4)	ร้อยละ	คะแนน (4)	ร้อยละ
1	3	75	3	75
2	3	75	2	75
3	2	50	2	50
4	2	50	3	50
5	3	75	4	75
6	2	50	4	50
7	3	75	4	75
8	3	75	3	75
9	2	50	2	50
10	3	75	2	75
11	4	100	4	100
12	4	100	3	100
13	4	100	2	100
14	4	100	1	100
15	4	100	4	100
16	4	100	3	100
17	4	100	4	100
18	3	75	4	75
19	4	100	3	100
20	4	100	4	100
21	4	100	4	100
22	4	100	4	100
23	4	100	4	100

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 3			
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	
	คะแนน (4)	ร้อยละ	คะแนน (4)	ร้อยละ
24	2	50	4	50
25	4	75	4	75
26	4	75	3	75
27	4	50	2	50
28	4	100	3	100
29	4	100	4	100
30	4	100	2	100
31	4	100	3	100
32	4	100	4	100
33	4	100	3	100
34	2	50	3	50
35	3	75	2	75
$\mu_w$	3.43	85.71	3.14	78.51
$\sigma_x$	0.77		0.87	

จากผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 3 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าเท่ากับ  $3.43 \pm 0.77$  คะแนน ซึ่งมีคะแนนลดลงจากวงจรที่ 2 จากการสอบถามนักเรียนพบว่าเนื้อหาของบทเรียนยากขึ้นและคำศัพท์ในบทเรียนเป็นคำศัพท์ใหม่ทำให้นักเรียนเกิดความสับสนและยังไม่สามารถจำคำศัพท์ได้ ในส่วนของคะแนนเฉลี่ยของการคิดอย่างมีวิจารณญาณพบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $3.14 \pm 0.87$  คะแนน ซึ่งคะแนนเฉลี่ยการคิดอย่างมีวิจารณญาณในวงจรที่ 3 น้อยกว่าในวงจรที่ 2 เล็กน้อย

### 3. สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

หลังจากปฏิบัติตามแผนการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การทำงานของเซลล์ประสาท พบว่าเนื้อหาบทเรียนค่อนข้างมากทำให้นักเรียนเกิดความสับสนและนักเรียนมีปัญหาด้านการท่องจำคำศัพท์ เนื่องจากเป็นคำศัพท์ที่ใหม่ เนื้อหาในบทเรียนเป็นเนื้อหาที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อนและเป็นเนื้อหาบทเรียนที่ค่อนข้างยากและซับซ้อน ทำให้ใช้เวลาค่อนข้างมากในการทบทวนและอธิบายเนื้อหาของบทเรียนเพิ่มเติม ส่งผลต่อระยะเวลาในการอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นข่าว นอกจากนี้ยังพบว่าเนื้อหาในบทเรียนเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยากทำให้นักเรียนเกิดการเหนื่อยล้าในท้ายคาบเรียน จึงส่งผลต่อการให้ความร่วมมือในการอภิปรายประเด็นข่าว

แนวทางในการปรับแผนในวงจรถัดไป

1. ผู้วิจัยควรควบคุมระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้และทบทวนความยากง่ายของเนื้อหา พร้อมทั้งเน้นย้ำในประเด็นที่สำคัญเพื่อให้นักเรียนได้สรุปความรู้ได้ง่ายมากขึ้น
2. ผู้วิจัยควรใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายประเด็นข่าว

### วงจรถัดไป

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ศูนย์ควบคุมระบบประสาท โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการดังต่อไปนี้

#### 1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ศูนย์ควบคุมระบบประสาท ในวงจรถัดไป ตามแนวทางที่ได้จากแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไป 3

#### 2. ขั้นการปฏิบัติและการสังเกต (Action and observe)

ครูนำเสนอภาพของเด็กที่ป่วยเป็น โรคน้ำคั่งในสมอง และใช้คำถามต่อไปนี้ให้นักเรียนคิดว่าเด็กในภาพมีลักษณะอย่างไร

นักเรียน : สมองบวม

ครู : นักเรียนคิดว่าเกิดจากอะไร

นักเรียน : มีน้ำในสมอง

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถใช้ความรู้พื้นฐานเพื่อวิเคราะห์คำตอบจากสถานการณ์ได้ หลังจากนั้นครูจึงอธิบายเนื้อหาข่าวเพิ่มเติมว่าเด็กในภาพเป็นโรคน้ำคั่งในสมอง หลังจากนั้นครูจึงมีการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ครูกำหนดให้ และร่วมกันอภิปรายกับนักเรียนเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยเกี่ยวข้องกับผู้ชายคนหนึ่งทำงานเกี่ยวกับการสร้างรถไฟและถูกเหล็กเสียบลงไปบริเวณกลางหัว จากนั้นครูจึงใช้คำถามต่อไปนี้

ครู : นักเรียนคิดว่าชายคนนี้จะมียังชีวิตรอดหรือไม่

คำตอบของนักเรียนบางส่วนบอกว่ารอดชีวิตและบางส่วนตอบว่าไม่รอดชีวิต ดังนั้นครูจึงถามคำถามต่อไปนี้ เพิ่มเติม

ครู : ทำไมนักเรียนถึงคิดว่าชายคนนี้เสียชีวิต

นักเรียน : สมองเสียหาย ก็เลยทำให้ตาย

ครู : นักเรียนที่คิดว่าชายคนนี้รอดชีวิตเพราะอะไร

นักเรียน : เพราะไม่โดนสมองส่วนที่ไม่สำคัญ

ครู : จากเหตุการณ์นี้ชายคนนี้รอดชีวิตเพราะโดนสมองส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกับการหายใจคือ ส่วน medulla oblongata แต่ชายคนนี้มีบุคลิกที่เปลี่ยนแปลงไปจากคนที่พูดจาสุภาพก็กลายเป็นคนที่พูดจาโผงผาง มีบุคลิกที่นิ่งกริมขื่น นักเรียนคิดว่าสมองส่วนใดของชายคนนี้ถูกทำลาย

นักเรียน : เซรีบริรัม

ครู : เพราะเหตุใด

นักเรียน : เพราะกลายเป็นคนไม่มีมารยาท

ครู : ถูกต้อง สมองส่วนซีรีบริรัมจะทำหน้าที่ควบคุมบุคลิกและลักษณะของคน นอกจากนี้ยังเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับความรู้ความจำ ดังนั้นจึงทำให้บุคลิกของชายคนนี้เปลี่ยนไป

จากสถานการณ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถนำความรู้ที่นักเรียนได้รับมาตัดสินใจสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง อาจจะมีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่สามารถรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ซึ่งอาจจะเกิดจากการที่นักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้อีกกับความรู้ใหม่ เพื่ออธิบายสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้

หลังจากนั้นครูจึงให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 4 ซึ่งประกอบด้วย การทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จากการทดสอบได้ผลดังตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วงจรที่ 4

ลำดับที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 4			
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	
	คะแนน (4)	ร้อยละ	คะแนน (4)	ร้อยละ
1	2	50	3	50
2	3	75	2	75
3	2	50	2	50
4	2	50	4	50
5	3	75	2	75
6	2	50	3	50
7	3	75	4	75
8	2	50	2	50
9	3	75	3	75
10	3	75	4	75
11	4	100	3	100
12	4	100	2	100
13	4	100	1	100
14	4	100	2	100
15	4	100	3	100
16	4	100	4	100
17	2	50	2	50
18	4	100	3	100
19	4	50	4	50
20	2	75	3	75



ตารางที่ 4-10 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 4			
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	
	คะแนน (4)	ร้อยละ	คะแนน (4)	ร้อยละ
21	4	50	4	50
22	4	100	2	100
23	4	50	3	50
24	4	100	4	100
25	4	100	4	100
26	4	100	3	100
27	4	100	2	100
28	4	100	4	100
29	4	100	4	100
30	4	100	4	100
31	4	100	4	100
32	4	100	3	100
33	3	100	2	100
34	4	100	4	100
35	4	100	3	100
$\mu$	3.43	85.71	3.03	75.71
$\sigma$	0.80		0.88	

จากผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 4 พบว่ามีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ  $3.43 \pm 0.80$  คะแนน จากการสอบถามนักเรียนเพิ่มเติมพบว่ายังมีนักเรียนบางส่วนที่ยังคงมีปัญหากับการจำคำศัพท์ เนื่องจากเป็นคำศัพท์ที่เรียนรู้ใหม่และคำศัพท์บางคำมีคำที่ใกล้เคียงกันทำให้นักเรียนสับสน ส่วนคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีค่าเท่ากับ  $3.03 \pm 0.88$  โดยมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าในวงจรที่ 3 เนื่องจากผู้วิจัยได้มีการปรับสถานการณ์การคิดอย่างมีวิจารณญาณให้เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มากขึ้น ทำให้นักเรียนใช้เวลาในการวิเคราะห์คำตอบมากขึ้น จากคะแนนสอบ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณพบว่านักเรียนคนที่ 13 มีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 1 คะแนน จากการสอบถามเพิ่มเติมพบว่านักเรียนใช้เวลาส่วนใหญ่ในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงเหลือเวลาในการทำข้อสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณน้อยทำให้ได้คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณน้อย

### 3. สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

หลังจากปฏิบัติตามแผนการจัดการจัดการเรียนรู้อย่างมีวิจารณญาณที่ 4 เรื่อง ศูนย์ควบคุมระบบประสาท พบว่านักเรียนสามารถวิเคราะห์คำตอบจากข้อมูลได้ดีขึ้น แต่ นักเรียนบางคนยังคงมีปัญหาเกี่ยวกับเรื่องคำศัพท์ เช่น cerebrum และ cerebellum ผู้วิจัยจึงได้แนะนำวิธีในการจำคำศัพท์ให้แก่ นักเรียน นอกจากนี้พบว่านักเรียนใช้เวลาในการทำข้อสอบที่นานขึ้น เนื่องจากเนื้อหาของบทความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และมีเนื้อหาของบทความที่มากขึ้น

1. ผู้วิจัยควรเพิ่มระยะเวลาในการทำข้อสอบให้กับนักเรียน ได้มีเวลาในการคิดวิเคราะห์คำตอบมากขึ้น
2. ผู้วิจัยควรเพิ่มระยะเวลาในการอภิปรายข้อมูลของนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน เพื่อให้ นักเรียนได้รับข้อมูลที่หลากหลายก่อนที่จะสรุปข้อมูล

### วงจรที่ 5

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้อย่างมีวิจารณญาณที่ 5 เรื่อง ศูนย์ควบคุมระบบประสาท โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้อย่างมีวิจารณญาณโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการดังต่อไปนี้

#### 1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้อย่างมีวิจารณญาณที่ 5 เรื่อง การทำงานของระบบประสาท ในวงจรที่ 5 ตามแนวทางที่ได้จากแผนการจัดการเรียนรู้อย่างมีวิจารณญาณที่ 4

## 2. ขั้นการปฏิบัติและการสังเกต (Action and observe)

ผู้วิจัยนำเสนอประเด็นข่าวเกี่ยวกับการทำ ASMR เกี่ยวกับการกินอาหารและการทำ Mukbang หรือการเป็นเพื่อนกินข้าวผ่านทางออนไลน์ และใช้คำถามต่อไปนี้เพื่อให้นักเรียน เปรียบเทียบการตอบสนองของร่างกายตัวเอง เมื่อนักเรียนดูคลิปการกินอาหารต่าง ๆ นักเรียนจะมีความรู้สึกอย่างไร โดยนักเรียนส่วนใหญ่จะตอบว่าหิวหรือน้ำลายไหล หลังจากนั้นครูจึงให้นักเรียน ลองหยิกตัวเอง โดยอาจจะมีนักเรียนบางคนหยิกหรือไม่หยิกตัวเอง หลังจากนั้นครูจึงใช้คำถาม ต่อไปนี้ การที่นักเรียนหยิกตัวเอง นักเรียนรู้สึกเจ็บหรือไม่ นักเรียนบางคนตอบว่าเจ็บ ส่วนนักเรียน บางคนตอบว่าไม่เจ็บ ครูจึงถามคำถามต่อไป นักเรียนสามารถบังคับแรงในการหยิกของตัวเองได้ หรือไม่ นักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่า “ได้” ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่นักเรียนเคยทำในชีวิตประจำวัน โดยสำรวจว่ามีกิจกรรมใดบ้างที่นักเรียนควบคุมได้และควบคุมไม่ได้ และใช้ระบบประสาทแบบใด ในการควบคุม โดยครูได้อธิบายความหมายของระบบประสาทแต่ละชนิดเพิ่มเติม หลังจากจบ กิจกรรมพบว่านักเรียนทั้งหมดในห้อง ตอบว่าการเคาะหัวเข่าแล้วหัวเข่ากระตุก จะใช้ ระบบประสาทแบบ ANS ครูจึงทบทวนความหมายของระบบประสาทแบบ SNS และ ANS เพิ่มเติม หลังจากนั้นจึงทวนคำถามซ้ำโดยใช้คำถามดัง ต่อไปนี้

ครู : การเคาะหัวเข่าเกี่ยวข้องกับกล้ามเนื้อเรียบหรือกล้ามเนื้อลาย

นักเรียน : กล้ามเนื้อลาย

ครู : ดังนั้นการเคาะหัวเข่าจะเกี่ยวข้องกับระบบประสาทแบบใด

นักเรียน : SNS

ครูอธิบายเพิ่มเติมว่าการเคาะหัวเข่าจัดเป็นการตอบสนองแบบ Reflex action ซึ่งเป็น การตอบสนองที่ไม่ผ่านสมองดังนั้นเราจึงไม่สามารถควบคุมได้

หลังจากนั้นครูจึงถามคำถามเพิ่มเติมเพื่อเป็นการทดสอบความรู้ของนักเรียน

ครู : นักเรียนคิดว่า Reflex action มีความสำคัญอย่างไรต่อมนุษย์

นักเรียน : ปลอดภัย

ครู : ถูกต้อง การเกิด Reflex action เป็นการป้องกันอันตรายและได้รับอันตรายน้อยลง

ครูยกตัวอย่างสถานการณ์การจับของร้อนหรือการเกิดมีดบาด แล้วเราจะมีวิธีการป้องกันการเกิดอันตรายโดยการช้ดมือออก หลังจากนั้นครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 2 และครูอธิบาย

เพิ่มเติมว่าระบบประสาทอัตโนมัติจะแบ่งออกเป็นอีก 2 ระบบประสาทย่อย คือ ระบบประสาทซิมพาเทติกและระบบประสาทพาราซิมพาเทติก

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเหตุการณ์ที่เราัมักจะได้ยินบ่อย ๆ ในชื่อว่า เมื่อเรากลัวผีแล้วจะมีอาการปัสสาวะราด

ครู : นักเรียนคิดว่าเป็นไปได้หรือไม่ว่าเมื่อเราเจอผีแล้วจะเกิดอาการนี้ราด

นักเรียน : เป็นไปไม่ได้

ครู : เพราะเหตุใด

นักเรียน : เพราะระบบประสาทซิมพาเทติกจะทำงาน เหมือนตอนบ้านไฟไหม้

ครู : ถูกต้อง เมื่อเจอผีระบบประสาทซิมพาเทติกจะทำงานทำให้เราไม่รู้สึกลัวผี  
หลังจากนั้นครูจึงนำเสนอข่าวโจรปล้นร้านทอง แต่ถูกตำรวจจับได้และเกิดอาการนี้ราด

ครู : นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อสถานการณ์นี้

นักเรียน : .....

ครู : เมื่อมนุษย์มีอาการตกใจมาก ๆ สมองส่วนหนึ่งจะทำงานผิดพลาดทำให้เกิดอาการนี้ราด นักเรียนคิดว่าอาการกลัวผีนี่ราดเป็นไปได้อย่างไร

นักเรียน 1 : ไม่รู้

ครู : การเจอผีขึ้นอยู่กับความเชื่อและประสบการณ์ในชีวิตของแต่ละคน แต่การเจอผีไม่สามารถพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ แตกต่างกับเหตุการณ์โจรปล้นร้านทอง

หลังจากจบกิจกรรมครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 5 ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ได้ผลดังตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ  
วงจรที่ 5

ลำดับที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 5			
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	
	คะแนน (6)	ร้อยละ	คะแนน (4)	ร้อยละ
1	3	50	4	100
2	4	67	3	75
3	3	50	4	100
4	5	83	2	50
5	4	67	3	75
6	3	50	4	100
7	4	67	3	75
8	3	50	2	50
9	5	83	4	100
10	4	67	4	100
11	4	67	4	100
12	4	67	3	75
13	4	67	2	50
14	4	67	3	75
15	4	67	4	100
16	4	67	3	75
17	2	33	4	100
18	5	83	2	50
19	4	67	3	75
20	4	67	2	50

ตารางที่ 4-11 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 5			
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	
	คะแนน (6)	ร้อยละ	คะแนน (4)	ร้อยละ
21	4	67	4	100
22	4	67	3	75
23	4	67	4	100
24	5	83	3	75
25	5	83	2	50
26	4	67	4	100
27	4	67	2	50
28	2	33	4	100
29	4	67	3	75
30	5	83	4	100
31	5	83	4	100
32	4	67	4	100
33	3	50	4	100
34	4	67	4	100
35	2	33	3	75
$\mu$	4.00	64.76	3.29	82.14
$\sigma$	0.74		0.78	

จากผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 6 พบว่านักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ  $4.00 \pm 0.74$  คะแนน จากผลเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนลดลง เนื่องจากระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ไม่เพียงพอทำให้ต้องทำแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรในสัปดาห์ถัดไปทำให้นักเรียนบางคนลืมเนื้อหาบทเรียนหรือไม่ได้ทบทวนเนื้อหาบทเรียนในส่วนคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $3.29 \pm 0.78$  คะแนน

จากผลคะแนนแสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีคะแนนเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อย อันเนื่องมาจากผู้วิจัยได้เพิ่มระยะเวลาในการทำแบบทดสอบเพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์ข้อสอบอย่างเต็มที่

### 3. สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

หลังจากปฏิบัติตามแผนการจัดการกิจกรรมตามแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การทำงานของระบบประสาท พบว่านักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์คำตอบได้ดี ความถูกต้องและเข้าใจเนื้อหาของบทเรียน แต่นักเรียนอาจจะมีปัญหาด้านการอธิบายหรือการให้เหตุผลเพิ่มเติม นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างเนื้อหาบทเรียนและเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ แต่เมื่อผู้วิจัยให้สถานการณ์เพิ่มเติมนักเรียนอาจยังไม่สามารถหาเหตุผลเพิ่มเติม เนื่องจากระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้มีจำกัดทำให้นักเรียนไม่มีเวลาในการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม ดังนั้นนักเรียนจึงไม่มีข้อมูลประกอบในการวิเคราะห์และสรุปข้อมูล

1. ผู้วิจัยควรบริหารเวลาและจัดสรรเวลาให้เหมาะสมเพื่อให้นักเรียนมีระยะเวลาในการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม
2. ผู้วิจัยควรทบทวนเนื้อหาก่อนเริ่มทำแบบทดสอบย่อยท้ายวงจร

### วงจรที่ 6

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง อวัยวะรับความรู้สึก โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการดังต่อไปนี้

#### 1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง อวัยวะรับความรู้สึก ในวงจรที่ 6 ตามแนวทางที่ได้จากแผนการจัดการเรียนในวงจรที่ 5

#### 2. ขั้นการปฏิบัติและการสังเกต (Action and observe)

ผู้วิจัยนำเสนอประเด็นข่าวเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่บทเรียนหลังจากนั้นครูจึงจัดการกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง อวัยวะรับความรู้สึก หลังจากทำกิจกรรมครู จึงใช้ประเด็นคำถามต่อไปนี้เพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียน

ครู : ตอนที่นักเรียนอยู่ในห้องที่มีแสงสว่างและเข้าไปในห้องที่มีแสงสลัว ๆ เพราะเหตุใดในตอนแรกนักเรียนจะเห็นภาพไม่ชัดแต่เมื่อเวลาผ่านไปนักเรียนจะเห็นภาพชัดขึ้น

นักเรียน : เพราะต้องรอให้มันตาขยายตัวก่อน

ครู : ถูกต้อง

นอกจากนี้ครูได้ใช้คำถามต่อไปนี้เป็นในการตรวจสอบความรู้ของนักเรียนเพิ่มเติม

ครู : ก่อนที่นักเรียนจะนอนนักเรียนเห็นภาพก่อนเปิดและปิดไฟ แยกต่างกันหรือไม่

นักเรียน : แยกต่างกัน

ครู : แยกต่างกันอย่างไ

นักเรียน : ก่อนเปิดไฟจะสว่างเห็นภาพชัด ปิดไฟจะมองไม่เห็น

ครู : ตอนเปิดไฟนักเรียนสามารถเห็นสีของสิ่งของต่าง ๆ ในห้องได้ แต่ตอนปิดไฟนักเรียนจะเห็นภาพเป็นสีขาวดำ นักเรียนคิดว่าเกิดจากอะไร

นักเรียน : เซลล์รูปแท่งมีความไวต่อแสง พอปิดไฟจะทำให้แยกสีไม่ออก

จากสถานการณ์นี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียน สามารถที่จะเชื่อมโยงเนื้อหาบทเรียนกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงได้ หลังจากนั้นครูให้นักเรียนอ่านบทความเกี่ยวกับโรค Synesthesia และร่วมกันอภิปราย

ครู : หลังจากที่นักเรียนอ่านบทความแล้วนักเรียนคิดว่าโรคนี้แตกต่างกับตาบอดสีอย่างไร

นักเรียน : ตาบอดสีเกิดจากเห็นสีผิดปกติดิจจริง ๆ แต่ Synesthesia เหมือนสมองทำงานผิดพลาด

ครู : จากความรู้ที่นักเรียนเรียนมานักเรียนคิดว่าสาเหตุจริง ๆ ของอาการของโรคทั้ง 2 แยกต่างกันอย่างไ

นักเรียน : ตาบอดสีเกี่ยวข้องกับการทำงานของเซลล์รูปแท่ง ส่วน Synesthesia ยังสรุปไม่ได้

ครู : นักเรียนคิดว่าระหว่างโรคทั้ง 2 โรคนี้ โรคใดมีปัญหาต่อการใช้ชีวิตประจำวันมากกว่ากัน

จากการฟังคำตอบส่วนใหญ่ของนักเรียน ตอบว่าโรคตาบอดสีเนื่องจากมีปัญหาในการใช้ชีวิตประจำวัน เช่น การขับรถ ส่วน Synesthesia จะส่งผลในการใช้ชีวิตประจำวันน้อยกว่า เช่น วันพุธ คือ สีเขียว แต่เห็นเป็นสีอื่น นอกจากนี้ยังมีนักเรียนบางส่วนให้ความคิดเห็นว่า



โรค Synesthesia มีข้อดีมากกว่าข้อเสีย เช่น ทำให้ตัวเองแตกต่างจากผู้อื่น นักเรียนบางคนเสริมว่าการเป็นโรค Synesthesia ทำให้มีความจำที่ดีกว่าคนปกติอีกด้วย

จากการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ดีขึ้น นักเรียนสามารถแยกแยะและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสรุปเป็นของตนเองได้อย่างมีเหตุผล โดยการตอบคำถามของนักเรียนจะมีการอ้างอิงจากเนื้อหาบทความหรือความรู้ที่เรียนมากกว่าการให้สัญชาตญาณในการตอบ

หลังจากจบกิจกรรมผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายวงจรที่ 6 ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ได้ผลดังตารางที่ 4-12

ตารางที่ 4-12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณวงจรที่ 6

ลำดับที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 6			
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	
	คะแนน (6)	ร้อยละ	คะแนน (4)	ร้อยละ
1	2	33.33	4	33.33
2	4	66.67	3	66.67
3	5	83.33	2	83.33
4	4	66.67	4	66.67
5	4	66.67	4	66.67
6	2	33.33	3	33.33
7	4	66.67	2	66.67
8	3	50.00	4	50.00
9	4	66.67	3	66.67
10	3	50.00	3	50.00

ตารางที่ 4-12 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 6			
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	
	คะแนน (6)	ร้อยละ	คะแนน (4)	ร้อยละ
11	4	66.67	4	66.67
12	4	66.67	4	66.67
13	4	66.67	3	66.67
14	4	66.67	2	66.67
15	4	66.67	3	66.67
16	5	83.33	3	83.33
17	3	50.00	2	50.00
18	3	50.00	4	50.00
19	3	50.00	4	50.00
20	4	66.67	3	66.67
21	4	66.67	4	66.67
22	5	83.33	4	83.33
23	5	83.33	3	83.33
24	3	50.00	4	50.00
25	4	66.67	2	66.67
26	4	66.67	3	66.67
27	4	66.67	4	66.67
28	4	66.67	4	66.67
29	4	66.67	4	66.67
30	5	66.67	4	66.67
31	5	66.67	4	66.67

ตารางที่ 4-12 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 6			
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	
	คะแนน (6)	ร้อยละ	คะแนน (4)	ร้อยละ
32	4	66.67	3	66.67
33	5	83.33	4	83.33
34	4	66.67	2	66.67
35	4	66.67	4	66.67
$\mu$	3.91	65.24	3.34	83.57
$\sigma$	0.77		0.75	

จากผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 6 พบว่านักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ  $3.91 \pm 0.77$  คะแนน จากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่านักเรียนมีคะแนนลดลงเนื่องจากนักเรียนบางส่วนเข้าห้องเรียนไม่ตรงเวลา ทำให้อาจจะขาดเนื้อหาบางส่วน ในส่วนคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $3.34 \pm 0.75$  คะแนน พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อเทียบกับวงจรก่อนหน้า

### 3. สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

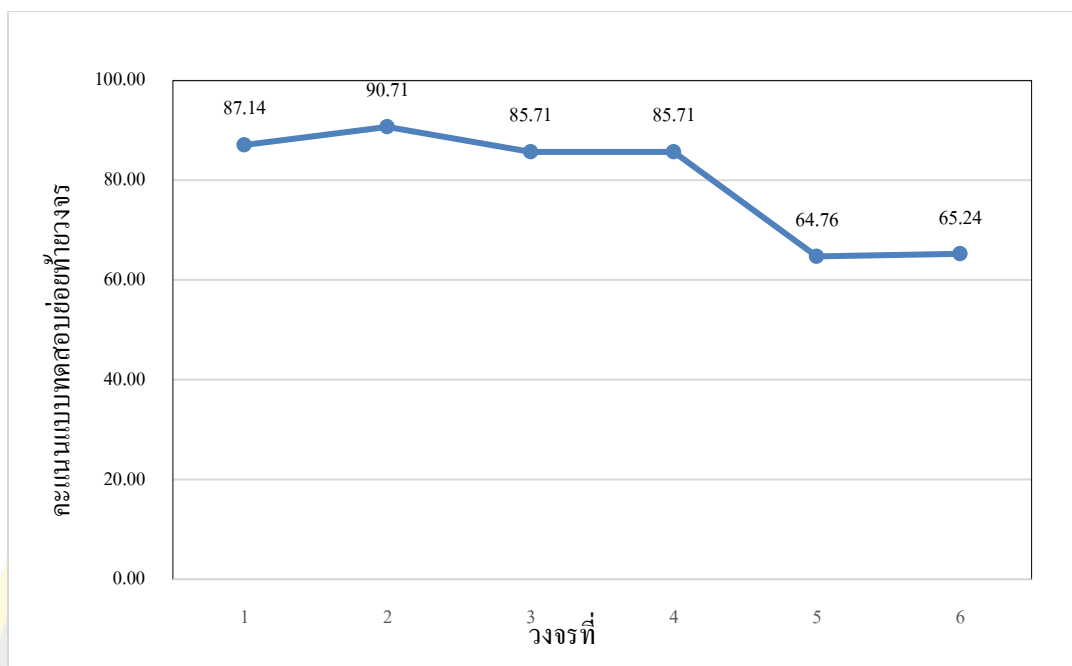
หลังจากปฏิบัติตามแผนการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง อวัยวะรับความรู้สึก นักเรียนมีพัฒนาการด้านการตอบคำถามเชิงวิเคราะห์ได้ดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับคำตอบคำถามของนักเรียนในวงจรที่ 1 นักเรียนสามารถตอบคำถามโดยมีการอ้างอิงจากความรู้และจากบทความที่นักเรียนได้อ่าน อย่างไรก็ตาม ไรจากการดำเนินการจัดการเรียนรู้พบว่า มีนักเรียนจำนวนมากที่ครั้งห้องเข้าเรียนไม่ตรงเวลา เนื่องจากนักเรียนจำเป็นต้องสอบปฏิบัติในรายวิชา ก่อนหน้า ทำให้ผู้วิจัยจำเป็นต้องดำเนินการจัดการเรียนรู้ก่อน ทำให้นักเรียนบางส่วนอาจจะไม่ได้รับเนื้อหาครบถ้วน

จากผลการแสดงข้อมูลที่ผ่านมา 6 วงจร ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอข้อมูลคะแนนของแบบทดสอบย่อยทำยวงจร โดยนำเสนอในรูปแบบของร้อยละของค่าเฉลี่ย ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังตารางที่ 4-13

ตารางที่ 4-13 คะแนนแบบทดสอบย่อยทำยวงจรของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

	วงจร						$\mu$	$\sigma$
	1	2	3	4	5	6		
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	87.14	90.71	85.71	85.71	64.76	65.24	79.88	10.65
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	75.00	80.71	78.57	75.71	82.14	83.57	79.29	3.17

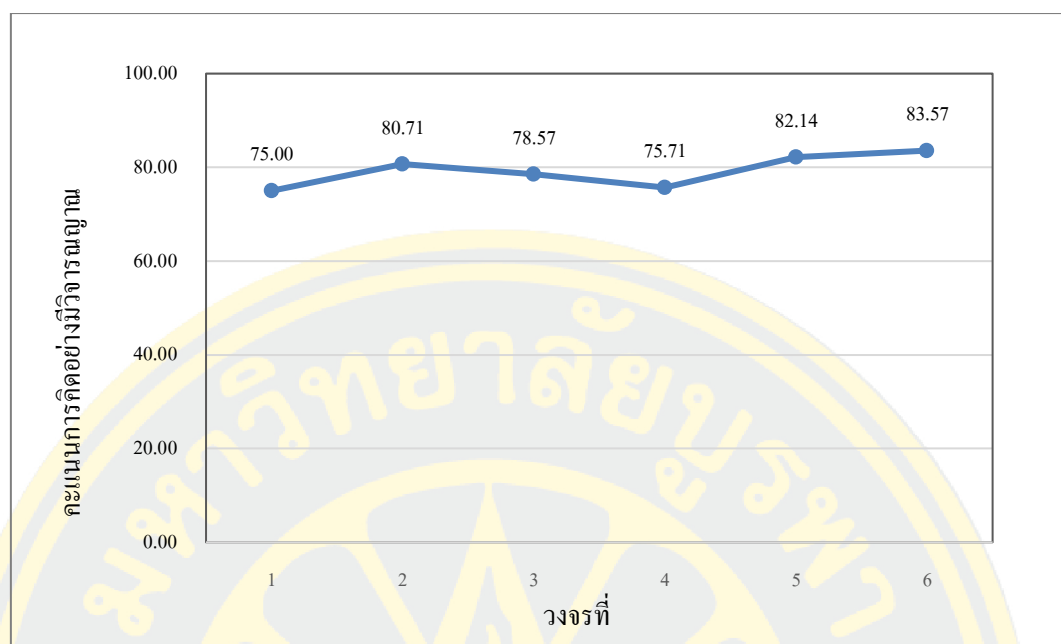
จากตารางที่ 4-13 ผู้วิจัยจึงได้นำคะแนนจากแบบทดสอบย่อยทำยวงจรที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ จากวงจรที่ 1-6 มาสร้างเป็นแผนภาพเพื่อสรุปและเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบย่อยทำยวงจรเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังภาพที่ 4-3



ภาพที่ 4-3 แผนภาพแสดงคะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
ในวงจรที่ 1-6

จากตารางที่ 4-13 และภาพที่ 4-3 แสดงให้เห็นว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่วงจรที่ 1-6 มีคะแนนของแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $79.88 \pm 10.65$  โดยพบว่าวงจรที่ 2 (90.71) มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมา คือ วงจรที่ 1 (87.14) วงจรที่ 3 และวงจรที่ 4 มีค่าเท่ากัน (85.71) ตามมาด้วยวงจรที่ 6 (65.24) และในวงจรที่ 5 (64.76) มีคะแนนน้อยที่สุดและ

ทั้งนี้จากตารางที่ 4-13 ผู้วิจัยนำคะแนนจากแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ใช้วัดการคิดอย่างมี  
วิจารณญาณ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์  
จากวงจรที่ 1-6 มาสร้างเป็นแผนภาพเพื่อสรุปและเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบย่อยท้าย  
วงจรเพื่อวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังภาพที่ 4-4



ภาพที่ 4-4 แผนภาพแสดงคะแนนแบบทดสอบย่อยทำยวาระเพื่อวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณในวาระที่ 1-6

จากตารางที่ 4-13 และภาพที่ 4-4 แสดงให้เห็นว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 มีคะแนนเฉลี่ย หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ร้อยละ  $79.29 \pm 3.17$  โดยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 มีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณเฉลี่ยในแต่ละวาระไม่แตกต่างกันมากนัก โดยพบว่าวาระที่ 6 (83.57) มีค่าเฉลี่ยการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงที่สุด รองลงมาคือวาระที่ 5 วาระที่ 2 (80.71) วาระที่ 3 (78.57) วาระที่ 4 (75.71) และวาระที่ 1 (75.00) ตามลำดับ

แม้ว่าคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณในแต่ละวาระจะมีความแตกต่างไม่มาก แต่จากการสังเกตของผู้วิจัยตั้งแต่วาระที่ 1 จนถึง วาระที่ 6 พบว่านักเรียนมีพัฒนาการในการตอบคำถามหรือการแสดงความคิดเห็นที่ดีขึ้น มีการใช้เหตุผลประกอบในการแสดงความคิดเห็น และการอภิปรายแตกต่างจากวาระที่ 1 ที่นักเรียนมักจะตอบคำถามตามสันชาตญาณหรือตอบตามความรู้สึกของนักเรียนมากกว่าการให้เหตุผล

เมื่อพิจารณาแผนภาพลักษณะของกราฟในภาพที่ 4-3 และภาพที่ 4-4 แสดงให้เห็นว่ามีลักษณะแตกต่างกัน โดยลักษณะกราฟของแบบทดสอบย่อยทำยวาระเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะมีคะแนนที่สูงในช่วงวาระที่ 1 จนถึงวาระที่ 4 และพบว่าลดลงในวาระที่ 5 และ 6

ซึ่งสาเหตุอาจจะเกิดขึ้นจากหลายปัจจัย เช่น เนื้อหาของบทเรียนมีความยากและซับซ้อนมากขึ้น ทำให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนลดลงและเป็นช่วงเวลาที่ใกล้การสอบกลางภาคเรียน ทำให้นักเรียนอาจจะขาดสมาธิและมุ่งความสนใจไปในการสอบกลางภาคหรือการทำข้อสอบเก็บคะแนนในรายวิชาอื่น ทั้งนี้ยังพบว่านักเรียนบางคนเข้าเรียนไม่ตรงเวลา อาจจะส่งผลให้ได้รับเนื้อหาไม่ครบถ้วน ส่วนลักษณะของกราฟแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรเพื่อวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณในแต่ละวงจรมีความแตกต่างกันเล็กน้อย โดยสาเหตุอาจจะเกิดจากการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นสิ่งที่คิดตัวของนักเรียนและเกิดจากการสั่งสมประสบการณ์ของนักเรียนเอง ทั้งนี้ในการทำแบบทดสอบนักเรียนสามารถอาศัยการพิจารณาและวิเคราะห์เนื้อหาของบทความเพื่อใช้ในการทำแบบทดสอบ โดยไม่ต้องอาศัยความรู้หรือความจำในการทำแบบทดสอบ

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) โดยมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยมีกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนการวิจัยแบบ 3 ขั้นตอน (PAOR) ประกอบด้วย ขั้นตอนที่ 1 การวางแผน (Plan) ขั้นตอนที่ 2 การปฏิบัติและการสังเกต (Action and observe) และขั้นตอนที่ 3 สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) ต่อเนื่องกัน 6 วงจร ในงานวิจัยครั้งนี้มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้
  - 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ
  - 3) แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน 5 สถานการณ์ 20 ข้อ
- นอกจากนี้ผู้วิจัยยังดำเนินการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อดูพัฒนาการของนักเรียนท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และขนาดของผล (Effect size)

#### สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เท่ากับ ร้อยละ  $70.37 \pm 3.21$  ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. นักเรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เท่ากับร้อยละ  $69.00 \pm 1.41$  ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70



## อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

### 1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง

ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีค่าเฉลี่ยร้อยละ  $70.37 \pm 3.21$  สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 และมีขนาดของผล (Effect size) เท่ากับ 3.79 มากกว่า 0.80 ซึ่งจัดอยู่ในระดับดีมาก แสดงให้เห็นว่าคะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้แตกต่างกันมาก เมื่อพิจารณาขนาดของผล (Effect size) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายด้านพบว่าขนาดของผล (Effect size) ด้านการจำสูงที่สุด รองลงมา คือ การเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์และการประเมินค่า ตามลำดับ จากผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีขนาดของผล (Effect size) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ดีมากในทุก ๆ ด้าน อันเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตของนักเรียน โดยนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันเพื่อให้เข้ากับความรู้ภายในห้องเรียนได้ และมีกิจกรรมที่ส่งเสริมความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงมีกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูล เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนได้รับความคิดเห็นในแง่มุมที่หลากหลาย เพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ของตนเอง ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอประเด็น เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนจะต้องคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจและเข้ากับเนื้อหาของบทเรียนมานำเสนอต่อนักเรียน โดยผ่านการใช้สื่อ การนำเสนอที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาหรือประเด็นทางสังคมที่เกิดขึ้น โดยเป็นไปตามการจัดการเรียนรู้ภายใต้เงื่อนไขของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่สามารถเกิดขึ้นได้จากการเรียนรู้ที่เหมาะสม (Situating learning) โดยการเรียนรู้ควรเกิดขึ้นในสภาพจริงหรือต้องเหมาะสมหรือสะท้อนบริบทของสภาพจริง (อนุชา โสมาบุตร, ม.ป.ป.) สอดคล้องกับที่ผู้วิจัยได้นำเสนอประเด็นทางสังคมเพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหา โดยประเด็น

ที่ผู้วิจัยได้คัดเลือกจะเป็นประเด็นทางสังคมที่นักเรียนเคยพบเห็นในชีวิตประจำวันเพื่อให้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสถานการณ์กับบทเรียนได้ง่ายขึ้น ทั้งนี้การวิเคราะห์ประเด็นปัญหาเป็น การส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความคิดหรือความเชื่อของตนเพื่อวิเคราะห์หรือเชื่อมโยงระหว่าง เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในสังคมและเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (Zeilder and Nichols, 2009) ตัวอย่างเช่นในวงจรที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การทำงานของเซลล์ประสาท ผู้วิจัย ได้เลือกใช้สถานการณ์ข่าวเด็กคนหนึ่งที่ถูกคุณหมอลงมือฟัน 20 ซี่ เพื่อกระตุ้นความสนใจ ของนักเรียนและเชื่อมโยงเข้ากับประสบการณ์ที่เคยเกิดขึ้นในชีวิตจริงของนักเรียนและให้นักเรียน ร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์จากเหตุการณ์การลงมือฟันว่าเพราะเหตุใดเขาจึงสามารถระงับ ความเจ็บปวดในระหว่างการลงมือฟันได้ เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาของบทเรียน เรื่อง การทำงาน ของเซลล์ประสาทและดำเนินการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ในขั้นถัดไป

ขั้นที่ 2 การจัดกิจกรรมและการสืบค้นข้อมูล เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนจะจัดกิจกรรม เพื่อส่งเสริมความรู้พื้นฐานหรือเนื้อหาบทเรียน และให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูล สอดคล้องกับ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่ให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตัวเอง ในการจัดกิจกรรมนักเรียนจะต้อง กระทำการศึกษา สืบค้น วิเคราะห์ ทดลองหรือลองผิดลองถูกจนเกิดเป็นความรู้และความเข้าใจ ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยเน้นให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มเพื่อให้นักเรียน ได้มีโอกาส ในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและข้อมูลกับเพื่อนร่วมชั้นเรียนเพื่อให้ได้รับข้อมูลที่หลากหลาย และในระหว่างการจัดกิจกรรมนักเรียนจะได้เรียนรู้การทำงานเป็นกลุ่มเกิดปฏิสัมพันธ์ทางสังคม กับเพื่อนร่วมชั้นเรียน เนื่องจากต้องมีการช่วยเหลือและแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด ช่วยให้ การเรียนรู้ของนักเรียนมีความซับซ้อนและหลากหลายมากยิ่งขึ้น (ทิสนา แจมมณี, 2560) ยกตัวอย่าง เช่น จากวงจรที่ 2 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เซลล์ประสาทโดยผู้วิจัยให้นักเรียนสังเกต ความแตกต่างระหว่างเซลล์ประสาทและเซลล์ทั่วไป หลังจากนั้นให้นักเรียนจับกลุ่ม เพื่อทำการสืบค้น โครงสร้างของเซลล์ประสาทและร่วมกันตอบคำถาม โดยพบว่านักเรียน มีการอธิบายและแลกเปลี่ยนความรู้หรือคำถามข้อสงสัยก่อนที่จะมีการเฉลยคำตอบ เช่นเดียวกับ ในวงจรที่ 6 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง อวัยวะรับความรู้สึก ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนได้ ทำกิจกรรมที่ชื่อว่า candy drop ซึ่งเป็นกิจกรรมกลุ่ม จากกิจกรรมพบว่านักเรียนช่วยกันทบทวน

ความรู้จากใบงานและมีการแลกเปลี่ยนความรู้ก่อนการแข่งขันกันเพื่อตอบคำถาม จากการสังเกตของผู้วิจัยเพิ่มเติมพบว่าเมื่อนักเรียนต้องร่วมกันศึกษาเพื่อแข่งขันกันตอบคำถามนักเรียนจะมีความรับผิดชอบต่อน้ำที่ของตนเองและให้ความสนใจในการทำกิจกรรมแบบกลุ่มมากกว่าการทำกิจกรรมแบบเดี่ยว นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกันในกลุ่มเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและดีที่สุด

ขั้นที่ 3 อภิปรายการเรียนรู้ ในขั้นนี้จะเป็นขั้นตอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของตนเองและแสดงเหตุผลประกอบการตัดสินใจเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อให้ให้เห็นมุมมองที่แตกต่างกัน การอภิปรายเป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือมีการโต้แย้งกัน ซึ่งในการโต้แย้งนักเรียนจะต้องมีเหตุผลในการประกอบเพื่อยืนยันหลักฐานในการแสดงความคิดเห็นของตนเอง ส่งผลให้การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น (Emmis, 1985) ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะเลือกประเด็นทางสังคมประเด็นใหม่ขึ้นมา เพื่อให้ให้นักเรียนได้วิเคราะห์และอภิปรายประเด็นที่เกิดขึ้น โดยใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้รับเป็นข้อมูลที่สามารถสนับสนุนการอภิปรายประเด็นที่เกิดขึ้นจากการสังเกตพบว่านักเรียนบางคนมีพัฒนาการในการนำความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสนับสนุนการอภิปรายหรือการตอบคำถามของตนเอง ยกตัวอย่างเช่นในวงจรที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ศูนย์ควบคุมระบบประสาท พบว่านักเรียนบางคนสามารถที่จะใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์สันนิษฐานเหตุการณ์พฤติกรรมที่เปลี่ยนไปของชายที่ถูกเหล็กเสียบบริเวณศีรษะได้

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินและสะท้อนความคิด ขั้นตอนนี้ นักเรียนจะสะท้อนความคิดของตนเองหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้และได้รับการทดสอบความรู้ของนักเรียนตามวัตถุประสงค์ โดยผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยท้ายวงจร เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

จากที่กล่าวมาข้างต้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีการเรียนรู้ผ่านทางประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่กำลัง

ศึกษาผ่านการสืบค้นและพัฒนาให้นักเรียนได้รับแรงแม้ต่อประเด็นที่กำลังศึกษาอย่างหลากหลาย ผ่านการอภิปราย ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น (ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2558) สอดคล้องกับงานวิจัยของภาวิณี รัตนคอน และคณะ (2561) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 24.31 หรือคิดเป็นร้อยละ 81.03 ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ดี นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชรินทร์ทิพย์ สุขศาสตร์ และคณะ (2560) ที่ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลและเจตคติต่อชีววิทยา จากการวิเคราะห์ประสิทธิผลของการเรียนจากการจัดกิจกรรม โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เท่ากับ 0.6193 แสดงให้เห็นว่านักเรียน มีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 61.93 เนื่องจากเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็น ค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมด้วยตนเอง และแลกเปลี่ยน ความรู้จากการอภิปราย สอดคล้องกับ Sadler and Zeidler (2003) ที่กล่าวว่าจัดการเรียนรู้ โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียน ได้มีการโต้แย้งหรืออภิปราย ซึ่งในการโต้แย้งและอภิปราย นักเรียนจะต้องมีการค้นคว้าข้อมูล เพื่อใช้เป็นหลักฐานในการสนับสนุนตนเอง และลงข้อสรุปส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ ทางวิทยาศาสตร์

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาคะแนนเป็นรายบุคคลพบว่ายังมีนักเรียนบางคนมีคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนน้อยกว่าร้อยละ 70 เนื่องจากเนื้อหาของบทเรียนต้องใช้ความเข้าใจ ทำให้นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเนื้อหาของบทเรียนและเนื้อหาบทเรียนมีศัพท์เฉพาะซึ่งเป็น คำศัพท์ที่ยาก จึงต้องอาศัยทั้งความจำและความเข้าใจ (อรรัมภา คำนูนอก และคณะ, 2554) สอดคล้องกับที่ผู้วิจัยได้สอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเพิ่มเติมและพบว่านักเรียนบางคน มีปัญหาด้านการท่องจำคำศัพท์ เนื่องจากเป็นคำศัพท์ที่ใหม่และไม่เคยเรียนมาก่อน ทำให้เกิดปัญหา ในระหว่างการเรียนและนักเรียนบางคนอาจจะติดภาระกิจหรือกิจกรรมทำให้เข้าห้องเรียนไม่ตรง เวลา ส่งผลให้นักเรียนได้รับเนื้อหาไม่ครบถ้วน

## 2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง

ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ส่งผลให้นักเรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีค่าเฉลี่ยหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้เท่ากับ  $69.00 \pm 1.41$  และขนาดของผล (Effect size) เท่ากับ  $1.73 \pm 1.50$  มีค่ามากกว่า 0.80 จัดอยู่ในระดับมาก แสดงให้เห็นความแตกต่างคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณในระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุริยวัลย์ พันธูระ และสุมาลี ชูกำแพง (2561) ซึ่งศึกษาการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pratiwi et al. (2016) ที่ศึกษาการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ทั้งนี้ยังพบว่าการใช้ประเด็นที่เกิดขึ้นในสังคม ในการจัดการเรียนรู้จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการอภิปรายและการโต้แย้งซึ่งเป็นกระบวนการที่นำไปสู่การคิดอย่างมีวิจารณญาณ สอดคล้องกับที่ สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2552) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งสามารถพัฒนาได้ด้วยการส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ทักษะความคิด ความเชื่อของตนและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตัดสินใจ สื่อการจัดการเรียนรู้ควรมีรูปแบบที่หลากหลาย เช่น จากหนังสือพิมพ์ บทความ นิทาน เป็นต้น โดยครูจะเป็นผู้มีส่วนช่วยในการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกคิดหลังจากอ่านสถานการณ์นั้น และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการอภิปรายร่วมกันในหัวข้อต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนมีการลงข้อสรุปและประเมินความคิดของผู้อื่น ซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยในขั้นที่ 1 การนำเสนอประเด็น จะมีการใช้สื่อที่หลากหลายในการนำเสนอประเด็นที่เกิดขึ้นในสังคมเพื่อการกระตุ้นความสนใจของนักเรียน และเป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะใช้ความเชื่อของตนในการตัดสินใจหรือระบุประเด็นปัญหาจากที่ผู้วิจัยได้เสนอประเด็น ในขั้นต่อมา คือ ขั้นที่ 2 เป็นขั้นตอนที่มีการให้ความรู้พื้นฐานทาง

วิทยาศาสตร์และมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาและค้นคว้า ในขั้นที่ 3 อภิปรายการเรียนรู้ ในขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนที่ช่วยส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณมากที่สุด เพราะเป็นขั้นที่นักเรียนจะได้ศึกษาบทความหรือสถานการณ์ต่าง ๆ โดยมีการเชื่อมโยงความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้รับและจากที่นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม มีการส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในชั้นเรียนทำให้นักเรียนได้รับความคิดเห็นในมุมมองที่หลากหลาย และขั้นที่ 4 เป็นขั้นที่นักเรียนสะท้อนความคิดของตนเอง รวมถึงประเมินการเรียนรู้และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยแสดงให้เห็นจากพัฒนาการตอบคำถามของนักเรียน ตั้งแต่วงจรที่ 1 จนถึงวงจรที่ 6 ที่พบว่านักเรียนมีการตอบคำถามโดยใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการตอบคำถาม มากกว่าการใช้สัญชาตญาณในการตอบคำถามจากในวงจรแรก นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนสามารถหาข้อมูลมาสนับสนุนคำตอบของตนเองและสามารถเชื่อมโยงความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้รับมาใช้ในการสนับสนุนในการตอบคำถาม เพื่อทำการสรุปในการตัดสินใจต่อประเด็นต่าง ๆ ในระหว่างการอภิปรายได้ ยกตัวอย่างเช่น วงจรที่ 5 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ศูนย์ควบคุมระบบประสาท สังเกตได้ว่านักเรียนสามารถใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์เหตุการณ์การเจ็ทและเกิดอาการปัสสาวะรดได้ และนักเรียนสามารถเชื่อมโยงสถานการณ์อื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน เช่น การเกิดเหตุการณ์ไฟไหม้มาใช้ในการสนับสนุนในความคิดของนักเรียน เช่นเดียวกับในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง อวัยวะรับความรู้สึก พบว่านักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการตอบคำถาม และการอภิปรายเกี่ยวกับอาการของโรค Synesthesia ได้

อย่างไรก็ตามแม้ว่าขนาดของผล (Effect size) ของการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะอยู่ในเกณฑ์ที่ดี แต่เมื่อพิจารณาการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นรายด้านจะพบว่าขนาดผลของการคิดอย่างมีวิจารณญาณในแต่ละกระบวนการพบว่าจัดอยู่ในเกณฑ์ดี-ปานกลาง โดยการวิเคราะห์ข้อมูลมีขนาดของผล (Effect size) สูงที่สุดรองลงมา คือ การสรุป การทำความเข้าใจประเด็นปัญหา และการรวบรวมข้อมูล ตามลำดับ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการทำความเข้าใจกับปัญหาหรือประเด็นปัญหาและการรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์เพื่อแก้ไขปัญหา มีขนาดของผล (Effect size) น้อยกว่าการวิเคราะห์ข้อมูล เนื่องจากเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยก่อนเรียนจะพบว่าค่าเฉลี่ยการคิดอย่างมีวิจารณญาณในด้านการทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหาและการรวบรวมข้อมูล

มีค่าเฉลี่ยที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับ การวิเคราะห์ข้อมูลและการสรุป ทำให้ขนาดของผล (Effect size) ไม่เปลี่ยนแปลงมากเท่าที่ควร ทั้งนี้การคิดอย่างมีวิจารณญาณในด้านการทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา และการรวบรวมข้อมูล เป็นกระบวนการที่สามารถพิจารณาจากบทความและหาคำตอบได้ง่ายเมื่อเปรียบเทียบกับ การวิเคราะห์ข้อมูลและการสรุป สอดคล้องกับงานวิจัยของ Santika et al. (2018) ได้ศึกษาการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการศึกษาพบว่า การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์พัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณในแต่ละด้านอยู่ในเกณฑ์ ต่ำ-ปานกลาง

เมื่อพิจารณาคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนพบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ  $69.00 \pm 1.41$  ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 โดยสาเหตุอาจจะเกิดจากการที่การอภิปรายมีระยะเวลาที่จำกัดทำให้เวลาในการดำเนินกิจกรรมในการอภิปรายน้อย ส่งผลให้ทำให้นักเรียนบางคน ไม่ได้ร่วมการอภิปรายหรือการแสดงความคิดเห็นในระหว่างการทำกิจกรรม ทั้งนี้จากการสังเกตผู้วิจัยคาดว่าอาจจะเกิดจากปัจจัยอื่นร่วมด้วย เช่น นักเรียนบางคนมีอาการเหนื่อยล้า หลังจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการสอบถามนักเรียนเพิ่มเติมพบว่า นักเรียนส่วนหนึ่งกล่าวว่าจำนวนสถานการณ์และเนื้อหาของบทความมากเกินไป ด้วยเหตุนี้อาจจะส่งผลให้นักเรียนขาดแรงจูงใจในการทำแบบทดสอบทำให้ทำแบบทดสอบไม่ดีเท่าที่ควร อย่างไรก็ตามการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นทักษะการคิดขั้นสูงต้องใช้ระยะเวลาในการพัฒนา และสะสมประสบการณ์ ไม่ใช่ทักษะที่สามารถเกิดขึ้นได้ในระยะเวลาสั้น ๆ (คันสนีย์ ฉัตรคุปต์ และอุษา ชูชาติ, 2544) ดังนั้นนักเรียนอาจจะต้องใช้เวลาในการสร้างเสริมและพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างต่อเนื่อง

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การเลือกหัวข้อประเด็นทางสังคมควรเลือกประเด็นข่าวที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาของบทเรียนและควรเป็นประเด็นข่าวที่น่าสนใจ และควรนำเสนอโดยใช้รูปแบบของสื่อที่หลากหลาย เพื่อเป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียน

1.2 ควรมีระยะเวลาที่มากพอในการจัดการเรียนรู้ โดยเฉพาะในการอภิปราย ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่ช่วยพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

1.3 ในระหว่างการจัดกิจกรรมครูควรใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและควรส่งเสริมให้นักเรียนรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนที่มีความคิดเห็นแตกต่างกัน

1.4 การวิจัยในครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) ในแต่ละวงจรจะมีการสะท้อนผลการปฏิบัติและนำไปปรับปรุงในวงจรต่อไป เพื่อให้มีความเหมาะสมกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย โดยรูปแบบงานวิจัยที่มีการสังเกตข้อบกพร่องและการปรับปรุงแก้ไข ในแต่ละวงจร อาจจะเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนสูงขึ้น

## 2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับสัมผัส และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนั้นอาจนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ปรับใช้กับเนื้อหาบทเรียนอื่น ๆ ของวิชาชีววิทยาที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันหรือประเด็นที่เกิดขึ้นในสังคม เช่น การบริโภคพืชหรือผัก GMO การตัดแปลงพันธุวิศวกรรม การเกิดสภาวะโลกร้อน เป็นต้น โดยมีการส่งเสริมให้นักเรียนได้อภิปรายโต้แย้ง หาหลักฐานมาสนับสนุนต่อประเด็นที่เกิดขึ้นในสังคมและนำไปสู่การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.2 ควรมีการศึกษาว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาหรือส่งเสริมทักษะในด้านอื่น ๆ ของนักเรียนได้หรือไม่ เช่น การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ การให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการโต้แย้ง เนื่องจากเป็น การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายต่อประเด็นต่าง ๆ ในการอภิปรายจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีการสืบค้นข้อมูล เพื่อหาหลักฐานมาสนับสนุนในการอธิบาย การให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนต่อประเด็นต่าง ๆ และหาหลักฐานมาโต้แย้งกับผู้ที่มีความคิดเห็นตรงกันข้าม



2.3 ควรจะมีการศึกษาเพิ่มเติมว่าประเด็นทางสังคมที่นำมาเสนอต่อนักเรียน มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับประสบการณ์ชีวิตหรือเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนมากเท่าใด เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีประสบการณ์ชีวิตหรือความสนใจต่อสิ่งต่าง ๆ แตกต่างกัน

2.4 ควรจะมีการหาแนวทางในการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการอภิปรายและการแสดงความคิดเห็นทุกคนในชั้นเรียน เช่น เนื่องจากพบว่านักเรียนบางคน ไม่ได้มีส่วนร่วมในการอภิปรายมากเท่าที่ควร โดยอาจจะจัดกิจกรรมให้นักเรียนสวมบทบาทในสถานการณ์จำลองต่าง ๆ หรืออาจจะมีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีการโต้ว่าที่

2.5 ควรมีการปรับบทความหรือสถานการณ์ที่ให้นักเรียนศึกษาให้มีความสั้นและกระชับ เนื่องจากการอ่านบทความที่ยาวเกินไป จะทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายหรือใช้ระยะเวลาในการอ่านบทความนาน โดยผู้วิจัยสามารถช่วยกระตุ้นหรือแนะแนวจุดสำคัญในบทความเพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าใจบทความได้ง่ายขึ้น

2.6 ควรจะศึกษาความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพิ่มเติม เนื่องจากพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสอดคล้องกัน แต่อาจจะมีนักเรียนบางคนที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงแต่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ หรือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงแต่การคิดอย่างมีวิจารณญาณต่ำ

2.7 จากผลการวิจัยพบว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณในแต่ละวงจรตั้งแต่วงจรที่ 1-6 สูงขึ้นตามลำดับและคะแนนไม่มีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละวงจรมากนัก ดังนั้นการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้และสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาในบทเรียนอื่นหรือในรายวิชาอื่น แต่เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่าคะแนนในแต่ละวงจรเป็นที่น่าพอใจ แต่เมื่อพิจารณาในแต่ละวงจรจะพบว่ามีคะแนนลดลงในวงจรที่ 5 และวงจรที่ 6 ดังนั้นจึงควรใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อศึกษาเพิ่มเติมในเนื้อหาบทเรียนอื่น ๆ

## บรรณานุกรม

- กมลณีย์ เกษตร. (2555). การเปรียบเทียบผลการเรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ  
วิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีผลการเรียนต่างกัน. ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัย  
มหาสารคาม.
- กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์. (2558). ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมเพื่อทักษะในศตวรรษที่ 21 =  
Socio-scientific issues for 21st century skills. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.  
26(2), 1-9.
- จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2542). ประมวลบทความ การเรียนการสอนและการวิจัยระดับ  
ชั้นมัธยมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชรินทร์ทิพย์ สุขศาสตร์, สมสงวน ปัสสาโก และ ยุวดี อินสำราญ. (2560). การพัฒนากิจกรรม  
การเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่  
ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลและเจตคติต่อชีววิทยา.  
รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 1 “นวัตกรรม  
สร้างสรรค์ศาสตร์พระราชานุเคราะห์พัฒนาที่ยั่งยืน ไทยแลนด์ 4.0”
- ชนาธิป พรกุล. (2543). แคนส์ รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนเป็นศูนย์กลาง (CATS: A  
Student – Centered Instructional Model). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). การสอนกระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้. กรุงเทพมหานคร:  
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณรงค์ชัย พงษ์ชนะ. (2559). ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบโต้แย้งและประเมินที่มีต่อ  
ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของ  
นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฏยา หนุณภักดี. (2559). ทักษะคนไทยในศตวรรษที่ 21 ความท้าทายในการพัฒนา. วารสารเศรษฐกิจ  
และสังคม, 53(1), 2-12.
- ณัฐมน สุชัยรัตน์. (2558). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบสอบโดยใช้  
แบบจำลองเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถ  
ในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้น  
มัธยมศึกษา ตอนต้น. ปรินญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ทิสนา เขมมณี. (2560). ศาสตร์การสอน (พิมพ์ครั้งที่ 21). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีระวุฒิ เอกะกุล. (2551). *การวิจัยปฏิบัติการ*. กรุงเทพมหานคร: ขงส์วส์ดีอินเตอร์กรุ๊ป.
- รูปทอง กว้างสวัสดิ์. (2561). การสอนคิดวิจารณ์. *วารสารราชพฤกษ์*, 16(3). 1-9.
- เทอดศักดิ์ ไม้เท้าทอง. (2557). การรู้เท่าทันสื่อ: ทักษะสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. *วารสารสารสนเทศ*, 32(3). 74-91.
- บัญชา ชนบุญสมบัติ. (2553). กลยุทธ์การตลาดของวิทยาศาสตร์จอมปลอม. *วารสารเทคโนโลยีวัสดุ*, 59. 64-70.
- ประวีติ เอรารวรรณ์. (2542). *การวิจัยในชั้นเรียน*. กรุงเทพมหานคร: ดอกหญ้าวิชาการ.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2551). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Socioscientific = Socioscientific in science learning. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 2(3). 99-106.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2558). *การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2530). *การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพมหานคร: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิชญา ศิลาอม่อม. (2561). *ผลการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. ปรินญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2545). *พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด.
- ไพศาล หวังพานิช. (2523). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสารมิตร.
- ไพศาล หวังพานิช. (2531). *วิธีการวิจัย*. กรุงเทพมหานคร: กองบรรณาธิการการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสารมิตร.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2537). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภัทรพร เกษสังข์. (2559). *การวิจัยปฏิบัติการ*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภัทรารวรรณ ไชยมงคล, สกนธ์ชัย ชนะนนันท์ และ จินตนา กล้าเทศ. (2560). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ สารสัมพันธ์โดยการจัดการเรียนรู้ด้วย

รูปแบบการสืบเสาะ ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*. 8(1). 27-40.

ภาวิณี รัตนคอน, นันทรัตน์ เครืออินทร์ และ กุลธิดา นุกุลธรรม. (2561). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการโต้แย้ง โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*. 8(1). 139-158.

รัชพล ประดับเวทย์. (2560). แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีตามแนวคิออนุกรมวิธานของบลูม. *วารสาร Veridian E-Journal*. 10(3). 1051-1065.

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น

วารารัตน์ เสนาสิ่งห์. (2562). การสอนวิทย์แบบสร้างสรรค์ในศตวรรษที่ 21. สืบค้นเมื่อ 24 กุมภาพันธ์ 2563, จาก <https://www.scimath.org/article-science/item/9607-21-9607>

วีระ สุดสังข์. (2559). *การคิดวิเคราะห์คิดอย่างมีวิจารณญาณและความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมแห่งศตวรรษที่ 21*. สมุทรปราการ: บริษัท เนว่าเอ็ด ดูเคชั่น จำกัด.

ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์ และ อุษา ชูชาติ. (2544). *ฝึกสมองให้คิดอย่างมีวิจารณญาณ*. กรุงเทพมหานคร: สำนักงาน คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

ศิริชัย กาญจนวาสิ. (2552). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริพร จิรวัดนกุล. (2555). *การวิจัยเชิงคุณภาพในวิชาชีพพยาบาล*. คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2561). *รายงานประจำปี 2561*. จาก <https://www.niets.or.th/th/catalog/view/431>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง*. กรุงเทพมหานคร. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 3*. จาก <https://www.scimath.org/ebook-biology/item/10300-3>

สมนึก ภัททิยธนี, จุฑาทิพย์ ชาติสุวรรณ และ วิภาดา คำดี. (2548). การสร้างแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking test). *วารสารการวัดผลการศึกษา*

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 11. 1-15.

สริญญา มารศรี. (2562). การพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในศตวรรษที่ 21. *วารสาร มจร นครน่านปริทรรศน์*. 3(2). 107

สุคนธ์ สิ้นพานนท์. (2552). *นวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพมหานคร: 9119 เทคนิคพรีนติ้ง.

สุคนธ์ สิ้นพานนท์, วรวัฒน์ วรรณเลิศลักษณ์ และ พรรณี สิ้นพานนท์. (2555). *พัฒนาทักษะการคิดตามแนวปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิคพรีนติ้ง.

สุคนธ์ สิ้นพานนท์. (2558). *การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่ เพื่อพัฒนาทักษะนักเรียน*. กรุงเทพมหานคร: เทคนิคพรีนติ้ง.

สุริวัลย์ พันธุระ และ สุมาลี ชุกำแพง. (2561). การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับประเด็นวิทยาศาสตร์และสังคม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*. 12(3). 196-206.

สิทธิชัย วิชัยดิษฐ์. (2554). ส่งเสริมการคิดเชิงวิจารณ์ของนักเรียนโดยใช้กรณีศึกษาปะการังฟอกขาว. *นิตยสาร สสวท*. 39(172). 14-15.

สิน พันธุ์พินิจ. (2549). *เทคนิคการวิจัยทางสังคมศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: บริษัทจูนพับลิชชิ่ง.

สมโภชน์ อเนกสุข. (2550). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย*. ชลบุรี: กองบริการการศึกษา สำนักอธิการบดี มหาวิทยาลัยบูรพา

อรรัมภา คำนุเอนก, เอกรัตน์ ศรีตัญญู และ พรรณณา ศักดิ์สูง. (2554). *แนวคิดเรื่องการรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา; กระทรวงศึกษาธิการ; กระทรวงเกษตรและสหกรณ์; กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี; กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม; กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร; สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ; สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

อัครา เอิบสุขศิริ. (2559). *จิตวิทยาสำหรับครู*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อุษณีย์ โปธิสุข. (2544). *รูปแบบการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถด้านทักษะความคิดระดับสูง*. กรุงเทพมหานคร: บริษัท รัตนพรชัย จำกัด.

อุษณีย์ อนุรุททรวงศ์. (2555). *ทักษะความคิด: พัฒนาอย่างไร*. กรุงเทพมหานคร: อินทร์ณ.


- อนุชา โสmanoตร. (ม.ป.ป.). การออกแบบและพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ ที่อาศัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. เอกสารประกอบการสอน วิชา 241208 นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้. มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- Anderson, L.W., Krathwohl, D.R., Airasian, P.W., Cruikshank, K.A., Mayer, R.E., Pintrich, P.R., Raths, J., & Wittrock, M.C. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Pearson, Allyn & Bacon.
- Bao, L., Cai, T., Koenig, K., Fang, K., Han, J., Wang, J., Liu, Q., Ding, L., Cui, L., Lao, Y., Wang, Y. Li, L and Wu, N. (2009). *Learning and Scientific reasoning. Science*. 323. 586-587.
- Ennis, H. R. (1985). A Logical Basis for Measuring Critical Thinking Skills. *Educational leadership*. 43(2). 44-48
- Friedler, Y., Nachmias, R., & Linn, M.C. (1990). Learning scientific reasoning skills in microcomputer-based laboratories. *Journal of research in science teaching*. 27(2). 173-191.
- Jordi, S., Nidia, T., Manel. (2018). Use of socio-scientific issues in order to improve critical thinking competences. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*. 19(1). 1-22.
- Lipman, M. (1988). Critical thinking - what can it be. *Educational Leadership*. 46(1), 38-43.
- Marks, R., & Elik, I. (2009). Promoting Scientific Literacy Using a Sociocritical and Problem-Oriented Approach to Chemistry Teaching: Concept, Examples, Experiences. *International Journal of Environmental & Science Educa*. 4(3). 231-245.
- Pitpiorntapin, S., & Topcu, M. S. (2016). *Teachings Based on Socioscientific Issues in Science Classrooms: A Review Study*. KKU International Journal of Humanities and Social Science. 6(1). 119-136.
- Pratiwi, Y. N., Rahayu, S., & Fajaroh, F. Socioscientific issues (ssi) in reaction rates topic and its effect on the critical thinking skills of high school students. (2016). *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. 5(2). 164-170.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2003). *Weighing in on Genetic Engineering and Morality: Students Reveal their Ideas, Expectations, and Reservations*. Paper presented at the Annual

- Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. Philadelphia, PA. March 23-26. Available: <http://www.eric.ed.gov>
- Sadler, T. D., Foulk, J. A., & Friedrichen, P. J. (2017). Evolution of a Model for Socio-Scientific Issue Teaching and Learning. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*. 5(2). 75-87.
- Santika, A. R., Purwianingsih, W., & Nuraeni. (2018). E. Analysis of student critical thinking skills in socio-scientific issue of biodiversity subject. *Journal of Physics*. 1-8.
- Wang, H. H., Chen, H. T., Lin, H. S. H. Y. N., & Hong, Z. R. (2017). *Longitudinal study of a cooperation-driven, socio-scientific issue intervention on promoting students' critical thinking and self-regulation in learning science*. 2002-2026.
- Yakun, P., & Slamet, S. (2018). *Implementation of Socio-Scientific Issue Based Instruction to Improve Critical Thinking Skills in Biology*. ICRIEMS Proceedings. Faculty of Mathematics and Natural Sciences. 5. 65-72.
- Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*. 21(2). 49-58.



ภาคผนวก



The logo of Burapha University is a circular emblem. It features a central five-pointed star with a smaller star inside it. The Thai text "มหาวิทยาลัยบูรพา" is written along the top inner edge of the circle, and "BURAPHA UNIVERSITY" is written along the bottom inner edge. The entire logo is rendered in a light yellow color.

**ภาคผนวก ก**

1. รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ
2. สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือ
3. สำเนาหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย
4. สำเนาหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัย

## รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ผศ. ดร.ปริญญา ทองสอน หัวหน้าภาควิชาการจัดการเรียนรู้  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ผศ. ดร.สุริพร อนุศาสนนันท์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและ  
จิตวิทยาประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยบูรพา
3. อาจารย์ ดร.สมศิริ สิงห์ลพ อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
4. อาจารย์ ดร.ภคมน ทิพย์เนตร อาจารย์ปฏิบัติการสอนวิชาชีววิทยา  
โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ”  
มหาวิทยาลัยบูรพา
5. อาจารย์ มันทนา เมฆิยานนท์ อาจารย์ปฏิบัติการสอนวิชาชีววิทยา  
โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ”  
มหาวิทยาลัยบูรพา

(สำเนา)

ที่ อว ๘๑๑๘๗ว. ๑๑๕๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๕ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข

อ. เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๒ มิถุนายน ๒๕๖๓

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำโครงการวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย 1 ชุด

ด้วยนางสาวกิริติกา อินทร์ชัย นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การวิจัยเชิงปฏิบัติการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ” โดยอยู่ในการควบคุมดูแลของผู้ช่วยศาสตราจารย์นพมณี เชื้อวชิรินทร์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัยในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ)

เชษฐ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



ที่ อว ๘๑๓๗/๑๐๑๕

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา  
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข  
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๓ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตพิบูลบำเพ็ญ มหาวิทยาลัยบูรพา

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารรับรองจริยธรรมของมหาวิทยาลัยบูรพา  
๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (หาคุณภาพ)

ด้วยนางสาวกীরติกา อินทร์ชัย รหัสนิสิต ๖๑๙๑๐๐๖๐ หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติค่าโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง การวิจัยเชิงปฏิบัติการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพมณี เชื้อวิฆนินทร์ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และเสนอโรงเรียนท่านในการหาคุณภาพจากเครื่องมือวิจัยนั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขออนุญาตให้นิสิตตั้งรายนามข้างต้น ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕/๕ จำนวน ๓๐ คน ระยะเวลาเก็บข้อมูลช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตตั้งรายนามข้างต้น ได้ที่เบอร์โทร ๐๙๑-๐๗๘๕๓๓๐ หรือที่ E-mail : keeratika-inchai@hotmail.com

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน  
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา  
โทร ๐๓๘ ๒๗๐ ๐๐๐ ต่อ ๗๐๗, ๗๐๕  
E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th



ที่ อว ๘๑๓๗/๑๐๑๓

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา  
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข  
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๓ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตพิบูลบำเพ็ญ มหาวิทยาลัยบูรพา

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารรับรองจริยธรรมของมหาวิทยาลัยบูรพา  
๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วยนางสาวกิริติกา อินทร์ชัย รหัสนิสิต ๖๑๙๑๐๐๖๐ หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง การวิจัยเชิงปฏิบัติการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลลัพธ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพมณี เชื้อวชิรินทร์ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และเสนอโรงเรียนท่านในการหาคุณภาพจากเครื่องมือวิจัยนั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขออนุญาตให้นิสิตตั้งรายนามข้างต้นดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕/๖ จำนวน ๓๕ คน ระหว่างวันที่ ๑๕ - ๒๕ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตตั้งรายนามข้างต้น ได้ที่เบอร์โทร ๐๙๑-๐๗๘๕๓๓๐ หรือที่ E-mail : keeratika-inchai@hotmail.com

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน  
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา  
โทร ๐๓๘ ๒๗๐ ๐๐๐ ต่อ ๗๐๗, ๗๐๕  
E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th

### ภาคผนวก ข

1. การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
2. การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก
3. การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
4. การวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก
5. การวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
6. การวิเคราะห์แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรเพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก
7. การวิเคราะห์แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรเพื่อใช้ทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

1. การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ  
วิทยาศาสตร์ เรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง

ตารางที่ ข-1 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคม  
ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

รายการประเมิน	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ						เฉลี่ย	$\sigma$	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5				
<b>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง</b>									
1. สาระสำคัญ	5	5	5	5	5	5	0.00	เหมาะสม มากที่สุด	
2. ผลการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0.00	เหมาะสม มากที่สุด	
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0.00	เหมาะสม มากที่สุด	
4. สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0.00	เหมาะสม มากที่สุด	
5. กระบวนการเรียนรู้									
5.1 การนำเสนอกระบวนการ การจัดการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.8	0.40	เหมาะสม มากที่สุด	
5.2 การมอบหมายงานหรือ การนำเสนอบทเรียน	5	5	4	4	5	4.6	0.49	เหมาะสม มากที่สุด	
5.3 การเสริมโครงสร้างทาง พุทธิพิสัย	5	5	4	4	5	4.6	0.49	เหมาะสม มากที่สุด	
6. การวัดและประเมินผล	5	3	4	4	5	4.2	0.75	เหมาะสม มาก	
7. สื่อ/แหล่งเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.8	0.40	เหมาะสม มากที่สุด	
						รวม	4.78	0.27	มากที่สุด

ตาราง ข-1 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	$\sigma$	ระดับ ความ เหมาะสม	
	1	2	3	4	5				
<b>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เซลล์ประสาท</b>									
1. สารสำคัญ	5	5	5	5	5	5	0.00	เหมาะสม มากที่สุด	
2. ผลการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0.00	เหมาะสม มากที่สุด	
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0.00	เหมาะสม มากที่สุด	
4. สารการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0.00	เหมาะสม มากที่สุด	
5. กระบวนการเรียนรู้									
5.1 การนำเสนอกระบวนการ จัดการเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.6	0.49	เหมาะสม มากที่สุด	
5.2 การมอบหมายงาน หรือ การนำเสนอบทเรียน	5	5	4	4	5	4.6	0.49	เหมาะสม มากที่สุด	
5.3 การเสริมโครงสร้าง ทาง พุทธิพิสัย	4	5	5	4	5	4.6	0.49	เหมาะสม มากที่สุด	
6. การวัดและประเมินผล	4	3	4	4	5	4	0.63	เหมาะสม มาก	
7. สื่อ/แหล่งเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.8	0.40	เหมาะสม มากที่สุด	
						รวม	4.73	0.26	มากที่สุด



ตาราง ข-1 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	$\sigma$	ระดับ ความ เหมาะสม	
	1	2	3	4	5				
<b>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการทำงานของเซลล์ประสาท</b>									
1. สารสำคัญ	5	5	5	5	5	5	0.00	เหมาะสม มากที่สุด	
2. ผลการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0.00	เหมาะสม มากที่สุด	
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0.00	เหมาะสม มากที่สุด	
4. สารการเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	0.40	เหมาะสม มากที่สุด	
5. กระบวนการเรียนรู้									
5.1 การนำเสนอกระบวนการ จัดการเรียนรู้	5	5	4	4	4	4.4	0.49	เหมาะสม มาก	
5.2 การมอบหมายงานหรือ การนำเสนอบทเรียน	5	5	4	4	4	4.4	0.49	เหมาะสม มาก	
5.3 การเสริมโครงสร้างทาง พุทธิพิสัย	5	5	5	4	5	4.8	0.40	เหมาะสม มากที่สุด	
6. การวัดและประเมินผล	5	3	4	4	5	4.2	0.75	เหมาะสม มาก	
7. สื่อ/แหล่งเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.6	0.49	เหมาะสม มากที่สุด	
						รวม	4.70	0.32	มากที่สุด

ตาราง ข-1 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	$\sigma$	ระดับ ความ เหมาะสม	
	1	2	3	4	5				
<b>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ศูนย์ควบคุมระบบประสาท</b>									
1. สารระสำคัญ	5	5	5	5	5	5	0.00	เหมาะสม มากที่สุด	
2. ผลการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0.00	เหมาะสม มากที่สุด	
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0.00	เหมาะสม มากที่สุด	
4. สารการเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	0.40	เหมาะสม มากที่สุด	
5. กระบวนการเรียนรู้									
5.1 การนำเสนอกระบวนการ การจัดการเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.6	0.49	เหมาะสม มากที่สุด	
5.2 การมอบหมายงานหรือ การนำเสนอบทเรียน	5	5	4	4	4	4.4	0.49	เหมาะสม มาก	
5.3 การเสริมโครงสร้างทาง พุทธิพิสัย	5	5	4	4	4	4.4	0.49	เหมาะสม มาก	
6. การวัดและประเมินผล	5	3	4	4	5	4.2	0.75	เหมาะสม มาก	
7. สื่อ/แหล่งเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	0.40	เหมาะสม มากที่สุด	
						รวม	4.68	0.33	มากที่สุด

ตาราง ข-1 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	$\sigma$	ระดับ ความ เหมาะสม	
	1	2	3	4	5				
<b>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การทำงานของระบบประสาท</b>									
1. สารสำคัญ	5	5	5	4	5	4.8	0.40	เหมาะสม มากที่สุด	
2. ผลการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0.00	เหมาะสม มากที่สุด	
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0.00	เหมาะสม มากที่สุด	
4. สารการเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	0.40	เหมาะสม มากที่สุด	
5. กระบวนการเรียนรู้									
5.1 การนำเสนอกระบวนการ การจัดการเรียนรู้	5	5	4	4	4	4.4	0.49	เหมาะสม มาก	
5.2 การมอบหมายงานหรือ การนำเสนอบทเรียน	5	5	4	4	5	4.6	0.49	เหมาะสม มากที่สุด	
5.3 การเสริมโครงสร้างทาง พุทธิพิสัย	5	5	4	4	4	4.4	0.49	เหมาะสม มาก	
6. การวัดและประเมินผล	5	3	4	5	5	4.4	0.80	เหมาะสม มาก	
7. สื่อ/แหล่งเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0.00	เหมาะสม มากที่สุด	
						รวม	4.68	0.38	มากที่สุด

ตาราง ข-1 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	$\sigma$	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
<b>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง อวัยวะรับความรู้สึก</b>								
1. สารระสำคัญ	5	5	5	5	5	5	0.00	เหมาะสม มากที่สุด
2. ผลการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0.00	เหมาะสม มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0.00	เหมาะสม มากที่สุด
4. สารการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0.00	เหมาะสม มากที่สุด
5. กระบวนการเรียนรู้								
5.1 การนำเสนอกระบวนการ การจัดการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.8	0.40	เหมาะสม มากที่สุด
5.2 การมอบหมายงานหรือ การนำเสนอบทเรียน	5	5	4	5	5	4.8	0.40	เหมาะสม มากที่สุด
5.3 การเสริมโครงสร้างทาง พุทธิพิสัย	5	5	4	4	5	4.6	0.49	เหมาะสม มากที่สุด
6. การวัดและประเมินผล	5	3	4	4	5	4.2	0.75	เหมาะสม มาก
7. สื่อ/แหล่งเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0.00	เหมาะสม มากที่สุด
รวม						4.80	0.26	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม						4.73	0.30	มากที่สุด

จากตารางที่ ข-1 วิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทาง  
สังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก จำนวน 6 แผน

โดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่ามีค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ระหว่าง  
4.68 – 4.80 ระดับความเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยค่าความเหมาะสมรวมเท่ากับ  
 $4.73 \pm 0.30$

## 2. การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

ตารางที่ ข-2 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง  
การเรียน เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
5	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
6	0	0	1	1	1	3	0.6	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
11	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
12	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
13	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
14	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
15	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
16	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
17	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
18	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
19	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
20	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
21	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
22	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
23	1	1	0	1	1	4	0.8	ใช้ได้
24	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
25	0	1	1	1	0	3	0.6	ใช้ได้
26	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
27	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
28	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
29	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
30	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
31	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
32	0	1	1	1	0	3	0.6	ใช้ได้
33	0	1	1	1	0	3	0.6	ใช้ได้
34	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
35	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
36	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
37	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
38	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
39	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
40	0	1	1	1	0	3	0.6	ใช้ได้
41	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
42	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
43	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
44	1	0	1	1	0	3	0.6	ใช้ได้
45	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
46	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
47	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
48	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
49	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
50	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
51	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
52	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
53	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
54	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
55	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
56	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
57	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
58	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
59	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
60	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

จากตารางที่ ข -2 เพื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 -1.00

### 3. การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ตารางที่ ข-3 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบการคิดอย่างมี  
 วิจารณญาณ

ข้อที่	กระบวนการคิดอย่าง มีวิจารณญาณ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3	4	5			
1	ด้านที่ 1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2	ด้านที่ 2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3	ด้านที่ 3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4	ด้านที่ 4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
5	ด้านที่ 1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
6	ด้านที่ 2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
7	ด้านที่ 3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
8	ด้านที่ 4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
9	ด้านที่ 1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
10	ด้านที่ 2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
11	ด้านที่ 3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
12	ด้านที่ 4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
13	ด้านที่ 1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
14	ด้านที่ 2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
15	ด้านที่ 3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
16	ด้านที่ 4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
17	ด้านที่ 1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
18	ด้านที่ 2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
19	ด้านที่ 3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
20	ด้านที่ 4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
21	ด้านที่ 1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
22	ด้านที่ 2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
23	ด้านที่ 3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้



ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

ข้อที่	กระบวนการคิดอย่าง มีวิจารณญาณ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3	4	5			
24	ด้านที่ 4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
25	ด้านที่ 1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
26	ด้านที่ 2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
27	ด้านที่ 3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
28	ด้านที่ 4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
29	ด้านที่ 1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
30	ด้านที่ 2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
31	ด้านที่ 3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
32	ด้านที่ 4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
33	ด้านที่ 1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
34	ด้านที่ 2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
35	ด้านที่ 3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
36	ด้านที่ 4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
37	ด้านที่ 1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
38	ด้านที่ 2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
39	ด้านที่ 3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
40	ด้านที่ 4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

จากตารางที่ ข-3 เพื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบการคิดอย่าง  
มีวิจารณญาณ พบว่ามีดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1

#### 4. การวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ ข-4 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
1*	0.78	0.22	31*	0.44	0.20
2	0.47	0.00	32	0.47	0.13
3	0.50	0.19	33*	0.50	0.31
4*	0.63	0.30	34	0.28	0.15
5*	0.47	0.38	35*	0.66	0.36
6	0.38	0.08	36	0.50	-0.06
7	0.31	-0.04	37	0.34	0.02
8*	0.59	0.24	38*	0.47	0.38
9	0.59	0.36	39*	0.69	0.29
10*	0.69	0.29	40	0.53	-0.13
11*	0.47	0.38	41	0.03	0.06
12	0.31	0.09	42*	0.44	0.32
13*	0.63	0.30	43*	0.53	0.37
14	0.28	0.15	44	0.41	0.26
15	0.28	0.03	45	0.72	0.10
16*	0.59	0.24	46*	0.63	0.30
17*	0.56	0.31	47	0.50	0.19
18	0.66	0.11	48*	0.59	0.24
19*	0.47	0.25	49*	0.38	0.33
20	0.47	0.13	50	0.19	0.35
21*	0.47	0.38	51	0.38	-0.05
22	0.28	0.15	52*	0.53	0.25

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
23*	0.72	0.35	53	0.56	0.18
24	0.63	-0.08	54*	0.59	0.24
25*	0.63	0.30	55*	0.41	0.26
26	0.44	0.32	56	0.25	0.22
27	0.31	0.21	57	0.25	0.09
28*	0.47	0.25	58*	0.72	0.22
29*	0.69	0.29	59	0.34	0.15
30	0.44	0.07	60*	0.78	0.22

หมายเหตุ เครื่องหมาย (\*) แสดงเป็นข้อที่เลือกใช้สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
ฉบับจริง

จากตารางที่ ข-4 ข้อที่เลือกใช้สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง  
ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.38 – 0.78 และมีค่าอำนาจ  
จำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.38 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.87

### 5. การวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ตารางที่ ข-5 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมี  
 วิจารณญาณ

สถานการณ์	ข้อที่	ค่า P	ค่า B	สถานการณ์	ข้อที่	ค่า P	ค่า B
1	1	0.58	0.21	6*	21	0.61	0.26
	2	0.26	0.11		22	0.34	0.47
	3	0.76	-0.20		23	0.24	0.47
	4	0.71	-0.20		24	0.40	0.30
2*	5	0.53	0.32	7	25	0.40	0.30
	6	0.61	0.26		26	0.32	0.11
	7	0.58	0.21		27	0.42	0.11
	8	0.66	0.26		28	0.55	-0.10
3*	9	0.61	0.26	8*	29	0.50	0.2
	10	0.47	0.26		30	0.39	0.26
	11	0.50	0.21		31	0.55	0.26
	12	0.55	0.37		32	0.42	0.21
4*	13	0.55	0.37	9	33	0.45	0.16
	14	0.58	0.32		34	0.21	-0.1
	15	0.37	0.42		35	0.32	0.11
	16	0.50	0.20		36	0.50	0.05
5	17	0.61	0.26	10	37	0.53	0.21
	18	0.53	0.53		38	0.42	0.21
	19	0.74	0.21		39	0.42	0.42
	20	0.37	0.21		40	0.47	0.21

หมายเหตุ เครื่องหมาย (\*) แสดงเป็นข้อที่เลือกใช้สำหรับแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ  
 ฉบับจริง

จากตารางที่ ข-5 ข้อที่เลือกใช้สำหรับแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.24-0.66 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง และค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับของแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณเท่ากับ 0.75

## 6. การวิเคราะห์แบบทดสอบย่อยทำนองจริงเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

ตารางที่ ข-6 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบย่อยทำนองจริงเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
แบบทดสอบย่อยทำนองจริงที่ 1 เรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง								
1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
แบบทดสอบย่อยทำนองจริงที่ 2 เรื่อง เซลล์ประสาท								
1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
แบบทดสอบย่อยทำนองจริงที่ 3 เรื่อง การทำงานของเซลล์ประสาท								
1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 4 เรื่อง ศูนย์ควบคุมระบบประสาท								
1	0	1	1	1	0	3	0.6	ใช้ได้
2	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
3	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 5 เรื่อง การทำงานของระบบประสาท								
1	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
2	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4	0	1	1	1	0	3	0.6	ใช้ได้
แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 6 เรื่อง อวัยวะรับความรู้สึก								
1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4	0	1	1	1	0	3	0.6	ใช้ได้
5	1	0	1	1	0	3	0.6	ใช้ได้
6	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้

จากตารางที่ ข-6 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกพบว่ามีค่าดัชนีความเหมาะสม (IOC) เท่ากับ 0.60 - 1.00

ตารางที่ ข-7 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.70	0.27	14	0.53	0.48
2	0.57	0.26	15	0.60	0.31
3	0.60	0.31	16	0.60	0.43
4	0.53	0.22	17	0.57	0.30
5	0.57	0.43	18	0.47	0.43
6	0.57	0.43	19	0.57	0.23
7	0.57	0.60	20	0.67	0.32
8	0.70	0.44	21	0.73	0.66
9	0.70	0.27	22	0.73	0.39
10	0.70	0.61	23	0.53	0.32
11	0.60	0.31	24	0.73	0.57
12	0.67	0.40	25	0.67	0.36
13	0.70	0.27	26	0.77	0.48

จากตารางที่ ข-7 ข้อที่เลือกใช้สำหรับแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับรู้ความรู้สึก มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.47 – 0.77 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.23 – 0.66 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.97

## 7. การวิเคราะห์แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรเพื่อวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ตารางที่ ข-8 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรเพื่อวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

วงจร	กระบวนการคิดอย่าง มีวิจารณญาณ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3	4	5			
1	ด้านที่ 1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	ด้านที่ 2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	ด้านที่ 3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	ด้านที่ 4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2	ด้านที่ 1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	ด้านที่ 2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	ด้านที่ 3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	ด้านที่ 4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3	ด้านที่ 1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	ด้านที่ 2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	ด้านที่ 3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	ด้านที่ 4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4	ด้านที่ 1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	ด้านที่ 2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	ด้านที่ 3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	ด้านที่ 4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
5	ด้านที่ 1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	ด้านที่ 2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	ด้านที่ 3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	ด้านที่ 4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
6	ด้านที่ 1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	ด้านที่ 2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	ด้านที่ 3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	ด้านที่ 4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้



จากตารางที่ ข-8 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความเหมาะสมของแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรเพื่อ  
วัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณพบว่ามีค่าดัชนีความเหมาะสม (IOC) เท่ากับ 1.00

ตารางที่ ข-9 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบย่อยท้ายวงจร  
เพื่อวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

สถานการณ์	ข้อที่	ค่า P	ค่า B	สถานการณ์	ข้อที่	ค่า P	ค่า B
1	1	0.63	0.30	4*	13	0.55	0.30
	2	0.58	0.23		14	0.43	0.21
	3	0.65	0.23		15	0.45	0.36
	4	0.58	0.23		16	0.68	0.27
2	5	0.50	0.33	5	17	0.38	0.25
	6	0.60	0.26		18	0.70	0.31
	7	0.45	0.36		19	0.83	0.28
	8	0.58	0.23		20	0.58	0.34
3	9	0.60	0.26	6	21	0.63	0.30
	10	0.50	0.33		22	0.68	0.27
	11	0.65	0.23		23	0.78	0.31
	12	0.58	0.34		24	0.65	0.23

จากตารางที่ ข-9 ข้อที่เลือกใช้สำหรับแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรเพื่อวัดการคิดอย่างมี  
วิจารณญาณ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.38 – 0.78 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.23 – 0.36  
และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.78



#### ภาคผนวก ค

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับสัมผัสและตัวอย่างข้อสอบย่อยท้ายวงจร
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก
3. แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

## แผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 นางสาว กิรติกา อินทร์ชัย กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
 รายวิชา ชีววิทยา รหัส ว32242 วิชา การเจริญเติบโตและการพัฒนาการของสัตว์  
 เรื่อง การทำงานของระบบประสาท ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6  
 ภาคเรียนที่ 1/ปีการศึกษา 2563 คาบที่ 11-13 จำนวนนักเรียน 35 คน

### สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระชีววิทยา (ข้อที่ 4)

เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส  
 การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การจับถ่าย การรับรู้ และ  
 การตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอว์โมนกับ การรักษาคุณภาพ  
 และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการทำงานของระบบประสาทโสมมาติก  
 และระบบประสาทอัตโนมัติ

### จุดประสงค์การเรียนรู้

#### 1. ด้านความรู้ (K: Knowledge)

1. อธิบายองค์ประกอบของระบบประสาท
2. เปรียบเทียบการทำงานของระบบประสาทโสมมาติกและระบบประสาทอัตโนมัติ
3. เปรียบเทียบการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกและระบบประสาทพาราซิมพาเทติก

#### 2. ด้านทักษะ (P: Process)

1. นักเรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

#### 3. ด้านคุณลักษณะ (A: Attribute)

1. นักเรียนใฝ่เรียน ใฝ่รู้

### สาระสำคัญ

ระบบประสาทรอบนอกส่วนที่สั่งการแบ่งเป็นระบบประสาทโสมมาติกซึ่งควบคุม  
 การทำงานของกล้ามเนื้อ โครงร่าง และระบบประสาทอัตโนมัติซึ่งควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ  
 หัวใจกล้ามเนื้อเรียบ และต่อมต่าง ๆ ระบบประสาทอัตโนมัติแบ่งการทำงานเป็น 2 ระบบ คือ

ระบบประสาทซิมพาเทติก และระบบประสาทพาราซิมพาเทติก ซึ่งส่วนใหญ่ทำงานตรงกันข้าม เพื่อรักษาคุณภาพของกระบวนการต่าง ๆ ในร่างกาย

## สาระการเรียนรู้

### การทำงานของเซลล์ประสาท

#### 1. ระบบประสาทโซมาติก (Somatic nervous system : SNS)

เป็นการควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อลาย ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่อยู่ภายในอำนาจจิตใจ (Voluntary) เช่น บังคับให้เดิน นั่ง ยืน คือเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวหรือทรงตัวซึ่งอยู่ภายใต้การบังคับของสมองส่วนซีรีบรัม

#### 2. ระบบประสาทอัตโนมัติ (autonomic nervous system : ANS)

เป็นระบบประสาทที่ต้องควบคุม (ระบบประสาทนอกอำนาจจิตใจ) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอวัยวะในร่างกาย เช่น การทำงานของกล้ามเนื้อเรียบ กล้ามเนื้อหัวใจและต่อมต่าง ๆ ซึ่งการทำงานของอวัยวะจะเป็นไปโดยอัตโนมัติและอยู่นอกอำนาจจิตใจ

ระบบประสาทอัตโนมัติ ประกอบด้วยระบบย่อยอีก 2 ระบบ

1. ระบบซิมพาเทติก ( Sympathetic nerve ) ได้แก่ เส้นประสาทที่ออกจากไขสันหลัง บริเวณอกและบริเวณเอว ทำหน้าที่เกี่ยวกับการตื่นตัว เช่น ขนลุก หัวใจเต้นเร็ว เหงื่อออก กระเพาะลำไส้ไม่บีบตัว ฯลฯ

2. ระบบพาราซิมพาเทติก (parasympathetic ) ระบบนี้จะทำงานตรงกันข้ามกับแบบ แอนตาโกนิซึม เพื่อให้เกิดภาวะสมดุล โดยระบบพาราซิมพาเทติก จะทำหน้าที่ลดอัตราการทำงานของอวัยวะให้กลับสู่สภาพปกติ

## การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

### ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอประเด็น

1. นักเรียนดูคลิปวิดีโอการกินอาหารของยูทูปเบอร์ชื่อดังที่กำลังเป็นที่นิยม เพื่อเชื่อมโยงสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบันเข้าสู่บทเรียน

(<https://www.youtube.com/watch?v=OS3dkCrbPcE>)

2. นักเรียนตอบประเด็นปัญหาที่ครูตั้งไว้ดังต่อไปนี้

-เมื่อนักเรียนได้ดูคลิปแล้วรู้สึกเช่นไร

(แนวคำตอบ: ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของนักเรียน โดยครูจะนำเอาแนวทางการตอบของนักเรียน เช่น หิว หรือน้ำลายสอ เพื่อใช้เป็นประเด็นมนการเข้าสู่เนื้อหา)

- อาการ หิว หรือน้ำลายสอที่เกิดขึ้น นักเรียนสามารถบังคับได้หรือไม่  
(แนวคำตอบ: ไม่ได้)

3. ครูให้นักเรียนหยิกแขนตัวเองเบา ๆ 1 ที และใช้คำถามต่อไปนี้เพื่อเข้าสู่เนื้อหาบทเรียน

- นักเรียนหยิกตัวเองเจ็บหรือไม่

(แนวคำตอบ: เจ็บ/ไม่เจ็บ/ไม่ได้หยิกตัวเอง)

- นักเรียนสามารถควบคุมแรงที่ใช้ในการหยิกตัวเองได้หรือไม่

(แนวคำตอบ: ได้)

4. สถานการณ์ทั้ง 2 สถานการณ์มีความแตกต่างกันอย่างไร

(แนวคำตอบ: ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของนักเรียน)

5. ครูตั้งประเด็นคำถามต่อไปนี้เพื่อเข้าสู่บทเรียนต่อไป

- นักเรียนเคยสังเกตหรือไม่ว่ากิจกรรมใดบ้างที่นักเรียนสามารถควบคุมได้และควบคุมไม่ได้

## ขั้นที่ 2 การจัดกิจกรรมและสืบค้นข้อมูล

### กิจกรรมที่ 1

1. ให้นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง ฉันทู้สึกอย่างไร และบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ครูได้เตรียมไว้ให้

2. นักเรียนแลกเปลี่ยนและแสดงความคิดเห็นหลังจากทำการสำรวจตัวเอง

### กิจกรรมที่ 2

1. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรม ที่ 2 ให้นักเรียนสำรวจตัวเองเวลาดูหนังฝึจะมีอาการอย่างไรบ้าง

2. นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและตรวจสอบคำตอบของเพื่อน

## ขั้นที่ 3 อภิปรายการเรียนรู้

### กิจกรรมที่ 1

1. นักเรียนและครูร่วมกันวิเคราะห์กิจกรรมต่าง ๆ ว่ากิจกรรมใดเป็นกิจกรรมที่ควบคุมได้หรือไม่ได้ครูอธิบายเพิ่มเติมว่ากิจกรรมต่าง ๆ ที่สามารถควบคุมได้เป็นกิจกรรมที่หน่วยปฏิบัติงานบังคับได้ เช่น กล้ามเนื้อ จัดเป็นระบบประสาทโซมาติก (somatic nervous system: SNS) ส่วนการสั่งการที่หน่วยปฏิบัติงานบังคับไม่ได้จะจัดเป็นระบบประสาทอัตโนมัติ (automatic nervous system : ANS) หลังจากนั้นครูให้นักเรียนพิจารณาว่ากิจกรรมใดบ้างที่เป็นระบบประสาทโซมาติกและระบบประสาทอัตโนมัติ

2. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยกิจกรรมดังตารางต่อไปนี้

กิจกรรม	ควบคุมได้	ควบคุมไม่ได้	ระบบประสาทแบบใด
1. เมื่อจันร้อนแล้วมีอาการเหงื่อไหล	-	✓	ANS
2. ท้องร้องเมื่อหิวข้าว	-	✓	ANS
3. เตะฟุตบอล	✓	-	SNS
4. หัวใจเต้นเร็วเมื่อตกใจ	-	✓	ANS
5. เคี้ยวอาหาร	✓	-	SNS
6. เกาหัว	✓	-	SNS
7. น้ำลายสอเมื่อเห็นของเปรี้ยว	-	✓	ANS
8. ร้องเพลง	✓	-	SNS
9. การออกกำลังกาย	✓	-	SNS
10. เคาะหัวเข้าแล้วหัวกระตุก	-	✓	SNS

3. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายว่าการเคาะหัวเข้าแล้วหัวกระตุกจัดเป็นระบบประสาทแบบใด

(แนวคำตอบ: จัดเป็นระบบประสาทแบบโซมาติก ซึ่งเป็นการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่มากระตุ้นในระยะเวลาสั้น ๆ เรียกว่า reflex action เป็นการตอบสนองของหน่วยปฏิบัติงานโดยที่ไม่ผ่านสมอง ดังนั้นจึงเป็นระบบประสาทแบบซิมพาเทติก (sympathetic system))

**กิจกรรมที่ 2**

1. นักเรียนและครูร่วมกันเฉลยกิจกรรมที่ 2 และอภิปรายในประเด็นดังต่อไปนี้

- เมื่อนักเรียนดูหนังผีนักเรียนจะมีการแสดงออกของหมายเลขใด”

(แนวคำตอบ: หมายเลขที่ 1)

- การแสดงออกที่เกิดขึ้นเป็นกิจกรรมที่สามารถควบคุมได้หรือไม่ ดังนั้นจัดเป็นระบบประสาทแบบใด

(แนวคำตอบ: ไม่ได้ ระบบประสาทอัตโนมัติ)

2. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่าระบบประสาทอัตโนมัติ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท

คือ ระบบประสาทซิมพาเทติกและระบบประสาทพาราซิมพาเทติก ซึ่งจะทำงานตรงกันข้ามกัน ยกตัวอย่างเช่น ระบบประสาทซิมพาเทติกเมื่อมีการทำงานจะกระตุ้นการทำงานของหัวใจ

ทำให้หัวใจเต้นเร็ว ส่วนระบบประสาทพาราซิมพาเทติกจะยับยั้งการเต้นของหัวใจทำให้หัวใจเต้นช้าลง

-ดังนั้นเมื่อนักเรียนดูหนังผีระบบประสาทชนิดใดจะทำงาน”

(แนวคำตอบ: ระบบประสาทซิมพาเทติก)

3. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็น “กลัวผีจนปีศาจจะรอด” สามารถเกิดขึ้นได้หรือไม่

4. ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพื่ออภิปรายว่า การกลัวผีจนปีศาจจะรอดสามารถเกิดขึ้นได้หรือไม่

5. ครูนำเสนอประเด็นข่าว “โจรมือใหม่บุกปล้นร้านทอง กลัวเสียงไซเรนจนหนีรอด”  
เพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายและเปรียบเทียบประเด็นข่าวเพิ่มเติม

**ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินและสะท้อนความคิด**

1. นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากใบงาน เรื่อง การทำงานของระบบประสาท
2. นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 5 ประกอบด้วย
  - แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

## การวัดและประเมินผล (ด้านความรู้, ด้านกระบวนการ, ด้านคุณลักษณะ)

รายการ	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การวัด
<b>ด้านความรู้ (Knowledge)</b> 1. อธิบายองค์ประกอบของระบบประสาท (K) 2. เปรียบเทียบการทำงานของระบบประสาทโซมาติกและระบบประสาทอัตโนมัติ (K) 3. เปรียบเทียบการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกและระบบประสาทพาราซิมพาเทติก (K)	ตรวจสอบแบบฝึกหัดเรื่อง การทำงานของระบบประสาท	แบบฝึกหัดเรื่อง การทำงานของระบบประสาท	นักเรียนได้คะแนน 70% ขึ้นไป
<b>ด้านกระบวนการ (Process)</b> 4. นักเรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (P)	- สังเกตการทำกิจกรรมในชั้นเรียน - การทำแบบฝึกหัดเรื่อง เรื่อง การทำงานของระบบประสาท	- แบบประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณ -แบบฝึกหัด เรื่อง การทำงานของระบบประสาท	พอใช้ขึ้นไป
<b>ด้านคุณลักษณะ (Attitude)</b> 5. นักเรียนใฝ่เรียน ใฝ่รู้ (A)	- สังเกตการทำกิจกรรมในชั้นเรียน	- แบบสังเกตการทำกิจกรรมในห้องเรียน	พอใช้ขึ้นไป

## สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้

1. Power point ประกอบการสอน เรื่อง การทำงานของระบบประสาท
2. แบบฝึกหัด เรื่อง การทำงานของระบบประสาท
3. กิจกรรม เรื่อง การทำงานของระบบประสาท



บันทึกหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ผลการจัดการเรียนรู้, ปัญหา/อุปสรรค, แนวทางการแก้ไข)

.....

.....

.....

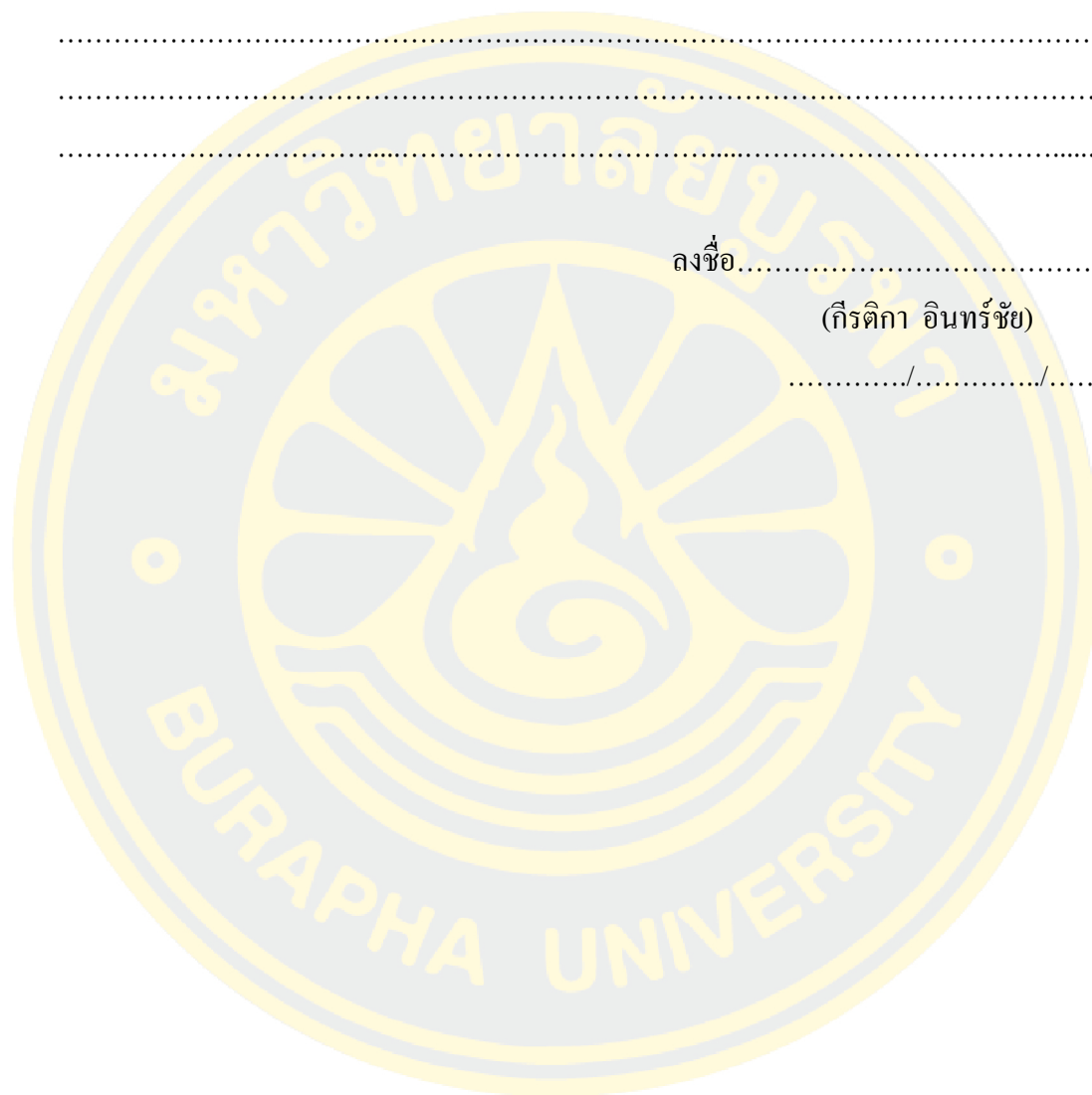
.....

.....

ลงชื่อ.....

(กীরติกา อินทร์ชัย)

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





## เกณฑ์การประเมิน

เรื่องที่ประเมิน	คะแนน
<p><b>1. การทำความเข้าใจกับปัญหาหรือประเด็นปัญหา</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนสามารถทำความเข้าใจกับปัญหาข้อมูลหรือสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อที่สามารถระบุปัญหา ประเด็นที่สำคัญสาระสำคัญของสถานการณ์นั้น ๆ ได้ถูกต้องและเหมาะสม</li> <li>- นักเรียนสามารถทำความเข้าใจกับปัญหาข้อมูลหรือสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อที่สามารถระบุปัญหา ประเด็นที่สำคัญสาระสำคัญของสถานการณ์นั้น ๆ บางส่วน</li> <li>- นักเรียนไม่สามารถทำความเข้าใจกับปัญหาข้อมูลหรือสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อที่สามารถระบุปัญหา ประเด็นที่สำคัญสาระสำคัญของสถานการณ์นั้น ๆ</li> </ul>	<p>3</p> <p>2</p> <p>1</p>
<p><b>2. การรวบรวมข้อมูล</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนสามารถพิจารณาข้อมูลหรือสถานการณ์ที่ปรากฏ เพื่อแยกแยะความเหมือนและความแตกต่างของข้อมูล และพิจารณาถึงความเกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น ได้ถูกต้อง เหมาะสม</li> <li>- นักเรียนสามารถพิจารณาข้อมูลหรือสถานการณ์ที่ปรากฏ เพื่อแยกแยะความเหมือนและความแตกต่างของข้อมูล และพิจารณาถึงความเกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น ได้บางส่วน</li> <li>- นักเรียนสามารถไม่สามารถพิจารณาข้อมูลหรือสถานการณ์ที่ปรากฏ เพื่อแยกแยะความเหมือนและความแตกต่างของข้อมูล และพิจารณาถึงความเกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นได้</li> </ul>	<p>3</p> <p>2</p> <p>1</p>
<p><b>3. การวิเคราะห์ข้อมูล</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนสามารถพิจารณาข้อมูลรวบรวมข้อมูลอันนำไปสู่การจัดระบบข้อมูล เพื่อตัดสินใจว่าข้อมูลหรือประเด็นที่ต้องพิจารณานั้นเป็นจริงหรือไม่เป็นจริง มีความน่าเชื่อถือหรือไม่น่าเชื่อถืออย่างมีเหตุผล ถูกต้อง เหมาะสม</li> <li>- นักเรียนสามารถพิจารณาข้อมูลรวบรวมข้อมูลอันนำไปสู่การจัดระบบข้อมูล เพื่อตัดสินใจว่าข้อมูลหรือประเด็นที่ต้องพิจารณานั้นเป็นจริงหรือไม่เป็นจริง มีความน่าเชื่อถือหรือไม่น่าเชื่อถืออย่างมีเหตุผล ค่อนข้างถูกต้อง เหมาะสม</li> <li>- นักเรียนไม่มีสามารถพิจารณาข้อมูลรวบรวมข้อมูลอันนำไปสู่การจัดระบบข้อมูล เพื่อตัดสินใจว่าข้อมูลหรือประเด็นที่ต้องพิจารณานั้นเป็นจริงหรือไม่เป็นจริง มีความน่าเชื่อถือหรือไม่น่าเชื่อถืออย่างมีเหตุผล</li> </ul>	<p>3</p> <p>2</p> <p>1</p>

เรื่องที่ประเมิน	คะแนน
<b>4. การสรุปหรือการตัดสินใจ</b>	
- นักเรียนมีความสามารถในการพิจารณาข้อมูลหรือสถานการณ์ ที่ปรากฏอย่างเป็นระบบ เพื่อรวบรวมจับใจความสำคัญของข้อมูลหรือสถานการณ์นั้น ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผลมากที่สุด	3
- นักเรียนมีความสามารถในการพิจารณาข้อมูลหรือสถานการณ์ ที่ปรากฏอย่างเป็นระบบ เพื่อรวบรวมจับใจความสำคัญของข้อมูลหรือสถานการณ์นั้น ๆ ได้บางส่วน	2
- นักเรียนไม่มีความสามารถในการพิจารณาข้อมูลหรือสถานการณ์ ที่ปรากฏอย่างเป็นระบบ เพื่อรวบรวมจับใจความสำคัญของข้อมูลหรือสถานการณ์นั้น ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล	1

เกณฑ์ผ่าน

คะแนนรวม	ผลการประเมิน
6 - 4	ปรับปรุง
9 - 7	พอใช้
10 - 12	ดีมาก



## เกณฑ์การประเมิน

เรื่องที่ประเมิน	คะแนน
<b>1. มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียน</b>	
- มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม ทำกิจกรรมโดยทันที	4
- มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม ทำกิจกรรมเมื่อครูบอกให้เริ่มทำ	3
- มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม ทำกิจกรรมเมื่อเพื่อนเริ่มทำ	2
- ขาดความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม และไม่ยอมทำกิจกรรม	1

## เกณฑ์ผ่าน

คะแนนรวม	ผลการประเมิน
1	ปรับปรุง
3-2	พอใช้
4	ดีมาก

## กิจกรรม

### เรื่อง การทำงานของระบบประสาท

#### กิจกรรมที่ 1 ฉันรู้สึกอย่างไร

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความและใช้เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง

กิจกรรม	ควบคุมได้	ควบคุมไม่ได้	ระบบประสาทแบบใด
1. เมื่อนั่งร้อนแล้วมีอาการเหงื่อไหล			
2. ท้องร้องเมื่อหิวข้าว			
3. เตะฟุตบอล			
4. หัวใจเต้นเร็วเมื่อตกใจ			
5. เคี้ยวอาหาร			
6. เกาหัว			
7. น้ำลายสอเมื่อเห็นของเปรี้ยว			
8. ร้องเพลง			
9. การออกกำลังกาย			
10. เคาะหัวเข้าแล้วหัวเข้ากระดูก			

#### กิจกรรมที่ 2 เมื่อนั่งดูหนังผีจะแสดงอาการอย่างไร

คำชี้แจง ให้นักเรียนสำรวจตัวเองขณะดูหนังผีและเลือกหมายเลขที่กำหนดให้

การแสดงออก	หมายเลข 1	หมายเลข 2
ม่านตา	ขยาย	หรี
ต่อมน้ำลาย	ยับยั้ง น้ำลายน้อย เหนียว	กระตุ้น น้ำลายมาก ไส
หลอดลม	คลายตัว หายใจคล่อง	หดตัว หายใจไม่สะดวก
กระเพาะอาหาร ลำไส้ ตับอ่อน	ยับยั้งการย่อยอาหาร	กระตุ้นการย่อยอาหาร
กระเพาะปัสสาวะ	คลายตัว	หดตัว ปวดปัสสาวะ
ต่อมเหงื่อ	เหงื่อออก	-

## แบบฝึกหัด

## เรื่อง การทำงานของระบบประสาท

1. ให้นักเรียนแผนผังการทำงานของระบบประสาท

2. ถ้านักเรียนกำลังทำอาหารแล้วโดนขอบกระทะ นักเรียนจึงชักมือหนีทันที เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่าอะไร

3. การเกิด Reflex arc ส่งผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างไร

4. Reflex action จากการกระตุกขาเมื่อโดนเคาะกับการชักเท้าเมื่อเหยียบแก้ว ปฏิกริยาใดซับซ้อนกว่ากัน เพราะเหตุใด



5. จงเติมคำตอบลงในช่องว่างต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

อวัยวะ	ระบบประสาทซิมพาเทติก	ระบบประสาทพาราซิมพาเทติก
รูม่านตา		
ต่อมน้ำตา		
กล้ามเนื้อขีดยึดม่านตา		
ต่อมน้ำลาย		
กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก		
ตับ		
ถุงน้ำดี		
ตับอ่อน		
ปอด		
ต่อมเหงื่อ		
หัวใจ		
ต่อมหมวกไตชั้นนอก		
อวัยวะสืบพันธุ์		
กระเพาะปัสสาวะ		

## แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 5

### เรื่อง การทำงานของระบบประสาท

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (×) ลงในช่องว่างที่กำหนดให้

1. ระบบประสาทของสัตว์มีกระดูกสันหลังสามารถแบ่งได้เป็นกี่ระบบ
  - ก. 2 ระบบ ได้แก่ ระบบประสาทรอบนอกและระบบประสาทส่วนกลาง
  - ข. 2 ระบบ ได้แก่ ระบบประสาทซิมพาเทติกและระบบประสาทพาราซิมพาเทติก
  - ค. 3 ระบบ ได้แก่ ระบบประสาทส่วนกลาง ระบบประสาทรอบนอกและระบบประสาทสั่งการ
  - ง. 3 ระบบ ได้แก่ ระบบประสาทโซมาติก ระบบประสาทอัตโนมัติ และระบบประสาทซิมพาเทติก
2. เมื่อคุณหอบเคาะเข้าและเกิดการกระตุก มีความเกี่ยวข้องกับระบบประสาทใดและเพราะเหตุใด
  - ก. ระบบประสาทอัตโนมัติ เพราะ มีความเกี่ยวข้องกับกับการทำงานของกล้ามเนื้อเรียบ
  - ข. ระบบประสาทอัตโนมัติ เพราะ มีความเกี่ยวข้องกับกับการทำงานของกล้ามเนื้อลาย
  - ค. ระบบประสาทโซมาติก เพราะ มีความเกี่ยวข้องกับกับการทำงานของกล้ามเนื้อเรียบ
  - ง. ระบบประสาทโซมาติก เพราะ มีความเกี่ยวข้องกับกับการทำงานของกล้ามเนื้อลาย
3. เมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟไหม้จะสัมพันธ์กับการทำงานของระบบประสาทใดและมีการตอบสนองอย่างไร
  - ก. ระบบประสาทซิมพาเทติก รุม่านตาขยาย
  - ข. ระบบประสาทซิมพาเทติก ลำไส้ทำงานได้ดีขึ้น
  - ค. ระบบประสาทพาราซิมพาเทติก รุม่านตาขยาย
  - ง. ระบบประสาทพาราซิมพาเทติก ลำไส้ทำงานได้ดีขึ้น
4. ในอดีตมนุษย์จำเป็นต้องเข้าป่าเพื่อล่าสัตว์ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก เพื่อเอาชีวิตรอด เพื่อเป็นการรักษาสมดุลการทำงานของร่างกายจึงมีระบบประสาทพาราซิมพาเทติกทำงานควบคู่กัน ในปัจจุบัน พบว่าศัตรูที่สำคัญของมนุษย์นั่นก็คือความเครียด นักเรียนคิดว่าวิธีใดไม่ใช่วิธีการที่ช่วยลดความเครียด
  - ก. ดูหนังผี
  - ข. การออกกำลังกาย
  - ค. การหายใจเข้าและออกช้า ๆ
  - ง. การออกไปเดินเล่นเพื่อเปลี่ยนบรรยากาศ

5. การเต้นของหัวใจที่ช้าลงเกิดจากระบบประสาทใดถูกกระตุ้นและมีการหลั่งสารสื่อประสาทชนิดใด

- ก. ระบบประสาทซิมพาเทติก , นอร์อีพิเนฟริน
- ข. ระบบประสาทซิมพาเทติก, แอซิติลโคลีน
- ค. ระบบประสาทพาราซิมพาเทติก, นอร์อีพิเนฟริน
- ง. ระบบประสาทพาราซิมพาเทติก, แอซิติลโคลีน

6. จากข้อความ “ตกใจจนปัสสาวะรด” คำกล่าวนี้ถูกต้องตามทฤษฎีหรือไม่

- ก. ถูกต้อง เพราะ เมื่อเกิดอาการตกใจ ระบบประสาทซิมพาเทติกทำงาน ทำให้กระเพาะปัสสาวะหดตัว
- ข. ถูกต้อง เพราะ เมื่อเกิดอาการตกใจ ระบบประสาทพาราซิมพาเทติกทำงาน ทำให้กระเพาะปัสสาวะหดตัว
- ค. ไม่ถูกต้อง เพราะ เมื่อเกิดอาการตกใจ ระบบประสาทซิมพาเทติกทำงาน ทำให้กระเพาะปัสสาวะคลายตัว
- ง. ไม่ถูกต้อง เพราะ เมื่อเกิดอาการตกใจ ระบบประสาทพาราซิมพาเทติกทำงาน ทำให้กระเพาะปัสสาวะคลายตัว

## แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 5

### แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

**คำชี้แจง** จากสถานการณ์ที่กำหนดจงตอบคำถามต่อไปนี้

ปัญหาและสิ่งที่ท้าทายเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตเสมอ โดยอารมณ์วิตกกังวลจะเป็นสัญญาณกระตุ้นให้เราแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ไม่นิ่งนอนใจมากเกินไป เปรียบเหมือนการสาร์ทเครื่องยนต์ให้เดินหน้า แต่ปัญหาของหลายคนไม่สามารถปิดเครื่องหรือสวิตช์ที่ค้างไว้ได้ ทำให้มีอารมณ์วิตกกังวลมากเกินไป ซึ่งมันจะส่งผลกระทบต่อความสามารถของสมอง ทำให้ทำงานได้ลดลง ไม่สามารถตัดสินใจและสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ ได้ แม้แต่เด็กถ้าเครียดก็ส่งผลให้การเรียนรู้ไม่ดีด้วยเช่นกัน ในผู้หญิงอาจแสดงออกถึงความกังวล ด้วยการบ่น ซึ่งเป็นการดูแลตนเองอย่างหนึ่ง แต่ถ้ามากเกินไปอาจส่งผลเสียต่อสัมพันธภาพกับคนรอบข้าง ผลของการหายใจที่ดีจะมีส่วนช่วยลดภาวะวิตกกังวล การหายใจยาวถูกควบคุมด้วยระบบประสาทที่ทำงานให้ร่างกายผ่อนคลาย ทำให้อารมณ์ลดลงหรือความวิตกกังวลต่าง ๆ ลดลง การหายใจจะกระตุ้นระบบประสาทพาราซิมพาเทติก ช่วยในเรื่องการขยายตัวของหลอดเลือดฝอย สำหรับคนที่มึนงง เวลาเครียดควรฝึกหายใจวันละ 15 นาที เพื่อให้กล้ามเนื้อผ่อนคลาย ทั้งกล้ามเนื้อหน้าผาก กล้ามเนื้อคอและยังช่วยทำให้จิตใจสงบ ไม่ฟุ้งซ่าน

ปรับปรุงจาก: หนังสือพิมพ์โลกวันนี้วันสุข

1. ประเด็นสำคัญของบทความนี้คืออะไร

- ก. ผลจากความเครียด
- ข. วิธีการผ่อนคลายความเครียด
- ค. การทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก
- ง. ผลจากการฝึกการหายใจ

2. ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับบทความนี้

ก. การหายใจสั้นทำให้เพิ่มความวิตกกังวล

ข. ความเครียดส่งผลกระทบต่อความจำและการเรียน

ค. ระบบประสาทพาราซิมพาเทติกทำให้หลอดเลือดขยายตัว

ง. ความเครียดสามารถส่งผลต่อความสัมพันธ์ของคนรอบข้างได้

3. ข้อใดไม่เป็นจริง

ง. การบ่นเป็นการแสดงออกถึงความกังวล

ข. การหายใจยาวถูกควบคุมโดยระบบประสาท

ค. ความเครียดสามารถทำให้สมองทำงานได้ช้าลง

ค. ระบบประสาทซิมพาเทติกสามารถกระตุ้นการขยายตัวของหลอดเลือดได้

4. จากบทความนี้สามารถสรุปได้ว่าอย่างไร

ก. การฝึกหายใจสามารถช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก ให้หลอดเลือดขยายตัว สามารถช่วยลดความเครียดและผ่อนคลายกล้ามเนื้อได้

ข. ความเครียดถูกควบคุมด้วยการทำงานของระบบประสาท ในผู้หญิงการบ่นเป็นการแสดงออกถึงความกังวล

ค. ความเครียดและความวิตกกังวลส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานในชีวิตประจำวัน คนที่มีความเครียดมากเกินไปจะเกิดอาการเจ็บปวดตามร่างกาย

ง. ความเครียดและความวิตกกังวลปัญหาการใช้ชีวิตประจำวัน การฝึกหายใจจะช่วยทำให้ผ่อนคลายความเครียดและความวิตกกังวลได้

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน****เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5****คำชี้แจง**

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก (ก ข ค และ ง) จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาทำข้อสอบ 30 นาที
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด แล้วกากบาท (×) ลงในช่องอักษร ก ข ค และ ง ในกระดาษคำตอบที่แจกให้
3. ไม่อนุญาตให้นักเรียนเริ่มทำข้อสอบก่อนได้รับอนุญาต
4. ไม่อนุญาตให้นักเรียนนำข้อสอบออกนอกห้องสอบเด็ดขาด
5. ไม่อนุญาตให้คัดลอกข้อสอบไม่ว่าด้วยวิธีใดก็ตาม

1. ข้อใดจับคู่ระหว่างสิ่งมีชีวิตและโครงสร้างที่ใช้ในการรับรู้และตอบสนองได้ถูกต้อง
  - ก. ไฮดรา - ปมประสาท (nerve ganglion)
  - ข. แมลง - วงแหวนประสาท (nerve ring)
  - ค. พลานาเรีย - ร่างแหประสาท (nerve net)
  - ง. พารามีเซียม - เส้นใยประสานงาน (coordinating fiber)
2. เมื่อใช้ปลายเข็มแตะไฮดราและพลานาเรียจะมีการตอบสนองแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
  - ก. แตกต่างกัน ไฮดราจะมีการตอบสนองทั้งตัว ส่วนพลานาเรียจะมีการตอบสนองเฉพาะส่วน
  - ข. แตกต่างกัน ไฮดราจะมีการตอบสนองเฉพาะส่วน ส่วนพลานาเรียจะมีการตอบสนองทั้งตัว
  - ค. ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากสิ่งมีชีวิตทั้ง 2 ชนิด อยู่ในไฟลัมเดียวกัน
  - ง. ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากสิ่งมีชีวิตทั้ง 2 ชนิด มีโครงสร้างที่ใช้ในการตอบสนองเหมือนกัน
3. ข้อใดถูกต้อง
  - ก. เซลล์ประสาททำหน้าที่นำกระแสประสาทเข้าสู่ axon → ตัวเซลล์ → dendrite
  - ข. เซลล์ประสาททำหน้าที่นำกระแสประสาทเข้าสู่ dendrite → ตัวเซลล์ → axon
  - ค. เซลล์ประสาททำหน้าที่นำกระแสประสาทเข้าสู่ ตัวเซลล์ → axon → dendrite
  - ง. เซลล์ประสาททำหน้าที่นำกระแสประสาทเข้าสู่ ตัวเซลล์ → dendrite → axon
4. เพราะเหตุใดเซลล์ประสาทสั่งการจึงมีความยาวของแอกซอนมากกว่าเดนไดรต์
  - ก. เพราะทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างเซลล์ประสาทรับความรู้สึกและเซลล์ประสาทประสานงานจึงมีแอกซอนยาว
  - ข. เพราะเป็นเซลล์ประสาทที่ทำหน้าที่ประสานงานจึงต้องมีแอกซอนยาว
  - ค. เพราะต้องทำหน้าที่ในการรับความรู้สึกเพื่อส่งไปยังสมองจึงจำเป็นต้องมีแอกซอนยาว
  - ง. เพราะต้องส่งกระแสประสาทออกจากไขสันหลังที่ห่างจากหน่วยปฏิบัติงานมาก

5. เส้นใยประสาทที่มีเยื่อไมอีลินหุ้มจะนำกระแสประสาทได้ไวกว่าเส้นใยประสาทที่ไม่มีเยื่อไมอีลินหุ้ม ข้อความนี้กล่าวถูกต้องหรือไม่

ก. ถูกต้อง เพราะ ช่วยทำให้เส้นผ่านศูนย์กลาง axon แคบลงส่งผลให้นำกระแสประสาทได้เร็วขึ้น

ข. ถูกต้อง เพราะ เยื่อไมอีลินจะทำให้การนำกระแสประสาทแบบก้าวกระโดดทำให้นำกระแสประสาทเร็วขึ้น

ค. ไม่ถูกต้อง เพราะ ช่วยทำให้เส้นผ่านศูนย์กลาง axon แคบลงส่งผลให้นำกระแสประสาทช้าลง

ง. ไม่ถูกต้อง เพราะ เยื่อไมอีลินจะทำให้การนำกระแสประสาทแบบก้าวกระโดดทำให้นำกระแสประสาทช้าลง

6. ถ้าการส่งกระแสประสาทมีบริเวณไซแนปส์อยู่มากจะส่งผลอย่างไรต่อการส่งกระแสประสาท

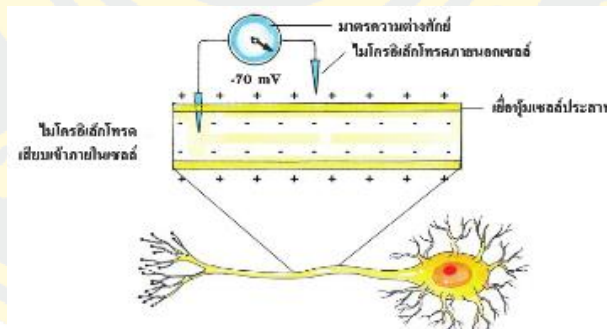
ก. การส่งกระแสประสาทจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ข. การส่งกระแสประสาทจะมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ค. การส่งกระแสประสาทจะมีทิศทางเดียว

ง. การส่งกระแสประสาทจะช้าลง

7. จากการทดลองของ เอ แอล ฮอดจกิน และ เอ เอฟ ฮักซลีย์ ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง



ก. ศักย์ไฟฟ้าด้านนอกเซลล์และภายในเซลล์มีความแตกต่างกัน โดยศักย์ไฟฟ้าภายในเซลล์จะเป็นลบเมื่อเทียบกับภายนอกเซลล์

ข. ศักย์ไฟฟ้าด้านนอกเซลล์และภายในเซลล์มีความแตกต่างกัน โดยศักย์ไฟฟ้าภายในเซลล์จะเป็นบวกเมื่อเทียบกับภายนอกเซลล์

ค. ศักย์ไฟฟ้าด้านนอกเซลล์และภายในเซลล์เท่ากัน

ง. ไม่มีข้อใดถูก



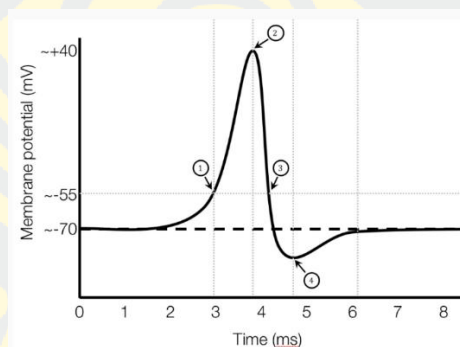
8. ข้อใดต่อไปนี้เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับเซลล์ประสาทที่มีศักย์ไฟฟ้าเท่ากับ +20 มิลลิโวลต์

- ก. เกิดรีโพลาริเซชัน (repolarization) และมี  $\text{Na}^+$  ภายในเซลล์มากกว่าภายนอกเซลล์
- ข. เกิดรีโพลาริเซชัน (repolarization) และมี  $\text{Na}^+$  ภายนอกเซลล์มากกว่าภายนอกเซลล์
- ค. เกิดดีโพลาริเซชัน (depolarization) และมี  $\text{Na}^+$  ภายในเซลล์มากกว่าภายนอกเซลล์
- ง. เกิดดีโพลาริเซชัน (depolarization) และมี  $\text{Na}^+$  ภายนอกเซลล์มากกว่าภายนอกเซลล์

9. เอนไซม์ acetylcholinesterase ถูกทำลายจะส่งผลต่อการทำงานของระบบประสาทหรือไม่อย่างไร

- ก. ส่งผล เพราะทำให้ระบบประสาทถูกกระตุ้นตลอดเวลาทำให้เกิดน้ำลายฟูมปาก คลื่นไส้ อาเจียน
- ข. ส่งผล เพราะทำให้ไม่สามารถส่งระบบประสาทยังเซลล์ถัดไปได้ กล้ามเนื้อจึงเป็นอัมพาต
- ค. ไม่ส่งผล เพราะสามารถใช้เอนไซม์ตัวอื่นทดแทนในกระบวนการได้
- ง. ไม่ส่งผล เพราะ acetylcholine สามารถทำลายตัวเองได้

10. จากกราฟจงตอบคำถามต่อไปนี้



หมายเลขใดบ้างที่เชื่อมั้เซลล์ประสาทไม่สามารถตอบโต้ต่อแรงกระตุ้นได้อีก ไม่ว่าแรงกระตุ้นนั้นจะมีความรุนแรงเพียงใดก็ตาม

- ก. 1-2
- ข. 2-3
- ค. 3-4
- ง. 1-2-3-4

11. ถ้าเซลล์ประสาทถูกกระตุ้นด้วยสาร A ทำให้  $\text{Cl}^-$  channel บนเยื่อหุ้มเซลล์ประสาทเปิดออก  $\text{Cl}^-$  ไหลเข้าเซลล์มากขึ้น ข้อใดคือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

- ก. Repolarization
- ข. Depolarization
- ค. Hypopolarization
- ง. Hyperpolarization

12. สมองส่วนใดที่เกี่ยวข้องกับความคิด ความจำ

ก. ทาลามัส

ข. เซรีเบลลัม

ค. เซรีบริรัม

ง. เมดัลลาออบลองกาตา

13. นักเรียนจะมีวิธีการใดที่ทำให้สมองเรียนรู้เพื่อให้เกิดความชำนาญ จงใช้ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อที่จะช่วยให้เกิดความชำนาญ

ก. ศึกษาและขยันหาความรู้เป็นประจำ

ข. การฝึกฝนและปฏิบัติเป็นประจำ

ค. แลกเปลี่ยนความรู้ต่อผู้อื่น

ง. สอบถามจากผู้มีความรู้

14. นายดำขโมยเงินของเพื่อน จึงมีอาการหัวใจเต้นเร็วและแรง เนื่องจากกลัวว่าจะมีคนจับได้ สมองส่วนใดเกี่ยวกับกิจกรรมนี้

1. เซรีบริรัม

2. เมดัลลาออบลองกาตา

3. ไฮโปทาลามัส

ก. 1

ข. 1 และ 2

ค. 2 และ 3

ง. ถูกทุกข้อ

15. นักวิทยาศาสตร์สร้างสิ่งมีชีวิตขึ้นมาชนิดหนึ่ง เพื่อให้สิ่งมีชีวิตชนิดนี้ มีความฉลาดใกล้เคียงกับมนุษย์มากที่สุด นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ควรนำเนื้อเยื่อจากเซลล์สมองส่วนใดมาปลูกถ่ายให้กับสิ่งมีชีวิตชนิดนี้

ก. อัลแฟกทอรีบัลล์

ข. เซรีบริรัม

ค. ไฮโปทาลามัส

ง. เมดัลลาออบลองกาตา

16. ขณะที่มีการอ่านหนังสือจะเกี่ยวข้องกับระบบประสาทคู่ที่เท่าไร

ก. คู่ที่ 2, 3, 4, 6

ข. คู่ที่ 7 และ 9

ค. คู่ที่ 3, 4, 6

ง. คู่ที่ 1, 2, 8

17. ข้อใดต่อไปนี้เป็นถูกต้อง

ก. ไขสันหลัง มีเส้นใยประสาทไขสันหลังที่ทำหน้าที่ส่งการเพียงอย่างเดียว

ข. ไขสันหลังมีลักษณะเป็นเนื้อสีขาวเกิดจากมีเยื่อไมอีลินหุ้ม

ค. ไขสันหลัง จะมีเส้นใยประสาทไขสันหลังประกอบด้วยเซลล์ประสาทและเส้นใยประสาท

ง. บริเวณเนื้อสีเทาจะมีช่องกลาง ภายในจะมีน้ำเลี้ยงสมองและไขสันหลังบรรจุอยู่

18. ถ้าทางเดินน้ำเลี้ยงสมองและไขสันหลังอุดตัน จะเกิดผลเสียอย่างไร
- ก. ทำให้กล้ามเนื้อของร่างกายลีบและอ่อนแรง
  - ข. ทำให้เกิดเนื้องอกในสมอง
  - ค. ทำให้สมองขาดน้ำหล่อเลี้ยง
  - ง. **ทำให้น้ำคั่งในสมอง เกิดอาการหัวโตนเด็ก**
19. ข้อใดไม่จัดอยู่ในระบบประสาทรอบนอก
- ก. ระบบประสาทซิมพาเทติก
  - ข. ระบบประสาทอัตโนมัติ
  - ค. **สมองและไขสันหลัง**
  - ง. ระบบประสาทพาราซิมพาเทติก
20. ข้อใดแสดงให้เห็นการทำงานของระบบประสาทโซมาติก มากที่สุด
- ก. **นัยกำลังวาดภาพ**
  - ข. มุกหนาวจึงมีอาการขนลุก
  - ค. มะนาวหิวข้าวท้องจึงร้อง
  - ง. มีน้เกิดอาการตกใจ
21. ในผู้ใหญ่เมื่อน้ำปัสสาวะในกระเพาะปัสสาวะมาก ดังนั้นถ้านักเรียนสามารถควบคุมไม่ให้เกิดการขับถ่ายปัสสาวะได้ นักเรียนจะถูกควบคุมด้วยระบบประสาทใดและสมองส่วนใด
- ก. ซิมพาเทติก, เซรีบริลคอร์ดเทกซ์
  - ข. ซิมพาเทติก, ไฮโปทาลามัส
  - ค. พาราซิมพาเทติก, เซรีบริลคอร์ดเทกซ์
  - ง. **พาราซิมพาเทติก, ไฮโปทาลามัส**
22. การดื่มกาแฟทำให้เกิดอาการใจสั่น รุม่านตาขยายกว้าง การดื่มกาแฟส่งผลต่อระบบประสาทชนิดใด
- ก. ระบบประสาทส่วนกลาง
  - ข. ระบบประสาทส่วนนอก
  - ค. **ระบบประสาทซิมพาเทติก**
  - ง. ระบบประสาทพาราซิมพาเทติก

23. เมื่อเราเกิดความเครียดจะกระตุ้นให้ระบบประสาทซิมพาเทติกทำงาน กระบวนการของสมองจะมีระบบประสาทพาราซิมพาเทติกที่ทำงานตรงกันข้าม นักเรียนจะมีวิธีการใดที่ช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก

- ก. ดูหนังผี  
ข. หายใจเข้าและออกช้า ๆ  
ค. หายใจให้เร็วและถี่ขึ้น  
ง. ดื่มกาแฟ

24. ส่วนใดที่ทำให้สีตามีลักษณะแตกต่างกัน

- ก. เลนส์ตา  
ข. กระจกตา  
ค. ม่านตา  
ง. เรตินา

25. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการทำงานของเอ็นยึดเลนส์ตาขณะดูวัตถุใกล้หรือไกล

- ก. ระยะเวลาวัตถุใกล้ เลนส์นูน โค้งมาก เอ็นยึดเลนส์หดตัว  
ข. ระยะเวลาวัตถุใกล้ เลนส์นูน โค้งน้อย เอ็นยึดเลนส์คลายตัว  
ค. ระยะเวลาวัตถุไกล เลนส์นูน โค้งมาก เอ็นยึดเลนส์คลายตัว  
ง. ระยะเวลาวัตถุไกล เลนส์นูน โค้งน้อย เอ็นยึดเลนส์หดตัว

26. ข้อใดเกี่ยวข้องกับการได้ยินน้อยที่สุด

- ก. คลอเคลีย  
ข. ไบหู  
ค. เยื่อแก้วหู  
ง. เซมิเซอร์คิวลาร์แคนเนล

27. นักเรียนมีอาหารอยู่ 2 ชนิด คือ ส้มและฟอยทอง นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีเลือกรับประทานอาหารชนิดใดก่อนเพื่อไม่ให้เกิดการเสีรรสชาติ

- ก. ส้ม เพราะ ฟอยทองมีโมเลกุลของความหวานมากกว่าทำให้ส้มเสีรรสชาติ  
ข. ส้ม เพราะ ควรจะรับประทานผลไม้ก่อนของหวานเสมอ  
ค. ฟอยทอง เพราะ โมเลกุลความหวานของฟอยทองสูงกว่าส้มทำให้ส้มมีรสชาติดีที่หวานขึ้น  
ง. ฟอยทอง เพราะ น้ำตาลในฟอยทองเป็นน้ำตาลที่เกิดจากการสังเคราะห์จึงควรรับประทานก่อนเพื่อไม่ให้ส้มเสีรรสชาติ

28. เพราะเหตุใดช่วงที่เป็นหวัดจึงรับประทานอาหารไม่อร่อย

- ก. เพราะ ไวรัสบางชนิดจะไปกดการรับรสทำให้รับประทานอาหารไม่อร่อย  
ข. เพราะ ต่อมรับรสทำงานได้น้อยลง  
ค. เพราะ เซลล์รับรสเกิดความเสียหาย  
ง. เพราะ เยื่อหุ้มจมูกถูกเมือกคลุมจึงรับกลิ่นไม่ได้ ส่งผลต่อการรับประทานอาหาร

29. ผิวหนังบนร่างกายมนุษย์รับสัมผัสได้เท่ากันทุกจุดหรือไม่

- ก. เท่ากัน เพราะผิวหนังของมนุษย์ไวต่อการรับสัมผัสเท่ากันจุด
- ข. เท่ากัน เพราะมีจำนวนเซลล์ประสาทสามารถรับรู้ความรู้สึกได้เท่ากัน
- ค. ไม่เท่ากัน เพราะผิวหนังตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้แตกต่างกัน
- ง. ไม่เท่ากัน เพราะผิวหนังของมนุษย์มีปลายประสาทสัมผัสไม่เท่ากัน

30. โรดตาบอดสีเป็นภาวะที่ผู้ป่วยไม่สามารถแยกสีหรือจดจำสีต่าง ๆ ได้ ถ้าในอนาคตมีเทคโนโลยีที่สามารถรักษาโรคนี้ได้ นักเรียนจงใช้ความคิดสร้างสรรค์เพื่อแก้ไขปัญหาโรคที่เกิดขึ้นดังกล่าว

- ก. กระตุ้นการทำงานของเซลล์รูปแท่ง
- ข. กระตุ้นการทำงานของเซลล์รูปกรวย
- ค. ผ่าตัดเปลี่ยนม่านตา
- ง. ผ่าตัดเปลี่ยนกระจกตา

**แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ**

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก (ก ข ค และ ง) จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลาทำข้อสอบ 30 นาที
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด แล้วกากบาท (×) ลงในช่องอักษร ก ข ค และ ง ในกระดาษคำตอบที่แจกให้
3. ไม่อนุญาตให้นักเรียนเริ่มทำข้อสอบก่อนได้รับอนุญาต
4. ไม่อนุญาตให้นักเรียนนำข้อสอบออกนอกห้องสอบเด็ดขาด
5. ไม่อนุญาตให้คัดลอกข้อสอบไม่ว่าด้วยวิธีใดก็ตาม



### สถานการณ์ที่ 1 ผีแม่มา้ย

คำชี้แจง : อ่านบทความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 1-4 โดยทำเครื่องหมาย (×) หน้าข้อที่ถูกต้อง

ชาวบ้านในจังหวัดหนึ่งเกิดอาการหวาดกลัวเนื่องจาก มีชาวบ้านคนหนึ่งเห็นดวงไฟลอยอยู่ในหมู่บ้านตอนกลางคืน และมีคนฝันเห็นคนผีสีดำทั้งตัว รูปร่างสูง ก่อนที่จะมีผู้ชายในหมู่บ้านเสียชีวิตติดต่อกัน 3 ราย โดยไม่ทราบสาเหตุ ชาวบ้านจึงพากันนำเสื้อสีแดงมาแขวนไว้หน้าบ้านของตัวเอง โดยเชื่อกันว่าช่วยป้องกันผีแม่มา้ยมาเอาชีวิตคนในครอบครัว หลังจากนั้นพบว่าไม่มีผู้ชายในหมู่บ้านเสียชีวิตอีกเลย

นายแพทย์ท่านหนึ่งจึงลงพื้นที่เพื่อให้ความรู้รวมทั้งสอบสวน โรคของผู้เสียชีวิตทั้ง 3 ราย โดยพบว่า

รายที่ 1 อายุ 60 ปี ไม่มีโรคประจำตัว เมื่อตรวจสอบพบว่าในร่างกายมีบาดแผลจากการตัดไม้ และไม่ได้เข้ารับการรักษา จึงเกิดการติดเชื้อภายในกระแสเลือด

รายที่ 2 อายุ 30 ปี มีโรคประจำตัว คือ เป็นโรคหัวใจ และไม่ได้รับการรักษาอย่างต่อเนื่อง วันที่เสียชีวิตพบว่าในตอนกลางคืนชายคนดังกล่าวออกไปล่าสัตว์กับเพื่อน เพื่อนำมาประกอบอาหารและพบว่านอนหลับเสียชีวิต

รายที่ 3 อายุ 54 ปี พบว่ามีภาวะความดันโลหิตสูง และทานยาไม่ต่อเนื่อง มักจะดื่มเหล้าเป็นประจำ ในวันที่เสียชีวิตชายคนดังกล่าว กำลังทำกิจกรรมของหมู่บ้าน และเป็นลม แพทย์วินิจฉัยว่าเส้นเลือดในสมองแตก

ปรับปรุงจาก : <https://www.thairath.co.th/news/local/northeast/1495643>

1. จากสถานการณ์ปัญหาข้อใด

ก. มีความเชื่อว่าสีแดงจะช่วยป้องกันผีแม่มา้ย

ข. ชาวบ้านเชื่อว่าการตายของผู้ตายในหมู่บ้านเกิดจากผีแม่มา้ย

ค. มีชาวบ้านเสียชีวิต โดยไม่ทราบสาเหตุ

ง. แพทย์ไม่สามารถระบุสาเหตุการตายที่แน่นอนได้

2. จากการอ่านบทความเพื่อรวบรวมข้อมูล ข้อใด ไม่เกี่ยวข้องกับบทความ
- ผู้ตายทั้งสามคนเสียชีวิต เพราะไม่ได้นำเสื้อสีแดงมาแขวนไว้หน้าบ้าน
  - ผู้ตายคนที่หนึ่ง เสียชีวิตเนื่องจากไม่ได้เข้ารับการรักษาที่ถูกต้อง
  - ชาวบ้านเชื่อว่าดวงไฟประหลาดและคนผิวสีดำ รูปร่างสูง เกี่ยวข้องกับการเสียชีวิตของคนในหมู่บ้าน
  - ชาวบ้านมีความเชื่อว่าการป้องกันผีแม่ม่ายสามารถป้องกันได้โดยนำเสื้อสีแดงมาแขวนไว้หน้าบ้าน
3. “มีคนฝันเห็นคน ผิวสีดำทั้งตัว รูปร่างสูง ก่อนที่จะมีผู้ชายในหมู่บ้านเสียชีวิต” จากข้อความนี้ นักเรียนคิดว่าเกี่ยวข้องกับการตายของผู้ชายในหมู่บ้านหรือไม่
- เกี่ยวข้อง เพราะ พบว่ามีผู้ชายเท่านั้นที่เสียชีวิต และผีแม่ม่ายต้องการชีวิตของผู้ชายเท่านั้น
  - เกี่ยวข้อง เพราะ ความฝันสามารถทำนายและบอกเหตุการณ์ล่วงหน้าได้
  - ไม่เกี่ยวข้อง เพราะ ผีแม่ม่ายเป็นผู้หญิง แต่ในฝันชาวบ้านพบว่าเป็นผู้ชาย
  - ไม่เกี่ยวข้อง เพราะ ไม่มีหลักฐานเชื่อมโยงการตายของชาวบ้านและไม่มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถพิสูจน์ได้
4. จากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นนักเรียนจะสรุปเหตุการณ์ได้อย่างไร
- การนำเสื้อสีแดงมาแขวนไว้หน้าบ้านสามารถป้องกันผีแม่ม่าย
  - ผีแม่ม่ายต้องการชีวิตของผู้ชายเท่านั้น
  - การเสียชีวิตของผู้ชายในหมู่บ้านเกิดจากปัญหาทางสุขภาพและการไม่ได้รับการรักษาที่ถูกต้อง
  - การตรวจสอบของนายแพทย์ช่วยให้ชาวบ้านเลิกงมงายเกี่ยวกับผีแม่ม่าย



## สถานการณ์ที่ 2

**คำชี้แจง :** อ่านบทความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 5-8 โดยทำเครื่องหมาย (×) หน้าข้อที่ถูก

หลายคนเชื่อว่าการดื่มเหล้าจะช่วยกระตุ้นประสาท หรือสมอง ทำให้มีความสุข สามารถลืมความทุกข์ที่เกิดขึ้นได้ ทำให้สนุกสนาน ร่าเริง แต่ที่จริงแล้วการดื่มเหล้าจะไปกดประสาทและสมองทำให้เกิดอาการเป็นระยะดังนี้

**ระยะแรก** (แอลกอฮอล์ในเลือด 30-50 มิลลิกรัม ต่อเลือด 100 cc)

การดื่มเหล้าจะไปกดสมองส่วนที่ควบคุมความคิดและสมองที่คอยยับยั้ง ควบคุมให้ระมัดระวัง เมื่อสมองทั้ง 2 ส่วนถูกกดไว้จึงทำให้ ผู้ที่ดื่มเหล้านั้นหมดความยับยั้งชั่งใจ และไม่สามารถควบคุมตนเองได้อีกต่อไป ทำให้เปลี่ยนจากคนสุภาพเรียบร้อยเป็นคนพูดจาเอะอะ โผงผาง หรือพูดในสิ่งที่ไม่ควรพูดออกไป เมื่อสมองที่ควบคุมให้เราต้องระมัดระวังอยู่เสมอ ถูกกดการทำงาน ทำให้คนที่ดื่มเหล้ารู้สึกสบายใจที่ไม่ต้องควบคุมกิริยาของตนเอง อารมณ์ ความเครียดที่เกิดขึ้นก็ถูกระบายออกมา ด้วยสาเหตุนี้จึงทำให้คนติดเหล้า เพราะดื่มเหล้าแล้ว ทำให้คลายความทุกข์ สนุกสนาน มีอิสระเสรีทำได้ตามใจ

**ระยะที่สอง** (แอลกอฮอล์ในเลือด 100 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 cc)

เมื่อดื่มฤทธิ์ของแอลกอฮอล์ที่มากขึ้นสมองก็จะถูกกดมากขึ้น จึงส่งผลต่อการเคลื่อนไหว การพูด จึงเกิดอาการพูดไม่ชัด ลิ้นไก่สั่น เดินโซเซ ล้มลุกคลุกคลาน ประสาทการรับรู้ก็ช้ากว่าปกติ หลีกเลี่ยงการเกิดอันตรายได้ช้ากว่าปกติ ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดอันตราย หรืออุบัติเหตุขึ้น เพราะไม่สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวของมือเท้า แขนและขาได้

ในระยะนี้จะทำให้เกิดอันตรายต่อตนเองและผู้อื่น เรียกว่า เม้าเหล้า ในบางประเทศ ถ้าวัดปริมาณแอลกอฮอล์แล้วพบว่ามีค่าเกิน 150 มิลลิกรัม ต่อเลือด 100 cc ขณะขับรถจะถือว่าเม้าเหล้า ซึ่งอาจจะถูกจำคุกและริบใบอนุญาตในการขับรถ

**ระยะที่สาม** (แอลกอฮอล์ในเลือด 200 มิลลิกรัม ต่อเลือด 100 cc)

ในระยะนี้เมื่อสมองถูกกดขึ้นอีก บุคคลนั้นไม่สามารถช่วยเหลือตนเองแทบจะไม่ได้เลย ไม่สามารถยืนหรือนั่งตรง ๆ ไม่ได้

**ระยะที่สี่** (แอลกอฮอล์ในเลือด 400-500 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 cc)

ในระยะนี้จะเป็นระยะสุดท้าย บุคคลนั้นจะมีอาการไม่รู้สีกตัว และในที่สุดจะหมดสติ สมองส่วนที่ควบคุมหัวใจและการหายใจจะถูกกดทำให้หายใจไม่สะดวก หายใจช้า หรือหายใจเป็นพัก ๆ จนกระทั่งหัวใจหยุดเต้นและถึงแก่ความตาย

พิษของเหล้าต่อสมองและระบบประสาทที่กล่าวข้างต้นเป็นพิษที่เกิดขึ้น โดยทันที ส่วนพิษเรื้อรังที่เกิดขึ้น จะทำให้สติปัญญาเสื่อมลง มือไม้สั่น กล้ามเนื้อไม่มีแรง และถ้าเป็นมาก ๆ จะเกิดอาการเหน็บชาและเป็นอัมพาตได้

**ปรับปรุงจาก :** <https://www.thaihealth.or.th/Content/41792-ผลกระทบจากการ%20“เมา”%20ที่มีต่อ%20“สมอง”%20.html>

5. จากบทความที่กล่าวมาข้างต้น กล่าวถึงปัญหาเรื่องใด

**ก. ผลของการดื่มเหล้าที่มีต่อการทำงานของสมองและระบบประสาท**

ข. ความเสียหายจากการดื่มเหล้าในระยะต่าง ๆ

ค. สาเหตุที่ไม่ควรดื่มเหล้า

ง. การดื่มเหล้าทำให้เกิดอันตรายถึงชีวิต

6. จากการอ่านบทความเพื่อรวบรวมข้อมูล ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับบทความนี้

ก. การดื่มเหล้ามีผลต่อการกดสมองส่วนความคิดและสมองที่ยับยั้งความขังใจ ทำให้บุคคลนั้นมีความรู้สึกอิสระเสรี สนุกสนานไม่เครียด

ข. คนที่ดื่มเหล้ามักจะประสบอุบัติเหตุเนื่องจากสมองส่วนควบคุมความคิดถูกกด

ค. ผู้ที่ดื่มเหล้าอย่างหนักอาจจะส่งผลกระทบต่อชีวิตเนื่องจากฤทธิ์ของแอลกอฮอล์จะไปกดการทำงานของสมองส่วนที่ควบคุมการหายใจและหารเดินของหัวใจ

ง. คนที่ติดเหล้า เกิดจากการกดของสมองส่วนควบคุมความคิดและสมองที่ยับยั้งความขังใจ ทำให้มีความสุขไม่เครียด

7. “เปลี่ยนจากคนสุภาพเรียบร้อยเป็นคนพุดจาอะอะ โฟงฟาง” ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับประโยคนี

ก. เป็นอาการของผู้ที่ดื่มแอลกอฮอล์ในระยะแรก

ข. เกิดจากฤทธิ์แอลกอฮอล์ไปกดการทำงานของสมองส่วนที่ควบคุมความคิดและการยับยั้งขังใจ

ค. เป็นระยะที่ส่งผลกระทบต่อผู้อื่นน้อยที่สุด

ง. ผู้ที่อยู่ในระยะนี้หมดความยับยั้งขังใจและเริ่มควบคุมตนเองไม่ได้

8. จากบทความที่กำหนดให้ สามารถสรุปได้ว่าอย่างไร

ก. พิษของการดื่มเหล้าที่กีดกันโดยทันทีแบ่งออกเป็น 4 ระยะ ซึ่งเกิดจากการกด

การทำงานของสมองและระบบประสาท

ข. คนที่ติดเหล้าส่วนใหญ่เกิดจากความสุข ที่ได้ปลดปล่อยตัวเองและใช้ชีวิต  
อย่างอิสระเสรี

ค. การดื่มเหล้าส่งผลเสียต่อสุขภาพ

ง. ควรจะรณรงค์ให้มีการต่อต้านการเมาแล้วขับ



### สถานการณ์ที่ 3

คำชี้แจง : อ่านบทความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 9-12 โดยทำเครื่องหมาย (x) หน้าข้อที่ถูก

เวลาขึ้นเครื่องบินทำไมเราถึงหูอื้อ? เมื่อขึ้นเครื่องบินหลายคนมักจะเกิดอาการหูอื้อ สาเหตุหลักของอาการหูอื้อเกิดจากความดันอากาศ โดยปกติแล้วความดันอากาศของหูชั้น กลางจะเท่ากับความดันอากาศภายนอกหูนั่นเอง แต่ทำไมเมื่อเราค่อย ๆ เดินขึ้นไปบนยอดเขา สูงจึงไม่เกิดอาการหูอื้อ เพราะร่างกายของเราจะค่อย ๆ มีการปรับ ความดันอากาศในหูชั้น กลางให้เป็นระดับเดียวกับภายนอกหูได้ แต่เมื่อเราขึ้นเครื่องบินจะมีการเปลี่ยนแปลงระดับ ความสูงอย่างรวดเร็ว ทำให้ร่างกายปรับตัวไม่ทันระดับความดันอากาศในหูชั้นกลางไม่ เท่ากับความดันหูชั้นนอกจึงเกิดอาการหูอื้อและปวดหูตามมา ยกตัวอย่างเช่น ในขณะที่ เครื่องบินกำลังบินขึ้นแรงดันอากาศจากภายนอกจะมากกว่าภายในหูทำให้แก้วหูโป่งออก ในทางกลับกันเมื่อเครื่องบินบินลง แรงดันอากาศจากภายนอกที่มากกว่าจะดันให้แก้วหูยุบ ตัวลง จึงเป็นที่มาของอาการหูอื้อหรือปวดหูนั่นเอง ดังนั้นวิธีการปฏิบัติตัวเพื่อหลีกเลี่ยง อาการหูอื้อเวลาที่เราเดินทางด้วยเครื่องบิน คือ กลืนน้ำลายเป็นระยะ เคี้ยวหมากฝรั่งหรือขยับ ขากรรไกร ขณะเครื่องบิน บินลง ควรบีบจมูก ปิดปาก และเป่าลมให้แก้มป่อง จะรู้สึกว่าการ ดันขึ้นมาที่หูเป็นระยะ ๆ โดยทำเริ่มตั้งแต่ลดระดับเพดานบินลง จนถึงพื้นจะช่วยบรรเทา อาการหูอื้อได้

ที่มา : <https://www.dplusguide.com/2017/flight-time-why-tinnitus/>

<https://intimexchiangmai.com/หูอื้อบนเครื่องบิน-อาจน/>

9. จากบทความกล่าวถึงปัญหาเรื่องใดเป็นสำคัญ

ก. วิธีการแก้อาการหูอื้อ

ข. สาเหตุของอาการหูอื้อจากการขึ้นเครื่องบิน

ค. ความดันอากาศและอาการหูอื้อ

ง. ความแตกต่างระหว่างการเดินขึ้นเขาและการขึ้นเครื่องบิน

10. จากการอ่านบทความเพื่อรวบรวมข้อมูล ข้อใดไม่เกี่ยวกับบทความนี้
- การเปลี่ยนแปลงความดันอากาศอย่างรวดเร็วทำให้เกิดอาการหุื้อ
  - อาการหุื้อเป็นอาการที่ไม่อันตรายถึงชีวิต และเป็นอาการที่สามารถป้องกันได้
  - การขยับขากรรไกรเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาอาการหุื้อ
  - ถ้าร่างกายสามารถปรับระดับความดันอากาศภายในและภายนอกหุื้อได้จะไม่เกิดอาการหุื้อ
11. ข้อใดต่อไปนี้เป็นจริง
- เมื่อขึ้นเครื่องบินทุกคนมักจะเกิดอาการหุื้อ
  - การเดินขึ้นภูเขาสูงไม่ทำให้เกิดอาการหุื้อ
  - แรงดันอากาศภายนอกมากกว่าภายในหุื้อจะทำให้เกิดอาการหุื้อหรือปวดหู
  - การกลืนน้ำลายเป็นวิธีในการแก้ปัญหาอาการหุื้อ
12. จากบทความนี้ สามารถสรุปได้ว่าอย่างไร
- อาการหุื้อเป็นอาการที่เกิดขึ้นขณะที่เราขึ้นเครื่องบินเท่านั้น เพราะเกิดจากการปรับตัวของร่างกายไม่ทัน
  - ขณะเดินภูเขาจะไม่มีอาการหุื้อเกิดขึ้นเนื่องจากร่างกายมีการปรับตัวอย่างค่อยเป็นค่อยไป แตกต่างจากการขึ้นเครื่องบินที่มีการปรับความดันอากาศอย่างรวดเร็ว
  - ขณะขึ้นเครื่องบินอาการหุื้อเกิดจากการที่ความดันอากาศภายในหุื้อและภายนอกหุื้อไม่เท่ากัน และสามารถแก้ปัญหาอาการหุื้อได้วิธีการต่าง ๆ
  - วิธีการในการป้องกันหรือบรรเทาอาการหุื้อมีหลายวิธี เช่น การเคี้ยวหมากฝรั่ง การขยับขากรรไกร เป็นต้น

#### สถานการณ์ที่ 4

คำชี้แจง : อ่านบทความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 13-16 โดยทำเครื่องหมาย (x) หน้าข้อที่ถูก

คุณอาจไม่เชื่อ ถ้าจะบอกว่าถุงพลาสติกนั้นทำลายสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าถุงกระดาษ และถุงผ้า! ที่ผ่านมาเป็นที่คุ้นเคยกันดีว่า ถุงพลาสติกมีชื่อเสียงในแง่ลบเยอะมาก โดยเฉพาะภาวภูเขาขยะพลาสติกที่ลอยกลางทะเลหรือที่มันเป็นตัวการทำให้สัตว์ทะเลที่กินมันเข้าไปต้องจบชีวิตลง คนส่วนใหญ่จึงมองพลาสติกว่าเป็นผู้ร้ายของโลกนี้

ทว่า จากการศึกษาของ Environment Agency ในสหราชอาณาจักร ปี 2011 ได้พบข้อมูลอีกมุมหนึ่งว่า จริง ๆ ถุงพลาสติกก็เป็นตัวเลือกที่ดีและอาจจะดีกว่าวัสดุอื่น ๆ ในบางมุม เพราะถ้าเทียบกันในเรื่องของการทิ้งร่องรอยคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Footprint) แล้วถุงพลาสติกใบหนึ่งปล่อยของเสียน้อยกว่าวัสดุที่คนนิยมใช้ทดแทน อย่างถุงกระดาษ และถุงผ้าคอตตอนเสียอีกทีนี้ หลายคนอาจสงสัยว่า แล้วเขาวัดจากอะไร? ในการวัดว่าถุงแบบไหนส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมนั้นดูจาก 2 ส่วนคือ

1. เราสามารถใช้ซ้ำได้ไหมและถ้าได้
2. เราต้องใช้ซ้ำกี่ครั้งถึงจะคุ้ม

จากงานศึกษาดังกล่าวพบว่า ถุงกระดาษที่ใช้กันตามซูเปอร์มาร์เก็ตจะคุ้มกับสิ่งแวดล้อมที่ถูกทำลายไป ถ้าใช้มันซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง ส่วนถุงผ้าจะต้องใช้ซ้ำมากถึง 131 ครั้ง เหตุผลที่เป็นแบบนี้ ก็เพราะเมื่อเทียบกันแล้ว กระบวนการผลิตกระดาษต้องใช้น้ำมากกว่าถุงพลาสติกถึง 4 เท่า และยังมีก๊าซที่ถูกปล่อยออกมา รวมทั้งสารเคมีที่ใช้ในการปลูกต้นไม้อีกด้วย ส่วนผ้า นั้นก็อย่างที่ทราบกันว่า มันต้องพึ่งการปลูกฝ้ายที่ต้องอาศัยน้ำค่อนข้างมาก แต่ข้อดีของกระดาษ คือ มันถูกนำมารีไซเคิลและกำจัดได้ง่ายกว่าพลาสติก

ส่วนถุงผ้าแข็งแรงทนทานที่จะนำกลับมาใช้ซ้ำได้ดีกว่า ส่วนพลาสติกนั้นแม้มันจะปล่อยร่องรอยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาน้อยก็จริง แต่พลาสติกมักเป็นขยะที่หลุดลอยจากการกำจัดขยะและกระบวนการรีไซเคิลขยะที่สุด มันเลยกลายเป็นขยะที่สร้างปัญหาให้โลกอย่างเด่นชัด อย่างไรก็ตาม นี่ไม่ใช่ข้อมูลที่จะบอกว่า เราควรหันมาใช้พลาสติกกันมากขึ้น แต่เป็นข้อมูลที่ชี้ให้เห็นว่า ไม่ว่าจะเป็ นวัสดุใดก็ตามล้วนแต่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งนั้น สิ่งสำคัญคือการใช้ทุกอย่างอย่างมีค่า ยิ่งใช้ซ้ำยิ่งช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งการทิ้งขยะอย่างถูกต้อง ดังนั้น ทุกอย่างจะสูญเสียมากหรือน้อยอยู่ที่คนใช้เป็ นสำคัญ

ปรับปรุงจาก : <https://advancebio11.com/ถุงไหนทำลายโลก/>

13. บทความนี้กล่าวถึงประเด็นปัญหาในเรื่องใด
- ก. เปรียบเทียบผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมในการใช้ถุงผ้าและถุงพลาสติก
  - ข. การรณรงค์ให้มีการใช้ถุงผ้า
  - ค. ข้อดีของการผลิตถุงพลาสติก
  - ง. การทิ้งร่องรอยของคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Footprint) จากการผลิตถุงผ้า
14. จากการอ่านบทความเพื่อรวบรวมข้อมูล ข้อความใดไม่ถูกต้อง
- ก. ต้องใช้ถุงผ้า 131 ครั้ง จึงจะคุ้มค่าต่อสิ่งแวดล้อมที่เสียไป
  - ข. การผลิตถุงกระดาษสูญเสียน้ำมากกว่าการผลิตถุงพลาสติก
  - ค. กระบวนการผลิตถุงผ้าใช้ปริมาณน้ำมากกว่าการผลิตถุงกระดาษ
  - ง. ถุงผ้ามีความแข็งแรงทนทานจึงสามารถนำมาใช้ซ้ำได้ดีกว่าถุงกระดาษ
15. ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับการทิ้งร่องรอยคาร์บอน (Carbon Footprint)
- ก. ก๊าซที่ปล่อยพลอยจากกระบวนการขนส่ง
  - ข. สารเคมีที่ใช้ในการเพาะปลูกต้นไม้
  - ค. ขยะที่หลุดลอยจากการกำจัด
  - ง. ปริมาณน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตกระดาษ

16. จากบทความนี้สรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. การผลิตถุงผ้าที่ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าการผลิตถุงพลาสติก
- ข. ปัญหาจากขยะที่เกิดจำนวนมากจากถุงพลาสติก ทำให้คนส่วนใหญ่มักจะเข้าใจผิดว่า การใช้ถุงพลาสติกส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าการใช้ถุงผ้า
- ค. การใช้ถุงผ้าและถุงพลาสติกล้วนส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นเราควรตระหนักถึงปัญหารู้จักคุณค่าของการใช้งาน
- ง. การผลิตถุงผ้าและถุงพลาสติกก่อให้เกิดปัญหาทางสิ่งแวดล้อมดังนั้น เราควรงดใช้ถุงผ้าและถุงพลาสติกเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม



### สถานการณ์ที่ 5

คำชี้แจง : อ่านบทความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 17 - 20 โดยทำเครื่องหมาย (×) หน้าข้อที่ถูก

ขนมปังที่เราซื้อมารับประทาน หากเก็บไว้เป็นเวลานาน เราจะพบจุดสีดำบนแผ่นขนมปัง และมีเส้นใยสีขาวฟู ๆ รอบ ๆ เป็นที่ทราบกันดีว่าจุดสีดำนั้นคือ “ เชื้อรา ”

ในปัจจุบัน วัฒนธรรมการรับประทานอาหารของคนไทยมีความหลากหลายมากขึ้น ผู้ผลิตอาหารปรับปรุง คิดค้น และผลิตนวัตกรรมใหม่ ๆ เกี่ยวกับอาหารออกมาสู่ท้องตลาด เพื่อเพิ่มความหลากหลายให้กับผู้บริโภค อาหารประเภทเบเกอรี่ (Bakery) เป็นอีกหนึ่งทางเลือกของการบริโภคอาหาร และเป็นที่นิยมในหมู่คนทั่วไป จึงไม่แปลกที่เราจะเป็นอาหารประเภทนี้วางจำหน่ายอยู่ตามตลาดสดจนถึงห้างสรรพสินค้าชั้นนำ

บางครั้งที่เราซื้อขนมปังมาเก็บไว้เป็นเวลานาน หรือขนมปังที่เหลือจากการบริโภค เมื่อเวลาผ่านไป เราจะสังเกตเห็นเชื้อราเกิดขึ้นบนผิวของขนมปัง มีลักษณะเป็นจุดสีดำ ๆ และมีเส้นใยสีขาวฟูคล้ายขนมสายไหมปกคลุมอยู่โดยรอบ เชื้อราดังกล่าวเป็นเชื้อราที่พบได้โดยทั่วไป และเป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเสื่อมสภาพ

ในทางชีววิทยา เชื้อราเป็นหนึ่งในสมาชิกของอาณาจักร ฟังไจ (Fungi) มีสมาชิกร่วมอาณาจักรเดียวกัน คือ เห็ด เป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่ส่วนใหญ่สืบพันธุ์โดยการสร้างสปอร์ ลักษณะสำคัญอีกหนึ่งอย่าง คือ การเจริญเติบโตโดยมีเส้นใย (hyphae) คล้ายรากพืชแต่จริง ๆ แล้วไม่ได้มีองค์ประกอบเหมือนกับรากพืชเลย ในเชิงนิเวศวิทยา เชื้อรามีบทบาทเป็นผู้ย่อยสลาย ในยามที่มีซากพืช หรือซากสัตว์ ตายลงไปป่า

เชื้อราที่พบในขนมปังส่วนใหญ่ คือ ราขนมปัง *Rhizopus Stolonifer* ได้ชื่อนี้จากโครงสร้างที่ เรียกว่า สโตลอน (stolon) ราขนมปัง (bread mold) เจริญบนแผ่นขนมปัง โดยการดูดซึมน้ำตาลที่อยู่ในขนมปัง และสร้างอวัยวะคล้ายรากที่เรียกว่า Rhizoid ซอนไซเข้าไปในเนื้อขนมปัง พร้อมทั้งขยายโคโลนีด้วยการสร้างเส้นใยสโตลอน

ราขนมปังสืบพันธุ์โดยการสร้างสปอร์ โดยมีก้านชูอับสปอร์ (sporangiophore) เจริญขึ้นมาจาก สโตลอน บริเวณยอดมีอับสปอร์ (sporangium) ที่บรรจุสปอร์ไว้ เมื่ออับสปอร์แตกออก สปอร์สีดำจะแพร่กระจายไปตามอากาศและตกลงบนพื้นผิวต่างๆ ถ้ามีสภาวะที่เอื้อต่อการเจริญ สปอร์เหล่านั้นจะแบ่งเซลล์เติบโตเป็นเชื้อรากุ่มใหม่ต่อไป

ในทางการแพทย์มีรายงานว่า เชื้อราชนิดนี้ทำให้เกิดโรคเชื้อราบนผิวหนังได้ และเป็นปัจจัยหนึ่งซึ่งทำให้เกิดโรคมูมิแพ้ รวมถึงปอดอักเสบด้วย หากเราพบว่าขนมปังขึ้นราแล้ว เราก็ไม่ควรจะเสียดาย และส่วนเสี้ยวออกแล้วนำมารับประทานต่อ เพราะเชื้อรามีเส้นใยขนาดเล็กที่ซ่อนไขอยู่ในเนื้อขนมปังด้วย หากเรารับประทานเข้าไปอาจส่งผลเสียต่อร่างกายได้

ปรับปรุงจาก : <https://ngthai.com/science/14197/fungi-on-bread/>

17. จากบทความที่กำหนดให้กล่าวถึงประเด็นปัญหาเรื่องใดเป็นสำคัญ
- สาเหตุของการเกิดเชื้อรา
  - สาเหตุที่ไม่ควรกินขนมปังที่มีเชื้อรา
  - ความเป็นมาของเชื้อรา
  - การแพร่พันธุ์ของเชื้อราในขนมปัง
18. จากการอ่านบทความเพื่อรวบรวมข้อมูล ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นี้
- เห็นและเชื้อราอยู่ในอาณาจักร fungi
  - จุดเสี้ยวที่อยู่บนขนมปังเกิด คือ สปอร์ของเชื้อรา
  - Rhizoid จะทำหน้าที่ในการซ่อนไขเพื่อดูดซึมน้ำตาล
  - เชื้อราทั่วไปจะมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Rhizopus Stolonifer*
19. เราสามารถเปรียบเทียบหน้าที่ของเชื้อราในระบบนิเวศเป็นเทศบาลที่ทำหน้าที่เก็บกวาดสิ่งเน่าเสียในธรรมชาติได้หรือไม่
- ได้ เพราะ เชื้อราทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลายในระบบนิเวศ
  - ได้ เพราะ เชื้อราเป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มเดียวที่กินซากพืช ซากสัตว์เป็นอาหาร
  - ไม่ได้ เพราะ ในระบบนิเวศไม่ได้มีเชื้อราที่ทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลายเพียงอย่างเดียว
  - ไม่ได้ เพราะ เชื้อราไม่ได้มีหน้าที่ในการเก็บกวาดสิ่งเน่าเสียในธรรมชาติ
20. จากบทความสามารถสรุปได้ว่าอย่างไร
- เชื้อราบนขนมปังเร่งการเสื่อมสภาพของขนมปัง
  - เชื้อราแพร่พันธุ์ด้วยการสร้างสปอร์
  - เชื้อรา มีบทบาทเป็นผู้ย่อยสลายในระบบนิเวศนี้
  - ไม่ควรรับประทานขนมปังที่มีจุดเสี้ยวบนขนมปังเพราะเกิดจากสปอร์ของเชื้อรา

## ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาว กীরติกา อินทร์ชัย
วัน เดือน ปี เกิด	15 มิถุนายน 2537
สถานที่เกิด	เชียงใหม่
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	43 หมู่ 2 ตำบล บ้านโฮ้ง อำเภอ บ้านโฮ้ง จังหวัดลำพูน
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ การศึกษามหาบัณฑิต (การสอนวิทยาศาสตร์) มหาวิทยาลัยบูรพา
รางวัลหรือทุนการศึกษา	ทุนโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (สกวค.)

