


ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4


ศิริวรรณ เอี่ยมประเสริฐ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
มิถุนายน 2563
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

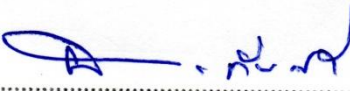
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ ศิริวรรณ เขี่ยมประเสริฐ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้


คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศรีสวัสดิ์)

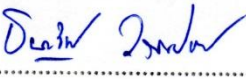

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพมณี เชื้อวัชรินทร์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



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


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศรีสวัสดิ์)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพมณี เชื้อวัชรินทร์)


..... กรรมการ
(ดร.ชนะวัฒน์ วรรณประภา)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา


..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุญา ชีระวิชิตระกุล)

วันที่ 1๑ เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2563

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐศิริสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพมณี เชื้อวัชรินทร์อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ฉลอง ทับศรี ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และดร.ชนะวัฒน์ วรรณประภา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้อง ทำให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ อาจารย์วัลลภา ปู่ชูประเสริฐ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมพงษ์ ปั้นหุ่น อาจารย์ ดร.สาลินี ขจรพิสิฐศักดิ์ อาจารย์ ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปริญา ทองสอน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยรวมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ นอกจากนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์จากท่านผู้อำนวยการโรงเรียนพระนารายณ์ ตลอดจนคณะครูและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อบุญส่ง เอี่ยมประเสริฐ และคุณแม่สมศรี เอี่ยมประเสริฐ ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ทุกท่านที่ได้ให้กำลังใจและความช่วยเหลือซึ่งกันและกันเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูแก่เวทิตาแต่บุพการี บุรพจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาตราบนานเท่านานนี้

ศิริวรรณ เอี่ยมประเสริฐ

58910253: สาขาวิชา: การสอนวิทยาศาสตร์; กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น/ เทคนิคการใช้คำถาม/

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยา/ มโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา

ศิริวรรณ เอี่ยมประเสริฐ: ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (THE EFFECTS OF 5E INQUIRY LEARNING MANAGEMENT WITH QUESTIONING TECHNIQUE ON LEARNING ACHIEVEMENT AND CONCEPTS IN BIOLOGY OF GRADE 10 STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: เศรษฐ์ ศิริสวัสดิ์, กศ.ด., นพณณี เชื้อวัชรินทร์, Ph.D. 163 หน้า. ปี 2563

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพระนารายณ์ จังหวัดลพบุรี จำนวน 27 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้นร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาและแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว และการทดสอบทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน

ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

58910253: MAJOR: SCIENCE TEACHING; M.Ed. (SCIENCE TEACHING)

KEYWORDS: 5E INQUIRY LEARNING MANAGEMENT/ QUESTIONING TECHNIQUE/
LEARNING ACHIEVEMENT IN BIOLOGY/ CONCEPTS IN BIOLOGY

SIRIWAN EIAMPRASERT: THE EFFECTS OF 5E INQUIRY LEARNING
MANAGEMENT WITH QUESTIONING TECHNIQUE ON LEARNING ACHIEVEMENT
AND CONCEPTS IN BIOLOGY OF GRADE 10 STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE:
CHADE SIRISAWAT, Ed.D., NOPMANEE CHAUVATCHARIN, Ph.D. 163 P. 2020.

The purposes of this research were to study learning achievement and concepts in biology of grade 10 students by using 5E inquiry learning management with questioning technique. The participants of this research were 27 tenth grade students at Pranarai School, Lopburi Province. They were selected by the cluster random sampling. The research instruments were lesson plans using 5E inquiry learning management with questioning technique, learning achievement in biology test, and concepts in biology test. The data were analyzed by using mean, standard deviation, one sample t-test, and dependent sample t-test.

The results of this research were that the learning achievement and concepts in biology of the tenth grade students after learning with the 5E inquiry learning management with questioning technique were higher than before learning with a statistically significant at .05 level and higher than the 70 percent criteria with a statistically significant at .05 level.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	6
สมมติฐานของการวิจัย	6
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	7
กรอบแนวคิดในการวิจัย	8
นิยามศัพท์เฉพาะ	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
กรอบสาระการเรียนรู้วิชาชีพวิทยา ของหลักสูตรสถานศึกษา	
โรงเรียนพระนารายณ์ จังหวัดลพบุรี.....	12
การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	14
เทคนิคการใช้คำถาม.....	24
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	38
มโนทัศน์	47
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	51
3 วิธีดำเนินการวิจัย	54
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	54
รูปแบบการวิจัย	54
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	55
การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	55

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
วิธีการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	69
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	70
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	71
4 ผลการวิจัย	
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
5 สรุปและอภิปรายผล.....	82
สรุปผลการวิจัย.....	82
อภิปรายผลการวิจัย.....	83
ข้อเสนอแนะ.....	88
บรรณานุกรม.....	90
ภาคผนวก.....	99
ภาคผนวก ก.....	100
ภาคผนวก ข.....	105
ภาคผนวก ค.....	127
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	163

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต	14
2-2 ตารางแสดงลักษณะคำถามแต่ละลำดับ.....	32
3-1 แบบแผนการทดลองแบบ One group pretest-posttest design	55
3-2 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้	56
3-3 การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบจำแนกตามระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	62
3-4 การวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบวัดมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา....	66
4-1 ผลของการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยา ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม.....	75
4-2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาตามรายจุดประสงค์การเรียนรู้ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามก่อนเรียนและหลังเรียน	76
4-3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาตามรายด้าน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามก่อนเรียนและหลังเรียน	77
4-4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70	78
4-5 ผลของการเปรียบเทียบมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม.....	79
4-6 มโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาตามรายมโนทัศน์หลักของนักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม ก่อนเรียนและหลังเรียน	79

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-7 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70.....	81
ข-1 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ก่อตั้งจุลทรรศน์.....	106
ข-2 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีและโครงสร้างของเซลล์ 1.....	107
ข-3 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ทฤษฎีและโครงสร้างของเซลล์ 2.....	108
ข-4 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การสื่อสารระหว่างเซลล์.....	109
ข-5 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ 1.....	110
ข-6 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ 2.....	111
ข-7 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้.....	112
ข-8 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยา.....	113
ข-9 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยา.....	117
ข-10 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา.....	120
ข-11 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา.....	122
ข-12 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยวิเคราะห์ด้วยการทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว (One sample t-test).....	123

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ข-13 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยวิเคราะห์ด้วยการทดสอบที่แบบสองกลุ่มที่ ไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent sample t-test).....	124
ข-14 ผลการวิเคราะห์คะแนนมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยวิเคราะห์ด้วยการทดสอบที่แบบกลุ่มเดียว (One sample t-test).....	125
ข-15 ผลการวิเคราะห์คะแนนมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยวิเคราะห์ด้วยการทดสอบที่แบบสองกลุ่มที่ ไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent sample t-test).....	126

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	8

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญมากตั้งแต่อดีต ปัจจุบัน และต่อไปในอนาคต เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่กล่าวถึงเรื่องราวของธรรมชาติและปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมและสังคมของมนุษย์ ทั้งในเรื่องการดำรงชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพการงานต่าง ๆ เครื่องมือเครื่องใช้ รวมทั้งผลผลิตต่าง ๆ ที่สร้างขึ้น เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตการทำงาน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 30) และมีผลต่อการพัฒนาประเทศให้มีความก้าวหน้าและมีความมั่นคง ซึ่งช่วยส่งเสริมพัฒนาเทคโนโลยีในด้านต่าง ๆ (สำนักงานนิเทศและพัฒนามาตรฐานการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ, 2545) โดยการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเรื่องมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551, หน้า 1) โดยเน้นการใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายและเหมาะสมในแต่ละระดับชั้น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 30) โดยในทุก ๆ มาตรฐานการเรียนรู้ระบุไว้ว่า ผู้เรียนจะต้องเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ จะต้องมีการสืบเสาะหาความรู้ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 1-2)

ถึงแม้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์แต่สำหรับประเทศไทยในด้านการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีถือว่าอยู่ในระดับต่ำ จึงทำให้ไม่สามารถอยู่ในเกณฑ์ที่แข่งขันกับนานาประเทศได้ (จินตนา สุขจรรย์, 2554, หน้า 22) และเมื่อถูกดึงเข้าสู่การแข่งขันของระดับโลกประเทศไทยไม่สามารถทัดเทียมกับประเทศคู่แข่งได้ถ้าขาดการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ที่ดี (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, หน้า 1) อีกทั้งความสามารถทางวิชาการในด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยยังคงมีคะแนนที่ไม่สูงเท่าระดับมาตรฐาน เมื่อพิจารณาจากผลทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Test: O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในวิชาวิทยาศาสตร์ ในปีการศึกษา 2556-2560 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยในระดับประเทศร้อยละ 30.48, 32.54, 33.40, 31.62 และ 29.37 ตามลำดับ โดยเป็นค่าเฉลี่ยไม่ถึงครึ่งของคะแนนเต็มและในปีการศึกษา 2559 และปีการศึกษา 2560 พบว่ามีค่าเฉลี่ยลดลง และ

สำหรับโรงเรียนพระนารายณ์ ฤๅบุรี มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 27.25, 29.05, 31.58, 28.80 และ 26.12 ตามลำดับ ซึ่งมีคะแนนที่ต่ำกว่าระดับประเทศ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2560) จากที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่านักเรียนยังมีปัญหาทางการเรียนวิทยาศาสตร์เนื่องจากมีคะแนนผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขึ้นพื้นฐานต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนรวม

ในวิชาวิทยาศาสตร์จะประกอบไปด้วยสาขาวิชาย่อยหลายวิชา หนึ่งในนั้นคือวิชาชีววิทยาโดยมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับความเข้าใจในธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต พื้นฐานสำคัญของการศึกษาชีววิทยา เริ่มจากความรู้ความเข้าใจถึงคุณสมบัติของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต โดยสิ่งมีชีวิตมีตั้งแต่ระดับที่เป็นอนุภาค ระดับเซลล์ และกลุ่มเซลล์ จนไปถึงเนื้อเยื่อต่าง ๆ ระบบภูมิคุ้มกัน ระบบหายใจ ระบบขับถ่าย รวมทั้งการสังเคราะห์ด้วยแสงในพืช การสืบพันธุ์ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม พฤติกรรมของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลาย และระบบนิเวศ จะเห็นว่าทุกเนื้อหาของวิชาชีววิทยาจะเชื่อมโยงถึงกัน ดังนั้น ชีววิทยาจึงต้องอาศัยหลักการศึกษาวเคราะห์กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และการอภิปราย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนชีววิทยา เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ โน้ตสนั่นในเรื่องที่เรียน สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน (สกุลมูลแสดง, 2555, หน้า 21)

นอกจากนี้ยังต้องอาศัยโน้ตสนั่นมาใช้ในการเรียนรู้ เพราะจะช่วยให้ นักเรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ไปจนถึงระดับสูงสุดได้ และยังช่วยให้สามารถเรียนรู้สิ่งที่เชื่อมโยงกันได้อย่างรวดเร็ว อันเกิดจากการจัดระบบข้อมูลในสมอง เมื่อพบกับสิ่งใหม่ก็สามารถจำแนก จัดหมวดหมู่ และเชื่อมโยงกับมโนทัศน์ที่มีอยู่ได้โดยง่าย และมโนทัศน์ยังเป็นรากฐานของความคิด บุคคลจะไม่สามารถคิดได้หากปราศจากมโนทัศน์พื้นฐาน เนื่องจากมโนทัศน์สามารถช่วยในการตั้งกฎเกณฑ์หรือหลักการต่าง ๆ และสามารถแก้ปัญหาที่พบเจอได้ ถึงแม้ว่ามโนทัศน์จะมีความสำคัญแต่ก็มีนักเรียนจำนวนไม่น้อยที่มีอุปสรรคฝนการทำความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ซึ่งถือว่าเป็นปัญหาสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียน (เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร, 2552, หน้า 26)

จากที่กล่าวมาพบว่านักเรียนที่เรียนวิชาชีววิทยาส่วนใหญ่มีปัญหาในการทำความเข้าใจ เรื่องการหายใจระดับเซลล์ (การสลายสารอาหารระดับเซลล์) เนื่องจากเป็นเรื่องที่มีความซับซ้อน โดยเฉพาะในส่วนของภาคทฤษฎีที่ประกอบไปด้วยเนื้อหาที่เข้าใจยากเป็นนามธรรมและกระบวนการขั้นตอนต่าง ๆ นั้นเป็นปัญหาสำคัญ (ชนากานต์ ศรีชมภู, 2550, หน้า 1) สอดคล้องกับรายงานของฝ่ายวิชาการ โรงเรียนกาญจนาภิเษก วิทยาลัย เพชรบูรณ์สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา เขต 40 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ พบว่าผลการเรียนในวิชาชีววิทยาคะแนนในส่วนของเนื้อหา การสลายสารอาหารระดับเซลล์ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับต่ำกว่าเนื้อหาอื่นในวิชาเดียวกันและนักเรียนยังมีโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในส่วนเนื้อหานี้อีกด้วย (Academic department of Kanjapisek Witthayalai Petchaboon School, 2013 อ้างถึงใน จิราภรณ์ หล้าน้อย, พัชรมน แสงอินทร์ และสิรินภา กิจเกื้อกูล, 2560, หน้า 136)

การเรียนรู้เรื่องการหายใจระดับเซลล์เป็นพื้นฐานของการทำความเข้าใจในกระบวนการในร่างกาย เช่น กระบวนการย่อยอาหาร กระบวนการกำจัดของเสีย และการสร้างพลังงาน เป็นต้น จึงมีความสำคัญสำหรับทุกระดับชั้นตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาไปจนถึงระดับอุดมศึกษา แต่ยังคงพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ขาดความเข้าใจเนื่องจากมีแนวคิดย่อยจำนวนมากและขาดต่อการทำความเข้าใจ และในการเรียนการสอนส่วนใหญ่ยังคงเป็นในรูปแบบท่องจำมากกว่าการลงมือปฏิบัติ (ไตรรัตน์ รัตนเดช, 2551, หน้า 3) และเมื่อได้ทำการสัมภาษณ์ครูผู้สอนในรายวิชาชีววิทยาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนที่เลื่อนชั้นจากระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ยังมีพื้นฐานในเรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิตไม่เพียงพอจึงทำให้เกิดปัญหาในการเชื่อมโยงความรู้เก่าเข้ากับความรู้ใหม่ที่ได้รับ อีกทั้งเมื่อสอบถามถึงแบบฝึกหัด ใบงาน หรือการทำข้อสอบ จะเห็นว่านักเรียนยังมีโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (บุปผา วาฑูญ, สัมภาษณ์, 31 สิงหาคม 2561) แสดงให้เห็นว่าการที่นักเรียนจะสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นนักเรียนจะต้องมีพื้นฐานความรู้เดิมที่ถูกต้องเพื่อที่จะเชื่อมโยงความรู้เก่าและความรู้ใหม่ได้และสร้างองค์ความรู้ที่ถูกต้องสำหรับการเรียนต่อไป เนื่องจากถ้ามีความรู้พื้นฐานที่ผิดจะเป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ใหม่ทำให้การเชื่อมความรู้ช้าลงหรืออาจไม่เกิดขึ้น โดยเฉพาะในเรื่องเซลล์ของสิ่งมีชีวิต เป็นจุดเริ่มต้นหรือพื้นฐานสำคัญสำหรับการเรียนชีววิทยาถ้ามีโมทัศน์ที่ผิดพลาดก็จะส่งผลกระทบต่อการศึกษาในเนื้อหาชีววิทยาในระดับถัดไปด้วยนั่นเอง

ดังนั้นในการเรียนชีววิทยาที่มีเนื้อหาจำนวนมากและมีความซับซ้อน และความรู้ที่จำเป็นสำหรับการเรียนเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในวิชาชีววิทยาเรื่องของเซลล์ก็เป็นสิ่งสำคัญในการเป็นพื้นฐาน ในการเชื่อมโยงในการเรียนเกี่ยวกับกระบวนการหรือสิ่งต่าง ๆ ในวิชาชีววิทยา ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีโมทัศน์ในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในเนื้อหาเข้าด้วยกัน อีกทั้งชีววิทยายังเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวจึงมีการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ เมื่อมีโมทัศน์จะทำให้ นักเรียนสามารถเรียนรู้แล้วเกิดความเข้าใจในวิชาชีววิทยาได้มากยิ่งขึ้น และในส่วนของเนื้อหาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นับเป็นเนื้อหาสำคัญที่เป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนในวิชาชีววิทยาต่อไปในอนาคต

ในการศึกษารูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการค้นหาความรู้ที่ผู้เรียนยังไม่เคยมีความรู้มาก่อน จนสามารถออกแบบทดลองและทดสอบ

สมมุติฐานได้ (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531, หน้า 502) สาเหตุที่เลือกใช้การสอนแบบสืบเสาะความรู้ เนื่องจากธรรมชาติของมนุษย์มีความอยากรู้อยากเห็นมาตั้งแต่เด็ก เมื่อพบอะไรใหม่ ๆ จะสงสัย และพยายามสำรวจค้นหาคำตอบ ครูมีหน้าที่จัดการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติของผู้เรียนวัยต่าง ๆ โดยครูมีหน้าที่สนับสนุนความอยากรู้อยากเห็น และสร้างสถานการณ์ที่กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น (ชนาธิป พรกุล, 2554, หน้า 133) โดยจะมีการเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมีขั้นตอนที่ใช้ในการจัดกิจกรรม 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมิน (Bybee, 2014, pp. 11-12) อีกทั้งยังเน้นให้ผู้เรียนมีการถาม - ตอบ การรวบรวมข้อมูลการวิเคราะห์ และการลงข้อสรุป รวมทั้งการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (พิศาล ทรัพย์สุหระ, 2544, หน้า 33) ในการพัฒนามโนทัศน์คือ การพัฒนาความรู้ความเข้าใจมโนทัศน์ให้นักเรียนอย่างแท้จริง (พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544, หน้า 62) เนื่องจากความเข้าใจมโนทัศน์เป็นส่วนหนึ่งของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556) โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน เป็นการจัดการที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ได้ด้วยตนเองได้จากการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์การทดลองหรือการอธิบาย (Bybee et al., 2006, p. 27) สอดคล้องความพยายามแก้ปัญหาของประทุมพร บุญมาวงษา (2558) พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนสามารถทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ ซึ่งสอดคล้องกับความพยายามแก้ปัญหาของสิโรจน์ บุญเลิศ (2555) ที่ได้ทำการศึกษาโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับกลวิธีการสะท้อนอภิปัญญา พบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้นอีกด้วย ผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนจะมีเทคนิคการใช้คำถามในชั้นเรียน การสอน โดยเทคนิคการใช้คำถามเป็นเทคนิคที่ครูนำมาใช้ในการสอน การใช้คำถามอย่างเป็นระบบ โดยการทำบ่อย ๆ พัฒนาระดับคำถามประเภทต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง ช่วยให้ผู้เรียนมีพัฒนาการในการเรียนรู้ และช่วยส่งเสริมการมีส่วนร่วม (ชนาธิป พรกุล, 2554, หน้า 176) ช่วยให้นักเรียนเสริมสร้างความสามารถทางด้านความคิด ช่วยกระตุ้นความสนใจ ช่วยเป็นสื่อในการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ช่วยในการทบทวนหรือสรุปเรื่องราวต่าง ๆ และยังช่วยในการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเรียนได้อีกด้วย (ณรงค์ กาญจนะ, 2553, หน้า 175) โดยส่วนใหญ่คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนส่วนมากเน้นใช้คำถามระดับต่ำ ส่งผลให้นักเรียนขาดการกระตุ้นและพัฒนา ซึ่งการใช้คำถามไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณแต่ขึ้นอยู่กับลักษณะคำถามที่ใช้

(พิมพันธ์ เดชะอุปต์, 2545) การใช้คำถามยังมีส่วนช่วยให้เกิดกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แล้วกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก็จะทำให้ค้นพบองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมโนทัศน์เป็นส่วนหนึ่งขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ดังนั้นเทคนิคการใช้คำถาม เป็นการตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนทำความเข้าใจในสิ่งที่นักเรียนกำลังศึกษา เป็นอีกหนึ่งวิธีที่จะใช้ในการสอนเพื่อพัฒนามโนทัศน์ได้ (นาตยา ปิลาณานนท์, 2542, หน้า 97)

จากที่กล่าวมาสอดคล้องกับความพยายามแก้ปัญหาของสุพลา ทองแป้น (2552) ที่ได้ทำการศึกษาพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามมีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับความพยายามแก้ปัญหาของวราวรรณ แสงอยู่ (2556) ที่ได้ทำการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือร้อยละ 70 และมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับความพยายามแก้ปัญหาของดิษพล เนตรนิมิตร, เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร และพรหมทิพา พรหมรักษ์ (2558) ได้ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลปรากฏว่ามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหลังใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงคิดแนวทางในการแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูงมากกว่าร้อยละ 50 ของคำถามทั้งหมด คือ คำถามคิดวิเคราะห์ คำถามสังเคราะห์ คำถามประเมินค่า ตามแนวคิดการแบ่งระดับคำถามของบลูม มาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพระนารายณ์ลพบุรี

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียน และหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม
4. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม กับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามสูงกว่าก่อนเรียน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
3. มโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามสูงกว่าก่อนเรียน
4. มโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา
2. ได้ทราบผลจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา
3. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนหรือผู้ที่สนใจในการพัฒนาการเรียนรู้อาศัยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา ไปใช้ในการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและนักเรียนมีมโนทัศน์ในการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพระนารายณ์ ลพบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบคละความสามารถของนักเรียน จำนวน 4 ห้องเรียน โดยทั้ง 4 ห้อง มีการเรียนการสอนตามแบบแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โดยมีนักเรียนจำนวน 120 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนพระนารายณ์ ลพบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มจำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 27 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม

2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนทัศน์ ในวิชาชีววิทยา

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาชีววิทยา (เพิ่มเติม) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนพระนารายณ์ ลพบุรี โดยประกอบด้วยเนื้อหาย่อยต่อไปนี้

3.1 กอล้องจุลทรรศน์

3.2 ทฤษฎีและโครงสร้างของเซลล์

3.3 การสื่อสารระหว่างเซลล์

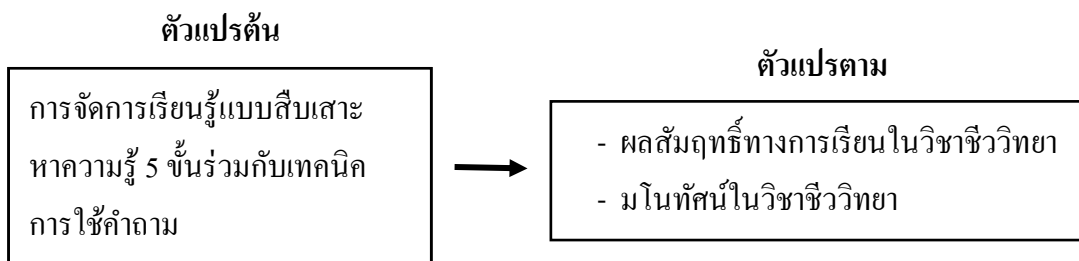
3.4 การสลายสารอาหารระดับเซลล์

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ใช้เวลาในการทำการทดลองจัดการเรียนรู้ 18 คาบ คาบละ 50 นาที แบ่งเป็นเนื้อหาย่อย ได้แก่ กอล้องจุลทรรศน์ 3 คาบ ทฤษฎีและโครงสร้างของเซลล์ 6 คาบ การสื่อสารระหว่างเซลล์ 3 คาบ และการสลายสารอาหารระดับเซลล์ 6 คาบ

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ สามารถนำเสนอกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในงานวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น หมายถึง การสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงในเรื่องต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน และมีการใช้คำถามที่มีความหมายเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสืบค้นหรือค้นหาคำตอบในประเด็นที่กำหนดจนนักเรียนเกิดความรู้และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนดังนี้

1.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement phase) เป็นขั้นที่จะต้องดึงดูดความสนใจของนักเรียนเพื่อที่จะนำเข้าสู่บทเรียนทำให้ผู้เรียนมีความสนใจ อยากรู้อยากเห็นจากการทบทวนความรู้เก่า จากการเปิดคลิปวิดีโอหรือภาพต่าง ๆ โดยมีการใช้คำถามในกระตุ้นนักเรียนให้มีส่วนร่วม

1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration phase) เป็นขั้นที่ครูจะเป็นคนอำนวยความสะดวกโดยการจัดกิจกรรม เตรียมวัสดุอุปกรณ์ เพื่อให้นักเรียนดำเนินการสังเกต สำรวจ ทดลอง และรวบรวมข้อมูลโดยตรง และให้นักเรียนได้มีโอกาสในการพูดคุยกับนักเรียนมีโอกาสได้พูดคุยกับนักเรียนคนอื่น ๆ จากนั้นก็สร้างองค์ความรู้ และทำความเข้าใจด้วยตนเอง

1.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation phase) เป็นขั้นที่นักเรียนมีข้อมูลจากการสำรวจและค้นหาอย่างเพียงพอแล้ว จึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์ หรือสรุปผล และนำเสนอผลที่ได้

1.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration phase) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้น ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

1.5 ชั้นประเมินผล (Evaluation phase) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ครูควรวัดและประเมินผล การเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน และที่สำคัญคือทำให้ ผู้เรียนมีโอกาประเมินความเข้าใจของตนเองด้วย

2. เทคนิคการใช้คำถาม หมายถึง วิธีที่ทำให้ผู้เรียนพัฒนาทางด้านความคิด จะมีการโต้ตอบกันระหว่างครูมีส่วนช่วยให้นักเรียนเสริมสร้างความสามารถทางด้านความคิด ช่วย กระตุ้นความสนใจ ก่อให้เกิดการอภิปรายอย่างต่อเนื่อง ช่วยเป็นสื่อในการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ เดิมกับความรู้ใหม่ ช่วยในการทบทวนหรือสรุปเรื่องราวต่าง ๆ และยังมีส่วนช่วยในการตรวจสอบ ความเข้าใจของนักเรียน และสามารถแบ่งระดับคำถามได้ 6 ระดับ ตามแนวความคิดของบลูม ได้แก่

2.1 ความรู้ความจำ (ถามเกี่ยวกับข้อมูล ความจำหรือการท่องจำ การระลึกได้ และการ รู้จักสิ่งต่าง ๆ)

2.2 ความเข้าใจ (ถามการแปลความ ตีความ ลงความเห็น และสรุปจากข้อมูลที่มี)

2.3 การนำไปใช้ (ถามการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่)

2.4 การวิเคราะห์ (ถามการจำแนกแยกแยะ และการจัดหมวดหมู่)

2.5 การสังเคราะห์ (ถามการผนวกส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ให้เกิดรูปแบบที่เห็นได้ ชัดเจน)

2.6 การประเมินค่า (ถามตัดสินตามเกณฑ์ที่ตั้งใจแล้วอธิบายได้)

โดยจะเน้นคำถามที่ใช้ในงานวิจัยไปที่คำถามการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า มากกว่าร้อยละ 50 ของคำถามทั้งหมด

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม หมายถึง การสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงในเรื่องต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน และ มีการใช้คำถามที่มีความหมาย เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสืบค้นหรือค้นหาคำตอบในประเด็นที่กำหนด จนนักเรียนเกิดความรู้และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ โดยในระหว่างจัดการเรียนการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น จะมีการใช้คำถามตามระดับของบลูมร่วมด้วย โดยจะเน้นการถามระดับสูง มากกว่าร้อยละ 50 ของคำถามทั้งหมด ดังนี้

3.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement phase) เป็นขั้นที่จะต้องดึงดูดความสนใจของ นักเรียนเพื่อที่จะนำเข้าสู่บทเรียนทำให้ผู้เรียนมีความสนใจ อยากรู้อยากเห็นจากการทบทวนความรู้เก่า จากการเปิดคลิปวิดีโอหรือภาพต่าง ๆ โดยมีการใช้คำถามในกระตุ้นนักเรียนให้มีส่วนร่วม หรือ สนใจในเรื่องที่จะเรียนต่อไป เน้นคำถามวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า มากกว่าร้อยละ 50

จากจำนวนคำถามทั้งหมดในแผน ซึ่งส่วนใหญ่จะมีการใช้คำถามระดับความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ มากที่สุด

3.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration phase) เป็นขั้นที่ครูจะเป็นคนอำนวยความสะดวก โดยการจัดกิจกรรม เตรียมวัสดุอุปกรณ์ เพื่อให้ นักเรียนดำเนินการสังเกต สำรวจ ทดลอง และรวบรวมข้อมูลโดยตรง และให้นักเรียนได้มีโอกาสในการพูดคุยกับนักเรียนมีโอกาสดำเนินการพูดคุยกับนักเรียนคนอื่น ๆ จากนั้นก็สร้างองค์ความรู้ และทำความเข้าใจด้วยตนเอง จะเป็นการถามเกี่ยวกับแนวทางการเข้าไปสู่การสืบค้น เน้นคำถามวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า มากกว่าร้อยละ 50 จากจำนวนคำถามทั้งหมดในแผน ซึ่งส่วนใหญ่จะมีการใช้คำถามระดับความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ มากที่สุด

3.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation phase) เป็นขั้นที่นักเรียนมีข้อมูลจากการสำรวจและค้นหาอย่างเพียงพอแล้ว จึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์ หรือสรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ โดยจะมีการตั้งคำถามถึงข้อสรุปหรือปัจจัยสำคัญที่ได้จากการค้นคว้า เน้นไปที่คำถามตั้งแต่คำถามวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า มากกว่าร้อยละ 50 จากจำนวนคำถามทั้งหมดในแผน ซึ่งส่วนใหญ่จะมีการใช้คำถามระดับการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า มากที่สุด

3.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration phase) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น โดยจะมีการถามเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการค้นคว้าเข้ากับความรู้ต่าง ๆ เน้นคำถามวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า มากกว่าร้อยละ 50 จากจำนวนคำถามทั้งหมดในแผน ซึ่งส่วนใหญ่จะมีการใช้คำถามระดับการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า มากที่สุด

3.5 ขั้นประเมินผล (Evaluation phase) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้ะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ครูควรวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยา หมายถึง ความรู้ความสามารถของผู้เรียน ในวิชาชีววิทยาประกอบด้วยเรื่อง กล้องจุลทรรศน์ ทฤษฎีและ โครงสร้างของเซลล์ การสื่อสารระหว่างเซลล์ และการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ตามแนวคิดของบลูม 6 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์ และด้านการประเมินค่า

5. มโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับการจัดกลุ่มในวิชาชีววิทยา ประกอบด้วยเรื่อง กล้องจุลทรรศน์ ทฤษฎีและ โครงสร้างของเซลล์ การสื่อสาร

ระหว่างเซลล์ และการสลายสารอาหารระดับเซลล์ โดยใช้คุณลักษณะหรือคุณสมบัติที่มีลักษณะ คล้ายคลึงกัน และจัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

6. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยา หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัย สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดคะแนนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ในด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้าน การนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์ และด้านการประเมินค่า ซึ่งพิจารณาให้ ครอบคลุมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในวิชาชีววิทยา ประกอบด้วยเรื่อง กล้องจุลทรรศน์ ทฤษฎีและ โครงสร้างของเซลล์ การสื่อสารระหว่างเซลล์ และการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ซึ่งเป็น แบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ แล้วนำมาใช้วัดก่อนและหลังการเรียน ในวิชาชีววิทยา

7. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นใช้วัด มโนทัศน์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเป็นแบบปรนัยสอง ตอน (Two-tier multiple choice format) ซึ่งประกอบด้วยตอนที่ 1 คำถามเชิงเนื้อหา มี 2 ตัวเลือก คือ ถูก และผิด และตอนที่ 2 เหตุผลสนับสนุนการเลือกคำตอบในตอนที่ 1 จำนวน 15 ข้อ ซึ่งนำมาใช้ วัดก่อนและหลังการเรียนในวิชาชีววิทยา

8. เกณฑ์ หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่ยอมรับว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ มโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา วิเคราะห์ได้จากคะแนนสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนมาเฉลี่ยคิดเป็น ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนรวม ซึ่งเป็นเกณฑ์ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยเกณฑ์ดังกล่าวอยู่ในระดับดีขึ้นไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องผลของการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนทัศน์ ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. กรอบสาระการเรียนรู้วิชาชีววิทยา ของหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนพระนารายณ์ จังหวัดลพบุรี
2. การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
3. เทคนิคการใช้คำถาม
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. มโนทัศน์
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรอบสาระการเรียนรู้วิชาชีววิทยา ของหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนพระนารายณ์ จังหวัดลพบุรี

คำอธิบายรายวิชาชีววิทยา (เพิ่มเติม) 1 รหัสวิชา ว31241 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ (หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนพระนารายณ์ จังหวัดลพบุรี)

ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะที่สำคัญ การใช้ความรู้และกระบวนการทางชีววิทยาที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม การศึกษาชีววิทยาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้เกี่ยวกับชีววิทยามาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียสที่ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ การสื่อสารระหว่างเซลล์ การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ และการชราภาพของเซลล์ โครงสร้างและการทำงานของระบบย่อยอาหารในร่างกายของสัตว์และมนุษย์ การสลายสารอาหารระดับเซลล์เพื่อให้ได้พลังงานในรูปของ ATP โครงสร้างและการทำงานของระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์และมนุษย์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง การอภิปราย การอธิบายและสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถใน

การตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม
คุณธรรม และค่านิยม

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับลักษณะที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต
2. อธิบายและสรุปเกี่ยวกับกระบวนการทางชีววิทยา ที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์และ
สิ่งแวดล้อม
3. นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาออกแบบการทดลอง ทดลอง อภิปราย และสรุป
เกี่ยวกับชีววิทยา
4. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของสารเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต
5. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนประกอบภายใน
เซลล์ที่ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์
6. อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการสื่อสารระหว่างเซลล์ การเปลี่ยนแปลงสภาพของ
เซลล์ และสภาพของเซลล์
7. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างและการทำงานของระบบย่อย
อาหาร และการสลายสารอาหารระดับเซลล์ในร่างกายของสัตว์และมนุษย์
8. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างและการทำงานของระบบ
สืบพันธุ์ และการเจริญเติบโตของสัตว์และมนุษย์
9. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และนำความรู้เกี่ยวกับชีววิทยามาประยุกต์ใช้ใน
ชีวิตประจำวัน

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยสนใจศึกษาเรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ในภาคเรียนที่ 1 รายวิชา
ชีววิทยา (เพิ่มเติม) 1 รหัสวิชา ว31241 จำนวน 18 คาบ ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนประกอบภายในเซลล์ที่ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์	1. กล้องจุลทรรศน์ 2. โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์
2. อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการสื่อสารระหว่างเซลล์ การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ และชราภาพของเซลล์	3. การสื่อสารระหว่างเซลล์ 4. การสลายสารอาหารระดับเซลล์
3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างและการทำงานของระบบย่อยอาหาร และการสลายสารอาหารระดับเซลล์ในร่างกายของสัตว์และมนุษย์	

การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

มีการอธิบายความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในหลาย ๆ ด้าน มีดังต่อไปนี้

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองเป็นทฤษฎีที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนหลายรูปแบบ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ก็มีการสร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยเช่นกัน โดยมีนักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีไว้ดังนี้

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553 ก, หน้า 38) ยังได้กล่าวถึงการนำทฤษฎีการสร้างความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนไว้หลายประการดังนี้

1. ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ผลของการเรียนรู้จะมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น เป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง ผู้สอนจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น และผู้เรียนก็ต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเองด้วย

2. เป้าหมายของการสอนจะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ที่แน่นอนตายตัว ไปสู่การสาธิตกระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาจริงได้

3. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะเป็นผู้รับผิดชอบในการเรียนรู้อย่างเต็มตัว ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดการกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริง ซึ่งไม่ได้หมายความว่า ผู้เรียนจะต้องออกไปยังสถานที่

จริงเสมอไป แต่เป็นการจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์ สิ่งของ หรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นของจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถ จัดกระทำศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้น ๆ จนเกิดเป็นความเข้าใจขึ้น ดังนั้นความเข้าใจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิดการจัดกระทำกับข้อมูลมิใช่เกิดขึ้นได้ง่าย ๆ จากการได้รับข้อมูลหรือมีข้อมูลเพียงเท่านั้น

4. ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคมจริยธรรมให้เกิดขึ้น โดยผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้

5. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยผู้เรียนจะนำตนเอง และควบคุมตนเองในการเรียนรู้ เช่น ผู้เรียนจะเป็นผู้เลือกลักษณะที่ต้องการเรียนเอง ตั้งกฎระเบียบเอง แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอง ตกลงกันเองเมื่อเกิดความขัดแย้งหรือมีความคิดเห็นแตกต่างกัน เลือกผู้ร่วมงานได้เอง และรับผิดชอบในการดูแลรักษาห้องเรียนร่วมกัน

6. ในการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ ผู้สอนจะมีบทบาทแตกต่างไปจากเดิม คือ จากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และควบคุมการเรียนรู้ เปลี่ยนไปเป็นการให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ คือ การเรียนการสอนจะต้องเปลี่ยนจากการให้ความรู้ไปเป็นการให้ผู้เรียนสร้างความรู้ แล้วบทบาทของผู้สอนก็คือ จะต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน ให้คำปรึกษาแนะนำทั้งทางด้านวิชาการและด้านสังคมแก่ผู้เรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหาและประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนั้นผู้สอนยังต้องมีความเป็นประชาธิปไตยและมีเหตุผลในการสัมพันธ์กับผู้เรียน ด้วย

7. ในด้านการประเมินผลการเรียนรู้ เนื่องจากการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองนี้ ขึ้นกับความสนใจและการสร้างความหมายที่แตกต่างกันของบุคคล ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจึงมีลักษณะหลากหลาย ดังนั้นการประเมินผลจึงควรมีลักษณะที่ยืดหยุ่นไปในแต่ละบุคคล โดยใช้วิธีการหลากหลาย ซึ่งอาจเป็นการประเมินจากเพื่อน แฟ้มผลงาน รวมทั้งการประเมินตนเองด้วย นอกจากนั้นการวัดผลจำเป็นต้องอาศัยบริบทจริงที่มีความซับซ้อนเช่นเดียวกับการจัดการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยบริบท กิจกรรม และงานที่เป็นจริง การวัดผลจะต้องใช้กิจกรรมหรืองานในบริบทจริงด้วย

สุรางค์ โค้วตระกูล (2554, หน้า 210-212) กล่าวว่า ทฤษฎี Constructivism มีหลักการที่สำคัญว่าในการเรียนรู้ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้กระทำและสร้างความรู้ แต่ในกลุ่มนักจิตวิทยา Constructivists มีความเห็นแตกต่างกันในเรื่องการเรียนรู้หรือการสร้างความรู้ว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร

ทั้งนี้เนื่องจากความเชื่อพื้นฐานของ Constructivism ซึ่งมีรากฐานมาจาก 2 แหล่ง คือจากทฤษฎีพัฒนาการของพือาเจต์และวิก็อทสกี ทฤษฎี Constructivism จึงแบ่งออกเป็น 2 แนวคิด

1. Cognitive Constructivism หมายถึง ทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยมที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของพือาเจต์ ทฤษฎีนี้ถือว่าผู้เรียนเป็นผู้กระทำ และเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นในใจเอง ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทในการก่อให้เกิดความไม่สมดุลทางพุทธิปัญญาขึ้น เป็นเหตุให้ผู้เรียนปรับความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ให้เข้ากับข้อมูลข่าวสารใหม่จนกระทั่งเกิดความสมดุลทางพุทธิปัญญา หรือเกิดความรู้ใหม่ขึ้น

2. Social Constructivism เป็นทฤษฎีที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของวิก็อทสกีซึ่งถือว่าผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น (ผู้ใหญ่หรือเพื่อน) ในขณะที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมหรืองาน ในสภาวะสังคมซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญและขาดไม่ได้ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมทำให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจเดิมให้ถูกต้องหรือซับซ้อนกว้างขวางขึ้น แม้ว่านักจิตวิทยา Cognitive constructivists และ Social constructivists จะมีความเห็นแตกต่างกันในเรื่องการอธิบายว่าผู้เรียนสร้างความรู้ได้อย่างไร แต่ทุกคนต่างก็เห็นร่วมกันในคุณลักษณะของ Constructivism ดังต่อไปนี้

- 2.1 ผู้เรียนสร้างความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง
- 2.2 การเรียนรู้สิ่งใหม่ขึ้นกับความรู้เดิมและความเข้าใจที่มีอยู่ในปัจจุบัน
- 2.3 การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้
- 2.4 การจัดสิ่งแวดล้อม กิจกรรมที่คล้ายคลึงกับชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

อย่างมีความหมาย

ศศิธร เวียงวะลัย (2556, หน้า 15-16) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบสร้างความรู้ด้วยตนเองนี้ มีความเชื่อพื้นฐานว่าผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้โดยการอาศัยประสบการณ์แห่งชีวิตที่ได้รับเพื่อค้นหาความจริง โดยมีรากฐานจากทฤษฎีจิตวิทยาและปรัชญาการศึกษาที่หลากหลาย ซึ่งนักทฤษฎีได้ประยุกต์ทฤษฎีจิตวิทยาและปรัชญาการศึกษาดังกล่าวในรูปแบบและมุมมองใหม่ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

1. กลุ่มที่เน้นกระบวนการรู้คิดในตัวบุคคล (Radical constructivism or personal constructivism or cognitive oriented constructivist theories) เป็นกลุ่มที่เน้นการเรียนรู้ของมนุษย์เป็นรายบุคคล โดยมีความเชื่อว่ามนุษย์แต่ละคนรู้วิธีเรียนรู้และวิธีคิดเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
2. กลุ่มที่เน้นการสร้างความรู้โดยอาศัยปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social constructivism or socially oriented constructivist theories) เป็นกลุ่มที่เน้นว่าความรู้ คือผลผลิตทางสังคม โดยมี

ข้อตกลงเบื้องต้นสองประการ คือ ความรู้ต้องสัมพันธ์กับชุมชน และปัจจัยทางวัฒนธรรมสังคมและประวัติศาสตร์มีผลต่อการเรียนรู้ ดังนั้นครูจึงมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

จากแนวคิดของนักการศึกษาข้างต้น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เป็นทฤษฎีที่พัฒนามาจากทฤษฎีพัฒนาการของพือาเจต์และวิกตอทสกี โดยที่มีความเชื่อพื้นฐานว่าผู้เรียนนั้นจะต้องเป็นผู้กระทำและสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยอาศัยประสบการณ์ที่ได้รับในการค้นหาความจริง ซึ่งอาจเกิดจากตัวผู้เรียนเองหรือเกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับคนรอบข้างก็ได้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ เพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ โดยครูผู้สอนจะรับหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกแทน และจัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นที่สนใจในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

ความหมายของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนการสอนในวิชาที่เกี่ยวข้องกับวิชาทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันจะมุ่งเน้นให้นักเรียนมีการเรียนและค้นคว้าหาข้อมูลอย่างอิสระได้มีประสบการณ์ตรงในการปฏิบัติหรือการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และเป็นที่รู้จักกันในหลายชื่อ เช่น สอนแบบสืบเสาะ สอนแบบสอบสวน สอนแบบสืบสอบ เป็นต้น โดยคำทั้งหมดมาจากภาษาอังกฤษ คือคำว่า Inquiry จึงมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531, หน้า 502) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาหรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียนไม่เคยมีความรู้ในสิ่งนั้นมาก่อน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาเป็นเครื่องมือในการค้นหา

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 123) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงในเรื่องต่าง ๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา และมีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้และแลกเปลี่ยนแนวคิด

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542, หน้า 16) ได้ให้ความหมายของ การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ว่าหมายถึง การใช้คำถามที่มีความหมาย เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสืบค้นหรือค้นหาคำตอบในประเด็นที่กำหนด เน้นให้นักเรียนรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง และครูมีบทบาทในการให้ความกระจ่างและเป็นผู้อำนวยความสะดวก ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนค้นพบข้อมูลและจัดระบบความหมายของตนเอง ครูต้องฝึกทักษะและกระบวนการสืบค้นให้กับนักเรียนก่อนให้สืบค้นข้อความรู้ประเด็นปัญหาที่ครูเลือกให้นักเรียนศึกษา ควรสัมพันธ์กับหลักสูตรและสอดคล้อง

กับพัฒนาการของนักเรียน ครูจะต้องตระหนักเสมอว่าต้องเน้นที่กระบวนการมากกว่าผลที่ได้จากกระบวนการ และครูต้องตรวจสอบว่าได้จัดสิ่งอำนวยความสะดวกแก่นักเรียนอย่างเพียงพอ รวมทั้งมีสื่อและแหล่งวิทยาการที่เหมาะสมในการส่งเสริมให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียน

พิมพันธ์ เคะชกุลป์ และเพยาว์ ยินศิสุข (2548, หน้า 74) ได้ให้ความหมายของ การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ว่าหมายถึง วิธีการที่ครูและนักเรียนเป็นองค์ประกอบสำคัญ โดยนักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นเพียงผู้แนะนำ ผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้ให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย

ทิตินา เขมมณี (2553, หน้า 141) ได้ให้ความหมายของ การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ว่าหมายถึง การดำเนินการเรียนการสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 133) ได้กล่าวว่า ของ การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้หรือการสืบสอบ (Inquiry) เป็นกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ ปัญหาเป็นหัวใจสำคัญของการสืบสอบจึงมีหลายรูปแบบ มีการวิเคราะห์แยกปัญหาออกเป็น ส่วน ๆ แล้วศึกษาอย่างเป็นระบบ เป็นการศึกษาอย่างมีวิธี นอกจากนี้ยังกล่าวว่ามีหลายคนมอง Inquiry มีความหมายเหมือนกับ Discovery, Problem solving, Inductive teaching และ Reflective teaching อาจเพราะลักษณะที่เหมือนกันสองประการ คือ มีการสืบค้นหรือค้นหาคำตอบ และมีการตรวจสอบหรือสอบสวนคำตอบ

ศศิธร เวียงวะลัย (2556, หน้า 147) ได้ให้ความหมายของของ การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการกระบวนการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนค้นหาคำความจริงโดยการแสวงหาความรู้ มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้ฝึกคิดหาเหตุผล ลงมือปฏิบัติ สืบเสาะหาความรู้ เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ด้วยตนเอง ความรู้ที่ได้จะคงอยู่ในความทรงจำระยะยาว ครูไม่สามารถสร้างได้ แต่ครูเป็นเพียงผู้จัดการให้เกิดประสบการณ์เรียนรู้

จากการศึกษาความหมายข้างต้น การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบความจริงในเรื่องต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน และมีการใช้คำถามที่มีความหมาย เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสืบค้นหรือค้นหาคำตอบในประเด็นที่กำหนดจนผู้เรียนเกิดความรู้และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้

ขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้

นักวิชาการและนักการศึกษาได้อธิบายการกำหนดขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้ โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

Bybee et al. (2006) ได้เสนอรูปแบบขั้นตอนวัฏจักรการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หรือ 5E ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ หรือ “Engagement” เป็นขั้นของการนำเข้าสู่บทเรียน ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีความสนใจ อยากรู้ อยากเห็น กิจกรรมควรอยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์ที่ได้เรียนมาแล้วในอดีต และนำมาเชื่อมกับประสบการณ์เรียนรู้ในปัจจุบัน บทบาทของครูจะทำหน้าที่ในการตั้งคำถาม ถามนักเรียน กำหนดปัญหา ซึ่งให้เห็นประเด็นที่เป็นข้อโต้แย้งกัน นักเรียนควรมีความอยากรู้ อยากเห็นในปัญหากระบวนการและทักษะต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา หรือ “Exploration” เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ในการสำรวจ นักเรียนสำรวจและค้นหาในเนื้อหาและสร้างแนวความคิดที่ได้มาจากประสบการณ์ของนักเรียนเอง และกำหนดปรากฏการณ์ที่ได้จากการสำรวจ โดยการสร้างคำพูดเป็นของตนเอง ผู้เรียนมีเวลาและโอกาสในการที่จะพูดคุยกับนักเรียนคนอื่น ๆ จากนั้นนักเรียนก็สร้างองค์ความรู้ และทำความเข้าใจด้วยตนเอง และในขณะเดียวกันก็ทำความเข้าใจในเรื่องของคนอื่นด้วย

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย หรือ “Explanation” เป็นขั้นที่ได้มาจากการสำรวจ ค้นคว้า ซึ่งผู้เรียนได้ดำเนินการมาแล้ว นักเรียนควรจะสามารถกำหนดแนวความคิดรวบยอดตามความเข้าใจของนักเรียนเอง โดยผ่านประสบการณ์และความรู้เดิมของผู้เรียนที่มีอยู่ และสามารถประมวลเป็นความรู้เพื่อถ่ายทอดและสื่อสารไปยังผู้อื่น ได้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ หรือ “Elaboration” เป็นขั้นที่นักเรียนมีโอกาสนในการประยุกต์ใช้แนวความคิดรวบยอดนำไปสู่การค้นหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่ละเอียดและระดับลึกลงไป นักเรียนสามารถค้นคว้ารายละเอียดในสิ่งที่ต้องการศึกษา และสำรวจตรวจสอบได้มากขึ้น ตลอดจนมีการใช้ทักษะต่าง ๆ และมีการอภิปรายและเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น ขั้นนี้ผู้เรียนควรจะได้รับความรู้ ความเข้าใจและแนวความคิดรวบยอดที่ลึกลงไป

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล หรือ “Evaluation” เป็นขั้นที่สำคัญเนื่องจากนักเรียนได้รับผลสะท้อนย้อนกลับจากประสบการณ์และความเข้าใจของนักเรียน นักเรียนจะยังคงมีการพัฒนาแนวความคิดรวบยอดและความเข้าใจอย่างต่อเนื่อง นักเรียนจะประเมินความเข้าใจของนักเรียนจากแนวความคิดที่เป็นกุญแจสำคัญ และการพัฒนาทักษะพื้นฐานที่จำเป็น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 219-220) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มมาจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษา
2. **ขั้นสำรวจและค้นหา** เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป
3. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป** เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ
4. **ขั้นขยายความรู้** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น
5. **ขั้นประเมิน** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้ อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

ชาตรี ฝ่ายคำตา (2551, หน้า 39-42) กล่าวถึงขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ** เป็นขั้นกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนอาจสนใจในวัตถุสิ่งของ ปัญหา เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ กิจกรรมของขั้นนี้ควรจะเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมที่ได้เรียนแล้วกับกิจกรรมที่จะเรียนต่อไป
2. **ขั้นสำรวจและค้นหา** เมื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจแล้ว นักเรียนจะใช้เวลาในการสำรวจและค้นหาแนวคิดของตน
3. **ขั้นอธิบาย** เป็นกระบวนการหรือการกระทำที่ทำให้เกิดความเข้าใจและความกระจ่างเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ หรือทักษะ กระบวนการอธิบายจะทำให้ให้นักเรียนและครูได้ใช้คำศัพท์ที่มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์หรือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
4. **ขั้นขยายความรู้** เมื่อนักเรียนได้อธิบายสิ่งที่ตนเองเรียนรู้แล้ว นักเรียนควรมีโอกาสในการประยุกต์หรือขยายแนวคิด กระบวนการ ทักษะของตน นักเรียนบางคนอาจจะยังมีแนวคิดที่

คลาดเคลื่อนหรือเข้าใจแนวคิดที่ตนเองเรียนรู้ได้อย่างเดียว ขันขยายความรู้นี้จึงเป็นขั้นที่ช่วยให้นักเรียนได้เกิดความรู้ที่กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน การประเมินอย่างไม่เป็นทางการจะเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาในทุกขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับการประเมินอย่างเป็นทางการ ครูสามารถทำได้หลังจากขันขยายความรู้ ครูควรที่จะวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยอาจจะให้ทำแบบทดสอบเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน และที่สำคัญคือทำให้ผู้เรียนมีโอกาสประเมินความเข้าใจของตนเองด้วย

วิไลวรรณ แสนนาน (2553, หน้า 76-77) ได้เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ดังนี้

1. การสร้างความสนใจและมีส่วนร่วม เป็นขั้นตอนเริ่มต้นบทเรียน โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ อยากรู้ อยากเรียนในบทเรียนที่ครูเตรียมมา ด้วยวิธีต่าง ๆ ดังนี้

1.1 การสาธิตการทดลอง การใช้คลิปวิดีโอ การใช้ภาพ หรือของจริงมาให้ให้นักเรียนสังเกต การข่าวนั่งสื่อพิมพ์มาให้อ่าน การใช้เหตุการณ์ที่นักเรียนคาดไม่ถึง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถามที่ครูสามารถเชื่อมโยงไปสู่เรื่องที่จะจัดให้เรียน

1.2 เมื่อครูเห็นขานักเรียนไปสู่เรื่องที่จะเรียนแล้ว ครูควรให้นักเรียนเขียนสิ่งที่รู้มาแล้ว เพื่อเป็นการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนรวมทั้งความเข้าใจคลาดเคลื่อน

1.3 ครูอาจนำอภิปรายประเด็นที่นักเรียนอยากรู้ เพื่อกระตุ้นให้มีส่วนร่วม

2. การสำรวจและค้นหา เป็นขั้นตอนที่ครูจัดกิจกรรม และวัสดุอุปกรณ์ ให้นักเรียนดำเนินการสังเกต สำรวจทดลอง เพื่อรวบรวมข้อมูลโดยตรง หรือประจักษ์พยานอย่างเพียงพอ และเชื่อถือได้ มาตอบคำถามหรืออธิบายประเด็นต่าง ๆ ที่อยากรู้

3. การอธิบาย เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ แปลความหมาย สรุปและอภิปราย เพื่อสร้างคำอธิบาย หรือแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concept) ตามประจักษ์พยานที่มี พร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ข้อความสรุป ภาพวาด ตาราง หรือแผนผังความคิด (Graphic organizer)

4. การขยายความรู้ เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งขึ้น หรือขยายกรอบความคิดกว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่หรือนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า ทดลอง เพิ่มขึ้น เช่น ตั้งประเด็น เพื่อให้นักเรียนร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมชัดเจนยิ่งขึ้น ชักถามให้นักเรียนชัดเจนหรือกระจ่างในความรู้ที่ได้หรือเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับความรู้เดิม การนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ในการแก้ปัญหา หรือนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริง หรือทำโครงการวิทยาศาสตร์

5. การประเมิน เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งครูจะต้องทำในขั้นตอน เพื่อการพัฒนาและสะท้อนถึงการจัดการเรียนการสอนของครู ว่ามีปัญหาและความสำเร็จอย่างไร นักเรียนได้ความรู้ตามจุดประสงค์หรือไม่ ถ้าครูจะต้องสอนเรื่องเดียวกันในครั้งต่อไปจะต้อง ปรับปรุงอย่างไร

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น มีดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement phase) เป็นขั้นที่จะต้องดึงดูดความสนใจของ นักเรียนเพื่อที่จะนำเข้าสู่บทเรียนทำให้ผู้เรียนมีความสนใจ อยากรู้ อยากเห็นจากการทบทวนความรู้เก่า จากการเปิดคลิปวิดีโอหรือภาพต่าง ๆ โดยมีการใช้คำถามในกระตุ้นนักเรียนให้มีส่วนร่วม

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration phase) เป็นขั้นที่ครูจะเป็นคนอำนวยความสะดวก โดยการจัดกิจกรรม เตรียมวัสดุอุปกรณ์ เพื่อให้ให้นักเรียนดำเนินการสังเกต สำรวจทดลอง และรวบรวมข้อมูลโดยตรง และให้นักเรียนได้มีโอกาสในการพูดคุยกับนักเรียนมีโอกาสได้พูดคุยกับ นักเรียนคนอื่น ๆ จากนั้นก็สร้างองค์ความรู้ และทำความเข้าใจด้วยตนเอง

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation phase) เป็นขั้นที่นักเรียนมีข้อมูลจาก การสำรวจและค้นหาอย่างเพียงพอแล้ว จึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์ หรือสรุปผล และนำเสนอผลที่ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration phase) เป็นเป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้น ไปเชื่อมโยงกับ ความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบาย สถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation phase) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ครูควรวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตาม ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน และที่สำคัญคือทำให้ผู้เรียนมี โอกาสประเมินความเข้าใจของตนเองด้วย

ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีข้อดีต่าง ๆ มากมายและได้มีผู้ที่ กภ เลหาไพบุลย์ (2542, หน้า 156-157) ได้กล่าวถึงข้อดีของวิธีการสอนแบบสืบเสาะ หาความรู้ไว้ ดังนี้

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมี ความอยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา

2. นักเรียนได้มีโอกาสได้ฝึกความคิดฝึกการกระทำ ทำให้เรียนรู้การจัดระบบความคิด และวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทน และถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ ทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย

3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

4. นักเรียนสามารถเรียนรู้โมเดลและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5. นักเรียนจะเป็นผู้ที่มีเจตคติดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

พิมพ์พันธ์ุ เดชะคุปต์ (2545, หน้า 73) กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. เป็นการพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญา คือฉลาดขึ้น เป็นนักริเริ่มสร้างสรรค์และนักจัดระเบียบ

2. การค้นพบด้วยตัวเอง ทำให้เกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนแบบท่องจำ

3. ฝึกให้นักเรียนรู้วิธีค้นหาความรู้ แก้ไขปัญหาด้วยตัวเอง

4. ช่วยให้อาจจำความรู้ได้นานและสามารถถ่ายโอนความรู้ได้

5. นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน จะทำให้การเรียนมีความหมายเป็นการเรียนที่มีชีวิตชีวา

6. ช่วยพัฒนามโนทัศน์แก่ผู้เรียน

7. ช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นว่าจะทำการสิ่งใด ๆ จะสำเร็จด้วยตัวเองสามารถคิดและแก้ไขปัญหาดด้วยตัวเอง ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค

8. สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2558, หน้า 344) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังต่อไปนี้

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจึงมีความอยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา

2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อีกด้วย

3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

4. นักเรียนสามารถเรียนรู้โมเดล และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5. นักเรียนจะเป็นผู้ที่มีเจตคติที่ดีต่อการสอนวิทยาศาสตร์

จากการข้างต้นจึงสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีข้อดี เนื่องจากว่าสามารถทำให้เด็กได้มีการฝึกความคิดอย่างเต็มที่ ได้เรียนรู้กระบวนการที่จะแสวงหาสิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ ได้มีกิจกรรมให้ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติ และได้ฝึกคิดด้วยตนเอง จนเกิดความเข้าใจ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement phase) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration phase) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation phase) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration phase) และขั้นประเมินผล (Evaluation phase) โดยเน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงในเรื่องต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน และมีการใช้คำถามที่มีความหมาย เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสืบค้นหรือค้นหาคำตอบในประเด็นที่กำหนดจนนักเรียนเกิดความรู้และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้

เทคนิคการใช้คำถาม

ความหมายของเทคนิคการใช้คำถาม

มีนักการศึกษาให้ความหมายของเทคนิคการใช้คำถามในการเรียนการสอนไว้มีดังต่อไปนี้

กรมวิชาการ (2543, หน้า 17-18) กล่าวว่า เทคนิคการใช้คำถามทำให้เกิดการเรียนรู้ ช่วยพัฒนากระบวนการคิด การตีความ การคิด การไตร่ตรอง การถ่ายทอด ความคิด และความเข้าใจ โดยนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงการเรียนรู้การคิด การถามเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้และการสอน ช่วยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจ และพัฒนาความความคิดใหม่ ๆ ช่วยขยายทักษะการคิด ได้ทบทวน และเกิดความเชื่อมโยง ส่งเสริมให้เกิดความอยากรู้ความอยากรู้อยากเห็น การตั้งคำถามยังช่วยสร้างกระบวนการเรียนรู้ให้ทั้งผู้ถามและผู้ตอบ และนำมาซึ่งการอธิบายถกเถียงที่ผ่านกระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ ช่วยสร้างนิสัยการเรียนรู้ตลอดชีวิตอีกด้วย

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545, หน้า 94) ได้กล่าวว่า เทคนิคการใช้คำถามหมายถึง การใช้ประเภทของคำถามเป็นและรู้จักลักษณะการถามที่ดี การใช้ประเภทของคำถามทั้งคำถามง่ายและคำถามยาก หรือทั้งคำถามแคบและคำถามกว้าง หรือทั้งคำถามระดับต่ำและคำถามระดับสูง การถามคำถามในห้องเรียน อาจมีความเป็นไปได้ดังนี้ (1) ครูเป็นผู้ถามคำถามให้ผู้เรียนตอบ (2) นักเรียนเป็นผู้ถามคำถาม (3) ครูและนักเรียนร่วมกันถาม ส่วนลักษณะการถามที่ดีนั้นเป็นศิลปะในการถามที่ทำให้สามารถกระตุ้นความคิดของผู้เรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนกล้าตอบสนทนาและกล้าย้อนกลับ

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 176) ได้กล่าวถึง เทคนิคการใช้คำถามเป็นเทคนิคที่ครูนำมาใช้ในการสอน การใช้คำถามอย่างเป็นระบบ โดยการที่ค่อย ๆ พัฒนาระดับคำถามประเภทต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง ช่วยให้ผู้เรียนมีพัฒนาการในการเรียนรู้ ทั้งเป็นการส่งเสริมการมีส่วนร่วมและเป็นการสร้างปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียนระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และระหว่างครูกับผู้เรียน

อรนุช ลิมตศิริ (2555, หน้า 129) ได้กล่าวว่า เทคนิคการจัดการเรียนรู้โดยใช้คำถาม (Question Techniques) เป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนากระบวนการทางความคิดของผู้เรียน โดยผู้สอนจะป้อนคำถามในลักษณะต่าง ๆ ที่เป็นคำถามที่ดี สามารถพัฒนาความคิดผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนใช้ความคิดเชิงเหตุผล วิเคราะห์ วิวิจารณ์ สังเคราะห์ หรือประเมินค่าเพื่อที่จะตอบคำถามเหล่านั้น

จากการที่นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า เทคนิคการใช้คำถามหมายถึง การใช้คำถามเป็นส่วนที่ทำให้ผู้เรียนพัฒนาทางด้านความคิด จะมีการโต้ตอบกันระหว่างครูและนักเรียน โดยผู้สอนจะป้อนคำถามที่ดี ทั้งคำถามยากและง่าย เพื่อพัฒนาความคิดใหม่ ๆ ช่วยขยายทักษะการคิด ได้บททวน และเกิดความเชื่อมโยง ส่งเสริมให้เกิดความอยากรู้ความอยากรู้เห็น ช่วยให้ผู้เรียนมีพัฒนาการในการเรียนรู้ ทั้งเป็นการส่งเสริมการมีส่วนร่วมและเป็นการสร้างปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน

จุดมุ่งหมายของการใช้คำถาม

มีนักการศึกษาให้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการใช้คำถามไว้มีดังต่อไปนี้

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 176) ได้กล่าวถึงเหตุผลที่ครูใช้คำถามมีหลายประการ ดังนี้

1. ตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนระหว่างการสอน
2. ประเมินประสิทธิภาพของการสอนว่าผู้เรียนมีความเข้าใจระดับใด
3. ฝึกทักษะการคิดระดับสูงโดยใช้คำถามที่มีความซับซ้อน
4. ควบคุมพฤติกรรมของผู้เรียนที่ไม่สนใจเรียน
5. จัดการให้บทเรียนเป็นไปตามทิศทางที่ต้องการและใช้เวลาเหมาะสม
6. เชื่อมโยงระหว่างกิจกรรม
7. เพิ่มการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของผู้เรียน

อรนุช ลิมตศิริ (2555, หน้า 129) ได้กล่าวว่า จุดประสงค์ในการตั้งคำถาม มีดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบว่ามีสิ่งใดบ้างที่นักเรียนเข้าใจ หรือไม่เข้าใจบทเรียน
2. กระตุ้นกระบวนการคิด
3. ดึงดูดความสนใจนักเรียน
4. ช่วยให้นักเรียนรวบรวมเนื้อหาและส่วนที่สำคัญ

5. ทบทวนและประเมินผลความก้าวหน้าของนักเรียน

ดังนั้นจากการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นสรุปได้ว่า จุดมุ่งหมายของการใช้คำถาม คือ การให้ครูได้ตรวจสอบความเข้าใจหรือประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียน โดยการประเมินผ่านคำถาม ได้ฝึกทักษะการคิดระดับสูงให้แก่ผู้เรียนซึ่งจะเป็นการกระตุ้นความคิด เพิ่มการมีส่วนร่วมของผู้เรียน ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนจากผู้เรียนที่ไม่สนใจในการเรียน ทั้งยังเชื่อมโยงกิจกรรม เนื้อหา และส่วนที่สำคัญในการเรียนได้

ประเภทคำถาม

มีนักการศึกษากล่าวถึงประเภทของคำถามไว้หลากหลายมีดังต่อไปนี้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 200-202) กล่าวว่า สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ส่งเสริมให้มีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นการทดลองและการอภิปรายซักถาม เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจำแนกออกเป็น 5 ประเภท คือ

1. คำถามการสังเกต เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนได้ใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า เพื่อรับรู้และรวบรวมข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ปัญหา และแก้ปัญหาต่อไป เช่น เมื่อใส่น้ำแข็งลงในแก้วใส่น้ำใบหนึ่ง มีอะไรเกิดขึ้น
2. คำถามการอธิบาย เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนใช้ข้อมูลแปลความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ โดยใช้เหตุผลหรือการสรุปผล เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เช่น คลอโรฟิลล์ช่วยในการสังเคราะห์แสงได้อย่างไร
3. คำถามการสร้างสมมติฐาน เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนคาดการณ์อย่างมีเหตุผล โดยใช้ความรู้เดิมหรือจากข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้ ไปใช้ในการคาดคะเนว่าจะมีอะไรเกิดขึ้น ในเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงบางสิ่งบางอย่างของสถานการณ์นั้น ๆ หรือคาดการณ์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของสถานการณ์นั้น หรือเป็นคำถามที่มุ่งให้ผู้ตอบคาดการณ์เพื่อขยายข้อสรุปในชั้นอธิบายให้กว้างขวางออกไป เช่น ถ้าต้มน้ำบนยอดภูเขา น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิสูงกว่าหรือต่ำกว่าเมื่อต้มบนพื้นราบ
4. คำถามการออกแบบทดลองและควบคุมตัวแปร เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนจะต้องเอาหลักการความสัมพันธ์ของตัวแปรมาใช้ในการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐาน และในการทดลองนั้น ๆ มีการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ด้วย เช่น ท่านจะอย่างไรเพื่อพิสูจน์ว่า ออกซิเจนจากสาหร่ายทางกระบอกช่วยให้ปลามีชีวิตอยู่ได้
5. คำถามการนำไปใช้ เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนจะต้องนำความรู้ หลักการ กฎเกณฑ์ต่าง ๆ มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในสถานการณ์ใหม่ หากสถานการณ์นั้น ๆ นักเรียนเคยพบ

เห็นมาแล้วก็ไม่ถือว่าเป็นคำถามที่นำไปสู่การนำไปใช้ เช่น นักเรียนต้องการปลูกต้นกุหลาบ แต่ดินมีสภาพเป็นกรดมาก จะมีวิธีแก้ไขอย่างไรเพื่อให้ต้นกุหลาบเจริญงอกงามดี

นอกจากนี้พิมพันธ์ุ เฉชะคุปต์ (2545, หน้า 97-98) ได้ชี้แจงแนวการสืบเสาะหาความรู้ด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก็แบ่งประเภทคำถามตามแนวสืบเสาะหาความรู้ด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะ ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะสำคัญประการหนึ่งของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะทางปัญญา (Intellectual skills) ไม่ใช่ทักษะการลงมือปฏิบัติ (Psychomotor skills/ Hand on skills) เพราะเป็นการทำงานของสมอง การคิดมีทั้งการคิดพื้นฐานหรือการคิดในระดับต่ำ ตัวอย่างเช่น ทักษะการสื่อความหมาย ได้แก่ การฟัง การอ่าน การรับรู้ การจำ การจำถาวร การบรรยาย การพูด การเขียน เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีทักษะ การสังเกต การระบุ การจำแนก การเรียงลำดับ การเปรียบเทียบ การลงข้อสรุป การใช้ตัวเลข นอกจากการคิดพื้นฐานแล้วยังมีการคิดระดับสูงหรือการคิดที่ซับซ้อน เช่น ทักษะการจัดระบบความคิด การวิเคราะห์ การตั้งสมมุติฐาน การทดสอบสมมุติฐาน การคาดคะเน การพยากรณ์ การให้คำจำกัดความ การตีความหมาย การค้นหาแบบแผน การผสมผสานข้อมูล การสรุปความ เป็นต้น

พิมพันธ์ุ เฉชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข (2548, หน้า 120-122) ได้จำแนกคำถามตามระดับขั้นของการใช้ความคิดด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ตามแนวคิดของบลูมไว้ 6 ประเภท ดังนี้

1. ถามความรู้หรือความจำ เป็นคำถามที่มีคำตอบแน่นอน ถามเนื้อหาเกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำจำกัดความ คำนิยาม คำศัพท์ กฎ ทฤษฎี ถามเกี่ยวกับ ใคร (Who) อะไร (What) เมื่อไร (When) ที่ไหน (Where) รวมทั้งใช่หรือไม่
2. ถามความเข้าใจ เป็นคำถามที่ต้องใช้ความรู้หรือความจำ มาประกอบเพื่ออธิบายด้วยคำพูดของตนเอง เป็นคำถามที่สูงกว่าคำถามความจำ
3. ถามการนำไปใช้ เป็นคำถามที่นำความรู้และความเข้าใจ ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่
4. ถามการวิเคราะห์ เป็นคำถามที่ให้จำแนกแยกแยะเรื่องราวต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยส่วนย่อยอะไรบ้าง โดยอาศัยหลักการ กฎ ทฤษฎี ที่มาของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้น
5. ถามการสังเคราะห์ เป็นคำถามที่ใช้กระบวนการคิด เพื่อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลย่อย ๆ ขึ้นเป็นหลักการหรือแนวคิดใหม่
6. ถามการประเมินค่า เป็นคำถามที่ให้นักเรียนตีคุณค่า โดยใช้ความรู้ ความรู้สึก ความคิดเห็นในการกำหนดเกณฑ์เพื่อประเมินค่าสิ่งเหล่านั้น

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 177-184) ได้จัดประเภทตามเกณฑ์กระบวนการคิด จาก การคิดระดับต่ำไประดับสูง หรือจากความรู้ไปยังการประเมิน ที่จัดตามแนวทางระดับความคิดของ บลูม (Bloom's taxonomy) ที่แบ่งเป็น 6 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้ (Knowledge) เป็นคำถามที่ให้ผู้เรียนตอบจากความจำ และเป็นคำถามที่เป็น พื้นฐานสำหรับการพัฒนาการคิดในระดับถัดไป การจำเป็นสิ่งที่ดี และจำเป็นในการดำรงชีวิต มี หลายสิ่งที่เราจำเป็นต้องจำ ครูควรใช้คำถามระดับนี้ในตอนต้นของบทเรียนหรือถามทบทวนความรู้ พื้นฐาน แต่มีข้อควรระวังในการใช้คำถามระดับนี้มากเกินไปจะทำให้เรียนน่าเบื่อ และไม่ท้าทาย ดังนี้

1.1 คำถามให้ระลึก (Recalling) - คำถามให้เติมคำ หรือความในช่องว่าง

1.2 คำถามให้จำ (Recognizing) - คำถามแบบเลือกตอบ (Multiple choices)

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นคำถามที่ให้ผู้เรียนแสดงความเข้าใจโดยเรียบเรียง เป็นคำพูดของตนเอง แล้วแสดงเป็นคำพูด ข้อเขียน ภาพ หรือการแสดง จะใช้คำถามระดับนี้ได้ จะต้องมีความรู้ความจำมาก่อน จึงจะสามารถผสมผสานตามความเข้าใจของตนเองโดยไม่มี การขยายความ วิธีการนี้ทำให้ผู้เรียนสามารถจำความรู้ได้นาน นอกจากนี้คำถามความเข้าใจ แบ่งได้ 4 ชนิด คือ

2.1 คำถามให้ตีความ (Interpretation) ต้องการให้ผู้เรียนแสดงความเข้าใจโดยระบุ ข้อมูลหลัก และความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล เช่นถามความเชื่อมโยงระหว่าง 2 เหตุการณ์ หรือให้ ผู้เรียนแสดงความสัมพันธ์ โดยการเปรียบเทียบความเหมือน และความแตกต่าง โดยใช้คำถาม อย่างไม่รู้ หรือทำไม ยกตัวอย่างเช่น

ก. โครงสร้างของภาษาไทย และภาษาลาวเหมือนกันอย่างไร

ข. ทำไมมกติกามวยอาชีพจึงต่างจากมวยสมัครเล่น

ค. จงเปรียบเทียบปลาวาฬกับฉลาม

2.2 คำถามให้แปลความ (Translation) ต้องการให้ผู้เรียนเปลี่ยนข้อความจากรูปแบบ หนึ่งไปอีกรูปแบบหนึ่ง โดยคงความหมายเดิม เช่น การอ่านกราฟ การบรรยายความ หรือสรุปย่อ เรื่องที่อ่าน ยกตัวอย่างเช่น

ก. อนิจจา วัต สงขารว แปลว่าอะไร

ข. แผนภูมินี้นำเสนออะไรบ้าง

ค. จงบันทึกผลการทดลองลงในตารางแล้วสรุปข้อค้นพบ

2.3 คำถามให้ยกตัวอย่าง (Example) ต้องการให้ผู้เรียนแสดงความเข้าใจด้วย การยกตัวอย่าง ยกตัวอย่างเช่น

ก. จงยกตัวอย่างสมการเส้นตรง

ข. พรุ้งนี้ให้นักเรียนนำพีชไม้อะลูมิเนียมมาคนละ 1 ชนิด

ค. จงบอกชื่อประเทศที่ปกครองด้วยระบบกษัตริย์มา 2 ชื่อ

2.4 คำถามให้บอกคำจำกัดความ (Definition) ต้องการให้ผู้เรียนบรรยายความคิด หรือมโนทัศน์ด้วยคำพูดของตนเอง เป็นคำจำกัดความโดยไม่เปิดพจนานุกรม หรือลอกข้อความมาจากที่ใด ยกตัวอย่างเช่น

ก. บอกความหมายของความตายให้เด็ก 2 ขวบเข้าใจ

ข. ให้บอกความหมายของคำว่าโลกาภิวัตน์ เป็นคำพูดของตนเอง

ค. ให้คำจำกัดความของคำว่าวัฏจักรมาตามความเข้าใจ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นคำถามที่ผู้เรียนนำความรู้ความเข้าใจไปใช้แก้ปัญหา หรือตอบข้อสงสัย คำตอบที่ถูกต้องมีคำตอบเดียว ขั้นตอนของการตอบคำถามการนำไปใช้มี 2 ขั้นตอน คือ

3.1 ผู้เรียนพบปัญหาใหม่ที่ไม่เคยพบ หรือเคยแก้ปัญหามาก่อน

3.2 ผู้เรียนเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม แล้วนำไปใช้แก้ปัญหา

ก. ถ้า $x = 2$ และ $y = 5$

ดังนั้น $x^2 + 2y = ?$

ข. ให้ใช้กฎของอุปสงค์ และอุปทานแก้ปัญหาต่อไปนี้

ค. การตัดสินใจลดค่าเงินบาท มีผลต่อราคาสินค้าอย่างไร

4. การคิดวิเคราะห์ (Analysis) เป็นคำถามการคิดระดับสูงที่ให้ผู้เรียนแยกแยะส่วนต่าง ๆ ที่ซับซ้อน แล้วอธิบายความสัมพันธ์ของส่วนประกอบเหล่านั้น กระบวนการคิดตรงกันข้ามกับคำถามนำไปใช้ที่ต้องดึงข้อมูลจากส่วนต่าง ๆ มาใช้แก้ปัญหา มีดังต่อไปนี้

4.1 การระบุประเด็น (Identification of issues) ผู้เรียนต้องพิจารณา และวิเคราะห์ ข้อมูลที่มี เพื่อทำการสรุป (Conclusion/ Inference/ Generalization) ยกตัวอย่างเช่น

ก. หลังจากอ่านหนังสือเล่มนี้จบแล้ว จงอธิบายภูมิหลัง ทศนคติ และความคิดของผู้เขียน

ข. คู่มืออะแกรมแสดงสิ่งประดิษฐ์ชิ้นใหม่แล้วแสดงความคิดเห็นว่าสิ่งประดิษฐ์ชิ้นใหม่นี้มีวัตถุประสงค์อย่างไร

4.2 ความเกี่ยวข้อง (Implication) ผู้เรียนต้องชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างของ 2 สิ่ง หรือ 2 เรื่อง โดยแสดงการอนุมาน (Inference) การเชื่อมโยง (Association) หรือผลที่ตามมา ซึ่งกล่าวถึงไม่ตรงกัน ยกตัวอย่างเช่น

ก. เรียนฟรี 15 ปีอย่างมีคุณภาพเกี่ยวข้องกับการศึกษาอย่างไร

ข. ถวัลย์ ดัชนี ใช้สี รูปทรง และขนาดในการสร้างงานศิลปะอย่างไร

4.3 เหตุจูงใจ (Motives) ผู้เรียนต้องระบุเหตุผลของการกระทำ หรือสิ่งที่ปรากฏ

ยกตัวอย่างเช่น

ก. อะไรเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่องานเขียนของสุนทรภู่

ข. อะไรเป็นเหตุจูงใจให้คนอเมริกันเลือกบารัค โอบามา เป็นประธานาธิบดี

4.4 การชักชวน (Persuasion) ผู้เรียนต้องค้นหาสิ่งที่ซ่อนอยู่ในการสื่อสาร เช่น

การโฆษณา หรือข้อความชักชวนอื่น ๆ ยกตัวอย่างเช่น

ก. ทำไมโฆษณาเสื้อเชิ้ตแอร์โรวิ่งใช้คำว่าเอกลักษณ์ของเอกบุรุษ

ข. เหตุใดโฆษณารันดิไทยจึงใช้วรรณคดีไทย เรื่อง มัทนะพาธา มโนราห์ และวิาวาห์

พระสมุทร

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นคำถามการคิดระดับสูงที่ให้ผู้เรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์สร้างสิ่งใหม่ การสังเคราะห์เป็นกระบวนการเชื่อมโยงส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกันเป็นของใหม่ที่มีลักษณะเฉพาะไม่เคยมีมาก่อน เป็นผลงานของแต่ละบุคคลที่สร้างจากประสบการณ์เฉพาะตนคำถามการสังเคราะห์ แบ่งได้ 3 ชนิด คือ

5.1 การใช้ภาษาของตนเอง (Production of a unique communication) ให้เหมาะกับผู้รับฟัง หรืออ่านเพื่อบอกกล่าว บรรยาย ชักชวน หรือแสดงความรู้สึกลึกผ่านคำพูด บทความ หรือบทกวี ยกตัวอย่างเช่น

ก. จงเขียนจดหมายถึงบรรณาธิการหนังสือพิมพ์ เล่าผลกระทบที่ได้รับจากการมีโรงงานอุตสาหกรรมใกล้บ้าน

ข. สิ่งประดิษฐ์นี้ควรจะทำอะไร

ค. จงเขียนบทความบรรยาย เมืองหลวงในอนาคต

5.2 การวางแผน หรือการนำเสนอแผนการทำงาน (Production of a plan on proposed set of operations) ผลของแผนงานเป็นผลผลิตที่มีตัวตน ด้วยความจำกัดหลายอย่างของการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถผลิตผลงานจริง ๆ ได้ ฉะนั้นการนำเสนอแผนการทำงานที่มองเห็นผลผลิต จึงจัดอยู่ในการคิดระดับสังเคราะห์

5.3 การหาชุดความสัมพันธ์ของสิ่งที่เป็นนามธรรม (Derivation of abstract relation) ชุดความสัมพันธ์มักจะได้จากการสังเกตปรากฏการณ์ หรือข้อมูล แล้วจัดเป็นแบบแผนที่ไม่เคยมีมาก่อน ยกตัวอย่างเช่น

ก. จงออกแบบการสำรวจทัศนคติของประชาชนต่อการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

ข. สาเหตุสำคัญที่ทำให้เซลล์แตกตัวในกรณีการเปลี่ยนแปลงของยีนมะเร็งและความชรา คืออะไร

6. การประเมิน (Evaluation) เป็นคำถามการคิดระดับสูงที่ให้ผู้เรียนตัดสินคุณค่าของความคิด วิธีแก้ปัญหา หรืองานศิลปะ ผู้เรียนต้องสร้างเกณฑ์ที่แสดงมาตรฐาน หรือค่านิยมแล้วนำสิ่งที่ต้องประเมินมาพิจารณาเทียบกับมาตรฐาน หรือค่านิยมว่าใกล้เคียงกันเพียงใด ที่มาของเกณฑ์มี 3 แหล่ง คือ (1) ค่านิยมทางวัฒนธรรม และสังคม (2) คำสอนของศาสนา และ (3) ความคิดเห็นส่วนตัว ยกตัวอย่างเช่น

ก. เหมาะสมหรือไม่ที่ผู้หญิงจะขอนัดผู้ชาย มีหลายคำตอบขึ้นอยู่กับความเชื่อในวัฒนธรรม และประเพณีทางสังคม

ข. ควรให้การทำแท้งเป็นสิ่งถูกกฎหมายหรือไม่ นักสอนศาสนาผู้เคร่งศีลธรรม หรือแพทย์จะตอบต่างกัน

ค. ผู้หญิงควรมีสិทธิเท่าเทียมกับผู้ชายหรือไม่ คำตอบมีหลายคำตอบขึ้นอยู่กับค่านิยมที่แตกต่างกัน

จากการศึกษาประเภทคำถาม ผู้วิจัยได้เลือกใช้เกณฑ์แบ่งประเภทคำถามตามกระบวนการคิด ซึ่งจะสามารถแบ่งประเภทออกเป็นตามแนวทางระดับความคิดของ Bloom (1956) ที่มีการแบ่งออกเป็น 6 ระดับ ได้แก่ ความรู้ความจำ (ถามเกี่ยวกับข้อมูล ความจำหรือการท่องจำ การระลึกได้ และการรู้จักสิ่งต่าง ๆ) ความเข้าใจ (ถามการแปลความ ตีความ ลงความเห็น และสรุปจากข้อมูลที่มี) การนำไปใช้ (ถามการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่) การคิดวิเคราะห์ (ถามการจำแนกแยกแยะ และการจัดหมวดหมู่) การสังเคราะห์ (ถามการผนวกส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ให้เกิดรูปแบบที่เห็นได้ชัดเจน) และประเมินค่า (ถามตัดสินตามเกณฑ์ที่ตั้งใจแล้วอธิบายได้) โดยจะเน้นคำถามที่ใช้ในงานวิจัยไปที่คำถามการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า มากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนคำถามทั้งหมด (นิตติกร อ่อน โชน, 2551, หน้า 9) โดยมีตารางแสดงลักษณะคำถามแต่ละลำดับในตารางที่ 2-2 ซึ่งเทคนิคการใช้คำถามนี้จะใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์และเมโนทัศน์ของนักเรียนดีขึ้น

ตารางที่ 2-2 ตารางแสดงลักษณะคำถามแต่ละลำดับ

ลักษณะ	รูปแบบ	Key word	ตัวอย่าง
ความรู้ ความจำ	ถามเกี่ยวกับ ข้อมูล ความจำ หรือการท่องจำ การระลึกได้ และการรู้จักสิ่ง ต่าง ๆ	ใคร ทำอะไร ที่ ไหน เมื่อไร เท่าไร บอก ชี้ เลือกร ระบุ แสดง ชื่อ รายการ	- นักเรียนคิดว่าเจ้าสิ่งมีชีวิตนี้น่าจะมีขนาด เล็กหรือใหญ่แล้วสามารถพบได้ตาม สถานที่ใด - ปัจจุบันนักเรียนทราบหรือไม่ว่าเซลล์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ มี อะไรบ้าง - นักเรียนคิดว่าใช้เกณฑ์อะไรมาบ่งชี้ว่า เซลล์ที่นักเรียนพบเป็นเซลล์สัตว์หรือ เซลล์พืช ที่นอกเหนือจากผนังเซลล์
ความเข้าใจ	ถามการแปล ความ ตีความ ลงความเห็น และสรุปจาก ข้อมูลที่มี	อธิบาย ให้ ความหมาย จับคู่ ข้อจำกัด ข้อยกเว้น สรุป ยกตัวอย่าง ความเกี่ยวข้อง	- นักเรียนทุกคนเคยมีประสบการณ์ในการ ใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงหรือไม่ กล้องจุลทรรศน์แบบไหนบ้างที่นักเรียน เคยเห็น พร้อมยกตัวอย่าง
การนำไปใช้	ถามการนำ ความรู้ไปใช้ใน สถานการณ์ใหม่	สาริต นำไปใช้ อย่างไร ไว้ใช้ทำ อะไร จัดระเบียบ การทดสอบ/ ตรวจสอบกับ อะไร ประยุกต์	- ถ้าสิ่งมีชีวิตนี้นักเรียนคิดว่ามีขนาดเล็ก มาก การศึกษาสิ่งมีชีวิต เหล่านี้จึงไม่ได้ เป็นไปโดยง่าย นักเรียนคิดว่าจำเป็นต้อง ใช้เครื่องมืออะไรมาใช้เพื่อช่วยใน การศึกษา
การ วิเคราะห์	ถามการจำแนก แยกแยะ และ การจัดหมวดหมู่	ระบุความเห็น แนวคิด ข้อเท็จจริง ความสัมพันธ์ สาเหตุ ความ แตกต่าง ตรวจสอบ หน้าที่ เปรียบเทียบ	- เมื่อนักเรียนศึกษาภาพที่เกิดขึ้นจะมี ความแตกต่างกับวัตถุจริงอย่างไร - ผลของการศึกษาเซลล์พืชได้กล้อง จุลทรรศน์ที่กำลังขยายต่างกันให้ผลเป็น เช่นไร ซึ่งครูถามแต่ละกลุ่มว่าได้ผล เหมือนหรือแตกต่างจากเพื่อนอย่างไร

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ลักษณะ	รูปแบบ	Key word	ตัวอย่าง
การ สังเคราะห์	ถามการผนวก ส่วนต่าง ๆ เข้า ด้วยกัน ให้เกิด รูปแบบที่เห็นได้ ชัดเจน	แก้ปัญหาต่อไปนี้ จะทำวิธีอื่น อย่างไร ประดิษฐ์ ออกแบบ แก้ไข เสนอ เปลี่ยน คัดแปลง	- นักเรียนคิดว่านักเรียนสามารถหาวัสดุสิ่ง อื่นมาใช้ในการสร้างกล้องจุลทรรศน์ ใน กรณีที่นักเรียนต้องการศึกษาสิ่งใดสิ่งหนึ่ง แต่ไม่มีกล้องจุลทรรศน์ นักเรียนจะใช้สิ่ง ใด และทำอย่างไร
การประเมิน ค่า	ถามตัดสินใจ แล้วอธิบายได้	สิ่งใดสำคัญกว่า ดีกว่า มีเหตุผลกว่า เหมาะสม สิ่งใดดี ที่สุด เขียน ให้ ข้อคิดเห็น	- ครูยกตัวอย่างสิ่งที่อยู่ภายในบริเวณของ โรงเรียนที่สามารถนำมาศึกษาทางโดยใช้ กล้องจุลทรรศน์ได้เหมาะสมมีสิ่งใดบ้าง -แล้วนักเรียนคิดว่าในการศึกษาละออง เรณูที่พบในเกสรของดอกไม้ควรเลือกใช้ กล้องจุลทรรศน์รูปแบบไหนถึงจะมีความ เหมาะสมที่สุดในการศึกษารายละเอียด ของรูปร่าง เพราะเหตุใด

เทคนิคการถามคำถามที่ดี

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545, หน้า 107-108) ได้กล่าวถึงลักษณะการใช้คำถามที่ดี มีดังต่อไปนี้

1. เตรียมคำถามล่วงหน้า เพราะจะสามารถถามเรียงตามลำดับได้ ตามความง่ายยากตามลำดับเนื้อหาและยังมีความมั่นใจในการถาม
2. ถามอย่างมั่นใจโดยใช้ภาษาชัดเจน กระชับรัด
3. ถามแล้วต้องมีเวลารอคอย (Wait-time) ประมาณ 3 วินาที เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทั้งเก่งและไม่เก่ง ได้คิดอย่างทั่วถึง จากนั้นจึงเรียกชื่อผู้เรียนให้ตอบคำถาม ไม่กำหนดผู้ตอบก่อนถามคำถาม
4. ถามรายบุคคล และตอบรายบุคคล แต่ต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนตอบหลาย ๆ คน ในคำถามเดียวกัน
5. ถามแล้วไม่ทวนคำถาม และไม่ทวนคำตอบ

6. ควรใช้ท่าทาง เสียงประกอบ การถามเพื่อกระตุ้นความสนใจ
7. ควรใช้คำถามปูพื้น เมื่อตอบคำถามแรกไม่ได้
8. ควรใช้คำถามง่าย และยากปนกันในการสอนครั้งหนึ่ง
9. ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนถามคำถามผู้สอน

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 184) ได้สรุปเกี่ยวกับเทคนิคการถามคำถามไว้ดังนี้

1. การเว้นระยะ เป็นระยะเวลาที่ครูคอยภายหลังการถามคำถามก่อนเรียกผู้เรียนให้ตอบ และการคอยระยะที่ 2 หลังคำตอบของผู้เรียนก่อนครูพูด เวลาคอย 3-5 วินาที จะทำให้ผู้เรียนตอบข้อความได้ยาว มีคำตอบถูกต้องมากกว่าคำตอบผิด คำตอบมีเหตุผลมากขึ้น ผู้เรียนถามคำถามมากขึ้น มีความมั่นใจมากขึ้น และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

2. การเรียกให้ตอบ ควรถามคำถามก่อนเรียกชื่อผู้เรียนให้ตอบ เพราะทำให้ผู้เรียนคิดคำตอบหลายคน หรือทุกคน การเรียกชื่อผู้อาสาตอบ หรือ ไม่อาสาไม่มีกฏตายตัวขึ้นอยู่กับความเหมาะสม แต่การเรียกให้ผู้ไม่อาสาตอบ ครูต้องแน่ใจว่าผู้เรียนจะตอบถูกต้อง ไม่ควรเรียกเพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกอับอาย

3. การถามซ้ำ หรือถามเพิ่มเติม ถ้าผู้เรียนตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ครบถ้วน ครูไม่ควรเฉลยคำตอบ แต่ควรใช้คำถามเดิม ถามผู้เรียนคนอื่น หรือถามคำถามเพิ่มเติมผู้เรียนคนเดิม การถามเพิ่มเติมอาจใช้คำถามเดิม แต่เปลี่ยนข้อความใหม่ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจง่ายขึ้น

4. การให้รางวัล ทำได้ใน 2 ลักษณะ การพูด และการใช้ท่าทาง การพูด ได้แก่ ดีทำได้ดี ถูกต้อง เยี่ยม และการใช้ท่าทาง ได้แก่ การยิ้ม พยักหน้ารับ มองตา หรือท่าทาง การให้รางวัลที่เหมาะสมทำให้ผู้เรียนเพิ่มความสนใจในบทเรียน ถ้าใช้ผิดจะส่งผลต่อการมีส่วนร่วมและการเรียนรู้ การชมควรทำอย่างจริงใจ เหมาะกับพฤติกรรมของผู้เรียน และควรวางแผนการให้รางวัลอย่างระมัดระวัง เพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียนทั้งปริมาณและคุณภาพ

จากข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า เทคนิคการใช้คำถามที่ดี คือ จะต้องมีการเว้นระยะในการตอบและรอคำตอบ ไม่มีการตำหนิเด็กในเด็กที่ตอบผิดหรือไม่ตรงกับที่ครูต้องการและต้องสังเกตนักเรียนตลอดเวลา นอกจากนี้ยังต้องรู้จักควบคุมสถานการณ์ภายในห้องเรียน

ลักษณะคำถามที่ดี

นักวิชาการและนักการศึกษาได้อธิบายการลักษณะคำถามที่ดีไว้ดังนี้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 206-207) กล่าวว่า คำถามที่ดีจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดอย่างมีระบบ และเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คำถามที่ดีมีลักษณะดังนี้คือ

1. มีความหมายชัดเจนไม่คลุมเครือ ใช้ภาษาง่าย ๆ ชัดเจน เจาะจง เมื่อนักเรียนฟังคำถามแล้วจะเข้าใจอย่างถูกต้อง เช่น ถามว่าทำไมพืชจึงต้องการแสงแดด คำตอบก็คือ พืชต้องการแสงแดดเพื่อสังเคราะห์แสงในการปรุงอาหาร

2. เป็นข้อความที่กะทัดรัด และไม่ควรมีคำถามหลายประเด็นพร้อมกัน เช่นถามว่า เมื่อแยกน้ำด้วยไฟฟ้าจะเกิดอะไรขึ้น และสิ่งที่เกิดขึ้นคืออะไร จะทดสอบอย่างไร

3. เป็นข้อความที่สมบูรณ์ ไม่ควรละข้อความบางส่วนของคำถามให้นักเรียนคิดเอาเอง เช่น ถามว่าเทียนไขกำลังติดไฟ เนื้อเทียนไขที่หลอมเหลวเมื่อหยดลงที่พื้นจะกลายเป็นของแข็งและคำถามเช่นนี้เป็นคำถามที่ไม่สมบูรณ์ นักเรียนอาจไม่เข้าใจสิ่งที่จะต้องตอบคืออะไร ซึ่งที่จริงแล้วครูต้องการให้นักเรียนตอบสิ่งที่สังเกตได้จากเทียนไขกำลังติดไฟ

4. มีความเหมาะสมกับระดับของนักเรียน มีระดับความยากง่ายพอเหมาะ ไม่เป็นคำถามที่ยากเกินไปหรือง่ายเกินไป ควรระวังการตั้งคำถามที่ยากเกินกว่าเนื้อหาวิชาที่กำหนดในหลักสูตร นักเรียนจะไม่สามารถตอบคำถามได้และจะเกิดความท้อถอย ส่วนคำถามที่ง่ายเกินไปนักเรียนจะไม่ได้ฝึกคิด

5. เป็นคำถามที่ส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสม เช่นถามว่า ให้อธิบายการเปลี่ยนสถานะของน้ำ นักเรียนจะต้องลำดับแนวความคิดเพื่อที่จะอธิบายให้ตรงกับคำถาม

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553 ข, หน้า 26-27) กล่าวว่า การตั้งคำถามที่ดีให้ผู้เรียนตอบแต่ละครั้ง ผู้สอนต้องใช้หลักในการตั้งคำถามที่ดี ซึ่งคำถามที่ดีควรมีลักษณะ ดังนี้

1. ชัดเจน คำถามต้องมีความชัดเจน เพื่อให้ผู้เรียนรู้ว่าต้องการถามอะไร
2. เข้าใจง่าย คำถามที่ดีต้องใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย
3. สัมพันธ์กับสิ่งที่เรียน คำถามที่ดีต้องมีความสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์การเรียนการสอน เรื่องราว เนื้อหา และกิจกรรมการเรียนการสอน
4. หลากหลาย คำถามที่ดีต้องมีหลายประเภท กลมกลืนกับเรื่องราวกิจกรรม และเร้าความสนใจ
5. มีคุณค่า คำถามที่สร้างขึ้นต้องมีคุณค่า และเร้าให้อยากตอบ
6. ปลายเปิด คำถามที่ควรเป็นปลายเปิด เพราะจะทำให้ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะตอบ
7. ได้คิด คำถามที่ดีควรให้ผู้เรียนได้คิด ได้บรรยายอธิบายเหตุผล ว่าทำไม เพราะเหตุใด หรือได้ประเมินค่าสิ่งที่เรียนรู้อีกผู้ถามต้องพยายามหลีกเลี่ยงคำถามที่ต้องการคำตอบเดียวว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่”
8. พัฒนาสมอง คำถามที่ดีต้องสามารถให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทางสมองได้สูงขึ้น

9. สั้น กระชับ คำถามที่ดีควรสั้น กระชับ และชัดเจนที่สุด

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, หน้า 329-331) กล่าวว่า คำถามที่ดีที่จะส่งผลให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นคำถามที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. สั้น มีความหมายชัดเจน มีความสมบูรณ์ ภาษาง่าย เป็นที่เข้าใจกันทั่วไป ไม่ต้องเยิ่นเย้อ เช่น “ประเทศต่าง ๆ ในโลกนี้อยู่ในภูมิภาคที่ต่างกันซึ่งจะมีภูมิอากาศ ลักษณะภูมิประเทศแตกต่างกัน จงบอกว่าภูมิภาคในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีลักษณะเป็นอย่างไร” ซึ่งคำถามลักษณะนี้ หากเป็นเด็กเล็กหรือเด็กที่เรียนรู้ช้า อาจจะจับประเด็นคำถามไม่ได้

2. น่าสนใจ เป็นคำถามที่เหมาะสมกับวัยของเด็ก และเป็นเรื่องที่อยู่ใกล้ตัวหรืออยู่ในความสนใจใคร่รู้ ควรหลีกเลี่ยงคำถามที่มีคำตอบ ใช่กับไม่ใช่ หรือไม่ควรถามว่า เข้าใจไหม เพราะคำตอบที่ได้คือ เข้าใจครับหรือเข้าใจค่ะ รวมทั้งคำถามที่ถามว่าใครเข้าใจแล้วให้ยกมือขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่หรือทั้งหมด จะยกมือ ซึ่งครูก็จะรู้สึกภูมิใจและดำเนินการสอนต่อไป แต่ในความเป็นจริงแล้วนักเรียนอาจไม่เข้าใจเลยหรือเข้าใจเพียงบางส่วน และบางคนอาจอยากซักถามเพิ่มเติมก็ไม่สามารถทำได้ ทางที่ดีครูควรตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนด้วยการเปลี่ยนคำพูดใหม่ว่า “เอาละ ให้เธอลองพูดหรืออธิบายให้เพื่อนคนที่อยู่ข้าง ๆ ว่า ที่ครูพูดหมายความว่าอย่างไร” และเมื่อถึงเวลาผ่านไปช่วงหนึ่งจึงคอยถามว่า “ใครคิดว่าเพื่อนเข้าใจในสิ่งที่ครูพูดให้ยกมือขึ้น” ครูจะพบว่าจำนวนนักเรียนที่ยกมือขึ้นจะน้อยกว่าแบบแรก

3. มีคำตอบที่หลากหลาย เป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้นักเรียนหลายคนหรือทุกคนได้ตอบ คำถามหนึ่ง ๆ อาจมีคำตอบอย่างน้อย 7 คำตอบ หรือหากเป็นการเขียนตอบต้องชักชวนให้นักเรียนตอบได้หลายย่อหน้า ลักษณะของคำถาม เช่น

3.1 สิ่งนี้ใช้ทำอะไรได้บ้าง

3.2 จากของที่มืออยู่จะจัดวางได้กี่วิธี

3.3 จะทำอะไรได้บ้างเพื่อแก้ปัญหาขยะในโรงเรียน ระบุมาให้มากที่สุด

4. ตรงประเด็น เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ ครูบางคนตั้งคำถามนักเรียนทั้ง ๆ ที่รู้คำตอบคืออยู่แล้ว ในบางครั้งชอบถามคำถามที่ไม่ได้ต้องการวัดอะไร ไม่มีคุณค่าต่อการเรียน หรือเป็นคำถามตรวจสอบข้อเท็จจริงเท่านั้นแต่ไม่ได้ก่อให้เกิดประโยชน์ ทำให้เสียเวลาเรียนรู้โดยไม่จำเป็น

5. ชวนให้คิด และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดก่อนที่จะตอบ คำถามที่ไม่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดเป็นคำถามที่ครูได้คำตอบแบบทันที คนที่ตอบได้เป็นคนแรกจะเป็นผู้ที่มีโอกาสได้ตอบแต่เพียงผู้เดียว ทำให้นักเรียนคนอื่น ๆ ไม่มีโอกาสได้ตอบทั้งที่อาจตอบได้ ดังนั้นการตั้งคำถามต้องส่งเสริมการคิด นักเรียนจะใช้ความรวดเร็วในการตอบคำถามได้ไม่เท่ากัน ในการถามบางครั้ง

จะมองว่าครูต้องการคำตอบที่ถูกต้อง เพราะเพียงแค่ว่าต้องการดึงเอาความรู้ความเข้าใจของนักเรียน ให้แสดงออกมา นักเรียนบางคนอาจยกมือทุกครั้งเมื่อครูถาม ในขณะที่นักเรียนบางคนอาจนั่งเงียบ ครูไม่อาจสรุปได้ว่านักเรียนที่กระตือรือร้นในการตอบมีความรู้มากกว่านักเรียนที่นั่งเงียบ นักเรียนที่นั่งเงียบอาจมีความรู้ที่อยู่ในสมอง แต่ไม่อาจนำความรู้ออกมาใช้ได้ทันที ซึ่งนักเรียนหลายคนต้องใช้ความคิดก่อนตอบ ในขณะที่นักเรียนหลายคนอาจตอบได้ทันทีโดยไม่ต้องคิดใคร่ครวญ ครูจึงควรระมัดระวังในการตั้งคำถามมี 2 รูปแบบ คือ ทั้งปลายปิดและปลายเปิด ให้นักเรียนทั้งสองประเภทได้มีโอกาสใช้ความสามารถทั้งความคิดรวดเร็วและความคิดไตร่ตรอง อย่างไรก็ตาม นักเรียนที่มีความสามารถ มักจะตอบคำถามได้ดีทั้งปลายปิดและปลายเปิด

6. ส่งเสริมการคิดระดับสูง เป็นคำถามที่ให้นักเรียนคิดเชิงนามธรรมโดยอาศัยข้อเท็จจริงหรือคำอธิบายเพื่อนำไปสรุปหาความสัมพันธ์ อ้างอิงเปรียบเทียบ หาเหตุผล เช่น การพิสูจน์ การคาดการณ์ การวางโครงการ การประดิษฐ์คิดค้น การเชื่อมโยง เป็นต้น ลักษณะคำถาม เช่น

6.1 บอกสาเหตุ เช่น อะไรเป็นปัญหาสาเหตุของประเทศ

6.2 บอกความเหมือนและความต่างของสิ่งต่าง ๆ เช่น วัวกับควาย พืชกับสัตว์ มีอะไรคล้ายคลึงกันและแตกต่างกัน

6.3 จัดลำดับความสำคัญของสิ่งต่าง ๆ เช่น เธอคิดว่าสิ่งใดมีความสำคัญในชีวิตประจำวัน ให้เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย

7. เป็นคำถามที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วย หากครูถามว่า “พืชล้มลุกกับพืชยืนต้นมีอะไรที่แตกต่างกันบ้าง” จะไม่ดีเท่าครูตั้งคำถามว่า “ให้นักเรียนช่วยกันระดมสมอง แล้วช่วยกันเขียนความแตกต่างระหว่างพืชล้มลุกกับพืชยืนต้นมา 5 ข้อ” การที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติงานและร่วมมือกันทำงาน จะทำให้บรรยากาศการเรียนเป็นไปอย่างสนุกสนาน และเสริมสร้างกันร่วมมือกันทำงานมากยิ่งขึ้นอีกด้วย

จากศึกษาลักษณะคำถามที่ดีในการเรียนการสอน สรุปได้ว่า คำถามที่ดีจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดอย่างมีระบบ ดังนั้นคำถามที่ดีต้องเป็นคำถามที่สั้น เข้าใจง่าย ชัดเจน เป็นคำถามที่สมบูรณ์ไม่มีการละคำ น่าสนใจ ตรงประเด็น ชวนให้ติดตาม และมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่เรียนเหมาะสมกับระดับของนักเรียน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิด ได้บรรยาย และได้ใช้เหตุผลในการอธิบาย

จากการศึกษาสรุปได้ว่า เทคนิคการใช้คำถาม เป็นเทคนิคที่ผู้วิจัยใช้ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยจะเน้นไปที่การใช้คำถามระดับสูง (เน้นไปที่คำถามตั้งแต่คำถามถาม วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า) ร้อยละ 50 ในการทำการวิจัยในครั้งนี้ เนื่องจากว่าในงานวิจัยของ นิตกร อ่อนโยน (2551) ที่ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

แบบสืบสอบโดยใช้คำถามระดับสูงมากกว่าร้อยละ 50 แล้วส่งผลให้ความสามารถในการคิด วิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับงานของ เดชณรงค์ สุภิมารศ (2529) ที่ได้วิเคราะห์พฤติกรรมการใช้คำถามของครูในการเรียนการสอนวิชา เคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะขึ้นอยู่กับ สัดส่วนของสัดส่วนของการเลือกใช้ระดับของคำถาม โดยถ้ามีการใช้คำถามระดับต่ำในสัดส่วนที่ มากค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ก็จะลดลงในทางตรงกันข้ามถ้าใช้คำถามระดับต่ำในสัดส่วนที่ น้อยค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ก็จะสูงขึ้น

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางเรียนไว้ว่า เป็นคุณลักษณะ รวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ หรือเป็นประสบการณ์ที่ บุคคลได้รับการเรียนรู้ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ ทางสมรรถภาพของสมอง

ชนินทร์ชัย อินทราภรณ์ และสุวิทย์ หิรัณยกานท์ (2548, หน้า 5) ได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่าหมายถึง ความสำเร็จที่ได้รับจากความสามารถ ความรู้และทักษะ หรือ ผลของการเรียนการสอน หรือผลงานที่เด็กได้จากการประกอบกิจกรรมส่วนนั้น ๆ

ศิริชัย กาญจนวาสิ (2552, หน้า 166) ได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ผลการเรียนรู้ตามแผนที่กำหนดไว้ล่วงหน้า อันเกิดจากกระบวนการเรียนการสอนในช่วง ระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่านมา

ราชบัณฑิตยสถาน (2555, หน้า 9) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่วัดหรือเทียบจากเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้แบบทดสอบหรือเครื่องมืออื่นที่ เหมาะสมประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถของผู้เรียน ที่อยู่ในรูปแบบคะแนนจากแบบทดสอบประเมินผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีพวิทยา

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายเกี่ยวกับความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในวิชา ชีววิทยาไว้ดังต่อไปนี้

ปรีชา สุขเจริญ (2549) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีพวิทยาไว้ว่า หมายถึง คะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนในรายวิชาชีพวิทยาที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยครอบคลุมเนื้อหาวิชาชีพวิทยา

ศรัลยา วงเอี่ยม (2558) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีพวิทยา คือ ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีพวิทยาว่า คุณลักษณะและความสามารถในการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาสาระ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แสดงถึงศักยภาพและความสามารถของผู้เรียนที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน การฝึกฝน โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีพวิทยา สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีพวิทยา ความรู้ความสามารถของผู้เรียน ในวิชาชีพวิทยาประกอบด้วย เรื่อง กล้องจุลทรรศน์ ทฤษฎีและโครงสร้างของเซลล์ การสื่อสารระหว่างเซลล์ และการสลายสารอาหารระดับเซลล์

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักวิชาการและนักการศึกษาได้อธิบายเกี่ยวกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้ Bloom (1956) ได้กล่าวถึงพุทธิพิสัยตามแนวคิดของบลูมว่าเป็นการศึกษาที่เกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ การใช้ความคิด เป็นการเรียนรู้ทางด้านสติปัญญา การเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยแบ่งเป็น 6 ชั้น ซึ่งเรียงลำดับจากขั้นต่ำไปสู่อันดับสูงดังนี้

1. ความรู้ เป็นความสามารถในการรับรู้และจำเรื่องต่าง ๆ ที่เรียนรู้มาแล้วโดยตรง อาจจำแนกย่อยได้เป็นความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความรู้ในแบบแผนข้อตกลง ลำดับขั้นตอนและแนวโน้ม การจัดประเภท เกณฑ์ และเทคนิควิธีการ
2. ความเข้าใจ เป็นความสามารถในการจับใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ ในการแปลความ การตีความ การขยายความ สรุป อ้างอิง อธิบาย บรรยายในเรื่องราวและเหตุการณ์ต่าง ๆ
3. การนำไปใช้ เป็นความสามารถในการนำหลักการ กฎเกณฑ์ ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้
4. การวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแยกแยะเนื้อหาความรู้ต่าง ๆ เป็นการหาองค์ประกอบย่อย จนกระทั่งมองเห็นความสำคัญ และหาความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงระหว่างความรู้ ข้อมูลย่อย ๆ เหล่านั้น และหาหลักการสำคัญของความรู้ที่เข้ามาเกี่ยวข้อง

5. การสังเคราะห์ เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้ามาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่ การสังเคราะห์แบ่งออกได้เป็น การสังเคราะห์เป็นแผนงานหรือกิจกรรมเกี่ยวกับการทดลอง ตั้งสมมติฐาน การสังเคราะห์เป็นนามธรรม หรือการสร้างหลักการต่าง ๆ

6. การประเมินค่า เป็นความสามารถในการวินิจฉัยหรือตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าของการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดลงไป ไม่ว่าจะเป็นคำพูด นวนิยาย บทกวี หรือรายงานวิจัย โดยยึดถือเกณฑ์เป็นหลักในการตัดสิน

สมนีก ภัททิยธนี (2546) ได้กล่าวว่า Robert M. Gagne and Leslie J. Briggs ได้จำแนกประเภทของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ 5 ด้านดังนี้

1. ทักษะทางปัญญา หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการเรียนรู้และการคิดในด้านต่าง ๆ และเป็นสมรรถภาพที่ทำให้บุคคลสามารถตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม โดยผ่านทางสัญลักษณ์ที่เป็นภาษา ตัวเลขและสัญลักษณ์อื่น ๆ ซึ่งทักษะทางปัญญาแบ่งออกตามความซับซ้อนเป็น 5 ประเภท คือ

1.1 การจำแนก คือ ความสามารถในการจำแนกความเหมือนหรือความต่างของสิ่งต่าง ๆ

1.2 มโนทัศน์รูปธรรม คือ ความสามารถในการจัดพวกสิ่งต่าง ๆ ตามคุณสมบัติที่เหมือนกันได้

1.3 มโนทัศน์นิยาม คือ ความสามารถในการสาธิตความหมายของประเภทของสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ หรือความสัมพันธ์ต่าง ๆ ได้

1.4 กฎ มนุษย์ทุกคนจำเป็นต้องเรียนรู้และปฏิบัติตามกฎในสถานการณ์ต่าง ๆ กฎเป็นตัวคอยควบคุมเพื่อให้มนุษย์สามารถดำเนินชีวิต ปฏิบัติภารกิจ หรือทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างราบรื่น เช่น การขับรถยนต์ การเล่นกีฬา การพูดจาสื่อสารกัน เป็นต้น ล้วนแต่ต้องควบคุมด้วยกฎทั้งนั้น

1.5 การแก้ปัญหา คือ สภาพการณ์ที่ผู้เรียนค้นพบการใช้กฎต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาก่อนร่วมกันในการแก้ปัญหาที่เป็นปัญหาใหม่ เรียกได้ว่า เป็นการใช้กฎที่ซับซ้อน การแก้ปัญหาไม่ได้หมายถึง การนำเอากฎที่ได้เรียนรู้อีกก่อนมาใช้ แต่เป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ใหม่ เมื่อผู้เรียนเผชิญกับปัญหา เขาระลึกกฎต่าง ๆ ที่เรียนรู้อีกก่อน เพื่อหาทางแก้ปัญหา เขาอาจตั้งสมมติฐานจำนวนหนึ่งและทดสอบสมมติฐานเหล่านั้น เมื่อสามารถแก้ปัญหาได้ โดยใช้กฎต่าง ๆ ร่วมกัน เขาจะเกิดการเรียนรู้สิ่งใหม่ นั่นคือได้กฎใหม่ หรือชุดของกฎใหม่ อาจเป็นกฎที่ซับซ้อนมากขึ้น

2. ยุทธศาสตร์ทางความคิด คือทักษะทางปัญญาชนิดพิเศษ ซึ่งมีความสำคัญมาก เป็นสมรรถภาพที่ควบคุมการเรียนรู้ ความตั้งใจ การจำ และพฤติกรรมความคิดของบุคคล เป็นกระบวนการทำงานภายในสมอง ทักษะนี้จะเกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดของผู้เรียนและแตกต่างจากทักษะทางปัญญา ซึ่งเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมภายนอกคือต้องมีสิ่งภายนอกเป็นสื่อ เช่น การฝึกให้เขียนประโยค เขียนกราฟ การแก้สมการทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น แต่ในบางขณะการฝึกดังกล่าว นักเรียนบางคนอาจจะใช้กระบวนการคิดที่ต่างจากครูสอน หรือใช้กระบวนการคิดพิเศษซึ่งเป็นการสามารถเฉพาะตัว สิ่งเหล่านี้คือยุทธศาสตร์ทางความคิด

3. สารสนเทศ มนุษย์ทุกคนเรียนรู้สารสนเทศ หรือข้อมูลความรู้จำนวนมหาศาลและสั่งสมไว้ในสมอง ทั้งจากโรงเรียนหรือภายนอกโรงเรียน เช่น จากการอ่านหนังสือ ตำรา หนังสือพิมพ์ ฟังรายการวิทยุ ดูโทรทัศน์ ใช้ระบบสืบค้นด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ซึ่งการเรียนรู้เกี่ยวกับสารสนเทศมี 3 ประเภทดังนี้

3.1 การเรียนรู้ชื่อ หมายถึง ความสามารถในการจดจำชื่อและบอกชื่อได้

3.2 การเรียนรู้ชื่อเท็จจริง หมายถึง การจดจำชื่อเท็จจริงต่าง ๆ ซึ่งชื่อเท็จจริง ก็คือข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างชื่อของสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ

3.3 การเรียนรู้เรื่องราว หมายถึง การเรียนรู้สาระของเรื่องราวต่าง ๆ ซึ่งก็คือความเชื่อมโยงของชื่อเท็จจริงที่ได้จัดระบบไว้แล้ว

4. ทักษะการเคลื่อนไหว หมายถึง ความชำนาญในการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อหรือการใช้อวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในการทำกิจกรรมต่าง ๆ การประสานงานของกล้ามเนื้อและประสาทด้านต่าง ๆ

5. เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ ต่อบุคคล และต่อสถานการณ์ โรงเรียนควรสร้างเจตคติด้านการนับถือบุคคลอื่น การร่วมมือกัน การรับผิชอบ และเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ ต่อวิชา ต่อสังคม

เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี (2548) ได้แบ่งการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกเป็น 4 ชั้น ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปของการสอบให้อยู่ในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยระบุเป็นข้อ ๆ และให้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเหล่านั้น สอดคล้องกับเนื้อหาสาระทั้งหมดที่ทำการทดสอบ

2. กำหนดโครงเรื่องของเนื้อหาสาระ ที่ทำการทดสอบให้ครบถ้วน

3. เตรียมตารางเฉพาะหรือผังการสอบ เพื่อแสดงถึงน้ำหนักของเนื้อหาวิชาแต่ละส่วน และพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ต้องการทดสอบให้เด่นชัด สั้น กระชับและมีความชัดเจน

4. สร้างข้อสอบที่ต้องการจะทดสอบให้เป็นไปตามสัดส่วนของน้ำหนักที่กำหนดไว้จากนักการศึกษาได้จำแนกการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการศึกษาที่เกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ การใช้ความคิด เป็นการเรียนรู้ทางด้านสติปัญญา (ด้านพุทธิพิสัย) ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีพวิทยาในด้านพุทธิพิสัย ตามแนวคิดของบลูม 6 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์ และด้านการประเมินค่า เนื่องจากการจำแนกวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของบลูมในด้านพุทธิพิสัยเหมาะที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้

ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541, หน้า 146-147) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ว่าหมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอ (Paper and pencil test) กับให้นักเรียนปฏิบัติจริง (Performance test)

บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 53) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหา สาระและตามจุดประสงค์ของวิชา หรือเนื้อหาที่สอนนั้น โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ ที่เรียนใน โรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ

สมนึก กัททิษณี (2546, หน้า 73) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

ชนินทร์ชัย อินทிரารณ์ และสุวิทย์ หิรัณยกานนท์ (2548, หน้า 5) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ว่าหมายถึง แบบที่จัดไว้เพื่อทดสอบความรู้ ทักษะ ทักษะคิด และความสามารถอื่น

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548, หน้า 96) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

ชวาล แพร์ตกุล (2552, หน้า 74) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่เด็กได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวง ทั้งจากทางโรงเรียนและที่บ้าน

ศิริชัย กาญจนวาที (2552, หน้า 165) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้ของผู้เรียนตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ทำให้ผู้สอนทราบว่าผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ ความสามารถถึงระดับมาตรฐานที่ผู้สอนกำหนดไว้ หรือยัง หรือมีความรู้ความสามารถถึงระดับใด หรือมีความรู้ความสามารถดีเพียงไร เมื่อเปรียบเทียบกับเพื่อน ๆ ที่เรียนด้วยกัน

จากความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ข้างต้น สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้และทักษะความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนเคยเรียนรู้มาแล้ว ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาชีววิทยา จะหมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งวัดพฤติกรรม 6 ด้านตามการจำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษาของบลูม ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า โดยพิจารณาให้ครอบคลุมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในเนื้อหาเรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้อธิบายประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้ บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 53) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็น 2 ประเภทคือ

1. แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ดี เป็นหัวใจของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐาน ซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงคุณภาพความสามารถของบุคคลนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

สมนึก ภัททิยธนี (2546, หน้า 73-97) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็น 2 ประเภท คือ 1) แบบทดสอบที่ครูสร้าง และ 2) แบบทดสอบมาตรฐาน ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประเภทที่ครูสร้างมีหลายรูปแบบ แต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบ คือ

1. ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง
2. ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด
3. ข้อสอบแบบเติมคำ

4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ

5. ข้อสอบแบบจับคู่

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548, หน้า 96) ได้สรุปประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้

2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน เฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กัน โดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน ซึ่งแบ่งได้อีก 2 ชนิด คือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้ แล้วให้ผู้ตอบเขียน โดยแสดงความรู้ ความคิด และเจตคติได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัยหรือแบบให้ตอบสั้น ๆ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้ตอบเขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิด ได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้ แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ แบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพและมีมาตรฐาน

ศิริชัย กาญจนวาที (2552, หน้า 167-169) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้หลายลักษณะขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก ดังนี้

1. จำแนกตามผู้สร้าง

1.1 แบบสอบมาตรฐาน เป็นแบบสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการมาตรฐาน โดยสำนักทดสอบ หรือบริษัทสร้างแบบสอบ ซึ่งมักออกแบบให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระอย่างกว้าง ๆ ที่สอนในหลักสูตรต่าง ๆ เพื่อให้สามารถใช้ได้กับสถาบันการศึกษาทั่ว ๆ ไป โดยทั่วไปมีรูปแบบที่เป็นมาตรฐานสำหรับการให้บริการ การดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน การแปลผลเปรียบเทียบกับบรรทัดฐานระดับชาติ การรายงานผล และการรายงานคุณภาพของแบบสอบ

1.2 แบบสอบที่ผู้สอนสร้าง เป็นแบบสอบที่ผู้สอนเป็นคนสร้างขึ้นมาใช้เอง จึงมักเป็นแบบสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาเฉพาะตามหลักสูตรของสถาบันใดสถาบันหนึ่ง การตรวจให้คะแนนและการแปลผลจึงมักทำการเปรียบเทียบผลเฉพาะกลุ่มที่สอบด้วยกัน หรือเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดไว้เฉพาะ

2. จำแนกตามเนื้อหาวิชา

แบบสอบผลสัมฤทธิ์สามารถใช้กับวิชาต่าง ๆ ได้ จึงอาจจำแนกแบบสอบตามชื่อเนื้อหาวิชา เช่น แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ประวัติศาสตร์ แคลคูลัส สถิติศาสตร์ วิจัยทางสังคมศาสตร์ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

3. จำแนกตามการใช้

3.1 แบบสอบความพร้อม เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้วิชา/ บทเรียน/ หน่วยการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาว่าผู้เรียนมีพื้นฐานเพียงพอหรือไม่ จะได้ทบทวนหรือปูพื้นฐานที่จำเป็นก่อนเริ่มเรียนวิชา/ บทเรียน/ หน่วยการเรียนนั้น

3.2 แบบสอบวินิจฉัย เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดจุดเด่นจุดด้อยของทักษะการเรียนรู้สำคัญอันเป็นปัญหาของผู้เรียน แบบสอบมุ่งตรวจสอบกลไก องค์ประกอบย่อย ๆ ที่ครอบคลุมกระบวนการสำคัญของทักษะที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้ เพื่อระบุว่าผู้เรียนมีปัญหาของการเรียนรู้ตรงจุดไหน อันจะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขและสอนซ่อมเสริม

3.3 แบบสอบสมรรถภาพ เป็นแบบสอบที่ใช้วัดว่าผู้สอบมีสมรรถนะถึงระดับที่เหมาะสมหรือยัง เพื่อใช้เป็นเครื่องบ่งชี้ถึงระดับความสามารถสำหรับการคัดเลือกหรือให้สิทธิบางประการ เช่น การสอบใบขับขี่รถยนต์ การสอบความสามารถทางภาษา การสอบความสามารถทางคอมพิวเตอร์เบื้องต้น เป็นต้น

3.4 แบบสอบเชิงสำรวจ เป็นแบบสอบที่ใช้สำรวจวัดระดับความรู้เชิงสรุปทั่วไปของนักเรียนหรือนิสิตนักศึกษาในสาขาวิชาเฉพาะ แบบสอบจึงควรครอบคลุมเนื้อหาทั่วไปที่ลุ่มได้จากมวลเนื้อหาอย่างกว้างขวาง เพื่อทดสอบผลการเรียนรู้ทั่วไป เช่น แบบสอบปลายภาคเรียน เป็นต้น

4. จำแนกตามการแปลผล

4.1 แบบสอบอิงกลุ่ม เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้ ความสามารถของผู้สอบ ข้อสอบอิงกลุ่มจึงถูกสร้างและเลือกมาใช้เพื่อทำหน้าที่จำแนกระดับความสามารถของผู้สอบที่แตกต่างกัน คะแนนสอบที่ได้จึงนำไปใช้แปลความหมายโดยการเปรียบเทียบความรู้ ความสามารถระหว่างกลุ่มผู้สอบด้วยตนเอง

4.2 แบบสอบอิงเกณฑ์ เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนว่ามีความรู้ความสามารถอะไรบ้าง ข้อสอบอิงเกณฑ์ถูกสร้างให้ครอบคลุมความรู้ หรือทักษะสำคัญของการเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้น คะแนนสอบที่ได้จึงแปลผลโดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้

5. จำแนกตามรูปแบบการตอบ

5.1 แบบสอบประเภทเสนอคำตอบ

5.1.1 แบบสอบความเรียง

5.1.1.1 แบบสอบความเรียงไม่จำกัดคำตอบ

5.1.1.2 แบบสอบความเรียงจำกัดคำตอบ

5.1.2 แบบสอบแบบตอบสั้น

5.1.3 แบบสอบแบบเติมคำ

5.2 แบบสอบประเภทเลือกคำตอบ

5.2.1 แบบสอบแบบถูก-ผิด

5.2.2 แบบสอบแบบจับคู่

5.2.3 แบบสอบแบบหลายตัวเลือก

ชวาล แพร์ตกุล (2552, หน้า 74-75) ได้สรุปประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ข้อสอบ ข้อปัญหา และ โจทย์ข้อคำถามต่าง ๆ ที่ครูสร้างขึ้นใช้เอง ข้อสอบชนิดนี้ครูสามารถพลิกแพลงให้เหมาะสมกับสภาพและเหตุการณ์ได้ และใช้เป็นเครื่องมือวัดพื้นฐานความรู้เดิม วัดความงอกงามในการเรียนการสอน วัดความรู้ความบกพร่องเพื่อจัดสอนซ่อมแซม วัดความรู้พร้อมที่จะขึ้นบทเรียนใหม่ เป็นต้น

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการมาตรฐาน ซึ่งมาตรฐานตรงวิธีดำเนินการและวิธีการแปลคะแนน

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ ความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนเคยเรียนมาแล้ว โดยมีทั้งแบบทดสอบที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้นเองและแบบทดสอบมาตรฐานที่สร้างขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญ สามารถแบ่งออกได้เป็น ข้อสอบแบบอัตนัย ข้อสอบถูก-ผิด ข้อสอบเติมคำ ข้อสอบแบบสั้น ๆ ข้อสอบแบบจับคู่ และข้อสอบแบบเลือกตอบ

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาในด้านพุทธิพิสัย (ด้านความรู้) ตามแนวคิดของบลูม 6 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์ และด้านการประเมินค่า ในวิชาชีววิทยา ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังนั้นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวนทั้งหมด 50 ข้อ ซึ่งครอบคลุมการวัดพฤติกรรมทั้งหมด 6 ด้านตามแนวคิดของบลูม ได้แก่ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์

และด้านการประเมินค่า โดยพิจารณาให้สอดคล้องและครอบคลุมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ประกอบด้วยเรื่อง กล้องจุลทรรศน์ ทฤษฎีและโครงสร้างของเซลล์ การสื่อสารระหว่างเซลล์ และการสลายสารอาหารระดับเซลล์

มโนทัศน์

ความหมายของมโนทัศน์

ในเรื่องของมโนทัศน์ จะเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับความคิด ความเข้าใจในประเด็นหรือ เนื้อหาความรู้ต่าง ๆ ซึ่งจะมีนักการศึกษาได้ให้คำจำกัดความของมโนทัศน์ไว้ ดังต่อไปนี้

Good (1973) กล่าวว่า มโนทัศน์ คือ ความคิดที่เกิดจากการรวมกันของความคิด โดยเป็น สัญลักษณ์หรือหลักเกณฑ์สำหรับสิ่งที่จับต้องไม่ได้

Erickson (2007) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ว่า เป็นรูปแบบของความคิดที่กำหนดขอบเขตของสิ่งที่ลักษณะร่วมกัน ซึ่งมโนทัศน์เป็นนามธรรมที่มีความเป็นสากล กว้างขวาง และเป็นสิ่งที่เหนือกาลเวลา

ชาญชัย อาจินสมอาจาร (2542) กล่าวว่า มโนทัศน์เป็นรูปแบบหนึ่งที่วัตถุ เงื่อนไข เหตุการณ์ หรือกระบวนการชุดหนึ่ง ที่สามารถจัดกลุ่มรวมกันได้ โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของความเหมือนกันที่สิ่งเหล่านั้นมีร่วมกัน

ชนินทร์ชัย อินทிரากรณ์ และสุวิทย์ หิรัณยกาณห์ (2548, หน้า 51) เป็นความรู้ที่นึกคิดต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในแนวรวม ๆ เช่น เมื่อพูดถึง “ช่าง” ก็จะมีความคิดเป็นมโนภาพ ว่าช่างมีวง มีงา ขา ลำตัว หาง จนเป็นรูปร่างช่างขึ้นมา ในมโนภาพหรือความคิดนั้นในทางรวม ๆ แนวคิดหรือความคิดรวบยอดนี้อาจเป็นรูปของนามธรรม (Abstract) ก็ได้เช่นเรื่องสัญลักษณ์ต่าง ๆ ความกว้าง ความลึก ความดี เป็นต้น

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2555, หน้า 64) กล่าวว่า มโนทัศน์ (Concept) หมายถึง ภาพในความคิดที่เปรียบเสมือน “ภาพตัวแทน” หมวดหมู่ของวัตถุ สิ่งของ แนวคิด หรือปรากฏการณ์ ซึ่งมีลักษณะทั่ว ๆ ไปคล้ายกัน

ราชบัณฑิตยสถาน (2555) ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า เป็นภาพหรือความคิดในสมองในการเป็นตัวแทนของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ประกอบด้วยคุณสมบัติร่วมที่สำคัญของสิ่งนั้นที่ขาดไม่ได้ หากขาดไปจะทำให้ไม่ใช่สิ่งนั้น

จากการศึกษาความหมายสรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจ ความคิดรวบยอดที่สรุปเกี่ยวกับการจัดกลุ่มสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน จัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน

ความหมายของมโนทัศน์ในวิชาชีพวิทยา

จะมีนักการศึกษาได้ให้คำจำกัดความหมายของมโนทัศน์ในวิชาชีพวิทยาไว้ ดังต่อไปนี้
เกรียงไกร อภัยวงศ์ (2548) กล่าวว่า มโนทัศน์ในวิชาชีพวิทยา หมายถึง ความคิด
ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยา

ชุตินา รอดสุด (2550) กล่าวว่า มโนทัศน์ในวิชาชีพวิทยา หมายถึง คำจำกัดความ แนวคิด
สำคัญเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยา

จิระ ดีช่วย (2554) กล่าวว่า มโนทัศน์ในวิชาชีพวิทยา หมายถึง คະแนนที่ได้จากการวัด
ความคิดที่แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยา

จากการศึกษาความหมายสรุปได้ว่า มโนทัศน์ในวิชาชีพวิทยา หมายถึง ความเข้าใจที่สรุป
เกี่ยวกับการจัดกลุ่มในวิชาชีพวิทยา ประกอบด้วยเรื่อง กล้องจุลทรรศน์ ทฤษฎีและโครงสร้างของ
เซลล์ การสื่อสารระหว่างเซลล์ และการสลายสารอาหารระดับเซลล์ โดยใช้คุณลักษณะหรือ
คุณสมบัติที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน และจัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ประโยชน์ของมโนทัศน์

นักวิชาการและนักการศึกษาได้อธิบายเกี่ยวกับประโยชน์ของมโนทัศน์ไว้ดังนี้

เวชฤทธิ์ อังกะนภัทธจร (2552) กล่าวว่า มโนทัศน์เป็นเรื่องที่สำคัญสำหรับการจัด
การเรียนรู้ เนื่องจากการเรียนรู้มโนทัศน์จะช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ
จนถึงระดับสูงสุดได้ และยังช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้สิ่งที่เกี่ยวข้องเชื่อมโยงกัน ได้อย่าง
รวดเร็ว เพราะเกิดการจัดระบบข้อมูลในสมอง เมื่อพบกับสิ่งเร้าใหม่จึงสามารถจำแนก จัดหมวดหมู่
และเชื่อมโยงกับมโนทัศน์ที่มีอยู่ได้โดยง่าย อีกทั้งมโนทัศน์เป็นรากฐานของความคิด บุคคลจะ
ไม่สามารถคิดได้หากปราศจากมโนทัศน์พื้นฐาน เนื่องจากมโนทัศน์สามารถช่วยในการตั้งกฎเกณฑ์
หรือหลักการต่าง ๆ และช่วยแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ได้

จากข้อมูลสามารถสรุปได้ว่า มโนทัศน์มีประโยชน์ในเรื่องที่สามารถช่วยให้นักเรียน
สามารถพัฒนาการเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ จนถึงระดับสูงสุดได้ และยังช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้
สิ่งที่เกี่ยวข้องเชื่อมโยงกัน ได้อย่างรวดเร็ว เพราะเกิดจากการสรุปลักษณะเฉพาะของสิ่งต่าง ๆ ในรูป
ของมโนทัศน์จะช่วยลดภาระของสมองให้จดจำน้อยลง และยังเกิดเป็นความจำที่คงอยู่นาน ทั้งนี้
สามารถเอามโนทัศน์นั้นไปประยุกต์ใช้ในโอกาสอื่น ๆ ได้อีกหลากหลาย

การวัดมโนทัศน์

นักวิชาการและนักการศึกษาได้อธิบายเกี่ยวกับการวัดมโนทัศน์ไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ก, หน้า 21-29) การสร้างข้อสอบเพื่อใช้วัดความรู้ได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา เพื่อเป็นแนวทางการสร้างข้อสอบวัดพฤติกรรมของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ลักษณะของข้อสอบแบบเลือกตอบ จะประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือคำถามหรือปัญหา และคำตอบที่มีลักษณะเป็นตัวเลือกทั้งที่เป็นคำตอบถูกต้องและคำตอบผิด ลักษณะข้อสอบที่นิยมใช้ประกอบด้วย ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีคำถามเดียว ข้อสอบแบบเลือกตอบที่ใช้ข้อมูลชุดเดียวกันเพื่อการถามด้วยคำถามหลายข้อ ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีคำถามหลายตอนหรือข้อสอบแบบผสมผสานที่มีทั้งให้เลือกตอบและเขียนตอบ โดยลักษณะของข้อสอบจะประกอบด้วย

ตอนที่ 1 เป็นคำตอบที่มีตัวเลือก 2 ข้อ หรือมากกว่า

ตอนที่ 2 เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนบอกเหตุผลการเลือกตอบในตอนที่ 1

Enger and Yager (2001 อ้างถึงใน สุทธิณี เพชรทองคำ, 2556, หน้า 44) ได้เสนอการวัดมโนทัศน์ด้วยแบบวัดที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับเนื้อหา มีแบบการวัดดังต่อไปนี้

1. แบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัยสองตอน (Two-tier multiple choice format) โดยที่ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหาแบบปรนัย และตอนที่ 2 เป็นเหตุผลสนับสนุนการเลือกคำตอบในตอนที่ 1 แบบปรนัย

2. แบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัยสองตอน (Two-tier multiple choice format) โดยที่ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหาแบบปรนัย และในตอนที่ 2 เป็นเหตุผลสนับสนุนการเลือกคำตอบในตอนที่ 1 แบบอัตนัย

3. แบบวัดมโนทัศน์แบบอัตนัยแบบเขียนตอบ

4. แบบวัดมโนทัศน์แบบอัตนัยแบบวาดภาพ

Odum and Kelly (2001 อ้างถึงใน สุทธิณี เพชรทองคำ, 2556, หน้า 44) เสนอแนวทางของขั้นตอนในการพัฒนาแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการทำแบบวัดมโนทัศน์ที่มีลักษณะแบบปรนัย และกำหนดให้เขียนเหตุผลสนับสนุนในการเลือกคำตอบ

2. สร้างแบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัยสองตอน (Two-tier multiple choice format) ซึ่งประกอบด้วยตอนที่ 1 ข้อคำถามเชิงเนื้อหา ซึ่งอาจมีตัวเลือก 2-4 ตัวเลือก และตอนที่ 2 เหตุผลสนับสนุนการเลือกคำตอบในตอนที่ 1 ซึ่งมี 4 เหตุผล

Treagust (2006 อ้างถึงใน สุทธิณี เพชรทองคำ, 2556, หน้า 45) ได้เสนอแบบวัดมโนทัศน์ที่ประเมินโดยแบบวินิจัยในวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการสอน การเรียนรู้ และ

ความคงทนของนักเรียน ด้วยการใช้อธิบายเลือกตอบแบบคำถามสองตอน (Two-tier multiple choice format) มีดังต่อไปนี้

1. ตอนที่ 1 เป็นคำถามเกี่ยวกับเนื้อหา ซึ่งมี 2 ตัวเลือก คือ ถูกและผิด
2. ตอนที่ 2 เป็นส่วนของการแสดงเหตุผล จะประกอบไปด้วยเหตุผล 4 ข้อ
3. ข้อคำถามแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 3 คะแนน ซึ่งมีเกณฑ์กำหนดดังต่อไปนี้
 - ได้ 3 คะแนน เมื่อตอบคำถามถูกทั้ง 2 ตอน
 - ได้ 2 คะแนน เมื่อตอบคำถามผิดในตอนที่ 1 และตอบถูกในคำถามตอนที่ 2
 - ได้ 2 คะแนน เมื่อตอบคำถามถูกในตอนที่ 1 และไม่มีตอบในคำถามตอนที่ 2
 - ได้ 1 คะแนน เมื่อตอบคำถามถูกในตอนที่ 1 และตอบผิดในคำถามตอนที่ 2
 - ได้ 0 คะแนน เมื่อตอบคำถามผิดทั้ง 2 ตอน หรือไม่มีคำตอบทั้ง 2 ตอน

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า การวัดมโนทัศน์ มีหลากหลายวิธีด้วยกัน โดยส่วนใหญ่จะประกอบ ด้วยข้อสอบสองตอน ซึ่งข้อสอบในตอนที่ 2 จะสอดคล้องหรือสนับสนุนกับข้อสอบในตอนที่ 1 ในงานครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกรูปแบบแนวคิดของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาใช้ในการสร้างเครื่องมือในการวิจัยในครั้งนี้ เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อพัฒนาการสอน การเรียนรู้ และตรวจสอบความคงทนของนักเรียน ด้วยการใช้อธิบายเลือกตอบแบบคำถามสองตอน (Two-tier multiple choice format) โดยมีการใช้ เกณฑ์ของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข) ซึ่งได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูก และให้เหตุผลประกอบครบองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิด ให้ 3 คะแนน
2. มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูกและให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนสำคัญของแต่ละมโนทัศน์ ให้ 2 คะแนน
3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบถูกต้อง แต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน
4. ความเข้าใจผิด หมายถึง คำตอบถูกหรือผิดแต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบคำถามให้ 0 คะแนน

ในการวิจัยครั้งนี้จะศึกษามโนทัศน์ในข้างต้น สรุปได้ว่า มโนทัศน์ เป็นความคิด ความเข้าใจ ความคิดรวบยอดที่สรุปเกี่ยวกับการจัดกลุ่มสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน จัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน โดยจะใช้เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา โดยเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นใช้วัดพฤติกรรมการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้วัดเป็นแบบปรนัยสองตอน (Two-tier multiple choice format) จำนวน 15 ข้อ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

สุรรัตน์ สีนกัน (2554) ได้ทำการศึกษาผลของการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ซึ่งเปรียบเทียบกับวิธีสอนแบบปกติ โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ประกอบด้วยกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 40 คน ผลการวิจัยพบว่าแผนการเรียนของนักเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพระหว่างเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 75.07/ 73.42 ค่าประสิทธิผลทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้การสืบเสาะมีค่าเท่ากับ 60.67 ผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้การสืบเสาะกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีปกติแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สมจิต ผอมแข่ง, ดวงเดือน พินสุวรรณ และนอลจิตต์ เขาวีรติพงศ์ (2557) ได้จากการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟฟิกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้ทำการสุ่มแบบกลุ่มนักเรียนโรงเรียนมหาวชิราวุธ จังหวัดสงขลา จำนวน 2 ห้อง รวม 80 คน แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟฟิกสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟฟิกสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นุชนาท สิงหา, วิภารัตน์ เชื้อชวด ชัยสิทธิ์ และวาริรัตน์ แก้วอุไร (2555) ได้ทำการศึกษาผลการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับเทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์ เรื่องไฟฟ้าเคมี ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบหนึ่งกลุ่ม ได้ทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนในกลุ่มตัวอย่างนักเรียนโรงเรียนคลองขลุงราษฎร์รังสรรค์ จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 1 ห้อง มี 38 คน พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับเทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์หลังเรียนสูงกว่าหลัง

เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนหลังเรียนที่สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นกัน

ดิษพล เนตรนิมิตร, เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรจจร และพรรณทิพา พรหมรักษ์ (2558) ได้ทำการศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนดัดดรุณี จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยการส่งแบบกลุ่ม มีนักเรียนจำนวน 44 คน ผลของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เช่นเดียวกัน

สาริสา บุญแจ่ม, ประสาท เนืองเฉลิม และประยูร วงศ์จันทร์ (2558) ได้ศึกษาในเรื่องการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และแบบการบริการสังคม เรื่องสิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวิเคราะห์และจิตสาธารณะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการเลือกเฉพาะเจาะจง โดยเครื่องมือจะมีแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และแบบบริการสังคม ซึ่งผลที่ได้ คือ วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์คิดเป็นร้อยละ 69.21 คะแนนการคิดวิเคราะห์คิดเป็นร้อยละ 59.44 มีพฤติกรรมจิตสาธารณะระดับดี ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 80.56 คะแนนการคิดวิเคราะห์ มีพฤติกรรมจิตสาธารณะระดับดี

งานวิจัยต่างประเทศ

Cepni, Sahin and Ipek (2010) ได้ศึกษาผลของมโนทัศน์ เรื่อง การจำลองที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคทำนายสังเกตอธิบาย (POE) การเปลี่ยนกรอบ (CCT) และการใช้เนื้อหาสั้น ๆ ในรูปแบบของการ์ตูนเพื่อสอนเกี่ยวกับแนวคิด (CC) โดยมีเป้าหมายในการศึกษาผลของการสอนหลังจากที่ได้จัดการเรียนการสอนด้วยวิธีข้างต้นแล้ว ซึ่งกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับหลายเทคนิค และกลุ่มทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นของกระทรวงศึกษาธิการพบว่ากลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับหลายเทคนิคสูงกว่ากลุ่มที่ใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นของกระทรวงศึกษาธิการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

Cho et al. (2012) ได้สำรวจแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการใช้คำถามของอาจารย์ในสาขาแพทยศาสตร์ศึกษา จำนวน 99 ห้องเรียน โดยวิเคราะห์ว่ามีการนำเทคนิคการใช้คำถามไปใช้ในการเรียนการสอนอย่างไร ซึ่งมีการใช้แบบสอบถามและการบันทึกภาพเคลื่อนไหวในขณะที่ทำ

การจัดการเรียนการสอน พบว่าโดยส่วนใหญ่อาจารย์เห็นว่าเทคนิคการใช้คำถามในห้องเรียนมีความสำคัญและยังส่งผลทางบวกในเรื่องของการให้ความร่วมมือของนักเรียนในชั้นเรียน ความตั้งใจในการเรียน และความเข้าใจเนื้อหาที่เรียน แต่ในทางปฏิบัติในแต่ละห้องเรียนมีการใช้คำถาม 0-29 ข้อ โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 1 ในจำนวนนี้ยังมีห้องเรียนที่ไม่มีการใช้คำถามจำนวน 40 ห้อง คิดเป็นร้อยละ 40.4

Qarareh (2012) ได้ทำการศึกษาผลจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Reswari (2013) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบพัฒนาการในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น โดยใช้สื่อการเรียนรู้ เรื่อง แรงดันของเหลว พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลการเรียนรู้ในด้านพุทธิพิสัยของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Abdi (2014) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากงานวิจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นทั้งในประเทศและต่างประเทศพบว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น และเทคนิคการใช้คำถาม สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนทัศน์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น และเทคนิคการใช้คำถาม สามารถเป็นอีกทางเลือกพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนทัศน์ของนักเรียนให้เกิดประสิทธิภาพที่ดีขึ้น สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยนำไปใช้ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้คำถาม พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในวิชาชีววิทยา

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ดำเนินการโดยมีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัยดังนี้

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพระนารายณ์ ลพบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ซึ่งทางโรงเรียน ได้จัดห้องเรียนแบบความสามารถของนักเรียน มีจำนวน 4 ห้องเรียน จำนวน 120 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนพระนารายณ์ ลพบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มจำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 27 คน

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi - experimental research) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ One group pretest-posttest design (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539, หน้า 248-249) ซึ่งมีแบบแผนการทดลองดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 แบบแผนการทดลองแบบ One group pretest-posttest design

สอบก่อนเรียน	ทดลอง	สอบหลังเรียน
T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- X แทน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม
- T₁ แทน การทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
- T₂ แทน การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังต่อไปนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาเป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ
3. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา เป็นข้อสอบแบบปรนัยสองตอน (Two-tier multiple choice format) ซึ่งประกอบไปด้วยตอนที่ 1 คำถามเชิงเนื้อหา มี 2 ตัวเลือก คือ ถูกและผิด และตอนที่ 2 เหตุผลสนับสนุนการเลือกคำตอบในตอนที่ 1 จำนวน 15 ข้อ

การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม มีขั้นตอนดังต่อไปนี้
 - 1.1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)
 - 1.2 ศึกษาวิธีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อกำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.3 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาชีววิทยาจากหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนพระนารายณ์ หนองปรือ ใช้ เวลาทั้งสิ้น 18 คาบ ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)	น้ำหนัก
1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และ อธิบายโครงสร้าง และหน้าที่ของ ส่วนประกอบใน เซลล์ของ สิ่งมีชีวิต	แผนการจัด การเรียนรู้ที่ 1 - กล้องจุลทรรศน์	1. สามารถอธิบายส่วนประกอบ หน้าที่ ของกล้องจุลทรรศน์ และ การใช้ในการศึกษาทางชีววิทยา ได้อย่างถูกต้อง 2. สามารถคำนวณหาขนาดวัตถุ โดยใช้ไม้วรทัดสไลด์	3	17
	แผนการจัด การเรียนรู้ที่ 2, 3 - โครงสร้างและ หน้าที่ของเซลล์	3. จำแนกชนิดของเซลล์ ระบุ องค์ประกอบของเซลล์ และ เปรียบเทียบความแตกต่างของ แต่ละเซลล์ที่ศึกษาได้ 4. ระบุองค์ประกอบและอธิบาย หน้าที่ของเยื่อหุ้มเซลล์ นิวเคลียส และ ออร์แกเนลล์ภายใน ไชโตพลาสซึมได้ 5. อธิบายคำจำกัดความของ เซลล์และทฤษฎีของเซลล์ได้	6	33

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)	น้ำหนัก
2. อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการสื่อสารระหว่างเซลล์ การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ และการชราภาพของเซลล์	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 - การสื่อสารระหว่างเซลล์	6. อธิบายการสื่อสารระหว่างเซลล์ และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับเซลล์ ความสัมพันธ์ของเซลล์ เนื้อเยื่อ และระบบต่าง ๆ ของร่างกายได้	3	17
3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างและการทำงานของระบบย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ในร่างกายของสัตว์และมนุษย์	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5, 6 - การสลายสารอาหารระดับเซลล์	7. อธิบายกระบวนการสลายอาหารแบบใช้ออกซิเจนได้ 8. อธิบายกระบวนการสลายอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจนได้	6	33
รวม			18	100

1.4 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ในวิชาชีววิทยาโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการการใช้คำถาม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน ประกอบด้วย

1.4.1 มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

1.4.2 สาระสำคัญ

1.4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.4.4 สาระการเรียนรู้

1.4.5 ชิ้นงาน/ภาระงาน

1.4.6 กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยนำเสนอการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

หาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม ดำเนินการโดยมีการใช้คำถามเข้าไปสอดแทรกในแต่ละชั้นซึ่งจะเน้นที่คำถามระดับสูง (เน้นไปที่คำถามตั้งแต่คำถามการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า) ร้อยละ 50 โดยมีกิจกรรมตามลำดับข้างล่างดังนี้

ชั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ

ครูมีหน้าที่ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจ โดยจะมีการสอบถามเกี่ยวกับการทบทวนความรู้เก่า ซึ่งอาจมีการเปิดคลิปวิดีโอหรือภาพต่าง ๆ โดยครูจะมีการใช้คำถามในกระตุ้นนักเรียนให้มีส่วนร่วม หรือสนใจในเรื่องที่จะเรียนต่อไป ซึ่งส่วนใหญ่จะมีการใช้คำถามระดับความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ มากที่สุด เช่น

- นักเรียนทุกคนเคยมีประสบการณ์ในการใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงหรือไม่ กล้องจุลทรรศน์แบบไหนบ้างที่นักเรียนเคยเห็น พร้อมยกตัวอย่าง (ถามความรู้หรือความจำ)
- นักเรียนคิดว่านอกจากมนุษย์ที่มีรูปแบบภาษาต่าง ๆ ที่ใช้ในการสื่อสารแล้วยังมีสิ่งอื่นที่สื่อสารกันได้หรือไม่ ลองยกตัวอย่าง (ถามความเข้าใจ)
- ถ้าสิ่งมีชีวิตนี้นักเรียนคิดว่าสิ่งที่สิ่งมีชีวิตเหล่านี้มีขนาดเล็กมาก ๆ การศึกษาสิ่งมีชีวิตเหล่านี้จึงไม่ได้เป็นไปได้โดยง่าย นักเรียนคิดว่าจะนำเครื่องมืออะไรมาใช้ในการศึกษา (ถามการนำมาใช้)
- การสลายสารอาหารระดับเซลล์จำเป็นต้องใช้ออกซิเจนเพียงเท่านั้นหรือไม่ เพราะอะไร (ถามการคิดวิเคราะห์)

ชั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา

ครูจะเป็นคนอำนวยความสะดวกโดยการจัดกิจกรรม เตรียมวัสดุอุปกรณ์ เพื่อให้ นักเรียนดำเนินการสังเกต สำรวจทดลอง และรวบรวมข้อมูล โดยตรง และให้นักเรียนได้มีโอกาสในการพูดคุยกับนักเรียนมีโอกาสดำเนินการพูดคุยกับนักเรียนคนอื่น ๆ จากนั้นก็สร้างองค์ความรู้ และทำความเข้าใจด้วยตนเอง จะเป็นการถามเกี่ยวกับแนวทางการเข้าไปสู่การสืบค้น ซึ่งส่วนใหญ่จะมีการใช้คำถามระดับความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ มากที่สุด เช่น

- นักเรียนเคยเห็นเซลล์ด้วยตาเปล่าหรือไม่ เพราะอะไร (ถามความรู้ความจำ)
- นักเรียนคิดว่าถ้ามีเซลล์สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า เซลล์นั้นคือเซลล์อะไร (ถามความเข้าใจ)

- เมื่อนักเรียนต้องการจะศึกษาสิ่งมีชีวิตหรือโครงสร้างของเซลล์ที่มีขนาดเล็กมาก นักเรียนควรนำเครื่องมือใดมาใช้ในการศึกษาถึงจะเหมาะสมที่สุด (ถามการนำไปใช้)

- เมื่อนักเรียนศึกษาภาพที่เกิดขึ้นจะมีความแตกต่างกับวัตถุจริงอย่างไร (ถามการวิเคราะห์)

ขั้นที่ 3 การอธิบายและลงข้อสรุป

เป็นขั้นที่นักเรียนมีข้อมูลจากการสำรวจและค้นหาอย่างเพียงพอแล้ว จึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์ หรือสรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ โดยครูจะมีการตั้งคำถามถึงข้อสรุปหรือปัจจัยสำคัญที่ได้จากการค้นคว้า ซึ่งส่วนใหญ่จะมีการใช้คำถามระดับการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่ามากที่สุด เช่น

- เมื่อเปรียบเทียบการสื่อสารระดับเซลล์ระยะไกลมีลักษณะที่แตกต่างจากการสื่อสารระดับเซลล์ระยะใกล้อย่างไร (ถามการวิเคราะห์)

- นักเรียนคิดว่าสามารถนำกระบวนการของการสื่อสารระดับเซลล์ไปออกแบบเป็นโมเดลในการสร้างอะไรได้บ้าง (ถามการสังเคราะห์)

- หลังจากทำการทดลองนักเรียนตัดสินใจเปรียบเทียบปรากฏการณ์การไหลของไซโทพลาสซึม (cyclosis) ระหว่างบริเวณใบอ่อนและใบแก่ของสาหร่ายหางกระรอก บริเวณใดพบการไหลได้ดีกว่ากัน เนื่องจากอะไร (ถามการประเมินค่า)

ขั้นที่ 4 การขยายความรู้

เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ โดยครูจะมีการถามเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการค้นคว้าเข้ากับความรู้ต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะมีการใช้คำถามระดับการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า มากที่สุด เช่น

- นักเรียนคิดว่า ภาพที่ได้จากการใช้กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุเป็น 100X แบบใช้ Oil และแบบที่ไม่ใช้ Oil จะมีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร (ถามการวิเคราะห์)

- นักเรียนสามารถนำโครงสร้างองค์ประกอบภายในเซลล์ไปสร้างหรือออกแบบอะไรได้บ้าง (ถามการสังเคราะห์)

- ในการศึกษารายละเอียดของเซลล์เนื้อเยื่อสัตว์ควรใช้กล้องจุลทรรศน์รูปแบบไหนถึงจะมีความเหมาะสมที่สุด เพราะเหตุใด และมีความแตกต่างจากการศึกษาละอองเรณูหรือไม่ อย่างไร (ถามการประเมินค่า)

ขั้นที่ 5 การประเมินผล

เป็นขั้นที่มีการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้
อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ครูควรวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ เพื่อ
ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน

1.4.7 อุปกรณ์/ สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้

1.4.8 การวัดและประเมินผล

1.4.9 บันทึกหลังการสอน

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อ
ตรวจสอบรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ ความถูกต้อง ความสอดคล้องของจุดประสงค์
การเรียนรู้ กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ และการวัดและประเมินผล เพื่อนำมาปรับปรุง
แก้ไขตามข้อเสนอแนะ

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน
ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านเนื้อหาวิชาชีววิทยา
และด้านวัดผลการศึกษา เพื่อประเมินค่าความเหมาะสม และรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้
ซึ่งได้แก่ สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ และการวัดและ
ประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

การประเมินความเหมาะสม ใช้เปรียบเทียบกับมาตราในแบบสอบถาม โดยนำคำตอบ
ของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนนดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

และมีเกณฑ์การแปลความหมายดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 102-103)

ค่าเฉลี่ย	4.51-5.00	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51-4.50	หมายถึง	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	2.51-3.50	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51-2.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00-1.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมจะต้องมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 โดยเกณฑ์ความเหมาะสมโดยปรับมาจากเกณฑ์ของข้อคำถาม (สม โภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 112) โดยจะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพที่เหมาะสม ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสม คือ 4.33 หมายถึงเหมาะสมมากสามารถนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้

1.7 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ความถูกต้องของเนื้อหา ปรับคำถามที่ใช้ในแผน และการแก้คำผิดคำถูก

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านการประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และยังไม่เคยเรียนวิชาชีววิทยาในหัวข้อเรื่องที่วิจัย จำนวน 27 คน 1 ห้องเรียน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของจุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ และการวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุง ได้แก่ ปรับกิจกรรมการเลือกหัวข้อในการศึกษาค้นคว้า ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 จากเดิมที่ให้เด็กเล่นเก้าอี้ดนตรีแล้วเลือกทีละหัวข้อ ปรับเป็นให้นักเรียนเล่นเก้าอี้ดนตรี แล้วเลือกแผ่นป้ายหัวข้อที่ครูเตรียมไว้ในแทน

1.10 จัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยา

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ตามขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ ในวิชาชีววิทยา เรื่อง ก่อดังจุลทรรศน์ ทฤษฎีและโครงสร้างของเซลล์ การสื่อสารระหว่างเซลล์ และการสลายสารอาหาร และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยา

2.2 กำหนดลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาเป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก

2.3 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาในวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบจำแนกตามระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ							ต้องการจริง
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	ประเมินค่า	รวม	
1. กล้องจุลทรรศน์	1. อธิบายส่วนประกอบหน้าที่ ของกล้องจุลทรรศน์ และการใช้ ในการศึกษาทางชีววิทยาได้อย่างถูกต้อง	4(2)	2(1)	4(2)	4(2)	2(1)	2(1)	18	9
	2. นักเรียนสามารถคำนวณหาขนาดวัตถุโดยใช้ไม้มบรรทัดได้	-	4(2)	-	-	-	-	4	2
2. โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์	3. จำแนกชนิดของเซลล์ ระบุองค์ประกอบของเซลล์ และเปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละเซลล์ที่ศึกษาได้	4(2)	4(2)	2(1)	4(2)	2(1)	-	16	8
	4. ระบุองค์ประกอบและอธิบายหน้าที่ของเยื่อหุ้มเซลล์ นิวเคลียส และออร์แกเนลล์ภายในไซโตพลาสซึมได้	4(2)	6(3)	4(2)	4(2)	2(1)	2(1)	22	11

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

สาระการ เรียนรู้อะไร	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ						รวม	ต้องการจริง
		ความรู้ความเข้าใจ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	ประเมินค่า		
	5. อธิบายคำจำกัดความของเซลล์และทฤษฎีของเซลล์ได้	-	4(2)	-	-	-	-	4	2
3. การสื่อสารระหว่างเซลล์	6. อธิบายการสื่อสารระหว่างเซลล์และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับเซลล์ความสัมพันธ์ของเซลล์เนื้อเยื่อ และระบบต่าง ๆ ของร่างกายได้	4(2)	4(2)	-	2(1)	-	-	10	5
4. การสลายสารอาหารระดับเซลล์	7. อธิบายกระบวนการสลายอาหารแบบใช้ออกซิเจนได้	2(1)	4(2)	4(2)	4(2)	2(1)	2(1)	18	9
	8. อธิบายกระบวนการสลายอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจนได้	2(1)	2(1)	2(1)	2(1)	-	-	8	4
	รวม	20 (10)	30 (15)	16 (8)	20 (10)	8 (4)	6 (3)	100	50

หมายเหตุ ตัวเลขที่อยู่ในวงเล็บ หมายถึง จำนวนข้อของแบบทดสอบที่ต้องการจริง
ตัวเลขที่ไม่ได้อยู่ในวงเล็บ หมายถึง จำนวนข้อของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ โดยให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบพิจารณาความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์ การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัดของข้อคำถามในแต่ละข้อ รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วจึงนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 คน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ กับข้อคำถาม และความครอบคลุมของข้อคำถาม โดยให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดหรือไม่ จากนั้นบันทึกผลการพิจารณาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละข้อ แล้วนำไปคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

+1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์ข้อนั้น
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์ข้อนั้น
-1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ข้อนั้น

โดยคัดเลือกข้อสอบเฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป (ไพศาล วรคำ, 2559, หน้า 269) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้อง โดยแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 100 ข้อ มีค่าความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .06-1.00 สามารถนำไปใช้ได้

2.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาที่ปรับปรุงแก้ไขความชัดเจนของประโยคคำถาม ปรับแก้คำผิด และปรับตามระดับความรู้ตามด้านพุทธิพิสัยของบลูมให้ถูกต้องครบถ้วน จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการเรียนในหัวข้อเรื่องที่ท้าวิจัยมาแล้ว จำนวน 27 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยา มาตรวจให้คะแนน โดยให้ 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูก และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิด/ไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 ตัวเลือก

2.9 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์รายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก 0.20 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 84; สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2555, หน้า 92-94)

2.10 คัดเลือกข้อสอบจำนวน 50 ข้อ ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ พบว่า ข้อสอบมีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ .33-.78 และมีค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ .20-.78 ตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดมุ่งหมายการเรียนรู้และโครงสร้างข้อสอบที่กำหนด และหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของโลเวท (Lovett) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2555, หน้า 110) ที่มีค่าคะแนนจุดตัดเท่ากับ 70 คะแนน ซึ่งคิดจากร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม (คะแนนเต็ม 100 คะแนน) โดยแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .94

2.11 จัดพิมพ์แบบทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยา เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา เป็นข้อสอบแบบปรนัยสองตอน (Two-tier multiple choice format) ซึ่งประกอบไปด้วยตอนที่ 1 คำถามเชิงเนื้อหา มี 2 ตัวเลือก คือ ถูกและผิด และตอนที่ 2 เหตุผลสนับสนุนการเลือกคำตอบในตอนที่ 1 จำนวน 15 ข้อ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตรของโรงเรียนพระนารายณ์ ลพบุรี จากนั้นจึงวิเคราะห์เนื้อหาที่ต้องการวัด ให้ชัดเจน

3.2 วิเคราะห์และกำหนดมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา ในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบในการวัดมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 การวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบวัดคัมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์หลัก	มโนทัศน์ย่อย	จำนวน ข้อสอบ	ต้องการ จริง
แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 1 - กล้องจุลทรรศน์	1. อธิบายส่วนประกอบ หน้าที่ ของกล้องจุลทรรศน์ และการใช้ ในการศึกษาทางชีววิทยาได้อย่าง ถูกต้อง 2. นักเรียนสามารถคำนวณหา ขนาดวัตถุโดยใช้ไม้วรทศได้	1. กล้องจุลทรรศน์เป็นเครื่องมือที่ใช้ ศึกษาวัตถุหรือสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กที่ไม่ สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าใน การศึกษาทางชีววิทยาจำเป็นต้องเข้าใจถึง องค์ประกอบและวิธีใช้กล้องจุลทรรศน์ที่ ถูกต้องมากที่สุด	- เข้าใจองค์ประกอบของ การใช้กล้องจุลทรรศน์ - การนำกล้องจุลทรรศน์ ไปใช้	6	3
แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 2, 3 - โครงสร้างและ หน้าที่ของเซลล์	3. จำแนกชนิดของเซลล์ ระบุ องค์ประกอบของเซลล์ และ เปรียบเทียบความแตกต่างของ แต่ละเซลล์ที่ศึกษาได้ 4. ระบุองค์ประกอบและอธิบาย หน้าที่ของเยื่อหุ้มเซลล์ นิวเคลียส และออร์แกเนลล์ภายใน ไซโตพลาสซึมได้ 5. อธิบายคำจำกัดความของเซลล์ และทฤษฎีของเซลล์ได้	2. เซลล์ (cell) คือหน่วยที่เล็กที่สุดของ สิ่งมีชีวิตที่สามารถดำรงกิจกรรมต่าง ๆ ได้ แบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ เซลล์โพรคาริโอต และเซลล์ยูคาริโอต ซึ่งจะสามารถแบ่ง ออร์แกเนลภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทั้ง 2 ออกเป็น ออร์แกเนลที่มีเยื่อหุ้มเซลล์และ ไม่มีเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งออร์แกเนลต่าง ๆ ล้วนแล้วแต่มีโครงสร้างและหน้าที่ ที่แตกต่างกันออกไป	- ลักษณะ โครงสร้างที่ แตกต่างเซลล์ชนิดต่าง ๆ - ปัจจัยที่สืบเนื่องไปถึง หน้าที่ที่แตกต่างกันใน แต่ละโครงสร้าง ออร์แกเนล	10	5

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์หลัก	มโนทัศน์ย่อย	จำนวน ข้อสอบ	ต้องการ จริง
แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 4 - การสื่อสาร ระหว่างเซลล์	6. อธิบายการสื่อสารระหว่าง เซลล์ และการเปลี่ยนแปลงที่เกิด ขึ้นกับเซลล์ ความสัมพันธ์ของ เซลล์ เนื้อเยื่อ และระบบต่าง ๆ ของร่างกายได้	3. ในสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวไม่มีการรวมตัว ของเซลล์อย่างถาวรเนื่องจากแต่ละเซลล์ สามารถทำหน้าที่การดำรงชีวิตโดย สมบูรณ์ ส่วนในกรณีของสิ่งมีชีวิตหลาย เซลล์ เซลล์จะเชื่อมต่อกันและมีการ สื่อสารระหว่างเซลล์ที่อยู่ใกล้กัน	- ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตจะ พบตำแหน่งการสื่อสาร ระหว่างเซลล์ - ในเซลล์แต่ละสิ่งมีชีวิต จะมีรูปแบบการเคลื่อนที่ ระหว่างสารแตกต่างกัน	4	2
แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 5, 6 - การสลาย สารอาหารระดับ เซลล์	7. อธิบายกระบวนการสลาย อาหารแบบใช้ออกซิเจนได้ 8. อธิบายกระบวนการสลาย อาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจนได้	4. กระบวนการหายใจระดับเซลล์ เป็น การผลิตพลังงานจากสารอาหารที่เซลล์ ได้รับ พลังงานที่ได้จะสะสมอยู่ใน รูปของ พลังงานพันธะ เมื่อเซลล์ต้องการใช้ พลังงาน ก็จะสลายพันธะดังกล่าวเพื่อ ปล่อยพลังงานออกมา ใช้ในกิจกรรม ต่าง ๆ ของเซลล์ สะสมพลังงานใน สิ่งมีชีวิตคือ ATP ซึ่งการหายใจระดับ เซลล์มีทั้งแบบใช้และไม่ใช้ออกซิเจน	- ความสามารถในการ สลายพลังงานแบบใช้ ออกซิเจน - ความสามารถในการ สลายพลังงานแบบไม่ใช้ ออกซิเจน - กระบวนการการสลายที่ มีความแตกต่างกัน ระหว่างแบบใช้ออกซิเจน และแบบไม่ใช้ออกซิเจน	10	5
รวม				30	15

3.3 สร้างข้อสอบวัดมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา ประกอบด้วยปรนัยสองตอน (Two-tier multiple choice format) ซึ่งประกอบด้วยตอนที่ 1 คำถามเชิงเนื้อหา มี 2 ตัวเลือก คือ ถูก และ ผิด และตอนที่ 2 เหตุผลสนับสนุนการเลือกคำตอบในตอนที่ 1 เช่น

0. การใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงเมื่อต้องการเปลี่ยนกำลังขยายจาก 4 เท่า เป็นกำลังขยาย 10 เท่าจำเป็นต้องเลื่อนแท่นวัตถุลงก่อน

เหตุผลเพราะ

.....

3.4 โดยมีการใช้ เกณฑ์ของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข) ซึ่งได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ ดังนี้

3.4.1 มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูก และให้เหตุผลประกอบครบ องค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิด ให้ 3 คะแนน

3.4.2 มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูกและให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาด องค์ประกอบบางส่วนสำคัญของแต่ละมโนทัศน์ ให้ 2 คะแนน

3.4.3 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบถูกต้อง แต่การให้เหตุผลอธิบายมี บางส่วนถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน

3.4.4 ความเข้าใจผิด หมายถึง คำตอบถูกหรือผิดแต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบคำถามให้ 0 คะแนน

3.5 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาที่สร้างขึ้นเสนอต่อประธานและ คณะกรรมการที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับ จุดประสงค์การเรียนรู้ กับมโนทัศน์ของข้อคำถามในแต่ละข้อ รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำ

3.6 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาที่แก้ไขปรับปรุงแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านเนื้อหา วิชาชีววิทยา เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงตรงทางเชิงเนื้อหา จากนั้นบันทึกผล การพิจารณาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละข้อ แล้วนำไปคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

+1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์ข้อนั้น
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์ข้อนั้น
-1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ข้อนั้น

โดยคัดเลือกข้อสอบเฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป (ไพศาล วรคำ, 2559, หน้า 269) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้อง โดยแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 30 ข้อ มีค่าความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .06-.08 สามารถนำไปใช้ได้

3.7 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนพระนารายณ์ ลพบุรี จำนวน 27 คน ที่ผ่านการเรียนเรื่องนี้มาแล้ว และต้องไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.8 ตรวจสอบให้คะแนนและนำผลที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาไปตรวจหาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก จากนั้นเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง .20-.80 และมีค่าอำนาจ (B) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 84; สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2555, หน้า 92-94)

3.9 คัดเลือกข้อสอบจำนวน 15 ข้อ ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ พบว่าข้อสอบมีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ .22-.74 และมีค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ .23-.81 ตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดมุ่งหมายการเรียนรู้และโครงสร้างข้อสอบที่กำหนด และนำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยามาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรของโลเวท (Lovett) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2555, หน้า 110) ที่มีค่าคะแนนจุดตัดเท่ากับ 21 คะแนน ซึ่งคิดจากร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม (คะแนนเต็ม 30 คะแนน) โดยแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .93

3.10 สร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาฉบับจริงเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

วิธีการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม โดยนักเรียนทุกคนยังไม่เคยได้รับการจัดการเรียนการสอนในเรื่องนี้มาก่อน

2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ผู้วิจัยทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพและปรับปรุงแก้ไขแล้ว

3. ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม กับกลุ่มตัวอย่าง ใช้เวลาสอนทั้งหมด 18 คาบ ดำเนินการในช่วงต้นเดือนกรกฎาคมจนถึงช่วงกลางเดือนสิงหาคม โดยในแต่ละสัปดาห์จะมี

ระยะเวลาสอนสัปดาห์ละ 3 คาบ จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยจะเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง ในกรณีตรงกับช่วงวันหยุดได้ทำการขอคาบเรียนเพิ่มเติมในช่วงคาบเรียนว่างของนักเรียน และหากมีนักเรียนขาดเรียนครูจะนำไปงานที่มีให้นักเรียนทำหรือให้นักเรียนสรุปเนื้อหาที่เรียนในช่วงเวลาที่นักเรียนขาดเรียนในการทดแทน

5.4 เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยผู้วิจัยทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาหลังเรียนฉบับเดียวกันที่ทดสอบก่อนเรียน

5.5 นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม โดยการใช้การทดสอบที่แบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent sample t-test) (ทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1)

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยการใช้การทดสอบที่แบบกลุ่มเดียว (One sample t-test) (ทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2)

3. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา ก่อนเรียนและหลังเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม โดยการใช้การทดสอบที่แบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent sample t-test) (ทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3)

4. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา ก่อนเรียนและหลังเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับเทคนิคการใช้กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยการใช้การทดสอบที่แบบกลุ่มเดียว (One sample t-test) (ทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน (\bar{X}) โดยใช้สูตร (ณรงค์ โพธิ์พุกยานันท์, 2550, หน้า 205) คือ

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

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) โดยใช้สูตร (สม โภชน์ อเนกสุข, 2556 หน้า 31) คือ

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

เมื่อ	SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละด้านยกกำลังสอง
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) ใช้สูตรดังนี้ (ไพศาล วรรค้ำ, 2559, หน้า 269)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	n	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาความยากง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดแบบวัดมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา โดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 84)

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

เมื่อ	P	แทน	ระดับความยาก
	R	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

2.3 หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดแบบวัดมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา โดยวิธีดัชนี B (B-Index) ที่เสนอโดยเบรนนาน (Brennan) (สมบัติ ทำยเรือคำ, 2555, หน้า 107)

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

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	U	แทน	จำนวนรอบรู้ตอบถูก (หรือสอบผ่านเกณฑ์)
	L	แทน	จำนวนไม่รอบรู้ตอบถูก (หรือสอบผ่านเกณฑ์)
	N ₁	แทน	จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)
	N ₂	แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)

2.4 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดแบบวัดมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา โดยใช้สูตรของโลเวท (Lovett) (สมบัติ ทำยเรือคำ, 2555, หน้า 110)

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

เมื่อ	r _{cc}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	X _i	แทน	คะแนนของผู้สอบแต่ละคน

k	แทน	จำนวนข้อสอบทั้งหมด
C	แทน	คะแนนจุดตัด หรือคะแนนผ่านเกณฑ์

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ใช้สถิติการทดสอบที่แบบกลุ่มเดียว (One sample t-test) เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา กับเกณฑ์ร้อยละ 70 (ไพศาล วรรคำ, 2559, หน้า 349)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{S/\sqrt{n}} \quad \text{และ} \quad df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติทดสอบที่
	n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยที่หาได้จากกลุ่มตัวอย่าง
	μ	แทน	ค่าเฉลี่ยหรือค่าคงที่ของประชากร
	S	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

3.2 ใช้สถิติการทดสอบที่แบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent sample t-test) เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยที่เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยา ก่อนเรียนและหลังเรียน (สมโภชน์ อเนกสุข, 2556, หน้า 116)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติทดสอบที่
	D	แทน	ค่าความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการสอบก่อน-หลังเรียน
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมยกกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการสอบก่อน-หลังเรียน
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ที่จะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และก่อนเรียนและหลังเรียน ผู้วิจัยจึงขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเสนอผลการวิจัยดังนี้

n	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน คะแนนเฉลี่ย
SD	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
t	แทน ค่าสถิติในการแจกแจงแบบ t-test
p	แทน ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
*	แทน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 4 ตอน คือ ตอนที่ 1 ผลของการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม ตอนที่ 2 ผลของการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ตอนที่ 3 ผลของการเปรียบเทียบมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม และตอนที่ 4 ผลของการเปรียบเทียบ

มโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ตามลำดับดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลของการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม

การวิเคราะห์ข้อมูลตอนที่ 1 ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามเปรียบเทียบกัน ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4-1 และตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-1 ผลของการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม

กลุ่มทดลอง	n	\bar{X}	SD	t	p
ก่อนเรียน	27	17.41	3.805	25.316*	.000
หลังเรียน	27	35.67	1.981		

* $p < .05$

จากตารางที่ 4-1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.41 และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 35.67 เมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

ตารางที่ 4-2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาตามรายจุดประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียน
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม
ก่อนเรียนและหลังเรียน

จุดประสงค์การเรียนรู้ (N)	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความต่าง ร้อยละ	ลำดับ ที่
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD		
1. สามารถอธิบายส่วนประกอบหน้าที่ของ กล้องจุลทรรศน์ และการใช้ในการศึกษา ทางชีววิทยาได้อย่างถูกต้อง (9)	3.74	1.53	6.22	1.34	27.98	7
2. สามารถคำนวณหาขนาดวัตถุโดยใช้ไม้ว บรรทัดได้ (2)	0.93	0.68	1.56	0.51	31.48	5
3. จำแนกชนิดของเซลล์ ระบุองค์ประกอบ ของเซลล์ และเปรียบเทียบความแตกต่าง ของแต่ละเซลล์ที่ศึกษาได้ (8)	2.52	1.25	5.93	1.14	42.59	2
4. ระบุองค์ประกอบและอธิบายหน้าที่ของ เยื่อหุ้มเซลล์ นิวเคลียส และออร์แกเนลล์ ภายในไซโตพลาสซึมได้ (11)	3.30	1.30	7.15	1.99	35.02	4
5. อธิบายคำจำกัดความของเซลล์และทฤษฎี ของเซลล์ได้ (2)	0.81	0.68	1.67	0.48	42.59	2
6. อธิบายการสื่อสารระหว่างเซลล์ และ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับเซลล์ ความสัมพันธ์ของเซลล์ เนื้อเยื่อ และ ระบบต่าง ๆ ของร่างกายได้ (5)	1.74	1.16	3.93	0.73	43.70	1
7. อธิบายกระบวนการสลายอาหารแบบใช้ ออกซิเจนได้ (9)	3.04	1.09	6.63	1.15	39.92	3
8. อธิบายกระบวนการสลายอาหารแบบไม่ ใช้ออกซิเจนได้ (4)	1.37	0.88	2.50	0.95	28.24	6

หมายเหตุ เลขในวงเล็บ คือ จำนวนเต็มของคะแนนในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้

จากตารางที่ 4-2 เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาตามรายจุดประสงค์ การเรียนรู้พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกจุดประสงค์การเรียนรู้

ตารางที่ 4-3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาตามรายด้านของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใน วิชาชีววิทยา (N)	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความต่าง ร้อยละ	ลำดับที่
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD		
ความรู้ความจำ (10)	3.93	1.57	7.48	1.19	35.56	4
ความเข้าใจ (15)	5.56	1.69	11.37	1.18	38.76	2
การนำไปใช้ (8)	2.81	1.24	5.93	0.96	38.89	1
การวิเคราะห์ (10)	2.81	1.54	6.48	1.55	36.67	3
การสังเคราะห์ (4)	1.56	0.93	2.74	0.81	29.63	5
การประเมินค่า (3)	0.78	0.80	1.67	0.96	29.63	6
รวม (50)	17.44	7.78	35.67	6.66	34.86	-

หมายเหตุ เลขในวงเล็บ คือ จำนวนเต็มของคะแนนในแต่ละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามรายด้าน

จากตารางที่ 4-3 เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยา ด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยพิจารณาความต่างของค่าเฉลี่ยทั้ง 6 ด้าน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยา ด้านการนำไปใช้มีความต่างของค่าเฉลี่ยมากที่สุด ร้อยละ 38.89 รองลงมาคือ ด้านความเข้าใจ ร้อยละ 38.76 ด้านการวิเคราะห์ ร้อยละ 36.67 ด้านความรู้ความจำ ร้อยละ 35.56 ด้านการสังเคราะห์และด้านการประเมินค่ามีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากัน คือ ร้อยละ 29.63

ตอนที่ 2 ผลของการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การวิเคราะห์ข้อมูลตอนที่ 2 ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามนำไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

กลุ่มทดลอง	n	คะแนนเต็ม	เกณฑ์	\bar{X}	SD	t	p
หลังเรียน	27	50	35	35.67	1.98	1.749*	.046

* $p < .05$

จากตารางที่ 4-4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 35.67 คิดเป็นร้อยละ 71.37 ซึ่งเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

ตอนที่ 3 ผลของการเปรียบเทียบมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม

การวิเคราะห์ข้อมูลตอนที่ 3 ผู้วิจัยได้นำคะแนนมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามเปรียบเทียบกัน ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4-5 และตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-5 ผลของการเปรียบเทียบมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม

กลุ่มทดลอง	n	\bar{X}	SD	t	p
ก่อนเรียน	27	12.11	1.672	37.850*	.000
หลังเรียน	27	32.11	1.717		

* $p < .05$

จากตารางที่ 4-5 พบว่า มโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.11 และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 32.11 เมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า คะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

ตารางที่ 4-6 มโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาตามรายมโนทัศน์หลักของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามก่อนเรียนและหลังเรียน

มโนทัศน์หลัก (N)	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความต่างร้อยละ	ลำดับที่
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD		
1. กล้องจุลทรรศน์เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษาวัตถุหรือสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าในการศึกษาทางชีววิทยาจำเป็นต้องเข้าใจถึงองค์ประกอบและวิธีใช้กล้องจุลทรรศน์ที่ถูกต้องมากที่สุด (9)	3.00	1.04	6.63	1.28	40.33	4

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

มโนทัศน์หลัก (N)	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความต่าง ร้อยละ	ลำดับ ที่
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD		
2. เซลล์ (cell) คือหน่วยที่เล็กที่สุดของ สิ่งมีชีวิตที่สามารถดำรงกิจกรรมต่าง ๆ ได้ แบ่งออกได้ 2 ชนิด คือเซลล์โพรคาริโอต และเซลล์ยูคาริโอต ซึ่งจะสามารถแบ่ง ออร์แกเนลภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทั้ง 2 ออกเป็น ออร์แกเนลที่มีเยื่อหุ้มเซลล์และไม่ มีเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งออร์แกเนลต่าง ๆ ล้วน แล้วแต่มีโครงสร้างและหน้าที่ที่แตกต่างกัน ออกไป (15)	4.22	1.22	10.82	1.54	43.95	3
3. ในสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวไม่มีการรวมตัวของ เซลล์อย่างถาวรเนื่องจากแต่ละเซลล์สามารถ ทำหน้าที่ดำรงชีวิตโดยสมบูรณ์ ส่วนใน กรณีของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ เซลล์จะ เชื่อมต่อกันและมีการสื่อสารระหว่างเซลล์ ที่อยู่ใกล้กัน (6)	1.37	0.97	4.33	1.30	49.38	1
4. กระบวนการหายใจระดับเซลล์ เป็นการผลิต พลังงานจากสารอาหารที่เซลล์ได้รับ พลังงานที่ได้จะสะสมอยู่ใน รูปของพลังงาน พันธะ เมื่อเซลล์ต้องการใช้พลังงาน ก็ จะสลายพันธะดังกล่าวเพื่อปล่อยพลังงาน ออกมา ใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของเซลล์ สะสมพลังงานในสิ่งมีชีวิตคือ ATP ซึ่งการ หายใจระดับเซลล์มีทั้งแบบใช้และไม่ใช้ ออกซิเจน (15)	3.52	1.28	10.33	1.98	45.43	2

หมายเหตุ เลขในวงเล็บ คือ จำนวนเต็มของคะแนนในแต่ละมโนทัศน์หลัก

จากตารางที่ 4-6 เมื่อพิจารณา โน้ตสน้ในวิชาชีววิทยาตามตามรายมโน้ตสน้หลักพบว่า คะแนนเฉลี่ยของมโน้ตสน้ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกรายมโน้ตสน้หลัก

ตอนที่ 4 ผลของการเปรียบเทียบมโน้ตสน้ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้นร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การวิเคราะห์ข้อมูลตอนที่ 4 ผู้วิจัยได้นำคะแนนมโน้ตสน้ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามนำไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 ผลการเปรียบเทียบมโน้ตสน้ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

กลุ่มทดลอง	n	คะแนนเต็ม	เกณฑ์	\bar{X}	SD	t	p
หลังเรียน	27	45	31.5	32.11	1.72	1.849*	.038

* $p < .05$

จากตารางที่ 4-7 พบว่า มโน้ตสน้ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 32.11 คิดเป็นร้อยละ 71.35 ซึ่งเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า คะแนนเฉลี่ยมโน้ตสน้ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนพระนารายณ์ อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จำนวน 27 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.24-4.44 ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 50 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .33-.78 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20-.78 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .94 3) แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา เป็นแบบปรนัยสองตอน จำนวน 15 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .22-.74 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .23-.81 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .93 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) การทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว (One sample t-test) และการทดสอบทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent sample t-test) โดยมีแบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One group pretest-posttest design)

สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. มโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. มโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบขั้นตอน โดยมีครูเป็นผู้ใช้คำถามให้นักเรียนมีการใช้ความคิดและเกิดการเรียนรู้ ร่วมกับการที่นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยมีกระบวนการดังนี้

1.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement phase) เป็นขั้นที่จะต้องดึงความสนใจของนักเรียนเพื่อที่จะนำเข้าสู่บทเรียนทำให้ผู้เรียนมีความสนใจ อยากรู้อยากเห็นจากการทบทวนความรู้เก่า จากการเปิดคลิปวิดีโอหรือภาพต่าง ๆ โดยมีการใช้คำถามในกระตุ้นนักเรียนให้มีส่วนร่วม หรือสนใจในเรื่องที่จะเรียนต่อไป เช่น ครูเปิดคลิปวิดีโอ “สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก” จากนั้นครูถามนักเรียน “จากคลิปวิดีโอ นักเรียนรู้จักหรือเคยพบเห็นสิ่งมีชีวิตนี้หรือไม่ ถ้าเคยเห็นแล้วสามารถบอกได้ไหมว่าสิ่งมีชีวิตนี้มีชื่อเรียกว่าอะไร” จากนั้นถาม “ถ้าสิ่งมีชีวิตนี้นักเรียนคิดว่าสิ่งที่สิ่งมีชีวิตเหล่านี้มีขนาดเล็กมาก ๆ การศึกษาสิ่งมีชีวิตเหล่านี้จึงไม่ได้เป็นไปได้โดยง่าย นักเรียนคิดว่าจะนำเครื่องมืออะไรมาช่วยเพื่อช่วยในการศึกษา (ถามความรู้ความจำ, การนำไปใช้)” เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนเรื่องกล้องจุลทรรศน์ เป็นการใช้สื่อมากระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจอยากรู่วิธีการศึกษาสิ่งที่มีขนาดเล็ก แต่ต้องเรียนรู้วิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์ที่ถูกต้องก่อน เกิดการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถามและสนใจในการเรียนรู้ อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น ทำให้นักเรียนรู้สึกผ่อนคลายและกล้าแสดงออก โดยสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของโรเจอร์ส ที่กล่าวว่ามนุษย์จะสามารถพัฒนาตนเองได้ดีถ้าอยู่ในสภาพที่ผ่อนคลายและเอื้อต่อการเรียนรู้ (ทิสนา แคมมณี, 2545, หน้า 19) จึงนำไปสู่ขั้นตอนต่อไป

1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration phase) เป็นขั้นที่ครูจะเป็นคนอำนวยความสะดวกโดยการจัดกิจกรรม เตรียมวัสดุอุปกรณ์ เพื่อให้ นักเรียนดำเนินการสังเกต สำรวจ ทดลอง และรวบรวมข้อมูลโดยตรง และให้นักเรียนได้มีโอกาสในการพูดคุยกับนักเรียนมีโอกาสได้พูดคุยกับนักเรียนคนอื่น ๆ จากนั้นก็สร้างองค์ความรู้ และทำความเข้าใจด้วยตนเอง จะเป็นการถามเกี่ยวกับแนวทางการเข้าไปสู่การสืบค้น เช่น ในการศึกษาเรื่องเซลล์ โดยการถาม “นักเรียนเคยเห็นเซลล์ด้วยตาเปล่าหรือไม่ เพราะอะไร ถ้ามีเซลล์สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า เซลล์นั้นคือเซลล์อะไร (ถามความรู้ความจำ, ความเข้าใจ)” จากนั้นก็เชื่อมโยงเพื่อให้นักเรียนเข้าสู่กระบวนการศึกษาลักษณะเซลล์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยสอดคล้องกับแนวคิดของบรูเนอร์ ที่กล่าวว่ามนุษย์จะเล็งการรับรู้จากสิ่งที่สนใจและเกิดการเรียนรู้จากกระบวนการเรียนรู้จากการค้นพบได้ด้วยตนเอง (ทิสนา แคมมณี, 2555, หน้า 66) เป็นไปตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยปัญญา (Constructivism) ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง จากการดำเนินกิจกรรมการสอนที่ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า ทดลอง ระดมสมอง และศึกษาไปความรู้ (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, หน้า 13) ซึ่งนักเรียนได้ทำการค้นคว้าและทดลองหาความรู้ด้วยตนเองก่อนจะนำไปสู่ขั้นตอนต่อไป

1.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation phase) เป็นขั้นที่นักเรียนมีข้อมูลจากการสำรวจและค้นหาอย่างเพียงพอแล้ว จึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์ หรือสรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ โดยจะมีการตั้งคำถามถึงข้อสรุปหรือปัจจัยสำคัญที่ได้จากการค้นคว้า เช่น หลังการจากนักเรียนได้ปฏิบัติการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับ โครงสร้างสร้างของเซลล์ ครูได้ตั้งคำถามที่นำไปถึงข้อสรุปของการศึกษาทดลอง “หลังจากทำการทดลองนักเรียนตัดสินใจระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ เซลล์ใดมีความสามารถในการคงรูปร่างได้ดีกว่ากัน เพราะอะไร (ถามการประเมินค่า)” โดยสอดคล้องกับ คำกล่าวของ วัชราน เล่าเรียนดี (2549, หน้า 77) ที่ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนต้องสังเกต รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ สังเคราะห์ และลงข้อสรุป โดยนักเรียนจะจะได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ความรู้ และประสบการณ์เรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น ซึ่งจะช่วยให้การเรียนรู้ของนักเรียนกว้างขึ้น ชับซ้อนขึ้น และหลากหลายขึ้น (สำนักงานวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2549, หน้า 7)

1.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration phase) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น โดยจะมีการถามเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการค้นคว้าเข้ากับความรู้ต่าง ๆ เช่น ครูถามนักเรียนหลังจากที่นักเรียนศึกษาถึงประวัติความเป็นมา องค์ประกอบ และชนิดของกล้องจุลทรรศน์ แล้วครูตั้งคำถามเพื่อเชื่อมความรู้ที่นักเรียนรับรู้เข้ากับเรื่องอื่น “นักเรียนคิดว่านักเรียนสามารถหาวัสดุสิ่งอื่นมาใช้ในการสร้างกล้อง

จุดทรงศน์ ในกรณีที่นักเรียนต้องการศึกษาสิ่งใดสิ่งหนึ่งแต่ไม่มีกล้องจุดทรงศน์ นักเรียนจะใช้สิ่งใด และทำอะไร (ถามการสังเคราะห์)” เป็นการให้นักเรียนเรื่องเล่นส้อมมาใช้ในการสร้างสิ่งทดแทนกล้องจุดทรงศน์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของซัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553 ก, หน้า 60) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่เรียนมาหรือองค์ความรู้ที่สร้างขึ้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตประจำวัน ซึ่งการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้จริงจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยที่นักเรียนเป็นผู้ค้นพบความรู้ได้ด้วยตนเองจะทำให้ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ชัดเจนและเป็นการเรียนรู้ที่คงทน รวมทั้งได้สร้างกระบวนการเรียนรู้ที่สามารถใช้เป็นเครื่องมือติดตัวนักเรียนไป เพื่อใช้ในการแสวงหาความรู้และคำตอบอื่น ๆ ในโอกาสต่อไปได้

1.5 ขั้นประเมินผล (Evaluation phase) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ครูควรวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน

จากที่กล่าวมาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามเป็นการช่วยสร้างความสนใจให้นักเรียนจนเกิดการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง มีส่วนร่วมในการอธิบายรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ สังเคราะห์ และลงข้อสรุป มีการนำความรู้ไปปรับใช้ในประสบการณ์ต่าง ๆ แล้วส่งผลถึงผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ดีขึ้น อีกทั้งการสอนที่มีการใช้เทคนิคคำถามส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนดีกว่าการสอนแบบบรรยาย ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชนาธิป ชินะนาวิน (2557, หน้า 77) ได้มีการเปรียบเทียบการสอนแล้วพบว่าการสอนแบบถามตอบส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าแบบทบทวนและถาม และการสอนแบบบรรยายตามลำดับ และสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข) ที่กล่าวว่า คำถามทำให้เกิดพลังงานในการเรียนรู้ ช่วยพัฒนาความคิดระดับสูงของนักเรียนในการตอบคำถาม แก้ปัญหา และหาทางออกของปัญหา อีกทั้งยังเป็นการกำหนดวิธีการเรียนรู้ของนักเรียนได้อีกด้วย ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาคำถามหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับความพยายามในการแก้ปัญหของ สุพลา ทองแป้น (2552) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและ

หลังเรียน โดยใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม ผลพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับความพยายามในการแก้ปัญหาของ อติดิษฐ์ ชูตระกูลวงศ์ และอลิศรา ชูชาติ (2557) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบหรือการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้คำถามตามการจำแนกประเภทวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของบลูมและนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนทั่วไป ผลสรุปว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบสืบสอบหรือการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้คำถามตามการจำแนกประเภทวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของบลูมมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์คิดเป็นร้อยละ 76.43 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 70 และมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการนำไปใช้ มีความต่างของค่าเฉลี่ยมากที่สุด (ร้อยละ 38.89) รองลงมาคือ ด้านความเข้าใจ (ร้อยละ 38.76) ด้านการวิเคราะห์ (ร้อยละ 36.67) ด้านความรู้ความจำ ร้อยละ (35.56) ด้านการสังเคราะห์และด้านการประเมินค่ามีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากัน (ร้อยละ 29.63) ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าด้านพุทธิพิสัยระดับต่ำ จะมีความแตกต่างที่ค่อนข้างจะสูง เนื่องจากแนวคิดทางด้านพุทธิพิสัยของบลูม 6 ด้าน กล่าวหาว่า ความรู้ที่อยู่ในระดับต่ำจะมีพัฒนาการได้ง่ายกว่าความรู้ระดับสูง ซึ่งนักเรียนจะเริ่มเรียนรู้จากระดับต่ำสุดพัฒนาขึ้นไปสู่ระดับที่สูงขึ้น (สันสนีย์ ฉัตรคุปต์ และอุษา ชูชาติ, 2544, หน้า 97-98) โดยสอดคล้องกับความพยายามในการแก้ปัญหาของ พิไลวรรณ พรณขาม (2560) ที่ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่เน้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง เคมีอินทรีย์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนมีผลต่างรายด้านความรู้สูงที่สุด (ร้อยละ 42.71) อีกทั้งยังสอดคล้องกับความพยายามในการแก้ปัญหาของ สุพลา ทองแป้น (2552) ที่ได้ทำการศึกษาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม พบว่า นักเรียนมีค่าความต่างในด้านการนำไปใช้ (ร้อยละ 73.25) สูงกว่าด้านความเข้าใจ (ร้อยละ 64.25) และด้านการคิดวิเคราะห์ (ร้อยละ 63.13) ตามลำดับ และสอดคล้องกับความพยายามในการแก้ปัญหาของพิไลวรรณ พรณขาม (2560) ที่ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่เน้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง เคมีอินทรีย์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนมีผลต่างรายด้านการสังเคราะห์ (ร้อยละ 22.92) และด้านการประเมินค่า (ร้อยละ 14.58) อยู่ในสองลำดับสุดท้าย

2. มโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 และข้อที่ 4 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมตลอดเวลา ทำให้นักเรียนมีโอกาสดูฝึกคิด สังเกต และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีส่วนทำให้นักเรียนสามารถจดจำความรู้ได้นานขึ้น จากการทำให้นักเรียนค้นพบด้วยตนเองทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนแบบท่องจำ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2545, หน้า 73) สอดคล้องกับแนวคิดของ Ansberry และ Morgan (2007, หน้า 29) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น มีการจัดการให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางของประสบการณ์ แล้วส่งเสริมให้ผู้เรียนในการสำรวจ สร้างความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง และเชื่อมโยงความเข้าใจนั้นเข้ากับมโนทัศน์ต่าง ๆ โดยมีการจัดการเรียนการสอนทั้งหมด 5 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ และ 5) ขั้นประเมินผล และในการสอนจะมีการใช้เทคนิคคำถามร่วมด้วย ในการถามคำถามทำให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดแต่ต้องถามในลักษณะเพื่อให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิดเพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูลย่อย ๆ แล้วสรุปเป็นหลักของตนเอง จึงทำให้นักเรียนมีแง่มุมความคิดที่แปลกใหม่ เกิดความเข้าใจและเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ครูจะเป็นผู้ใช้คำถามที่มีทักษะการคิดขั้นสูงส่งผลในการยกระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนและสามารถทำให้เกิดมโนทัศน์ได้ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2553 ข, หน้า 3-13) อีกทั้งการเลือกใช้ระดับคำถามที่สูงจะส่งผลต่อการเรียนของนักเรียนเนื่องจากความพยายามในการแก้ปัญหาของ เดชนรงค์ สุภิมารส (2529) พบว่ายังมีสัดส่วนการใช้คำถามระดับสูงที่สูงขึ้นมากเท่าไรก็ส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นตามไปด้วย จากที่กล่าวมาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามส่งผลให้มโนทัศน์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้องกับความพยายามในการแก้ปัญหาของ วันเพ็ญ บุรณสุข, สุธี พรรณหาญ และศักดิ์ สุวรรณฉาย (2556) ที่ศึกษาเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสารและสมบัติของสาร โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็ม ผลพบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเฉลี่ยร้อยละ 73.33 ของคะแนนเต็ม ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็มที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับความพยายามในการแก้ปัญหาของ ศศิวิมล สนธิบุญ (2559) ที่ได้ทำการศึกษา มโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องฟิสิกส์อะตอม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้คำถามเชิงวิเคราะห์ ผลพบว่า มโนทัศน์หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ

สืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามเชิงวิเคราะห์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับความพยายามในการแก้ปัญหาของ ดิชพล เนตรนิมิตร, เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร และพรณทิพา พรหมรักษ์ (2558) ที่เปรียบเทียบ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนหลังจากได้รับการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่มีการสอนอย่างต่อเนื่องและมีการใช้คำถามในหลายระดับในชั้นการสอนครูผู้สอนจึงควรปรับการไต่ระดับคำถามให้มีความต่อเนื่องและชัดเจนมากยิ่งขึ้น เพื่อให้นักเรียนจะได้ค่อยไต่ระดับความคิดและมองเห็นแนวทางในการตอบคำถามมากยิ่งขึ้น

1.2 ครูผู้สอนต้องศึกษาบทบาทหน้าที่ของตนในเรื่องเทคนิคสนับสนุนการใช้คำถามให้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากการใช้คำถามที่มีระดับคำถามที่แตกต่างกันจึงต้องมีการกระตุ้นหรือสิ่งแวดล้อมเพื่อให้ให้นักเรียนตอบคำถามได้ง่ายขึ้น ยังมีการให้เวลาเพื่อให้นักเรียนมีเวลาคิดในการตอบคำถามระดับสูง และต้องมีการกระจายคำถามเพื่อให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการเรียนมากยิ่งขึ้น

1.3 ครูผู้สอนควรมีการวางแผนในการจัดการเนื้อหาและเวลาที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้และการทำกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้เนื้อหาสาระที่ครบถ้วน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามในแต่ละเนื้อหาจะใช้เวลาในการหาคำตอบมากน้อยแตกต่างกัน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีวิจัยเกี่ยวกับระดับคำถามที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการตั้งคำถามกับนักเรียนในการเรียนการสอน ว่าในแต่ละระดับชั้นความยากง่ายของคำถามที่นักเรียนสามารถตอบได้หรือส่งผลต่อการเรียนในระดับชั้นนั้นมากกว่ากัน

2.2 ควรมีวิจัยแบ่งจัดจำแนกระดับคำถามระดับต่ำหรือระดับสูงควรนำมาใช้ในชั้น การเรียนการสอนในรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้นแต่แต่ละชั้นควรแบ่งระดับ ชั้นหรือไม่ หรือระดับคำถามที่เหมาะสมในการนำมาใช้ตั้งคำถามในแต่ละชั้น

2.3 วิจัยเปรียบเทียบระหว่างการแบ่งระดับคำถามตามขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น หรือกระจายการตั้งระดับคำถามในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น แบบไหนเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนของนักเรียนได้ดีกว่ากัน

2.4 ควรมีการเพิ่มจำนวนคำถามระดับสูงให้มีร้อยละที่สูงขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในในด้านกรวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่ามีค่าที่สูงขึ้น

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2543). เอกสารชุดเทคนิคการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา กรมศาสนา.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). การจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- เกรียงไกร อภัยวงศ์. (2548). ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2555). การคิดเชิงมโนทัศน์ (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: ชักเชสมิเดีย.
- จินตนา สุขจรรย์. (2554). การศึกษาตลอดชีวิตและการพัฒนาชุมชน. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- จิระ ดีช่วย. (2554). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่มร่วมกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางชีววิทยาและความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษาคณะศึกษาศาสตร์, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- จิราภรณ์ หล้าน้อย, พัชรมน แสงอินทร์ และสิรินภา กิจเกื้อกูล. (2560). ผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์เพื่อพัฒนามโนทัศน์ เรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 19(2), 134-144.
- ชนากานต์ ศรีชมภู. (2550). การพัฒนาบทเรียนผ่านเว็บ วิชาชีววิทยา เรื่องการหายใจระดับเซลล์ (Cell Respiration) สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชนาธิป ชินะนาวิน. (2557). รายงานวิจัย เรื่อง การสอนกฎหมาย: การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการสอนแบบบรรยาย การสอนแบบทบทวนและถาม. วารสารคณะศึกษาศาสตร์ทางสังคมศาสตร์ (ฉบับมนุษยศาสตร์), 4(2), 69-81.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). การสอนกระบวนการคิด: ทฤษฎีและการนำไปใช้. กรุงเทพฯ: วี. พรินท์ (1991).

- ชนินทร์ชัย อินทிரารณ์ และสุวิทย์ หิรัณยกานนท์. (2548). *ปทานุกรมศัพท์การศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2 ฉบับแก้ไขปรับปรุง). กรุงเทพฯ: ไร่ไทยเพลส.
- ชวาล แพริตกุล. (2552). *เทคนิคการวัดผล* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์วิฑูรย์การปก.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553 ก). *80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: แคนเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตปอเรชั่น.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553 ข). *เทคนิคการใช้คำถามพัฒนาการคิด*. กรุงเทพฯ: สหมิตรพริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2558). *80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: พีบาลานซ์ดีไซด์แอนปริ้นติ้ง.
- ชาญชัย อาจินสมาจาร. (2542). การสอนมโนทัศน์. *วารสารกองทุนสงเคราะห์การศึกษาเอกชน*, 9(82), 45-50.
- ชาติรี ฝ่ายคำตา. (2551). การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ = Inquiry-based teaching and learning. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 11(1), 39-42.
- ชุติมา รอดสุด. (2550). *ผลของการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนศึกษาตอนปลาย*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณรงค์ กาญจนะ. (2553). *เทคนิคและทักษะการสอนเบื้องต้น เล่ม 1* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จรัสณีทวงศ์การพิมพ์ จำกัด.
- ณรงค์ โพธิ์พุกยานันท์. (2550). *ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ดิษพล เนตรนิมิตร, เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร และพรรณทิพา พรหมรักษ์. (2558). ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 26(3), 53-65.
- เดชณรงค์ สุภูมิรศ. (2529). *การวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้คำถามของครูในการเรียนการสอนวิชาเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เขตการศึกษา 11*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชามัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไทรรัตน์ รัตนเดช. (2551). *การพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้*. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- ทิสนา เขมมณี. (2545). *กระบวนการเรียนรู้ ความหมาย แนวทางการพัฒนา และปัญหาข้อใจ*.
กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- ทิสนา เขมมณี. (2553). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี
ประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 13). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิสนา เขมมณี. (2555). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี
ประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 15). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิติกร อ่อนโยน. (2551). *ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบโดยใช้คำถาม
ระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ของนักเรียน
มัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษา
วิทยาศาสตร์, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นุชนาท สิงหา, วิภารัตน์ เชื้อชวด ชัยสิทธิ์ และวาริรัตน์ แก้วอุไร. (2555). *ผลการใช้กระบวนการ
สืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับเทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์ เรื่องไฟฟ้าเคมี ที่มีต่อ
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5*. *การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต
กำแพงแสน*, 9, 1539-1546.
- นาดยา ปิลาธนนานนท์. (2542). *การเรียนรู้ความคิดรวบยอด*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แม่เ็ด.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น ฉบับปรับปรุงใหม่* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ:
สุวีริยาสาส์น.
- บุปผา วาฑูญ. (2561, 31 สิงหาคม). *ครุ. สัมภาษณ์*.
- ประทุมพร บุญมาวงษา. (2558). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์
โดยใช้คู่มือการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัย
และพัฒนาการศึกษา, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). *การพัฒนาการคิด ฉบับปรับปรุงใหม่* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ:
โรงพิมพ์ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิค พรินติ้ง.
- ปรียา สุขเจริญ. (2549). *ผลการใช้วัฏจักรการเรียนรู้และการสร้างแผนที่ความคิดต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร
มหาบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏ
จันทรเกษม.

- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2544). *การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2530). *การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2548). *ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: แฮตส์ ออฟ เคอร์รี่ส์.
- พิไลวรรณ พรหมขาม. (2560). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่เน้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง เคมีอินทรีย์ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.*
- พิศาล สร้อยธูหฺร่า. (2544). *การศึกษาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย (SCIENCE EDUCATION IN THAILAND)*. กรุงเทพฯ: กุลการพิมพ์ จำกัด.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์. (2545). *พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข. (2548). *วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- ไพศาล วรคำ. (2559). *การวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 8). มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง)* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.
- เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2548). *การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2555). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2541). *เทคนิคการสร้างข้อสอบความถนัดทางการเรียน* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

- วราวรรณ แสงอยู่. (2556). ผลของการใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นที่มีต่อ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วัชรรา เล่าเรียนดี. (2549). เทคนิคและยุทธวิธีพัฒนาทักษะการคิด การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- วันเพ็ญ บุรณสุข, สุธี พรรณหาญ และศักดิ์ สุวรรณฉาย. (2556). การพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 7(3), 128-141.
- วิไลวรรณ แสนนาน. (2553). สาระการเรียนรู้และการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- เวชฤทธิ์ อังคะนภัทรขจร. (2552). การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ”. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 20(1), 25-35.
- ศรัลดา วงเอี่ยม. (2558). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). การจัดการเรียนรู้ *Learning management*. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าส์.
- ศศิวิมล สนิทบุญ. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการใช้คำถามเชิงวิเคราะห์ ที่มีต่อมโนทัศน์และการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องฟิสิกส์อะตอม. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชา การสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ศันสนีย์ นัทรคุปต์ และอุษา ชูชาติ. (2544). ฝึกสมองให้คิดอย่างมีวิจารณญาณ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สกุล มูลแสดง. (2555). *หลักสูตรและสาระการเรียนรู้ชีววิทยา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2560). *รายงานผลการทดสอบระดับชาตินำขึ้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2560*. เข้าถึงได้จาก <http://www.niets.or.th/>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ก). *คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ข). *คู่มือวิทยาศาสตร์มืออาชีพ แนวทางสู่การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสศ.ลาดพร้าว.
- สมจิต ผอมเซ่ง, ดวงเดือน พินสุวรรณ และนอลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์. (2557). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์ มศว.*, 7(1), 160-173.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2541). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กทม: ประสารการพิมพ์.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2546). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กทม: ประสานการพิมพ์.
- สมบัติ พ้ายเรือคำ. (2555). *ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 5). มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2553). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2556). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 6). ชลบุรี : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สาริศา บุญแจ่ม, ประสาท เนืองเฉลิม และประยูร วงศ์จันทร์. (2558). การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และแบบการบริการสังคม เรื่อง สิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อ ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และจิตสาธารณะ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 9(2), 147-158.

- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่ม สาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุม สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักงานนิเทศและพัฒนามาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *วิทยาศาสตร์ ตาม หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและ พัสดุภัณฑ์.
- สำนักงานวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2549). *รายงานการสังเคราะห์แนวคิดและวิธีการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ลิโรจน์ บุญเลิศ. (2555). *ผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับกลวิธีสะท้อนอภิปัญญาที่มี ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนคติทางวิทยาศาสตร์ และอภิปัญญาของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและ การสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- สุทธิณี เพชรทองคำ. (2556). *ผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับ การเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุพลา ทองแป้น. (2552). *ผลของการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามต่อ ความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2554). *จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 10)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- สุริรัตน์ สีนกัน. (2554). ผลของการพัฒนามโนทัศน์โดยการใช้กระบวนการสืบเสาะในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้. กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊กส์ เซ็นเตอร์.
- อรนุช ลิมตศิริ. (2555). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- อติศิษฐ์ ฐตระกูลวงศ์ และอลิศรา ชูชาติ. (2557). ผลของการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้คำถามตามการจำแนกประเภทวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของบลูมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. *OJED*, 9(1), 3484-398.
- Ansberry, K. R., & Morgan, E. (2007). *More picture-perfect science lessons: Using children's books to guide inquiry, K-4: BSCS 5E instructional model*. Arlington, Virginia: the National Science Teachers Association.
- Abdi, A. (2014). The effect of inquiry-based learning method on students academic achievement in science. *Universal Journal of Educational Research*, 2(1), 37-41
- Bloom, B.S. (1956). *Taxonomy of Education Objective, Handbook I: Cognitive Domain*. New York: Mckay.
- Bybee R. W. (2014). The BSCS 5E instructional model: personal reflections and contemporary implications. *Science & Children*, 15(8), 10-13.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Scotter, P. V., Powell, J. C., Westbrook, A., & Lanes, N.. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. Colorado Springs: Office of Science Education National Institutes of Health.
- Cepni, Sahin & Ipek. (2010). Teaching floating and sinking concepts with different methods and techniques based on the 5E instructional model. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*. 11(2), 1-39.
- Cho, T. H., Lee, S. Y., Jeong, D. W., Im, S. J., Choi, E. J., Lee, S.H., Beak, S. Y., Kim, Y. J., Lee, J. G., Yi, Y. H., Bae, M. J., & Yune, S. J. (2012). Analysis of questioning technique during classes in medical education. *BMC Medical Education*, 12(39), 1-7.

- Erickson, H. L. (2007). *Concept-based curriculum and instruction for the thinking classroom*. California: Thousand Oaks.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of education* (3rd ed.). Kingport: McGraw-Hill.
- Qarareh, A. O. (2012). The effect of using the learning cycle method in teaching science on the education achievement of the sixth graders. *International Journal of Education Science*, 4(2) 123-132.
- Reswari, G. P. (2013). *The effect of 7E learning cycle model on the improvement of MTS students' cognitive learning outcomes and science processes skills on the material of liquid pressure*. Master's thesis, Natural Science Education, Faculty of Educational Science, Indonesia University of Education.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

- | | |
|--|--|
| 1. อาจารย์ วัลลภา ปู่หูประเสริฐ | <p>ครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนบ้านสวน (จันอนุสรณ์)
อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี
(ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์)</p> |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมพงษ์ ปันหุ่น | <p>อาจารย์ประจำภาควิชาและจิตวิทยา
ประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา
(ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล
การศึกษา)</p> |
| 3. อาจารย์ ดร. สาลินี ขจรพิสิฐศักดิ์ | <p>อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
(ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาชีววิทยา)</p> |
| 4. อาจารย์ ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ | <p>อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการ
เรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา
(ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา)</p> |
| 5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน | <p>อาจารย์ประจำภาคหลักสูตร
และการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
(ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการ
สอน)</p> |

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว.๐๘๘๑

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๕ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข

อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๕ เมษายน ๒๕๖๒

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย
เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวศิริวรรณ เอี่ยมประเสริฐ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
“ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๕ ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและเมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” โดยอยู่ในความ
ควบคุมดูแลของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการ
สร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญใน
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของ
เครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะ
ได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) เชษฐ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘-๓๘๕๖-๕๑๖๓

(สำเนา)

ที่ อว ๘๑๑๘/๐๐๓๔

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๕ ถ.ลหาดบางแสน ต.แสนสุข

อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๓ มิถุนายน ๒๕๖๒

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนพระนารายณ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวศิริวรรณ เอี่ยมประเสริฐ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
“ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๕ ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและเมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” ในความควบคุมดูแล
ของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์ มีความประสงค์ขออำนวยความสะดวกในการเก็บ
รวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ จำนวน ๒๗ คน โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บ
รวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๑๗ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๒ - ๒๘ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๒
อนึ่ง โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพา
เรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะ
ได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) เชษฐ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ รักษาการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘-๓๘๕๖-๕๑๖๗

(สำเนา)

ที่ อว ๘๑๑๘/๐๐๓๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๕ ถ.ลหาดบางแสน ต.แสนสุข

อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๓ มิถุนายน ๒๕๖๒

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนพระนารายณ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวศิริวรรณ เอี่ยมประเสริฐ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
“ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๕ ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” ในความควบคุมดูแล
ของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออำนาจ
สะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ จำนวน ๒๗ คน โดยผู้วิจัยจะขอ
อนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตัวเอง ระหว่างวันที่ ๓ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๒ ถึงวันที่ ๑๖
สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๒ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของ
มหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะ
ได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) เชษฐ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘-๗๘๕๖-๕๑๖๗

ภาคผนวก ข

- ตารางแสดงการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้
- ตารางแสดงการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ
- ตารางการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

**การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น
ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม**

ตารางที่ ข-1 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กล้องจุลทรรศน์

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. สาระสำคัญ	4	5	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2. ผลการเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4. สาระการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.55	มากที่สุด
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้								
5.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้	4	5	5	4	4	4.40	0.55	มาก
เหมาะสม								
5.2 เนื้อหาเหมาะสมกับ	5	4	5	4	3	4.20	0.84	มาก
เวลาที่สอน								
5.3 เนื้อหาเหมาะสมกับ	4	4	5	4	4	4.20	0.45	มาก
ผู้เรียน								
6. การวัดและประเมินผล	5	5	5	4	3	4.40	0.89	มาก
7. สื่อ/แหล่งเรียนรู้	4	4	5	4	4	4.20	0.45	มาก
	เฉลี่ย					4.44	0.58	มาก

ตารางที่ ข-2 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีและ
โครงสร้างของเซลล์ 1

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	SD	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. สำคัญ	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2. ผลการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4. สารการเรียนรู้	4	4	4	4	5	4.20	0.45	มาก
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้								
5.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้ เหมาะสม	5	4	5	4	4	4.40	0.55	มาก
5.2 เนื้อหาเหมาะสมกับ เวลาที่สอน	4	4	5	4	4	4.20	0.45	มาก
5.3 เนื้อหาเหมาะสมกับ ผู้เรียน	4	4	5	4	4	4.20	0.45	มาก
6. การวัดและประเมินผล	4	4	5	4	3	4.00	0.71	มาก
7. สื่อ/แหล่งเรียนรู้	4	4	5	4	4	4.20	0.45	มาก
	เฉลี่ย					4.36	0.51	มาก

ตารางที่ ข-3 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ทฤษฎีและ
โครงสร้างของเซลล์ 2

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	SD	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. สารสำคัญ	5	4	5	4	4	4.40	0.55	มาก
2. ผลการเรียนรู้	5	4	5	4	4	4.40	0.55	มาก
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4. สารการเรียนรู้	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้								
5.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้ เหมาะสม	4	4	5	4	4	4.20	0.45	มาก
5.2 เนื้อหาเหมาะสมกับ เวลาที่สอน	5	4	5	4	4	4.40	0.55	มาก
5.3 เนื้อหาเหมาะสมกับ ผู้เรียน	5	4	5	4	4	4.40	0.55	มาก
6. การวัดและประเมินผล	4	4	5	4	3	4.00	0.71	มาก
7. สื่อ/แหล่งเรียนรู้	5	4	5	4	4	4.40	0.55	มาก
	เฉลี่ย					4.38	0.54	มาก

ตารางที่ ข-4 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การสื่อสารระหว่างเซลล์

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. สารสำคัญ	5	3	5	4	4	4.20	0.84	มาก
2. ผลการเรียนรู้	5	3	5	4	4	4.20	0.84	มาก
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4. สารการเรียนรู้	5	3	4	4	5	4.20	0.84	มาก
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้								
5.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	3	5	4	4	4.20	0.84	มาก
5.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	3	5	4	4	4.20	0.84	มาก
5.3 เนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	5	3	5	4	4	4.20	0.84	มาก
6. การวัดและประเมินผล	5	4	5	4	3	4.20	0.84	มาก
7. สื่อ/แหล่งเรียนรู้	5	3	5	4	4	4.20	0.84	มาก
	เฉลี่ย					4.24	0.80	มาก

ตารางที่ ข-5 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การสลาย
สารอาหารระดับเซลล์ 1

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	SD	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. สารสำคัญ	5	4	5	4	4	4.40	0.55	มาก
2. ผลการเรียนรู้	5	4	5	4	4	4.40	0.55	มาก
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
4. สารการเรียนรู้	4	4	4	4	5	4.20	0.45	มาก
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้								
5.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้ เหมาะสม	5	4	5	4	4	4.40	0.55	มาก
5.2 เนื้อหาเหมาะสมกับ เวลาที่สอน	4	3	5	4	4	4.00	0.71	มาก
5.3 เนื้อหาเหมาะสมกับ ผู้เรียน	5	3	5	4	4	4.20	0.84	มาก
6. การวัดและประเมินผล	4	4	5	4	3	4.00	0.71	มาก
7. สื่อ/แหล่งเรียนรู้	5	4	5	4	4	4.40	0.55	มาก
	เฉลี่ย					4.27	0.60	มาก

ตารางที่ ข-6 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การสลาย
สารอาหารระดับเซลล์ 2

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	SD	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. สารสำคัญ	4	4	5	4	4	4.20	0.45	มาก
2. ผลการเรียนรู้	5	4	5	4	4	4.40	0.55	มาก
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
4. สารการเรียนรู้	4	4	4	4	5	4.20	0.45	มาก
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้								
5.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้ เหมาะสม	5	4	5	4	4	4.40	0.55	มาก
5.2 เนื้อหาเหมาะสมกับ เวลาที่สอน	5	3	5	4	4	4.20	0.84	มาก
5.3 เนื้อหาเหมาะสมกับ ผู้เรียน	5	3	5	4	4	4.20	0.84	มาก
6. การวัดและประเมินผล	4	4	5	4	3	4.00	0.71	มาก
7. สื่อ/แหล่งเรียนรู้	5	4	5	4	4	4.40	0.55	มาก
	เฉลี่ย					4.27	0.61	มาก

ตารางที่ ข-7 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	\bar{X}	SD	ระดับความเหมาะสม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	4.44	0.58	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	4.36	0.51	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	4.38	0.54	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	4.24	0.80	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	4.27	0.60	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	4.27	0.61	มาก
เฉลี่ย	4.33	0.61	มาก

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC)
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยา

ตารางที่ ข-8 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนในวิชาชีววิทยา

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
15	+1	+1	-1	+1	+1	0.6	ใช้ได้
16	+1	+1	-1	+1	+1	0.6	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้

ตารางที่ ข-8 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
23	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
33	+1	+1	-1	+1	+1	0.6	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
35	+1	+1	-1	+1	+1	0.6	ใช้ได้
36	+1	+1	-1	+1	+1	0.6	ใช้ได้
37	+1	+1	-1	+1	+1	0.6	ใช้ได้
38	+1	+1	-1	+1	+1	0.6	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
41	0	+1	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้
42	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
43	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
44	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
45	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
46	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
47	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
48	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้

ตารางที่ ข-8 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
49	+1	-1	+1	+1	+1	0.6	ใช้ได้
50	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
51	+1	0	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้
52	+1	+1	-1	+1	+1	0.6	ใช้ได้
53	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
54	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
55	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
56	0	+1	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้
57	-1	+1	+1	+1	+1	0.6	ใช้ได้
58	+1	+1	-1	+1	+1	0.6	ใช้ได้
59	+1	+1	-1	+1	+1	0.6	ใช้ได้
60	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
61	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
62	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
63	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
64	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
65	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
66	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
67	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
68	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
69	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
70	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
71	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
72	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
73	+1	+1	-1	+1	+1	0.6	ใช้ได้
74	+1	+1	-1	+1	+1	0.6	ใช้ได้

ตารางที่ ข-8 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
75	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
76	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
77	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
78	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
79	0	+1	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้
80	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
81	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
82	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
83	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
84	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
85	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
86	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
87	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
88	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
89	+1	+1	-1	+1	+1	0.6	ใช้ได้
90	+1	+1	-1	+1	+1	0.6	ใช้ได้
91	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
92	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
93	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
94	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
95	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
96	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
97	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
98	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
99	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
100	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (B)
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีพวิทยา

ตารางที่ ข-9 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีพวิทยา

ข้อที่	P	B	ผลการ ประเมิน	ใช้เป็น ข้อที่	ข้อที่	P	B	ผลการ ประเมิน	ใช้เป็น ข้อที่
1	0.67	0.64	ใช้ได้	1	22	0.33	0.25	ใช้ได้	11
2	0.59	0.34	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	23	0.70	0.42	ใช้ได้	12
3	0.70	0.57	ใช้ได้	2	24	0.67	0.05	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
4	0.59	0.34	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	25	0.74	-0.09	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
5	0.59	0.19	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง	26	0.52	0.34	ใช้ได้	13
6	0.63	0.27	ใช้ได้	3	27	0.67	-0.25	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
7	0.52	0.48	ใช้ได้	4	28	0.52	0.34	ใช้ได้	14
8	0.78	-0.16	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง	29	0.63	0.42	ใช้ได้	15
9	0.67	0.12	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง	30	0.70	0.13	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
10	0.67	0.20	ใช้ได้	5	31	0.56	0.26	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
11	0.63	0.57	ใช้ได้	6	32	0.56	0.56	ใช้ได้	16
12	0.63	0.42	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	33	0.37	0.03	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
13	0.78	0.13	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง	34	0.52	0.78	ใช้ได้	17
14	0.52	0.63	ใช้ได้	7	35	0.63	0.27	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
15	0.78	0.28	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	36	0.63	0.71	ใช้ได้	18
16	0.52	0.48	ใช้ได้	8	37	0.59	0.49	ใช้ได้	19
17	0.59	0.34	ใช้ได้	9	38	0.70	-0.17	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
18	0.74	-0.09	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง	39	0.41	0.40	ใช้ได้	20
19	0.52	0.48	ใช้ได้	10	40	0.48	0.26	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
20	0.56	0.26	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	41	0.67	0.35	ใช้ได้	21
21	0.56	-0.03	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง	42	0.67	0.20	ใช้ได้	ตัดทิ้ง

ตารางที่ ข-9 (ต่อ)

ข้อที่	P	B	ผลการ ประเมิน	ใช้เป็น ข้อที่	ข้อที่	P	B	ผลการ ประเมิน	ใช้เป็น ข้อที่
43	0.52	0.48	ใช้ได้	22	68	0.48	0.41	ใช้ได้	34
44	0.78	-0.02	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง	69	0.74	-0.39	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
45	0.59	0.49	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	70	0.74	0.20	ใช้ได้	35
46	0.52	0.48	ใช้ได้	23	71	0.48	0.55	ใช้ได้	36
47	0.52	0.63	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	72	0.41	0.40	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
48	0.52	0.63	ใช้ได้	24	73	0.30	0.32	ใช้ได้	37
49	0.78	-0.46	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง	74	0.78	0.13	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
50	0.67	0.20	ใช้ได้	25	75	0.67	0.49	ใช้ได้	38
51	0.41	0.40	ใช้ได้	26	76	0.63	0.71	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
52	0.44	0.48	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	77	0.78	-0.31	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
53	0.33	0.40	ใช้ได้	27	78	0.59	0.64	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
54	0.63	0.27	ใช้ได้	28	79	0.41	0.40	ใช้ได้	39
55	0.70	-0.17	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง	80	0.59	0.49	ใช้ได้	40
56	0.37	0.32	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	81	0.59	0.34	ใช้ได้	41
57	0.67	0.49	ใช้ได้	29	82	0.41	0.40	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
58	0.56	0.12	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง	83	0.67	0.64	ใช้ได้	42
59	0.74	-0.09	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง	84	0.63	0.57	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
60	0.56	0.26	ใช้ได้	30	85	0.33	0.25	ใช้ได้	43
61	0.74	0.50	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	86	0.33	0.40	ใช้ได้	44
62	0.67	0.20	ใช้ได้	31	87	0.67	0.35	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
63	0.41	0.40	ใช้ได้	32	88	0.70	-0.32	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
64	0.78	-0.16	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง	89	0.56	0.26	ใช้ได้	45
65	0.48	0.41	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	90	0.67	0.35	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
66	0.52	0.48	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	91	0.74	0.35	ใช้ได้	46
67	0.56	0.41	ใช้ได้	33	92	0.41	0.40	ใช้ได้	ตัดทิ้ง

ตารางที่ ข-9 (ต่อ)

ข้อที่	P	B	ผลการ ประเมิน	ใช้เป็น ข้อที่	ข้อที่	P	B	ผลการ ประเมิน	ใช้เป็น ข้อที่
93	0.78	-0.02	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง	97	0.48	0.41	ใช้ได้	49
94	0.52	0.63	ใช้ได้	47	98	0.70	-0.47	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
95	0.52	0.48	ใช้ได้	48	99	0.67	-0.10	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
96	0.52	0.63	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	100	0.44	0.48	ใช้ได้	50

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยา คือ 0.94

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC)
ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ในวิชาชีพวิทยา

ตารางที่ ข-10 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์
ในวิชาชีพวิทยา

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
5	+1	0	+1	+1	0	0.6	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้

ตารางที่ ข-10 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
23	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (B)
ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ในวิชาชีพวิทยา

ตารางที่ ข-11 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
วัดมโนทัศน์ในวิชาชีพวิทยา

ข้อที่	P	B	ผลการ ประเมิน	ใช้เป็น ข้อที่	ข้อที่	P	B	ผลการ ประเมิน	ใช้เป็น ข้อที่
1	0.52	0.81	ใช้ได้	1	16	0.48	0.26	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
2	0.59	0.23	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	17	0.56	0.60	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
3	0.74	0.28	ใช้ได้	2	18	0.59	0.53	ใช้ได้	9
4	0.67	0.41	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	19	0.48	0.57	ใช้ได้	10
5	0.70	0.19	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง	20	0.41	0.69	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
6	0.56	0.75	ใช้ได้	3	21	0.44	0.94	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
7	0.63	0.63	ใช้ได้	4	22	0.52	0.66	ใช้ได้	11
8	0.52	0.81	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	23	0.48	0.57	ใช้ได้	12
9	0.59	0.38	ใช้ได้	5	24	0.22	0.55	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
10	0.44	0.78	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	25	0.30	0.42	ใช้ได้	13
11	0.63	0.16	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง	26	0.48	-0.05	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
12	0.44	0.32	ใช้ได้	6	27	0.33	0.36	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
13	0.48	0.11	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง	28	0.26	0.33	ใช้ได้	14
14	0.44	0.63	ใช้ได้	7	29	0.41	0.69	ใช้ได้	15
15	0.63	0.47	ใช้ได้	8	30	0.33	0.51	ใช้ได้	ตัดทิ้ง

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมโนทัศน์ในวิชาชีพวิทยา คือ 0.93

ตารางที่ ข-12 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยวิเคราะห์ด้วยการทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว (One sample t-test)

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Posttest	27	35.67	1.981	.381

One-Sample Test

	Test Value = 19.6					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Posttest	1.794	26	.092	.667	-.1169	1.45

ตารางที่ ข-13 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับ
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามก่อนเรียน
และหลังเรียน โดยวิเคราะห์ด้วยการทดสอบทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน
(Dependent sample t-test)

Paired-Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 Pretest	17.407	27	3.80545	.7324
Posttest	35.667	27	1.98068	.3812

Paired-Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Pretest & Posttest	27	.289	.144

Paired-Samples Test

	Paired-Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 Pretest- Posttest	-18.259	3.7477	.72125	-19.742	-16.777	-25.32	26	.000

ตารางที่ ข-14 ผลการวิเคราะห์คะแนนมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยวิเคราะห์ด้วยการทดสอบที่แบบกลุ่มเดียว (One sample t-test)

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Posttest	27	32.111	1.717	.3305

One-Sample Test

	Test Value = 19.6					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Posttest	1.849	26	.076	.611	-.0682	1.2904

ตารางที่ ข-15 ผลการวิเคราะห์คะแนนมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามก่อนเรียนและหลังเรียน โดยวิเคราะห์ด้วยการทดสอบทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent sample t-test)

Paired-Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 Pretest	12.111	27	1.6718	.32174
Posttest	32.111	27	1.7172	.33047

Paired-Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Pretest & Posttest	27	-.313	.112

Paired-Samples Test

	Paired-Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 Pretest- Posttest	-20.00	2.7456	.5284	-21.086	-18.914	-37.85	26	.000

ภาคผนวก ค

- ตัวอย่างแผนการเรียนรู้
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยา
- แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ชื่อหน่วย โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์
เรื่อง กล้องจุลทรรศน์ รหัสวิชา ว31241 ชื่อรายวิชา ชีววิทยา (เพิ่มเติม)
ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 เวลา 3 คาบ
ผู้สอน นางสาวศิริวรรณ เอี่ยมประเสริฐ

1. สาระและมาตรฐาน

สาระที่ 4 ชีววิทยา

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิบัติในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

2. สาระสำคัญ

กล้องจุลทรรศน์ เป็นเครื่องมือที่ส่องวัตถุหรือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งการศึกษาทางชีววิทยาในห้องปฏิบัติการของโรงเรียนส่วนใหญ่จะใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ดังนั้นการรู้จักส่วนประกอบของกล้อง หน้าที่การทำงานของส่วนประกอบต่าง ๆ จึงเป็นสิ่งสำคัญที่นักเรียนต้องทราบเกี่ยวกับส่วนประกอบของกล้อง ประกอบด้วย ส่วนที่เป็นตัวกล้อง ส่วนที่ทำหน้าที่รับแสง และส่วนที่ทำหน้าที่ขยายภาพ สุดท้ายสิ่งที่สำคัญคือ การใช้กล้องจุลทรรศน์อย่างถูกต้องและทราบข้อควรปฏิบัติในการใช้ การเก็บรักษากล้องจุลทรรศน์ เพื่อให้การศึกษาชีววิทยาบรลุวัตถุประสงค์มากที่สุด

การวัดขนาดของวัตถุจากกล้องจุลทรรศน์นั้น มีหลายวิธีด้วยกัน ได้แก่ วิธีการคำนวณขนาดของวัตถุโดยใช้ไม้มบรรทัดใส วิธีการคำนวณขนาดของวัตถุโดยสเกลเวอร์เนียร์บนแท่นกลและวิธีการคำนวณขนาดของวัตถุโดยใช้ไมโครมิเตอร์ โดยวิธีการที่ให้ความสำคัญในระดับนี้คือวิธีการคำนวณขนาดของวัตถุโดยใช้ไม้มบรรทัดใส

3. ผลการเรียนรู้

ว 4.1 ม.4-6/10 บอกวิธีการและเตรียมตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง วัดขนาดโดยประมาณและวาดภาพที่ปรากฏภายใต้กล้อง บอกวิธีใช้และการดูแลรักษากล้องจุลทรรศน์ใช้แสงที่ถูกต้อง

4. วัตถุประสงค์

เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้นี้แล้วนักเรียน

4.1 ด้านความรู้ (Knowledge: K)

1. สามารถอธิบายส่วนประกอบ หน้าที่ ของกล้องจุลทรรศน์ และการใช้ในการศึกษาทางชีววิทยาได้อย่างถูกต้อง

2. สามารถคำนวณหาขนาดวัตถุโดยใช้ไม้บรรทัดได้

4.2 ด้านทักษะ (Process skills: P)

1. มีทักษะการคำนวณ

2. มีทักษะการสังเกต

3. สามารถใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ (กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง) ได้อย่างถูกต้อง

4.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude: A)

1. มีความสนใจใฝ่เรียนรู้

2. มีความกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ

3. มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

5. ภาระงาน/ชิ้นงาน

5.1 ใบงาน เรื่อง กล้องจุลทรรศน์

5.2 แบบฝึกหัด เรื่อง การวัดขนาดของเซลล์

6. สาระการเรียนรู้

ในการศึกษาทางด้านจุลชีววิทยาซึ่งเป็นการศึกษาลิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จึงจำเป็นต้องอาศัยกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งเป็นเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่สำคัญสำหรับผู้ที่ศึกษาวิชาชีววิทยาจึงควรเรียนรู้เกี่ยวกับกล้องจุลทรรศน์และวิธีใช้ที่ถูกต้อง ในปัจจุบันวิทยาการในด้านต่างๆ ได้เจริญก้าวหน้าไปมาก รวมทั้งมีการประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์แบบใหม่ ๆ ขึ้น จึงทำให้การศึกษาในวิชาชีววิทยารุดหน้าไปอย่างรวดเร็วกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้กันแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบใช้แสงและแบบใช้แสงอิเล็กตรอน

กล้องจุลทรรศน์: แบบใช้แสง แบ่งออกเป็น 2 ชนิดด้วยกัน

1. กล้องจุลทรรศน์อย่างง่ายหรือแว่นขยาย (Compound Microscope or Magnifying glass) ซึ่งใช้เพียงเลนส์นูนเพียงอันเดียวเป็นตัวช่วยในการขยายวัตถุให้ดูใหญ่ขึ้น และภาพที่ได้จะเป็นภาพเสมือน

2. กล้องจุลทรรศน์เชิงซ้อน (Compound Light Microscope) เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่มีระบบเลนส์ที่ทำหน้าที่ขยายภาพ 2 ชุดด้วยกัน คือ เลนส์ใกล้วัตถุ และเลนส์ใกล้ตา กล้องจุลทรรศน์เชิงซ้อนที่ใช้งานทั่วไปในห้องปฏิบัติการจะเป็นชนิด Light field Microscope หรือ Bright field Microscope หลักการทำงานของกล้องจุลทรรศน์ชนิดนี้คือ เมื่อแสงไฟจากหลอดไฟเป็นแหล่งกำเนิดแสงจะถูกรวบรวมแสงโดย Condenser lens ไปตกที่วัตถุที่วางบนแท่นวางวัตถุ (Specimen stage) จากนั้นเลนส์ใกล้วัตถุ (Objective lens) จะเป็นตัวขยายวัตถุให้ได้ภาพที่ใหญ่ขึ้น แล้วจะส่งต่อไปยัง เลนส์ใกล้ตา (Ocular lens) เพื่อขยายภาพสุดท้าย

➤ **องค์ประกอบของกล้องจุลทรรศน์เชิงซ้อนแบบใช้แสง**

1. **ส่วนฐาน (Base)** คือส่วนฐานที่วางติดกับโต๊ะ มีหลอดไฟฟ้าติดอยู่ที่ฐานกล้องพร้อมสวิตช์ปิดเปิด
2. **ส่วนแขน (Arm)** คือส่วนที่ยึดติดระหว่างลำกล้องกับส่วนฐาน
3. **ลำกล้อง (Body tube)** มีเลนส์ใกล้ตาติดอยู่ด้านบน ส่วนด้านล่างติดกับแผ่นหมุน ซึ่งมีเลนส์ใกล้วัตถุติดอยู่ บางกล้องมีปริซึมติดอยู่เพื่อหักเหแสงจากเลนส์ใกล้วัตถุให้ผ่านเลนส์ใกล้ตา
4. **แผ่นหมุน (Revolving nosepiece)** คือแผ่นกลมหมุนได้ มีเลนส์ใกล้วัตถุติดอยู่เพื่อหมุนเปลี่ยนกำลังขยายของเลนส์ตามความต้องการ
5. **เลนส์ใกล้วัตถุ (Objective lens)** คือเลนส์ที่ติดอยู่บนแผ่นหมุน ตามปกติจะมี 3 หรือ 4 อัน แต่ละอันจะมีตัวเลขแสดงกำลังขยายกำกับไว้ เช่น x4, x10, x40 หรือ x100 เป็นต้น
6. **เลนส์ใกล้ตา (Eyepiece lens)** คือเลนส์ชุดที่อยู่ส่วนบนสุดของกล้อง มีตัวเลขบอกกำลังขยายอยู่ทางด้านบน เช่น x5, x10, หรือ x15 เป็นต้น บางกล้องมีเลนส์ใกล้ตาอันเดียว (Monocular) บางกล้องมีเลนส์ใกล้ตา 2 อัน (Binocular) เลนส์ชุดนี้ขยายภาพที่เกิดจากเลนส์ใกล้วัตถุ ภาพที่เห็นมีขนาดขยาย เป็นภาพเสมือนหัวกลับ และกลับซ้ายเป็นขวากับวัตถุ
7. **วงล้อปรับภาพ (Adjustment wheel)** สำหรับปรับระยะห่างระหว่างวัตถุกับเลนส์ใกล้วัตถุ เพื่อปรับภาพให้เห็นชัด ซึ่งระยะห่างที่ทำให้เห็นภาพชัด เรียกว่า ระยะการทำงานของกล้อง (Working distance) หรือระยะโฟกัสของกล้อง วงล้อดังกล่าวมี 2 ชนิด คือ ชนิดปรับภาพหยาบ (Coarse adjustment wheel) ใช้ปรับระยะห่างระหว่างวัตถุกับเลนส์ใกล้วัตถุชนิดกำลังขยาย 10 เท่าลงมา และชนิดปรับภาพละเอียด (Fine adjustment wheel) ใช้ปรับภาพให้ชัด เมื่อใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายสูง 40 เท่าขึ้นไป
8. **แท่นวางวัตถุ (Stage)** มีช่องตรงกลางสำหรับให้แสงผ่าน และใช้วางสไลด์แก้ว เป็นอุปกรณ์ที่เคลื่อนที่ได้ (Mechanical stage) ด้วยการหมุนปุ่มบังคับ อุปกรณ์ดังกล่าวมีคลิปเกาะสไลด์ และมีสเกลบอกตำแหน่งของสไลด์บนแท่นวางวัตถุ ฉะนั้นอุปกรณ์นี้จะช่วยอำนวยความสะดวกใน

การเลื่อนสไลด์ไปทางขวา ซ้าย หน้า และหลัง ได้ในขณะที่ตามองภาพในกล้อง ช่วยให้หาภาพได้รวดเร็ว และมีสเกลบอกตำแหน่งของวัตถุบนสไลด์

8. **คอนเดนเซอร์ (Condenser)** คือชุดของเลนส์ที่ทำหน้าที่รวมแสงให้มีความเข้มมากที่สุด เพื่อส่องวัตถุบนสไลด์แก้วให้สว่างที่สุด มีปุ่มปรับความสูงต่ำของ Condenser

9. **ไอริสไดอะแฟรม (Iris diaphragm)** เป็นม่านปรับรูเปิดเพื่อให้แสงผ่านเข้า Condenser และมีปุ่มสำหรับปรับ Iris diaphragm ให้แสงผ่านเข้ามายน้อยตามต้องการ

10. **แหล่งกำเนิดแสง (Light source)** เป็นหลอดไฟฟ้าให้แสงสว่างติดอยู่ที่ฐานกล้อง มีสวิตช์เปิดปิด และมีสเกลปรับปริมาณแสงสว่าง

➤ **การใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูวัตถุด้วยเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 4x 10x และ 40x**

1. วางกล้องจุลทรรศน์ให้ตัวกล้องอยู่ห่างจากขอบโต๊ะพอสมควร
2. หมุน Resolving nosepiece ที่มีกำลังขยายต่ำสุด (4x) อยู่ตรงกับตำแหน่งวัตถุที่จะ

ศึกษา

3. นำสไลด์ที่มีวัตถุที่ต้องการศึกษาไว้บนแท่น ยึดด้วยที่ยึดสไลด์
4. หมุนปุ่มปรับภาพหยาบ ให้แท่นอยู่ห่างจากเลนส์ใกล้วัตถุประมาณ 4 มิลลิเมตร
5. เลื่อนคอนเดนเซอร์เลนส์ให้ใกล้แท่นมากที่สุดแต่ไม่ให้เลนส์ของคอนเดนเซอร์โผล่

ขึ้นเหนือแท่นวางวัตถุ

6. ปรับไอริสไดอะแฟรมให้ความเข้มของแสงเหลือประมาณครึ่งหนึ่งของความเข้มแสงทั้งหมด

7. ตามองกล้องขณะที่มือหมุนปุ่มปรับภาพหยาบ ในทิศทางที่ทำให้แท่นวางสไลด์ลอยห่างจากเลนส์ใกล้วัตถุ จนกระทั่งเห็นภาพ แล้วจึงหมุนปุ่มปรับภาพละเอียดโฟกัสให้ภาพคมชัดขึ้น

8. ปรับไอริสไดอะแฟรมให้เข้มแสงพอเหมาะ

9. เมื่อเปลี่ยนเลนส์ใกล้วัตถุให้มีกำลังขยายสูงขึ้น ขอบเขตของภาพในกล้องจะลดลง ดังนั้นจึงต้องเลื่อนวัตถุให้อยู่บริเวณกลางก่อน แล้วจึงหมุนรีโรลวงโนสพิสให้เลนส์ใกล้วัตถุมีกำลังขยายสูงขึ้น (10x) เข้าที่ ปรับโฟกัสจนเห็นภาพชัดเจน

10. เมื่อเปลี่ยนเลนส์ใกล้วัตถุให้มีกำลังขยายสูงขึ้นอีก ให้หมุน Resolving nosepiece เพื่อเปลี่ยนเลนส์ใกล้วัตถุได้เลย และปรับภาพให้ชัดเจนขึ้น โคนหมุนปุ่มปรับภาพละเอียดเท่านั้น ปรับความเข้มของแสงให้พอเหมาะเมื่อ

➤ **ข้อควรปฏิบัติในการใช้กล้องจุลทรรศน์**

1. ถือกล้องโดยใช้มือหนึ่งจับส่วนแขน อีกมือหนึ่งประคองฐานกล้องไม่ให้กล้องจุลทรรศน์เพราะเลนส์ใกล้ตาอาจชำรุดเสียหายได้
2. ใช้ปุ่มปรับภาพหยาบในการโฟกัสวัตถุเมื่อใช้เลนส์กำลังขยายต่ำ เมื่อเปลี่ยนเป็นเลนส์กำลังขยายสูงให้ปรับเฉพาะปุ่มปรับภาพละเอียด เพื่อป้องกันเลนส์กระแทกสไลด์
3. สไลด์ที่ใช้ส่อง ควรเช็คให้แห้งทุกครั้งก่อนวางบน Stage เพื่อป้องกันความชื้น
4. การเปลี่ยนกำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุทำได้โดย หมุน Resolving nosepiece หมุนโดยดันเลนส์ใกล้วัตถุเพื่อป้องกันเลนส์ใกล้วัตถุเสียหาย
5. กรณีใช้เลนส์กำลังขยาย 100x ให้ใช้น้ำมันซีดาร์เชื่อมระหว่างวัตถุกับเลนส์
6. ใช้กระดาษเช็ดเลนส์ในการเช็ดและทำความสะอาดเลนส์ ส่วนตัวกล้องให้ใช้ผ้านุ่มเช็ด
7. ขณะเก็บกล้องให้พันสายไฟให้เรียบร้อย
8. เก็บกล้องในที่แห้งเพื่อป้องกันเลนส์ขึ้นรา

➤ **การใช้กล้องส่องดูวัตถุด้วยเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 100 เท่า (100x)**

ในกรณีที่ต้องการศึกษาวัตถุที่มีขนาดเล็กมาก ๆ ต้องใช้เลนส์วัตถุชนิดหล่อน้ำมัน (Oil immersion objective) ซึ่งได้แก่ เลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยาย 100x โดยมีวิธีดังนี้

- 1) ปรับภาพให้ชัดเจนด้วยเลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยาย 10x และ 40x ตามลำดับ โดยเลือกตำแหน่งที่ต้องการขยายให้พร้อมด้วย
- 2) หมุนเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 40x ออกแล้วหยคน้ำมันบนสไลด์ หมุนเลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยาย 100x ให้เข้าที่ และหมุนปุ่มปรับภาพละเอียดให้เห็นชัดเจน
- 3) ปรับความเข้มแสงของแสงให้พอเหมาะ
- 4) ห้ามใช้เลนส์ใกล้วัตถุชนิดหล่อน้ำมันกับสไลด์แบบเปียก เพราะน้ำอาจซึมไปถึงเลนส์และทำให้เลนส์เสียหายได้

การคำนวณหาขนาดของวัตถุที่ศึกษาได้กล้องจุลทรรศน์ โดยใช้ไม้บรรทัดใส

1. อ่านค่ากำลังขยายของเลนส์ใกล้ตา และเลนส์ใกล้วัตถุคำนวณ
2. กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์โดยคิด ผลคูณระหว่างกำลังขยายของเลนส์ใกล้ตา กับเลนส์ใกล้วัตถุ
3. วางไม้บรรทัดพลาสติกใส่อย่างบางโดยที่ด้านเซนติเมตรอยู่ตรงช่องกลมของแท่นวางวัตถุของกล้องจุลทรรศน์ ปรับให้มองเห็นสเกลชัดเจนด้วยกำลังขยายต่ำ ดังภาพที่เกิดขึ้น นับจำนวน

มิลลิเมตรจากขอบด้านหนึ่งจนถึงขอบอีกด้านหนึ่งที่มองเห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์ซึ่งก็คือความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของจอภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ขณะที่ใช้กำลังขยายต่ำ

4. บันทึกค่าแล้วนำไปแทนค่าในสูตร

วิธีการคำนวณขนาดของวัตถุโดยใช้ไม้มบรรทัดใส มีสูตรการคำนวณคือ

สูตร การหาขนาดวัตถุ

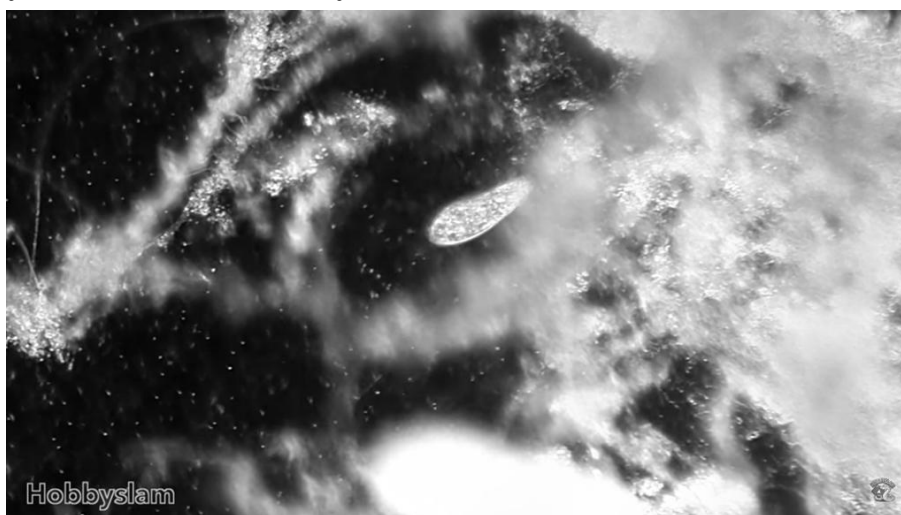
$$\text{ขนาดวัตถุจริง} = \frac{\text{ขนาดของภาพที่ปรากฏ}}{\text{กำลังขยายทั้งหมดของกล้องจุลทรรศน์}}$$

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ: Engagement (20 นาที)

ครูสร้างความสนใจให้นักเรียนโดยการเปิดบางส่วนของ คลิปวิดีโอ “สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก” จากนั้นครูตั้งคำถามในการสนทนาเข้าสู่บทเรียน



ที่มา <https://www.youtube.com/watch?v=UYOeIAj7vLk>

คำถาม : จากคลิปวิดีโอ นักเรียนรู้จักหรือเคยพบเห็นสิ่งมีชีวิตนี้หรือไม่ ถ้าเคยเห็นแล้วสามารถบอกได้ไหมว่าสิ่งมีชีวิตนี้มีชื่อเรียกว่าอะไร (ถามความรู้หรือความจำ)

แนวคำตอบ : เคย คือ โปรโตซัว, พารามีเซียม, สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว/ ไมเคย

คำถาม : นักเรียนคิดว่าเจ้าสิ่งมีชีวิตนี้น่าจะมีขนาดเล็กหรือใหญ่แล้วสามารถพบได้ตามสถานที่ใด (ถามความรู้หรือความจำ)

แนวคำตอบ : เล็ก พบเจอได้ตามแหล่งน้ำธรรมชาติ

คำถาม : ถ้าสิ่งมีชีวิตนี้นักเรียนคิดว่าสิ่งที่สิ่งมีชีวิตเหล่านี้มีขนาดเล็กมาก ๆ การศึกษาสิ่งมีชีวิตเหล่านี้จึงไม่ได้เป็นไปได้ง่าย นักเรียนคิดว่าจะนำเครื่องมืออะไรมาใช้เพื่อช่วยในการศึกษา (ถามการนำไปใช้)

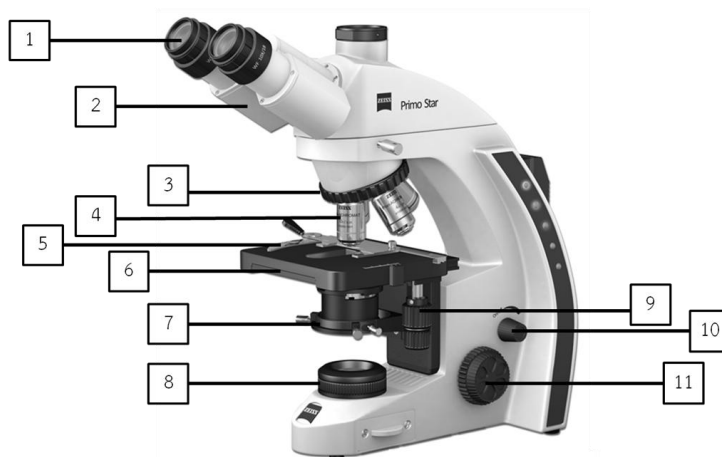
แนวคำตอบ : กล้องจุลทรรศน์/ กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง/ แวนชยาย

คำถาม : นักเรียนทุกคนเคยมีประสบการณ์ในการใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงหรือไม่ กล้องจุลทรรศน์แบบไหนบ้างที่นักเรียนเคยเห็น พร้อมยกตัวอย่าง (ถามความรู้หรือความจำ)

แนวคำตอบ : เคย เช่น กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ฯลฯ / ไม่เคย

จากการสอบถามนักเรียนเพื่อเป็นการให้นักเรียนได้ทบทวนถึงความรู้ที่มีเกี่ยวกับการใช้กล้องจุลทรรศน์ ครูฉายรูปกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงฉายขึ้นจอ Projector โดยใส่หมายเลขขององค์ประกอบไว้ จากนั้นชี้แจงนักเรียน ถึงกิจกรรม

คำชี้แจง : ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่ม (กลุ่มละ 6-7 คน) แล้วแจกใบงานเรื่อง กล้องจุลทรรศน์ให้นักเรียนในกลุ่มปริศนาหรือกัน หลังจากนั้นแข่งกันยกมือขึ้น เพื่อที่จะตอบคำถามองค์ประกอบของกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ที่ครูฉายขึ้นจอ Projector โดยเลือกหมายเลขตอบได้ 1 หมายเลขต่อการยกมือ 1 ครั้ง หากตอบถูกต้องจะได้คะแนนสะสมของกลุ่มคำตอบละ 1 คะแนน (โดยตอบได้ทั้งชื่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ)



คัดแปลงจาก : <http://classfifih53.darkbb.com/t6-topic>

เมื่อนักเรียนตอบคำถามหมดทุกหมายเลขแล้ว ครูรวมคะแนนและประกาศผลกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด พร้อมกับกล่าวชื่นชมและปรบมือให้ ส่วนกลุ่มที่ไม่ได้คะแนนสูงสุด ครูกล่าวชมเชยในการให้ความสนใจและให้ความร่วมมือในการจัดกิจกรรม

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา : exploration (80 นาที)


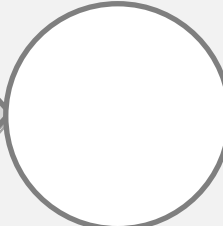
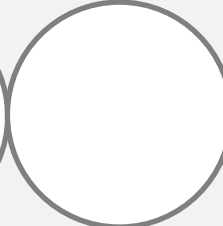
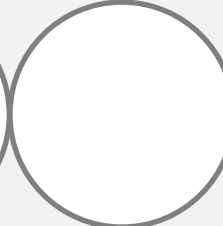
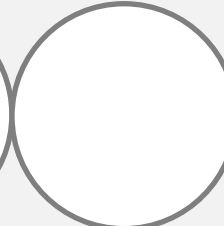
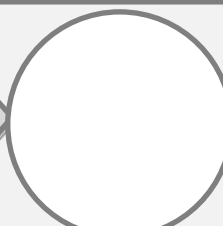
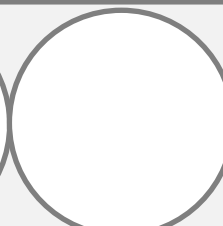
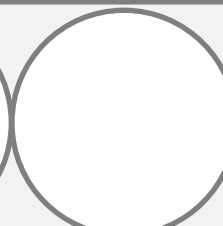
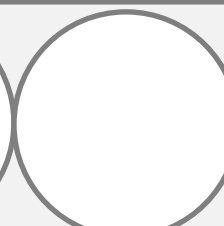
1) ครูนำนักเรียนเข้าสู่ขั้นสำรวจและค้นหา โดยให้นักเรียนศึกษาวิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์จากใบชี้แจงข้อควรปฏิบัติในการใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

2) ครูสอบถามความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้กล้องจุลทรรศน์ โดยเชิญอาสาสมัครออกมาสาธิตการใช้กล้องจุลทรรศน์ ครูคอยแนะนำในกรณีนักเรียนปฏิบัติผิด

3) จากนั้นชี้แจงกิจกรรม เรื่อง องค์ประกอบของกล้องจุลทรรศน์เชิงซ้อนแบบใช้แสง และข้อควรปฏิบัติในการใช้อย่างถูกวิธี โดยกิจกรรมมีดังต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการศึกษาเซลล์พืช โดยใช้ส่วนใบในการศึกษา เยื่อบนใบและเยื่อใต้ใบสังเกตความแตกต่างของแต่ละบริเวณ จากนั้นสังเกตดูความแตกต่างของภาพภายใต้กล้องจุลทรรศน์เชิงซ้อนแบบใช้แสง เมื่อเปลี่ยนกำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ จาก $4X \rightarrow 10X \rightarrow 40X$ ตามลำดับ (ยกเว้น $100X$)

2. วาดภาพที่ศึกษาได้กล้องจุลทรรศน์ ลงในสมุด

		กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ			
		ภาพจริง	4X	10X	40X
ภาพเซลล์ใบพืช บริเวณใต้ใบ					
					
กำลังขยายทั้งหมด =	เท่าเท่าเท่าเท่า

ในระหว่างศึกษาคู่มือสอดแทรกคำถาม

คำถาม : เมื่อนักเรียนศึกษาภาพที่เกิดขึ้นจะมีความแตกต่างกับวัตถุจริงอย่างไร (คำถามการวิเคราะห์)

แนวคำตอบ : ภาพที่ได้จะเป็น ภาพกลับหัวจากวัตถุจริง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป : explanation (35 นาที)

นักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันอธิบายและลงข้อสรุปร่วมกับกับครู โดยครูเดินไปที่กลุ่ม ๆ หนึ่ง และถามถึงผลของการศึกษาเซลล์พืชใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยายต่างกันให้ผลเป็นเช่นไร ซึ่งครูถามแต่ละกลุ่มว่าได้ผลเหมือนหรือแตกต่างจากเพื่อนอย่างไร (ถามการวิเคราะห์)

แนวคำตอบ : ภาพที่สังเกตเห็น ใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงเริ่มศึกษาที่กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุขนาด 4X จากนั้นเปลี่ยนกำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุเป็นขนาด 10X และสุดท้าย 40X พบว่า ภาพของเซลล์ขยายใหญ่ขึ้นตามลำดับ และมีการปรับกล้องเพื่อให้ภาพชัดขึ้นเมื่อเพิ่มกำลังขยายคือการปรับปุ่มปรับภาพละเอียด

จากนั้นครูอธิบายวิธีการคำนวณหาขนาดวัตถุโดยใช้ไม้มบรรทัดใส จากสื่อประกอบการสอน Power Point เรื่อง “กล้องจุลทรรศน์”



จากสูตรการคำนวณหาขนาดของวัตถุที่ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยใช้ไม้มบรรทัดใส

$$\text{ขนาดวัตถุจริง} = \frac{\text{ขนาดของภาพที่ปรากฏ}}{\text{กำลังขยายทั้งหมดของกล้องจุลทรรศน์}}$$

จากโจทย์ให้

กำลังขยายของเลนส์ใกล้ตา คือ 10X

กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ คือ 40X

ขนาดของภาพที่ปรากฏ คือ 3.8 มิลลิเมตร

แทนค่าตามสูตร

$$\begin{aligned} \text{ขนาดวัตถุจริง} &= \frac{3.8 \text{ มิลลิเมตร}}{(40X) \times (10X)} \\ &= 9.5 \times 10^{-3} \text{ มิลลิเมตร} \end{aligned}$$

นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่อง การวัดขนาดเซลล์ ที่ครูได้ขึ้นโจทย์ไว้ให้ลงในสมุด โดยนักเรียนแต่ละคนสามารถปรึกษาหารือกันได้



ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ : elaboration (15 นาที)

หลังจากนั้นครูนำเสนอวิธีการศึกษาโดยใช้ เลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยาย 100x

➤ การใช้กล้องส่องวัตถุด้วยเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 100 เท่า (100x)

ในกรณีที่ต้องการศึกษาวัตถุที่มีขนาดเล็กมาก ๆ ต้องใช้เลนส์วัตถุชนิดล่อน้ำมัน (Oil immersion objective lens) ซึ่งได้แก่ เลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยาย 100x โดยมีวิธีดังนี้

- 1) ปรับภาพให้ชัดเจนด้วยเลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยาย 10x และ 40x ตามลำดับ โดยเลือกตำแหน่งที่ต้องการขยายให้พร้อมด้วย
- 2) หมุนเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 40x ออกแล้วหยดน้ำมันบนสไลด์ หมุนเลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยาย 100x ให้เข้าที่ และหมุนปุ่มปรับภาพละเอียดให้เห็นชัดเจน
- 3) ปรับความเข้มแสงของแสงให้พอเหมาะ
- 4) ห้ามใช้เลนส์ใกล้วัตถุชนิดล่อน้ำมันกับสไลด์แบบเปียก เพราะน้ำอาจซึมไปถึงเลนส์ และทำให้เลนส์เสียหายได้

คำถาม : เพราะเหตุใดจึงต้องใช้ oil immersion objective lens ในการใช้กำลังขยายของเลนส์ ใกล้วัตถุเป็น 100X (ถามความเข้าใจ)

- แนวคำตอบ :** เลนส์ ใกล้เคียง 100X เป็นเลนส์ที่มีกำลังขยายสูงสุดมีปลายเล็กมาก แสงเข้าได้ปริมาณน้อย ลำแสงที่ส่องเข้ามาจะต้องใช้คอนเดนเซอร์ ช่วยรวมแสงและใช้น้ำมันหรือสารที่มีดัชนีหักเหเท่ากับแก้วที่ใช้ทำกระจกสไลด์เป็นตัวกลางระหว่างวัตถุกับเลนส์ โดยหยดสารดังกล่าวลงเต็มพื้นที่ระหว่างปลายเลนส์และกระจกสไลด์เพื่อป้องกันการกระจายของลำแสง
- คำถาม :** นักเรียนคิดว่า ภาพที่ได้จากการใช้กำลังขยายของเลนส์ใกล้เคียงเป็น 100X แบบใช้ Oil และแบบที่ไม่ใช้ Oil จะมีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร (ถามการวิเคราะห์)
- แนวคำตอบ :** แตกต่าง เพราะ Oil มีคุณสมบัติในการรวมแสง ในการศึกษากล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 100X จะมีแสงเข้าได้น้อย ดังนั้นถ้าไม่ใช้ Oil ภาพที่ได้เห็นจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงจะมีดีกว่าแบบที่ใช้ Oil
- นอกจากนี้ครูได้นำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบอื่นของกล้องจุลทรรศน์ (นอกเหนือกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง) เนื่องจากในการศึกษาทางชีววิทยายังมีการใช้กล้องจุลทรรศน์รูปแบบอื่น ทั้งกล้องสเตอริโอ กล้องจุลทรรศน์แบบใช้อิเล็กทรอนิกส์ ฯลฯ
- คำถาม :** นักเรียนคิดว่านักเรียนสามารถหาวัสดุสิ่งอื่นมาใช้ในการสร้างกล้องจุลทรรศน์ ในกรณีที่นักเรียนต้องการศึกษาสิ่งใดสิ่งหนึ่งแต่ไม่มีกล้องจุลทรรศน์ นักเรียนจะใช้สิ่งใด และทำอย่างไร (ถามการสังเคราะห์)
- แนวคำตอบ :** 1. โหลแก้วที่มีลักษณะเป็นทรงกลม และใส่น้ำลงไปจากนั้นก็นำไปใช้ได้
2. วัสดุที่เป็นลักษณะทรงกระบอก เช่น ท่อ PVC และเลนส์นูนสองอันนำไปวางที่ปลายของท่อทั้งสองฝั่ง จากนั้นก็นำไปใช้ได้
3. เลนส์นูน 1 ชิ้น นำไปติดที่เลนส์ของกล้องถ่ายรูปโทรศัพท์
- คำถาม :** ครูยกตัวอย่างสิ่งที่อยู่ภายในบริเวณของโรงเรียนที่สามารถนำมาศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ได้เหมาะสมมีสิ่งใดบ้าง (ถามการประเมินค่า)
- แนวคำตอบ :** สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในแหล่งน้ำ, ดิน, ดอกไม้, ใบไม้ ฯลฯ
- คำถาม :** จากคำถามข้างต้นนักเรียนคิดว่าสิ่งเหล่านั้นควรใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใดในการจับคู่การใช้งานได้เหมาะสม (ถามการประเมินค่า)
- แนวคำตอบ :** น้ำในแหล่งน้ำ จับคู่กับ กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง
ดิน จับคู่กับ กล้องสเตอริโอ
ดอกไม้ จับคู่กับ ใช้ได้ทั้งกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงและกล้องสเตอริโอ
ใบไม้ จับคู่กับ ใช้ได้ทั้งกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงและกล้องสเตอริโอ

- คำถาม :** แล้วนักเรียนคิดว่าในการศึกษาละอองเรณูที่พบในเกสรของดอกไม้ควรเลือกใช้กล้องจุลทรรศน์รูปแบบไหนจึงจะมีความเหมาะสมที่สุดในการศึกษารายละเอียดของรูปร่าง เพราะเหตุใด (ถามการประเมินค่า)
- แนวคำตอบ :** กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เนื่องจากละอองเรณูมีขนาดเล็กมาก จึงจำเป็นต้องใช้กล้องที่มีกำลังขยายที่สูง และใช้ในการศึกษาพื้นผิวของวัตถุจึงต้องเป็นกล้องแบบส่องกราด
- คำถาม :** ในการศึกษารายละเอียดของเซลล์เนื้อเยื่อสัตว์ควรใช้กล้องจุลทรรศน์รูปแบบไหนถึงจะมีความเหมาะสมที่สุด เพราะเหตุใด และมีความแตกต่างจากการศึกษาละอองเรณูหรือไม่อย่างไร (ถามการประเมินค่า)
- แนวคำตอบ :** กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน เนื่องจากเนื้อเยื่อสัตว์มีขนาดเล็กและบางมากจึงจำเป็นต้องใช้กล้องที่มีกำลังขยายที่สูงและมีความสามารถในการส่องผ่านวัตถุได้ จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่ารูปแบบกล้องจุลทรรศน์ของการใช้กล้องในการศึกษาต่างกัน เพราะว่าลักษณะของวัตถุที่ใช้ในการศึกษาต่างกัน ซึ่งตัวลักษณะของละอองเรณูจะเป็นสิ่งที่มีขนาดเล็กแต่ไม่ได้เป็นลักษณะแผ่นบางแบบเนื้อเยื่อสัตว์

ขั้นที่ 5 **ขั้นประเมิน : evaluation**

- ประเมินจากการตอบคำถามของนักเรียนในชั้นเรียน
- ประเมินจากแบบสังเกตพฤติกรรม
- ประเมินจาก ใบงาน เรื่อง กล้องจุลทรรศน์ และแบบฝึกหัด เรื่อง การวัดขนาดของเซลล์

9. สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

- 9.1 ภาพกล้องจุลทรรศน์
- 9.2 ใบชี้แจงข้อควรปฏิบัติในการใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง
- 9.3 สื่อประกอบการสอน Power Point เรื่อง “กล้องจุลทรรศน์”

10. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัด
<p>ด้านความรู้</p> <p>1. สามารถอธิบาย ส่วนประกอบ หน้าที่ ของ กล้องจุลทรรศน์ และการใช้ ในการศึกษาทางชีววิทยาได้ อย่างถูกต้อง</p> <p>2. สามารถคำนวณหาขนาด วัตถุโดยใช้ไม้วรทศได้</p>	<p>- ตรวจจากใบงาน เรื่อง กล้อง จุลทรรศน์ และ แบบฝึกหัด เรื่อง การวัดขนาดของ เซลล์</p> <p>- การตอบคำถาม ภายในชั้นเรียน</p>	<p>- แบบประเมินผล งาน (ใบงาน เรื่อง กล้องจุลทรรศน์)</p> <p>- แบบประเมินผล งาน (แบบฝึกหัด เรื่อง การวัดขนาด ของเซลล์)</p> <p>- แบบประเมิน การตอบคำถาม</p>	<p>- นักเรียนทำงานที่ ได้รับมอบหมาย ได้ ถูกต้องไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 70 ของ คะแนนทั้งหมด</p> <p>- นักเรียนตอบคำถาม ได้ถูกต้องไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 70 ของคำถาม ทั้งหมด</p>
<p>ด้านทักษะกระบวนการ</p> <p>1. มีทักษะการคำนวณ</p> <p>2. มีทักษะการสังเกต</p> <p>3. สามารถใช้อุปกรณ์ทาง วิทยาศาสตร์ (กล้อง จุลทรรศน์แบบใช้แสง) ได้ อย่างถูกต้อง</p>	<p>- สังเกต พฤติกรรม นักเรียนขณะเรียน และบันทึกลงใน แบบสังเกต พฤติกรรม</p>	<p>- แบบสังเกต พฤติกรรม</p>	<p>- นักเรียนมีระดับ การแสดงพฤติกรรม อยู่ในระดับมากขึ้นไป</p>
<p>คุณลักษณะอันพึงประสงค์</p> <p>1. มีความสนใจใฝ่เรียนรู้</p> <p>2. มีความกระตือรือร้นที่จะ หาคำตอบ</p> <p>3. มีความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหา</p>	<p>- สังเกต พฤติกรรม นักเรียนขณะเรียน และบันทึกลงใน แบบสังเกต พฤติกรรม</p>	<p>- แบบสังเกต พฤติกรรม</p>	<p>- นักเรียนมีระดับ การแสดงพฤติกรรม อยู่ในระดับมากขึ้นไป</p>

11. กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

12. บันทึกหลังการสอน

ผลการเรียน	ปัญหาและอุปสรรค	ข้อเสนอแนะ แนวทางแก้ไข

ลงชื่อ.....

(นางสาวศิริวรรณ เอี่ยมประเสริฐ)

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

แบบประเมินผลงาน

หน่วยการเรียนรู้ที่ กิจกรรม.....ชั้น.....

คำชี้แจง : ให้ผู้ประเมินขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ประเด็นที่ประเมิน	คะแนน			
	4	3	2	1
1. ตรงจุดประสงค์ที่กำหนด				
2. มีความถูกต้องสมบูรณ์				
3. มีความเป็นระเบียบ				
รวม				

เกณฑ์การให้คะแนนผลงาน

ประเด็นที่ประเมิน	คะแนน			
	4	3	2	1
1. ผลงานตรงกับจุดประสงค์ที่กำหนด	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์ ทุกประเด็น	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์ เป็นส่วนใหญ่	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์บางประเด็น	ผลงานไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
2. ผลงานมีความถูกต้องสมบูรณ์	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องครบถ้วน	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นบางประเด็น	เนื้อหาสาระของผลงานไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
3. ผลงานมีความเป็นระเบียบ	ผลงานมีความเป็นระเบียบแสดงออกถึงความประณีต	ผลงานส่วนใหญ่มีความเป็นระเบียบแต่ยังมีข้อบกพร่องเล็กน้อย	ผลงานมีความเป็นระเบียบแต่มีข้อบกพร่องบางส่วน	ผลงานส่วนใหญ่ไม่เป็นระเบียบ และมีข้อบกพร่องมาก

.....
(นางสาวศิริวรรณ เอี่ยมประเสริฐ)

แบบประเมินการตอบคำถาม

หน่วยการเรียนรู้ที่ กิจกรรม.....ชั้น.....

คำชี้แจง : ให้ผู้ประเมินขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ประเด็นที่ประเมิน	คะแนน			
	4	3	2	1
1. ตรงจุดประสงค์ที่กำหนด				
2. มีความถูกต้องสมบูรณ์				
รวม				

เกณฑ์การให้คะแนนผลงาน

ประเด็นที่ประเมิน	คะแนน			
	4	3	2	1
1. ผลงานตรงกับจุดประสงค์ที่กำหนด	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์ ทุกประเด็น	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์ เป็นส่วนใหญ่	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์ บางประเด็น	ผลงานไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
2. ผลงานมีความถูกต้องสมบูรณ์	เนื้อหาของผลงานถูกต้องครบถ้วน	เนื้อหาของผลงานถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	เนื้อหาของผลงานถูกต้องเป็นบางประเด็น	เนื้อหาของผลงานไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่

.....
(นางสาวศิริวรรณ เอี่ยมประเสริฐ)

ใบชี้แจง ข้อควรปฏิบัติในการใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

- การใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูวัตถุด้วยเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 4x 10x และ 40x
 1. วางกล้องจุลทรรศน์ให้ตัวกล้องอยู่ห่างจากขอบโต๊ะพอประมาณ
 2. หมุน Resolving nosepiece ที่มีกำลังขยายต่ำสุด (4x) อยู่ตรงกับตำแหน่งวัตถุที่จะศึกษา
 3. นำสไลด์ที่มีวัตถุที่ต้องการศึกษาไว้บนแท่น ยึดด้วยที่ยึดสไลด์
 4. หมุนปุ่มปรับภาพหยาบ ให้แท่นอยู่ห่างจากเลนส์ใกล้วัตถุประมาณ 4 มิลลิเมตร
 5. เลื่อนคอนเดนเซอร์เลนส์ให้ใกล้แท่นมากที่สุดแต่ไม่ให้เลนส์ของคอนเดนเซอร์โผล่ขึ้นเหนือแท่นวางวัตถุ
 6. ปรับไอริสไดอะแฟรมให้ความเข้มของแสงเหลือประมาณครึ่งหนึ่งของความเข้มแสงทั้งหมด
 7. ตามองกล้องขณะที่มือหมุนปุ่มปรับภาพหยาบ ในทิศทางที่ทำให้แท่นวางสไลด์ลอยห่างจากเลนส์ใกล้วัตถุ จนกระทั่งเห็นภาพ แล้วจึงหมุนปุ่มปรับภาพละเอียดโฟกัสให้ภาพคมชัดขึ้น
 8. ปรับไอริสไดอะแฟรมให้เข้มแสงพอเหมาะ
 9. เมื่อเปลี่ยนเลนส์ใกล้วัตถุให้มีกำลังขยายสูงขึ้น ขอบเขตของภาพในกล้องจะลดลง ดังนั้นจึงต้องเลื่อนวัตถุให้อยู่บริเวณกลางก่อน แล้วจึงหมุนรีโรลวงโนสพีตให้เลนส์ใกล้วัตถุมีกำลังขยายสูงขึ้น (10x) เข้าที่ ปรับโฟกัสจนเห็นภาพชัดเจน
 10. เมื่อเปลี่ยนเลนส์ใกล้วัตถุให้มีกำลังขยายสูงขึ้นอีก ให้หมุน Resolving nosepiece เพื่อเปลี่ยนเลนส์ใกล้วัตถุได้เลย และปรับภาพให้ชัดเจนขึ้น โคนหมุนปุ่มปรับภาพละเอียดเท่านั้น ปรับความเข้มของแสงให้พอเหมาะเมื่อ
- ข้อควรปฏิบัติในการใช้กล้องจุลทรรศน์
 1. ถือกล้องโดยใช้มือหนึ่งจับส่วนแขน อีกมือหนึ่งประคองฐานกล้องไม่ให้กล้องจุลทรรศน์เพราะเลนส์ใกล้ตาอาจชำรุดเสียหายได้
 2. ใช้ปุ่มปรับภาพหยาบในการโฟกัสวัตถุเมื่อใช้เลนส์กำลังขยายต่ำ เมื่อเปลี่ยนเป็นเลนส์กำลังขยายสูงให้ปรับเฉพาะปุ่มปรับภาพละเอียด เพื่อป้องกันเลนส์กระแทกสไลด์
 3. สไลด์ที่ใช้ส่อง ควรเช็ดให้แห้งทุกครั้งก่อนวางบน Stage เพื่อป้องกันความชื้น
 4. การเปลี่ยนกำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุทำได้โดย หมุน Resolving nosepiece หมุนโดยดันเลนส์ใกล้วัตถุเพื่อป้องกันเลนส์ใกล้วัตถุเสียหาย
 5. กรณีใช้เลนส์กำลังขยาย 100x ให้ใช้น้ำมันซีดาร์เชื่อมระหว่างวัตถุกับเลนส์

6. ใช้กระดาษเช็ดเลนส์ในการเช็ดและทำความสะอาดเลนส์ ส่วนตัวกล้องให้ใช้ผ้านุ่ม
เช็ด

7. ขณะเก็บกล้องให้พันสายไฟให้เรียบร้อย

8. เก็บกล้องในที่แห้งเพื่อป้องกันเลนส์ขึ้นรา

➤ **การใช้กล้องส่องวัตถุด้วยเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 100 เท่า (100x)**

ในกรณีที่ต้องการศึกษาวัตถุที่มีขนาดเล็กมาก ๆ ต้องใช้เลนส์วัตถุชนิดล่อน้ำมัน (Oil immersion objective) ซึ่งได้แก่ เลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยาย 100x โดยมีวิธีดังนี้

1) ปรับภาพให้ชัดเจนด้วยเลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยาย 10x และ 40x ตามลำดับ โดยเลือกตำแหน่งที่ต้องการขยายให้พร้อมด้วย

2) หมุนเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 40x ออกแล้วหยคน้ำมันบนสไลด์ หมุนเลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยาย 100x ให้เข้าที่ และหมุนปุ่มปรับภาพละเอียดให้เห็นชัดเจน

3) ปรับความเข้มแสงของแสงให้พอเหมาะ

4) ห้ามใช้เลนส์ใกล้วัตถุชนิดล่อน้ำมันกับสไลด์แบบเปียก เพราะน้ำอาจซึมไปถึงเลนส์และทำให้เลนส์เสียหายได้

การคำนวณหาขนาดของวัตถุที่ศึกษาได้กล้องจุลทรรศน์ โดยใช้ไม้บรรทัดใส

1. อ่านค่ากำลังขยายของเลนส์ใกล้ตา และเลนส์ใกล้วัตถุคำนวณ

2. กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์โดยคิด ผลคูณระหว่างกำลังขยายของเลนส์ใกล้ตา กับเลนส์ใกล้วัตถุ

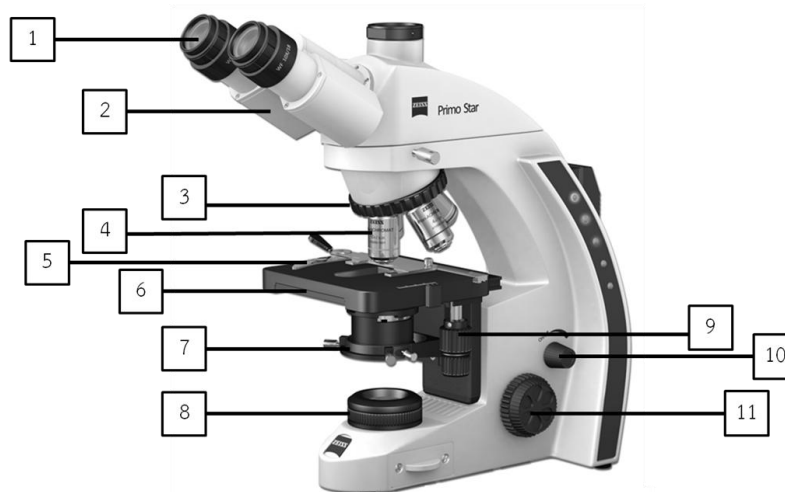
3. วางไม้บรรทัดพลาสติกใส่อย่างบาง โดยที่ด้านเซนติเมตรอยู่ตรงช่องกลมของแท่นวางวัตถุของกล้องจุลทรรศน์ ปรับให้มองเห็นสเกลชัดเจนด้วยกำลังขยายต่ำ ดังภาพที่เกิดขึ้น นับจำนวนมิลลิเมตรจากขอบด้านหนึ่งจนถึงขอบอีกด้านหนึ่งที่มองเห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์ซึ่งก็คือความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของจอภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ขณะที่ใช้กำลังขยายต่ำ

4. บันทึกค่าแล้วนำไปแทนค่าในสูตร

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยา

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด แล้วทำเครื่องหมายลงในกระดาษคำตอบ

จากภาพให้นักเรียนใช้ในการตอบคำถามข้อ 1-2



1. จากภาพนักเรียนคิดว่าหมายเลขใดที่ใช้ยึดสไลด์ไม่ให้เคลื่อนที่จากตำแหน่งและใช้ในการวางสไลด์

ก. 3 และ 4 ข. 4 และ 5 ค. 5 และ 6 ง. 6 และ 7
2. จากภาพนักเรียนคิดว่าส่วนใดของกล้องจุลทรรศน์ที่มีส่วนในการปรับกำลังความชัดความละเอียดของภาพ

ก. 1 ข. 4 ค. 10 ง. 11
3. ขณะที่มองไปที่เลนส์ใกล้ตาของกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ข้อความใดไม่ถูกต้อง
 - ก. เลื่อนสไลด์ไปทางขวา จะเห็นวัตถุที่อยู่บนสไลด์เลื่อนไปทางซ้าย
 - ข. เลื่อนสไลด์ให้ห่างจากตัวจะเห็นวัตถุที่อยู่บนสไลด์เลื่อนเข้าหาตัว
 - ค. ถ้าเปลี่ยนไปใช้เลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยายสูงขึ้น จะเห็นพื้นที่บนวัตถุลดลง
 - ง. ถ้าเลื่อนเปลี่ยนไปใช้เลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยายสูงขึ้น ความสว่างในจอภาพจะเพิ่มขึ้น
4. การศึกษาสัณฐานวิทยาของหอยจิวที่ยังมีชีวิตอยู่ ควรใช้อุปกรณ์ชนิดใด
 - ก. กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโอ
 - ข. กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบเลนส์ประกอบ
 - ค. แว่นขยาย
 - ง. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

5. สิ่งต่อไปนี้ที่ไม่สามารถใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงธรรมดาศึกษาได้
1. ไวรัสขนาดใหญ่ 2. แบคทีเรีย 3. ไรโบโซม 4. นิวคลีโอไลต์
- ก. ข้อ 1 และ 3 ข. ข้อ 2 และ 3 ค. ข้อ 3 และ 4 ง. ข้อ 2 และ 4
6. ข้อความใดถูกต้อง
- กำหนดให้ A. กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง (LM)
 B. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (TEM)
 C. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM)
- ก. กำลังขยาย $A > B > C$
 ข. มิติของภาพที่เห็นจาก A เหมือน B แต่ไม่เหมือน C
 ค. รายละเอียดของภาพที่เห็นจากกล้อง A เห็นเฉพาะผิวเหมือน C แต่ B เห็นภาพลึกกว่า
 ง. การเตรียมวัตถุที่นำมาศึกษาค้นด้วยกล้องทั้งสามชนิดใช้สไลด์และกระจกปิดเหมือนกัน
7. เด็กหญิงไปศึกษาสไลด์ถาวรของยูกลีนาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แต่เห็นภาพไม่ชัดเจน
 สิ่งต้องห้ามที่เด็กหญิงไปไม่ควรทำในการปรับให้เห็นภาพชัดเจนยิ่งขึ้นคือ
- A. ปรับแสง B. ปรับปุ่มปรับภาพ
 C. เลื่อนฐานกล้อง D. เพิ่มกำลังขยายเลนส์ใกล้วัตถุ
- ก. ข้อ A และ B ข. ข้อ B และ C ค. ข้อ C และ D ง. ข้อ A และ D
8. ในการเตรียมอุปกรณ์ในการศึกษาทางชีววิทยาของใครที่ไม่จำเป็นต้องใช้กล้องจุลทรรศน์
- ก. นางสาวปัทมาต้องการศึกษาลิ่งมีชีวิตที่อยู่บนผิวน้ำคินในแหล่งน้ำที่โรงเรียน
 ข. นางสาวพรต้องการศึกษาระยะการแบ่งเซลล์ในเกสรตัวผู้ของดอกกุหลาบ
 ค. นางสาวพิมพ์ต้องการศึกษาความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียในหลอดทดลอง
 ง. นางสาวเข็มต้องการศึกษาลักษณะของละอองเรณูของดอกไม้
9. ในการใช้กล้องจุลทรรศน์ ใครที่ใช้กล้องจุลทรรศน์ได้เหมาะสมที่สุด
- ก. นายปอใช้มือข้างเดียวในการนำกล้องจุลทรรศน์ออกมาจากตู้เก็บ
 ข. นางสาวจิตเชษฐ์สไลด์ให้แห้งก่อนวางบน Stage
 ค. นายจุกเริ่มต้นการปรับโฟกัสวัตถุเมื่อใช้เลนส์กำลังขยาย 10 เท่า
 ง. นางสาวฟางเมื่อเปลี่ยนเป็นเลนส์กำลังขยายสูงขึ้นใช้ปุ่มปรับภาพหยาบในการปรับภาพ
10. เมื่อศึกษาพารามีเซียมมีความยาวขนาด 50 ไมโครเมตร โดยใช้เลนส์ใกล้ตากำลังขยาย 10 เท่า
 และเลนส์ใกล้วัตถุ กำลังขยาย 40 เท่า ภาพที่เกิดขึ้นจะมีความยาวขนาดเท่าใด
- ก. 2 มิลลิเมตร ข. 10 มิลลิเมตร ค. 20 มิลลิเมตร ง. 40 มิลลิเมตร

17. จงบอกความแตกต่างของสิ่งทีพบในสาหร่ายอื่น ๆ แต่ไม่พบในเซลล์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินคือข้อใด

- ก. Ribosome, RNA ข. Chloroplast, Mitochondria
ค. Chlorophyll, Carotenoid ง. Cell membrane, Cell wall

18. ออร์แกเนลล์ใดที่นักเรียนสามารถใช้เป็นโมเดลในการออกแบบสร้างเขาวงกตได้

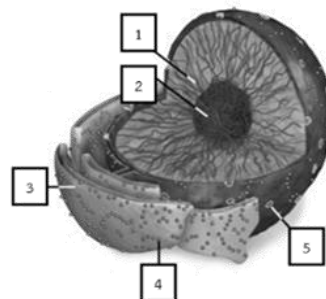
- ก. Thylakoid ข. Ribosome
ค. Gogi body ง. Endoplasmic reticulum

19. ข้อใดเรียงลำดับขนาดออร์แกเนลล์จากใหญ่ไปเล็กได้ถูกต้อง

- ก. Mitochondria > Ribosome > Lysosome
ข. Nucleus > Mitochondria > Lysosome
ค. Mitochondria > Vacuole > Nucleus
ง. Nucleolus > Nucleus > Mitochondria

20. องค์ประกอบหมายเลข 2 ของนิวเคลียสมีหน้าที่อะไร

- ก. สะสม สารพันธุกรรมชนิด DNA เท่านั้น
ข. สร้างไรโบโซมอล อาร์เอ็นเอ (rRNA)
ค. สังเคราะห์โปรตีนที่มีโครงสร้างซับซ้อน
ง. สร้างเส้นใยโครมาตินเป็นหลัก



21. ออร์แกเนลล์ใดทีพบในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทุกอาณาจักร

- ก. Mitochondria ข. Endoplasmic reticulum
ค. Golgi apparatus ง. Ribosome

22. “โปรตีนตัวรับซึ่งอยู่ที่บริเวณผิวของเซลล์เป้าหมายจับกับโมเลกุลของสารเคมีที่หลั่งออกมาจากเซลล์อื่น ๆ” จากข้อความข้างต้นสามารถตีความว่าเป็นขั้นตอนใดของการสื่อสารระหว่างเซลล์

- ก. Reception ข. Response
ค. Translation ง. Transduction

จากการศึกษาเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ 4 เซลล์พบส่วนประกอบดังนี้

Cell	Cell wall	Nucleus	Chloroplast
1	+	-	-
2	+	+	+
3	+	+	-
4	-	+	-

ใช้ในการตอบคำถามในข้อ 23-24

23. ข้อใดต่อไปนี้เป็นเซลล์ที่มาจากพืช
 ก. 1 และ 2 ข. 2 และ 3 ค. 3 และ 4 ง. 2 และ 4
24. จากตารางข้างต้น เซลล์ใดที่อธิบายให้เห็นว่าเป็นโครงสร้างของไวรัส
 ก. 1 ข. 2 ค. 3 ง. 4
25. จากการทดลองให้หนูแฮมเตอร์ดื่มน้ำที่ผสมแอลกอฮอล์เป็นเวลานาน พบว่าเซลล์ของตับหนูแฮมเตอร์มีขนาดใหญ่ขึ้น เมื่อนำเซลล์ดังกล่าวไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน น่าจะพบโครงสร้างใดมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มมากขึ้นกว่าปกติ
 A. ไรโซโซม B. ไมโทคอนเดรีย
 C. กอจิกอมเพลกซ์ D. เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมผิวเรียบ (SER)
 ก. AB ข. BD ค. AC ง. CD
26. เมื่อสิ่งมีชีวิตต้องการอาหารเพื่อไปใช้ในการสร้างพลังงาน จำเป็นต้องมีโครงสร้างที่ทำหน้าที่คล้ายกลองข้าวในการเก็บสะสมสารต่าง ๆ ไว้ ดังนั้น โครงสร้างใดในเซลล์ที่มีการจัดระบบเกี่ยวข้องกับการสะสมอาหารและการสะสมพิษตามลำดับ
 ก. ลิโวพลาสต์และไลโซโซม ข. พุคเวคิวโอลและไลโซโซม
 ค. พุคเวคิวโอลและแซบเวคิวโอล ง. ลิโวพลาสต์และแซบเวคิวโอล
27. อะไรคือสาเหตุที่ทำให้เซลล์สามารถเกิดกระบวนการทำลายสารพิษได้ดีที่สุด และพบมากในเซลล์ใด
 ก. การที่เซลล์มีปริมาณของ RER จำนวนมาก และพบมากในเซลล์ตับ
 ข. การที่เซลล์มีปริมาณของ SER จำนวนมาก และพบมากในเซลล์ตับ
 ค. การที่เซลล์มีปริมาณของ RER จำนวนมาก และพบมากในเซลล์เม็ดเลือดขาว
 ง. การที่เซลล์มีปริมาณของ SER จำนวนมาก และพบมากในเซลล์เม็ดเลือดขาว
28. เมื่อเปรียบเทียบส่วนประกอบของเซลล์และการทำหน้าที่ในข้อใดไม่สัมพันธ์กัน
 ก. Nucleus, การสังเคราะห์ไรโบโซม
 ข. Leucoplast, การสะสมอาหารจำพวกแป้ง
 ค. Glyoxysome, การย่อยสลาย H_2O_2
 ง. Microfilament, การเคลื่อนที่ของเซลล์อะมีบา
29. การออกแบบการตรวจสอบตัวบ่งชี้กิจกรรมภายในนิวเคลียส โดยใช้สารประกอบกัมมันตรังสีลงไปในเซลล์ที่กำลังเพาะเลี้ยง นักเรียนคิดว่าสารประกอบกัมมันตรังสีที่พบในการเพาะเลี้ยงในการออกแบบใดสามารถบ่งชี้กิจกรรมภายในนิวเคลียสได้ดีที่สุด

	สารประกอบ	การเพาะเลี้ยง
ก.	Lactose	A
ข.	Valine	B
ค.	Thymidine triphosphate	C
ง.	Glutamic acid	D

30. ถ้ำร่างกายได้รับสารแอมเฟตามีนหรือมอร์ฟิน แล้วถูกกำจัดที่ตับ โดยออร์แกเนลล์ใดทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- A. เอนโดพลาสมิกเรติคูลัม B. ไลโซโซม
C. กอจิคอมเพล็กซ์ D. แวกัวโอล

ก. A, B ข. B ค. A ง. B, D

31. ข้อใดต่อไปนี้จะจัดเป็นความสำคัญในทฤษฎีเซลล์

- ก. เซลล์ทุกเซลล์มีกำเนิดจากสิ่งไม่มีชีวิต
ข. เซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิตที่สามารถดำรงอยู่ได้
ค. สิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีเซลล์เป็นไปด้วยองค์ประกอบเพียงเซลล์เดียว
ง. เซลล์ทุกเซลล์มีเพียงดีเอ็นเอที่ช่วยในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

32. ในปัจจุบันข้อความใดต่อไปนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีของเซลล์ได้ **ไม่ถูกต้อง**

- ก. เซลล์เป็นโครงสร้างพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย
ข. ไวรัสและไวรอยด์จัดเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีโครงสร้างเป็นเซลล์
ค. เซลล์จะมีกระบวนการแบ่งเซลล์จากเซลล์เดิมที่มีอยู่ก่อนแล้ว
ง. เซลล์มีหน้าที่สำคัญในการทำให้เกิดกิจกรรมต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต

33. โครงสร้างใดต่อไปนี้จะพบเฉพาะในเซลล์พืชแต่ไม่พบในเซลล์สัตว์

- ก. Plasmodesmata, Tight junction ข. Gap junction, Desmosome
ค. Plasmodesmata, Middle lamella ง. Middle lamella, Tight junction

34. โครงสร้างใดต่อไปนี้จะพบเฉพาะในเซลล์สัตว์แต่ไม่พบในเซลล์พืช

- ก. Plasmodesmata, Tight junction ข. Gap junction, Desmosome
ค. Plasmodesmata, Middle lamella ง. Middle lamella, Tight junction

35. Cell junction ชนิดใดที่พบมากในเนื้อเยื่อบุผิวลำไส้เล็ก แต่ไม่พบในเนื้อเยื่อบุผิวหลอดเลือดฝอยที่ล้อมรอบแอลวีโอลัสในปอด

- ก. Tight junction ข. Gap junction
ค. Spot desmosome ง. Hemidesmosome

36. โครงสร้างคู่ใดเมื่อเปรียบเทียบหน้าที่แล้วทำหน้าที่แบบเดียวกัน

- ก. ไรโบโซม – ไลโซโซม ข. แวกคิวโอล – ไกลโคเคลิกซ์
ค. ไซโทสเกเลตัน – โครโมโซม ง. แกพจังก์ชัน – พลาสมาเมมเบรน

37. นักเรียนสามารถจัดเรียงลำดับขนาดองค์ประกอบของโครงสร้างเหล่านี้ให้มีลำดับจากใหญ่ไปเล็กได้ถูกต้องอย่างไร

- A. Contractile ring B. Flagella C. Centriole
D. Pseudopodie E. Desmosome F. Spindle fiber
ก. $A > C > B$ ข. $B > E > D$ ค. $E > F > C$ ง. $C > A > F$

38. ในการสลายกลูโคสด้วยกระบวนการหายใจระดับเซลล์ มีคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นในขั้นตอนใดต่อไปนี้

- ก. Glycolysis ข. Electron transport chain
ค. Krebs cycle ง. Pyruvate oxidation

39. การผลิต ATP ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงคล้ายกับการผลิต ATP ในขั้นตอนใดของกระบวนการหายใจ

1. ไกลโคลิซิส 2. การถ่ายทอดอิเล็กตรอน 3. วัฏจักรเครบส์
ก. 1 ข. 2 ค. 3 ง. 1, 3

40. ข้อใดอธิบายได้ถูกต้อง

- ก. การสลายกลูโคส 1 โมเลกุลในเซลล์ทุกชนิดให้พลังงานเท่ากัน
ข. การสลายกลูโคสในวัฏจักรเครบส์ของเซลล์กล้ามเนื้อ ทำให้เกิดกรดแลคติกซึ่งเป็นสาเหตุของการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ
ค. ในการสลายโปรตีน หมู่อะมิโนจะถูกตัดออกจากโมเลกุลของกรดอะมิโน แล้วถูกเปลี่ยนไปเป็นแอมโมเนีย และยูเรีย
ง. ในการหายใจแบบใช้ออกซิเจนนั้น ออกซิเจนจะถูกใช้ในกระบวนการการถ่ายทอดอิเล็กตรอน โดยเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวแรก

41. การประท้วงโดยมีการอดอาหารร่างกายได้รับพลังงานจากแหล่งใดเป็นอันดับแรกและเป็นอันดับถัดไป

1. ไกลโคเจนที่สะสมอยู่ในตับและกล้ามเนื้อ
2. ไขมันใต้ผิวหนัง
3. โปรตีนในกล้ามเนื้อ
ก. 1, 2 และ 3 ข. 1, 3 และ 2 ค. 2, 1 และ 3 ง. 2, 3 และ 1

42. ในการที่เซลล์จะต้องมีการสลายไขมันจำเป็นต้องมีกระบวนการใดบ้างที่ร่างกายนำมาใช้ในการสลายไขมันจนกลายเป็นพลังงานที่เซลล์สามารถนำไปใช้ได้

- A. Glycolysis B. Pyruvate Oxidation C. Krebs cycle
D. Electron transport system E. β -oxidation

ก. D และ E ข. C, D และ E ค. B, C, D และ E ง. A, B, C, D และ E

43. ข้อใดไม่ถูกเกี่ยวกับการสลายสารอาหารระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจน (cellular aerobic respiration)

1. ในการสลายกลูโคส 1 โมเลกุล จะต้องผ่านวัฏจักรเครบส์ 2 รอบ
2. ในขั้นตอนไกลโคลิซิส (glycolysis) มีการสร้าง ATP สุทธิ 4 โมเลกุล
3. ตัวรับไฮโดรเจนตัวสุดท้ายของกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนคือ FAD
4. ในแต่ละโมเลกุลของไพรูเวตที่เปลี่ยนเป็น acetyl Co A จะสร้าง NAD 1 โมเลกุล

ก. ข้อ 1, 2 ข. ข้อ 2, 4 ค. ข้อ 2, 3 ง. ข้อ 3, 4

44. ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. พลังงานที่ได้จากวัฏจักรเครบส์ ถูกเก็บไว้ในรูปของ NADH FADH₂ และ ATP
ข. เมื่อแอซิทิล โคเอนไซม์ เอ ผ่านวัฏจักรเครบส์แล้วจะถูกเปลี่ยนเป็นแก๊ส

คาร์บอนไดออกไซด์

ค. การสลายกลูโคส 1 โมเลกุล ให้กรดไพรูวิก แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และ NADH อย่างละ 2 โมเลกุล

ง. NADH และ FADH₂ ทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอน โดยมีตัวให้อิเล็กตรอนอยู่ที่เยื่อหุ้มชั้นในของไมโทคอนเดรีย

45. โครงสร้างระดับโมเลกุลของ ATP มีรูปแบบของโครงสร้าง คล้ายกับโมเลกุลของสารใด

- ก. กรดไขมัน ข. กรดอะมิโน
ค. กรดนิวคลีอิกของ DNA ง. นิวคลีโอไทด์ที่มีเบสอะดีนีนใน RNA

46. ถ้าสมศรีรู้สึกปวดน่องอย่างรุนแรง หลังจากว่ายน้ำไปได้ 10 นาที แสดงว่าที่บริเวณน่องของสมศรีทำงานผิดปกติอย่างไร

- ก. มีการใช้ O₂ มากเกินไป
ข. มีปริมาณ CO₂ เกิดขึ้นมากเกินไป
ค. มีการสะสม Ethanol มากเกินไป
ง. มีการสะสม Lactic acid มากเกินไป

47. พลังงานที่ใช้ในกระบวนการหมัก (Fermentation) ส่วนมากมาจากการใช้สารใด

- ก. $\text{NADH} + \text{H}^+$ ข. FADH_2
 ค. ATP ง. ATP และ $\text{NADH} + \text{H}^+$

48. กระบวนการหมักไม่เกิดขึ้นที่บริเวณใด

1. ไซโทซอล
2. เมทริกซ์ของไมโทคอนเดรีย
3. เยื่อชั้นในของไมโทคอนเดรีย

- ก. 1 ข. 2 ค. 1, 2 ง. 1, 3

49. เซลล์ของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไม่มีไมโทคอนเดรีย ถ้าวัดสิ่งมีชีวิตชนิดนี้ควรมีคุณสมบัติในข้อใด

- ก. การสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน
 ข. สร้างพลังงาน 36 ATP
 ค. เคลื่อนที่ไม่ได้ เพราะไม่มีไมโทคอนเดรียสร้างพลังงาน
 ง. ไม่ต้องการน้ำตาลกลูโคสเป็นแหล่งพลังงาน

50. จงบอกสิ่งที่ทำให้กระบวนการหมักที่เกิดขึ้นในเซลล์ยีสต์ไม่แตกต่างจากกระบวนการหมักที่เกิดในคนคือ

1. กลูโคส
2. คาร์บอนไดออกไซด์
3. กรดไพรูวิก
4. พลังงานที่ได้ออกมาเมื่อใช้สารอาหารเหมือนกัน

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

เฉลย แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยา

1. ค.	11. ค.	21. ง.	31. ข.	41. ก.
2. ง.	12. ค.	22. ก.	32. ข.	42. ง.
3. ง.	13. ค.	23. ข.	33. ค.	43. ง.
4. ก.	14. ง.	24. ก.	34. ข.	44. ก.
5. ก.	15. ก.	25. ข.	35. ก.	45. ง.
6. ข.	16. ง.	26. ง.	36. ง.	46. ง.
7. ค.	17. ข.	27. ข.	37. ข.	47. ก.
8. ค.	18. ง.	28. ก.	38. ข.	48. ค.
9. ข.	19. ข.	29. ก.	39. ข.	49. ก.
10. ค.	20. ค.	30. ก.	40. ง.	50. ง.

แบบวัดมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบระหว่าง ถูก หรือ ผิด หน้าข้อแล้วอธิบายเหตุผลในการตอบว่า
 เพราะเหตุใดจึงเป็นดังคำตอบนั้น

..... 1. การใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงเมื่อต้องการเปลี่ยนกำลังขยายจาก 4 เท่า เป็น
 กำลังขยาย 10 เท่าจำเป็นต้องเลื่อนแท่นวัตถุลงก่อน

...เหตุผลเพราะ.....

.....

.....

..... 2. ขณะที่มองภาพของกล้องถ้าเลื่อนสไลด์เข้าหาตัว จะเห็นภาพวัตถุที่อยู่บนสไลด์เลื่อนออก
 ห่างจากตัว

...เหตุผลเพราะ.....

.....

.....

..... 3. ในการศึกษาลักษณะเท้าเทียม (pseudopodium) ของอะมีบาสามารถใช้กล้องจุลทรรศน์
 อิเล็กตรอนในการศึกษาได้

...เหตุผลเพราะ.....

.....

.....

..... 4. เยื่อหุ้มนิวเคลียสมีจำนวนชั้นเท่ากับเยื่อหุ้มเซลล์

...เหตุผลเพราะ.....

.....

.....

..... 5. คุณสมบัติโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์หั่นปลายข้างที่ไม่มีขั้วออกข้างนอกและปลายที่มีขั้ว
 เข้าด้านใน

...เหตุผลเพราะ.....

.....

.....

..... 6. นิวคลีโอไลต์จะสามารถเห็นได้ชัดเจนในขณะที่เซลล์มีการแบ่งเซลล์

...เหตุผลเพราะ.....

..... 7. โครงสร้างที่มีลักษณะเป็นเยื่อบาง ๆ ล้อมรอบไซโทพลาสซึม พบได้ในเซลล์ทุกชนิด เป็นคุณสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์

...เหตุผลเพราะ.....

..... 8. การทำงานของคลอโรพลาสต์เปรียบได้เสมือนกับการทำงานโรงงานไฟฟ้าของเมือง

...เหตุผลเพราะ.....

..... 9. สารจำพวก Sugar ในเซลล์สัตว์สามารถเคลื่อนที่จากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งได้ทางบริเวณ Plasmodesmata

...เหตุผลเพราะ.....

..... 10. ในกระเพาะปัสสาวะจะพบ Tight junction ส่วนที่ผนังลำไส้เล็กจะพบ Desmosome

...เหตุผลเพราะ.....

..... 11. การถ่ายทอดอิเล็กตรอนในไมโทคอนเดรียเป็นกระบวนการที่ใช้ออกซิเจนและไม่มีการคายคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา

...เหตุผลเพราะ.....

..... 12. การสลายสารอาหารระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจน เมื่อมีการสลายกลูโคส 1 โมเลกุล จะต้องผ่านวัฏจักรเครบส์ 2 รอบ

...เหตุผลเพราะ.....

.....

..... 13. สารที่เชื่อมของไมโทคอนเดรียไม่ยอมให้ผ่าน คือ กลูโคส

...เหตุผลเพราะ.....

.....

..... 14. การสลายกลูโคสแบบไม่ใช้ O_2 จะไม่มีการไหลเวียนกลับของproton (H^+) ผ่านเมมเบรนของเซลล์ ทำให้เกิดการปลดปล่อยพลังงานผ่านเอนไซม์ ATP synthase

...เหตุผลเพราะ.....

.....

..... 15. การหายใจระดับเซลล์ทั้งแบบใช้และไม่ใช้ออกซิเจนจะมีการสร้าง NADH และ ATP เสมอ

...เหตุผลเพราะ.....

.....

เฉลย แบบวัดมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา

...ผิด... 1. ...เหตุผลเพราะ...การเปลี่ยนกำลังขยายของกล้องไม่จำเป็นต้องเลื่อนแท่นวางวัตถุ เนื่องจากจะทำให้จุดโฟกัสเปลี่ยนไป ซึ่งสามารถทำได้โดยการหมุนเป็นงานหมุนเลนส์ใกล้วัตถุ (revolving nosepiece) กำลังขยายที่สูงขึ้นเข้ามาแทนที่ได้เลย หลังจากนั้นก็เพียงปรับปุ่มปรับภาพละเอียดอีกเพียงเล็กน้อย....

...ถูก... 2. ... เหตุผลเพราะ...เนื่องจากภาพที่เห็นจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง เป็นภาพเสมือนหัวกลับ โดยภาพที่เห็นจะกลับซ้ายเป็นขวากลับบนเป็นล่าง เมื่อเลนส์ใกล้เข้าหาตัว ภาพที่แสดงออก จึงเป็นเลื่อนออกจากตัว...

...ถูก... 3. ...เหตุผลเพราะ...การใช้วัสดุตัวอย่างคู่ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนจะต้องเตรียมวัสดุที่ผ่านกระบวนการให้วัสดุบางมาก ๆ และมีการขจัดน้ำ วัสดุจึงจะต้องเป็นสิ่งไม่มีชีวิตเท่านั้น ดังนั้นจึงสามารถใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนในการศึกษาการเท่าเทียมของอะมิบาได้...

...ผิด... 4. ...เหตุผลเพราะ...เยื่อหุ้มนิวเคลียส (nuclear membrane) เป็นเยื่อชนิด 2 ชั้น แต่เยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) เป็นเยื่อชนิดชั้นเดียว.....

...ผิด... 5. ...เหตุผลเพราะ...ในส่วนของเยื่อหุ้มเซลล์ที่จะเรียงฟอสโฟลิพิด 2 ชั้น โดยในส่วนของที่มีขั้วจะชอบน้ำจะอยู่ด้านนอก และในส่วนปลายข้างที่ไม่มีขั้วจะหันเข้าด้านในชนกัน.....

...ผิด... 6. ...เหตุผลเพราะ...นิวคลีโอลัสเป็นตำแหน่งที่มีการสร้างไรโบโซมและไรโบโซมนั้นก็มีหน้าที่ในการสร้างโปรตีน ดังนั้นขณะที่เซลล์มีการสร้างโปรตีน นิวคลีโอลัสจึงปรากฏขณะที่ทำหน้าที่อย่างชัดเจน.....

...ถูก... 7. ...เหตุผลเพราะ...เยื่อหุ้มเซลล์จะเป็นเยื่อบางที่ประกอบด้วย Phospholipids bilayer และในเซลล์ทุกเซลล์จะต้องมีเยื่อหุ้มเซลล์ ถ้าไม่มีถือว่าสิ่งนั้น ไม่ใช่เซลล์....

...ผิด... 8. ...เหตุผลเพราะ...คลอโรพลาสต์จะทำงาน โดยการรับพลังงานแสงมาใช้สังเคราะห์ด้วยแสงแล้วจึงเกิดเป็นน้ำตาล โดยเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานศักย์เคมี ไม่ได้ให้พลังงาน ถ้าออร์แกเนลล์ที่มีการทำงานเหมือนโรงงานไฟฟ้าไมโทคอนเดรียจะมีการทำงานที่คล้ายคลึงกันมากกว่า....

...ผิด... 9. สารจำพวก Sugar ในเซลล์สัตว์สามารถเคลื่อนที่จากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งได้ทางบริเวณ Gap junction ส่วนใน Plasmodesmata จะเป็นช่องทางในการเคลื่อนที่จากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์ที่พบได้ในเซลล์พืช.....

...ถูก... 10. ..เหตุผลเพราะ... Tight junction จะพบบริเวณที่มีกั้นการเคลื่อนที่ของสาร เช่น กระจาปะสสาวะ ส่วน Desmosome จะพบที่ผนังของลำไส้เล็กซึ่งมีเส้นใย Intermediate filament ยื่นออกจากเยื่อหุ้มเซลล์ของ 2 เซลล์ ในทิศตรงกันข้ามกันเข้าไปในไซโทพลาสซึม.....

...ถูก... 11. ...เหตุผลเพราะ... ในกระบวนการถ่ายทออิเล็กตรอนในไมโทคอนเดรีย O_2 จะเป็นตัวรับอิเล็กตรอนและโปรตรอน แล้วเกิดเป็น H_2O ไม่มีความเกี่ยวข้องกับ CO_2

...ถูก... 12. ...เหตุผลเพราะ...เมื่อมีการกลูโคส 1 โมเลกุล จะได้ 2 Acetyl CoA และแต่ละโมเลกุลของ Acetyl CoA จะเข้าปฏิกิริยาใน Krebs cycle 1 วัฏจักร ดังนั้นเมื่อมี 2 Acetyl CoA จึงต้องเกิด 2 Krebs cycle.....

...ถูก... 13. ...เหตุผลเพราะ...กลูโคสต้องเข้า Glycolysis แล้วกลายเป็น Pyruvic acid ในไซโทพลาสซึมก่อน.....

...ผิด... 14. ...เหตุผลเพราะ...ในการสร้าง ATP ตามทฤษฎี Chemiosmosis เกิดจาก H^+ แพร่ผ่าน ATP synthase จะพบในรูปแบบการหายใจแบบใช้ออกซิเจนเท่านั้น.....

...ถูก... 15. ...เหตุผลเพราะ...ไม่ว่าจะเป็นการหายใจแบบใช้และไม่ใช้ออกซิเจน จะต้องเกิดปฏิกิริยา Glycolysis เสมอ ซึ่งถ้าเริ่มจากกลูโคสจะต้องเกิด NADH และ ATP จาก Glycolysis นั้นเอง.....