


การศึกษามโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม
เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

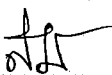
สุดารัตน์ เกียรติจรุงพันธ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
กรกฎาคม 2559
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

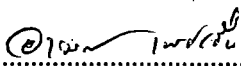
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ สุดารัตน์ เกียรติจรุงพันธ์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้


คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

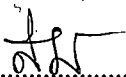

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.ศรัณย์ กิบาลชนม์)

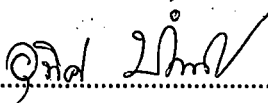

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร.สมศิริ สิงห์ลพ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

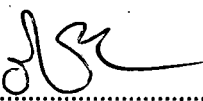

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.อารมณั์ เพชรชื่น)


.....กรรมการ
(ดร.ศรัณย์ กิบาลชนม์)


.....กรรมการ
(ดร.สมศิริ สิงห์ลพ)


.....กรรมการ
(ว่าที่เรื่อตรี ดร.อุทิศ บำรุงชีพ)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา


.....คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่ ๗ เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2559

งานวิจัยนี้ได้รับทุนการศึกษาจากโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางด้าน
วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยการให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางใน การดำเนินงานและการตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง ตลอดจนให้กำลังใจมาโดยตลอด จากอาจารย์ ที่ปรึกษาหลัก ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์ และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร.สมศิริ สิงห์หลพ ซึ่งทำให้ผู้วิจัย ได้รับแนวทางการศึกษาค้นคว้าหาความรู้และประสบการณ์อย่างกว้างขวาง ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ รองศาสตราจารย์ ดร.อารมณ พชรชื่น และว่าที่เรือตรี ดร.อุทิศ บำรุงชีพ ที่ได้ให้คำแนะนำเพิ่มเติมเพื่อความสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนวัฒน์ ดันติวรานุกฤษ์ ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น อาจารย์กึ่งกาญจน์ ภัทรพิศาล อาจารย์มณฑิเร ส่งเสริม และอาจารย์ สุรศักดิ์ ศรีสูงศักดิ์ ที่กรุณาเป็น ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสถานศึกษา คณะครู และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา และโรงเรียนชลกันยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัด ชลบุรี ที่ได้ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูลและการทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย

ขอขอบคุณนิติปริญาโท สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ทุกท่านที่ได้ให้ ความช่วยเหลือ และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา

ขอขอบคุณทุน โครงการส่งเสริมการผลิตครูผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และ คณิตศาสตร์ (สกวค.) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่สนับสนุนทุนการศึกษาจนจบการศึกษา

คุณค่าของงานวิจัยฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องตอบแทนพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ ทุกท่าน และผู้มีพระคุณที่ได้อบรม สั่งสอน แนะนำแนวทางให้เกิดความรู้ ความคิด สนับสนุนให้ความ ช่วยเหลือและปรารถนาดีต่อผู้วิจัยมาโดยตลอด

สุดาร์ตน์ เกียรติจรุงพันธ์

57910204: สาขาวิชา: การสอนวิทยาศาสตร์; กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้เชิงรุก/ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์/ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์

สุดารัตน์ เกียรติจรุงพันธ์: การศึกษามโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ที่ได้รับ
การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (A STUDY OF SCIENCE CONCEPTS AND SCIENCE LEARNING
ACHIEVEMENT OF TWELFTH GRADE STUDENTS ON BIODIVERSITY BY USING
ACTIVE LEARNING) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ศรีชัย กิบาลชนม์, ประ.ด.,
สมศิริ สิงห์หลพ, กศ.ด. 229 หน้า. ปี พ.ศ. 2559.

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเกิดมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ที่ได้รับการจัด
การเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนแผนการเรียน
วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ หลักสูตรปกติ และเป็นห้องเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคละกัน
ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 34 คน โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา
จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้
เชิงรุกทั้งหมด 6 แผน แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
ทั้งฉบับเท่ากับ 0.96 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน วิเคราะห์ข้อมูลเชิงบรรยายในลักษณะ
วิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) และเปรียบเทียบความแตกต่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
โดยค่าสถิติทดสอบที (Paired samples *t-test*)

ผลการวิจัยพบว่า

- 1) มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนหลังได้รับ
การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
- 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียน
หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
ระดับ .01

57910204: MAJOR: TEACHING SCIENCE; M.Ed. (TEACHING SCIENCE)

KEYWORDS: ACTIVE LEARNING/ SCIENCE CONCEPTS/ SCIENCE LEARNING
ACHIEVEMENT

SUDARAT KIATCHARUNGPAN: A STUDY OF SCIENCE CONCEPTS AND
SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT OF TWELFTH GRADE STUDENTS ON
BIODIVERSITY BY USING ACTIVE LEARNING. ADVISORY COMMITTEE: SARUN
PHIBANCHON, Ph.D., SOMSIRI SINGLOP, Ed.D. 229 P. 2016.

The purposes of this research were to study science concepts and science learning achievement of biodiversity by using Active learning. The participants consisted of 34 twelfth grade students at Piboonbumpen Demonstration School in the second semester of 2015 academic year. The research instruments used in this research were 6 Active learning lesson plans, 20 items of science concepts test and 40 items of science learning achievement test with reliability of 0.96. The data were analyzed by basic statistic, descriptive statistic for action research and Paired-sample *t-test* for differentiate pre-test and post-test. Research results revealed that:

1) The science concepts of biodiversity for twelfth grade students after using Active learning was statistically significant at the .01 level.

2) The science learning achievement of biodiversity for twelfth grade students after using Active learning was statistically significant at the .01 level.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
ขอบเขตการวิจัย.....	6
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551.....	12
ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้.....	23
การจัดการเรียนรู้เชิงรุก.....	36
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์.....	52
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	60
การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน.....	63
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	71
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	76
กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย.....	76
รูปแบบของการวิจัย.....	76
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	77
การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	78

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	93
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	95
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	95
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	100
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และข้อมูลทั่วไปของ กลุ่มเป้าหมาย.....	100
ผลการศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก.....	102
ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก.....	105
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ตามวงจรที่ 1-3 (PAOR).....	107
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	133
สรุปผลการวิจัย.....	133
อภิปรายผลการวิจัย.....	134
ข้อเสนอแนะ.....	140
บรรณานุกรม.....	142
ภาคผนวก.....	153
ภาคผนวก ก.....	154
ภาคผนวก ข.....	163
ภาคผนวก ค.....	175
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	229

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1	หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ..... 21
2-2	การพัฒนาการทางด้านสติปัญญาตามการแบ่งของบลูม (Bloom) กับของแอนเดอร์สัน และครัทโวล (Anderson and Krathwohl)..... 33
2-3	การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก..... 47
2-4	เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบปกติและการจัดการเรียนรู้เชิงรุก..... 51
2-5	ลักษณะของการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน..... 66
3-1	การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระที่ 1 เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ..... 78
3-2	การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้ กับจุดประสงค์การเรียนรู้..... 84
3-3	การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ การเรียนรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์..... 90
4-1	ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มเป้าหมาย โรงเรียนและสภาพห้องเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียน การสอน จำแนกตามเพศ..... 101
4-2	คะแนนพัฒนาการด้านมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่าง ก่อนเรียนและหลังเรียน..... 102
4-3	ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยด้านมโนทัศน์ทางวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการ เรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ค่าสถิติทดสอบที (Paired samples <i>t-test</i>)..... 104
4-4	คะแนนพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน..... 105

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-5 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ค่าทดสอบสถิติที่ (Paired samples <i>t-test</i>).....	107
4-6 คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก.....	114
4-7 คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก.....	120
4-8 คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก.....	127
4-9 คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1-3 หลังจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก..	131
ข-1 ค่าประเมินระดับความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญของแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ.....	164
ข-2 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ.....	166
ข-3 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ.....	168
ข-4 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ จำนวน 20 ข้อ.....	170
ข-5 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ จำนวน 40 ข้อ.....	171

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	7
1-2 ขั้นตอนการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (PAOR).....	10
2-1 แนวคิดของกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive constructivism).....	29
2-2 กรวยของการเรียนรู้ของเอ็ดการ์ เดล.....	39
2-3 O' Leary's cycle off research.....	68
2-4 การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบรูปบัน ไคเวียน.....	69
2-5 ขั้นตอนการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน.....	70
3-1 ขั้นตอนการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน.....	77
4-1 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้.....	110
4-2 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้.....	110
4-3 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้.....	112
4-4 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้.....	119
4-5 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้.....	122
4-6 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้.....	130
4-7 ระดับคะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายแผนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้เชิงรุก แผนที่ 1-6.....	132
ข-1 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียน.....	172
ข-2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียน.....	173

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับโดยทั่วกันว่า ในการขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้าไปสู่เศรษฐกิจและสังคมฐานความรู้ (Knowledge-based economy) ปัจจัยหนึ่งที่สำคัญอย่างยิ่งคือการมีรากฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เข้มแข็ง ทำให้ประเทศมีขีดความสามารถต่อการปรับตัวทางการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของยุคโลกาภิวัตน์ (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2557, หน้า 101) ดังนั้นวิทยาศาสตร์จึงเป็นส่วนสำคัญของการศึกษาและการเรียนรู้ ซึ่งเกิดประโยชน์แก่ปัจเจกชน สามารถประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิตได้อย่างชาญฉลาด และวิทยาศาสตร์มีประโยชน์ต่อสังคมโดยรวม กล่าวคือ เป็นแหล่งความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติและ การนำมาใช้ประโยชน์ ทั้งในการอธิบายสิ่งต่าง ๆ และในการทำสิ่งของเครื่องใช้ ซึ่งต้องใช้เทคโนโลยีอันมีวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน ประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคมมีอยู่ในทุกด้านของชีวิต ทั้งด้านอุตสาหกรรม เกษตรกรรม การค้า การบริการ และความเป็นอยู่ โดยทั่วไปของมนุษย์ (ยงยุทธ ยุทธวงศ์, 2554, หน้า 63) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้เรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้นพร้อมทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลและมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 92) โดยเฉพาะในวิชาชีววิทยา ซึ่งเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม การศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกลุ่มต่าง ๆ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิต สำหรับการศึกษาในระดับย่อยลงมา เช่น การศึกษาองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต สันฐานวิทยา สรีรวิทยา รวมถึงการศึกษาเรื่องปฏิกิริยาเคมี และพลังงานที่เกิดขึ้นภายในร่างกายของสิ่งมีชีวิตอีกด้วย วิชาชีววิทยานี้บูรณาการกับความรู้ในหลากหลายสาขาที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้อธิบายและจำลองความเป็นไปของสิ่งมีชีวิต เพื่อตอบปัญหาต่าง ๆ ที่มนุษย์สงสัยได้ ดังนั้นเนื้อหาของวิชาชีววิทยาจึงจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับนักเรียน การจัดกระบวนการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญที่ครูผู้สอนต้องจัดให้สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัด และความต้องการของนักเรียน โดยเน้นการบูรณาการความรู้ในศาสตร์ด้านต่าง ๆ มีวิธีการสอนที่หลากหลายในแต่ละเนื้อหา รวมทั้งเน้นการวัดผลที่หลากหลาย เพื่อที่จะให้นักเรียนนั้นได้รับความรู้

อย่างเต็มศักยภาพ และสามารถเชื่อมโยง ประยุกต์ใช้ความรู้สำหรับการแก้ปัญหา การปฏิบัติจริง และสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2544, หน้า 7)

โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี มีความมุ่งมั่นในความเป็นเลิศด้านการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีพัฒนาการในทุก ๆ ด้าน โดยเน้นการใช้กิจกรรมเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้ พร้อมทั้งมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถเทียบเท่าระดับสากล โดยการเข้าไปสังเกตการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน และสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอนประจำรายวิชาชีววิทยา ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ห้องเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ หลักสูตรปกติ จำนวนทั้งหมด 4 ห้องเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/4-6/7 พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/7 ส่วนใหญ่ไม่สามารถนำความรู้เดิมในเนื้อหาที่เรียนรู้แล้วมาเชื่อมโยงให้เข้ากับเนื้อหาใหม่หรือใช้ความรู้ในเนื้อหาเรื่องต่อไปได้ แสดงว่านักเรียนยังขาดมโนทัศน์หรือมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา การขาดมโนทัศน์ที่ถูกต้องนั้นส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนลดต่ำลง ไม่สามารถใช้ทักษะการคิดขั้นสูงได้และยังไม่สามารถนำความรู้ที่ถูกต้องไปใช้ในชีวิตประจำวัน ประกอบกับการที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ส่วนใหญ่จำเป็นต้องใช้ความรู้วิชาชีววิทยาในการเตรียมตัวสอบเรียนต่อในระดับมหาวิทยาลัย จึงมีนักเรียนหลายคนไปเรียนพิเศษ ซึ่งเน้นการท่องจำและการใช้วิธีลัด ทำให้นักเรียนขาดมโนทัศน์และรายละเอียดต่าง ๆ ของเนื้อหาไป นอกจากนี้นักเรียนยังไม่ค่อยมีส่วนร่วมในการเรียน ควบคุมชั้นเรียนได้ยากกว่าห้องอื่น ๆ และมีกรณีที่เขาหนังสือเรียนวิชาอื่นขึ้นมาทบทวนในเวลาเรียนอีกด้วย ส่งผลให้เกิดปัญหาในการเรียนวิชาชีววิทยา (สมศิริ สิงห์หลพ, 2558) ดังนั้น การสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์นั้นจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ซึ่งบทบาทของครูจะต้องเป็นผู้สนับสนุนและจัดประสบการณ์ให้มีความหมายต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน จำเป็นต้องวางแผนการจัดกิจกรรมสื่อการเรียนรู้ สังเกต กำกับดูแล และแนะนำผู้เรียนเพื่อประมวลความรู้ ส่งเสริมการนำความรู้ไปใช้ (สมศักดิ์ ดลประสิทธิ์, 2542, หน้า 14) จากการศึกษาของ Hurd (1970, p. 57) ได้กล่าววามโนทัศน์เป็นการสังเคราะห์หรือนำความรู้ที่มีความสัมพันธ์กันมาประกอบเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดความหมายที่ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ มโนทัศน์เป็นผลผลิตที่มาจากจินตนาการ การใช้ความคิดอย่างมีเหตุผลจนเกิดความรอบรู้โดยใช้กระบวนการทางสมอง สอดคล้องกับเวทฤษฎี อังคนะภัททขจร (2551, หน้า 26) ที่ว่าการเรียนรู้มโนทัศน์ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ไปถึงขีดสุดได้อย่างรวดเร็ว เพราะเกิดจากการจัดระเบียบของข้อมูลที่เรียบร้อยแล้วในสมอง เมื่อพบกับข้อมูลใหม่ก็สามารถจำแนก จัดหมวดหมู่ และเชื่อมโยงกับมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่ได้ง่าย พันธ์ หันนาคินทร์ (2526 อ้างถึงใน ศิลปะชัย บูรณพานิช, 2542, หน้า 97) กล่าวว่า นักการศึกษาในปัจจุบันได้ยอมรับและเห็นความสำคัญของการสอนให้นักเรียนรู้จักการสร้างมโนทัศน์ เพราะจะเป็นการลดสิ่งที่จะต้อง

จดจำรายละเอียดลงได้มาก การที่นักเรียนมีมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียน แสดงว่าผู้เรียนเข้าใจในเรื่องนั้นเป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังพบว่าในเนื้อหาเรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นเนื้อหาหลักที่มีความสำคัญ นักเรียนต้องมีความรู้เดิมที่สามารถจะเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้ในเนื้อหาใหม่และเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนในเนื้อหาชีววิทยาเรื่องอื่นต่อไป เช่น นักเรียนจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต ลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดไปจนถึงระดับเซลล์ นักเรียนต้องใช้ความพยายามและความสามารถในการทำความเข้าใจ เนื่องจากเนื้อหาที่มีความซับซ้อน มีลำดับขั้นตอนและค่อนข้างมาก ส่งผลให้ต้องใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้มากขึ้นตามไปด้วย ถ้านักเรียนขาดมโนทัศน์หรือข้ามมโนทัศน์ที่สำคัญไปอาจส่งผลสู่เนื้อหาอื่น ๆ อีกทั้งไม่สามารถนำความรู้ที่มีไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของกาญจนา คำจันะ (2551, หน้า 5) ที่ว่า ความหลากหลายทางชีวภาพเป็นเรื่องที่มีเนื้อหามากและนักเรียนคิดว่าไม่มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องนี้อยู่ในระดับต่ำ ส่วนศาสตรา ศรณารายณ์ (2545, หน้า 1) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรจัดให้นักเรียนเข้าใจหลักการและทฤษฎีพื้นฐานเพื่อสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์มากกว่าการสอนให้นักเรียนจดจำเนื้อหาสาระ ซึ่งในอดีตที่ผ่านมาประเทศไทยใช้หลักสูตรประเภทที่เน้นเนื้อหาเป็นฐาน (Content based curriculum) การจัดการเรียนรู้จึงมีลักษณะเน้นการถ่ายทอดองค์ความรู้จากครูผู้สอนไปสู่ผู้เรียนเป็นหลักจึงเน้นการฟังบรรยายจากครู (Passive learning) ฝ่ายเดียวจนกระทั่งถึงปี พ.ศ. 2544 จึงได้มีการปรับเปลี่ยนหลักสูตรใหม่ที่เรียกว่า หลักสูตรที่ยึดมาตรฐานการเรียนรู้ (Standard based curriculum) การจัดการเรียนรู้จึงมีลักษณะที่เน้นทักษะกระบวนการเรียนรู้เพื่อการพัฒนาศักยภาพของนักเรียนเป็นสำคัญ (Child centered) นักเรียนใช้การเรียนรู้ผ่านกิจกรรมสื่อและนวัตกรรมได้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นลักษณะที่นักเรียนเป็นผู้กระทำหรือการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) (สถาพร พุททติกุล, 2555 หน้า 4) ซึ่งผู้วิจัยเชื่อว่าจะสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ได้ดี

การจัดการเรียนรู้เชิงรุกนั้นเป็นวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับสังคมในปัจจุบันและให้ความสำคัญพร้อม ๆ กับนโยบายปฏิรูปการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2542, หน้า 8) ที่เน้นการจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยหลักการแล้วทั้งการจัดการเรียนรู้เชิงรุกและการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนเป็นสำคัญต่างก็มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ที่เน้นความสำคัญของการเรียนรู้ว่าเกิดขึ้นได้ภายในตัวผู้เรียน โดยผู้เรียนเป็นผู้กระทำและปรับความรู้เดิมที่มีอยู่ให้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้ใหม่ จนกระทั่งเกิดความรู้ความสมคูลทางพุทธิปัญญา สถาพร พุททติกุล (2555, หน้า 5) ซึ่งการจัดการเรียนรู้เชิงรุกอาศัยหลักการสร้างกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับ

ธรรมชาติการทำงานของสมอง ส่งเสริมให้นักเรียนมีความตื่นตัวและกระตือรือร้นด้านการรู้คิด (Cognitively active) มากกว่าการฟังครูผู้สอนในห้องเรียนและการท่องจำ โดยนักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม การเรียนรู้ นั้น ๆ ด้วยตนเองผสานกับความรู้เดิมที่มีอยู่จึงเกิดการสร้างมโนทัศน์ในองค์ความรู้ นั้น ๆ ขึ้น อีกทั้งการจัดการเรียนรู้เชิงรุกส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสนำความรู้ไปทดลองใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ ฝึกทักษะแล้วนำเสนอต่อกลุ่มเพื่อยืนยันมโนทัศน์ที่ถูกต้อง นอกจากนี้จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองแล้วยังเป็นการพัฒนาทักษะเพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องนอกห้องเรียน (Life-long learning) ได้อีกด้วย (เทียน ทองแก้ว, 2546, คำนำ; สิริพร ปาณวงษ์, 2554, หน้า 4) จะทำให้เกิดการพัฒนาเป็นความคิดขั้นสูง นั่นคือ สามารถคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่าได้ (Bonwell and Eison, J.A., 1991, p. 2) นักเรียนจะสามารถบูรณาการ เชื่อมโยงความรู้ และนำมโนทัศน์ที่ถูกต้องไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับผลการวิจัยของรินฮาร์ทและวินสตัน (Rinehart and Winston cited in Abhiyan, 2008, p. 13) พบว่า การเรียนรู้ของนักเรียนมีผลต่อความสามารถในการรับรู้และการนำความรู้ไปใช้ได้แตกต่างกัน ซึ่งการจัดการเรียนรู้เชิงรุกมีการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการร่วมแสดงความคิดเห็น การนำเสนอ และการได้ลงมือกระทำ นักเรียนจะสามารถจดจำความรู้ได้มากขึ้นถึงร้อยละ 70-90 เมื่อเวลาผ่านไปเพียง 2 สัปดาห์ สอดคล้องกับงานวิจัยของวันเพ็ญ คำเทศ (2549, หน้า 91) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเชิงรุกตามรูปแบบของเลสไล ดี ฟิงค์ (Leslie dee Fink's model) มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนงานวิจัยของสุภลักษณ์ เขียรเชาว์ (2555, หน้า 172) พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกและแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และงานวิจัยของวาทัญญู วุฒิวรรณ (2553, หน้า 73) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และ ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่การจัดการเรียนรู้เชิงรุกนั้นก็ยังเป็นสิ่งใหม่สำหรับครูผู้สอนและนักเรียน ซึ่งบางครั้งนักเรียนต้องใช้เวลาในการปรับตัวให้เข้ากับการจัดการเรียนรู้ อีกทั้งครูจะต้องมีความชำนาญในการจัดการเรียนรู้อีกด้วย (Savec and Devetak, 2013, pp. 1113-1121)

จากข้อมูลการศึกษาค้นคว้าดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำเอาวิธีการจัดการเรียนรู้เชิงรุกมาใช้ในการสอนรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ เพื่อศึกษา

มโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/7 ห้องเรียน แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ หลักสูตรปกติ โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ เพื่อที่จะช่วยส่งเสริมมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น พร้อมทั้งเกิดแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้และเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning)
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning)

สมมติฐานการวิจัย

1. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) สูงกว่าก่อนเรียน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) สูงกว่าก่อนเรียน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้พร้อมทั้งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ
2. นักเรียนมีมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพสูงขึ้นและสามารถนำความรู้ไปใช้เพื่อเป็นพื้นฐานในเรื่องอื่น ๆ ต่อไปได้
3. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอน บุคลากรทางการศึกษาและผู้สนใจในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) ในรายวิชาชีววิทยาในเรื่องอื่น ๆ และรายวิชาอื่น ๆ ได้

ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/7 จำนวน 34 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ซึ่งเป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ หลักสูตรปกติ และเป็นห้องเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคะแนนในโรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning)

2.2 ตัวแปรตาม คือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา แบ่งออกเป็น 4 เรื่อง ได้แก่

3.1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

3.2 การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

3.3 กำเนิดของชีวิต

3.4 อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต

3.4.1 อาณาจักรโพรทิสตา

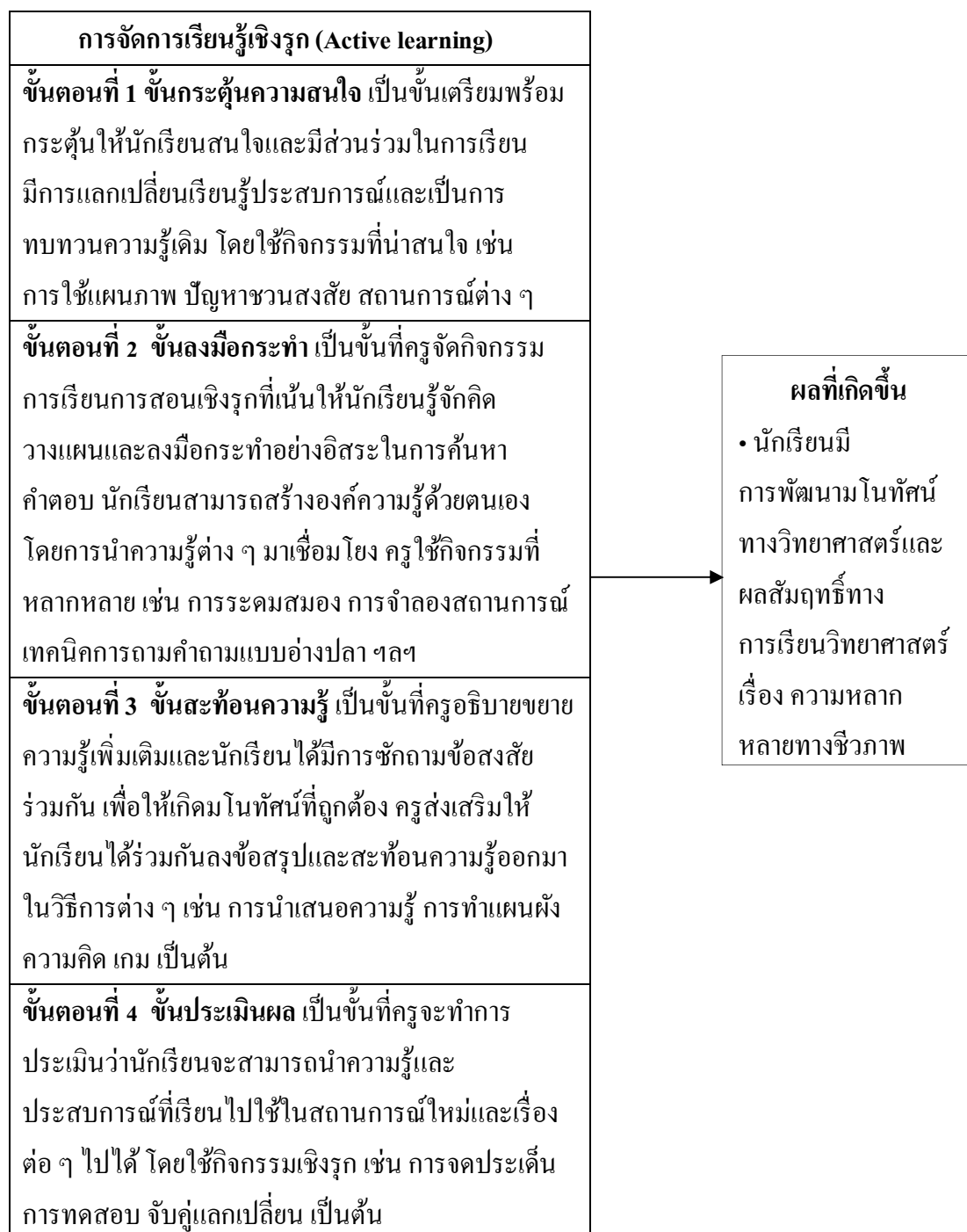
3.4.2 อาณาจักรมอเนอรา

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ใช้เวลาในการทดลอง 14 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนและเก็บรวบรวมข้อมูล

กรอบแนวคิดงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้สามารถนำเสนอกรอบแนวคิดในการวิจัยดังนี้



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและเน้นการปฏิบัติ โดยเฉพาะการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ซึ่งจะทำให้เกิดการพัฒนาเป็นความคิดขั้นสูงทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย สามารถบูรณาการเชื่อมโยงความรู้และนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งกิจกรรมพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ได้แก่ การพูดการฟัง การเขียน การอ่านเชิงรุก และการสะท้อนความรู้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นกระตุ้นความสนใจ

เป็นขั้นเตรียมพร้อม กระตุ้นให้นักเรียนสนใจและมีส่วนร่วมในการเรียน มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์และเป็นการทบทวนความรู้เดิม โดยใช้กิจกรรมที่น่าสนใจ เช่น การใช้แผนภาพ ปัญหาชวนสงสัย สถานการณ์ต่าง ๆ เป็นต้น

1.2 ขั้นลงมือกระทำ

เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเชิงรุกที่เน้นให้นักเรียนรู้จักคิดวางแผน และลงมือกระทำอย่างอิสระในการค้นหาคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยการนำความรู้ต่าง ๆ มาเชื่อมโยง ครูใช้กิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การอ่านเชิงรุก การเขียนเชิงรุก การระดมสมอง การจำลองสถานการณ์ เทคนิคการถามคำถามแบบอ่างปลา ฯลฯ

1.3 ขั้นสะท้อนความรู้

เป็นขั้นที่ครูอธิบายขยายความรู้เพิ่มเติมและนักเรียนได้มีการซักถามข้อสงสัยร่วมกัน เพื่อให้เกิดนิมิตทัศน์ที่ถูกต้อง ครูส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมกันลงข้อสรุปและสะท้อนความรู้ ออกมาในวิธีการต่าง ๆ เช่น การนำเสนอความรู้ การทำแผนผังความคิด เกม เป็นต้น

1.4 ขั้นประเมินผล

เป็นขั้นที่ครูจะทำการประเมินว่านักเรียนจะสามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่เรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่และเรื่องต่อ ๆ ไปได้ โดยใช้กิจกรรมเชิงรุก เช่น การจดประเด็น การทดสอบ จับคู่แลกเปลี่ยน สุ่มหาคิด เป็นต้น

2. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง แนวความคิดที่ได้จากการได้รับประสบการณ์ความรู้จากสถานการณ์ต่าง ๆ การลงมือปฏิบัติ แล้วทำการประมวล จัดลำดับความสัมพันธ์ แล้วสรุปเป็นความเข้าใจของตนเองได้เกี่ยวกับเนื้อหาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ จากการได้รับประสบการณ์การเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแล้วสามารถจำแนกเป็นลำดับขั้นตอน เชื่อมโยงเนื้อหาที่เรียนกับเนื้อหาอื่นได้ ทำการวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทาง

วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ในวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม

เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ แล้วนำมาวิเคราะห์ห้เป็นคะแนนรายข้อ

3. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 20 ข้อ ประกอบด้วย คำถาม 2 ส่วน โดยคำถามส่วนที่ 1 จะมีลักษณะเป็นปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก เกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ และส่วนที่ 2 จะมีลักษณะเป็นอัตนัย ซึ่งเป็นการบอกเหตุผลในการเลือกตอบข้อนั้น โดยข้อสอบที่เป็นอัตนัยจะมีเกณฑ์การให้คะแนนตามการจัดลำดับมโนทัศน์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี (2546, หน้า 28-29) ซึ่งได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ ดังนี้

3.1 มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูก และให้เหตุผลประกอบครบองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิด ให้ 3 คะแนน

3.2 มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูกและให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนสำคัญของแต่ละมโนทัศน์ ให้ 2 คะแนน

3.3 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบถูกต้อง แต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน

3.4 ความเข้าใจผิด หมายถึง คำตอบถูกหรือผิดแต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง หรือ ไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลที่ได้จากการเรียนรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการลงมือกระทำที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยอยู่ในรูปของผลคะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่สามารถวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามรูปแบบของบลูม (Bloom, 1956, pp. 62-185) ทั้งหมด 6 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่าในการเรียน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

4.1 ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถของสมองที่เก็บรักษาความรู้ ประสบการณ์ เรื่องราวต่าง ๆ ทั้งหมดที่ได้รับรู้มา

4.2 ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถของสมองในการขยายความรู้ความจำอย่างสมเหตุสมผล เป็นความพยายามของสมองที่จะคัดแปลง ปรับปรุงหรือเสริมแต่งความรู้เดิมเพื่อให้สามารถจับใจความ เปรียบเทียบ ย่อเรื่องราวต่าง ๆ

4.3 การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำเอาความรู้ความจำ ความเข้าใจที่มีอยู่ไปแก้ปัญหาที่แปลกใหม่หรือสถานการณ์จริงในปัจจุบัน

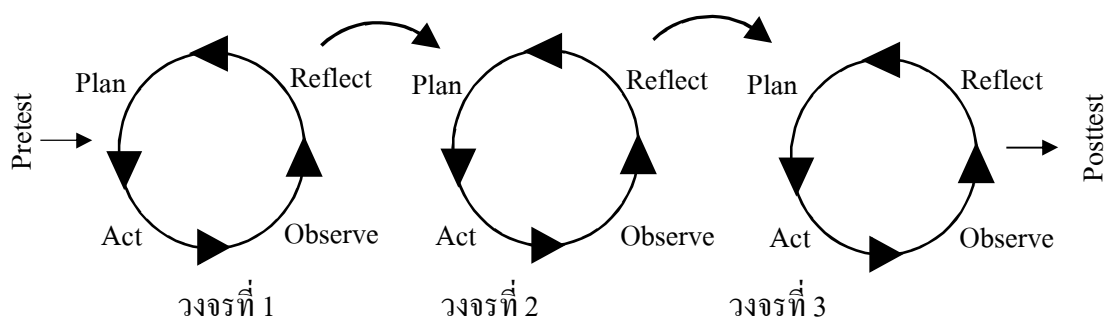
4.4 การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะ พิจารณาเรื่องราว สิ่งต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ตามหลักการและกฎเกณฑ์เพื่อหาความจริง ความสำคัญของสิ่งนั้น

4.5 การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการรวบรวมเรื่องราว สิ่งต่าง ๆ ที่มากกว่า 2 สิ่งขึ้นไปเข้าด้วยกันเพื่อสร้างเป็นเรื่องราวใหม่

4.6 การประเมินค่า หมายถึง การตีราคา การวินิจฉัยเรื่องราวต่าง ๆ หรือสิ่งต่าง ๆ อย่างมีหลักเกณฑ์ว่าสิ่งนั้นมีคุณค่า ดีหรือเลว หรือเหมาะสมเช่นไร

5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง แบบวัดผลคะแนนของนักเรียนโดยวัดจากคะแนนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามรูปแบบของบลูม (Bloom, 1956, p. 62-185) ทั้งหมด 6 ด้านคือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า โดยแบบทดสอบมีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ครอบคลุมเนื้อหา เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ 4 เรื่อง ได้แก่ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต กำเนิดของชีวิต และอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต

6. การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน หมายถึง การศึกษาค้นคว้าด้วยกระบวนการปฏิบัติการที่นำมาใช้กับการศึกษา โดยครูผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการศึกษาหาข้อมูลและปรับปรุง พัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอนในขณะเดียวกันก็ทำการปฏิบัติการสอนควบคู่ไปด้วยอย่างมีระบบ และต่อเนื่อง ซึ่งผลการวิจัยนั้นสามารถนำไปพัฒนาผู้เรียนในชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งขั้นตอนในการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนผู้วิจัยได้สรุปเป็น 4 ขั้นตอน (PAOR) 3 วงจร อย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง โดยมีวิธีดำเนินการตามวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ดังภาพที่ 1-2



ภาพที่ 1-2 ขั้นตอนการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (PAOR)

ขั้นตอนที่ 1 วางแผน (Plan)

เป็นขั้นที่วิเคราะห์ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของครู นักเรียน วิชาและ
สิ่งแวดล้อมเพื่อออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจากการสังเกตชั้นเรียนผู้วิจัยได้นำเอาการจัด
การเรียนรู้เชิงรุกมาใช้ในการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 ปฏิบัติ (Act)

เป็นขั้นการนำเอาแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในชั้นเรียนกับกลุ่มเป้าหมาย โดยมี
บทเรียนละ 2 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้ 6 แผน ก็จะใช้เวลาจริงละ 2 แผน ได้แก่ แผนที่ 1 และ 2
คือ วงจรที่ 1 แผนที่ 3 และ 4 คือ วงจรที่ 2 ส่วนแผนที่ 5 และ 6 เป็นวงจรที่ 3

ขั้นตอนที่ 3 สังเกต (Observe)

เป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นขณะดำเนินการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งวงจรวินิจฉัย
หนึ่ง ๆ จะมีการสังเกตการณ์ เก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้เครื่องมือที่หลากหลาย อาจเก็บข้อมูลผู้เรียน
เป็นรายบุคคลหรือเก็บข้อมูลผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย เครื่องมือที่ผู้วิจัยเลือกใช้ได้แก่ การใช้
แบบทดสอบ การเขียนบันทึกหลังการสอนของครู บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน และใช้การ
สัมภาษณ์ เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 4 สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ข้อมูลจากขั้นการสังเกตนั้นจะมีทั้งข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงบรรยาย ซึ่งจะนำมา
ทำการสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาแนวทางการแก้ไขและพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียน
การสอนในวงจรต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง การศึกษาการเกิดมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้
3. การจัดการเรียนรู้เชิงรุก
4. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
6. การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ

3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้

5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมายสามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้และประสบการณ์

จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพจึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐานดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนาหรือศาสนาที่ตนนับถือยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสารการคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุนทรีย์ และรักการออกกำลังกาย

4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทยการอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคมและอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนดซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

1. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผลคุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ถูกต้อง เหมาะสมและมีคุณธรรม

2. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุขในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้

5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้ สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตนเอง

มาตรฐานการเรียนรู้

การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความสมดุล ต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมองและพหุปัญญา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงกำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ซึ่งกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่ 3

ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัดระบุถึงที่นักเรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ รวมทั้งคุณลักษณะของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ซึ่งสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้ มีความเฉพาะเจาะจงและมีความเป็นรูปธรรม นำไปใช้ในการกำหนดเนื้อหา จัดทำหน่วยการเรียนรู้จัดการเรียนการสอนและเป็นเกณฑ์สำคัญสำหรับการวัดประเมินผลเพื่อตรวจสอบคุณภาพผู้เรียน

1. ตัวชี้วัดชั้นปีเป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนแต่ละชั้นปีในระดับการศึกษาภาคบังคับ (ประถมศึกษาปีที่ 1-มัธยมศึกษาปีที่ 3)
2. ตัวชี้วัดช่วงชั้นเป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4-6)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ทั้งหมด 8 กลุ่มสาระ ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและเทคโนโลยีชีวภาพ

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของ ทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนแปลงสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารสมการเคมีและการแยกสาร

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่ แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

สาระที่ 5 พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและ ปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยา นิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของ โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากร ทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ของบรรยากาศ

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐาน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียนด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการเรียนรู้ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนา ผู้เรียนให้มีลักษณะอันพึงประสงค์ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐานสำหรับ นักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นสำหรับนักเรียนทุกคน เมื่อจบการศึกษาในแต่ละช่วงชั้น มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐานของกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในสาขาชีววิทยามีทั้งหมด 3 สาระที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากร ธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

คุณภาพผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

- เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต
- เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต ในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ
- เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอมการจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมีปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว
- เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล
- เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ สมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์
- เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะกาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ
- เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม
- ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้
- วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถามวิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ
- สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
- อธิบายความรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ
- แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้
- ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ่างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

- แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

- แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้

- ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็น โดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

คำอธิบายรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ภาคเรียนที่ 2 แผนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และ

คณิตศาสตร์ (โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6)

ศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพและความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม

ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต กำเนิดของชีวิต อาณาจักรของสิ่งมีชีวิตความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ ศึกษาเกี่ยวกับประชากร ความหนาแน่นและการแพร่กระจายของประชากร ขนาดของประชากร รูปแบบการเพิ่มของประชากร การรอดชีวิตของประชากร ประชากรมนุษย์ ศึกษาเกี่ยวกับมนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ประโยชน์ ปัญหาและการจัดการ หลักการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลองการอภิปรายการอธิบายและสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิดความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยม

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับความหมายและองค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพ
2. สืบค้นข้อมูลอภิปราย และอธิบายการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต การจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต ชื่อของสิ่งมีชีวิต และการระบุชนิด
3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบายและสรุปเกี่ยวกับกำเนิดของชีวิต กำเนิดของเซลล์ โพรคาริโอตและเซลล์ยูคาริโอต
4. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปรายอธิบายและสรุปเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิต ออกเป็น โดเมนและอาณาจักรลักษณะที่เหมือนและแตกต่างกันของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรมอเนรา อาณาจักรโพรทิสตา อาณาจักรพืช อาณาจักรฟังไจ และอาณาจักรสัตว์

5. สืบค้นข้อมูลอภิปรายอธิบายและนำเสนอคุณค่าของความหลากหลายทางชีวภาพกับการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ที่มีผลต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม
 6. สืบค้นข้อมูลอภิปรายและนำเสนอสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยและผลกระทบจากการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ
 7. ออกแบบสถานการณ์จำลองที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงปัจจัยต่าง ๆ ของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต
 8. วิเคราะห์ อภิปรายและสรุปได้ว่าการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตสัมพันธ์กับความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต
 9. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับความหมายของประชากร ความหนาแน่นของประชากร อัตราการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร และปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร
 10. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องประชากรมนุษย์ การเติบโต และโครงสร้างอายุของประชากรมนุษย์
 11. สืบค้นข้อมูลอภิปราย และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ
 12. อภิปราย อธิบาย และสรุปแนวทางการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมรวมทั้งการอนุรักษ์และพัฒนาที่ยั่งยืน พร้อมทั้งเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ
 13. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม
- รวมทั้งหมด 13 ผลการเรียนรู้

ตารางที่ 2-1 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

ผลการเรียนรู้	ความหลากหลายทางชีวภาพ
1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับความหมายและองค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพ	1. ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต 2. การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต 3. กำเนิดของชีวิต
2. สืบค้นข้อมูลอภิปราย และอธิบายการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต ชื่อของสิ่งมีชีวิต และการระบุชนิด	4. อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต 5. ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย 6. การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ
3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบายและสรุปเกี่ยวกับกำเนิดของชีวิต กำเนิดของเซลล์ โพรคาริโอตและเซลล์ยูคาริโอต	
4. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย อธิบายและสรุปเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิต ออกเป็นโดเมนและอาณาจักรลักษณะที่เหมือนและแตกต่างกันของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักร มอนเนอรา อาณาจักรโพรทิสตา อาณาจักรพืช อาณาจักรฟังไจ และอาณาจักรสัตว์	
รวม 4 ผลการเรียนรู้	6 เรื่อง

สรุปสาระสำคัญได้ ดังนี้

ความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ ทำให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในปัจจุบันสามารถจำแนกออกเป็น 5 อาณาจักร

อาณาจักรมอนเนอรา เป็นโพรคาริโอตเซลล์เดียว มีการดำรงชีวิตที่หลากหลาย สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรนี้มีความสำคัญต่อการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ การรักษาสภาพแวดล้อม และในอุตสาหกรรมหลายชนิด รวมทั้งเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคในสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ

อาณาจักรโพรทิสตา เป็นยูคาริโอตกลุ่มแรกที่มีวิวัฒนาการมาจากโพรคาริโอต มีทั้งเซลล์เดี่ยวขนาดเล็กจนถึงหลายเซลล์ขนาดใหญ่ที่มีโครงสร้างซับซ้อนแต่ยังไม่พัฒนาเป็นเนื้อเยื่อ

มีการดำรงชีวิตที่หลากหลายแตกต่างกันหลายชนิด มีบทบาทเป็นผู้ผลิตและเป็นปรสิตรที่ทำให้เกิดโรคในสิ่งมีชีวิตอื่น

อาณาจักรพืช เป็นยูคาริโอตหลายเซลล์ที่ประกอบกันเป็นเนื้อเยื่อทำให้มีโครงสร้างซับซ้อน ดำรงชีวิตเป็นผู้ผลิตที่สำคัญในระบบนิเวศ พืชมีวิวัฒนาการในการปรับตัวด้าน โครงสร้างด้านองค์ประกอบทางเคมี และด้านการสืบพันธุ์เพื่อมาดำรงชีวิตบนบก นอกจากเป็นแหล่งอาหารสำคัญแล้วยังนำมาใช้เป็นวัสดุสร้างที่อยู่อาศัย ทำเครื่องนุ่งห่มและนำมาทำเป็นยารักษาโรค

อาณาจักรฟังไจ เป็นยูคาริโอตเซลล์เดียวและหลายเซลล์ที่ยังไม่พัฒนาเป็นเนื้อเยื่อ ดำรงชีวิตเป็นผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ที่สำคัญในระบบนิเวศ นำมาใช้ประโยชน์ในด้านอุตสาหกรรม ด้านสิ่งแวดล้อม ทางการแพทย์ และเป็นแหล่งอาหารของสิ่งมีชีวิตอื่น แต่บางชนิดเป็นปรสิตรก่อให้เกิดโรคในมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นอีกด้วย

อาณาจักรสัตว์ เป็นยูคาริโอตที่ประกอบกันเป็นเนื้อเยื่อ ดำรงชีวิตเป็นผู้บริโภคในระบบนิเวศ หลายชนิดเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญในมนุษย์ รวมทั้งมีคุณค่าทางเศรษฐกิจอีกด้วย มนุษย์เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่มีวิวัฒนาการมาจากบรรพบุรุษของสัตว์ในกลุ่มไพรเมต

ประเทศไทยมีความหลากหลายทางชีวภาพที่อุดมสมบูรณ์ แต่ข้อมูลเกี่ยวกับความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตยังมีค่อนข้างน้อย จึงควรต้องมีความร่วมมือจากทุกฝ่ายในการศึกษาให้มากขึ้น เพื่อจะได้มีข้อมูลไว้ศึกษาและเปรียบเทียบว่าสิ่งมีชีวิตชนิดใดบ้างที่มีอยู่และสูญหายไป หรือสิ่งมีชีวิตใหม่ใดที่พบเกิดขึ้นมาอีกบ้าง เป็นต้น การทำกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์อาจก่อให้เกิดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพได้ ทุกคนจึงควรตระหนักถึงความสำคัญของการรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ และหาแนวทางป้องกันการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ

มนุษย์ใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพเพื่อการดำรงชีวิต เช่น เป็นอาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย ยารักษาโรค และใช้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศ นอกจากนี้ความหลากหลายทางชีวภาพยังเป็นต้นแบบของพฤติกรรมการเรียนรู้ของมนุษย์ในด้านต่าง ๆ ทั้งภาษา ศิลปะ วัฒนธรรม และภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชน จนทำให้เกิดความหลากหลายทางวัฒนธรรม ภาษา จารีตประเพณี และภูมิปัญญาท้องถิ่นตามสภาพความหลากหลายทางชีวภาพในแต่ละพื้นที่

นอกจากจะทำการศึกษามาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แล้ว การวิจัยครั้งนี้ต้องศึกษาคำอธิบายรายวิชาและผลการเรียนรู้ของสถานศึกษานั้น ๆ เพิ่มเติมอีกด้วย เพื่อนำไปใช้ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างครบถ้วน ทั้งเนื้อหาที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไปพร้อม ๆ กับการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่น่าพอใจ

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียร์เจ (Piaget)

จอง เพียร์เจท์ (Jean Piaget) เป็นนักจิตวิทยาชาวสวิสเซอร์แลนด์ รับประทานปริญญาเอกทางวิทยาศาสตร์ สาขาจิตวิทยา มหาวิทยาลัยนิวชาเทล (Neuchatel) ในปี ค.ศ. 1918 จากนั้นเพียร์เจท์ ได้มีโอกาสไปทำงานกับนายแพทย์บีเน็ต (Binet) และซีมอน (Simon) ระหว่างปี ค.ศ. 1919-1921 โดยมีหน้าที่ทดสอบเด็กแต่ละวัยเพื่อจะหาบรรทัดฐาน (Norm) (สุรางค์ โคว์ตระกูล, 2553, หน้า 48) จึงเป็นจุดเริ่มต้นให้เพียร์เจท์สนใจที่จะศึกษาทางด้านจิตวิทยา โดยเฉพาะในด้านกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญาของเด็กตั้งแต่วัยแรกเกิดจนถึงวัยรุ่น การศึกษาของเพียร์เจท์เป็นการศึกษาระยะยาว โดยเพียร์เจท์ได้เริ่มศึกษากับบุตรทั้ง 3 คนของตนเอง นอกจากนั้นยังได้สังเกตและศึกษากับเด็กคนอื่น ๆ อีกด้วย (Mooney, 2013) เพียร์เจท์เป็นบุคคลแรกที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นผู้ศึกษาพัฒนาการด้านความคิดมนุษย์อย่างเป็นระบบระเบียบ

เพียร์เจท์เชื่อว่าโดยธรรมชาติแล้วมนุษย์ทุกคนพร้อมที่จะมีปฏิสัมพันธ์และปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่เกิด ผลจากกระบวนการดังกล่าวจะทำให้มนุษย์เกิดพัฒนาการทางสติปัญญา จากการสังเกตบุตรของตนทำให้ได้ข้อสรุปว่า ธรรมชาติของมนุษย์มีพื้นฐานติดตัวมาตั้งแต่กำเนิด 2 ชนิด คือ การจัดและรวบรวม (Organization) และการปรับตัว (Adaptation) การจัดและรวบรวม (Organization) หมายถึง การจัด และรวมกระบวนการต่าง ๆ ภายในเข้าเป็นระบบอย่างต่อเนื่อง โดยมีการปรับปรุงอยู่ตลอดเวลาตราบใดที่ยังมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม

การปรับตัว (Adaptation) หมายถึง การปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม เพื่อให้คงอยู่ในความสมดุล ประกอบไปด้วย 2 กระบวนการ คือ การซึมซาบหรือการดูดซึมประสบการณ์ (Assimilation) และการปรับโครงสร้างทางสติปัญญา (Accommodation) (สุรางค์ โคว์ตระกูล, 2553, หน้า 49) โดยเพียร์เจท์ กล่าวไว้ว่า การพัฒนาสติปัญญาและความคิดของมนุษย์จะต้องอาศัยทั้งการจัดรวบรวมและการปรับตัว ซึ่งลักษณะพัฒนาการที่เกิดขึ้นจะดำเนินอย่างค่อยเป็นค่อยไป ซึ่งจะแตกต่างกันในแต่ละบุคคล โดยองค์ประกอบที่มีสร้างเสริมพัฒนาการสติปัญญา มี 4 องค์ประกอบ คือ วุฒิภาวะ (Maturation) ประสบการณ์ (Experience) การถ่ายทอดความรู้ทางสังคม (Social transmission) และกระบวนการพัฒนาสมดุลย์ (Equilibration)

ขั้นตอนการพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียร์เจท์ (สุรางค์ โคว์ตระกูล, 2553, หน้า 50-57) โดยเพียร์เจท์ได้แบ่งขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาออกเป็นขั้นใหญ่ ๆ 4 ขั้น ได้แก่

1. ขั้นใช้ประสาทสัมผัสและกล้ามเนื้อ (Sensorimotor period) อายุตั้งแต่ 0-2 ปี เป็นขั้นที่เด็กมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ประสาทสัมผัส และการเคลื่อนไหวของอวัยวะต่าง ๆ

เช่น การกำมือ การดูด การมอง การไขว่คว้า ยังมีพฤติกรรมน้อยมากที่แสดงออกถึงความเข้าใจ เพราะเด็กยังไม่สามารถแยกแยะตนเองออกจากสิ่งแวดล้อมได้

2. ชั้นเริ่มมีความคิดความเข้าใจ (Pre-operational period) อายุตั้งแต่ 2-7 ปี เด็กวัยนี้เป็นวัยก่อนเข้าโรงเรียนและอนุบาล ซึ่งยังไม่สามารถใช้สติปัญญากระทำสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเต็มที่ ความคิดของเด็กวัยนี้ขึ้นอยู่กับความรู้เป็นส่วนใหญ่ ไม่สามารถใช้เหตุผลอย่างลึกซึ้ง เด็กสามารถใช้สัญลักษณ์แทนวัตถุสิ่งของที่อยู่รอบ ๆ ตัวได้ เริ่มมีพัฒนาการทางด้านภาษา เริ่มพูดเป็นประโยค และเรียนรู้คำต่าง ๆ เพิ่มขึ้น

3. ชั้นใช้ความคิดอย่างมีเหตุผลเชิงรูปธรรม (Concrete operational period) อายุตั้งแต่ 7-11 ปี ระยะเวลาเด็กจะมีพัฒนาการทางความคิดและสติปัญญาอย่างรวดเร็ว สามารถคิดอย่างมีเหตุผล สามารถที่จะสร้างกฎเกณฑ์ในการแบ่งสิ่งแวดล้อมออกเป็นหมวดหมู่ได้ สามารถนำความรู้หรือประสบการณ์ในอดีตมาแก้ปัญหาเหตุการณ์ใหม่ ๆ ได้ มีการถ่ายโยงการเรียนรู้ (Transfer of learning) แต่ปัญหาหรือเหตุการณ์นั้นจะต้องเกี่ยวข้องกับวัตถุหรือสิ่งที่เป็นรูปธรรม ส่วนปัญหาที่เป็นนามธรรมนั้นเด็กยังไม่สามารถแก้ได้

4. ชั้นใช้ความคิดอย่างมีเหตุผลเชิงนามธรรม (Formal operational period) อายุตั้งแต่ 11-15 ปี ชั้นนี้เป็นขั้นสูงสุดของพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิด ความคิดแบบเด็ก ๆ จะสิ้นสุดลง จะเริ่มคิดแบบผู้ใหญ่ สามารถคิดแก้ปัญหาที่เป็นนามธรรมด้วยวิธีการหลากหลาย รู้จักคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ สามารถตั้งสมมติฐาน ทดลอง ใช้เหตุผล และทำงานที่ต้องใช้สติปัญญาอย่างสลับซับซ้อนได้ เพียร์เจทท์ กล่าวว่า เด็กวัยนี้เป็นวัยที่คิดเหนือไปกว่าสิ่งปัจจุบัน สนใจที่จะสร้างทฤษฎีเกี่ยวกับทุกสิ่งทุกอย่าง และมีความพอใจที่จะคิดพิจารณาเกี่ยวกับสิ่งที่ไม่มีความจริงหรือสิ่งที่เป็นนามธรรม นักจิตวิทยาเชื่อว่า การพัฒนาความเข้าใจจะพัฒนาไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งเข้าสู่วัยรุ่น (ชมรมจิตแพทย์เด็กและวัยรุ่นแห่งประเทศไทย, 2548)

การประยุกต์ใช้ทฤษฎีของเพียร์เจทท์ในการจัดการเรียนรู้ จัดทำได้ดังนี้
(ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, หน้า 26)

1. การพัฒนาเด็กควรคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญา และการจัดประสบการณ์ที่เหมาะสมกับพัฒนาการของเด็ก ไม่ควรบังคับให้เรียนในสิ่งที่ยังไม่พร้อมหรือยากเกินพัฒนาการตามวัย เพราะจะทำให้เด็กเกิดทัศนคติที่ไม่ดีต่อสิ่งนั้น ซึ่งควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1.1 การจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อให้เด็กเกิดการเรียนรู้ตามวัยของตนเอง จะมีส่วนช่วยให้เด็กพัฒนาไปสู่พัฒนาการขั้นสูงขึ้นได้

1.2 เด็กแต่ละคนมีพัฒนาการที่แตกต่างกัน แม้อายุเท่ากันแต่ระดับพัฒนาการอาจไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงไม่ควรเปรียบเทียบเด็ก ควรให้เด็กมีอิสระในการเรียนรู้ไปตามพัฒนาการ

- 1.3 ผู้สอนควรสอนในสิ่งที่เป็นรูปธรรมเพื่อช่วยให้เด็กเข้าใจลักษณะต่าง ๆ ได้ดีขึ้น
 2. ให้ความสนใจ สังเกตอย่างใกล้ชิดจะช่วยทำให้ทราบถึงลักษณะเฉพาะของเด็กได้
 3. ในการสอน ควรเริ่มจากสิ่ง que เด็กคุ้นเคยหรือมีประสบการณ์มาก่อนแล้วจึงเสนอสิ่งใหม่ที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเก่า จะช่วยทำให้เด็กสามารถซึมซับและจัดระบบความรู้ได้ดี
 4. เปิดโอกาสให้เด็กได้รับประสบการณ์และมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมจริงให้มาก จะช่วย让孩子ซึมซับข้อมูลเข้าสู่โครงสร้างทางสติปัญญา และพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กได้ดี
- จากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจท์ข้างต้น จะเห็นได้ว่า มนุษย์ทุกคนมีความพร้อมที่จะมีปฏิสัมพันธ์และปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมมาตั้งแต่เกิด ทำให้มนุษย์เกิดพัฒนาการของเขาวัยนี้ปัญญาและเริ่มมีพัฒนาการตามช่วงอายุ ดังนั้นผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีพัฒนาการทางสติปัญญาให้ไปถึงขีดสุด และจากการศึกษาทฤษฎีนี้ ผู้วิจัยได้เข้าใจถึงกระบวนการเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน ซึ่งเกิดจากกระบวนการคิดซึมและกระบวนการปรับสภาวะ โดยเฉพาะผู้เรียนที่อยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งเป็นช่วงสุดท้ายของกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญา และมีการคิดแบบเป็นนามธรรม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง ตลอดจนการพัฒนาให้เกิดมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของวิกทอทสกี (Vygotsky)

- วิกทอทสกี เป็นนักจิตวิทยาชาวรัสเซีย (ปี ค.ศ. 1896-1934) เกิดในยุคการปฏิวัติรัสเซีย วิกทอทสกีได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญา จนกระทั่งมีการตีพิมพ์ผลงานในปี ค.ศ. 1962 (Moll, 2014, pp. 14-16) ซึ่งวิกทอทสกีเน้นความสำคัญของวัฒนธรรมและสังคมที่มีต่อการพัฒนาการทางสติปัญญา โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นและสถาบันทางสังคมต่าง ๆ วิกทอทสกีมีความเชื่อและหลักการพื้นฐาน 2 ประการ (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2553, หน้า 61-63) คือ
1. พัฒนาการทางภาษาของเด็กนั้น ไม่ได้ช่วยเหลือให้เด็กสามารถสื่อสารกับผู้อื่นได้ดีขึ้นเพียงอย่างเดียว แต่ช่วยให้เด็กเกิดการคิดวางแผน แนะนำ และควบคุมกิจกรรมต่าง ๆ ของตนเอง โดยงานวิจัยของพาลินสกาและบราวน์ (Palincsar and Brown, 1989, pp. 122-126) พบว่า “ภาษาคิด” เกิดขึ้นมาตั้งแต่ในวัยเด็กและจะพัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อเด็กมีพุทธิปัญญาที่จะแก้ไขปัญหาเพิ่มขึ้น ดังนั้น การสอนภาษาคิดในการแก้ปัญหาจะช่วยให้เด็กสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยวิธีการเลียนแบบจากผู้ใหญ่
 2. วิกทอทสกีมีความเชื่อว่า ในการสอนเด็กนั้นครูสามารถเอื้อให้เด็กเกิดการเรียนรู้ ถ้าหากครูทราบพัฒนาการทางพุทธิปัญญาของเด็กอยู่ในส่วน (Zone) ที่ใกล้เคียงกับระดับที่พร้อม

จะรับรู้ได้ ซึ่งวิถีก่อทศก็เรียกว่า “The zone of proximal development” หรือ “ZPD” (Moll, 2014, pp. 45-81) ถ้าเด็กได้รับการช่วยเหลือหรือการชี้แนะเพียงเล็กน้อยก็จะสามารถเรียนรู้ได้

หลักการพื้นฐานของวิธีสอน (สุรางค์ โคว์ตระกูล, 2553, หน้า 62)

1. ผู้เรียนเป็นผู้ที่ลงมือกระทำและจะต้องมีส่วนในการเรียนรู้
2. การเรียนรู้ทุกชนิดเกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม
3. ผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้ได้ดีและเพิ่มขึ้นหากมีคนช่วยเหลือ
4. ผู้เรียนทุกคนมี “Zone of proximal development” การช่วยเหลือของครู

จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามศักยภาพของตนเอง

5. การพูดอย่างรู้คิดภายในหรือการคิดในใจ (Inner speech) มีความสำคัญใน

การเรียนรู้ และการวางแผนในการทำงาน

การประยุกต์ใช้ทฤษฎีของวิถีก่อทศในการจัดการเรียนรู้ จัดทำได้ดังนี้

(สุรางค์ โคว์ตระกูล, 2553, หน้า 62; ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, หน้า 38-39)

1. ผู้สอนจะต้องเป็นตัวอย่างที่ดีและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็นอยู่เสมอ และผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

2. ควรมีการประเมินพื้นฐานความรู้และทักษะของผู้เรียน เช่น การใช้แบบทดสอบ

ก่อนเรียน (Pretest)

3. การเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ จะต้องมีประสิทธิภาพถึงขั้นลงมือกระทำและแก้ปัญหาได้จริง ซึ่งในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น (Active) ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดการกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ และสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริง การจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ หรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นของจริงและสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียนด้วย โดยผู้เรียนจะสามารถศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ และทดลองกับสิ่งนั้น ๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น

4. ครูช่วยนักเรียนด้วยการสาธิต เช่น ครูยกตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหาด้วยการผูกสิ่งที่คิด ออกมาดัง ๆ (Verbal thinking) ว่าควรทำสิ่งใดก่อน-หลัง โดยครูเป็นต้นแบบแสดงให้ดู

5. ให้ข้อมูลย้อนกลับและให้นักเรียนตรวจคำตอบด้วยตนเอง เพื่อวิเคราะห์ดูว่าที่ทำผิด เพราะเหตุใด และควรให้นักเรียนแก้ไขจนกระทั่งได้คำตอบที่ถูกต้อง

6. ค่อย ๆ เพิ่มความรับผิดชอบของนักเรียน โดยสังเกตดูว่านักเรียนคนใดสามารถทำงาน หรือแก้ไขปัญหาได้ดีขึ้นก็ปล่อยให้อิสระทำงานด้วยตนเอง

7. ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคมจริยธรรม (Social moral) ให้เกิดขึ้นในชั้นเรียน โดยผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งทางสังคมถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้

อาจกล่าวได้ว่าทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของวิกทอทสกีนั้นเน้นให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กัน และมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบข้าง โดยอาศัยสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนนั้นเกิดการสร้างองค์ความรู้และเกิดมโนทัศน์ขึ้นได้ด้วยตนเอง ซึ่งผู้สอนต้องให้ความสำคัญกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดและมีปฏิสัมพันธ์มากที่สุด โดยผู้สอนจะเป็นเพียงผู้ที่คอยให้ความช่วยเหลือเท่านั้น เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่ผู้วิจัยจะเน้นการลงมือปฏิบัติและสนับสนุนให้เกิดบรรยากาศที่สนุกสนาน การได้มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันปรึกษาหารือกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียร์เจต์และวิกทอทสกี ที่ได้กล่าวถึงการเรียนรู้ว่าเกิดขึ้นในบริบทของผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ ในขณะที่ได้รับประสบการณ์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทฤษฎีนี้เกิดจากการเรียนรู้ของเด็ก ซึ่งมีความเชื่อว่าผู้เรียนจะเข้าใจอย่างถ่องแท้เมื่อเขาได้รู้จักสิ่งนั้นด้วยตนเองอย่างกระตือรือร้น เขาต้องจัดการกับความรู้นี้ใหม่ด้วยความรู้เดิมที่มีอยู่ และถ้าความรู้ใหม่ไม่มีอะไรที่เกี่ยวข้องกับความรู้นั้นเดิมจะเกิดความขัดแย้งขึ้นในใจและจะต้องหาทางแก้ไข (ชนาธิป พรกุล, 2554, หน้า 72)

หลักการและแนวคิดสำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

สเตฟฟีและเกล (Steffe and Gale, 1995, p. 18) กล่าวว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองนั้นมีแนวคิดที่สำคัญและมีความแตกต่างกัน 3 แนวคิด ดังนี้

1. Exogenous constructivism มีแนวคิดที่ว่า ความรู้เป็นสิ่งที่อยู่ในโลก การสร้างความรู้เป็นการสร้างสิ่งที่มีอยู่ในโลกแล้วอีกครั้งหนึ่ง โดยการสอนและให้ประสบการณ์ที่ถูกต้อง
2. Endogenous constructivism มีแนวคิดที่ว่า การสร้างความรู้ไม่ได้เกิดจากการให้ประสบการณ์หรือการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมโดยตรง แต่ความรู้พัฒนาผ่านการทำกิจกรรมทางปัญญาที่เป็นนามธรรม
3. Dialectical constructivism แนวคิดนี้ต่างจาก 2 แนวคิดแรก ความรู้ได้มาจากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมรอบตัว ซึ่งทฤษฎี Constructivism แบ่งออกเป็น 2 ทฤษฎีคือ

3.1 Cognitive constructivism หมายถึง ทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยมที่มีรากฐานมาจากการพัฒนาการของเพียร์เจต์ ทฤษฎีนี้เชื่อว่า ผู้เรียนเป็นผู้กระทำ (Active) และสร้างความรู้ขึ้นเอง ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาททำให้เกิดความไม่สมดุลทางพุทธิปัญญาและเป็นเหตุให้ผู้เรียนปรับความเข้าใจเดิมที่มีอยู่เข้ากับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่ จนเกิดเป็นความสมดุลทางพุทธิปัญญาหรือเกิดความรู้ใหม่ขึ้น

3.2 Social constructivism เป็นทฤษฎีที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของวิกตอทสกี ซึ่งถือว่าผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น ในขณะที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมในสถานะสังคม (Social context) ซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญและขาดไม่ได้ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมทำให้ผู้เรียนมีการสร้างองค์ความรู้ด้วยการเปลี่ยนความเข้าใจเดิมให้ถูกต้องหรือซับซ้อนขึ้น (Pritchard and Woollard, 2010, p. 6)

แม้ว่านักจิตวิทยา Cognitive constructivism และ Social constructivism จะมีความคิดเห็นแตกต่างกันในเรื่องการอธิบายว่าผู้เรียนเกิดการสร้างความรู้ใหม่ได้อย่างไร แต่ทุกคนต่างก็มีความเห็นตรงกันในลักษณะของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ดังต่อไปนี้ (สุรางค์ ใ้วตระกูล, 2553, หน้า 210-211)

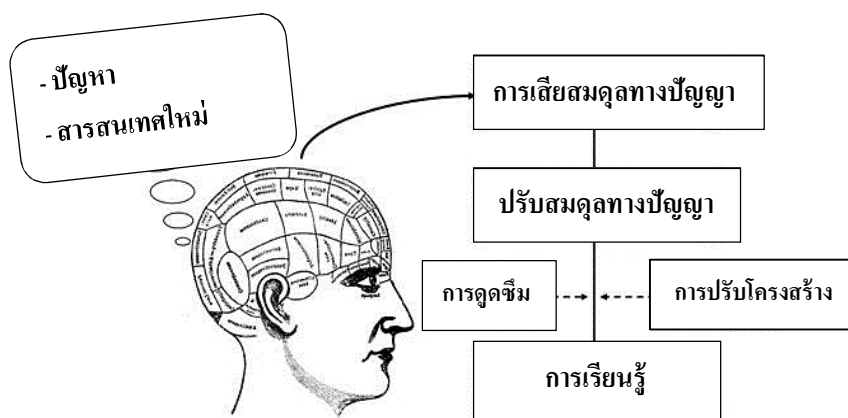
1. ผู้เรียนสามารถสร้างความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง
 2. การเรียนรู้สิ่งใหม่ขึ้นอยู่กับความรู้เดิมและความเข้าใจที่มีอยู่
 3. การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้
 4. การจัดสภาพแวดล้อม และกิจกรรมที่คล้ายกับสถานการณ์จริงทำให้เกิดการเรียนรู้
- อย่างมีความหมายเกิดขึ้น

องค์ประกอบการสร้างความรู้มีอยู่ 3 ประการ คือ โครงสร้างทางปัญญา (Schema) หรือความรู้เดิม กระบวนการทางปัญญา (Cognitive process) และข้อมูลใหม่ หรือประสบการณ์ใหม่ (ชนาธิป พรกุล, 2554, หน้า 73-80)

องค์ประกอบที่ 1 โครงสร้างทางปัญญา (Schema) หรือความรู้เดิม โครงสร้างทางปัญญาเป็นที่เก็บข้อมูลที่เชื่อมโยงกัน เกิดจากการนำข้อมูลที่มีจำนวนมากมาจัดใหม่ให้เป็นระบบที่มีความหมาย อาจหมายถึง ลำดับขั้นตอนที่ถูกจัดระเบียบมาเป็นอย่างดีของมโนทัศน์ ทักษะ หรือเหตุการณ์ในการเรียนรู้ เราจะใช้โครงสร้างทางปัญญาในขณะที่เรามีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม

องค์ประกอบที่ 2 กระบวนการทางปัญญา (Cognitive process) ประกอบด้วย 2 ประการ คือ กระบวนการดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับสภาวะ (Accommodation)

กระบวนการดูดซึม (Assimilation) เป็นการคัดกรองข้อมูลใหม่ เข้าไปเก็บรวบรวมกับความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญา ผู้เรียนใช้กระบวนการนี้เมื่อมีความรู้ใหม่มีความแตกต่างจากความรู้เดิมไม่มากนัก



ภาพที่ 2-1 แนวคิดของกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive constructivism)
(อนุชา โสมานบุตร, 2554)

กระบวนการปรับสภาวะ (Accommodation) เป็นการปรับเปลี่ยนความเข้าใจที่เคยมีอยู่ให้เข้ากับข้อมูลใหม่ ผู้เรียนใช้กระบวนการนี้เมื่อไม่สามารถใช้กระบวนการดูดซึมได้ เนื่องจากข้อมูลใหม่ไม่มีความใกล้เคียงหรือสัมพันธ์กับความรู้เดิมเลย จึงจำเป็นต้องปรับความรู้ความเข้าใจเดิมให้เข้ากับความรู้ใหม่ แล้วจึงจัดเก็บในโครงสร้างทางปัญญา เช่น ความรู้เดิมเคยบอกว่าการปลูกพืชบกต้องใช้ดิน เพราะในดินมีแร่ธาตุ และสารอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชจะช่วยให้รากสามารถเกาะพุงลำต้นให้ตั้งตรง แต่ความรู้ใหม่บอกว่าสามารถปลูกในน้ำได้ถ้าเราใส่อาหารของพืชลงไป ในน้ำ และมีอุปกรณ์ช่วยให้พืชตั้งลำต้นให้ตรงได้ ซึ่งกระบวนการปรับสภาวะในเรื่องนี้ คือปรับความเข้าใจว่าพืชไม่จำเป็นต้องดูดสารอาหารจากดิน แต่มีสิ่งอื่นที่สามารถใช้พุงลำต้นของพืชได้ พืชชนิดเดียวกันก็สามารถเจริญในน้ำได้

องค์ประกอบที่ 3 ข้อมูลใหม่ หรือประสบการณ์ใหม่เป็นข้อมูลที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมรอบตัวในการศึกษา หมายถึง หลักสูตร เนื้อหาที่ครูนำมาสอนเพื่อให้ผู้เรียนมีพัฒนาการด้านร่างกายสติปัญญา สังคม และอารมณ์ โดยมีเป้าหมายให้ผู้เรียนเข้าใจ โลกรอบตัว รับผิดชอบ และมีทักษะในการแก้ปัญหา การตัดสินใจเลือกเนื้อหาการสอน มักจะดูเป้าหมายเป็นสำคัญ รวมถึงการพิจารณา

ความสามารถ ความรู้ และความสนใจของผู้เรียน โดยมีการจัดประเภทของเนื้อหา แบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ผลลัพธ์ของการจัดการเรียนการสอน (Instructional outcome) มี 3 ลักษณะ คือ
 - 1.1 ลักษณะที่แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับความรู้ความคิด เรียกว่า พุทธิพิสัย (Cognitive domain) ผู้คิดระบบคือ บลูม (Bloom, 1968) หรือเรียกว่า Bloom's taxonomy
 - 1.2 ลักษณะที่แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับความรู้สึก ค่านิยม เรียกว่า จิตพิสัย (Affective domain) ผู้คิดระบบคือ ครัทวอล (Krathwohl, 1967)
 - 1.3 ลักษณะที่แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับความสามารถทางร่างกาย เรียกว่า ทักษะพิสัย (Psychomotor domain) ผู้คิดระบบคือ แฮโรว (Harrow, 1972)

พฤติกรรมทั้ง 3 นี้ถูกนำมาใช้การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อใช้วัดผลพฤติกรรม และเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และตั้งคำถามสำหรับการคิดระดับต่าง ๆ

2. ความสามารถที่เกิดจากการเรียนรู้ (Learned capabilities) กานเย่และดริสโคล (Gagne' and Driscoll, 1988) มองว่าจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ คือการสร้างความสามารถ (Abilities) ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน และได้จัดความสามารถไว้ 5 ประเภท ได้แก่

- 2.1 การใช้ภาษา (Verbal information)
- 2.2 ทักษะทางปัญญา (Intellectual skill)
- 2.3 กลวิธีรู้คิด (Cognitive strategies)
- 2.4 เจตคติ (Attitudes)
- 2.5 ทักษะการเคลื่อนไหว (Motor skills)

3. ลำดับของการเรียนรู้ (Sequences of learning) การจัดเนื้อหาประเภทนี้มองว่าการสอนควรให้ผู้เรียนรู้เกิดการเข้าใจเนื้อหาที่เป็นข้อเท็จจริง (Facts) และมโนทัศน์ (Concepts) ก่อนแล้วจึงสอนทักษะการคิด (Thinking skills)

การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในการจัดการเรียนรู้ จัดทำได้ดังนี้
(ทศนา เขมมณี, 2550, หน้า 94-96)

1. เป้าหมายของการเรียนรู้ต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง (Authentic tasks) ครูจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น และผู้เรียนจะต้องฝึกด้วยตนเอง
2. เป้าหมายของการสอนจะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ที่แน่นอนตายตัว ไปสู่การสาธิตกระบวนการการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ จะต้องมีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาได้จริง

3. ผู้เรียนจะเป็นผู้รับผิดชอบในการเรียนรู้อย่างเต็มตัว จะต้องจัดการกับข้อมูลต่าง ๆ และสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริง อาจเป็นการจัดกิจกรรมที่เรียกว่า “Physical knowledge activities” กิจกรรมนี้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อวัสดุอุปกรณ์ และข้อมูลต่าง ๆ สอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน

4. ครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคมจริยธรรม (Social moral) เป็นปัจจัยในการสร้างความรู้ เพราะลำพังกิจกรรมและวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลายที่ครูจัดให้ไม่เพียงพอ การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การร่วมมือ แลกเปลี่ยนความรู้ และประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนจะช่วยให้การเรียนรู้กว้างขึ้น ชับซ้อนขึ้นและหลากหลายขึ้น

5. ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยผู้เรียนจะนำตนเองและความคุมตนเองในการเรียนรู้ คือเลือกสิ่งที่ต้องการเรียนเอง ตั้งกฎระเบียบเอง แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอง ตกงกันเอง เมื่อเกิดความขัดแย้ง และรับผิดชอบในการดูแลรักษาห้องร่วมกัน (Devries and Zan, 1992, pp. 1-2)

6. ครูมีบทบาทแตกต่างไปจากเดิม คือจากเป็นผู้ถ่ายทอดให้ความรู้เปลี่ยนเป็นให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ สร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียน จัดกิจกรรมตรงตามความสนใจของผู้เรียน ให้คำปรึกษาแนะนำทั้งทางด้านวิชาการและสังคม

7. ในด้านการประเมินผลการสอน ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นมีลักษณะหลากหลาย จำเป็นต้องมีลักษณะเป็น “Goal free evaluation” คือประเมินตามจุดมุ่งหมายในลักษณะที่ยืดหยุ่นไปในแต่ละบุคคล หรือเรียกว่า “Socially negotiated goal” อาจจะประเมินจากเพื่อน แพ้ผสมงาน

จากการศึกษาทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การเรียนรู้โดยเกิดจากกระบวนการสร้างความรู้ นั้น มาจากทั้งที่ผู้เรียนเกิดการรับหรือดูดซึมประสบการณ์ใหม่ และปรับโครงสร้างของความรู้ใหม่ขึ้นภายในสมอง พร้อมทั้งเกิดจากการที่ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยแล้ว ยิ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ขึ้น การที่ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้เชิงรุกให้กับผู้เรียนนั้น จะเป็นการเน้นให้ผู้เรียนได้เกิดการสร้างความรู้ด้วยตนเองและมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ ส่งผลให้เกิดการคิดขั้นสูง และพัฒนาการเกิดมโนทัศน์ได้ดี

ทฤษฎี Bloom's Taxonomy และหลักการจำแนกจุดมุ่งหมายทางการศึกษา

(Taxonomy of education objective)

เบนจามิน บลูม (Benjamin Bloom) เป็นนักการศึกษาชาวอเมริกัน เชื่อว่าการเรียนการสอนที่จะประสบความสำเร็จและมีประสิทธิภาพนั้น ผู้สอนจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจน และได้แบ่งประเภทของพฤติกรรมโดยอาศัยทฤษฎีการเรียนรู้และจิตวิทยาพื้นฐานว่า มนุษย์จะเกิดการเรียนรู้ใน 3 ด้านคือ ด้านสติปัญญา ด้านร่างกาย และด้านจิตใจ และนำหลักการนี้จำแนกเป็นจุดมุ่งหมายทางการศึกษาเรียกว่า Taxonomy of educational objectives กล่าวถึง การเกิดการเรียนรู้

ในแต่ละครั้งจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น 3 ประการ จึงจะเรียกว่าเป็นการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ (Bloom, 1956, pp. 4-7) คือ

1. การเปลี่ยนแปลงทางด้านความรู้ ความคิด ความเข้าใจ (Cognitive domain) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในสมอง เช่น มโนทัศน์หรือความคิดรวบยอด
2. การเปลี่ยนแปลงทางด้านอารมณ์หรือความรู้สึก (Affective domain) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงทางด้านจิตใจ เช่น ค่านิยม ความเชื่อ เจตคติ
3. การเปลี่ยนแปลงทางการเคลื่อนไหวของร่างกาย เพื่อให้เกิดทักษะและความชำนาญ เช่น (Psychomotor domain) การว่ายน้ำ เล่นกีฬา การเดินแอโรบิก เป็นต้น

หลักการของทฤษฎี Bloom's Taxonomy และหลักการจำแนกจุดมุ่งหมายทางการศึกษา (Taxonomy of education objective) มีดังต่อไปนี้

บลูมได้จำแนกจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ออกเป็น 3 ด้าน (Bloom, 1956, pp. 201-207) คือ

1. พุทธิพิสัย (Cognitive domain) พฤติกรรมด้านสมองเป็นพฤติกรรมเกี่ยวกับสติปัญญา ความคิด ความสามารถในการคิดเรื่องราวต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งพฤติกรรมทางพุทธิพิสัย แบ่งออกเป็น 6 ระดับ ได้แก่

- 1.1 ความรู้ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถของสมองที่เก็บรักษาความรู้ ประสบการณ์ เรื่องราวต่าง ๆ ทั้งหมดที่ได้รับรู้มา

- 1.2 ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถของสมองในการขยาย ความรู้ความจำอย่างสมเหตุสมผล เป็นความพยายามของสมองที่จะคัดแปลง ปรับปรุงหรือเสริม แต่งความรู้เดิมเพื่อให้สามารถจับใจความ เปรียบเทียบ ย่อเรื่องราวต่าง ๆ

- 1.3 การนำความรู้ไปประยุกต์ (Application) หมายถึง ความสามารถในการนำเอา ความรู้ความจำ ความเข้าใจที่มีอยู่ไปแก้ปัญหาที่แปลกใหม่หรือสถานการณ์จริงในปัจจุบัน

- 1.4 การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะ พิจารณาเรื่องราว สิ่งต่าง ๆ ออกเป็นส่วยย่อย ๆ ตามหลักการและกฎเกณฑ์เพื่อหาความจริง ความสำคัญของสิ่งนั้น

- 1.5 การสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง ความสามารถในการรวบรวมเรื่องราว สิ่งต่าง ๆ ที่มากกว่า 2 สิ่งขึ้นไปเข้าด้วยกันเพื่อสร้างเป็นเรื่องราวใหม่

- 1.6 การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง การตีราคา การวินิจฉัยเรื่องราวต่าง ๆ หรือสิ่งต่าง ๆ อย่างมีหลักเกณฑ์ว่าสิ่งนั้นมีคุณค่า ดีหรือเลว หรือเหมาะสมเช่นไร

แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า การแบ่งสติปัญญาของบลูมที่เรียงจากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นที่ ซับซ้อนเป็น 6 ขั้นนั้น ในขั้นที่ 1-3 คือ 1. ขั้นความจำ 2. ขั้นความเข้าใจ และ 3. ขั้นการนำไปใช้ ไม่ค่อยพบปัญหา แต่ในระดับสูงขึ้นไปจากขั้น 3 ไป ถึงขั้นที่ 6 จะพบว่าในบางวิชา ไม่ได้เรียงลำดับ

ของการใช้สติปัญญาตามแบบที่บลูมได้กำหนดไว้ ดังเช่น สายวิทยาศาสตร์ การเรียงลำดับความรู้ อาจะสลับกัน ดังเช่นการสังเคราะห์ตามการแบ่งของบลูมอยู่ในขั้นที่ 5 แต่ในวิทยาศาสตร์พบว่า การสังเคราะห์นั้นเป็นการคิดในขั้นที่ 2 ต่อจากความจำ และในบางเรื่อง เช่น วิชาคณิตศาสตร์ การใช้สติปัญญาในขั้นการประเมินค่าก็เป็นขั้นที่ไม่พบในการคิดจากปัญหาที่เกิดขึ้น ส่งผลให้ แอนเดอร์สัน (Anderson) ซึ่งเป็นลูกศิษย์ของบลูมได้ศึกษาร่วมกับครัทโวล (Krathwohl) ในช่วงปี ค.ศ. 1995-2000 ในเรื่องจุดมุ่งหมายทางการศึกษาในด้านการพัฒนาการทางด้านสติปัญญา และในปี ค.ศ. 2001 ทั้งสองคนได้เสนอจุดมุ่งหมายทางการศึกษาระดับใหม่ที่ปรับปรุงจากจุดมุ่งหมาย การศึกษาของบลูม (Bloom) ฉบับปี ค.ศ. 1965 โดยและได้นำเสนอการจัดแบ่งใหม่ ออก 6 ขั้น (ศักดิ์ชัย หิรัญรักษ์, ม.ป.ป.) โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 การพัฒนาการทางด้านสติปัญญาตามการแบ่งของบลูม (Bloom) กับของแอนเดอร์สัน และครัทโวล (Anderson and Krathwohl)

Bloom	Anderson and Krathwohl
6. ขั้นการประเมินค่า (Evaluation)	6. ขั้นการสร้างสรรค์ (Creating)
5. ขั้นการสังเคราะห์ (Synthesis)	5. ขั้นการประเมินค่า (Evaluating)
4. ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis)	4. ขั้นการวิเคราะห์ (Analyzing)
3. ขั้นการนำความรู้ไปใช้ (Application)	3. ขั้นการนำความรู้ไปประยุกต์ (Applying)
2. ขั้นความเข้าใจ (Comprehensive)	2. ขั้นการเข้าใจ (Understanding)
1. ขั้นความรู้ (Knowledge)	1. ขั้นการจำ (Remembering)

โดยพฤติกรรมทางพุทธิพิสัยตามการแบ่งของแอนเดอร์สันและครัทโวล (Anderson and Krathwohl) ที่ปรับปรุงใหม่จากการแบ่งขั้นของบลูม แบ่งออกเป็น 6 ขั้น ดังนี้ (วิวัฒน์ ขัตติยะมาน และฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์, 2549, หน้า 3)

1. ขั้นการจำ (Remembering) หมายถึง ความสามารถของสมองในการรับรู้ ระลึกได้ สามารถบอกหรืออธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่ในสมองได้ เช่น นักเรียนสามารถบอกความหมายของ โครโมโซมได้

2. ขั้นการเข้าใจ (Understanding) หมายถึง ความสามารถของสมองในการแปล ความหมายของข้อมูล ลงสรุป เช่น นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดของทฤษฎีการแบ่งเซลล์ได้

3. ขั้นการนำความรู้ไปประยุกต์ (Applying) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้และแก้ไขปัญหาได้ เช่น นักเรียนสามารถใช้ความรู้ไปแก้ไขปัญหาการตายของต้นข้าวได้ หลังจากการเรียนรู้เรื่อง อาณาจักรมอเอนอรา

4. ขั้นการวิเคราะห์ (Analyzing) หมายถึง ความสามารถของสมองในการคิดเปรียบเทียบอธิบายลักษณะต่าง ๆ ได้ แยกแยะสิ่งต่าง ๆ ได้ เช่น นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชกับเซลล์สัตว์ได้

5. ขั้นการประเมินค่า (Evaluating) หมายถึง ความสามารถของสมองในการตรวจสอบตัดสินใจ วิเคราะห์ ลงความเห็น เช่น นักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในชุมชนได้

6. ขั้นการสร้างสรรค์ (Creating) หมายถึง ความสามารถของสมองในการออกแบบค้นค้น ผลิต และวางแผนสิ่งต่าง ๆ ได้ เช่น นักเรียนสามารถนำเสนอแนวทางในการจัดการขยะในโรงเรียนได้

2. จิตพิสัย (Affective domain) (พฤติกรรมด้านจิตใจ) ประกอบด้วย พฤติกรรมย่อย 5 ระดับ (ทิสนา แคมมณี, 2550, หน้า 237-238) ได้แก่

2.1 การรับรู้ (Receiving or attending) หมายถึง การที่ผู้เรียนได้รับรู้ค่านิยมที่ต้องการจะปลูกฝังในตัวผู้เรียน

2.2 การตอบสนอง (Responding) ได้แก่ การที่ผู้เรียนได้รับรู้และเกิดความสนใจในค่านิยมนั้น แล้วมีโอกาสได้ตอบสนองในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง

2.3 การเห็นคุณค่า (Valuing) เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับค่านิยมนั้น แล้วเกิดเห็นคุณค่าของค่านิยมนั้น ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อค่านิยมนั้น

2.4 การจัดระบบ (Organization) เป็นขั้นที่ผู้เรียนรับค่านิยมที่ตนเห็นคุณค่านั้น เข้ามาอยู่ในระบบค่านิยมของตน

2.5 ขั้นการสร้างนิสัย (Characterization) เป็นขั้นที่ผู้เรียนปฏิบัติตามค่านิยมที่ตนรับมาอย่างสม่ำเสมอจนกระทั่งทำเป็นนิสัย

3. ทักษะพิสัย (Psychomotor domain) ประกอบด้วย 5 ขั้น (เจริญพร ดีลา, 2554) ดังนี้

3.1 การรับรู้เป็นการให้ผู้เรียนได้รับรู้หลักการปฏิบัติที่ถูกต้องหรือเป็นการเลือกหาตัวแบบที่สนใจ

3.2 กระทำตามแบบเป็นพฤติกรรมที่ผู้เรียนพยายามฝึกตามแบบที่ตนสนใจและพยายามทำซ้ำ เพื่อที่จะให้เกิดทักษะตามแบบที่ตนสนใจให้ได้หรือสามารถปฏิบัติงานได้ตามข้อแนะนำ

3.3 การหาความถูกต้องพฤติกรรมสามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องอาศัยคนอื่นนะ เมื่อได้กระทำซ้ำแล้วก็พยายามหาความถูกต้องในการปฏิบัติครั้งต่อไป

3.4 การกระทำอย่างต่อเนื่องหลังจากตัดสินใจเลือกรูปแบบที่เป็นของตัวเอง จะกระทำตามรูปแบบนั้นอย่างต่อเนื่อง จนปฏิบัติงานที่ย่างยากซับซ้อนได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง คล่องแคล่ว การที่ผู้เรียนเกิดทักษะได้ ต้องอาศัยการฝึกฝนและกระทำอย่างสม่ำเสมอ

3.5 การกระทำได้อย่างเป็นธรรมชาติพฤติกรรมที่ได้จากการฝึกอย่างต่อเนื่อง จนสามารถปฏิบัติ ได้คล่องแคล่วว่องไวโดยอัตโนมัติ เป็นไปอย่างธรรมชาติซึ่งถือเป็นความสามารถของการปฏิบัติในระดับสูง

จุดมุ่งหมายทางการศึกษาของบลูมได้รับการยอมรับจากนักวิชาการทางการศึกษา และนิยมนำเอาจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของบลูมดังกล่าวไปใช้ในการออกแบบการเรียนการสอน การวางแผนการสอน รวมไปถึงจนถึงการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน แม้ว่าบลูมได้นำเสนอแนวคิดดังกล่าวมุ่งใช้เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอนเป็นสำคัญ แต่ก็สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อช่วยปลูกฝังค่านิยมที่พึงประสงค์แก่ผู้เรียนได้ (ทิสนา เขมมณี, 2550, หน้า 239)

การประยุกต์ใช้ทฤษฎีของบลูมในการจัดการเรียนรู้ จัดทำได้ดังนี้ (บุษบา ประภาสพงษ์, 2555) ครูจะต้องเรียนรู้ว่าคำถามแบบใดจึงจะกระตุ้นหรือนำทางให้เด็กได้มีการฝึกคิดแบบต่าง ๆ ซึ่งมีตัวอย่างการตั้งคำถาม ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. ตัวอย่างคำถามด้านที่ฝึกทักษะด้านความรู้ความจำ (การคิดระดับพื้นฐาน) เช่น มีผู้ชายกี่คนในเรื่องนี้ ชื่ออะไร เขากำลังทำอะไรบ้าง กำลังจะไปที่ไหน เด็ก ๆ ในเรื่องนี้เจอถ้ำแห่งหนึ่ง จากภาพถ้ำที่แสดงจงบรรยายลักษณะของถ้ำนั้น บอกชื่อเด็ก ๆ ทั้ง 6 คน เป็นต้น

2. ตัวอย่างคำถามที่ฝึกทักษะด้านความเข้าใจ เช่น นักเรียนตั้งชื่อเรื่องที่ได้อ่านและทำไมจึงตั้งชื่อนั้น นักเรียนคิดว่าต้องใช้เวลานานเท่าใดจึงจะฝึกลูกกระต่ายให้กระโดดเป็นจังหวะได้ นักเรียนคิดว่าเด็กผู้ชายจะอย่างไรถ้าถูกสุนัขวิ่งไล่ ให้เรียงลำดับภาพเหตุการณ์ที่เกิดก่อนและหลัง เป็นต้น

3. ตัวอย่างคำถามที่ฝึกทักษะการคิดเชิงประยุกต์ เช่น ถ้าจำนวน 20 เกิดจาก 10+10 แล้วจงบอกว่าจำนวน 20 เกิดจากสมการอะไรได้อีกบ้าง จำนวน 1/3 จะอยู่ก่อน ระหว่างหรือหลังจำนวน 1/2 และ 1/4 เป็นต้น

4. ตัวอย่างคำถามที่ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ เช่น ภาพสองภาพนี้มีอะไรที่เหมือนกัน และอะไรที่แตกต่างกัน เครื่องมือชิ้นไหนเหมาะแก่การใช้สร้างกำแพงมากที่สุด ภาพใดในภาพต่อไปนี้อาจมาจากชิ้นส่วนของเหล็กกล้า ควายกับวัวมีอะไรที่เหมือนกันและแตกต่างกัน เป็นต้น

5. ตัวอย่างคำถามที่ใช้ในการคิดเชิงวิพากษ์และประเมินค่า เช่น นักเรียนคิดว่าแนวคิดไหนเหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา เพราะอะไร ระหว่างแก้วมังกรกับอมยิ้มนักเรียนคิดว่าอะไรมีประโยชน์มากกว่ากัน ทำไมจึงคิดอย่างนั้น เป็นต้น

6. ตัวอย่างคำถามที่ช่วยให้เด็กคิดเชิงสร้างสรรค์ เช่น นักเรียนจะอย่างไรถ้าอยู่ในเหตุการณ์นี้ แต่งเรื่องจากหัวข้อที่ให้ไว้ จะเกิดอะไรขึ้นถ้าเธอกับเพื่อน ๆ หลงป่า และเพื่อนคนหนึ่งขาหัก วาดรูปสัตว์ที่ชอบมากที่สุดแล้วอธิบายภาพที่วาด เป็นต้น

ตัวอย่างข้างต้นเป็นคำถามที่สอนให้ผู้อื่นได้คิด โดยผู้สอนเป็นฝ่ายตั้งคำถามนำทางการสอน เป็นวิธีการที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ใช้ในการสอนกับสื่อการเรียนทุกประเภท เช่น สื่อหนังสือ รูปภาพ เรื่องเล่า และการสอนในสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ตามแผนการสอน จะเป็นการฝึกผู้เรียนให้พัฒนาทักษะการคิดในระดับต่าง ๆ จากขั้นพื้นฐานสู่ความคิดระดับสูง การที่ผู้สอนต้องได้รับการฝึกฝนให้ตั้งคำถามหลาย ๆ แบบ ส่งผลให้ผู้สอนได้พัฒนาทักษะการคิดด้วยเช่นกัน จากทฤษฎีของบลูมั้นทำให้ผู้วิจัยได้นำเอาแนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวัดทั้ง 6 ชั้น เพื่อให้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สามารถแสดงออกทางด้านการคิดระดับสูงอีกด้วย

การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning)

ความหมายของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

บอนเวลล์และอีสัน (Bonwell and Eison, 1991, p. 5) กล่าวว่าไว้ว่า การเรียนรู้เชิงรุกเป็นกลยุทธ์การส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนการสอนจะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้ลงมือกระทำสิ่งต่าง ๆ และเกิดความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่พวกเขากำลังทำ นักเรียนไม่เพียงแต่จะต้องฟังมากขึ้นแต่พวกเขาจะต้องอ่านเขียน ปรัชญาหรือ และสิ่งที่สำคัญที่สุด คือ การได้มีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาอย่างจริงจังซึ่งจะทำให้ให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดขั้นสูง นั่นคือ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินค่า

เมเยอร์และโจนส์ (Meyers and Jones, 1993, p. 6) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุกเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย นักเรียนได้มีโอกาสในการฟัง พูด อ่าน เขียน และสะท้อนความคิดเห็นเพื่อแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในการเรียน

ศักดิ์ไชกิจภิญโญ (2548, หน้า 12) กล่าวว่า Active learning คือ การเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องหาความหมายและทำความเข้าใจด้วยตนเองหรือร่วมกันกับเพื่อน เช่น ร่วมสืบค้นหาคำตอบ และสรุปความคิดรวบยอดร่วมกัน อีกนัยหนึ่งคือการเปลี่ยนผู้เรียนจากการเป็นผู้นั่งฟังอย่างเดียว (Passive) มาเป็นผู้เรียนที่ร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้สอนกำหนด

ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ (2551, หน้า 1) กล่าวว่า การเรียนเชิงรุกเป็นการเน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ และสร้างความรู้จากสิ่งที่ปฏิบัติในระหว่างการเรียนการสอน โดยเน้นการพัฒนาทักษะความสามารถที่ตรงกับพื้นฐานความรู้เดิม ส่งผลให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีจากการปฏิบัติและความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญการเรียนเชิงรุกเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ลดกระบวนการสื่อสารและการถ่ายทอดเนื้อหาให้กับผู้เรียนเพียงอย่างเดียว แต่เป็นการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาความคิดระดับสูง (Higher order thinking)

มนตรี ศิริจันทร์ชื่น (2554, หน้า 3) ได้ให้ความหมายของวิธีการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไว้ว่าเป็นกระบวนการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องได้มีโอกาสลงมือกระทำมากกว่าการฟังหรืออ่านเพียงอย่างเดียว กล่าวคือ เป็นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยการอ่าน การเขียน การโต้ตอบ การวิเคราะห์ปัญหา อีกทั้งให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิดขั้นสูง ได้แก่ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งเป็นการสะท้อนความคิดของตนเองให้ปรากฏออกมาได้ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะถูกเปลี่ยนบทบาทจากผู้รับความรู้ (Receive) ไปสู่การมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ (Co-creators)

ทิพย์วัลย์ สุทิน (2555, หน้า 4) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุกเป็นกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้มีบทบาทในการแสวงหาความรู้ ได้เรียนรู้อย่างมีปฏิสัมพันธ์จนเกิดความรู้ความเข้าใจ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่าหรือสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ และพัฒนาให้ผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถตามศักยภาพของตนเอง รวมทั้งมีการฝึกปฏิบัติในสภาพจริงมีการเชื่อมโยงกับสถานการณ์ต่าง ๆ

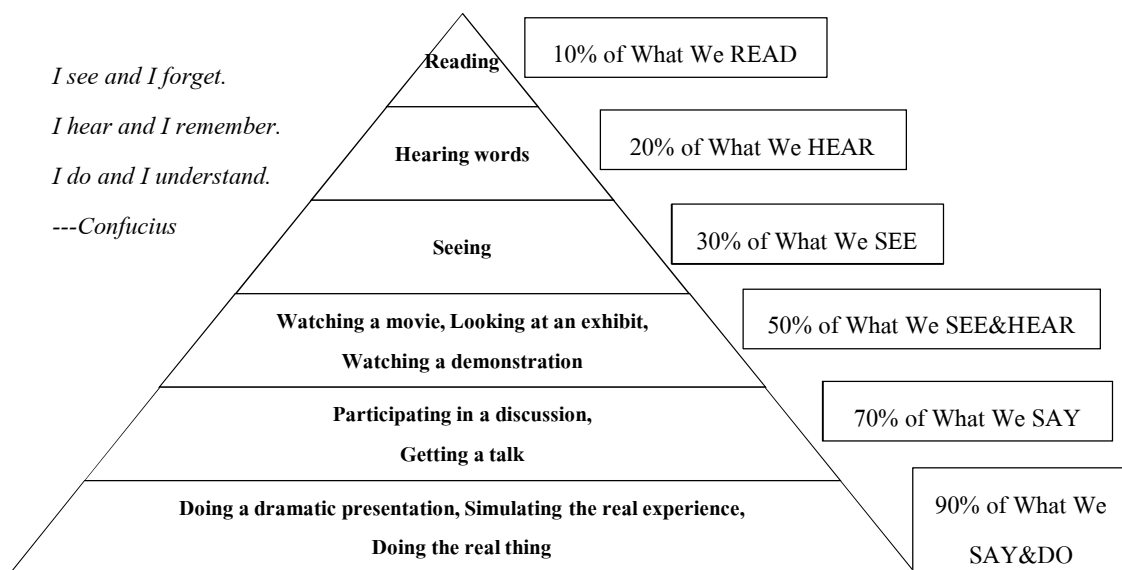
สถาพร พงษ์พิทกุล (2555, หน้า 5) ได้ระบุว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างสรรคทางปัญญา (Constructivism) ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหาวิชา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ หรือสร้างความรู้ให้เกิดขึ้นในตนเอง ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงผ่านสื่อหรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีครูผู้สอนเป็นผู้แนะนำ กระตุ้น หรืออำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ขึ้น โดยกระบวนการคิดขั้นสูง กล่าวคือ ผู้เรียนมีการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่าจากสิ่งที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความหมายและนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและเน้นการปฏิบัติ โดยเฉพาะการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ซึ่งจะทำให้เกิดการพัฒนาเป็นความคิดขั้นสูง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย สามารถบูรณาการเชื่อมโยงความรู้และนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ทฤษฎีและหลักการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

กระบวนการเรียนรู้ เกิดจากผู้เรียนนำข้อมูลความรู้ใหม่ที่ได้รับมาเชื่อมโยงกับความรู้เดิม แล้วสร้างความรู้ขึ้นเองในตัวผู้เรียน ผู้เรียนแต่ละคนมีพัฒนาการในการเรียนรู้แตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับสติปัญญา และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นครูเป็นศูนย์กลาง ไม่ได้ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิด ลงมือปฏิบัติ ช่วยเหลือ สื่อสารระหว่างกัน นักเรียน ไม่มีโอกาสที่จะค่อย ๆ สร้างความรู้ขึ้นเอง ตามระดับพัฒนาการของแต่ละบุคคล ขาดกระบวนการในการเรียนรู้ ขาดทักษะปฏิบัติการ ขาดทักษะการสืบค้นข้อมูลและการสื่อสารถ่ายทอดความรู้ (ศรีณยู ศรีสมพร, 2553, หน้า 3) รูปแบบการสอนแบบดั้งเดิมนั้นมักจะใช้วิธีเก่าในการสอน โดยการถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้เรียนซึ่งไพบูลย์ เปานิล (2546, หน้า 43-44 อ้างถึงใน ญาณัญญา ศิริภัทร์ธาดา, 2553) ได้กล่าวว่า การสอนแบบบรรยายจะดีขึ้นหากผู้สอนมีเอกสารการสอน (Sheet) และนักเรียนจะประทับใจหากผู้สอนมีเรื่องเล่าหรือเก๋ๆ ขำขันมาเล่าให้ฟัง จะทำให้เกิดความสนุกสนาน เป็นระบบการสอนที่เรียกว่า “Walk and talk and chalk” ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่ยึดตัวครูเป็นศูนย์กลาง และเป็นวิธีการเรียนรู้แบบ Passive learning คือ ผู้เรียนเป็นฝ่ายรับความรู้ ครูมีหน้าที่ป้อนความรู้ให้เพียงอย่างเดียว

เอ็ดการ์ เดล (Edgar Dale) ศาสตราจารย์ทางการศึกษามหาวิทยาลัย Ohio State University ได้พัฒนารูปแบบกรวยของการเรียนรู้ (Cone of learning) ขึ้นในปี ค.ศ. 1946 และหลังจากนั้นก็มีการศึกษาวิจัยทั้งในวงการศึกษาระดับอุดมศึกษาและอุตสาหกรรมเพื่อค้นหากระบวนการเรียนรู้ที่จะพัฒนาผู้เรียนให้เต็มตามศักยภาพจากการศึกษาพบว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ทำให้ผู้เรียนสามารถรักษาผลการเรียนรู้ให้คงทน ได้มากและนานกว่ากระบวนการเรียนรู้เชิงรับ เพราะกระบวนการเรียนรู้เชิงรุกสอดคล้องกับการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับความจำ โดยสามารถเก็บจำสิ่งที่ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างมีส่วนร่วม มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ผู้สอนและสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่ได้ผ่านการปฏิบัติจริงจะสามารถเก็บความจำไว้ในระบบความจำระยะยาว (Long term memory) ทำให้ผลการเรียนรู้ยังคงอยู่ได้ในปริมาณที่มากกว่า ระยะยาวกว่า (ทิพย์วัลย์ สุทิน, 2555, หน้า 5) ซึ่งอธิบายไว้ดังภาพที่ 2-2



After 2 Weeks, We tend to remember

ภาพที่ 2-2 กรวยของการเรียนรู้ของเอ็ดการ์ เดล (ดัดแปลงจาก Dale, 1969, p. 39)

นอกจากนี้สถาบันฝึกอบรมแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (The National Training Laboratories, US) ยังได้แสดงผลการวิเคราะห์ถึงอัตราการจดจำของผู้เรียน ภายหลังจากการเรียนรู้ที่ใช้วิธีการสอนที่ต่างกันพบว่า การเรียนรู้ด้วยการฟังคำบรรยายเพียงอย่างเดียว อัตราการนำเอาความรู้ที่ได้รับออกมาใช้อยู่ในระดับต่ำสุดเพียงร้อยละ 5 เท่านั้น และการสอนด้วยสื่ออื่น ๆ ในลักษณะที่ได้ไปปฏิบัติจริง สามารถนำความรู้ที่ได้รับออกมาใช้ถึงร้อยละ 90 (Meyers and Jones, 1993 อ้างถึงใน สดภาพร พฤษพิทกุล, 2555, หน้า 7)

การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นแนวการจัดการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ที่ต้องการให้ผู้สอนจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อสร้างศักยภาพสูงสุดแก่ผู้เรียนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และพัฒนาความเชื่อมั่นในตนเองให้การจัดการเรียนรู้มีความหมาย ผู้เรียนเป็นฝ่ายลงมือกระทำอยู่กับเนื้อหาที่จะก่อให้เกิดการเรียนรู้โดยการพูดคุย การเขียน การอ่าน การสะท้อน หรือการตั้งคำถาม การเรียนการสอนที่มีความเคลื่อนไหวใช้ได้ทั้งกลุ่มเล็ก และกลุ่มใหญ่ ผู้เรียนอาจทำงานคนเดียวหรือทำงานกันเป็นกลุ่มก็ได้ ผู้สอนจะเป็นฝ่ายรุก ผู้เรียนจะเป็นฝ่ายรับ ถ้าเปรียบเทียบคือ การเรียนการสอนแบบดั้งเดิม นักเรียนเปรียบเสมือนเป็นเหยือก ผู้สอนต้องรินน้ำใส่เหยือก แต่การจัดการเรียนรู้เชิงรุกผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นฝ่ายสร้างเนื้อหาใหม่ ผู้สอนคอยนำทาง ชี้แนะเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจ และใช้ข้อมูลข่าวสารนั้นให้เกิดประโยชน์ กล่าวคือ ผู้สอนช่วยจุดตะเกียงการเรียนรู้ของผู้เรียน จึงจะทำให้ผู้เรียนเป็นไปตามวัตถุประสงค์ และจะช่วย

ให้ผู้เรียนเข้าใจได้ดีขึ้น สามารถเก็บกักข้อมูลข่าวสารไว้ในความทรงจำระยะยาว นอกจากนี้ยังมีประสิทธิภาพในการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ในลำดับที่สูงขึ้นอีกด้วย เช่น การแก้ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ ผู้เรียนที่เรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประสบความสำเร็จจากการเรียนการสอนรูปแบบนี้ มักจะมีผลสะท้อนในเชิงบวกมายังผู้สอน แต่ในบางครั้งผู้สอนที่ใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุกต้องเกิดปัญหากับผู้เรียนที่ไม่ให้ความสนใจ เวลาที่จำกัดและการจัดการห้องเรียนให้เหมาะสม ทำให้ไม่ได้หมายความว่าผู้สอนต้องเลิกบรรยาย แต่วิธีการจัดการเรียนรู้เชิงรุกนั้นสามารถใช้กิจกรรมได้หลากหลายรูปแบบ เช่น การอภิปรายกลุ่ม การจำลองสถานการณ์ การใช้บทบาทสมมติ การเขียนเชิงรุก การอ่านเชิงรุก เป็นต้น ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของการจัดบรรยากาศในชั้นเรียน โดยสถานศึกษาและผู้สอนควรมีกระบวนการในการจัดการศึกษาดังต่อไปนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2542, หน้า 8-9)

1. จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายให้สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัดและศักยภาพของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
2. จัดการเรียนรู้โดยเน้นการฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการการเรียนรู้ตามสถานการณ์ต่าง ๆ และการประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน
3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติที่เน้นให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็นและมีนิสัยรักการอ่านเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต
4. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผสมผสานระหว่างสาระการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ อย่างเหมาะสมทั้งสาระที่เป็นท้องถิ่น ระดับชาติและความเป็นสากลเน้นการปลูกฝังขัดเกลาและหล่อหลอมให้ผู้เรียนมีคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมที่ดีงามรวมถึงคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรแต่ละช่วงชั้น
5. ส่งเสริมและสนับสนุนให้สถานศึกษาและครูผู้สอนจัดบรรยากาศการเรียนรู้ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้จากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการประเภทต่าง ๆ
6. ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ในทุกสถานที่ทุกเวลาและทุกโอกาส มีการประสานความร่วมมือกับบิดามารดา ผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่ายเพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนให้มีศักยภาพ
7. สถานศึกษาและผู้สอนต้องจัดระบบและรูปแบบการประเมินผู้เรียน โดยพิจารณาจากพัฒนาการ ความประพฤติ การสังเกตพฤติกรรมการเรียน การมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ควบคู่กับการทดสอบในกระบวนการเรียนการสอนตามความเหมาะสมของแต่ละระดับชั้นและตามรูปแบบของการจัดการศึกษา

ลักษณะของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีดังต่อไปนี้ (ไชยยศ เรื่องสุวรรณ, 2553, หน้า 84-85)

1. เป็นการเรียนการสอนที่พัฒนาศักยภาพของสมอง ได้แก่ การคิดขั้นสูง การแก้ปัญหา และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้
2. เป็นการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้มากที่สุด
3. ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้และจัดกระบวนการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง
4. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนทั้งในด้านการสร้างองค์ความรู้ การสร้างปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน และการร่วมมือกันมากกว่าการแข่งขัน
5. ผู้เรียนเรียนรู้ที่จะมีความรับผิดชอบร่วมกัน มีวินัยในการทำงาน และการวางแผน แบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ
6. เป็นกระบวนการสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนอ่าน ฟัง และคิดอย่างลุ่มลึก ผู้เรียนจะเป็นผู้จัดระบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง
7. เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นทักษะการคิดขั้นสูง
8. เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนบูรณาการความรู้ ข้อมูลข่าวสาร สารสนเทศ และมโนทัศน์ได้
9. ผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง
10. ความรู้เกิดจากประสบการณ์ การสร้างองค์ความรู้ และการสรุปบทวนของผู้เรียน โดยองค์ประกอบพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกมี 4 เรื่อง ซึ่งผู้สอนอาจใช้ 2-3 เรื่องร่วมกัน ก็ได้เพื่อให้การเรียนการสอนนั้นมีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น
 - 10.1 การคุยและฟังเมื่อผู้เรียนพูดถึงเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ไม่ว่าจะเป็นการตอบคำถามของผู้สอนหรืออธิบายประเด็นบางอย่างให้ฟัง เขาจะต้องจัดแจงในสิ่งที่เขาได้เรียนรู้เมื่อเขาได้ฟัง และต้องการให้แน่ใจว่าเป็นการฟังที่มีความหมาย ในห้องเรียนผู้เรียนจำเป็นต้องมีเวลาเป็นช่วง ๆ จากการนั่งฟังผู้สอนบรรยายเพื่อซึมซับสิ่งที่ได้ยินและหาความหมายของการฟัง ผู้สอนต้องตั้งคำถามก่อนเริ่มกิจกรรมเพื่อที่จะกระตุ้นความคิดของผู้เรียนอยากจะค้นหาคำตอบ
 - 10.2 การเขียน ทำให้ผู้เรียนได้ประมวลความรู้ และความคิดใหม่ ๆ ในภาษาของตนเอง วิธีนี้เหมาะสำหรับห้องเรียนใหญ่ และผู้เรียนที่ต้องการความเป็นอิสระในการเรียนรู้

10.3 การอ่าน ผู้เรียนเกี่ยวข้องกับการอ่านมากแต่ไม่ค่อยได้รับการแนะนำให้อ่านอย่างมีประสิทธิภาพ แบบฝึกหัดการอ่านเชิงรุก เช่น การตรวจเอกสารรายงานสรุปการบันทึกย่อสามารถช่วยให้ผู้เรียนประมวลสิ่งที่อ่านและช่วยให้เขาพัฒนาความสามารถในการเน้นสาระที่สำคัญได้

10.4 การสะท้อนความคิด โดยทั่วไปเมื่อจบการเรียนในแต่ละวิชาผู้เรียนจะปิดหนังสือและออกจากห้องเรียนไป ความรู้ก็จะจางหายไปจากสมองภายในเวลาไม่นาน ทำให้ผู้เรียนไม่มีเวลาสะท้อน เชื่อมโยงสิ่งที่เพิ่งเรียนกับสิ่งที่เพิ่งรู้หรือใช้ความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ การให้ผู้เรียนหยุดคิดและบอกให้ผู้อื่นรู้ว่าเรียนแล้วได้ความรู้อะไรบ้าง ก็จะเป็นการสะท้อนความรู้สำหรับคนอื่นด้วยหรือแม้แต่การตอบคำถามในชีวิตประจำวันก็เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดเพื่อที่จะเพิ่มความสามารถในการเก็บกักความรู้ของผู้เรียน

ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

วันเพ็ญ คำเทศ (2549, หน้า 34) ได้นำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกของเลส ไล ดีฟิงค์ (Leslie dee Fink's model) มาประยุกต์ใช้เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสใช้ทักษะการฟัง การพูด การอ่าน การคิด และการเขียน ผ่านการทำกิจกรรม 4 ประการ ซึ่งประกอบด้วย

1. การสื่อสารกับตนเอง (Dialogue with self) หมายถึง กิจกรรมที่นักเรียนได้นำข้อมูลที่ได้จากการอ่าน การฟัง มาประมวล แล้วเขียนสะท้อนความคิดของตนเองออกมาก่อนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้
2. การสื่อสารกับผู้อื่น (Dialogue with other) หมายถึง กิจกรรมที่นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้จากข้อมูลผ่านการประมวลแล้วเขียนออกมานั้น ไปแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน
3. การสังเกต (Observing) หมายถึง กิจกรรมที่นักเรียนได้ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน เข้าสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้
4. การลงมือกระทำ (Doing) หมายถึง กิจกรรมที่นักเรียนได้มีการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่จำเป็นต่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้

วาทัญญ วุฒิวรรณ (2553, หน้า 39-41) ได้แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสนใจเรียนรู้

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นเตรียมความพร้อมโดยการสร้างแรงจูงใจด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ที่น่าสนใจ กระตุ้นความรู้ ความคิด เพื่อให้ นักเรียนสนใจที่จะมีส่วนร่วมในการเรียน เช่น สถานการณ์ชวนสงสัย การใช้สื่อการเรียนการสอน แผนภาพ การใช้เกม เป็นต้น

2. ขั้นลงมือกระทำ

ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนรู้จักคิดวางแผน และลงมือกระทำ อย่างอิสระในการค้นหาคำตอบ โดยใช้เทคนิคที่หลากหลาย เช่น การเรียนแบบร่วมมือ การระดมสมอง การจำลองสถานการณ์ ฯลฯ

3. ขั้นสรุปและสะท้อนความรู้

นักเรียนร่วมกันสรุปและสะท้อนความรู้ โดยนำเสนอผลที่ได้จากการลงมือกระทำ ออกมาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ผังมโนทัศน์ การวาดภาพ คู่ตรวจสอบ การเล่าเรื่องรอบโต๊ะ ซึ่งนักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิด ซักถามข้อสงสัยร่วมกัน โดยครูอธิบายความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง

4. ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้

ครูจัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ เพื่อขยายความรู้ ให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ญาณัญญา ศิริภักร์ธาดา (2553, หน้า 7) ได้แบ่งขั้นกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกได้ 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การแลกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนดึงประสบการณ์เดิมของตนเอง ออกมาเชื่อมโยงหรืออธิบายปัญหาใหม่ที่พบเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ หรือข้อสรุป การกระตุ้นให้เกิดกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์นี้ ครูอาจใช้สื่อแผ่นใส วีดิทัศน์ สถานการณ์จำลอง ตั้งคำถามหรือสื่อกิจกรรมอื่น ๆ

2. การสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน โดยการตั้งประเด็นปัญหาหรือคำถามให้ผู้เรียนได้คิด วิเคราะห์ และสร้างสรรค์มวลประสบการณ์ร่วมกัน อาจใช้คำถามหรือสถานการณ์จำลองที่ท้าทายอารมณ์ ความรู้สึกของผู้เรียน เช่น ความรักอมตะมีจริงหรือ รักและเมตตาต่างกันอย่างไร

3. การนำเสนอความรู้ หมายถึง การหลอมรวมแนวคิดที่ได้จากการอภิปรายกลุ่ม เข้ากับหลักการทฤษฎีที่ครูจัดเตรียมให้หรือค้นคว้ามาจากแหล่งเรียนรู้มาสังเคราะห์ภายในกลุ่ม ผู้เรียนจนเกิดความเชื่อมั่น ยอมรับว่าเป็นข้อเท็จจริง เช่น การนำปัญหาโทษภัยจากการสูบบุหรี่หรือสิ่งเสพติดทุกชนิดล้วนเกิดโทษภัยต่อตนเอง สังคม และประเทศชาติ โดยรวมจนผู้เรียนยอมรับ

4. การประยุกต์ใช้ นำเสนอหรือลงมือปฏิบัติ หมายถึง การนำเสนอความรู้ที่ได้นั้นต่อกลุ่มในห้องเรียน การนำเสนอต่อสาธารณะในลักษณะ ป้ายนิเทศ ป้ายโฆษณา หรือการเผยแพร่ทางสื่อมวลชน และหากผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ เช่น การลด และเลิกสูบบุหรี่ สิ่งเสพติด เพราะตระหนักและเชื่อในสิ่งที่พบ ถือว่าเป็นผลการเรียนรู้ที่มีคุณค่าสูงสุด

ศรัณยู ศรีสมพร (2553, หน้า 42) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนเชิงรุกไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ (Preperation)
 - 1.1 พิจารณาว่าจะใช้การสืบค้นในเรื่องอะไร
 - 1.2 เลือกวิธีการในการสืบค้นว่าจะใช้แบบเปิด หรือแบบปิด (Open/ Close investigation) โดยพิจารณาจากลักษณะของเรื่องที่ต้องการศึกษา และระดับความสามารถของนักเรียน
 - 1.3 เตรียมใบกิจกรรม คำถามสำหรับชี้แนะแนวทางการสืบค้น
2. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Brief)
 - 2.1 สร้างหรือกระตุ้นความสนใจด้วยการแสดงตัวอย่างของสถานการณ์ในเรื่องที่จะทำการสืบค้น
 - 2.2 นำนักเรียนเข้าสู่กระบวนการสืบค้น อาจจะช่วยการให้นักเรียนในห้องเรียนระดมพลังสมองเพื่อให้ได้ตัวแปร หรือให้สมมุติฐานนักเรียนเพื่อทำการทดลอง
 - 2.3 แนะนำขั้นตอนของกระบวนการสืบค้น
 - 2.4 สาธิตการใช้เครื่องมือหากเป็นเครื่องมือใหม่ หรือที่ซับซ้อนยุ่งยากและบอกข้อควรระวัง เพื่อความปลอดภัยในการทำการทดลอง
3. ขั้นปฏิบัติกิจกรรม (Action)
 - 3.1 นักเรียนตอบคำถามในใบกิจกรรม เพื่อวางแผนออกแบบการทดลอง ครูคอยอำนวยความสะดวก
 - 3.2 นักเรียนออกแบบการทดลอง และนำ แผนการทดลองให้ครูตรวจสอบความถูกต้องก่อนทดลอง
 - 3.3 นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง ครูดูแล ช่วยเหลือ ตรวจสอบความปลอดภัยของการทำงาน
4. ขั้นสรุปย่อ (Debrief)
 - 4.1 นำเสนอผลการทดลอง
 - 4.2 ครูซักถามเกี่ยวกับการสืบค้นของนักเรียน ถามถึงความน่าเชื่อถือของผลการทดลอง และข้อสรุปที่ได้จากกระบวนการสืบค้น
 - 4.3 ครูย้ำประเด็นสำคัญ ๆ ในการเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ
5. ขั้นติดตามผล (Follow-up)
 - 5.1 ทำรายงาน หรือโปสเตอร์ เพื่อสรุปผลของการสืบค้น

5.2 ให้นักเรียนคิดถึงการสืบค้นต่อไป ที่สามารถทำได้ด้วยการเสนอแนะตัวแปรอื่น ๆ เพิ่มเติม

สุกัลกษณ์ เขียรเซาว์ (2555, หน้า 9) ได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนเชิงรุกประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นสำรวจความรู้เดิมและกระตุ้นความสนใจ

ขั้นตอนนี้เป็นการเตรียมความพร้อมนักเรียน โดยสร้างความสนใจในการเรียนด้วยกิจกรรมที่น่าสนใจ ทำทายความรู้ความสามารถ และกระตุ้นความคิด เพื่อให้นักเรียนสนใจและมีส่วนร่วมในการเรียน และเป็นการทบทวนความรู้เดิม เช่น สถานการณ์ชวนสงสัย การใช้สื่อการเรียนการสอน รูปภาพกิจกรรมการตอบสนองต่อการสาธิต เกม กิจกรรมจับคู่เขียน กิจกรรมตอบสั้น 1 นาที กิจกรรมเวียนกันอภิปราย เป็นต้น

2. ขั้นเรียนรู้

ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีต่าง ๆ ซึ่งเน้นให้นักเรียนคิดวางแผน และลงมือกระทำอย่างอิสระ เพื่อค้นหาคำตอบโดยใช้เทคนิคที่หลากหลาย เช่น การเรียนแบบร่วมมือ การเรียนแบบสืบสอบ การจำลองสถานการณ์ การระดมพลังสมอง และการแก้ปัญหา โดยใช้ร่วมกับกิจกรรมกลุ่ม เช่น เกม เวียนกันอภิปราย โต้เถียง สุ่มหัวข้อคิด เทคนิคการถามคำถาม โดยให้เวลา เทคนิคการถามคำถามแบบอ่างปลา กิจกรรมเลือกเข้ามุ่ม การอ่านเชิงรุก เป็นต้น

3. ขั้นสรุป

นักเรียนร่วมกันสรุปมโนทัศน์ โดยนำเสนอผลจากการลงมือกระทำในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ผังโนทัศน์ แบบฝึกหัด การวาดภาพ โดยใช้ร่วมกิจกรรมเชิงรุก กิจกรรมกลุ่ม เช่น จับคู่คิด แลกเปลี่ยน จับคู่เขียน จับคู่ถามตอบ การเขียนอนุทิน เทคนิคการถามคำถามแบบอ่างปลา การนำเสนอแล้วสลับบทบาท การนำเสนอในลักษณะโต้เถียง กิจกรรมเดินไปคุยไป นักเรียนและครูลงข้อสรุปร่วมกันเกี่ยวกับหลักการและความรู้ที่ได้เรียน

4. ขั้นประยุกต์/ ขยายความรู้

ครูจัดกิจกรรมส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น นำความรู้และประสบการณ์ ที่เรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ และในชีวิตประจำวัน โดยใช้กิจกรรมเชิงรุก เช่น กิจกรรมเดี่ยว เช่น การจดประเด็น การอ่าน การทดสอบสั้น 1 นาที การตอบสนองต่อการสาธิต หรือกิจกรรม การเขียนอนุทิน กิจกรรมคู่ เช่น การเขียน จับคู่แลกเปลี่ยน จับคู่คิด แลกเปลี่ยนสมมุติบทกวี จับคู่ถามตอบ กิจกรรมกลุ่ม เช่น เกม เวียนกันอภิปราย โต้เถียง สุ่มหัวข้อคิด ออกข้อสอบ เทคนิคการถามคำถาม โดยให้เวลา เทคนิคการถามคำถามแบบอ่างปลา เป็นต้น

5. ชั้นประเมินผล

ครูให้นักเรียนแต่ละคนสรุปสิ่งที่เรียนลงในกระดาษ สมุด หรือใบงาน พร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การเขียนบันทึกหรือกิจกรรมอ่างปลา เป็นต้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกได้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชั้นกระตุ้นความสนใจ

เป็นชั้นเตรียมพร้อม กระตุ้นให้นักเรียนสนใจและมีส่วนร่วมในการเรียน มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์และเป็นการทบทวนความรู้เดิม โดยใช้กิจกรรมที่น่าสนใจ เช่น การใช้แผนภาพ ปัญหาชวนสงสัย สถานการณ์ต่าง ๆ เทคนิคการถามคำถามแบบอ่างปลา

2. ชั้นลงมือกระทำ

เป็นชั้นที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเชิงรุกที่เน้นให้นักเรียนรู้จักคิดวางแผนและลงมือกระทำอย่างอิสระในการค้นหาคำตอบ เป็นชั้นที่นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยการนำความรู้ต่าง ๆ มาเชื่อมโยง ครูใช้กิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การอ่านเชิงรุก การเขียนเชิงรุก การระดมสมอง การจำลองสถานการณ์ ฯลฯ

3. ชั้นสะท้อนความรู้

เป็นชั้นที่ครูอธิบายขยายความรู้เพิ่มเติมและนักเรียนได้มีการซักถามข้อสงสัยร่วมกัน เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ครูส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมกันลงข้อสรุปและสะท้อนความรู้ ออกมาในวิธีการต่าง ๆ เช่น การนำเสนอความรู้ การทำแผนผังความคิด เกม เป็นต้น

4. ชั้นประเมินผล

เป็นชั้นที่ครูจะทำการประเมินว่านักเรียนจะสามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่เรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ และเรื่องต่อ ๆ ไปได้ โดยใช้กิจกรรมเชิงรุก เช่น การจดประเด็น การทดสอบ จับคู่แลกเปลี่ยน เป็นต้น

ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปเป็นตารางสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

ศรันยู ศรีสมพร (2553, หน้า 42)	วาทัญญู วุฒิวรรณ (2553, หน้า 39-41)	สุกัลลักษณ์ เขียรเชาว์ (2555, หน้า 9)	ผู้วิจัย
<p>ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ (Preparation) เป็นขั้นพิจารณาว่าจะใช้กิจกรรมใด สืบค้นเรื่องอะไร เตรียมคำถาม อุปกรณ์</p> <p>ขั้นที่ 2 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Brief) เป็นขั้นกระตุ้นความสนใจด้วยกิจกรรมต่าง ๆ การระดมสมอง แนะนำ สาธิต</p> <p>ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม (Action) เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือปฏิบัติ สืบค้น ทดลอง วางแผนการทดลอง</p> <p>ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปย่อ (Debrief) เป็นขั้นที่นักเรียนและครูช่วยกันย้ำประเด็นสำคัญ สรุปผลการทดลองและการปฏิบัติร่วมกัน</p> <p>ขั้นที่ 5 ขั้นติดตามผล (Follow-up) เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ รายงาน โปสเตอร์ นำเสนอตัวแปรอื่น ๆ</p>	<p>ขั้นที่ 1 ขั้นสนใจเรียนรู้ เป็นขั้นที่สร้างแรงจูงใจด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ที่น่าสนใจ เช่น แผนภาพ เกม</p> <p>ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือกระทำ เป็นขั้นที่สอนให้นักเรียนรู้จักวางแผน ลงมือกระทำ เพื่อค้นหาคำตอบด้วยเทคนิคที่หลากหลาย เช่น การจำลองสถานการณ์ การระดมสมอง</p> <p>ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปและสะท้อนความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันสรุปและสะท้อนความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนผังความคิด วาดภาพคู่ตรวจสอบ การเล่าเรื่องรอบโต๊ะ</p> <p>ขั้นที่ 4 ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ใหม่ เพื่อขยายความรู้</p>	<p>ขั้นที่ 1 ขั้นสำรวจความรู้เดิมและกระตุ้นความสนใจ เป็นขั้นที่ครูเตรียมพร้อมด้วยสถานการณ์ชวนสงสัย เกม</p> <p>ขั้นที่ 2 ขั้นเรียนรู้ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนคิดวางแผน ลงมือกระทำอย่างอิสระ เพื่อค้นหาคำตอบโดยใช้เทคนิคที่หลากหลาย</p> <p>ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันสรุปมโนทัศน์ที่ได้จากการลงมือกระทำ เช่น ผังความคิด แบบฝึกหัด</p> <p>ขั้นที่ 4 ขั้นประยุกต์/ ขยายความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนแสดงความคิดเห็นที่สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก</p> <p>ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล เป็นขั้นที่นักเรียนทุกคนเขียนสรุปประเด็นลงในกระดาษสมุด ใบงาน พร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ โดยเขียนบันทึกการเรียนรู้</p>	<p>ขั้นที่ 1 ขั้นกระตุ้นความสนใจ เป็นขั้นที่กระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วม แลกเปลี่ยนประสบการณ์ด้วยกิจกรรมที่น่าสนใจ เช่น แผนภาพ ปัญหาชวนสงสัย</p> <p>ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือกระทำ เป็นขั้นที่ครูใช้กิจกรรมการเรียนรู้ เน้นให้รู้จักวางแผน สร้างองค์ความรู้จากการลงมือกระทำ เช่น การแสดงบทบาทสมมติ การทำกิจกรรมกลุ่ม</p> <p>ขั้นที่ 3 ขั้นสะท้อนความรู้ เป็นขั้นที่ครูอธิบายความรู้เพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้อง นักเรียนร่วมกันสรุปและสะท้อนความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนผังความคิด</p> <p>ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินผล เป็นขั้นที่ประเมินผ่านการทำแบบทดสอบ คำถาม จับคู่ แลกเปลี่ยนและให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นผ่านแบบบันทึกการเรียนรู้</p>

ตัวอย่างวิธีการสอนและเทคนิคการสอนเชิงรุก (วิชช เศวกงาม, 2557, หน้า 13-15)

1. Active reading เป็นวิธีที่ให้แต่ละคนอ่านบทความแล้วแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่ได้อ่านกับเพื่อน แล้วนำมาเขียนเป็นแผนผังมโนทัศน์ (Concept map) ลงในกระดาษโปสเตอร์เพื่อทำกิจกรรม Gallery walk ต่อไป หรือการอ่านแล้วจับใจความเพื่อตั้งชื่อเรื่อง

2. Brainstorming กำหนดหัวข้อและเวลา จากนั้นแบ่งกลุ่มให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุป แล้วทุกคนนำเสนอแนวคิดของตน และบันทึกทุกแนวคิดที่มีผู้นำเสนอ

3. Agree & Disagree Statement ผู้สอนตั้งคำถาม โดยมีตัวเลือกให้ผู้เรียนว่าเห็นด้วยหรือไม่ อย่างไร เช่น อาจใช้ไม่ป้องกันที่มีสี 2 ด้านต่างกันเป็นอุปกรณ์ช่วยตอบ แล้วเลือกผู้ตอบในแต่ละกลุ่มให้อธิบาย หลังจากนั้นจึงอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันทั้งชั้นเรียน

4. Carousel กำหนดหัวข้อเรื่อง แล้วแบ่งเป็นหัวข้อย่อยที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน แบ่งกลุ่มผู้เรียนให้ได้จำนวนกลุ่มเท่ากับจำนวนหัวข้อย่อย จากนั้นเขียนหัวข้อย่อยลงบนกระดาษโปสเตอร์ แล้วคิดไว้รอบห้อง แต่ละกลุ่มระดมความคิดและเขียนลงในกระดาษโปสเตอร์ เมื่อครบ 2-3 นาที เปลี่ยนไประดมความคิดหน้าโปสเตอร์ถัดไป โดยอ่านแนวคิดของกลุ่มก่อนหน้า ถ้าเห็นด้วยให้ใส่เครื่องหมายถูกและเพิ่มสิ่งที่คิดเห็นแตกต่าง จากนั้นสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ร่วมกัน

5. Concept map ลักษณะคล้ายการเขียน Mind map แต่การเขียนแผนผังมโนทัศน์จะแสดงแนวคิดและใช้คำเชื่อมโยงระหว่างแนวคิด

6. Gallery walk กำหนดหัวข้อเรื่อง เขียนแนวคิด วิธีการ ลงบนกระดาษโปสเตอร์ แล้วติดไว้รอบ ๆ ห้อง เพื่อให้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างการเดินทางชมผลงาน

7. Role playing การแสดงบทบาทสมมุติ เป็นวิธีการสอนที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกการแสดงออกตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ เพื่อเป็นประสบการณ์ที่จะนำไปแก้ไขปัญหาและสถานการณ์จริงในชีวิต ผู้เรียนได้เรียนรู้การแสดงออก ฝึกวางแผนการทำงานร่วมกัน เข้าใจความรู้สึกและพฤติกรรมทั้งของตนเองและผู้อื่น เช่น การทำกิจกรรม “กำเนิดของยูคาริโอต” ผู้สอนจะกำหนดบทบาทแล้วเขียนไว้ในกระดาษ ให้ผู้เรียน 6 คน จับฉลากเลือกที่จะแสดงบทบาท โดยไม่ให้ปรึกษากัน หรือผู้เรียนวางแผนและกำหนดบทบาทด้วยตนเอง แล้วให้แสดงบทบาทสมมติตามบทบาทที่ตนเองได้รับ หลังจากนั้นจะตั้งคำถามและให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นว่าผู้แสดงแต่ละคนทำหน้าที่อะไร และทำหน้าที่นั้นได้ดีหรือไม่มีจุดใดต้องแก้ไขหรือปรับปรุง

8. Think-pair-share ผู้สอนเป็นผู้ตั้งคำถามให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง หลังจากนั้นจึงอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันกับเพื่อนในชั้นเรียน เริ่มจากกลุ่มเล็ก ๆ แล้วจึงนำเสนอต่อกลุ่มใหญ่

9. Predict-observe-explain จำลองสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนเขียนทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้น สังเกตและบันทึกผล อธิบายสิ่งที่สังเกตได้ อาจทำการทดลองสำรวจหรือค้นคว้าเพิ่มเติมได้ เช่น กิจกรรมพลังงานเพื่ออนาคต ผู้สอนให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะได้รับอุปกรณ์การทดลอง ได้แก่ แผ่น โขลาเซลล์ 2 ชนิด มัลติมิเตอร์ ไม้บรรทัด กระดาษสีดำ และโคมไฟ เพื่อให้แต่ละกลุ่มทำการทดลองเพื่อวิเคราะห์ว่าแผ่น โขลาเซลล์ชนิดใดมีประสิทธิภาพดีกว่ากัน และให้ออกแบบเป็นผลิตภัณฑ์ นำเสนอผลงานกลุ่มหน้าชั้นเรียน เป็นต้น

10. Clarification pause เมื่ออธิบายถึงประเด็นที่สำคัญ ผู้สอนควรใช้เวลาให้ผู้เรียนตกผลึกความคิด และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามหากต้องการคำอธิบายเพิ่มเติม (ผู้สอนควรจะไปรอบห้อง เพราะผู้เรียนมักไม่กล้าถามหน้าชั้นเรียน)

11. Card sorts ผู้สอนจัดเตรียมบัตรคำ/ บัตรภาพไว้ให้ผู้เรียนจัดกลุ่มบัตรภาพนั้น ๆ และต้องอธิบายเกณฑ์ที่ใช้จัดกลุ่มให้เพื่อนและผู้สอนฟัง และอภิปรายร่วมกัน ในชั้นเรียน

12. Chain note ผู้สอนเตรียมคำถาม/ ข้อความที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ต้องการไว้ โดยอาจพิมพ์ลงบนกระดาษ แล้วให้ผู้เรียนแต่ละคนตอบคำถามหรือข้อความนั้น ๆ เพียง 1-2 ประโยค จากนั้นส่งต่อกระดาษแผ่นนั้นให้เพื่อนที่นั่งถัดไปเพื่อช่วยกันตอบคำถามนั้นให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น สามารถใช้ก่อนเรียนหรือหลังเรียนได้ และควรส่งกระดาษแผ่นนั้นกลับในทิศทางเดิม เพื่อให้ผู้เขียนก่อนได้อ่านความเห็นทั้งหมดด้วย

13. Students' reflection เป็นการให้ผู้เรียนได้สะท้อนความคิด อาจจะให้ผู้เรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในคาบเรียน เสนอแนะเกี่ยวกับการเรียน ถามคำถามที่ยังสงสัย หรือให้ผู้เรียนค้นคว้าเพิ่มเติมเกี่ยวกับสิ่งที่เรียน เช่น Know-want-learned เมื่อเริ่มต้นบทเรียน ให้ผู้เรียนเขียนสิ่งที่รู้และสิ่งที่อยากรู้เกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียน เมื่อจบบทเรียน ให้ผู้เรียนเขียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ Got-need และ Exit ticket เมื่อจบบทเรียน ให้ผู้เรียนเขียนสิ่งที่ได้เรียนรู้ อาจเป็นการสรุปร่วมกันหน้าชั้นเรียน และวางแผนกิจกรรมการเรียนจากสิ่งที่อยากรู้เพิ่มเติม Diary/ Journal note เขียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ คำถามที่ยังสงสัย

14. Guided lecture ผู้สอนนำเสนอข้อมูล โดยการบรรยายและผู้เรียนจดบันทึก จากนั้นผู้เรียนจะได้รับเวลาสั้น ๆ ในการตรวจบันทึกของพวกเขา หลังจากตรวจสอบบันทึกของตนเอง ผู้เรียนจะร่วมกันหารือเกี่ยวกับการบันทึกของพวกเขาในกลุ่มเล็ก ๆ เพื่อให้แน่ใจว่าพวกเขาจดบันทึกข้อมูลที่ถูกต้อง

15. Responsive lecture ผู้เรียนสร้างรายการของคำถามปลายเปิดเกี่ยวกับเนื้อหาในรายวิชา แล้วจัดอันดับความสำคัญของคำถาม ผู้สอนจะใช้การจัดอันดับของคำถามนี้เป็นโครงสำหรับการบรรยายและการอภิปราย

บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

บทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีดังต่อไปนี้ (ณัชนัน แก้วชัยเจริญกิจ, 2550 อ้างถึงใน สถาพร พุทธิพิศกุล, 2555, หน้า 8)

1. จัดให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน กิจกรรมต้องสะท้อนความต้องการในการพัฒนาผู้เรียนและเน้นการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงของผู้เรียน
2. สร้างบรรยากาศของการมีส่วนร่วมและการเจรจาโต้ตอบที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียน
3. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นพลวัต ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในทุกกิจกรรม รวมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้
4. จัดสภาพการเรียนรู้แบบร่วมมือ ส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือในกลุ่มผู้เรียน
5. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ท้าทาย และให้โอกาสผู้เรียนได้รับวิธีการสอนที่หลากหลาย
6. วางแผนเกี่ยวกับเวลาในการเรียนการสอนอย่างชัดเจน ทั้งในส่วนของเนื้อหาและกิจกรรม
7. ครูผู้สอนต้องใจกว้าง ยอมรับในความสามารถในการแสดงออกและความคิดของผู้เรียนการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ในห้องเรียนเชิงรุก จึงเป็นบทบาทที่สำคัญของครูผู้สอน กล่าวคือ เป็นผู้อำนวยความสะดวก ผู้สนับสนุนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และพัฒนาทักษะผู้เรียน ในด้านการประเมินค่าจากสิ่งที่พบ การเจรจาต่อรอง การตัดสินใจ การแก้ปัญหา การทำงานอย่างอิสระและการทำงานร่วมกับผู้อื่น การมีส่วนร่วมและมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นเป็นสิ่งจำเป็นต่อการเรียนรู้ ซึ่งถ้าผู้สอนได้แสดงบทบาทเหมาะสมจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น หรือกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดค้นสิ่งใหม่ ๆ

บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

ศรัณยู ศรีสมพร (2553, หน้า 5) ได้สรุปบทบาทของนักเรียนไว้ ดังนี้

1. กระฉับกระเฉง คือ มีส่วนร่วมในกิจกรรมที่ทำอย่างกระฉับกระเฉง และมีความกระตือรือร้นต่อประสบการณ์ใหม่
2. สะท้อนความคิด คือ ชอบสังเกตการณ์มากกว่าการลงมือปฏิบัติ ทบทวนสิ่งที่เรียนรู้ คิด และตัดสินใจ
3. ทฤษฎี คือ สนใจในสถานการณ์ที่มีโครงสร้างเป็นระบบมีวัตถุประสงค์ชัดเจน สังเกตระบบหรือรูปแบบ วิเคราะห์และลงข้อสรุป
4. จริงจัง คือ สนใจในกิจกรรมที่เป็นรูปธรรม มีประโยชน์และเกี่ยวข้องกับชีวิตจริง

อีเวลล์ (Ewell, 1997, p. 6) ได้สรุปพฤติกรรมของผู้เรียนที่มีส่วนร่วมในการเรียนรู้เชิงรุก และสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ดังนี้

1. สามารถตอบสนองต่อการเรียนรู้ จดจ่อ ผูกพันกับสิ่งที่ทำอยู่อย่างกระตือรือร้น
(Active participant)
 2. เป็นผู้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ พร้อมทั้งจะจัดการ แก้ไขกับปัญหา และนำเสนอแนวทางต่าง ๆ มีการสร้างปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อสิ่งที่เคยได้เรียนรู้มาแล้วกับสิ่งใหม่
 3. มีความมุ่งมั่น ตั้งใจ ใฝ่รู้ สามารถประยุกต์ความรู้กับสิ่งที่สถานการณ์กำหนดได้
 4. มีการแสดงพฤติกรรมการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
- ซึ่งจะสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกกับการเรียนรู้แบบปกติได้ดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบปกติและการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

การจัดการเรียนรู้แบบปกติ	การจัดการเรียนรู้เชิงรุก
เชื่อว่าผู้เรียนคือผู้ไม่มีความรู้ ยังว่างเปล่า เหมือนฟองน้ำต้องการเติมความรู้	เชื่อว่าการจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้สามารถเรียนรู้ในสิ่งใหม่และต่อยอดความรู้เดิมเป็นความรู้ใหม่ด้วยตนเอง
กิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน โดยใช้การบรรยายให้ผู้เรียนจดบันทึกเป็นหลัก	กิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย แบบผู้เรียนมีส่วนร่วมเป็นกลุ่มทั้งกลุ่มย่อยและกลุ่มใหญ่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ และพัฒนาทักษะการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
ผู้เรียนจำเนื้อหาที่เรียนแต่ละบทเรียนได้ ประมาณร้อยละ 10 ผู้เรียน เรียนรู้โดยการจดจำ เป็นลักษณะการเติมความรู้ เหมือนการบันทึกเทป	ผู้เรียนมีโอกาสจำเนื้อหาบทเรียนในแต่ละบทเรียน ได้มากกว่าร้อยละ 50 ผู้เรียนใช้การเรียนรู้ผ่านกิจกรรม สื่อ นวัตกรรม และการอภิปราย <ul style="list-style-type: none"> - สร้างองค์ความรู้ขึ้นได้ด้วยตนเอง - ใช้การเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริงและใช้การสนทนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ - ใช้การมีส่วนร่วมกับผู้อื่นและสร้างกรอบความรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้ สถานการณ์อื่น

ตารางที่ 2-4 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบปกติ	การจัดการเรียนรู้เชิงรุก
ผู้สอนใช้การบรรยายตามหนังสือหรือ การอ่านให้ฟังหรือการอธิบายเนื้อหา หลักการ และการสาธิต การทดสอบนักเรียนนำเอาสิ่งที่จำไว้ ตามที่ครูบอกมาตอบ	ผู้สอนไม่เน้นการอธิบายเนื้อหา หลักการ และวิธี การแต่เป็นผู้คอยอำนวยความสะดวก ช่วยเหลือ สาธิตกำหนดกิจกรรม และการบูรณาการในชั้นเรียน การทดสอบ นักเรียนต้องใช้ในการบูรณาการความรู้ เพื่อการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินค่า ตลอดจนแนวทางการนำไปใช้ ในการตอบแต่ละ ประเด็น

อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุกนั้นเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียน
เป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ซึ่งจะทำให้เกิดการพัฒนาเป็นความคิดขั้นสูง
ทำให้ผู้เรียนสามารถบูรณาการ เชื่อมโยงความรู้ มีการพัฒนามโนทัศน์และสามารถนำไป
ประยุกต์ใช้ในเนื้อหาต่อ ๆ ไปได้ โดยเป็นความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นเองได้อย่างรวดเร็วและคงทน
ซึ่งผู้วิจัยได้นำเอาแนวทางการจัดการเรียนรู้เชิงรุกมาจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีการเพิ่มเติม
กิจกรรมและสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อีกทั้งนักเรียนจะมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากขึ้นอีกด้วย

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของมโนทัศน์

มโนทัศน์เป็นคำแปลมาจากคำว่า Concept ในภาษาอังกฤษ นักภาษาศาสตร์และ
นักการศึกษาของไทยได้พยายามหาคำที่มีความหมายตรงกับศัพท์เดิมมากที่สุด จึงได้มีคำใน
ความหมายเดียวกันอีกหลายคำ เช่น สังกัป มโนภาพ ความคิดรวบยอด มโนคติและมโนมติ ในที่นี้
ผู้วิจัยขอใช้คำว่า มโนทัศน์ ซึ่งบุคคลต่าง ๆ ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้หลายความหมาย ดังนี้

บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ (2523, หน้า 7) ได้ให้ความหมายว่า การสรุปความคิดของมนุษย์
เป็นผลมาจากการรับรู้ที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องราวที่เกิดขึ้นในธรรมชาติและสังคม เป็นความคิด
หลายชั้น หลายระดับ จากเรื่องง่ายไปสู่ความคิดที่สลับซับซ้อนมีลักษณะเป็นนามธรรม สามารถ
รับรู้จากประสาทสัมผัสจนกลายเป็นประสบการณ์ที่แปลความหมายได้ สามารถจัดหมวดหมู่
แยกประเภท หรือบอกลักษณะทั่วไปได้

ศาสตรา ศรณารายณ์ (2545, หน้า 9) ได้สรุปว่า มโนทัศน์ หมายถึง ผลการรับรู้เรื่องราว ในสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับบุคคลโดยได้รับจากประสบการณ์และประสาทสัมผัสทุกด้านที่เกี่ยวกับสิ่ง นั้น แล้วนำเอาประสบการณ์ที่ได้รับรู้นั้นมาประมวล สรุปให้เป็นนิยามหรือความรู้ในสิ่งนั้นต่อไป

ราชบัณฑิตยสถาน (2550) กำหนดคำว่า มโนทัศน์ ตรงกับคำภาษาอังกฤษว่า Concept (อ่านว่า ค็อน-เส็ปต์) สะกด c-o-n-c-e-p-t หมายถึง ภาพหรือสิ่งที่เห็นในใจ ซึ่งเป็นตัวแทนของ สรรพสิ่งแต่ละชนิด เช่น ถ้าพูดถึงแมว คนก็จะคิดถึงมโนทัศน์ของแมวในใจ ซึ่งเป็นตัวแทนของ ภาพแมวทั้งหลาย ไม่เจาะจงว่าจะเป็นสีใด ขนาดใด หรือพันธุ์ใด มโนทัศน์ของสิ่งที่เป็นนามธรรม มีความชัดเจนน้อยกว่ามโนทัศน์ของสิ่งที่เป็นรูปธรรม เช่น มโนทัศน์ของความดี อิศรภาพ ประชาธิปไตย จะอธิบายได้ยากกว่ามโนทัศน์ของสิ่งที่เป็นรูปธรรม เช่น บ้าน แมว รถ เด็ก เป็นต้น

กัญญรัตน์ เวชศาสตร์ (2551, หน้า 93) ได้สรุปความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า แนวความคิดที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ที่เกี่ยวกับกระบวนการคิดและการศึกษาของมนุษย์ มโนทัศน์เป็นเรื่องที่กว้างขวาง การศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์จึงสามารถนำข้อมูลที่อยู่ในขอบข่ายของ วิชาการสาขาต่าง ๆ มาศึกษาได้

อุบลรัตน์ เฟื่องสถิตย์ (2556 หน้า 84) สรุปว่า มโนทัศน์ คือ ความคิดที่มีการจัดกลุ่มของ สิ่งเข้าตามคุณลักษณะของสิ่งนั้น ๆ ที่ไม่เฉพาะเจาะจง อาจเป็นวัตถุ เหตุการณ์ บุคคล ซึ่งจะเป็น พื้นฐานเบื้องต้นของมโนทัศน์ แต่ละบุคคลจะมีมโนทัศน์ที่แตกต่างกัน เนื่องจากได้รับ ประสบการณ์ที่ไม่เหมือนกัน

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง แนวความคิดที่ได้จากการได้รับประสบการณ์ ความรู้จากสถานการณ์ต่าง ๆ การลงมือปฏิบัติ แล้วทำการประมวล จัดลำดับความสัมพันธ์ แล้วสรุปเป็นความเข้าใจของตนเองได้

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 4) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นความเข้าใจที่สรุปรวมลักษณะที่สำคัญ ๆ ของวัตถุหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งแต่ละ คนอาจมีมโนทัศน์ต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และวุฒิภาวะของบุคคล นั้น และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เกี่ยวกับการแบ่งประเภท (Classificational concepts)
2. มโนทัศน์ทางทฤษฎี (Theoretical concepts)
3. มโนทัศน์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational concepts)

ชุตินา รอดสุด (2550, หน้า 22) ได้สรุปประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยแบ่ง ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี คือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่ศึกษาจากแนวคิดทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์ได้เสนอไว้

2. มโนทัศน์เชิงบรรยาย คือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการสังเกตด้วยประสาทสัมผัส และเชื่อมโยงลักษณะร่วมที่สำคัญ เกิดเป็นมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งนั้น

3. มโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์ คือ มโนทัศน์ที่บอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ย่อย ๆ หรือความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล

สิรินันท์ เพชรทองคำ (2517 อ้างถึงใน อุบลรัตน์ เฟื่องสฤดิย์, 2556, หน้า 85-86) ได้แบ่งชนิดของมโนทัศน์ออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. คอนจังก์ทีฟคอนเซ็ปต์ (Conjunctive concepts) เป็นมโนทัศน์ที่เกิดจากลักษณะใหญ่ ๆ หลายลักษณะมารวมกัน เช่น วงกลมสีแดงสามวง จะประกอบด้วย รูปร่าง สี จำนวน ซึ่งมีมโนทัศน์ประเภทนี้เรียนรู้ได้ง่ายและสอนได้ง่าย

2. ดิสจังก์ทีฟคอนเซ็ปต์ (Disjunctive concepts) เป็นมโนทัศน์ที่เกิดจากลักษณะใหญ่แต่มีลักษณะย่อยต่าง ๆ ประกอบอยู่ สามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือมีลักษณะอื่นมาแทนที่ได้ เช่น Δ เป็นได้ทั้งรูป สองรูป สามเหลี่ยมสองอัน ลักษณะใหญ่คือ รูปร่างและจำนวน ลักษณะย่อยของจำนวนจะเหมือนกัน แต่ลักษณะย่อยของรูปร่างแปรได้สองความหมายคือ จะเป็นรูปหรือเป็นสามเหลี่ยมก็ได้

3. รีเลชันนอลคอนเซ็ปต์ (Relational concepts) เป็นมโนทัศน์ที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะใหญ่หลายลักษณะ เช่น คำว่า ระยะทางและทิศทาง ซึ่งระยะทางเกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างจุด 2 จุด เป็นความห่างกันของจุด แต่ทิศทางเกิดจากความสัมพันธ์ที่มากกว่า 2 จุดขึ้นไป เป็นการเคลื่อนไหวจากจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่ง มโนทัศน์ประเภทนี้ค่อนข้างเข้าใจได้ยากง่ายต่อการสับสน

นอกจากนี้ยังมีมโนทัศน์ที่จำแนกตามคุณลักษณะที่มีผลต่อการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ มโนทัศน์ที่เป็นรูปธรรม และมโนทัศน์ที่เป็นนามธรรม

มโนทัศน์ที่เป็นรูปธรรม เป็นมโนทัศน์ที่สามารถมองเห็นได้ง่าย ชัดเจน สังเกตด้วยสายตา เช่น ผีเสื้อ รถยนต์ ปากกา เป็นต้น เป็นลักษณะการเรียนรู้ชนิดที่ง่ายที่สุด

มโนทัศน์ที่เป็นนามธรรม เป็นมโนทัศน์ที่เรียนรู้ได้ยากกว่าแบบรูปธรรม เช่น สามเหลี่ยม เส้นโค้งที่อยู่อาศัย เป็นต้น

รูเมย์ (Romey, 1986, p. 117) ได้จำแนกมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เกี่ยวกับการแบ่งประเภท (Classification concepts) คือ มโนทัศน์ที่เป็น

คำอธิบายลักษณะร่วมกัน โดยนำไปใช้ในการบรรยายวัตถุหรือสถานการณ์ต่าง ๆ

2. มโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์ (Relational concepts) คือ มโนทัศน์ที่บ่งบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงที่มีความเกี่ยวข้องกัน เช่น แรง คือ อำนาจที่ผลักหรือดึงวัตถุให้เคลื่อนที่

3. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี (Theoretical concepts) คือ มโนทัศน์ที่อยู่นอกเหนือจากประสบการณ์ทางประสาทสัมผัสหรือข้อเท็จจริง แต่มีความสอดคล้องกับเหตุและผลของมนุษย์ เป็นมโนทัศน์ที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล ส่วนใหญ่จะนำไปใช้ในการพยากรณ์
ลอว์สัน (Lawson, 2000, pp. 996-1018) ได้แบ่งประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี (Theoretical concepts) คือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยใช้ประสาทสัมผัสโดยตรง แต่สามารถรับรู้ได้จากแนวคิดทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์เสนอ เช่น มโนทัศน์ของอะตอม อิเล็กตรอน รวมไปถึงมโนทัศน์ของกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของอะตอมหรือโมเลกุล เช่น การแพร่ กระบวนการออสโมซิส เป็นต้น

2. มโนทัศน์เชิงบรรยาย (Descriptive concepts) คือ มโนทัศน์ที่เกิดจากการสังเกตวัตถุหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้โดยตรงและต้องใช้ในการสังเกตหลาย ๆ ครั้ง แล้วเชื่อมโยงลักษณะหรือคุณสมบัติร่วมของวัตถุหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันจนเกิดเป็นมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ เช่น มโนทัศน์ปากกา ขวด เครื่องบิน การเดิน ฯลฯ รวมถึงมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับตำแหน่งและขนาด

3. มโนทัศน์เชิงสอดแทรก (Intermediate concept) คือ มโนทัศน์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่สามารถรับรู้ได้ เช่น มโนทัศน์กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง กระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ซึ่งการรับรู้หรือการเกิดมโนทัศน์ประเภทนี้มีข้อจำกัดอยู่ที่ระยะเวลาที่จะสังเกตสถานการณ์นั้น ๆ

จากการศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ แนวความคิดที่ได้จากการได้รับประสบการณ์ ความรู้ สถานการณ์ต่าง ๆ แล้วทำการประมวล จัดลำดับความสัมพันธ์ แล้วสรุปเป็นความเข้าใจของตนเองได้เกี่ยวกับเนื้อหา

ทฤษฎีและหลักการเกี่ยวกับมโนทัศน์

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่นักเรียนพบเจอได้ แต่การที่นักเรียนจะเกิดการประยุกต์ใช้ความรู้ได้นั้นนักเรียนจะต้องอาศัยข้อมูลพื้นฐานโดยเฉพาะมโนทัศน์ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นเป็นการศึกษาเชิงประจักษ์ (Empirical study) และมักเป็นการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล นักการศึกษาจึงพยายามทำความเข้าใจกระบวนการที่จะทำให้เกิดความรู้โดยอาศัยแนวคิดที่

ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเฉพาะแนวคิดที่มีส่วนทำให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยครูมีหน้าที่คอยช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้รับใหม่ให้ไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่ และเกิดการค้นหาคำตอบจากการทำความเข้าใจด้วยตนเอง แต่ข้อมูลที่นักเรียนได้พบมีค่อนข้างมาก ซึ่งการที่นักเรียนพยายามทำความเข้าใจข้อมูลเพื่อหาคำตอบนั้นอาจทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ (Misconceptions) (พงศพรหม พรเพิ่มพูน, 2557, หน้า 2)

จิระ ดีช่วย (2554, หน้า 101-102) ได้แบ่งองค์ประกอบของมโนทัศน์ออกเป็น 5 อย่างต่อไปนี้

1. ชื่อ เป็นคำจำกัดความ หรือข้อความที่ใช้เรียกกลุ่ม หมวดหมู่ของข้อมูลนั้น ๆ โดยใช้ลักษณะร่วมกันในการจำแนก เช่น ผลไม้ บาน สัตว์น้ำ เป็นต้น
2. ตัวอย่างมโนทัศน์ หมายถึง ส่วนของการรู้มโนทัศน์ คือการระบุตัวอย่างของมโนทัศน์ได้ถูกต้องและยกตัวอย่างสิ่งที่ใกล้เคียงแต่ไม่ใช่มโนทัศน์ได้
3. คุณลักษณะเฉพาะ หมายถึง คุณลักษณะเฉพาะที่สำคัญ เกณฑ์หรือคุณสมบัติร่วมกันที่จะใช้ในการจัดหมวดหมู่ของข้อมูลต่าง ๆ ไว้ในกลุ่มเดียวกัน
4. คุณค่าของลักษณะเฉพาะ ลักษณะเฉพาะบางอย่างมีคุณค่าหลายระดับ ซึ่งจะต้องพิจารณาค่าของลักษณะเฉพาะในการจัดหมวดหมู่ด้วย เช่น เราจัดคลอรีนเป็นสารพิษ แต่เราใส่คลอรีนในน้ำประปาในปริมาณที่ฆ่าเชื้อโรคได้ ดังนั้นน้ำประปาเป็นน้ำที่ไม่ใช่ตัวอย่างของน้ำที่มีสารพิษ เพราะไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น แต่ถ้าคลอรีนมีระดับมากจนเป็นพิษ เราจึงจัดว่าน้ำประปาเป็นน้ำที่มีสารพิษ
5. กฎเกณฑ์หรือคำจำกัดความ เป็นการใช้นิยามข้อมูลที่มีลักษณะสำคัญของมโนทัศน์ เช่น การนิยามลักษณะของสามเหลี่ยม ว่าเป็นรูปที่มี 3 ด้าน การให้นิยามของมโนทัศน์มักปรากฏเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการเกิดมโนทัศน์ ซึ่งผู้สอนใช้เป็นเครื่องมือให้นักเรียนสรุปลักษณะเฉพาะที่สำคัญ การนิยามมโนทัศน์ให้ถูกต้องจะแสดงให้เห็นว่า นักเรียนเข้าใจองค์ประกอบอื่น ๆ ของมโนทัศน์ได้เป็นอย่างดี

กระบวนการสร้างมโนทัศน์

เฉลิมลาภ ทองอาจ (2551, หน้า 4) ได้อธิบายการสร้างมโนทัศน์ว่าเกิดจากกระบวนการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัส แล้วตีความหมายให้เกิดความรู้ความเข้าใจและเก็บข้อมูลไว้เป็นความจำ เมื่อได้รับข้อมูลชนิดเดิมซ้ำ ๆ ก็จะสามารถสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับข้อมูลนั้นได้ แต่ถ้าได้รับข้อมูลที่ไม่มีประสบการณ์หรือไม่มีความรู้เดิมเรื่องนั้นมาก่อน สมองจะดำเนินการเปรียบเทียบข้อมูลกับลักษณะต้นแบบแล้วนำผลไปจำแนกข้อมูลว่าเป็นมโนทัศน์หรือไม่ เมื่อเกิดมโนทัศน์กับสิ่งใด

สิ่งหนึ่งแล้วจะทำให้สามารถอธิบายนิยามลักษณะ กฎเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งยกตัวอย่างเกี่ยวกับข้อมูลดังกล่าวได้

ปุลณานิ เจ๊ะหนู่ม (2551, หน้า 30) ได้กล่าวถึงการสร้างมโนทัศน์ว่า เกิดจากการที่ผู้เรียนมีการจัดระบบและเชื่อมโยงข้อมูลที่มีอยู่เข้าด้วยกันและทดสอบสมมติฐานเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปของมโนทัศน์ที่ต้องการ ทักษะที่จะเกิดขึ้นกับผู้เรียนในกระบวนการสร้างมโนทัศน์ คือ ทักษะการเปรียบเทียบ การจำแนกความแตกต่าง การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล ซึ่งแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างมโนทัศน์ ได้รับอิทธิพลส่วนหนึ่งมาจากแนวคิดของทาบา (Taba) (อัมพร ม้าคนอง, 2546, หน้า 16) ที่เน้นให้มีการพัฒนาทักษะการคิดของนักเรียน จุดประสงค์ของการสร้างมโนทัศน์ คือ การทำให้ผู้เรียนสามารถแยกแยะแนวคิดต่าง และขยายความรู้ไปสู่ประเภทของมโนทัศน์ที่กว้างมากขึ้น เป็นการใช้ความคิดขั้นสูงจัดกระทำกับข้อมูลใหม่เพื่อสรุปเป็นความหมายและแปลงไปสู่การนำไปใช้

อุบลรัตน์ เฟ็งสถิต (2556, หน้า 87) ระบุว่า การสร้างมโนทัศน์ในระยะแรกนั้น เป็นวิธีการค้นหาคำตอบและปัญหาต่าง ๆ โดยผู้เรียนต้องมองเห็นความแตกต่างของข้อมูลคุณลักษณะต่าง ๆ พร้อมทั้งลักษณะร่วมกันของสิ่งเร้าที่จะเรียนรู้ ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้ดีหากมีการเสริมแรง และมีความค่อยเป็นค่อยไปในการเรียนรู้จนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

ออซูเบล (Ausubel, 1968, p. 517) ได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างมโนทัศน์ไว้ว่ามีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ 3 ประการ

1. โครงสร้างความรู้ (Cognitive structure) เป็นโครงสร้างที่อยู่ในสมอง จะมีการจัดลำดับของมโนทัศน์ ว่าเกิดจากมโนทัศน์ที่มีความกว้างสู่มโนทัศน์ที่แคบลงและมีความเฉพาะเจาะจงมากขึ้น

2. กระบวนการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้า (Progressive differentiation) ดังหลักการของออซูเบลที่ว่า การเรียนรู้อย่างมีความหมายจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีการนำความรู้ใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม แล้วเกิดเป็นความสัมพันธ์ใหม่ จึงทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างไม่สิ้นสุด ซึ่งเป็นการขยายความรู้ที่เพิ่มขึ้น จนกลายเป็นการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้าโดยจะประกอบไปด้วยมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างอยู่ด้านบนของโครงสร้างความรู้ และมโนทัศน์ที่มีความจำเพาะเจาะจงอยู่ถัดลงมา กระบวนการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้าจะเพิ่มขึ้นถ้าผู้เรียนมีโอกาสอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกัน จะทำให้เห็นความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่เรียนได้ดี

3. การประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการ (Integrative reconciliation) จากหลักการเรียนรู้ของออสเชเบล ถ้าผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ ทำให้เกิดความสัมพันธ์ใหม่และเชื่อมโยงระหว่างชุดของมโนทัศน์ก่อให้เกิดการประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการของมโนทัศน์ก็จะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

จากการศึกษากระบวนการสร้างมโนทัศน์ ทำให้ผู้วิจัยสามารถสรุปกระบวนการสร้างมโนทัศน์ได้ดังนี้ กระบวนการสร้างมโนทัศน์เกิดจากการรับสัมผัสข้อมูลของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งแล้วทำให้เกิดการจดจำ เปรียบเทียบ จัดจำแนกข้อมูล แล้วมองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงของข้อมูลนั้น ๆ แล้วทำให้เกิดมโนทัศน์ที่กว้างและค่อย ๆ แคลงจนเป็นมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจง

การวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ชุตินา รอดสุด (2550, หน้า 28-29) ได้สรุปแนวทางการวัดมโนทัศน์ได้ ดังนี้

1. ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบอัตรันย
2. ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัยตอนเดียว (One-tier multiple choice format)

โดยกำหนดสถานการณ์ (Distracter) ให้เพื่อนำไปสู่ข้อคำถาม

3. ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบสองตอน

3.1 แบบมโนทัศน์แบบปรนัย 2 ตอน (Two-tier multiple choice format) โดยตอนที่หนึ่งเป็นคำถามเชิงเนื้อหา (Content question) และตอนที่สองเป็นเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนหนึ่ง

3.2 แบบมโนทัศน์แบบ 2 ตอน โดยตอนที่หนึ่งเป็นแบบปรนัยของข้อคำถามเชิงเนื้อหา (content question) และตอนที่สองเป็นการเขียนเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนหนึ่ง

4. ใช้วิธีสอบปากเปล่า (Oral test)

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 132-134) กล่าวว่า การวัดผลการเรียนรู้มโนทัศน์มีหลายระดับ ตั้งแต่ระดับที่มีความซับซ้อนน้อยไปจนถึงระดับที่มีความซับซ้อนมาก โดยการวัดผลมี 4 ระดับ ดังนี้

1. ความสามารถในการระบุลักษณะสำคัญและไม่สำคัญ
2. ความสามารถในการจำแนกสิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่าง
3. ความสามารถในการระบุกฎของมโนทัศน์
4. ความสามารถในการใช้มโนทัศน์ในสถานการณ์อื่น

โอดัม และเคลลี่ (Odum and Kelly, 2001, pp. 619-620) ได้เสนอลำดับขั้นในการพัฒนาแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และสรุปได้ดังนี้

1. ศึกษาโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการทำแบบวัดมโนทัศน์แบบเลือกตอบที่กำหนดให้เขียนเหตุผลสนับสนุนในการเลือกคำตอบ

2. สร้างแบบวัดมโนทัศน์แบบเลือกตอบ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ตอน (Two-tier multiple-choice format) คือ

2.1 ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหา (Content question) ซึ่งอาจมีตัวเลือก 2-4 ตัว

2.2 ตอนที่ 2 เป็นส่วนที่เกี่ยวกับเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 ซึ่งมี 4 เหตุผลสนับสนุน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

2.2.1 เหตุผลสนับสนุนคำตอบ 3 เหตุผลแรก สร้างขึ้นจากการศึกษาโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

2.2.2 เหตุผลสนับสนุนคำตอบเหตุผลที่ 4 มีลักษณะเป็นปลายเปิด

3. นำแบบวัดมโนทัศน์ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

จากการศึกษาแนวทางการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้
แนวทางการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบวัดมโนทัศน์ที่แบ่งเป็น 2 ส่วน โดย ส่วนที่ 1 จะมีลักษณะเป็นปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก เกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ในเนื้อหาเรื่องนั้น ๆ ส่วนที่ 2 จะมีลักษณะเป็นอัตนัย ซึ่งเป็นการบอกเหตุผลในการเลือกตอบข้อนั้น เช่น คำถามส่วนที่ 1

0. ข้อใดเป็นการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (มโนทัศน์เชิงทฤษฎี)

ก. *apis dorsata*

ข. *apis Dorsata*

ค. *Apis dorsata*

ง. *Apis Dordata*

คำถามส่วนที่ 2

เพราะเหตุใด.....

.....

โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนตามการจัดลำดับมโนทัศน์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 28-29) ซึ่งได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูกและให้เหตุผลประกอบครบองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิด ให้ 3 คะแนน
2. มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูกและให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนสำคัญของแต่ละมโนทัศน์ ให้ 2 คะแนน
3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบถูกต้อง แต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน
4. ความเข้าใจผิด หมายถึง คำตอบถูกหรือผิดแต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

จากการศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์นั้น ผู้วิจัยได้มีการนำเอาแนวทางการพัฒนามโนทัศน์ไปใช้ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีกิจกรรมและสื่อต่าง ๆ มาเกี่ยวข้องในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รวมถึงการสร้างแบบทดสอบและเกณฑ์ในการให้คะแนน สำหรับการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถทางสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับประสบการณ์ทั้งทางตรงทางอ้อมจากการจัดการเรียนรู้ เป็นการวัดพฤติกรรมที่เกิดจากความสามารถทางสมองหรือด้านสติปัญญาของนักเรียน การเข้าถึงความรู้ (Knowledge attained) หรือการพัฒนาทักษะทางการเรียน เมื่อผ่านกระบวนการการเรียนการสอนแล้ว ซึ่งโดยปกติจะพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนด คะแนนที่ได้จากงานที่ครูผู้สอนมอบหมายให้หรือทั้งสองอย่าง

ผลสัมฤทธิ์ ตรงกับคำว่า “Achievement” แปลว่า ได้รับหรือผลสำเร็จ ซึ่งนักการศึกษาได้ให้ความหมาย คำจำกัดความของคำว่า ผลสัมฤทธิ์ ไว้ดังนี้

ภพ เลาหไพบุลย์ (2537, หน้า 295) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่าเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งให้หนึ่งสิ่งใด จากที่ไม่เคยกระทำหรือได้ทำมาก่อนที่มีจะมีการเรียนการสอน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

อุทุมพร เคลือบคนโท (2540, หน้า 11) กล่าวสรุปไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการที่มีความพยายามเข้าถึงความรู้ ซึ่งเกิดจากการทำงานประสานกันและอาศัยความพยายาม ทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาและองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับ

สติปัญญา โดยแสดงออกในรูปของความสำเร็จ สามารถสังเกตและวัดได้ด้วยตนเองและวัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยาหรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2541, หน้า 8) ได้กล่าวเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และสรุปว่า พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาหรือความรู้ความคิดในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ยึดแนวคิดของคลอปเฟอร์ (Klopfer) ในการประเมินผลการเรียนรู้ด้านสติปัญญาหรือด้านความรู้ความคิด โดยแบ่งออกได้ 4 ด้าน ดังนี้

1. ความรู้ความจำ
2. ความเข้าใจ
3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
4. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

ธาริณี วิทยาอนิวรรต (2542, หน้า 27) ได้กล่าวว่า บลูมได้จำแนกวัตถุประสงค์ทางการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 ด้านคือ

1. ด้านพุทธิพิสัย คือ วัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนที่เกี่ยวกับความสามารถทางสมอง สติปัญญา ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

2. ด้านจิตพิสัย คือ วัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นการพัฒนาคุณลักษณะด้านจิตใจหรือความรู้สึกที่เกี่ยวกับความสนใจ เจตคติ และการปรับตัว

3. ด้านทักษะพิสัย คือ วัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นการพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างกายและสมองที่มีความสามารถในการปฏิบัติจนมีทักษะที่มีความชำนาญในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ

กระทรวงศึกษาธิการ (2545, หน้า 11) ได้กล่าวถึงความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่จะต้องอาศัยทักษะหรือก็ต้องอาศัยความรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ

เชษฐา แซ่เต็ง (2551, หน้า 34) สรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของการเรียนการสอนหรือความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการได้รับการฝึกฝนอบรมสั่งสอนในด้านความรู้ ทักษะความสามารถและทัศนคติที่ได้พัฒนาขึ้นตามลำดับขั้นในวิชาต่าง ๆ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ เน้นให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ รวมถึงมีเจตคติและความสนใจในวิทยาศาสตร์

กู๊ด (Good, 1973, p. 7) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ คือ การทำให้สำเร็จ (Accomplish) หรือประสิทธิภาพทางการกระทำในทักษะที่กำหนดให้หรือในด้านความรู้ ส่วนผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเข้าถึงความรู้ (Knowledge attained) การพัฒนาทักษะในการเรียน โดยอาศัยความพยายามจำนวนหนึ่งและแสดงออกในรูปความสำเร็จ ซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยาหรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

จากความหมายดังกล่าวพอสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลที่ได้จากการเรียนรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ สามารถวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัยตามรูปแบบของบลูมทั้งหมด 6 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่าในการเรียนเรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

1. ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถของสมองที่เก็บรักษาความรู้ ประสบการณ์เรื่องราวต่าง ๆ ทั้งหมดที่ได้รับรู้มา
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถของสมองในการขยายความรู้ความจำอย่างสมเหตุสมผล เป็นความพยายามของสมองที่จะคัดแปลง ปรับปรุงหรือเสริมแต่งความรู้เดิมเพื่อให้สามารถจับใจความ เปรียบเทียบ ย่อเรื่องราวต่าง ๆ
3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำเอาความรู้ความจำ ความเข้าใจที่มีอยู่ไปแก้ปัญหาที่แปลกใหม่หรือสถานการณ์จริงในปัจจุบัน
4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะ พิจารณาเรื่องราว สิ่งต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ตามหลักการและกฎเกณฑ์เพื่อหาความจริง ความสำคัญของสิ่งนั้น
5. การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการรวบรวมเรื่องราว สิ่งต่าง ๆ ที่มากกว่า 2 สิ่งขึ้นไปเข้าด้วยกันเพื่อสร้างเป็นเรื่องราวใหม่
6. การประเมินค่า หมายถึง การตีราคา การวินิจฉัยเรื่องราวต่าง ๆ หรือสิ่งต่าง ๆ อย่างมีหลักเกณฑ์ว่าสิ่งนั้นมีคุณค่า ดีหรือเลว หรือเหมาะสมเช่นไร

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 387-389) กล่าวไว้สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งเน้นการวัดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในด้านความรู้ความคิด ได้แก่ พฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้ไปใช้

ชนินฐา สกุศลไพศาล (2549, หน้า 13) ได้อธิบายว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จะต้องใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นเอง ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่สร้างกันโดยทั่วไป เมื่อต้องการใช้ก็สร้างขึ้น แต่ถ้าจะนำไปใช้อีกต้องมีการปรับปรุงคุณภาพของแบบทดสอบ เนื่องจากเป็นแบบทดสอบที่ใช้เฉพาะครั้ง ไม่มีการวิเคราะห์คุณภาพก่อน

2. แบบทดสอบมาตรฐาน ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ได้มีการพัฒนาและวิเคราะห์คุณภาพ โดยใช้วิธีการทางสถิติมาก่อน สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีมาตรฐาน ทั้งด้านความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และมีเกณฑ์มาตรฐานไว้เปรียบเทียบ ซึ่งจะมีมาตรฐานทั้งในด้านการดำเนินการสอนและการแปลผลคะแนน

ทั้งแบบทดสอบที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นเองและแบบทดสอบมาตรฐาน มีวิธีการสร้างข้อคำถามคล้ายกัน ซึ่งเป็นคำถามที่วัดด้านเนื้อหาและพฤติกรรม สามารถวัดได้ และควรมีความครอบคลุมในด้านพฤติกรรมด้านต่าง ๆ เช่น ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์ และด้านการประเมินค่า

จากความหมายดังกล่าวพอสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ หมายถึง แบบวัดผลคะแนนของนักเรียนโดยวัดจากคะแนนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามรูปแบบของบลูมทั้งหมด 6 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า โดยแบบทดสอบมีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ครอบคลุมเนื้อหาในเรื่องที่จะวัด ซึ่งจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นั้น ผู้วิจัยได้นำไปใช้ในการสร้างแบบทดสอบ และเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

ผู้ที่ริเริ่มคิดค้นวิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการคือ เคิร์ต เลวิน (Kurt Lewin) ซึ่งเกิดขึ้น ณ สถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซต สหรัฐอเมริกา เคิร์ต เลวิน ซึ่งเป็นนักจิตวิทยาสังคม ชาวอเมริกัน ได้ใช้คำว่า “Action research” ขึ้นครั้งแรก เลวินได้กำหนดแนวทางในการวิจัย คือ การวิจัยเชิงปฏิบัติการจะต้องมีส่วนเกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานในสถานการณ์ที่เป็นปัญหาของสังคม โดยการปฏิบัติการ 3 ขั้นตอน คือ การวางแผน การปฏิบัติตามแผน และการสะท้อนผลการปฏิบัติ ซึ่งเป็นวงจรการวิจัยที่ต่อเนื่อง แนวคิดของเลวินได้ถูกนำไปใช้ในหลากหลายวงการ (ณรงค์ โพธิ์พุกยานันท์, 2556, หน้า 67; Craig, 2009, p. 3)

ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research)

ส. วาสนา ประวาลพฤกษ์ (2538, หน้า 12-13) ได้สรุปว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเกิดจากการเชื่อมกันของคำสองคำ คือ “การวิจัย” (Research) และ “การปฏิบัติการ” (Action) เพื่อเน้นความหมายที่จะใช้ในการวิจัย ซึ่งพัฒนาและเป็นแนวทางในการเพิ่มเติมความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร การเรียนรู้ และการสอน ผลของการพัฒนาขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงภายในชั้นเรียนและโรงเรียน ว่ามีการแยกแยะ และพิจารณาด้วยหลักการและเหตุผลของการจัดการเรียนรู้ใน โรงเรียนอย่างชัดเจน การวิจัยเชิงปฏิบัติการจะช่วยสร้างแนวทางในการทำงานที่เชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีกับการปฏิบัติให้เป็นอันเดียวกัน

กิตติพร ปัญญาภิบาล (2541, หน้า 9 อ้างถึงใน คงรัฐ นวลแปง, 2547, หน้า 31) โดยกล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ หมายถึง วิธีการศึกษาค้นคว้าเพื่อหาวิธีแก้ปัญหา มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง เพื่อการพัฒนาคุณภาพของงานที่ปฏิบัติ และสร้างความเข้าใจถึงสภาพ และกระบวนการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น โดยมีกระบวนการของวงจรแบบบันไดเวียน ซึ่งข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รวบรวมนั้นจะเป็นฐานเพื่อใช้ในการพัฒนาคุณภาพงานในขั้นตอนต่อไป

พินันท์ คงคาเพชร (2552, หน้า 6) สรุปว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การรวบรวม แสวงหาข้อเท็จจริง โดยใช้ขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้ข้อสรุป ที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา ผู้วิจัยจะต้องมีการปรับปรุง พัฒนา แก้ไข และดำเนินการวิจัยซ้ำหลายครั้ง จนผลการปฏิบัตินั้นบรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้ โดยมีแนวทางการทำงานที่เชื่อมโยงกันระหว่างทฤษฎีและการปฏิบัติ

ณรงค์ โพธิ์พุกษานันท์ (2556, หน้า 67) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการวิจัยที่เกี่ยวกับผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงาน สถาบัน องค์กร โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อนำผลการศึกษาไปปรับปรุง แก้ไข พัฒนาคุณภาพการปฏิบัติงาน เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาที่ต้องการแก้ไขตามโครงสร้างการบริหารงาน บริบทสังคม วัฒนธรรม และด้านอื่น ๆ โดยรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory action research) และการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบวิพากษ์ (Critical action research)

เคมีส และแมกเทกการ์ด (Kemmis and McTaggart, 1988, p. 5 อ้างถึงใน พินันท์ คงคาเพชร, 2552, หน้า 5) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการศึกษาวิจัยอย่างหนึ่ง โดยคนมีส่วนในการปฏิบัติงานภายใต้สถานการณ์ทางสังคม โดยมีเป้าหมายเพื่อปรับปรุงคุณภาพงานให้มีหลักการและเหตุผล รวมทั้งเป็นการสร้างความเข้าใจในงานที่ตนกำลังปฏิบัติอยู่ ซึ่งผู้ทำการวิจัย อาจรวมถึง ผู้บริหาร ครู นักเรียน ผู้ปกครอง และผู้ที่มีความสนใจในแวดวง

การศึกษาที่ได้ใช้ลักษณะการวิจัยเชิงปฏิบัติการในการพัฒนาหลักสูตร การพัฒนาวิชาชีพ
โครงการในโรงเรียน การปรับปรุงระบบและนโยบายของโรงเรียน เป็นต้น

โคชชี (Koshy, 2010, p. 1) สรุปว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นขั้นตอนที่ใช้ในการ
การปรับปรุงคุณภาพของการศึกษา ซึ่งรวมถึงการปฏิบัติงาน การประเมินผล และการสะท้อน
กลับ ขึ้นอยู่กับการรวบรวมข้อมูล และหลักฐานในการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ในขณะที่กำลัง
ดำเนินการปฏิบัติการศึกษา

เคร็ก (Craig, 2009, pp. 2-5) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการปรับปรุง
เปลี่ยนแปลงคุณภาพงานให้ดีขึ้น โดยการปฏิบัติ โดยการมีส่วนร่วมของสังคม สิ่งแวดล้อม
และปัจจัยอื่น ๆ โดยมองถึงสภาพปัญหา และประเด็นสำคัญต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง แล้วนำเอาข้อมูล
ที่รวบรวมมาวิเคราะห์และนำไปสู่การพัฒนาต่อไป

จากความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการดังกล่าว สรุปได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ
หมายถึง การวิจัยรูปแบบหนึ่งที่ใช้ในการปรับปรุง แก้ไข และพัฒนาคุณภาพของงานในขณะที่
ผู้วิจัยกำลังดำเนินการปฏิบัติอยู่อย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหลักฐาน
เชิงประจักษ์

ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

การวิจัยเชิงปฏิบัติการนั้นนอกจากจะนำไปใช้ในสาขาอื่น ๆ แล้วส่วนใหญ่จะนำมาใช้
ในแวดวงการศึกษา เพื่อให้ครูได้มีบทบาทเป็นผู้ดำเนินการสร้างสรรค์งานวิจัยด้วยตนเอง และ
เพื่อให้เกิดการพัฒนาคุณภาพการจัดการศึกษาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งอาจเรียกได้หลายแบบ
เช่น การวิจัยการเรียนการสอน (Learning research) การวิจัยในชั้นเรียน (Classroom research)
การวิจัยของครู (Teacher research) และการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action
research) ในที่นี้ผู้วิจัยขอใช้คำว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เพราะเป็นคำที่ใช้กันอย่าง
แพร่หลายในทางการศึกษา โดยมีนักวิชาการศึกษาได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการใน
ชั้นเรียนไว้หลายท่าน ดังนี้

อุทุมพร จามรมาน (2537, หน้า 9) ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน
ไว้ว่า เป็นการวิจัยที่ดำเนินการ โดยครูเพื่อครู ซึ่งครูเป็นผู้วิเคราะห์ปัญหาในการเรียนการสอน
ออกมาและทำการแสวงหาความรู้ ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ภายใต้กระบวนการที่
เชื่อถือได้ โดยผลการวิจัยนั้นสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชั้นเรียนได้

ทิศนา ขัมมณี (2540, หน้า 14 อ้างถึงใน นิลรัตน์ นวกิจไพฑูรย์, 2554) ได้ให้ความหมาย
ของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนไว้ว่า การวิจัยในบริบทของชั้นเรียน โดยการมุ่งนำเอา

ผลการวิจัยไปใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน และนำกระบวนการวิจัยไปใช้ในการพัฒนาครูให้ไปสู่ความเป็นเลิศและมีอิสระทางวิชาการ

พินันท์ คงคาเพชร (2552, หน้า 11) ได้สรุปว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน หมายถึง การวิจัยที่ครูผู้สอนในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ เป็นผู้ริบบทบาทในการเป็นทั้งผู้สอนและผู้วิจัย ในขณะที่ปฏิบัติการสอนก็ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนและส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนี้ยังมีการนำผลการปฏิบัติมาใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนของตนเอง

สตริงเกอร์ (Stringer, 2008, p. 1) ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนว่าเป็นวิธีการวิจัยที่โดดเด่นในการเสาะหาวิธีการแก้ไข ปรับปรุงการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียน และปรับปรุงคุณภาพครู นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาโรงเรียน และส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องอีกด้วย

จากความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน หมายถึง การวิจัยเชิงปฏิบัติการที่นำมาใช้กับการศึกษา โดยครูผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการศึกษาหาข้อมูลและปรับปรุง พัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอนในขณะเดียวกันก็ทำการปฏิบัติการสอนควบคู่ไปด้วยอย่างมีระบบและต่อเนื่อง ซึ่งผลการวิจัยนั้นสามารถนำไปพัฒนาผู้เรียนในชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รูปแบบของกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

ในปัจจุบันการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนนั้นมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนอย่างมาก เนื่องจากผลของการวิจัยจะสะท้อนและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับการปฏิบัติการสอนของครูเพื่อให้ความเหมาะสมกับผู้เรียน นอกจากนี้ยังมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาวิชาชีพครูอีกด้วย (พินันท์ คงคาเพชร, 2552, หน้า 12) สามารถสรุปลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ได้ดังนี้

ตารางที่ 2-5 ลักษณะของการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (สุวิมล ว่องวาณิช, 2548, หน้า 22)

	ลักษณะของการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน
ใคร	ครูผู้สอนในชั้นเรียน
ทำอะไร	ทำการเสาะแสวงหาข้อมูลและวิธีการแก้ปัญหา
ที่ไหน	ที่เกิดขึ้นในห้องเรียน
เมื่อไร	ในขณะที่ทำการจัดการเรียนการสอน

ตารางที่ 2-5 (ต่อ)

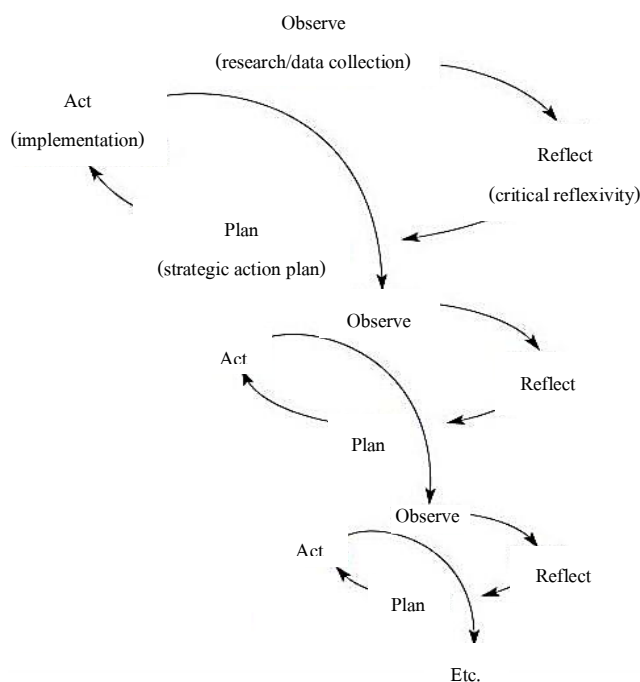
ลักษณะของการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน	
อย่างไร	ด้วยวิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่มีวงจรการทำงานอย่างต่อเนื่องและสะท้อนกลับ (Self-reflection) มีขั้นตอนหลัก คือ การทำงานตามวงจร PAOR (Plan, act, observe, reflect)
เพื่อจุดมุ่งหมายใด	มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอนให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียนและมีประสิทธิภาพ
ลักษณะเด่นการวิจัย	เป็นกระบวนการวิจัยที่ทำอย่างรวดเร็ว ในกรณีที่เกิดปัญหาขึ้นในชั้นเรียน โดยครูผู้สอนนำเอาวิธีการแก้ปัญหาที่ตนเองคิดค้นขึ้นไปทดลองใช้กับผู้เรียนอย่างทันทีทันใดและสังเกตผลการแก้ปัญหานั้น

นิลรัตน์ นวกิจไพฑูริย์ (2554, หน้า 5-6) ได้สรุปว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบใหญ่ ๆ คือ

1. การปฏิบัติการวิจัยเพื่อทำความเข้าใจปัญหา หรือสถานการณ์ในชั้นเรียน โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงบรรยาย ซึ่งมีรูปแบบการวิจัยดังนี้

- 1.1 การสำรวจชั้นเรียน
- 1.2 การศึกษาเชิงสหสัมพันธ์
- 1.3 การศึกษาเฉพาะกรณี
- 1.4 การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน
- 1.5 การศึกษานิเวศวิทยาในชั้นเรียน
- 1.6 การวิเคราะห์เนื้อหา

2. การดำเนินการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาผู้เรียน เป็นลักษณะการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนที่มุ่งเน้นการใช้ผลวิจัยสำหรับแก้ปัญหา พัฒนาผู้เรียน พัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอน โดยมีกระบวนการในการปฏิบัติ 4 ขั้นตอน คือ กระบวนการ PAOR ซึ่งประกอบด้วย การวางแผน (Plan) การปฏิบัติตามแผน (Act) การสังเกตตรวจสอบผลจากการปฏิบัติ (Observe) และการสะท้อนผล (Reflect) ซึ่งกระบวนการทั้ง 4 ขั้นตอนเป็นกระบวนการที่มีการปฏิบัติอย่างต่อเนื่องในลักษณะบันไดเวียน ดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 O' Leary's cycle off research (Koshy, 2010, p. 7)

จากภาพที่ 2-3 (Koshy, 2010, p. 7) แสดงให้เห็นว่าการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนที่ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอน ตามวงจร PAOR ซึ่งมีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนของครู

นิลรัตน์ นวกิจไพฑูรย์ (2554, หน้า 6-8) ได้สรุปขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนมีขั้นตอนในการปฏิบัติ ดังนี้

1. ขั้นการวางแผน (Plan) ประกอบด้วยกิจกรรมต่อไปนี้
 - 1.1 การวิเคราะห์และสำรวจปัญหา
 - 1.2 ขั้นศึกษาทฤษฎี เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้และเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้
 - 1.3 เลือกนวัตกรรมหรือวิธีการในการแก้ปัญหา
 - 1.4 การเขียนเค้าโครงการวิจัย
2. ขั้นการปฏิบัติตามแผน (Action) ประกอบด้วยกิจกรรมต่อไปนี้
 - 2.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้และการพัฒนานวัตกรรมที่ใช้ในการวิจัย
 - 2.2 การสร้างเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้
 - 2.3 การปฏิบัติการสอน

3. ขั้นการสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผน (Observe)

4. ขั้นการสะท้อนผลหรือการสะท้อนความคิด (Reflect)

ประวิต เอราวรรณ์ (2542, หน้า 5) ได้สรุปกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนไว้

4 ขั้นตอนคือ

1. การสำรวจสภาพการปฏิบัติงาน (Reconnaissance)

2. การวางแผน (Planing)

3. การลงมือปฏิบัติ (Action)

4. การสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflection)

เคมมิส และแมคแทกการ์ด (1988, p. 595 อ้างถึงใน Koshy, 2010, p. 4) ได้เสนอการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบรูปบันไดเวียน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลักในการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง ดังนี้

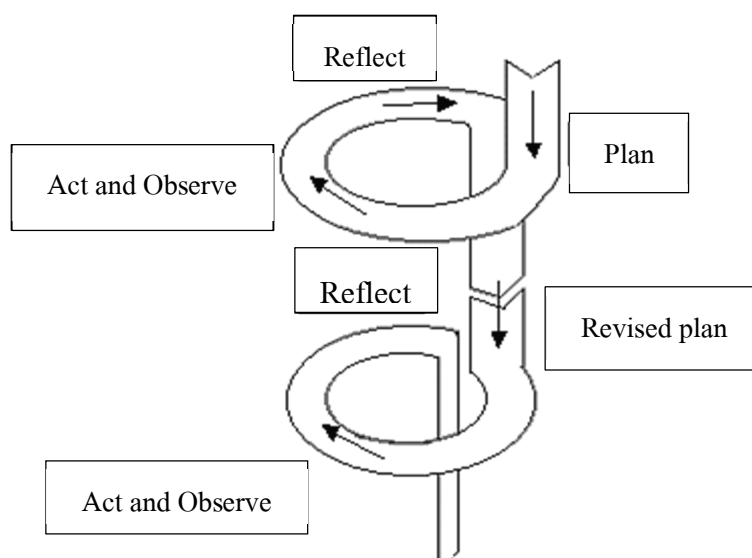
1. ขั้นการวางแผนการปฏิบัติงาน

2. ขั้นปฏิบัติตามแผนและสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

3. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติเป็นแนวทางการวางแผนงานในวงจรถัดไป

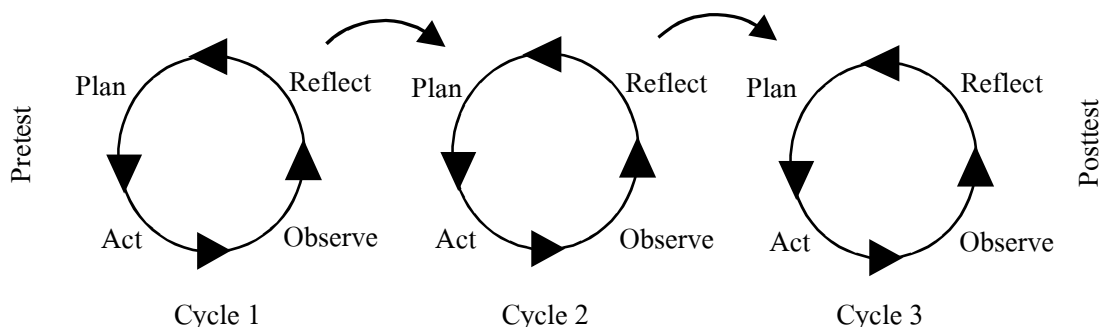
4. ขั้นการปฏิบัติตามแผนและสังเกต

5. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ



ภาพที่ 2-4 การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบรูปบันไดเวียน (Koshy, 2010, p. 5)

จากการศึกษาแนวคิดดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปขั้นตอนการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ
ในชั้นเรียนออกเป็น 4 ขั้นตอนอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง โดยมี 3 วงจร ดังภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 ขั้นตอนการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

โดยกระบวนการทั้ง 4 ขั้นตอนมีวิธีดำเนินการตามวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการใน
ชั้นเรียน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วางแผน (Plan) เป็นขั้นที่วิเคราะห์ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของครู
นักเรียน วิชาและสิ่งแวดล้อมเพื่อออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 ปฏิบัติ (Act) เป็นขั้นการนำเอาแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในชั้นเรียนกับ
กลุ่มเป้าหมาย เช่น บทเรียนละ 2 ชั่วโมง มีทั้งหมด 3 แผน ก็จะใช้วงจรละ 1 แผน

ขั้นตอนที่ 3 สังเกต (Observe) เป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นขณะดำเนินการสอนในแต่ละ
แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งวงจรวิจัยหนึ่ง ๆ จะมีการสังเกตการณ์ เก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้เครื่องมือ
ที่หลากหลาย อาจเก็บข้อมูลผู้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเก็บข้อมูลผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย ซึ่งผู้วิจัยจะต้อง
เลือกใช้การสังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลให้เหมาะสม พิจารณาข้อดีข้อเสียของเครื่องมือแต่ละชนิด
เพื่อรวบรวมข้อมูลให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ดังนี้

- 3.1 การบันทึกพฤติกรรมตามสภาพจริง (Field note)
- 3.2 แบบสอบถาม (Questionnaire)
- 3.3 การสัมภาษณ์ (Interview)
- 3.4 การใช้แบบทดสอบ (Test)
- 3.5 การใช้แบบสำรวจรายการ (Checklist)
- 3.6 การบันทึกเสียง (Tape recording) หรือการใช้วีดิทัศน์ (Video tape recorder)
- 3.7 การใช้สังคมมิติ (Sociometric method)

ขั้นตอนที่ 4 สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) ข้อมูลจากขั้นการสังเกตนั้นจะมีทั้งข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงบรรยาย ซึ่งจะนำมาทำการสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาแนวทางการแก้ไขและพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนในวงจรต่อไป

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนนั้น ผู้วิจัยได้ทำการนำเอาการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเข้ามาเป็นรูปแบบการวิจัย ซึ่งเป็นการวิจัยที่มีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องเป็นวงจรทั้งหมด 3 วงจร 4 ขั้นตอน ซึ่งเป็นการศึกษาข้อมูล ปัญหาและแนวทางแก้ไขการจัดการเรียนรู้ภายในชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดการนำไปสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับบริบทข้อมูลเชิงบรรยาย เพื่อทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้น ผลการปฏิบัตินั้นจะทำให้เกิดการพัฒนาการจัดการเรียนการสอน รวมทั้งพัฒนามโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนตามไปด้วย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

ศิริพร มโนพิชญวัฒนา (2547) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการที่เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น เรื่อง ร่างกายมนุษย์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการที่เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น ผลการวิจัยสรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามรูปแบบฯ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) นักเรียนมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ดีขึ้น และภายหลังจากการเรียน 2 สัปดาห์ไม่แตกต่างจากหลังจบการเรียนทันที และผู้เรียนแสดงความคิดเห็นจากบันทึกการเรียนรู้ในเชิงบวก

วันเพ็ญ คำเทศ (2549) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ ผลการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกของเลสลีย์ ดี ฟิงค์ ที่มีต่อความสามารถในการเขียนอนุเลขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกของเลสลีย์ ดี ฟิงค์ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มที่เรียนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกของเลสลีย์ ดี ฟิงค์และ โดยวิธีการสอนแบบปกติ ผลวิจัยสรุปว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกของเลสลีย์ ดี ฟิงค์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มที่เรียนชีววิทยาโดยใช้

รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกของเลสลีย์ ดี ฟิงค์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วาทัญญ วุฒิวรณ (2551) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนการสอนเชิงรุก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียน โดยการจัดการเรียนการสอนเชิงรุกสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ดวงใจ บุตรดี (2555) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเสริมสร้างความเข้าใจ เรื่อง โมเมนตัม และการชน โดยการเรียนรู้เชิงรุก มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียน และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง โมเมนตัม และการชน ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียน เพิ่มขึ้นจากคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนร้อยละ 19.85 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุกัลกษณ์ เขียรเขาว์ (2555) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเรียน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก และการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการเรียน โดยใช้ กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกและการเรียน โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก และแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุพิน ดิษฐสกุล (2543) ได้ทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เรื่อง ผลของการเรียนโดย วิธีการเรียนรู้ร่วมกันในแนวคอนสตรัคชันนิซึมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า วิธีการเรียนรู้ร่วมกันในแนวคอนสตรัคชันนิซึมส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้พหุปัญญา สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่มีนักเรียนเป็นศูนย์กลาง และทำให้เกิดการเรียนรู้ที่หลากหลาย

ผกาทิพย์ สังฆะมณี (2555) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ ผลของการใช้วิจัยเชิงปฏิบัติการ ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ

สังคม (STS) เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยการนำวิจัยเชิงปฏิบัติการมาพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้ และศึกษาผลสัมฤทธิ์ที่เกิดขึ้น โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) เรื่อง ระบบนิเวศ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสนใจ ตั้งใจเรียน รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย นักเรียนมีความมั่นใจ กล้าแสดงออกในทางที่ถูกต้อง มีการพัฒนาตัวเอง สนใจที่ค้นคว้าหาสิ่งใหม่ ๆ อยู่เสมอ นักเรียนสนใจและรักวิชาวิทยาศาสตร์ มากขึ้น สังเกตได้จากการร่วมมือในการทำงานของนักเรียน กล้าที่จะถามข้อสงสัยจากครู กล้าที่จะ เสนอแนะความคิดเห็นจากครู การสรุปผลรายงานทำได้ดีกว่าเดิม และสามารถนำความรู้ที่ได้ไป ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ณัฐพงศ์ แดงเพชร (2556) ได้ทำการศึกษาการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เรื่อง การพัฒนาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ที่มีต่อการพัฒนาแนวคิด เรื่อง การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียน และศึกษา แนวทางที่มีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ในเรื่องดังกล่าวผลการศึกษาพบว่า นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 ที่ผ่านการเรียนในเรื่อง การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีแนวคิดวิทยาศาสตร์และมีแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบ ไม่สมบูรณ์เพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียน อย่างไรก็ตามยังคงมีนักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบ ไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยเฉพาะแนวคิดเรื่องเกณฑ์การแบ่งประเภทของ เซลล์ประสาท การถ่ายทอดกระแสประสาท และกลไกการมองเห็น

นิติพร เชื้อสุวรรณ (2550) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการฟัง-พูด และเจตคติต่อวิชาภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยวิธีการสอนแบบการแสดง บทบาทสมมติกับวิธีสอนปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบการแสดงบทบาทสมมติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความสามารถในการฟัง-พูด และเจตคติต่อวิชาภาษาอังกฤษ สูงกว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ปณิศา ทองมูล (2555) ได้ทำการศึกษาวิจัยผลการจัดกิจกรรมการเล่นิทานประกอบ การแสดงบทบาทสมมติที่มีต่อความรู้เรื่อง ภาวะโลกร้อน ของเด็กปฐมวัย พบว่า หลังการทดลอง เด็กปฐมวัยที่ได้รับการสอนโดยใช้บทบาทสมมติมีคะแนนความรู้เรื่อง ภาวะโลกร้อน สูงกว่าก่อน เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

ฮัคและคณะ (Haak et al., 2011) ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การเพิ่มเนื้อหาในการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อลดความค้อยโอกาสทางการศึกษาในรายวิชา ชีววิทยาทั่วไป ของนักศึกษาปริญญาตรี สาขาชีววิทยา ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติมให้กับนักศึกษาทุกคนได้ มีพื้นฐานความรู้ที่ดีเท่า ๆ กัน ผลการวิจัยพบว่า การเพิ่มเนื้อหาโดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุกเข้าไปในการเรียนการสอนทำให้นักศึกษาที่ค้อยโอกาสทางการศึกษานั้นมีทักษะการเรียนรู้และประสิทธิภาพในการทำงานดีขึ้นกว่าเดิม นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ แต่ก็ยังไม่ส่งผลให้นักศึกษาที่มีความสามารถมากอยู่แล้วนั้นมีทักษะความรู้และประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้น

ซาเวค และเดเวตัก (Savec and Devetak, 2013) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในเนื้อหาวิชาเคมี เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของประเทศสโลวาเนีย โดยเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเฉพาะในด้านพุทธิพิสัยและด้านทักษะพิสัย แต่นักเรียนจะต้องใช้เวลาในการปรับตัวในการเรียนรู้มากกว่าแบบบรรยาย พร้อมทั้งครูจะต้องมีความชำนาญในการสอนอีกด้วย

ฟรีแมน และคณะ (Freeman et al., 2014) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่สามารถพัฒนาประสิทธิภาพในการทำงานของนักศึกษาปริญญาตรีทางด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยทำการเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกกับการเรียนรู้แบบบรรยาย ผลวิจัยพบว่า คะแนนการสอบวัดประสิทธิภาพในการทำงานและเมโนทัศน์ของนักศึกษาที่ผ่านการจัดการเรียนรู้เชิงรุกรุ่นสูงกว่านักศึกษาที่ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย โดยที่นักศึกษาที่มีประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 6

บาเคีย (Bakir, 2014) ได้ทำการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยเมื่อนักเรียนผ่านการเรียนมาแล้ว จะมีชุดคำถามเพื่อใช้ในการสัมภาษณ์ แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นที่ดีและมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในวิชาวิทยาศาสตร์ ผลโดยสรุปคือ การจัดการเรียนรู้เชิงรุกรุ่นนั้นทำให้สามารถเข้าใจในเนื้อหาได้ง่ายขึ้น และจากนักเรียนบางคนที่อยู่ในช่วงแรกมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ แต่เมื่อเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแล้วทำให้มีเจตคติที่ดีขึ้นมาก โดยกิจกรรมที่นักเรียนส่วนใหญ่พึงพอใจมากที่สุดคือ กิจกรรมแสดงบทบาทสมมติ (Role playing)

โรสเซียโน (Rosciano, 2015) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้แผนผังความคิด (Mind mapping) ของนักศึกษาพยาบาลระดับอนุปริญญา ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาพยาบาลมีปฏิสัมพันธ์กันมากขึ้นในการทำกิจกรรมต่าง ๆ โดยนักศึกษาร้อยละ 66 สามารถแสดงให้เห็นถึงวิสัยทัศน์ในการแสดงความรู้ ความคิด บริบท นักศึกษาร้อยละ 93 กล่าวว่า การใช้แผนผังความคิดช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ดี แผนผังความคิดสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการจดจำและเตรียมพร้อมในการสอบ การปฏิบัติงาน และการจัดการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้แผนผังความคิดนั้นเป็นการจัดการเรียนรู้ทางเลือกใหม่สำหรับนำมาใช้ในสาขาพยาบาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้ทราบว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการนั้นสามารถพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งผู้วิจัยได้นำเอาไปใช้ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยจัดกิจกรรมที่หลากหลาย รวมถึงการสร้างแบบทดสอบ การประเมินผลและเกณฑ์การให้คะแนน ในวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษามโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย
2. รูปแบบของการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/7 จำนวน 34 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ซึ่งเป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ หลักสูตรปกติ และเป็นห้องเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคะแนนในโรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี

รูปแบบของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ 4 ขั้นตอน (PAOR) อย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง 3 วงจรที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นดังนี้
ขั้นตอนที่ 1 วางแผน (Plan) เป็นขั้นที่วิเคราะห์ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของครู นักเรียน วิชา และสิ่งแวดล้อมเพื่อออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ จากการสังเกตชั้นเรียนผู้วิจัยได้นำเอาการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) มาใช้ในการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 ปฏิบัติ (Action) เป็นขั้นการนำเอาแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในชั้นเรียนกับกลุ่มเป้าหมาย โดยมีบทเรียนละ 2 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้ 6 แผน ก็จะใช้วงจรละ 2 แผน คือ

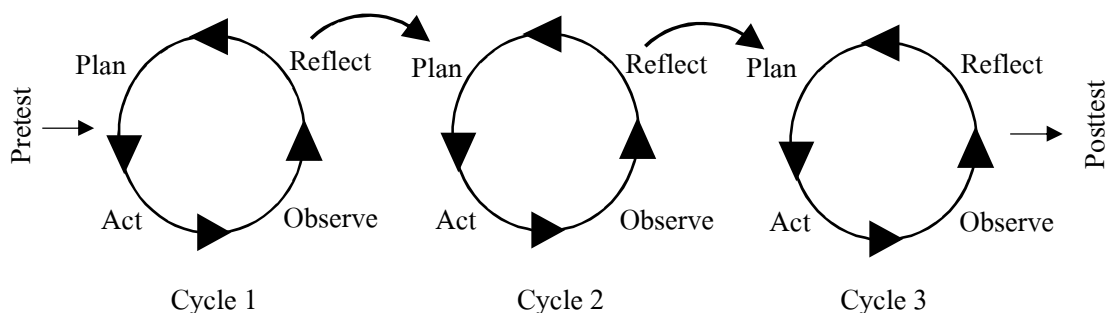
แผนที่ 1 และ 2 คือ วงจรที่ 1

แผนที่ 3 และ 4 คือ วงจรที่ 2

แผนที่ 5 และ 6 คือ วงจรที่ 3

ขั้นตอนที่ 3 สังเกต (Observe) เป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นขณะดำเนินการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งวงจรวิจัยหนึ่ง ๆ จะมีการสังเกตการณ์ เก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้เครื่องมือที่หลากหลาย อาจเก็บข้อมูลผู้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเก็บข้อมูลผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย เครื่องมือที่ผู้วิจัยเลือกใช้ได้แก่ การใช้แบบทดสอบ การเขียนบันทึกหลังการสอนของครู บันทึกการเรียนรู้นักเรียน และใช้การสัมภาษณ์ เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 4 สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) ข้อมูลจากขั้นการสังเกตนั้นจะมีทั้งข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงบรรยาย ซึ่งจะนำมาทำการสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาแนวทางการแก้ไขและพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนในวงจรต่อไป โดยมีรูปแบบการวิจัยดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
2. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
3. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดตามมาตรฐานการเรียนรู้ในช่วงชั้นระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4-6)

1.2 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จากหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา โดยกำหนดเนื้อหาในสาระที่ 1 เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งได้เนื้อหา 4 เรื่อง ใช้เวลาทั้งสิ้น 14 ชั่วโมง ดังรายละเอียดในตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้

สาระที่ 1 เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	หน้าหนัก (ร้อยละ)
1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับความหมายและองค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพ	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 - ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ	2	14

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	น้ำหนัก (ร้อยละ)
		2. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบาย ลำดับเหตุการณ์กำเนิด ของสิ่งมีชีวิตในอดีต จนถึงปัจจุบัน		
2. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย อธิบายการ ศึกษาความ หลากหลายของ สิ่งมีชีวิต การจัดหมวด หมู่ของสิ่งมีชีวิต ชื่อ ของสิ่งมีชีวิต พร้อมทั้ง ระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการ จำแนกกลุ่มของ สิ่งมีชีวิต และการระบุ ชนิดของสิ่งมีชีวิต	แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 2 - การจัดหมวดหมู่ของ สิ่งมีชีวิต แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 3 - การระบุชนิดของ สิ่งมีชีวิต	3. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และอธิบายลำดับขั้น การจัดหมวดหมู่ของ สิ่งมีชีวิต และวิธีการจัด หมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต	2	10
		4. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบาย ความสำคัญของชื่อ วิทยาศาสตร์และการตั้ง ชื่อวิทยาศาสตร์ แบบ แผน และหลักการเขียน ชื่อวิทยาศาสตร์ที่ ถูกต้อง	2	14
		5. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และสร้างไดโคโตมัสคีย์ อย่างง่ายในการจำแนก สิ่งมีชีวิต		

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	น้ำหนัก (ร้อยละ)
3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบาย กำเนิดของชีวิต กำเนิด ของเซลล์โพรคาริโอต และเซลล์ยูคาริโอต	แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 4 - กำเนิดของชีวิต	6. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบาย กำเนิดของสิ่งมีชีวิต	2	12
		7. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบาย กำเนิดของเซลล์โพร- คาริโอต เซลล์ยูคาริโอต และความสัมพันธ์ ระหว่างเซลล์โพรคาริ- โอตและเซลล์ยูคาริโอต		
4. อภิปราย อธิบาย และสรุปลักษณะของ สิ่งมีชีวิตในอาณาจักร มอเนอรา อาณาจักร โพรทิสตา	แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 5 - อาณาจักรมอเนอรา	8. อธิบายหลักเกณฑ์ การจำแนกสิ่งมีชีวิตใน อาณาจักรต่าง ๆ ตาม สายวิวัฒนาการ	3	25
		9. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย และ สรุปลักษณะที่ เหมือนกันและแตกต่าง กันของสิ่งมีชีวิตใน อาณาจักรมอเนอรา อาณาจักร โพรทิสตา		
4. อภิปราย อธิบาย และสรุปลักษณะของ สิ่งมีชีวิตในอาณาจักร มอเนอรา อาณาจักร โพรทิสตา	แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 6 - อาณาจักร โพรทิสตา	9. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย และ สรุปลักษณะที่ เหมือนกันและแตกต่าง กันของสิ่งมีชีวิตใน	3	25

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	น้ำหนัก (ร้อยละ)
		อาณาจักรมอเนอรา อาณาจักรโปรทิสตา		
	รวม		14	100

1.3 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยให้ครอบคลุมกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 6 แผน ซึ่งโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแต่ละแผน ประกอบด้วย

1.3.1 สาระสำคัญ

1.3.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.3.3 สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)

1.3.4 กระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งเป็นไปตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1.3.4.1. ขั้นกระตุ้นความสนใจ

เป็นขั้นเตรียมพร้อม กระตุ้นให้นักเรียนสนใจและมีส่วนร่วมในการเรียน มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์และเป็นการทบทวนความรู้เดิม โดยใช้กิจกรรมที่น่าสนใจ เช่น การใช้แผนภาพ ปัญหาชวนสงสัย สถานการณ์ต่าง ๆ เทคนิคการถามคำถามแบบอ่างปลา

1.3.4.2. ขั้นลงมือกระทำ

เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเชิงรุกที่เน้นให้นักเรียนรู้จักคิดวางแผน และลงมือกระทำอย่างอิสระในการค้นหาคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยการนำความรู้ต่าง ๆ มาเชื่อมโยง ครูใช้กิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การอ่านเชิงรุก การเขียนเชิงรุก การระดมสมอง การจำลองสถานการณ์ ฯลฯ

1.3.4.3. ขั้นสะท้อนความรู้

เป็นขั้นที่ครูอธิบายขยายความรู้เพิ่มเติมและนักเรียนได้มีการซักถามข้อสงสัยร่วมกัน เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ครูส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมกันลงข้อสรุปและสะท้อนความรู้ออกมาในวิธีการต่าง ๆ เช่น การนำเสนอความรู้ การทำแผนผังความคิด เกม เป็นต้น

1.3.4.4. ชั้นประเมินผล

เป็นชั้นที่ครูจะทำการประเมินว่านักเรียนจะสามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่เรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ และเนื้อหาเรื่องต่อ ๆ ไปได้ โดยใช้กิจกรรมเชิงรุก เช่น การจดประเด็น การทดสอบ จับคู่แลกเปลี่ยน เป็นต้น

1.3.5 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1.3.6 การวัดและประเมินผล

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่เขียนเสร็จแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบส่วนประกอบต่าง ๆ ของแผน ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เครื่องมือการประเมินตามสภาพจริง และนำไปแก้ไขปรับปรุง

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก และด้านการวัดประเมินผล เพื่อประเมินค่าความเหมาะสม องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้

การประเมินความเหมาะสม ใช้เปรียบเทียบกับมาตราในแบบสอบถามโดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนน นำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533, หน้า 138) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมคือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น

1.6 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในประเด็นที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ โดยเพิ่มเติมที่มาของการอ้างอิงรูปภาพ การตรวจสอบคำผิด การแก้ไขเพิ่มเติมกิจกรรมและสื่อในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังมีการปรับรูปแบบของกิจกรรมเล็กน้อยเพื่อให้นักเรียนเกิดการลงมือปฏิบัติมากขึ้น ซึ่งค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ตั้งแต่ 4.2-5.0 ในระดับความเหมาะสมมากถึงระดับความเหมาะสมมากที่สุด มีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ± 0.24

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสม และบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบแล้วนำมาแก้ไขและปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ต่อไป

2. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี เทคนิคการสร้างและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

2.2 ศึกษาเอกสารต่าง ๆ ได้แก่ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หนังสือและคู่มือครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ความคิดพื้นฐานและมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

2.3 วิเคราะห์และกำหนดมโนทัศน์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบในการวัดมโนทัศน์ ดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับ
จุดประสงค์การเรียนรู้

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์	จำนวน หน้า หน้า	จำนวน ข้อสอบ/ ข้อ
แผนการจัด การเรียนรู้ที่ 1 ความหลากหลาย ของ สิ่งมีชีวิต	1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบาย ความหลากหลายทาง พันธุกรรม ความหลากหลายของ สปีชีส์และความหลาก หลายของระบบนิเวศ	1.1 ความหลากหลายทางชีวภาพ ของสิ่งมีชีวิตมีองค์ประกอบที่ สำคัญ คือ ความหลากหลายทาง พันธุกรรม ความหลากหลายของ สปีชีส์และความหลากหลายของ ระบบนิเวศ	7	1
แผนการจัด การเรียนรู้ที่ 2 การศึกษา ความหลาก หลายของ สิ่งมีชีวิต	2. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบาย ลำดับเหตุการณ์กำเนิด ของสิ่งมีชีวิตในอดีต จนถึงปัจจุบัน	1.2 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ในอดีตศึกษาได้จากตารางธรณี กาล ซึ่งเป็นการศึกษาและคำนวณ อายุซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิต ได้เป็นยุคต่าง ๆ	7	1
แผนการจัด การเรียนรู้ที่ 3 การจัด หมวดหมู่ของ สิ่งมีชีวิต	3. สืบค้นข้อมูล ทดลองและอธิบาย ลำดับขั้นการจัด หมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต และวิธีการจัด หมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต	1.3 การจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต สามารถจัดได้เป็นระดับขั้น โดย เริ่มจากหมวดหมู่ใหญ่แล้วแบ่งเป็น หมวดหมู่ย่อย ๆ หลายระดับ โดยหมวดหมู่ใหญ่สุดเริ่มจาก อาณาจักร ไฟลัม คลาส ออเดอร์ แฟมิลี จีนัสและสปีชีส์ตามลำดับ	10	2
แผนการจัด การเรียนรู้ที่ 3 การจัด หมวดหมู่ของ สิ่งมีชีวิต	4. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบาย ความสำคัญของชื่อ วิทยาศาสตร์และ การตั้งชื่อวิทยาศาสตร์	1.4 ชื่อของสิ่งมีชีวิตเป็นชื่อที่ตั้งขึ้น เพื่อใช้เรียกสิ่งมีชีวิตให้มี ความเข้าใจตรงกัน ประกอบด้วย ชื่อวิทยาศาสตร์และชื่อสามัญ	7	1

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์	หน้า หน้า	จำนวน ข้อสอบ/ ข้อ
แผนการจัด การเรียนรู้ที่ 3 การจัด หมวดหมู่ของ สิ่งมีชีวิต	5. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และสร้าง ไคโคโตมัสคีย์อย่าง ง่ายในการจำแนก สิ่งมีชีวิต	1.6 ไคโคโตมัสคีย์เป็นเครื่องมือ ชนิดหนึ่งที่ใช้ในการระบุชนิดของ สิ่งมีชีวิตเพื่อจัดหมวดหมู่ของ สิ่งมีชีวิตแต่ไม่อาจใช้ระบุ ความสัมพันธ์ที่ใกล้ชิดกันทาง วิวัฒนาการได้	7	1
	6. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบาย กำเนิดของสิ่งมีชีวิต	1.7 นักวิทยาศาสตร์ในอดีตหลาย คนได้มีการศึกษาเกี่ยวกับกำเนิด ของสิ่งมีชีวิตทำให้ทราบที่มาว่า เซลล์เริ่มแรกเกิดจาก กรดอะมิโน	3	1
	7. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบาย กำเนิดของเซลล์ โพรคาริโอต เซลล์ยูคาริโอตและ ความสัมพันธ์ระหว่าง เซลล์โพรคาริโอตและ เซลล์ยูคาริโอต	1.8 มีการสันนิษฐานว่า สิ่งมีชีวิตที่ เป็นเซลล์โพรคาริโอตมีกำเนิดมา จากเซลล์เริ่มแรก ซึ่งมีการดำรง ชีวิตแบบไม่ใช้แก๊สออกซิเจน ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ และ ลักษณะเด่นของสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้คือ มีสารพันธุกรรมแขวนลอยอยู่ใน ไซโทพลาซึม 1.9 สิ่งมีชีวิตที่เป็นเซลล์ยูคาริโอต มีวิวัฒนาการมาจากสิ่งมีชีวิตที่เป็น เซลล์โพรคาริโอต โดยสิ่งมีชีวิต กลุ่มนี้มีลักษณะเด่นคือ มีสาร พันธุกรรมอยู่ในนิวเคลียส	9	2

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์	หน้า หน้า	จำนวน ข้อสอบ/ ข้อ
	8. อธิบายหลักเกณฑ์ การจำแนกสิ่งมีชีวิตใน อาณาจักรต่าง ๆ ตาม สายวิวัฒนาการ	1.10 เกณฑ์ที่ใช้ในการจัดหมวด- หมู่ของสิ่งมีชีวิตในปัจจุบันใช้ ความรู้ด้านชีวโมเลกุลใน การวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ ในยีนของ rRNA ทำให้สามารถ จำแนกสิ่งมีชีวิตได้เป็น 3 โดเมน ประกอบด้วย โดเมนแบคทีเรีย โดเมนอาร์เคีย และโดเมนยูคารีเรีย	6	1
แผนการจัด การเรียนรู้ที่ 5 อาณาจักรของ สิ่งมีชีวิต - อาณาจักร มอเนอรา	9. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย และ สรุปลักษณะที่ เหมือนกันและแตกต่าง กันของสิ่งมีชีวิตใน อาณาจักรมอเนอรา อาณาจักรโพรทิสตา	1.11 การจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต ออกเป็นอาณาจักรใช้ ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ หลักฐานซากดึกดำบรรพ์ของ สิ่งมีชีวิต ลักษณะทางสัณฐาน วิทยา ความคล้ายคลึงของโครง สร้างและการทำงาน การเปรียบเทียบ ยีนชีวโมเลกุลทำให้สามารถ แบ่งสิ่งมีชีวิตออกเป็น 5 อาณาจักร คือ อาณาจักรมอเนอรา อาณาจักร โพรทิสตา อาณาจักรฟังไจ อาณาจักรพืชและอาณาจักรสัตว์ 1.12 อาณาจักรมอเนอราส่วนใหญ่ คือแบคทีเรีย แบ่งเป็นอาร์เคีย แบคทีเรียและยูแบคทีเรียอาณาจักร นี้มีลักษณะเด่น คือ เป็นเซลล์โพร คาริโอตที่มีผนังเซลล์	22	5

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์	น้ำหนัก	จำนวน ข้อสอบ/ ข้อ
แผนการจัด การเรียนรู้ที่ 6 อาณาจักรของ สิ่งมีชีวิต - อาณาจักร โพรทิสตา	9. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย และ สรุปลักษณะที่ เหมือนกันและแตกต่าง กันของสิ่งมีชีวิตใน อาณาจักรมอเนอรา อาณาจักรโพรทิสตา	และเชื้อหุ้มเซลล์ แต่ไม่มีเชื้อหุ้ม นิวเคลียสและไม่มีอแกเนลล์ที่มี เชื้อหุ้ม มีรูปร่างแตกต่างกัน อาจมี เซลล์เดี่ยวหรืออยู่รวมกัน บางชนิด สามารถสร้างอาหารเองได้ 1.13 อาณาจักร โพรทิสตาส่วน ใหญ่เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็ก มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ส่วนมาก ร่างกายประกอบด้วยเซลล์เดี่ยว มีลักษณะสำคัญที่แตกต่างกัน เช่น มีคลอโรพลาสต์ มีซิเลีย มีแฟลก- เจลลัม เป็นต้น มีทั้งชนิดที่เคลื่อนที่ ได้และเคลื่อนที่ไม่ได้ ส่วนใหญ่ ดำรงชีวิตเป็นอิสระ มีบางพวก ดำรงชีวิตเป็นปรสิต โครงสร้าง ของเซลล์เป็นแบบยูคาริโอต การสืบพันธุ์มีได้หลายแบบ	22	5
	รวม		100	20

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ความหลากหลายทาง
ชีวภาพ จำนวน 20 ข้อ ประกอบด้วยคำถาม 2 ส่วน โดยคำถามส่วนที่ 1 จะมีลักษณะเป็นปรนัยชนิด
4 ตัวเลือก เกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ และส่วนที่ 2 จะมี
ลักษณะเป็นอัตนัย ซึ่งเป็นการบอกเหตุผลในการเลือกตอบข้อนั้น เช่น

คำถามส่วนที่ 1

0. ข้อใดเป็นการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (มโนทัศน์เชิงทฤษฎี)

ก. *apis dorsata*

ข. *apis Dorsata*

ค. *Apis dorsata*

ง. *Apis Dordata*

คำถามส่วนที่ 2

เพราะเหตุใด.....
.....
.....

2.5 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนตามวิธีการจัดลำดับมโนทัศน์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 28-29) เป็นแนวทางในการวิเคราะห์และให้คะแนน โดยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ ดังนี้

2.5.1 มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูก และให้เหตุผลประกอบครบองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิด ให้ 3 คะแนน

2.5.2 มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูกและให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์ ให้ 2 คะแนน

2.5.3 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบถูกต้อง แต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน

2.5.4 ความเข้าใจผิด หมายถึง คำตอบถูกหรือผิดแต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

2.6 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดในแต่ละข้อรวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วจึงนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

2.7 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบด้านเนื้อหา ตรวจสอบในประเด็นต่อไปี้ การสื่อความหมายของข้อคำถาม ความเหมาะสมของข้อคำถามในการวินิจฉัยมโนทัศน์โดยประเมินค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- 1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
 -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

2.8 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้อง แต่หากมีค่าต่ำกว่าผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญดังนี้ คือ จัดเรียงข้อความของคำถามให้มีความชัดเจนและเข้าใจง่ายมากขึ้น ปรับเปลี่ยนความหมายของข้อความและตัวเลือก มีการเพิ่มลดข้อความในข้อความบางข้อเพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพ

2.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชลกันยานุกูล อำเภอเมืองจังหวัดชลบุรี จำนวน 30 คน

2.10 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มาตรวจสอบให้คะแนน แล้วนำมาวิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543, หน้า 209-211) โดยการใช้การแบ่งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำด้วยเทคนิค 50%

2.11 ดำเนินการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด พบว่า แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพมีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกผ่านเกณฑ์ 27 ข้อ และคัดเลือกมา 20 ข้อ โดยมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20-0.49 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-0.27 ซึ่งครอบคลุมจุดมุ่งหมาย ผลการเรียนรู้และโครงสร้างของข้อสอบที่กำหนด

2.12 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบ โดยใช้สัมประสิทธิ์อัลฟา (α Coefficient) ของครอนบัก (Cronbach) มีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.96

2.13 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ จำนวน 20 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิจัยต่อไป

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี เทคนิคการสร้างและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

3.2 ศึกษาเอกสารต่าง ๆ ได้แก่ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สารระการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ หนังสือและคู่มือครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ความคิดพื้นฐานและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

3.3 วิเคราะห์และกำหนดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	น้ำหนัก	จำนวนข้อ
1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบาย ความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และ ความหลากหลายของระบบนิเวศ	2	1					7	3
2. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบาย ลำดับเหตุการณ์กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ในอดีตจนถึงปัจจุบัน	2	1					7	3
3. สืบค้นข้อมูล ทดลองและอธิบาย ลำดับขั้นการจัดหมวดหมู่ของ สิ่งมีชีวิต และวิธีการจัดหมวดหมู่ของ สิ่งมีชีวิต	2	1	1				10	4
4. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบาย ความสำคัญของชื่อวิทยาศาสตร์และ การตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ แบบแผน และ	2	1					7	3

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	น้ำหนัก	จำนวนข้อ
หลักการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง								
5. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และสร้างไดโคโตมัสคีย์อย่างง่ายในการจำแนกสิ่งมีชีวิต	1		1		1		7	3
6. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกำเนิดของสิ่งมีชีวิต	2						3	2
7. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกำเนิดของเซลล์โพรคาริโอต เซลล์ยูคาริโอตและความสัมพันธ์ระหว่าง	2	2					9	4
8. อธิบายหลักเกณฑ์การจำแนกสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรต่าง ๆ ตามสายวิวัฒนาการ	2	1					6	3
9. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย และสรุปลักษณะที่เหมือนกันและแตกต่างกันของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรมอเนอรา อาณาจักร โพรทิสตา	6	2	1	2	1	3	44	15
รวม	11	9	3	2	2	3	100	40

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพแบบปรนัย 4 ตัวเลือกทั้งหมด 40 ข้อ

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่

ต้องการวัดของข้อคำถามแต่ละข้อ รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้แล้วจึงนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบด้านเนื้อหา ตรวจสอบในประเด็นต่อไปนี้เป็น การสื่อความหมายของข้อความถาม ความเหมาะสมของข้อคำถาม โดยประเมินค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- 1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

3.7 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้อง แต่หากมีค่าต่ำกว่าผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้คือ จัดเรียงข้อความของคำถามให้มีความชัดเจนและเข้าใจง่ายมากขึ้น ปรับเปลี่ยนความหมายของข้อคำถามและตัวเลือก มีการเพิ่มลดข้อความในข้อคำถามบางข้อเพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพ ใส่แหล่งอ้างอิงรูปภาพ และเปลี่ยนรูปภาพให้เหมาะสมกับข้อคำถามและตัวเลือก เพื่อให้ได้แบบสังเกตที่มีคุณภาพ

3.8 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ผ่านการเรียน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชลกันยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 30 คน

3.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไปตรวจสอบให้คะแนน แล้วนำมาวิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 209-211) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20-1.00 (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 209-211) โดยการใช้การแบ่งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำด้วยเทคนิค 50%

3.10 ดำเนินการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีค่าความยากง่ายตั้งแต่และค่าอำนาจจำแนกผ่านเกณฑ์ 50 ข้อ และคัดเลือกมาใช้จำนวน 40 ข้อ โดยมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20-0.73 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-0.37 โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดมุ่งหมายผลการเรียนรู้และโครงสร้างข้อสอบที่กำหนด

3.11 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีการของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 (K.R.20) มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.96

3.12 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิจัยต่อไป

วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน
2. ใช้แบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ
3. ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพปรับปรุงและแก้ไขแล้วกับกลุ่มเป้าหมาย ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ใช้เวลาสอนทั้งสิ้น 14 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยจะดำเนินการเป็น 4 ขั้นตอน (PAOR) และต่อเนื่องเป็น 3 วงจร ดังนี้

วงจรที่ 1

ขั้นวางแผน (Plan)

1. ใช้แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ แผนที่ 1 และ 2
2. วางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกิจกรรมในชั้นเรียนแบบทดสอบย่อย บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน และบันทึกประจำวันของครู

ขั้นปฏิบัติ (Act)

1. ปฏิบัติตามแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแผนที่ 1 และ 2

ขั้นการสังเกต (Observe)

1. ในระหว่างการจัดการเรียนรู้นั้น ผู้วิจัยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหลักฐานต่าง ๆ ในชั้นเรียน เช่น การนำเสนองาน ไฟล์บันทึกเสียง แบบทดสอบย่อย บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน บันทึกประจำวันของครู และการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเมื่อต้องการความชัดเจนของข้อมูล

ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

1. นำผลที่ได้จากการปฏิบัติสะท้อนเป็นข้อมูลการวางแผนในวงจรถัดไป

วงจรที่ 2

ขั้นปรับแผน (Plan)

1. นำข้อมูล แนวทางการแก้ปัญหาในวงจรที่ 1 มาทำการปรับแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในแผนที่ 3 และ 4 ให้ดีขึ้น

2. วางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลว่าจะนำเครื่องมือใดมาใช้ให้เหมาะสมมากขึ้น จากปัญหาที่ผ่านมาในวงจรที่ 1 เช่น การเขียนบันทึกการเรียนรู้และแบบทดสอบย่อยเพียงอย่างเดียว อาจจะไม่เพียงพอ จึงอาจใช้การบันทึกเสียง บันทึกภาพเพิ่มเติม เป็นต้น

ขั้นปฏิบัติ (Act)

1. ปฏิบัติตามแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแผนที่ 3 และ 4

ขั้นการสังเกต (Observe)

1. ในระหว่างการจัดการเรียนรู้นั้น ผู้วิจัยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหลักฐานต่าง ๆ ในชั้นเรียน เช่น การนำเสนองาน แบบทดสอบย่อย ไฟล์บันทึกเสียง บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน บันทึกประจำวันของครู และการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเมื่อต้องการความชัดเจนของข้อมูล ซึ่งเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสมได้จากการสะท้อนผลในวงจรที่ผ่านมา

ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

1. นำผลที่ได้จากการปฏิบัติสะท้อนเป็นข้อมูลการวางแผนในวงจรถัดไป

วงจรที่ 3

ขั้นปรับแผน (Plan)

1. นำข้อมูล แนวทางการแก้ปัญหาในวงจรที่ 2 มาทำการปรับแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในแผนที่ 5 และ 6 ให้ดีขึ้น

2. วางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลว่าจะนำเครื่องมือใดมาใช้ให้เหมาะสมมากขึ้น จากปัญหาที่ผ่านมาในวงจรที่ 2 เช่น การเขียนบันทึกการเรียนรู้และแบบทดสอบย่อยเพียงอย่างเดียว อาจจะไม่เพียงพอ จึงอาจใช้การบันทึกเสียง บันทึกภาพ บันทึกวีดิโอเพิ่มเติม เป็นต้น

ขั้นปฏิบัติ (Act)

1. ปฏิบัติตามแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแผนที่ 5 และ 6

ขั้นการสังเกต (Observe)

1. ในระหว่างการจัดการเรียนรู้นั้น ผู้วิจัยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหลักฐานต่าง ๆ ในชั้นเรียน เช่น การนำเสนองาน แบบทดสอบย่อย ไฟล์บันทึกเสียง บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน บันทึกประจำวันของครู และการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเมื่อต้องการความชัดเจนของข้อมูล ซึ่งเครื่องมือ

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลนี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสมได้จากการสะท้อนผลใน
วงจรที่ผ่านมา

ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

1. นำผลที่ได้จากการปฏิบัติสะท้อนเป็นข้อมูลการวางแผนในวงจรถัดไป

4. เมื่อสิ้นสุดการดำเนินการสอนตามกำหนดแล้ว ผู้วิจัยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในภาพรวมอีกครั้ง โดยการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้
แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

5. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจสอบแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง
ความหลากหลายทางชีวภาพ มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ ส่วนข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการเก็บ
รวบรวมข้อมูลในแต่ละวงจรมานั้นจะนำมาสังเคราะห์ความรู้เพื่ออธิบายปัญหาต่าง ๆ ที่ควรปรับปรุง
และพัฒนาการจัดการเรียนรู้ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ในแต่ละวงจรอย่างต่อเนื่อง โดยใช้สถิติ
พื้นฐานในการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์
และการใช้ค่าทดสอบสถิติที (Paired-samples t-test) พร้อมทั้งการนำเสนอผลการวิจัยเชิงบรรยาย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน \bar{X} โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543,
หน้า 306) คือ

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 307) คือ

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

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

1.3 หาคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ ($GS\%$) โดยใช้สูตร (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2557, หน้า 12) คือ

$$GS\% = \frac{(Y-X)}{(F-X)} \times 100$$

เมื่อ $GS\%$	แทน	คะแนนร้อยละของพัฒนาการนักเรียน (Gain score)
X	แทน	คะแนนวัดครั้งก่อน
Y	แทน	คะแนนวัดครั้งหลัง
F	แทน	คะแนนเต็ม

สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1. หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC)

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

เมื่อ IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างมโนทัศน์/ข้อสอบกับจุดประสงค์
$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา
N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร P_E ของวิทนีย์ และซาเบอร์ส (D.R. Whitney and D.L. Dabers) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2539, หน้า 199-200) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

2.1 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

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

เมื่อ	P_E	แทน	ดัชนีความยาก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	X_{max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

2.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

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

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	X_{max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

2.3 ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (สม โภชน์ เอนกสุข, 2553, หน้า 122-127) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

2.3.1 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

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

เมื่อ P แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
R แทน	จำนวนผู้สอบที่ตอบถูก
N แทน	จำนวนผู้สอบทั้งหมด

2.3.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

$$D = \frac{R_u}{N_u} - \frac{R_l}{N_l}$$

เมื่อ D แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
R_u แทน	จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
R_l แทน	จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
N_u แทน	จำนวนผู้สอบในกลุ่มสูง
N_l แทน	จำนวนผู้สอบในกลุ่มต่ำ

2.4 หากความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach) (สม โภช อนุเกศสุข, 2553, หน้า 108) ดังนี้

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ α แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
n แทน	จำนวนข้อ
S_i^2 แทน	คะแนนความแปรปรวนของแต่ละข้อ
S_t^2 แทน	คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

2.5 หากค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการของคูเคอร์ ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 ($K. R. 20$) (สม โภช อนุเกศสุข, 2553, หน้า 114-115) ดังนี้

$$K. R. 20 = \frac{N}{(N-1)} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ N แทน	จำนวนข้อของข้อคำถาม
P แทน	สัดส่วนของผู้สอบที่ตอบได้คะแนน 1
q แทน	สัดส่วนของผู้สอบที่ตอบได้คะแนน 0
S^2 แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวมรายบุคคล

หาได้จากสูตร
$$S^2 = \frac{\sum(x - \bar{x})^2}{N}$$

เมื่อ N แทน	จำนวนคนที่ทำการทดสอบ
---------------	----------------------

สถิติในการทดสอบสมมติฐาน

ใช้การทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าสถิติทดสอบที (Paired samples *t*-test)

ในการทดสอบสมมติฐานมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก สูงกว่าก่อนเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Action research) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนานวัตกรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ด้วยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 4 ประเด็น ดังต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และข้อมูลทั่วไปของกลุ่มเป้าหมาย
2. ผลการศึกษานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
3. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านนวัตกรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ตามวงจรที่ 1-3 (PAOR)

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและข้อมูลทั่วไปของกลุ่มเป้าหมาย

1.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ทั้งนี้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

- | | | |
|-----------|-----|------------------------------------|
| n | แทน | จำนวนนักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย |
| \bar{X} | แทน | ค่าเฉลี่ยของคะแนน |
| SD | แทน | ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล |
| t | แทน | ค่าสถิติในการแจกแจงแบบ t |
| p | แทน | ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน |
| ** | แทน | ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 |

1.2 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/7 จำนวน 34 คน เป็นนักเรียนห้องเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์หลักสูตรปกติที่มีการลดความสามารถ ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มเป้าหมาย โรงเรียนและสภาพห้องเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน จำแนกตามเพศ

กลุ่มเป้าหมาย	เพศ		
	หญิง (ร้อยละ)	ชาย (ร้อยละ)	รวม (ร้อยละ)
นักเรียนชั้น ม. 6/7 โรงเรียนสาธิต	21	13	34
“พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา	(61.76)	(38.24)	(100.00)

โรงเรียนและสภาพห้องเรียนที่ใช้จัดการเรียนการสอน

โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ตั้งอยู่ในตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี เป็นโรงเรียนขนาดใหญ่และเป็นโรงเรียนสหศึกษา มีนักเรียนตั้งแต่ชั้นปฐมวัยจนถึงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้มีการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรปกติ โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ในการจัดการเรียนการสอน และผู้เรียนส่วนใหญ่มาจากครอบครัวที่มีสถานภาพทางสังคมและเศรษฐกิจในระดับปานกลางจนถึงระดับสูง ผู้ปกครองประกอบอาชีพธุรกิจส่วนตัว ข้าราชการ และค้าขาย เป็นต้น

ห้องเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนประจำอาคารทดลองราชย์ 50 ปี บริเวณชั้น 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นอาคารสูง 5 ชั้น จัดเป็นห้องเรียนขนาดใหญ่ โปร่งโล่ง อากาศถ่ายเทสะดวก มีประตู 2 บาน ด้านหน้าและด้านหลัง มีโต๊ะและเก้าอี้นั่งเรียนรายบุคคลจำนวน 35 ตัว สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก หน้าห้องมีโต๊ะครูผู้สอน 1 ตัว ผงผนังห้องติดกระดานขาว (Whiteboard) รวมถึงครุภัณฑ์และอุปกรณ์การเรียนครบครัน ส่วนห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นั้น เป็นห้องขนาดใหญ่ มีโต๊ะและเก้าอี้จัดไว้เป็นกลุ่ม ทุกโต๊ะจะมีปลั๊กไฟ ด้านผนังห้องมีโต๊ะสาธิตและกระดานขาว (Whiteboard) เครื่องฉายวีดิทัศน์ รวมถึงตู้กระจกเก็บอุปกรณ์ ตู้ประดับไม้หน้าต่าง ชั้นวางของ และครุภัณฑ์อื่น ๆ นับได้ว่าสภาพห้องเรียนของโรงเรียนมีความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนพอสมควร โต๊ะและเก้าอี้สามารถทำกิจกรรมกลุ่มได้ดี

**ผลการศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ
ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก**

1. ผลการศึกษาพัฒนาการด้านมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ได้ผลดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 คะแนนพัฒนาการด้านมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (20 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (20 คะแนน)	ร้อยละ (%)	คะแนนพัฒนาการ (%)
1	4.30	8.60	43.00	27.39
2	1.60	10.60	53.00	48.91
3	2.00	9.00	45.00	38.89
4	2.60	8.00	40.00	31.03
5	4.30	11.60	58.00	46.50
6	3.00	7.00	35.00	23.53
7	5.60	10.60	53.00	34.72
8	3.30	10.00	50.00	40.12
9	1.60	7.30	36.50	30.98
10	2.60	9.00	45.00	36.78
11	2.00	9.00	45.00	38.89
12	3.00	10.60	53.00	44.71
13	2.60	5.60	28.00	17.24
14	4.60	7.60	38.00	19.48
15	3.60	9.00	45.00	32.93
16	5.30	10.60	53.00	36.05
17	3.30	13.00	65.00	58.08
18	5.60	10.60	53.00	34.72

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (20 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (20 คะแนน)	ร้อยละ (%)	คะแนนพัฒนาการ (%)
19	3.30	11.00	55.00	46.11
20	4.60	10.30	51.50	37.01
21	4.00	15.00	75.00	68.75
22	10.60	11.00	55.00	4.26
23	4.00	9.30	46.50	33.13
24	3.60	13.00	65.00	57.32
25	3.00	7.00	35.00	23.53
26	2.30	9.30	46.50	39.55
27	4.30	11.00	55.00	42.68
28	3.30	10.30	51.50	41.92
29	4.00	10.30	51.50	39.38
30	3.60	12.00	60.00	51.22
31	3.60	12.60	63.00	54.88
32	4.30	11.00	55.00	42.68
33	2.60	7.00	35.00	25.29
34	4.30	7.30	36.50	19.11
\bar{X}	3.71	9.85	49.30	37.29
<i>SD</i>	1.60	2.05	10.27	13.00

หมายเหตุ คะแนนพัฒนาการต่ำที่สุดเท่ากับร้อยละ 4.26

คะแนนพัฒนาการสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 68.75

จากตารางที่ 4-2 พบว่า คะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.71 ± 1.60 คะแนน และคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.85 ± 2.05 คะแนน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 49.30 ± 10.27 โดยเมื่อวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการแล้ว พบว่า นักเรียนมีคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยร้อยละ 37.29 ± 13.00

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยด้านมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ได้ผลดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยด้านมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบที (Paired samples *t*-test)

คะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	<i>n</i>	คะแนนเต็ม	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>P</i>
หลังเรียน-ก่อนเรียน	34	20	6.14	2.21	16.17**	.000

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4-3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเท่ากับ 6.14 ± 2.21 คะแนน

**ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ
ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก**

1. ผลการวิเคราะห์พัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดย
การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ได้ผลดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 คะแนนพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้
เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่าง
ก่อนเรียนและหลังเรียน

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (40 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (40 คะแนน)	ร้อยละ (%)	คะแนนพัฒนาการ (%)
1	11	30	75.00	65.52
2	6	33	82.50	79.41
3	18	30	75.00	54.55
4	9	19	47.50	32.26
5	15	33	82.50	72.00
6	15	19	47.50	16.00
7	28	30	75.00	16.67
8	20	30	75.00	50.00
9	19	26	65.00	33.33
10	28	33	82.50	41.67
11	12	28	70.00	57.14
12	26	32	80.00	42.86
13	20	30	75.00	50.00
14	28	31	77.50	25.00
15	17	24	60.00	30.43
16	25	24	60.00	-6.67
17	9	28	70.00	61.29
18	17	24	60.00	30.43

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (40 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (40 คะแนน)	ร้อยละ (%)	คะแนนพัฒนาการ (%)
19	22	28	70.00	33.33
20	11	30	75.00	65.52
21	22	27	67.50	27.78
22	17	28	70.00	47.83
23	13	30	75.00	62.96
24	19	31	77.50	57.14
25	20	30	75.00	50.00
26	17	32	80.00	65.22
27	13	23	57.50	37.04
28	10	27	67.50	56.67
29	12	33	82.50	75.00
30	15	25	62.50	40.00
31	19	26	65.00	33.33
32	24	33	82.50	56.25
33	18	27	67.50	40.91
34	13	26	65.00	48.15
\bar{X}	17.29	28.23	70.59	45.56
SD	5.83	3.75	9.38	18.67

หมายเหตุ คะแนนพัฒนาการต่ำที่สุดเท่ากับร้อยละ -6.67

คะแนนพัฒนาการสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 79.41

จากตารางที่ 4-4 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.29 ± 5.83 คะแนน และคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.23 ± 3.75 คะแนน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 70.59 ± 9.38 โดยเมื่อวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการแล้ว พบว่า นักเรียนมีคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยร้อยละ 45.46 ± 18.67

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ได้ผลดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบที (Paired samples *t*-test)

คะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	<i>n</i>	คะแนนเต็ม	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>P</i>
หลังเรียน-ก่อนเรียน	34	40	10.94	6.16	10.35**	.000

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4-5 พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเท่ากับ 10.94 ± 6.16 คะแนน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ตามวงจรที่ 1-3 (PAOR)

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติตามแผน (Action) ขั้นสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe) และการสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) ในแต่ละหนึ่งวงจร และต่อเนื่องเป็นวงจรทั้งหมด 3 วงจร ดังนี้

- วงจรที่ 1 ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแผนที่ 1 และ 2
- วงจรที่ 2 ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแผนที่ 3 และ 4
- วงจรที่ 3 ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแผนที่ 5 และ 6

วงจรถี 1 ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแผนที่ 1 เรื่อง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแผนที่ 2 เรื่อง การจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนามโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนดังต่อไปนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้วางแผนเพื่อพัฒนามโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแผนที่ 1 และแผนที่ 2 ดังนี้

1.1 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทั้ง 2 แผน ได้แก่

แผนที่ 1 เรื่อง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแผนที่ 2 เรื่อง การจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต โดยศึกษาจากตำรา บทความ และแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ

1.2 จัดทำสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ รวมถึงแบบทดสอบย่อย และแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

1.3 จัดเตรียม และตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลการสอบก่อนเรียน (Pretest) ของนักเรียน ได้แก่ แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ พร้อมกระดาษคำตอบ ทั้งหมด 34 ชุด

2. ขั้นปฏิบัติ (Action) และ 3. ขั้นสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe)

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก แผนที่ 1

ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นั้น เป็นกิจกรรมการเล่นเกมบิงโก (Bingo) การนำกิจกรรมเกมมาประยุกต์ใช้ในเนื้อหาเรื่อง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ทำให้กระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ดี จากการสังเกตและบันทึกหลังการสอนของผู้วิจัยได้นั้น ได้แสดงปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ได้แก่ นักเรียนบางคนเข้าเรียนสาย มาเรียนไม่ตรงเวลา ทำให้การจัดกลุ่มใหม่ล่าช้า แต่ผู้วิจัยได้ทำการสุ่ม (Random) เลขที่นั้นให้นักเรียน พบว่ามีนักเรียนบางคนในกลุ่มที่ไม่สนิทกัน ไม่ยอมรับความคิดเห็นของกันและกัน ผู้วิจัยจึงต้องพยายามคุยให้ทั้งสองฝ่ายประนีประนอม มีกำลังใจและตั้งใจเรียนต่อไป นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพยายามใช้กิจกรรมในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความรักสามัคคีกันภายในกลุ่ม นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 60 สามารถตอบคำถามและสามารถบอกได้ว่าสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างไร นักเรียนสามารถนำเสนอตัวอย่างของความหลากหลายทางชีวภาพที่นอกเหนือจากบทเรียนได้ แต่ก็ยังมีนักเรียนบางคนที่ยังนำอุปกรณ์สื่อสารขึ้นมาใช้ แม้กระทั่งนำการบ้านวิชาอื่นขึ้นมาทำ ผู้วิจัยสังเกตเห็นในระหว่างการทำกิจกรรมว่า

มีนักเรียนพยายามต่อรองกติกาของเกมเพื่อให้สมาชิกในกลุ่มของตนเองเป็นผู้ชนะ นักเรียนได้ตอบเพื่อนกลุ่มอื่นเพื่อวัตถุประสงค์ในการลดทอนกำลังใจในการตอบคำถาม ผู้วิจัยจึงต้องว่ากล่าวตักเตือนและให้กำลังใจกับนักเรียนในการตั้งใจตอบคำถามให้เต็มที่และเต็มความสามารถ ช่วงหลังกิจกรรมนักเรียนหลายกลุ่มใกล้จะชนะ นักเรียนแต่ละกลุ่มเริ่มมีการอภิปรายและช่วยเหลือกันเพื่อให้สมาชิกในกลุ่มสามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง ซึ่งจะนำไปให้ใครคนใดคนหนึ่งภายในกลุ่มชนะเกม เมื่อสมาชิกส่วนใหญ่ในห้องเรียนให้ความสนใจกับกิจกรรมการเรียน นักเรียนที่เคยไม่มีส่วนร่วมในชั้นเรียนก็เริ่มมาให้ความสนใจและร่วมมือกับสมาชิกในกลุ่มของตนเองมากขึ้นจนเห็นได้ชัด เช่น นำโทรศัพท์มือถือถือเก็บลงไปแล้วหันมาสนใจอ่านใบความรู้เพื่อที่จะทำให้ตนเองตอบคำถามได้ นักเรียนเห็นความสำคัญของความสำเร็จของกลุ่ม ในขณะที่เล่นเกมจบนั้นมีนักเรียนที่เล่นเกมชนะพร้อมกัน 2 กลุ่ม ผู้วิจัยจึงแก้ปัญหาโดยการให้ตัวแทนของกลุ่ม ซึ่งเป็นผู้ที่ชนะเกม ออกมาชิงรางวัลด้วยการจับสลากตอบคำถาม ถ้าใครตอบผิดจะเป็นฝ่ายแพ้ และได้กลุ่มที่ชนะเกมเพียงกลุ่มเดียว นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม พร้อมทั้งผู้วิจัยได้อธิบายเพิ่มเติมทำให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้น เช่น มีนักเรียนบางคนอุทานออกมาว่า “อ้อ ที่แท้ก็เข้าใจ ผิดมาตลอด มันเป็นอย่างนี้เอง”

นักเรียนสามารถสะท้อนความรู้ออกมาผ่านการอธิบายความหมายของคำต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยยกขึ้นมาถาม ข้อสังเกตหนึ่งที่น่าสนใจ คือ การที่นักเรียนตั้งคำถามแล้วเขียนชื่อของผู้ตั้งคำถามลงในกระดาษคำถามด้วย แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการสังเคราะห์ข้อมูลและการสร้างมโนทัศน์ขึ้นมา เพราะมีนักเรียนหลายคนที่ตั้งคำถามได้ดี เป็นคำถามแนวประยุกต์จากเนื้อหาที่เรียน แต่บางคนก็ตั้งคำถามซ้ำไปซ้ำมาคล้ายกับเพื่อน ผู้วิจัยจะชื่นชมนักเรียนที่ตั้งคำถามได้ดี ชวนคิด และให้กำลังใจนักเรียนที่ยังตั้งคำถามซ้ำให้นักเรียนไปลองฝึกตั้งคำถามใหม่ นักเรียนสามารถทำชิ้นงานหลังการทำกิจกรรมออกมาได้ดี แต่นักเรียนใช้เวลาในการคิดและสืบค้นนานพอสมควร ทำให้ส่งงานไม่ทันเวลา การทำแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนก็เช่นกัน ยังมีปัญหาเรื่องเวลาที่น้อยเกินไป นักเรียนส่วนใหญ่ทำไม่ทัน แต่มีนักเรียนร้อยละ 20 ของชั้นเรียนส่งทันเวลาที่กำหนด นักเรียนมีความคิดเห็นว่า ชอบให้มีการจัดการเรียนการสอนแบบกิจกรรมเกม นอกจากจะได้รับความสนุกแล้วยังได้รับความรู้อีกด้วย เพื่อน ๆ ในกลุ่มได้มีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น การมีของรางวัลมาล่อใจเป็นสิ่งที่ดีและอยากให้มีทุกครั้ง ดังภาพที่ 4-1

2. ในวันนี้นักเรียนมีความรู้สึกชอบกิจกรรมอะไรมากที่สุด เพราะเหตุใด... ชอบ กิจกรรมทักสัด... เพราะ
ได้ทำหน้าร่วมกับคนอื่นที่มีความรู้สึกได้บอกความคิดเห็นร่วมกัน ได้เรียนรู้ร่วมกัน ได้รู้หน้าที่ต่าง
จากปกติ

ภาพที่ 4-1 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้

แต่ปัญหาที่พบและสิ่งทีนักเรียนอยากให้ปรับปรุงแก้ไขคือ สภาพอากาศของห้องเรียน ในช่วงบ่าย อากาศจะร้อนอบอ้าว นักเรียนบางคนรู้สึกอึดอัด และไม่สบายตัว บางคนง่วงนอน นักเรียนหลายคนบ่นและส่งเสียงดัง พุดจาข้ามกลุ่มไปมาทำให้สมาชิกในกลุ่มไม่มีสมาธิในการเรียน อีกทั้งอุปกรณ์ฉายสื่อวีดิทัศน์ยังไม่ดีเท่าที่ควร โดยเฉพาะจอโปรเจกเตอร์ที่ค่อนข้างเก่า และมีฝุ่นเข้าไปเกาะภายในเครื่อง ทำให้ภาพที่ออกมาไม่ชัดเจน เป็นต้น ดังภาพที่ 4-2

3. ในระหว่างเรียนนักเรียนพบปัญหาอะไร... เพื่อนๆคุยกัน... ครูถามเสียงดัง... โปสเตอร์จอโปรเจกเตอร์ไม่ชัด

4. ความในใจที่นักเรียนอยากระบายให้ครูรับรู้... เรียนแบบนี้น่าสนใจในสิ่งที่ครูสอนแต่มีปัญหานิดหน่อยเรื่องจอโปรเจกเตอร์

5. นักเรียนอยากให้มีการปรับปรุงแก้ไขอะไรในการสอนของวันนี้ และแนวทางแก้ไขควรเป็นอย่างไร
อยากให้มีโปรเจกเตอร์ชัดกว่านี้ ไปเรียนนอกห้องเรียน จะดีไหม

3. ในระหว่างเรียนนักเรียนพบปัญหาอะไร... อากาศร้อนทำให้เสียสมาธิในการเรียน จอภาพเป็นสกอตไม่ชัด

4. ความในใจที่นักเรียนอยากระบายให้ครูรับรู้... เขียนแบบนี้สนุกดีจัง

ภาพที่ 4-2 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้

2.2 แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก แผนที่ 2

ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 นั้น เป็นกิจกรรมการสร้างไดโคโตมัสคีย์

(Dichotomous key) จากการจัดจำแนกผลไม้ 10 ชนิด ปัญหาจากการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกในแผนที่ 2 นั้น ยังคงพบปัญหาเดิมอยู่ จากการสังเกตและบันทึกหลังการสอนของผู้วิจัยนั้น

ได้แสดงปัญหาต่าง ๆ คือ นักเรียนบางคนยังใช้เครื่องมือสื่อสารในขณะที่เรียน และบางคนไม่เข้าร่วมกิจกรรม แต่โดยรวมแล้วนักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามและสามารถบอกได้ว่าสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ มีการจัดหมวดหมู่ไปเพื่ออะไร ทำไมจึงต้องจัดให้สิ่งมีชีวิตที่คล้ายกันอยู่ในกลุ่มเดียวกันได้ถูกต้อง แต่นักเรียนยังไม่สามารถบอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดจำแนกหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตได้ละเอียด บอกได้เพียงเกณฑ์ง่าย ๆ อย่างเช่น ดูจากลักษณะภายนอก ดูจากซากดึกดำบรรพ์ ดูจากแหล่งที่อยู่อาศัย เป็นต้น นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถนำผลไม้มาได้ครบทั้ง 10 ชนิด ผู้วิจัยจึงอนุญาตให้สามารถยืมผลไม้จากเพื่อนกลุ่มอื่นมาใช้ในการจัดจำแนกได้ ซึ่งจะช่วยให้เกิดความหลากหลายของผลไม้มากขึ้น นักเรียนบางกลุ่มสามารถจัดจำแนกผลไม้ได้อย่างรวดเร็ว แต่บางกลุ่มยังคงยกมือถามผู้วิจัยตลอดว่าจะสามารถใช้เกณฑ์นี้ได้หรือไม่ นักเรียนไม่มีความมั่นใจในการจัดจำแนกผลไม้ ทำให้ผู้วิจัยต้องเดินวนรอบห้องเพื่อชี้แนะอยู่บ่อยครั้ง นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงไม่เข้าใจกับการสร้างไดโคทอมัสต์คีย์ ผู้วิจัยต้องอธิบายซ้ำและนำตัวอย่างไดโคทอมัสต์คีย์ให้นักเรียนดูจากในสื่อวีดิทัศน์นำเสนอ นักเรียนกลุ่มที่ทำเสร็จแล้วมีการนำผลไม้มารับประทานภายในห้องเรียนเพื่อรื้อเพื่อน บางกลุ่มที่ยังทำไม่เสร็จ ทำให้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ หันมาสนใจและแบ่งปันผลไม้กัน สิ่งที่น่าสนใจอีกอย่างหนึ่งคือ นักเรียนมีความสุขกับการสังเกตลักษณะต่าง ๆ ของผลไม้ ทั้งจากลักษณะภายนอกและภายใน นักเรียนสามารถระบุรสชาติของผลไม้ ลักษณะของเมล็ด และการเจริญของผลมาใช้ในการจัดจำแนกได้อีกด้วย บางคนกล่าวว่า

“อาจารย์ ผมชอบการเรียนคาบนี้มากเลยครับ อยากให้มีอีกครับ”

“หนูชอบค่ะ เพราะผลไม้บางชนิดที่เพื่อนนำมาก็ยังไม่เคยเห็นและไม่เคยชิมเลย”

“หนูชอบ เพราะทั้งเรียนสนุก ทั้งได้รู้รสชาติผลไม้หลายชนิดด้วยค่ะ”

แต่ข้อเสียคือ บรรยากาศภายในห้องเรียนเกิดความซุกมุนพอสมควร เนื่องจากนักเรียนหลายคนเดินไปมาข้ามกลุ่มของตนเองเพื่อไปชิมผลไม้ของกลุ่มอื่น ทำให้สมาชิกในกลุ่มมีคณาทำงานอยู่น้อย ผลไม้ที่นักเรียนส่วนใหญ่นิยมนำมาจัดจำแนกมากที่สุด ได้แก่ ฝรั่ง แอปเปิ้ล ลำไย เนื่องจากสะดวกต่อการซื้อและเป็นผลไม้ที่นิยมในฤดูกาลนั้น นอกจากนี้ยังมีนักเรียนบางคนนำผลไม้มาจากบ้านของตนเอง เช่น มะเฟือง มะยม ลูกตะขบ มะขาม เป็นต้น ทำให้นักเรียนได้หัดสังเกตลักษณะต่าง ๆ ของผลไม้ที่มีความหลากหลายมากขึ้น เช่น ความแตกต่างกันของเปลือกผล เนื้อผล ใบ เป็นต้น ผู้วิจัยเริ่มสังเกตเห็นว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีเทคนิคในการนำเสนอที่แตกต่างกันไป เนื่องจากผู้วิจัยกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้มีการวางแผนการนำเสนอให้สมาชิกภายในห้องเรียนตั้งใจฟังมากที่สุด มีบางกลุ่มนำเสนอจบแล้วแต่ก็ยังทำการสุมเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ เพื่อทำนายว่าผลไม้ชนิดนี้คืออะไรจากการอ่านตามไดโคทอมัสต์คีย์ที่ตนสร้างขึ้น นอกจากนี้ยังมีเทคนิคการสร้างคามสนใจโดยให้ผู้ที่ยื่นออกมาแนะนำเสนอมีท่าทางประกอบ การเลียนเสียงเป็นภาษาภาคต่าง ๆ

ของไทยอีกด้วย ทำให้บรรยากาศภายในห้องเรียนสนุกสนานมากขึ้น นักเรียนที่เคยง่วงนอน ก็มีอารมณ์ขันและมีความตื่นตัว นักเรียนบางคนอ่านคำว่า “ไดโคโตมัสคีย์” เป็น “ไดโคโตมัสคีย์” หรือคำอื่นที่ผิดไป ผู้วิจัยจึงทำการทบทวนให้อีกรอบหนึ่งทำให้นักเรียนสามารถจดจำได้ชัดเจนยิ่งขึ้น นักเรียนบางคนแอบกระซิบบอกเพื่อนว่าใช้เกณฑ์แบบนี้ถูกต้อง แบบนี้ไม่ถูกต้อง เพื่อนกลุ่มนั้นควรจะใช้เกณฑ์ใด ผู้วิจัยพยายามตั้งคำถามกับทุกกลุ่มเสมอ เพื่อให้ นักเรียนสามารถอธิบายว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกใช้เกณฑ์นั้น ๆ ในการจัดจำแนกให้ผลไม่อยู่คนละกลุ่มกันได้ ซึ่งนักเรียนร้อยละ 70 ก็สามารถอธิบายได้ถูกต้อง เมื่อผู้วิจัยนำแบบทดสอบย่อยมาตรวจแล้ว พบว่า นักเรียนสามารถจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตได้อย่างถูกต้องและละเอียดมากขึ้น บรรยากาศโดยรวมของการทำกิจกรรมการจัดจำแนกผลไม้ม่าทำให้นักเรียนส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นที่ดีต่อกิจกรรม และอยากให้ผู้วิจัยมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในลักษณะนี้อีก ดังภาพที่ 4-3

2. ในวันนี้นักเรียนมีความรู้สึกรักชอบกิจกรรมอะไรมากที่สุด เพราะเหตุใด..... การนำหนังสือ
Dichotomous key เพาะ หน้ากรรเลาะ) ศึกษาค้นคว้าระหว่างเพื่อนในห้อง

2. ในวันนี้นักเรียนมีความรู้สึกรักชอบกิจกรรมอะไรมากที่สุด เพราะเหตุใด..... กิจกรรมหนังสือ การจำแนก
ผลไม้เองแต่ละกลุ่ม เพาะ ฟังเสียงพูด ตาล หน้าฟัง และได้รับผลไม้ส่งออก ๆ ตอนเราทำ
Dichotomous key

ภาพที่ 4-3 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ผู้วิจัยได้ทำการสะท้อนผลการปฏิบัติหลังจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ทั้งแผนที่ 1 และแผนที่ 2 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์และมโนทัศน์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีรายละเอียดในการสะท้อนผลการปฏิบัติ ดังนี้

จากการวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในแผนที่ 1 เรื่อง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ซึ่งการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในแผนที่ 1 นั้น เน้นการให้ความสำคัญของการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน มีการใช้เกมบิงโก (Bingo) เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ และมีความกระตือรือร้นในการตอบคำถามเพื่อความสำเร็จของกลุ่ม ซึ่งการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในวิธีการใช้การร่วมมือกัน (Cooperation) ของนักเรียนแบบความสามารถผสมผสานกับการใช้กิจกรรมเกมเข้ามาเกี่ยวข้อง ยังเป็นการทำให้นักเรียนได้ทำความสนิทสนม กลมเกลียวกันมากขึ้น รู้จักวางแผนการทำงานช่วยเหลือซึ่งกันและกัน จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการแจกใบความรู้ และกระดาษคำถามให้นักเรียนอ่าน

และสังเคราะห์เพื่อตั้งคำถามจากใบความรู้ที่เพิ่มขึ้น ทำให้นักเรียนได้รู้จักการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยที่ครูผู้สอนไม่จำเป็นต้องอธิบายโน้ตศัพท์ของเรื่องตั้งแต่แรก อีกทั้งการตั้งคำถามของนักเรียนเป็นตัวบ่งชี้ว่านักเรียนคนนั้นสามารถสังเคราะห์ความรู้ได้มากน้อยเพียงใด นักเรียนทุกคนมีโอกาสที่จะออกมาตอบคำถามหน้าชั้นเรียนเท่า ๆ กัน สมาชิกในกลุ่มนอกจากจะตั้งใจอ่านแล้วยังต้องช่วยกันอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อเตรียมตัวออกมาตอบคำถาม ทำให้นักเรียนบางคนที่ยังไม่เข้าใจสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้นกว่าการอ่านเพียงคนเดียว การเล่นเกมที่เน้นการเพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน แต่ยังเป็นการเพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนอีกด้วย เนื่องจากการเล่นเกมนี้ครูเป็นผู้ควบคุม ดูแลกติกา และคอยช่วยชี้แนะแนวทางต่าง ๆ ซึ่งเป็นการทำให้นักเรียนได้เริ่มคุ้นเคยกับการจัดการเรียนรู้แบบนี้มากขึ้น จะได้มีความพร้อมในการเรียนครั้งต่อไป การจัดการเรียนรู้เชิงรุกทำให้ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนได้ง่าย และทราบว่านักเรียนคนใดมีส่วนร่วมในการเรียน สามารถตั้งคำถามและตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง นักเรียนคนใดมีความพยายามมากน้อยเพียงใด

จากการวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในแผนที่ 2 เรื่อง การจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความกระตือรือร้นในการเรียน โดยเฉพาะการช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันทั้งภายในกลุ่มและต่างกลุ่ม เพื่อช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล อีกทั้งนักเรียนมีความกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองเพื่อเสนอต่อสมาชิกในกลุ่ม นักเรียนรู้จักสังเกตสิ่งรอบตัวมากยิ่งขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่มีเทคนิคในการนำเสนอได้แตกต่างกันไป ทำให้บรรยากาศภายในห้องเรียนเกิดความสนุกสนาน นักเรียนที่เคยง่วงนอน หรือสนใจสิ่งอื่น ก็หันมาสนใจและตื่นตัวกับการเรียนวิธีการนี้ นักเรียนรู้จักแสดงความคิดเห็นและวิจารณ์การนำเสนอ และตั้งคำถามต่อกลุ่มอื่น ๆ การจัดการเรียนรู้เชิงรุกโดยวิธีการกลุ่มและการใช้ตัวอย่างจริงเพื่อให้เกิดทักษะทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้และเกิดการสร้างโน้ตศัพท์ขึ้นมาได้ง่าย นักเรียนมีการสะท้อนความรู้ออกมาอย่างชัดเจน เพราะเมื่อมีนักเรียนบางคนเข้าใจผิด สมาชิกในกลุ่มและนักเรียนคนอื่นภายในห้องก็จะช่วยกันตอบคำถามที่ถูกต้อง และแสดงความคิดเห็นที่ถูกต้องนั้นออกมา นักเรียนส่วนใหญ่จดจ่อกับผลไม้ของกลุ่มตนเอง และการนำเสนอของเพื่อน ๆ แต่ละกลุ่ม

จากการทำแบบทดสอบย่อย ในแผนที่ 1 เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก ทั้งหมด 5 ข้อ คิดเป็น 10 คะแนน ซึ่งเป็นข้อสอบที่ได้จากการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจและทำข้อสอบได้ ส่วนในแผนที่ 2 นั้นเป็นแบบทดสอบอัตนัย มีการให้นักเรียนแสดงการจับคู่และอธิบายเหตุผลประกอบ นำมาคิดเป็นคะแนนเต็ม 10 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 คะแนนแบบทดสอบย่อยทำยวจรที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก

นักเรียนคนที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยแผนที่ 1 (คะแนนเต็ม 10)	คะแนนแบบทดสอบย่อยแผนที่ 2 (คะแนนเต็ม 10)
1	6	8
2	10	6
3	6	4
4	8	8
5	10	8
6	10	4
7	8	6
8	6	6
9	10	6
10	10	8
11	8	6
12	8	8
13	6	10
14	6	6
15	10	8
16	10	8
17	6	8
18	8	6
19	8	8
20	6	8
21	10	6
22	8	6
23	8	8
24	6	8
25	8	6
26	10	8

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยแผนที่ 1 (คะแนนเต็ม 10)	คะแนนแบบทดสอบย่อยแผนที่ 2 (คะแนนเต็ม 10)
27	10	6
28	10	4
29	6	8
30	10	6
31	10	6
32	10	8
33	10	8
34	8	8
\bar{X}	8.35	6.94
SD	1.67	1.41

จากตารางที่ 4-6 คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1 ของนักเรียน ในแผนที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.35 ± 1.67 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน และในแผนที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.94 ± 1.41 จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน สาเหตุที่ทำให้ให้นักเรียนทำคะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายแผนที่ 2 ได้ไม่ดีนัก อาจเกิดจากการที่นักเรียนไม่ค่อยให้ความสนใจทำ เพราะในท้ายคาบนักเรียนกำลังสนใจผลไม้และใช้เวลานานกับขั้นตอนการลงมือกระทำ จนทำให้เหลือเวลาในการทำแบบทดสอบย่อยน้อย บางคนรีบทำเพื่อที่จะไปรับประทานอาหารผลไม้ แต่คะแนนรายบุคคลส่วนใหญ่มีความใกล้เคียงกัน มโนทัศน์ที่นักเรียนเข้าใจผิดมากที่สุดคือ การจำแนกลักษณะทางสรีรวิทยากับลักษณะทางสัณฐานวิทยา

แนวทางการปรับแผนในวงจรถัดไป

จากข้อมูลที่ได้กล่าวมาทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อไปใช้ในวงจรถัดไป ดังนี้

1. จากแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแผนที่ 1 และ 2 ผู้วิจัยได้แจกแบบบันทึกการเรียนรู้ให้นักเรียนท้ายคาบเรียน พบว่านักเรียนไม่สามารถเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ได้ทันเวลา ดังนั้นจึงมี

แนวคิดที่จะปรับเปลี่ยนโดยการให้นักเรียนนำแบบบันทึกการเรียนรู้กลับไปเขียน แล้วให้ตัวแทนหรือหัวหน้าห้องทำการรวบรวมมาส่งในคาบเรียนครั้งต่อไปทุกครั้ง

2. จากการสังเกตผู้วิจัยพบว่า ยังมีนักเรียนบางคนไม่เข้าใจและยังไม่คุ้นเคยกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เนื่องจากนักเรียนมีการตั้งคำถามระหว่างเรียน ผู้วิจัยจึงต้องทำการเน้นย้ำ และอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกให้มากขึ้นในการสอนครั้งต่อไป อีกทั้งกระบวนการจัดการเรียนการสอนในแต่ละเนื้อหามีความแตกต่างกัน ทำให้ผู้วิจัยต้องเตรียมความพร้อมมาอย่างดี

3. จากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนนั้นทำให้ผู้วิจัยต้องมีการจัดการกับบรรยากาศในชั้นเรียนให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อยให้มากขึ้น เนื่องจากปัญหาของการส่งเสียงดัง ความไม่มีระเบียบวินัย เช่น ทิ้งขยะไว้บนโต๊ะแล้วไม่นำไปทิ้ง ไม่ทำความสะอาด ไม่ช่วยกันดูแลความเรียบร้อยของห้องเรียน และพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมบางอย่างของนักเรียนบางคน ทำให้นักเรียนคนอื่น ๆ ไม่ได้รับความรู้อย่างเต็มที่ ผู้วิจัยจึงต้องตระหนักและให้ความสำคัญกับการบริหารจัดการในชั้นเรียน

วงจรถิ่นที่ 2 ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแผนที่ 3 เรื่อง การระบุนิคมของสิ่งมีชีวิต และแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแผนที่ 4 เรื่อง กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนานวัตกรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ โดยผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนดังต่อไปนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้วางแผนเพื่อพัฒนานวัตกรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแผนที่ 3 และแผนที่ 4 ดังนี้

1.1. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทั้ง 2 แผน ได้แก่

แผนที่ 3 เรื่อง การระบุนิคมของสิ่งมีชีวิต และแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแผนที่ 4 เรื่อง กำเนิดของสิ่งมีชีวิต โดยศึกษาจากตำรา บทความ และแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ

1.2. จัดทำสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ รวมถึงแบบทดสอบย่อย และแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

2. ขั้นปฏิบัติ (Action) และ 3) ขั้นสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe)

ผู้วิจัยได้ปฏิบัติและทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยดำเนินการโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแผนที่ 3 เรื่อง การระบุนิคมของสิ่งมีชีวิต และแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแผนที่ 4 เรื่อง กำเนิดของสิ่งมีชีวิต รวม 4 ชั่วโมง

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก แผนที่ 3

ในแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก แผนที่ 3 ผู้วิจัยได้แสดงผลการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยแบ่งตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 4 ขั้นตอน ดังนี้

จากคำตอบของนักเรียนที่เขียนลงในกระดาษคำตอบนั้นทำให้ทราบว่านักเรียนหลายคนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องมาก่อน แต่นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตในภาคอื่น ๆ ได้ เช่น มะละกอ ภาคกลาง เรียกว่า มะละกอ ภาคเหนือ เรียกว่า บะกั่วยัด ภาคอีสาน เรียกว่า บักหุ้ง และภาคใต้ เรียกว่า ลอกอ เป็นต้น จากการสังเกตของผู้วิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างไดโคโตมัสต์คีย์ได้เอง โดยที่ไม่ได้ยกมือถามผู้วิจัย เนื่องจากในแผนที่ 2 นักเรียนเคยสร้างไดโคโตมัสต์คีย์จากการจัดจำแนกผลไม้มาแล้ว นักเรียนแต่ละคู่มิการวางแผนช่วยกันคิด อีกทั้งผู้วิจัยมีการนำเอาของรางวัลมากระตุ้นความสนใจ ทำให้นักเรียนแต่ละคู่ให้ความสนใจและแข่งขันเพื่อรับรางวัล จากการตรวจสอบแต่ละคู่ที่ได้นำมาส่งนั้นยังพบเห็นความบกพร่องของการสร้างไดโคโตมัสต์คีย์ นักเรียนที่นำมาส่งคู่แรก ๆ ยังไม่เป็นที่ได้รับรางวัล เนื่องจากนักเรียนไม่มีความรอบคอบและยังใช้เกณฑ์ไม่เหมาะสมเท่าที่ควร จึงทำให้นักเรียนคู่อื่นมีการไตร่ตรองก่อนนำมาส่งมากขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เกณฑ์ทางสัณฐานวิทยา และเกณฑ์ทางสรีรวิทยา ในการระบุชนิดของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนแต่ละคู่จะมีความคล้ายคลึงกัน

นอกจากนี้ เมื่อนักเรียนนำชื่อวิทยาศาสตร์ของตนเองมาอภิปรายต่อกลุ่มใหญ่ พบว่า นักเรียนหลายคนยังเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง เช่น เขียนชื่อจีนกับชื่อที่ระบุสปีชีส์ติดกัน ไม่ขีดเส้นใต้ชื่อวิทยาศาสตร์ หาข้อมูลชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตที่ผิด อ่านความหมายจากรากศัพท์ของชื่อวิทยาศาสตร์ไม่ได้ แต่เมื่อผู้วิจัยนำแบบทดสอบย่อยมาตรวจพบว่า นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เก่ากับความรู้ใหม่ได้ โดยเฉพาะการนำความรู้จากการเรียนในแผนที่แล้วมาใช้ในการระบุชนิดของสิ่งมีชีวิตโดยการสร้างไดโคโตมัสต์คีย์ได้อย่างถูกต้อง นักเรียนสามารถระบุชนิดของสิ่งมีชีวิตได้ละเอียดมากขึ้น นักเรียนมีการจดจำและสังเกตรากศัพท์ที่พบในชื่อวิทยาศาสตร์ได้ดี และจากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนทำให้ผู้วิจัยได้ทราบถึงสิ่งที่นักเรียนต้องการให้ปรับปรุงแก้ไข คือ มีความวุ่นวายภายในห้องเนื่องจากเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ แย่งกันนำไดโคโตมัสต์คีย์ไปส่งแล้วเกิดการแซงคิว ของรางวัลน้อยเกินไป เรื่องสภาพอากาศของห้องเรียนในช่วงบ่าย เป็นต้น

2.2 แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก แผนที่ 4

ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 นั้น ขั้นตอนการลงมือกระทำเป็นกิจกรรมการแสดงบทบาทสมมติ (Role playing) พบว่า นักเรียนส่วนน้อยที่ยกมือตอบคำถาม ส่วนใหญ่ยังไม่พร้อมและยังนำอุปกรณ์สื่อสารขึ้นมาใช้ ผู้วิจัยจึงแก้ปัญหาโดยการสุ่มถามนักเรียนทีละคน และเพิ่มคะแนนในการตอบคำถามมากขึ้น ปัญหาที่พบคือ นักเรียนค่อนข้างเลือกกลุ่มได้ช้าและยังไม่มี

เป้าหมายในการเลือกแสดงบทบาทสมมติของตนเอง ผู้วิจัยจึงเข้าไปให้คำแนะนำในการวางแผน และการแสดงทั้งสองกลุ่ม โดยผู้วิจัยสังเกตเห็นการวางแผนของนักเรียนอยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะ กลุ่มที่แสดงบทบาทสมมติเรื่อง การกำเนิดเซลล์ยูคาริโอต นักเรียนกลุ่มนี้มีการวางแผนดีมาก มีการเลือกหัวหน้าทีม ซึ่งหัวหน้าทีมจะอธิบายและเขียน โครงเรื่องการแสดงลงในกระดานขาว (White board) สมาชิกคนอื่นในกลุ่มก็นั่งล้อมเป็นวงกลมและช่วยกันลำดับเรื่องในการแสดง ทำให้ทุกคนมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง มีการช่วยเหลือเกื้อกูลกันภายในกลุ่ม อีกทั้งการมีป้ายชื่อ ห้อยคอ ช่วยให้นักเรียนและเพื่อนคนอื่นมองเห็นบทบาทที่แสดง ได้ชัดเจนขึ้น นักเรียนบางคนใช้ กระดาษแข็งและกระดาษรีไซเคิลของตนเองออกมาตกแต่งและพับเป็นรูปร่าง ๆ เพื่อช่วยให้ตัวละครในเรื่องเด่นชัดมากขึ้น ส่วนอีกกลุ่มหนึ่ง เป็นกลุ่มที่แสดงบทบาทสมมติเรื่อง การกำเนิดเซลล์ โพรคาริโอต กลุ่มนี้มีการวางแผนซ้ำกว่ากลุ่มแรกเล็กน้อย แต่เมื่อผู้วิจัยได้เดินเข้าไปซักถามถึงความคืบหน้า พบว่ามีการวางแผนและความคิดในการลำดับเรื่องได้ดี นักเรียนในแต่ละกลุ่มมีการแสดงบทบาทสมมติได้ดี ลำดับเรื่องอย่างเป็นเหตุเป็นผล มีผู้กล่าวดำเนินเรื่องและสรุปเรื่อง อีกครั้งหนึ่ง ทำให้ผู้แสดงและนักเรียนคนอื่นเข้าใจได้ง่าย บรรยากาศภายในห้องเรียนเป็นไปด้วย ความสนุกสนาน จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า นักเรียนที่เคยนำอุปกรณ์สื่อสารขึ้นมาใช้กลับลดลง และหันมาสนใจกิจกรรมในห้องเรียนมากขึ้น นักเรียนบางคนสามารถใช้ภาษา ท่าทาง และทักษะ การสื่อสารได้ดี แต่นักเรียนบางคนก็อาย ยังไม่ค่อยกล้าแสดงออกมากนัก นักเรียนผู้แสดงบทบาท นั้น ๆ ก็สามารถตอบคำถามและมีความรู้ในบทบาทของตนเองได้อย่างถูกต้อง ร้อยละ 60 ส่วนนักเรียนส่วนที่เหลือยังมีความรู้ไม่ลึกซึ้งแจ่มแจ้ง ตอบผิดบ้าง มีความเข้าใจผิดบ้าง แต่ก็มี ความพยายามในการตอบคำถาม นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการให้กำลังใจด้วยการปรบมือทุกครั้ง ทำให้ ผู้แสดงมีกำลังใจ และมีความกล้าแสดงออก รู้จักบทบาทของตนเองและแสดงออกมาได้ดี ปัญหาที่ พบในการทำกิจกรรมนี้คือ ปัญหาเรื่องการแสดง นักเรียนบางคนเสียงเบามาก ทำให้ผู้วิจัยและ นักเรียนคนอื่นไม่ค่อยได้ยิน จึงไม่เข้าใจว่าแสดงบทบาทเป็นอะไร มีหน้าที่อะไร บางคนมีบทบาท มาก บางคนมีบทบาทน้อยแตกต่าง บางคนก็รู้สึกดีใจเมื่อได้มีบทบาทน้อย เนื่องจากไม่มีความมั่นใจ ในตนเอง คิดว่าตนเองแสดงได้ไม่ดีเท่าเพื่อนจึงขอมีส่วนร่วมในการแสดงน้อย นักเรียนบางคน กล่าวว่

“เพื่อน ๆ แสดงดีค่ะ แต่หนูไม่มั่นใจเลย หนูคิดว่าหนูยังแสดงไม่ดีเท่าไร”

“เข้าใจที่เพื่อนแสดงมาก ๆ ค่ะ ชอบตอนที่เพื่อนสรุปตอนท้ายค่ะ”

“ชอบการแสดงแบบนี้ครับ ทำให้การเรียนไม่น่าเบื่อ และสนุกมาก ๆ ครับ”

“การแสดงทำให้เรามองเห็นภาพชัดเจนขึ้น จำได้ง่ายขึ้นกว่าเดิมค่ะ”

“ชอบให้เพื่อนทุกคนช่วยกันค่ะ การแสดงจะออกมาดีหรือไม่ดีก็ขึ้นอยู่กับทุกคน”

จากการสัมภาษณ์และสังเกต พบว่า นักเรียนจะเข้าใจหลังจากที่เพื่อนพูดสรุปตอนท้าย ทำให้สามารถอธิบายลำดับเหตุการณ์การกำเนิดของสิ่งมีชีวิตได้ว่าอะไรเกิดก่อน-หลัง และสิ่งมีชีวิตใดเป็นต้นกำเนิด และสิ่งใดเกิดขึ้นในลำดับต่อมา นอกจากนี้ยังสามารถอธิบายว่าออแกเนลล์ใดมีวิวัฒนาการมาจากโพรคาริโอตบ้าง และเมื่อผู้วิจัยนำแบบทดสอบย่อยมาตรวจ พบว่า นักเรียนสามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง อาจเป็นเพราะการทำแบบทดสอบย่อยนั้นได้ทำทันทีหลังจากที่เรียนเสร็จแล้ว จึงทำให้ความรู้ที่มีอยู่ยังไม่หายไป นักเรียนจดจำความรู้จากการลงมือกระทำได้ดี

4. ขั้นตอนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ผู้วิจัยได้ทำการสะท้อนผลการปฏิบัติหลังจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ทั้งแผนที่ 3 และแผนที่ 4 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์และมโนทัศน์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีรายละเอียดในการสะท้อนผลการปฏิบัติ ดังนี้

จากการวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในแผนที่ 3 เรื่อง การระบุชนิดของสิ่งมีชีวิต ทำให้ผู้วิจัยทราบถึงการที่นักเรียนเริ่มมีการปรับมโนทัศน์เดิมจากวงจรที่ 1 และเริ่มมีความคุ้นเคยกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในวงจรที่ 2 มากขึ้น นักเรียนมีการนำความรู้จากเรื่องที่เรียนมาแล้วมาใช้กับเรื่องใหม่ได้อย่างรวดเร็ว จากการที่นักเรียนมีการสร้างไดโคโตมัสต์ด้วยตนเองมีการทำงานแข่งกับเวลามากขึ้น และรู้จักเกณฑ์ในการระบุชนิดของสิ่งมีชีวิตได้ละเอียดลงไป และจากแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแผนที่ 4 เรื่อง กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการแสดงบทบาทสมมติเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น และลดพฤติกรรมไม่เหมาะสมทางการเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นในเชิงบวก และมีส่วนร่วมกับกิจกรรมนี้มากที่สุด ดังภาพที่ 4-4

2. ในวันนี้นักเรียนมีความรู้สึกรับกิจกรรมอะไรมากที่สุด เพราะเหตุใด ชอบทำการ์ดจัดจำพวก
กิจกรรมที่ ให้จำพวก สัตว์ สหภาพ หรือเกี่ยวกับทะเล
3. ในระหว่างเรียนนักเรียนพบปัญหาอะไร ตอบ เข้าใจไปเองได้ของ ราววัล
4. ความสนใจที่นักเรียนอยากบรรยายให้ครูรับรู้อย่างไร พูดอย่างชัดเจน ราววัล สหภาพ
5. นักเรียนอยากให้มีการปรับปรุงแก้ไขอะไรในการสอนของวันนี้ และแนวทางแก้ไขควรเป็นอย่างไร ไดโคโตมัสต์ ตั้งอาจารย์หรือไป อยากให้พี่เขาทำว่า พี่ เขาจะบอกกว่า พี่
ทำดัง สหภาพ
6. นักเรียนสามารถทำอะไรได้บ้าง จากการเรียนรู้เรื่องต่างๆ ในวันนี้ สามารถจำพวก ไดโคโตมัสต์
ได้ ด้วยตัวเองและรู้จักทำ งาน สหภาพ

ภาพที่ 4-4 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้

จากการทำแบบทดสอบย่อย ในแผนที่ 3 และแผนที่ 4 นั้นมีลักษณะเป็นแบบทดสอบ
ปรนัย 4 ตัวเลือก ทั้งหมด 5 ข้อ คิดเป็นคะแนนเต็ม 10 คะแนน ซึ่งแบบทดสอบนี้ได้จาก
การตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจและทำข้อสอบ
ได้ ดังแสดงในตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 คะแนนแบบทดสอบย่อยทำวงจรที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก

นักเรียนคนที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยแผนที่ 3 (คะแนนเต็ม 10)	คะแนนแบบทดสอบย่อยแผนที่ 4 (คะแนนเต็ม 10)
1	7	6
2	8	8
3	9	6
4	6	8
5	6	4
6	10	8
7	10	4
8	6	6
9	10	8
10	8	8
11	6	4
12	6	4
13	7	8
14	10	4
15	6	8
16	10	6
17	8	8
18	6	8
19	10	8
20	6	8
21	10	8

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยแผนที่ 3	คะแนนแบบทดสอบย่อยแผนที่ 4
	(คะแนนเต็ม 10)	(คะแนนเต็ม 10)
22	10	6
23	7	8
24	6	6
25	8	8
26	8	8
27	6	4
28	10	8
29	8	8
30	7	4
31	8	8
32	8	8
33	10	8
34	8	8
\bar{X}	7.91	6.82
SD	1.60	1.64

จากตารางที่ 4-7 คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 2 ของนักเรียน ในแผนที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.91 ± 1.60 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน และในแผนที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.82 ± 1.64 จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน สาเหตุที่ทำให้นักเรียนทำคะแนนแบบทดสอบย่อยแผนที่ 4 ได้ไม่คือนัก อาจเกิดจากการที่นักเรียนกำลังให้ความสนใจกับการปฏิบัติและมีการพูดคุยกันถึงเรื่องการแสดง เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบย่อยค่อนข้างน้อย อีกทั้งนักเรียนบางคนได้กล่าวว่า ค่อนข้างสับสนกับตัวเล็อก เนื่องจากข้อที่นักเรียนตอบผิดส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีซิมไบโอซิส (Symbiosis) นักเรียนต้องคิดไตร่ตรองก่อนตอบคำถาม ส่วนใหญ่คะแนนใกล้เคียงกัน และจากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจและต้องการให้ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้แบบนี้อีก นักเรียนมีความสุขกับการเรียน ทำให้ไม่น่าเบื่อ ทุกคนมีส่วนร่วมกับการเรียน ดังภาพที่ 4-5

1. จากการเรียนเรื่อง กำเนิดของสิ่งมีชีวิต นักเรียนได้ความรู้ที่ได้จากการเรียนมาน้อยเพียงใด
โดยสรุปเป็นความคิดรวบยอด โลกเกิดมา 4,500 ล้านปี กลัดแก๊ส + ส่องเกิด บรรยากาศไม่มี O_2
ไม่มีน้ำ ส่องมีชีวิตยุคแรกเป็นพวก heterotrophs เพราะ ยังไม่สามารถสร้างอาหารเองได้
ส่องมีชีวิตแรกเป็น prokaryotic cell ส่องมีชีวิตพวกที่สร้าง O_2 เหล่านี้ประสบความสำเร็จในการ
ขยายพันธุ์ขึ้น พบ nuclear envelope เป็น ER (แบบเรียบ) ไรโบโซม (มี: ส่องเคราะห้ไซโทพลาซึม + ทำข้อดีครหิ
แบบอิสระ: ส่องเคราะห้โปรตีน) ER หลอด \rightarrow Golgi body \rightarrow ribosome (ส่อง protein) Endosymbiosis
mitochondria + Chloroplast (แวคคิวล) ; Archaic bacteria (ส่องเคราะห้โปรตีน)
(ส่อง ATP) (ส่องเคราะห้โปรตีน)
2. ในวันนี้นักเรียนมีความรู้สึกชอบกิจกรรมอะไรมากที่สุด เพราะเหตุใด แสดงความรู้สึก ท้าใจให้ใจ
สนุก ไม่เหนื่อย
2. ในวันนี้นักเรียนมีความรู้สึกชอบกิจกรรมอะไรมากที่สุด เพราะเหตุใด ชอบมาก มีกิจกรรม ได้
ทดลอง ได้คิด ได้เล่น เราชอบมาก สนุกมาก
3. ในระหว่างเรียนนักเรียนพบปัญหาอะไร การสื่อสารกับเพื่อนในห้องดี ไม่ค่อยดี
ไม่ค่อยได้ยิน เข้าใจไม่สอของกัน

ภาพที่ 4-5 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู

แต่ยังคงมีปัญหาเรื่อง บรรยากาศภายในห้องเรียนมีการส่งเสียงดัง และนักเรียนบางคน
เสียงเบา คนอื่น ๆ อาจจะฟังไม่ถนัด การสื่อสารถึงบทบาทของเพื่อนนักเรียนคนละกลุ่ม
การตั้งคำถามที่ไม่เหมาะสมกับกลุ่มอื่น นักเรียนบางคนบอกว่า อยากให้มีรางวัลมากกว่านี้ เป็นต้น

แนวทางการปรับแผนในวงจรถัดไป

จากข้อมูลที่ได้กล่าวมาทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้
เชิงรุกเพื่อไปใช้ในวงจรถัดไป ดังนี้

1. จากการสร้างไดโกลโตมัสต์คีย์ในแผนที่ 3 นั้นผู้วิจัยต้องมีการเพิ่มชนิดของสิ่งมีชีวิต
เข้าไปอีก ไม่ใช่แค่ตัวอย่างสัตว์ แต่อาจเป็นพืช โปรทิสต์ หรือพวกแบคทีเรีย เพื่อให้ให้นักเรียน ได้ลอง
ตั้งเกณฑ์ที่หลากหลาย หรืออาจจะให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มกำหนดชนิดของสิ่งมีชีวิตขึ้นมาเอง
จะไม่เป็นการจำกัดความรู้ของนักเรียน และถ้ามีตัวอย่างสิ่งมีชีวิตจริงก็จะทำให้การสร้าง
ไดโกลโตมัสต์คีย์ที่มีความแม่นยำมากขึ้น และนักเรียนจะตั้งเกณฑ์ได้ง่าย เหมาะสมมากขึ้น

2. จากแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแผนที่ 4 ผู้วิจัยได้แจกแบบบันทึกการเรียนรูให้นักเรียน
นักเรียนท้ายคาบเรียน พบว่านักเรียนไม่สามารถเขียนแบบบันทึกการเรียนรูได้ทันเวลา ดังนั้นจึงมี
แนวคิดที่จะปรับเปลี่ยน โดยการให้นักเรียนนำแบบบันทึกการเรียนรูกลับไปเขียน แล้วให้ตัวแทน
หรือหัวหน้าห้องทำการรวบรวมมาส่งในคาบเรียนครั้งต่อไป

3. จากการสังเกตผู้วิจัยพบว่า ยังมีนักเรียนบางคนไม่เข้าใจแต่ไม่กล้ายกมือถาม ผู้วิจัยจึงทำการสรุปมโนทัศน์และอธิบายเพิ่มเติมจากเนื้อหาอีกครั้งหนึ่ง นอกจากนี้ผู้วิจัยยังต้องเพิ่มตัวอย่างให้มากขึ้น และใช้คำถามที่ง่ายต่อการเข้าใจ มีการสุ่มถามนักเรียนรายบุคคลให้มากขึ้นกว่าเดิม

4. จากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนนั้นทำให้ผู้วิจัยต้องมีการจัดการกับบรรยากาศในชั้นเรียนให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อยให้มากขึ้น เนื่องจากปัญหาของการส่งเสริมศักยภาพ ความไม่มีความกระตือรือร้น และพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมบางอย่าง ทำให้นักเรียนคนอื่น ๆ ไม่ได้รับความรู้เพิ่มเติมที่ ผู้วิจัยจึงต้องตระหนักและให้ความสำคัญกับการบริหารจัดการในชั้นเรียน

วงจรที่ 3 ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแผนที่ 5 เรื่อง อาณาจักรมอเนอร่า และแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแผนที่ 6 เรื่อง อาณาจักร โพรทิสตา ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนามโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ โดยผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนดังต่อไปนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้วางแผนเพื่อพัฒนามโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแผนที่ 5 และแผนที่ 6 ดังนี้

1.1 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทั้ง 2 แผน ได้แก่ แผนที่ 5 เรื่อง อาณาจักรมอเนอร่า และแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแผนที่ 6 เรื่อง อาณาจักร โพรทิสตา โดยศึกษาจากตำรา บทความ และแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ

1.2 จัดทำสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ รวมถึงแบบทดสอบย่อย และแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

2. ขั้นปฏิบัติ (Action) และ 3. ขั้นสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe)

ผู้วิจัยได้ปฏิบัติและทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยดำเนินการโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแผนที่ 5 เรื่อง อาณาจักรมอเนอร่า และแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแผนที่ 5 เรื่อง อาณาจักร โพรทิสตา รวม 6 ชั่วโมง

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก แผนที่ 5

ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 นั้น ผู้วิจัยได้แสดงผลการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้ แผนนี้ยังพบปัญหานักเรียนเข้าคาบเรียนสาย และยังไม่มีความพร้อมในการเรียน จากการสังเกตของผู้วิจัยในชั้นกระตุ้นความสนใจนักเรียนร้อยละ 60 สามารถตอบคำถามได้ เนื่องจากในวงจรที่ผ่านมา นักเรียนเคยเรียนเรื่องเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตมาแล้ว จึงทำให้นักเรียนสามารถตอบได้ว่า เกณฑ์ใดบ้างที่เหมาะสมในการแบ่งสิ่งมีชีวิตออกเป็น

5 อาณาจักร แต่นักเรียนส่วนน้อยยังตอบไม่ได้ว่าลักษณะใดบ้างที่สิ่งมีชีวิตทั้ง 5 อาณาจักรมีร่วมกัน จากการทำกิจกรรม พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามัคคีกัน มีการช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม โดยเฉพาะแผนภาพที่ต้องใช้การสังเกต สมาชิกในกลุ่มจะช่วยกันลงข้อสรุปเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องลงในใบกิจกรรม บางกลุ่มมีการช่วยเหลือกันดีก็ค่อนข้างทำได้เร็ว ผู้วิจัยพบนักเรียนบางคนแอบเดินไปทำหัวข้ออื่นก่อนที่สมาชิกในกลุ่มจะเสร็จ ทำให้เกิดความวุ่นวายภายในห้องเรียน มีการสลับกลุ่มข้ามโต๊ะไปมา ผู้วิจัยจึงต้องเดินไปตามกลุ่มเพื่อกำชับ และดูแลความเรียบร้อยของนักเรียน ซึ่งพฤติกรรมของนักเรียนแสดงถึงความซื่อสัตย์สุจริต การทำใบกิจกรรมด้วยตนเองไม่เอาของเพื่อนมาลอกนั้นก็เป็นสิ่งสำคัญ ผู้วิจัยสังเกตเห็นนักเรียนชายบางคนนำใบกิจกรรมของเพื่อนกลุ่มอื่นที่ทำเสร็จแล้วมาลอก เพื่อให้ตนเองทำเสร็จได้อย่างรวดเร็ว ผู้วิจัยจึงตั้งเตือนเป็นรายบุคคล สิ่งที่สังเกต เห็นได้ชัดในชั้นสะท้อนความรู้คือ นักเรียนร้อยละ 80 ที่ออกมาเฉลยหน้าห้อง สามารถเฉลยได้อย่างถูกต้อง ข้อใดผิดสมาชิกในกลุ่มและเพื่อนในห้องจะช่วยกันเฉลย และอธิบายเพิ่มเติมได้ นักเรียนคนอื่น ๆ ปรบมือให้นักเรียนที่ออกมาตอบคำถามทุกครั้งหลังจากตอบคำถามเสร็จ นั่นเป็นการเสริมแรงให้นักเรียนที่ออกมาตอบคำถามรู้สึกว่าเขาเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้กลุ่มประสบความสำเร็จ และรู้สึกเห็นคุณค่าของตนเอง เพื่อน ๆ ในห้องส่งเสริมให้กำลังใจเพื่อนในกลุ่มตนเอง เมื่อได้ออกมาตอบคำถาม ทำให้ผู้วิจัยรู้สึกชื่นชมและมองว่าเป็นการเรียนที่สนุกสนาน ก่อนสิ้นสุดคาบเรียนผู้วิจัยได้บอกนักเรียนเตรียมพร้อมในการเข้าสู่การเรียนให้เร็วขึ้นกว่าเดิม เนื่องจากครั้งหน้ามีกิจกรรมที่ต้องใช้เวลา และเมื่อผู้วิจัยนำแบบทดสอบย่อยมาตรวจ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง อาจเป็นเพราะการทำแบบทดสอบย่อยนั้นได้ทำทันทีหลังจากที่เรียนเสร็จแล้ว จึงทำให้ความรู้ที่มีอยู่ยังไม่หายไป

2.2 แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก แผนที่ 6

ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 นั้น ผู้วิจัยได้แสดงผลการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

ในแผนนี้ผู้วิจัยเริ่มสังเกตเห็นว่านักเรียนมาเรียนตรงเวลา เนื่องจากในแผนที่แล้วผู้วิจัยได้บอกนักเรียนล่วงหน้าเกี่ยวกับกิจกรรมครั้งนี้ ทำให้นักเรียนมีความพร้อมในการเรียนมากขึ้น ปัญหาที่พบในช่วงกระตุ้นความสนใจคือ จอฉายโปรเจคเตอร์ไม่ชัดเจน เนื่องจากผู้วิจัยให้นักเรียนดูวิดีโอเกี่ยวกับอาณาจักรโพทิสตา นักเรียนหลายคนพูดเป็นเสียงเดียวกันว่า

“มองไม่เห็นเลยคะอาจารย์ ไปเรียนห้องอื่นใหม่คะ”

“หนูอยู่หลังห้องยังมองไม่ชัดเลยคะ หนูต้องเดินมาดูใกล้ ๆ อาจารย์ไม่ต้องให้ดูได้ไหม”

นักเรียนส่วนใหญ่ตอบคำถามหลังจากการดูวิดีโอว่า “โพทิสตเป็นสัตว์เซลล์เดียว”

และนักเรียนหลายคนยังเข้าใจผิดว่า “สาหร่าย คือ พืช” ซึ่งเป็น มโนทัศน์ที่เข้าใจผิด ผู้วิจัยจึงได้อธิบายความรู้เพิ่มเติมเล็กน้อยจากการถามและตอบของนักเรียนเพื่อปูเนื้อหาไปสู่การทำกิจกรรม

ในชั้นลงมือกระทำนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มนำเอากล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Light microscope) ออกมา ซึ่งกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงในห้องปฏิบัติการมีทั้งหมด 12 ตัว จึงทำให้นักเรียนทั้งหมด 6 กลุ่ม แบ่งกันใช้ได้กลุ่มละ 2 ตัว เฉลี่ยแล้วในกลุ่มหนึ่ง ๆ จะใช้กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัวต่อนักเรียน 3 คน ซึ่งก็เพียงพอต่อการทำปฏิบัติการ ผู้วิจัยสังเกตเห็นนักเรียนมีความตื่นเต้นในการทำกิจกรรมมาก มีนักเรียนบางคนพูดขึ้นมาว่า

“อาจารย์หนูชอบ หนูอยากทำแลปแบบนี้มาก หนูชอบส่องกล้องจุลทรรศน์ค่ะ”

“อาจารย์คะ มันคือน้ำอะไรหรอคะ ทำไมสีมันเขียวจัง”

“อาจารย์คะน้ำสกปรกขนาดนี้จะมีตัวอะไรอยู่ได้หรอคะ”

เมื่อนักเรียนเริ่มลงมือนำน้ำตัวอย่างไปตรวจสอบ ผู้วิจัยเดินไปตามกลุ่มต่าง ๆ เพื่อให้คำแนะนำ พบว่า นักเรียนบางกลุ่มยังใช้กล้องจุลทรรศน์ไม่ถูกต้อง ทำให้ไม่สามารถมองเห็นภาพที่ชัดเจนได้ ผู้วิจัยจึงสอนวิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์ที่ถูกต้อง พร้อมกับช่วยปรับความละเอียดของกล้องเป็นตัวอย่างให้นักเรียนสังเกตและจดจำ นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนสังเกตแล้วไม่สามารถระบุได้ว่าสิ่งมีชีวิตนั้นคือโปรทิสต์ชนิดใด ผู้วิจัยจึงสอนให้ดูลักษณะสำคัญ เช่น การมีซิเลีย (Cilia) แฟลเจลลัม (Flagellum) การมีอแกเนลล์พิเศษอื่น ๆ และยังสอนให้รู้จักการเปิดหนังสือก็ยว่าโปรทิสต์ที่นักเรียนสังเกตเห็นอยู่ในโปรทิสต์กลุ่มใด ทำให้นักเรียนเริ่มเกิดการเรียนรู้ เข้าใจและปฏิบัติเองได้ นักเรียน 2-3 กลุ่มยกมือเรียกถามพร้อม ๆ กัน เนื่องจากนักเรียนไม่มีความมั่นใจว่าโปรทิสต์ที่สังเกตเห็นนั้นเป็นโปรทิสต์ชนิดใด ทำให้ผู้วิจัยต้องเดินไปรอบ ๆ ห้องตลอดเวลาเพื่อบอกว่าสิ่งที่นักเรียนพบคือโปรทิสต์กลุ่มใด นักเรียนส่วนใหญ่วาดภาพโปรทิสต์จากการสังเกตเห็นได้ไม่ชัดเจนเท่าที่ควร บางคนให้เพื่อนวาดให้ เพราะคิดว่าตนเองเป็นคนไม่มีทักษะทางด้านศิลปะ นักเรียนหลายคนใช้โทรศัพท์มือถือขึ้นมาถ่ายรูปและวาดภาพตาม ซึ่งนักเรียนบอกว่า “ช่วยลดปัญหาเกี่ยวกับการที่จะต้องนั่งจ้องมองภาพจากกล้องจุลทรรศน์นาน ๆ เพราะรู้สึกปวดตา” ปัญหาที่พบอีก คือ นักเรียนสังเกตโปรทิสต์แล้วพบจำนวนน้อย นักเรียนชายจึงอาสาเดินลงไปตักน้ำตัวอย่างมาใหม่ ซึ่งก็ทำให้ค้นพบโปรทิสต์ได้อีกหลายชนิด นักเรียนใช้เวลาในการสังเกตนานมากจนทำให้เวลาหมดภายใน 2 ชั่วโมง หลังจากผู้วิจัยพยายามกระตุ้นให้นักเรียนควบคุมเวลาแล้วแต่ก็ยังช้า เช่นเดิม ทำให้เห็นนักเรียนชายเริ่มจับกลุ่มเล่นกัน ไม่สนใจการทำกิจกรรม ทิ้งให้เพื่อนในกลุ่มสังเกตเพียงลำพัง เมื่อผู้วิจัยได้สอบถามจึงทราบว่า นักเรียนต่างก็ต้องการใช้กล้องจุลทรรศน์ เมื่ออีกคนหนึ่งใช้เวลานาน สมาชิกในกลุ่มจากที่เคยตื่นเต้นในการค้นหา ความกระตือรือร้นนั้นก็ดับลงจนเกิดอาการเบื่อ และไม่อยากทำกิจกรรม ทำให้ต้องมานั่งเล่นกัน กลายเป็นภาพที่ไม่เหมาะสมในชั้นเรียน ผู้วิจัยจึงช่วยให้กำลังใจและกระตุ้นให้เกิดความสนใจอีกครั้ง โดยการช่วยพูดจาภายในกลุ่มให้สมาชิกแบ่งปันและช่วยเหลือกัน อีกกลุ่มหนึ่งที่ผู้วิจัยสังเกตเห็นคือ สมาชิกในกลุ่ม

ช่วยเหลือกันดีมากจนทำให้ค้นพบโพรทิสต์ได้จำนวนมากที่สุด เมื่อนักเรียนค้นพบแต่ละตัวก็จะส่งเสียงดีใจขึ้นมา ยิ่งผู้วิจัยบอกว่าเป็นชนิดที่หายากแล้ว นักเรียนยิ่งแสดงความดีใจและภูมิใจว่ากลุ่มของตนเองมีทักษะการสังเกตได้ดีและยังเรียกเพื่อน ๆ ในห้องมาดูอีกด้วย เมื่อมีกลุ่มที่พบมากแต่ละกลุ่มก็เริ่มช่วยกันมากขึ้น เพื่อที่จะได้ค้นพบชนิดใหม่ ๆ จากที่เพื่อนเคยค้นพบ ทำให้บรรยากาศโดยรวมสนุกสนาน หลังจากเสร็จกิจกรรมผู้วิจัยพบเพียง 20 % ของนักเรียนที่ยังเก็บกล้องจุลทรรศน์ไม่ถูกต้อง จากผลการทำกิจกรรมพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สังเกตสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโพรทิสต์ได้ประมาณกลุ่มละ 5 ชนิดขึ้นไป เป็นโพรทิสต์จำพวกซีเลียต (Ciliata) มากที่สุด ซึ่งโพรทิสต์กลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่ใช้ซีเลียในการเคลื่อนที่และพัดโบกอาหารเข้าปาก โดยเฉพาะโคเลป (*Coleps* sp.) และวอร์ติเซลลา (*Vorticella* sp.) โพรทิสต์พวกนี้จะเคลื่อนที่เร็วมาก ทำให้นักเรียนไม่ทันสังเกตและวาดภาพลักษณะต่าง ๆ ได้ไม่ชัดเจน ผู้วิจัยจึงแนะนำให้ใช้กลีเซอริน (Glycerin) แทน เนื่องจากไม่มีสารเมทิลเซลลูโลส (Methyl cellulose) ในห้องปฏิบัติการ ส่วนพวกสาหร่ายอื่น ๆ ที่พบบ่อยที่สุด คือ สาหร่ายสีเขียว (Green algae) ได้แก่ เพดิแอสตรัม (*Pediastrum* sp.) และ ซินเดสมัส (*Scenedesmus* sp.) สังเกตได้ง่ายเนื่องจากเป็นสาหร่ายที่อยู่รวมกันเป็นโคโลนี (Colony) และมีลักษณะสวยงาม เคลื่อนที่ช้ามาก จึงทำให้นักเรียนสังเกตเห็นได้ง่าย หลังจากการนำเสนอของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีความสนใจและร่วมตอบคำถามในชั้นเรียนมากถึงร้อยละ 70 นักเรียนคนหนึ่งถามคำถามมากกว่า 1 คำถาม เช่น

“อาจารย์ครับ โพรทิสต์ชนิดใดมีจำนวนมากที่สุดครับ”

“อาจารย์ครับ แล้วโพรทิสต์มันสามารถบ่งบอกคุณภาพของน้ำได้ด้วยใช่ไหมครับ ตัวอะไรบ้างที่บอกว่าเป็นน้ำเสีย ตัวอะไรบ้างที่บอกว่าเป็นน้ำสะอาดครับ”

ทำให้ผู้วิจัยสังเกตเห็นการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียน ผู้วิจัยได้ตอบคำถามและชี้แนวทางให้นักเรียน ไปสืบค้นความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับโพรทิสต์ที่ตนเองสนใจ หลังจากทีนักเรียนทำแบบทดสอบย่อยเรียบร้อยแล้ว พบว่า นักเรียนสามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง อาจเป็นเพราะการทำแบบทดสอบย่อยนั้น ได้ทำทันทีหลังจากที่เรียนเสร็จแล้ว จึงทำให้ความรู้ที่มีอยู่ยังไม่หายไป นักเรียนบางคนจำได้ทันทีเมื่อเห็นภาพของโพรทิสต์บางชนิดว่าเป็นโพรทิสต์ชนิดใด

4. ขั้นตอนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ผู้วิจัยได้ทำการสะท้อนผลการปฏิบัติหลังจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ทั้งแผนที่ 5 และแผนที่ 6 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์และมโนทัศน์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีรายละเอียดในการสะท้อนผลการปฏิบัติ ดังนี้

จากการวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในแผนที่ 5 เรื่อง อาณาจักรมอเนอรา ซึ่งเป็นแผนที่เน้นการให้ความสำคัญของการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนโดยการร่วมมือร่วมใจกันทำงาน

เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น มีการวางแผน ร่วมกันลงข้อสรุป และลดพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมทางการเรียน โดยการเดินดูแผนภาพรอบโต๊ะ และกิจกรรมการส่งกล่องจุลทรรศน์ เพื่อระบุชนิดของโพรทิตส์ ไม่เพียงแต่กระตุ้นตัวผู้เรียนให้ลุกขึ้นมาทำกิจกรรมเพียงอย่างเดียว แต่ยังกระตุ้นให้เกิดการร่วมมือกัน (Cooperation) ของนักเรียน การจัดการเรียนรู้เชิงรุกวิธีนี้เป็นวิธีการที่ช่วยเสริมสร้างให้นักเรียนรู้จักสังเคราะห์ความรู้จากการดูแผนภาพ แล้วสามารถเขียนลงไปใบบันทึกกิจกรรมได้ นักเรียนบางคนไม่สามารถเข้าใจได้เองเมื่อดูแผนภาพคนเดียว สมาชิกในกลุ่มจะช่วยกันปรึกษาว่าคำตอบที่ถูกต้องคืออะไร ซึ่งจะทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น มีการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน การจัดการเรียนรู้เชิงรุกทำให้ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนได้ง่าย และทราบว่านักเรียนคนใดมีส่วนร่วมในการเรียน สามารถตั้งคำถามและตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง นักเรียนคนใดมีความพยายามมากน้อยเพียงใด จากปัญหาต่าง ๆ ทำให้ผู้วิจัยได้ตระหนักเรื่องการบริหารจัดการในชั้นเรียน ซึ่งนักเรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกัน นักเรียนส่วนใหญ่ยังเห็นคุณค่าของตนเองน้อย บางคนยังไม่เห็นถึงความสำคัญของเนื้อหาจึงทำให้นักเรียนไม่ค่อยสนใจเท่าที่ควร ส่วนปัญหาภายในห้องเรียนผู้วิจัยมีการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้อย่างทันท่วงที จึงทำให้การดำเนินการสอนเป็นไปด้วยความราบรื่น จากการทำแบบทดสอบย่อย ในแผนที่ 5 และแผนที่ 6 นั้นมีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก คิดเป็นคะแนนเต็ม 10 คะแนน ซึ่งแบบทดสอบนี้ได้จากการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจและทำข้อสอบได้ ดังแสดงในตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก

นักเรียนคนที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยแผนที่ 5 (คะแนนเต็ม 10)	คะแนนแบบทดสอบย่อยแผนที่ 6 (คะแนนเต็ม 10)
1	7	8
2	6	6
3	7	7
4	6	6
5	7	8
6	9	8

ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยแผนที่ 5 (คะแนนเต็ม 10)	คะแนนแบบทดสอบย่อยแผนที่ 6 (คะแนนเต็ม 10)
7	3	6
8	6	8
9	3	6
10	3	6
11	6	6
12	5	6
13	7	8
14	3	6
15	7	6
16	6	8
17	7	8
18	7	8
19	8	8
20	7	8
21	6	6
22	7	6
23	7	8
24	7	8
25	6	6
26	7	8
27	8	8
28	7	6
29	8	6
30	7	8
31	6	8

ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยแผนที่ 5 (คะแนนเต็ม 10)	คะแนนแบบทดสอบย่อยแผนที่ 6 (คะแนนเต็ม 10)
33	7	8
34	6	6
\bar{X}	6.35	7.09
SD	1.45	1.00

จากตารางที่ 4-8 คะแนนแบบทดสอบย่อยทำขวงจรที่ 3 ของนักเรียน ในแผนที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.35 ± 1.45 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน และในแผนที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.09 ± 1.00 จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน สาเหตุที่ทำให้นักเรียนทำคะแนนแบบทดสอบย่อยทำขวงจรที่ 5 ได้ไม่ดีนัก อาจเกิดจากการที่นักเรียนบางคนไม่มั่นใจและอ่านรากศัพท์ไม่ได้ ส่วนใหญ่จะมีความเข้าใจผิดเกี่ยวกับลักษณะของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ซึ่งนักเรียนมองข้ามเรื่องการมีหรือไม่มีเชื้อหุ้มนิวเคลียส แต่กลับ ไปตอบเกี่ยวกับสภาพแหล่งที่อยู่อาศัยและส่วนประกอบมากกว่า ทั้ง ๆ ที่ประเด็นหลักอยู่ที่การมองให้ออกว่าสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในอาณาจักรมอเนอร่าจะต้องเป็นพวกโพรคาริโอตเท่านั้นส่วนนักเรียนที่ได้คะแนน 3 คะแนนจะเป็นกลุ่มนักเรียนชาย ที่ในตอนท้ายคาบที่ผู้วิจัยทำการสรุปมโนทัศน์ นักเรียนชายมักจะจับกลุ่มพูดคุยและเล่นกันจึงไม่เข้าใจและจำไม่ได้เมื่อมาเจอคำถามที่มีตัวเลือก

จากการเขียนบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจให้จัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้ นักเรียนชอบการลงมือปฏิบัติมากกว่าการนั่งฟังบรรยายเพียงอย่างเดียว แต่นักเรียนต้องการให้เพิ่มเวลาในการศึกษานานขึ้น และต้องการให้เพื่อนในกลุ่มช่วยกันสังเกต ไม่ไปรบกวนกลุ่มอื่น ดังภาพที่ 4-6

2. ในวันนี้นักเรียนมีความรู้สึกชอบกิจกรรมอะไรมากที่สุด เพราะเหตุใด *กิจกรรมปฏิบัติแผนภาพ เพราะ ได้ช่วยกันคิด และ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น*
3. ในระหว่างเรียนนักเรียนพบปัญหาอะไร *เพื่อหากลุ่มอื่นเข้ามาในกลุ่มใหญ่ แผนภาพไม่พอ เพื่อนคุยซบก่อน*
4. ความในใจที่นักเรียนอยากระบายให้ครูรับรู้ *อาจารย์อธิบายเข้าใจ ชอบสอนท้าย ที่ช่วยกันสรุปได้ คตมวี และ ประมคตมวี*
5. นักเรียนอยากให้มีการปรับปรุงแก้ไขอะไรในการสอนของวันนี้ และแนวทางแก้ไขควรเป็นอย่างไร *อยากให้มีแผนภาพในรูปว่าให้ เพราะ บางรูปเพื่อนพูดเยอะ และ เพื่อนไม่ฟัง ซบกันกิน ออกาหนี้ออเรียนเอียงก้อ*
2. ในวันนี้นักเรียนมีความรู้สึกชอบกิจกรรมอะไรมากที่สุด เพราะเหตุใด *ชอบส่งออกสื่อคุณธรรม มากค่ะ เพราะว่า หัวข้อหาพวกคือ สัจจิตใหม่ เรา ได้เจออยู่โรมทาง*
3. ในระหว่างเรียนนักเรียนพบปัญหาอะไร *ไฟเพ็คสิริเร็วเร็วมากค่ะ บางทีมองไม่ เห็นว่า เป็นตัวไหน หรือแต่ตัวเดิม ตัวใหม่หน้าตาเหมือนกันนิดๆ เพื่อแบ่งตัวไม่ซ้ำชนิดะ*
4. ความในใจที่นักเรียนอยากระบายให้ครูรับรู้ *อยากให้นักเรียนทุกคนมีอีก ไม่ชอบที่ บรรยายยาวไร อยากให้กิจกรรมมากกว่าค่ะ ออกาให้ เข้มงวดหาหน้า ก้อให้พอจะหาเจอออกคะ*
5. นักเรียนอยากให้มีการปรับปรุงแก้ไขอะไรในการสอนของวันนี้ และแนวทางแก้ไขควรเป็นอย่างไร *เพิ่มเวลาให้ทบทวน จากรรม และออกาให้อาจารย์สอนก่อน ลงสารอาจารย์ค่ะ เพาะต้องเขี่ย อาจารย์ขยับเยอะ*

ภาพที่ 4-6 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้

การเขียนบันทึกการเรียนรู้ทำให้ทราบถึงความคิดเห็นของนักเรียนว่ารู้สึกและได้ความรู้ จากเรื่องที่เรียนอย่างไร การฝึกเขียนในลักษณะนี้จะทำให้นักเรียนรับรู้ถึงพฤติกรรม การเรียนของตนเองได้ และจะสามารถนำความรู้ ความคิด ไปปรับปรุงพฤติกรรมของตนเองต่อไป

แนวทางในการปรับแผน

จากข้อมูลที่ได้กล่าวมาทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในวงจรสุดท้าย ดังนี้

1. จากแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 5 ในขั้นตอนการลงมือกระทำ พบว่า มีแผนภาพบางแผนภาพที่นักเรียนสังเกตแล้วไม่เข้าใจเท่าที่ควร ผู้วิจัยต้องปรับแผนภาพใหม่ให้เข้ากับคำถาม อาจจะเพิ่มจำนวนแผนภาพซ้ำเพื่อไม่ให้นักเรียนหลายคนในกลุ่มต้องแย่งกันดู ต้องทำแผนภาพให้มีขนาดใหญ่และแข็งแรงมากขึ้น

2. ผู้วิจัยควรนำตัวอย่างของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรมอเนอรามาให้นักเรียนดูด้วย เช่น แบคทีเรียไมก์อโรคอบางชนิด และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิด เพื่อให้นักเรียนได้สังเกตและสัมผัสได้ ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

3. จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ในขั้นตอนการลงมือกระทำ พบว่า น้ำตัวอย่างที่นำมา นั้น โพรทิสต์บางส่วนตายไปเนื่องจากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม จึงทำให้นักเรียนต้องไปตักน้ำ ตัวอย่างมาใหม่ และบางบริเวณพบโพรทิสต์น้อยมาก และเป็นโพรทิสต์ชนิดเดิม ความต้องการของ นักเรียนที่จะค้นหาค้นหาชนิดใหม่ ๆ ก็มีลดลง ผู้วิจัยจะต้องใช้น้ำจากแหล่งธรรมชาติที่มีความน่าจะเป็น ในการพบโพรทิสต์สูง และเป็นน้ำที่ตักมาใหม่

4. นักเรียนมีปัญหาในการใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง เช่น การปรับความละเอียด ของภาพ การจัดเก็บกล้องจุลทรรศน์ การส่องกล้องจุลทรรศน์อย่างถูกต้อง ซึ่งผู้วิจัยต้องทำการสอน และบอกวิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์ที่ถูกต้อง เพื่อเน้นย้ำให้นักเรียนมีการจดจำและมีทักษะการใช้ อุปกรณ์ และผู้วิจัยต้องหมั่นตรวจสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ อยู่เสมอ ให้มีความพร้อมในการเรียน

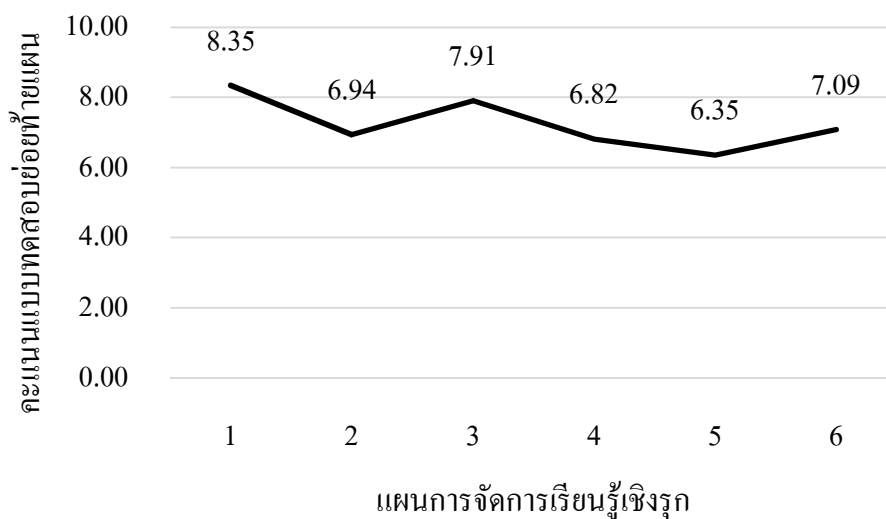
5. ผู้วิจัยไม่ได้อธิบายรายละเอียดของโพรทิสต์ก่อนที่จะถึงขั้นลงมือกระทำ ทำให้นักเรียนทำการสังเกตลักษณะของโพรทิสต์แล้วไม่ทราบขอบเขตของการค้นหา บางคนเจอ ฟองอากาศ เจอเศษฝุ่นก็คิดว่าเป็นโพรทิสต์ ซึ่งผู้วิจัยต้องบอกลักษณะคร่าว ๆ ของโพรทิสต์ชนิด ต่าง ๆ ก่อนว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร

6. จากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนนั้นทำให้ผู้วิจัยต้องมีการจัดการกับบรรยากาศใน ชั้นเรียนให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อยมากขึ้น เนื่องจากปัญหาของการส่งเสียงดัง ความไม่มีระเบียบ วินัย และพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมบางอย่าง ทำให้นักเรียนคนอื่น ๆ ไม่ได้รับความรู้อย่างเต็มที่ ผู้วิจัยจึงต้องตระหนักและให้ความสำคัญกับการบริการจัดการในชั้นเรียน

จากที่ได้นำเสนอข้อมูลทั้ง 3 วงจร ผู้วิจัยสามารถสรุปและนำเสนอพัฒนาการของ มโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามวงจรที่ 1-3 โดยมีทั้งหมด 6 แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นภาพรวมดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1-3 หลังจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

วงจร	1	2	3	\bar{X}	SD									
แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (10 คะแนน)	1	2	3	4	5	6	8.35	6.94	7.91	6.82	6.35	7.09	7.25	2.74



ภาพที่ 4-7 ระดับคะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายแผนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก แผนที่ 1-6

จากตารางที่ 4-9 และภาพที่ 4-7 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีคะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายแผนที่ 1-6 ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยวงจรที่มีคะแนนมากที่สุดคือวงจรที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.35 คะแนน รองลงมาคือวงจรที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ย 7.91 คะแนน วงจรที่ 6, 2, 4 และ 5 มีคะแนนเฉลี่ย 7.09, 6.94, 6.82 และ 6.35 คะแนน ตามลำดับ

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Action research) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนานวัตกรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ด้วยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ หลักสูตรปกติ และเป็นห้องเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคละกัน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/7 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ 4 ขั้นตอน (PAOR) อย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง 3 วงจร คือ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติ (Action) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ทั้งหมด 6 แผน มีค่าความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.2-5.0 ในระดับความเหมาะสมมากถึงระดับความเหมาะสมมากที่สุด และมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนเท่ากับ 4.66 ± 0.24 2) แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ มีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.8-1.0 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-0.27 ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20-0.49 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สัมประสิทธิ์อัลฟา (α Coefficient) ของครอนบัก (Cronbach) เท่ากับ 0.96 และ 3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ มีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.6-1.0 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-0.37 ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20-0.73 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (KR-20) เท่ากับ 0.96 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการใช้การทดสอบที (Paired sample t -test)

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้เชิงรุกเป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและเน้นการปฏิบัติ โดยเฉพาะการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของนักเรียน จากการศึกษาที่ครูผู้สอนเป็นผู้บรรยายหน้าชั้นเรียน นักเรียนเป็นฝ่ายรับความรู้ (Passive) ปรับเปลี่ยนเป็นการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ (Active) แล้วเกิดการสร้างองค์ความรู้ (Construct) ขึ้นด้วยตนเอง โดยที่ครูผู้สอนเป็นฝ่ายช่วยเหลือ อำนวยความสะดวก และสรุปมโนทัศน์ในช่วงท้าย ซึ่ง Bonwell and Eison (1991, p.5) กล่าวว่า iver ว่า นักเรียนไม่เพียงแต่จะต้องฟังมากขึ้นแต่พวกเขายังต้องอ่าน เขียน ปรึกษาหารือ และสิ่งที่สำคัญที่สุด คือ การได้มีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาอย่างจริงจัง จะทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาระบวนการคิดขั้นสูง (Higher order thinking) ซึ่งนักเรียนสามารถบูรณาการ เชื่อมโยงความรู้และนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ สอดคล้องกับการวิจัยของเอ็ดการ์ เดล (Dale, 1969 cited in Abhiyan, 2008, p. 13) ที่พบว่า การเรียนรู้ของผู้เรียนนั้นมีผลต่อความสามารถในการรับรู้และการนำความรู้ไปใช้ได้แตกต่างกัน ซึ่งการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่มีการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการร่วมแสดงความคิดเห็น การนำเสนอ และการได้ลงมือกระทำ ผู้เรียนจะสามารถจดจำความรู้ได้มากขึ้นถึงร้อยละ 70-90 เมื่อระยะเวลาผ่านไปเพียง 2 สัปดาห์ และสอดคล้องกับคำกล่าวของ ทิพย์วัลย์ สุทิน (2555, หน้า 5) ว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ทำให้นักเรียนสามารถรักษาผลการเรียนรู้ให้คงทนได้มากและนานกว่ากระบวนการเรียนรู้เชิงรับ เพราะกระบวนการเรียนรู้เชิงรุกสอดคล้องกับธรรมชาติการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับความจำ โดยจะจำในสิ่งที่เรียนรู้อย่างมีส่วนร่วม มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ผู้สอน และสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่ได้ผ่านการปฏิบัติจริง สามารถเก็บความจำไว้ในระบบความจำระยะยาว (Long term memory) ทำให้ผลการเรียนรู้อยู่ได้ในปริมาณที่มากกว่าและนานกว่าการเรียนรู้เชิงรับ

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นกระตุ้นความสนใจ 2) ขั้นลงมือกระทำ 3) ขั้นสะท้อนความคิด และ 4) ขั้นประเมินผล พบว่า ในขั้นลงมือปฏิบัตินั้นเป็นการฝึกให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เพื่อเกิดการสร้างองค์ความรู้ขึ้นด้วยตนเอง เป็นขั้นที่นักเรียนเริ่มเกิดการปรับมโนทัศน์ขึ้น ในสมอง และสามารถนำความรู้นี้ไปสะท้อนความคิดในขั้น

ต่อไปได้ สอดคล้องกับข้อสรุปของชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 72) เกี่ยวกับกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ที่ว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นในขณะที่ได้รับประสบการณ์จากสถานการณ์ต่าง ๆ และเชื่อว่า นักเรียนจะเข้าใจอย่างถ่องแท้เมื่อเขาได้รู้จักสิ่งนั้นด้วยตนเองอย่างกระตือรือร้น เขาจะต้องจัดการกับข้อมูลใหม่ด้วยความรู้ที่มีอยู่ ถ้าข้อมูลใหม่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับความรู้เดิม จะเกิดความขัดแย้งขึ้นและจะต้องหาทางแก้ไข อีกทั้งในขั้นสะท้อนความคิดนั้นเป็นขั้นที่ผู้วิจัยสามารถสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนได้ว่า นักเรียนสามารถสะท้อนความคิดและมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องในเนื้อหาหรือไม่ หากนักเรียนยังมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอยู่ สมาชิกภายในห้องและผู้วิจัยก็จะร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปเพื่อปรับมโนทัศน์ให้ถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง เป็นการเน้นย้ำให้นักเรียนเข้าใจว่ากิจกรรมการลงมือปฏิบัตินั้นสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาอย่างไร โดยในขั้นตอนสุดท้าย คือขั้นประเมินผล จะเป็นขั้นที่ประเมินว่านักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องเพียงใด จากการให้นักเรียนได้ทำแบบทดสอบย่อยท้ายแผน และเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ ทำให้ทราบถึงความคิดเห็นของนักเรียนว่ารู้สึกและได้ความรู้จากเรื่องที่เรียนอย่างไร การฝึกเขียนในลักษณะนี้จะทำให้นักเรียนรับรู้ถึงพฤติกรรมกรเรียนของตนเองได้ และจะสามารถนำความรู้ ความคิดไปปรับปรุงพฤติกรรมของตนเองต่อไป ซึ่งเป็นข้อมูลที่ผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์ ปรับปรุง และพัฒนาการจัดการเรียนรู้ไป พร้อม ๆ กัน ผลส่วนใหญ่ของนักเรียนแสดงความคิดเห็นที่ดีและพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ถึงแม้ว่าในช่วงแรกจะยังไม่คุ้นเคยมากนัก อีกทั้งผู้วิจัยได้สังเกตเห็นปัญหาบางอย่างที่ไม่สามารถแก้ไขได้ในชั้นเรียน เนื่องจากเป็นปัญหาจากสภาพแวดล้อมทางกายภาพ จัดได้ว่าเป็นตัวแปรแทรกซ้อนที่มารบกวนการจัดการเรียนรู้ เป็นต้น ซึ่งจากการศึกษาค้นคว้าพบว่าผลการวิจัยนี้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของวาฮูดีและทรีกัส (Wahyudi and Treagust, 2001, pp. 7-20) ที่ทำการวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาผลของมโนทัศน์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องทฤษฎีอะตอม โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยเน้นการเขียนเชิงรุก ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับมอบหมายงานให้เขียนเป็นกลุ่ม มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางการเรียนวิชาเคมี สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับมอบหมายงานให้เขียนเพียงคนเดียว เนื่องจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุกนั้นมี การจัดกิจกรรมได้หลายรูปแบบ ส่วนใหญ่จะเน้นการทำกิจกรรมกลุ่ม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยจากโอรฮานและรูฮาน (Orhan and Ruhan, 2007, pp. 71-81) ที่ศึกษาถึงมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุกผสมผสานกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้ส่งเสริมให้

นักเรียนมีโอกาสลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และผลของการปฏิบัติของตนเอง นำเสนอต่อเพื่อนกลุ่มใหญ่ มีการร่วมมือกันวางแผน และสามารถลงมือปฏิบัติอย่างถูกต้อง การสอนชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ทำให้มีโน้ตสน์ที่ยังไม่สมบูรณ์ของนักเรียนได้รับการปรับให้ชัดเจนและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น นักเรียนมีความเข้าใจที่ซับซ้อนมากกว่าเดิม เพราะการจัดกิจกรรมเชิงรุกที่เน้นการลงมือปฏิบัตินั้น ทำให้นักเรียนได้รู้จักเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา (2547) ที่ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการที่เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น เรื่อง ร่างกายมนุษย์ ผลการวิจัยสรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามรูปแบบฯ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) นักเรียนมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ดีขึ้นและภายหลังจากการเรียน 2 สัปดาห์ไม่แตกต่างจากหลังจบการเรียนทันที และผู้เรียนแสดงความคิดเห็นจากบันทึกการเรียนรู้ในเชิงบวก และสอดคล้องกับงานวิจัยของวันเพ็ญ คำเทศ (2549) เกี่ยวกับผลการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกของเลสไล ดี ฟิงค์ (Leslie dee Fink's model) ที่มีต่อความสามารถในการเขียนอนุเฉท (Paragraph) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลวิจัยสรุปว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกของเลสไล ดี ฟิงค์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มที่เรียนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกของเลสไล ดี ฟิงค์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียน โดยใช้วิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และงานวิจัยของ บาเคีย (Bakir, 2014) ที่ได้ทำการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ในรายวิชาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นที่ดีและมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนรู้เชิงรุกนั้นทำให้สามารถเข้าใจในเนื้อหาได้ง่ายขึ้น และนักเรียนบางคนในช่วงแรกมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ แต่เมื่อเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแล้วทำให้มีเจตคติที่ดีขึ้น โดยกิจกรรมที่นักเรียนส่วนใหญ่พึงพอใจมากที่สุด คือ กิจกรรมแสดงบทบาทสมมติ (Role playing) สอดคล้องกับงานวิจัยของนิติพร เชื้อสุวรรณ (2550) ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการฟัง-พูด และเจตคติต่อวิชาภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยวิธีการสอนแบบการแสดงบทบาทสมมติกับวิธีสอนปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบการแสดงบทบาทสมมติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความสามารถในการฟัง-พูด และเจตคติต่อวิชาภาษาอังกฤษ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และ

สอดคล้องกับงานวิจัยของปณิดา ทองมูล (2555) ในการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเล่านิทาน ประกอบการแสดงบทบาทสมมติที่มีต่อความรู้เรื่องภาวะโลกร้อนของเด็กปฐมวัย พบว่าหลัง การทดลองเด็กปฐมวัยที่ได้รับการสอนโดยใช้บทบาทสมมติมีคะแนนความรู้เรื่อง ภาวะโลกร้อนสูง กว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งจากแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกของงานวิจัย ในแผนที่ 4 เรื่อง กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทบาทสมมติ มีการจัดเตรียมอุปกรณ์ และวางแผนกิจกรรมให้สอดคล้องกับเนื้อหา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มี การแบ่งกลุ่ม วางแผน จัดบทบาท และช่วยเหลือกัน นักเรียน มีความสนุกสนาน และกระตือรือร้น ในการเรียนมาก นักเรียนมีความคิดเห็นที่ดี และมีผลการทดสอบย่อยท้ายแผนอยู่ในเกณฑ์ดี โดยการแสดงบทบาทสมมติไม่เพียงแต่กระตุ้นตัวผู้เรียนเพียงอย่างเดียว แต่ยังกระตุ้นให้เกิด การร่วมมือกัน (Cooperation) ของนักเรียนเพื่อให้เกิดความสำเร็จของกลุ่ม และทำให้เกิดผลอันเป็น ที่น่าพอใจ ซึ่งการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในวิธีนี้จะช่วยให้นักเรียนที่มีความแตกต่างกันมีการปรับตัว เข้าหากัน สนับสนุนกันมากขึ้น คนเก่งหรือผู้นำกลุ่มได้มีการช่วยเหลือและมอบหมายหน้าที่เพื่อให้ คนที่อ่อนกว่าได้มีบทบาทและมองเห็นคุณค่าของตนเอง (Johnson and Johnson, 1994, p. 3)

การจัดการเรียนรู้เชิงรุกวิธีนี้เป็นวิธีการที่ช่วยเสริมสร้างให้นักเรียนรู้จักสังเคราะห์ความรู้ จากการอ่านเนื้อหาในใบความรู้ แล้วทำให้เกิดเป็นรูปธรรมมากขึ้นจากการแสดง นักเรียนจะเกิด การปรับมโนทัศน์ในสมอง และทำให้อัจฉริยะในหัวนั้นได้ดี เมื่อเวลาผ่านไปนักเรียนจะสามารถ นึกถึงสิ่งที่ตนเองแสดงบทบาทนั้น ๆ และเข้าใจว่าบทบาทนั้นสื่อถึงอะไร นักเรียนบางคนไม่ สามารถเข้าใจได้เองเมื่ออ่านข้อความจากใบความรู้ วิธีการแสดงบทบาทสมมติจะให้นักเรียน เข้าใจได้ง่ายขึ้นกว่าการอ่านเพียงคนเดียว การจัดการเรียนรู้เชิงรุกทำให้ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรม ของนักเรียนได้ง่าย และทราบว่านักเรียนคนใดมีส่วนร่วมในการเรียน และมีความพยายามมากน้อย เพียงใด สามารถตั้งคำถามและตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง ดังที่ณัชชานันท์ แก้วชัยเจริญกิจ (2550 อ้างถึงใน สดภาพ พุทธพิบูล, หน้า 8) ได้กล่าวไว้ว่า บทบาทที่สำคัญของครูผู้สอน คือ เป็น ผู้สนับสนุนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และพัฒนาทักษะผู้เรียนในด้านการประเมินค่าจากสิ่งที่พบ การเจรจาต่อรอง ตัดสินใจ แก้ปัญหา การมีส่วนร่วมและมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นเป็นสิ่งจำเป็นต่อ การเรียนรู้ ซึ่งถ้าผู้สอนได้แสดงบทบาทที่เหมาะสมจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น และกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดสิ่งใหม่ ๆ

อีกทั้งจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคล โดยวิเคราะห์จากนักเรียนกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน ทำให้ทราบว่านักเรียนที่อ่อนส่วนใหญ่ สามารถทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่าง ชัดเจน ยกตัวอย่างเช่น นักเรียนเลขที่ 2 มีคะแนนก่อนเรียนจาก 1.60 คะแนน เป็น 10.60 คะแนน

จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน นอกจากนี้ยังมีนักเรียนเลขที่ 9, 19 และ 21 ที่พบว่ามีการพัฒนาการเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียนมาก จากการสังเกตนักเรียนกลุ่มอ่อน ผู้วิจัยพบว่า ในช่วงแรกพวกเขามีส่วนร่วมในการเรียนน้อยมาก ชอบคุยกับเพื่อน และเล่นกันในชั้นเรียน แต่เมื่อผู้วิจัยได้นำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกมาสอนในเรื่อง เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างซับซ้อน และมีเนื้อหามาก การจัดการเรียนรู้เชิงรุกทำให้นักเรียนมีมุมมองที่เปลี่ยนไป นักเรียนเริ่มหันมาสนใจในกิจกรรม มีความอยากรู้อยากเห็น และถามผู้วิจัยบ่อยขึ้น นักเรียนค่อย ๆ เริ่มปรับตัว และ มีส่วนร่วมในการเรียน จนทำให้นักเรียนมีความคิดเห็นที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้เชิงรุก จึงส่งผลให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่สูงขึ้น ส่วนนักเรียนกลุ่มปานกลางและเก่งยังพบว่าการพัฒนา มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ยังไม่สูงมากนัก สังเกตจากคะแนนของนักเรียนเลขที่ 1, 14, 22 และ 34 ซึ่งมีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ไม่ถึงร้อยละ 30 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยนำไปทดลองนั้นอาจยังไม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ให้กับนักเรียนในกลุ่มปานกลางและเก่งได้สูงสุด เพราะนักเรียนมีพื้นฐานความรู้และสามารถเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว สามารถลงมือปฏิบัติกิจกรรมได้ดี อีกทั้งมีส่วนช่วยในการส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนกลุ่มอ่อนได้มีส่วนร่วมในการเรียน มีบทบาท หน้าที่ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มปานกลางและเก่งได้เป็นอย่างดี จึงทำให้ผลที่เกิดขึ้นทำให้นักเรียนกลุ่มอ่อนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

2. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องมาจากการที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกในห้องเรียนที่เกิดจากการลงมือปฏิบัติจริง การจัดการเรียนรู้เชิงรุกส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างกระตือรือร้น ในกิจกรรมมีการจัดกลุ่มให้นักเรียนช่วยเหลือและแบ่งหน้าที่กันทำงาน สอดคล้องกับคำกล่าวของจอห์นสันและจอห์นสัน (Johnson and Johnson, 1997, p. 27-31) ที่ว่า การส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างทั่วถึง ควรจะจัดกลุ่มประมาณ 3-5 คน ในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกมีเทคนิคที่หลากหลาย เช่น การเล่นเกม การแสดงบทบาทสมมติ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่ม และยังมีการนำเสนอความรู้ต่อเพื่อนร่วมชั้น ซึ่งไม่เพียงแต่จะได้รับความรู้ นักเรียนยังได้มีปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกในห้องเรียนและครูอีกด้วย และการศึกษาของมโนทัศน์ที่ถูกต้องย่อมส่งผลถึงการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นตามมา ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของวาทัญญู วุฒิวรรณ (2551) เกี่ยวกับการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนการสอนเชิงรุก ผลการวิจัยปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียน โดยการจัดการเรียนการสอนเชิงรุกสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยัง

สอดคล้องกับงานวิจัยของสุกฤษณ์ เขียรเชาว์ (2555) ที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเรียน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก และแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนผลการวิจัยของซาเวค และเดเวตัก (Savec and Devetak, 2013, pp. 1113-1121) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในเนื้อหาวิชาเคมี เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของประเทศสโลวาเนีย โดยเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเฉพาะในด้านพุทธิพิสัยและด้านทักษะพิสัย แต่นักเรียนจะต้องใช้เวลาในการปรับตัวในการเรียนรู้มากกว่าแบบบรรยาย พร้อมทั้งครูจะต้องมีความชำนาญในการสอนอีกด้วย

อีกทั้งจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคล โดยวิเคราะห์จากนักเรียนกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน ทำให้ทราบว่านักเรียนที่อ่อนส่วนใหญ่สามารถทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างชัดเจน ยกตัวอย่างเช่น นักเรียนเลขที่ 2 มีคะแนนก่อนเรียนจาก 6 คะแนน เป็น 33 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน ซึ่งทำให้มีคะแนนพัฒนาการสูงถึง 79.41 % นอกจากนี้ยังมีนักเรียนเลขที่ 1, 5, 17 และ 29 ที่พบว่ามีการพัฒนาการเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียนมาก จากการสังเกตนักเรียนกลุ่มอ่อน ผู้วิจัยพบว่า ในช่วงแรกพวกเขามีส่วนร่วมในการเรียนน้อยมาก ชอบคุยกับเพื่อน และเล่นกันในชั้นเรียน แต่เมื่อผู้วิจัยได้นำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกมาสอนในเนื้อหา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างซับซ้อน และมีเนื้อหามาก การจัดการเรียนรู้เชิงรุกทำให้นักเรียนมีมุมมองที่เปลี่ยนไป นักเรียนเริ่มหันมาสนใจในกิจกรรม มีความอยากรู้อยากเห็น และถามผู้วิจัยบ่อยขึ้น นักเรียนค่อย ๆ เริ่มปรับตัว และมีส่วนร่วมในการเรียน จนทำให้นักเรียนมีความคิดเห็นที่คิดต่อการจัดการเรียนรู้เชิงรุก จึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ส่วนนักเรียนกลุ่มปานกลางและเก่งยังพบว่าการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ยังไม่สูงมากนัก สังเกตจากคะแนนของนักเรียนเลขที่ 6, 7, 16 และ 21 มีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ไม่ถึงร้อยละ 30 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยนำไป

ทดลองนั้นอาจยังไม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ให้กับนักเรียนในกลุ่มปานกลางและเก่งได้สูงสุด เพราะนักเรียนมีพื้นฐานความรู้และสามารถเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว สามารถลงมือปฏิบัติกิจกรรมได้ดี อีกทั้งมีส่วนช่วยในการส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนกลุ่มอ่อนได้มีส่วนร่วมในการเรียน มีบทบาท หน้าที่ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มปานกลางและเก่งได้เป็นอย่างดี จึงทำให้ผลที่เกิดขึ้นทำให้นักเรียนกลุ่มอ่อนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้นเช่นเดียวกัน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกนี้ผู้สอนจำเป็นต้องมีความพร้อมในทุก ๆ ด้าน ในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้และควบคุมบรรยากาศในชั้นเรียน สามารถจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์ มีอุปกรณ์เพียงพอและเหมาะสมกับเนื้อหา ผู้สอนต้องคำนึงถึงการปรับเปลี่ยนบทบาทในการสอนเพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมให้มากที่สุด เนื่องจากผู้สอนเป็นเพียงผู้คอยอำนวยความสะดวกให้คำปรึกษา และให้กำลังใจนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยความกระตือรือร้นอยู่เสมอ

2. การจัดการชั้นเรียนเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นอย่างมาก เนื่องจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นการจัดการกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ผู้สอนควรสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับนักเรียน เช่น การสร้างเสริมบรรยากาศในการเรียน ภาษา ท่าทาง การตอบคำถามและอธิบายอย่างค่อยเป็นค่อยไป มีการเสริมแรงให้นักเรียนอยู่เสมอ มีการกระตุ้นนักเรียนให้ร่วมกันทำงานเป็นกลุ่ม และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ อีกทั้งสามารถปรึกษานอกเวลาได้

3. จากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนนั้นเป็นสิ่งที่ดี ที่แสดงให้เห็นถึงความรู้สึก ความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนการสอนได้ชัดเจนและเป็นรูปธรรม ทำให้ผู้สอนได้ทราบถึงปัญหา และสิ่งที่ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขในแต่ละกิจกรรม เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนได้พัฒนาและตรงตามความต้องการของผู้เรียน แต่บันทึกการเรียนรู้ไม่ควรให้ผู้เรียนเขียนซ้ำหลายประเด็น หรือบ่อยครั้งมากเกินไปจนนักเรียนไม่มีความสนใจในการเขียน และคิดว่าเป็นภาระเพิ่มเติมให้นักเรียน แต่ควรมีการเขียนบันทึกเป็นระยะและในเวลาที่เหมาะสมอีกด้วย

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. เพื่อการขยายบริบทที่กว้างขึ้น ควรนำการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาในช่วงชั้นต่าง ๆ เนื้อหาเรื่องอื่น ๆ และวิชาที่เกี่ยวข้อง ยกตัวอย่าง เช่น เรื่อง สรีรวิทยาของพืชและสัตว์ ระบบนิเวศ และเซลล์วิทยา เป็นต้น
2. ควรนำการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไปพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดขั้นสูงด้านอื่น ๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น โดยการใช้คำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและอยากมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ นักเรียนสามารถสืบเสาะหาความรู้ได้เอง ควรมีการเพิ่มกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้าไปในกิจกรรมด้วย
3. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจ ความคิดเห็น และการปรับปรุงคุณภาพการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้วยการร่วมมือกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น ผู้บริหาร ผู้ปกครอง และชุมชน

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: คุรุสภา.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, กรุงเทพฯ.
- กาญจนา คำจันะ. (2551). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เชียงราย*. การค้นคว้าอิสระ, ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- กิตติพร ปัญญาภิบาล. (2541). *รูปแบบของวิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน กรณีศึกษา สำหรับครูมัธยมศึกษา*. รายงานการวิจัย. เชียงใหม่: ภาควิชาประเมินผลและวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- กัญญรัตน์ เวชศาสตร์. (2551). ความเข้าใจเกี่ยวกับ “มโนทัศน์”: ภาพรวมจากการสังเคราะห์งานวิจัย. *วารสารมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร* 5(1), 91-100.
- ขนิษฐา สกุลไพศาล. (2549). *ผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและการคิดเชิงเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกัน*. การศึกษาค้นคว้าอิสระ, การศึกษามหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- คงรัฐ นวลเปง. (2547). *การใช้คำถามปลายเปิดเพื่อประเมินทักษะการสื่อสารและการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสา จังหวัดน่าน*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

- จิระ ดีช่วย. (2554). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่มร่วมกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางชีววิทยาและความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- เจริญพร ดีลา. (2554). *ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bloom (Bloom's Taxonomy)*. วันที่ค้นข้อมูล 22 สิงหาคม 2557, เข้าถึงได้จาก <http://www.l3nr.org/posts/478812>. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- เฉลิมลาภ ทองอาจ. (2551). การจัดการเรียนรู้หลักการใช้ภาษาโดยใช้รูปแบบการสอนมโนทัศน์. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา* 20(1), 1-14.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอนกระบวนการคิด: ทฤษฎีและการนำไปใช้ (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชมรมจิตแพทย์เด็กและวัยรุ่นแห่งประเทศไทย. (2548). *การเปลี่ยนแปลงในวัยรุ่น*. วันที่ค้นข้อมูล 17 สิงหาคม 2557, เข้าถึงได้จาก http://www.rcpsych.org/cap/book04_4.php.
- ชุติมา รอดสุด. (2550). *ผลการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์, คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เชษฐา แซ่เต็ง. (2551). *การคิดเชิงมโนทัศน์ในวิชาเคมีของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ เลิร์นนิ่งอ็อบเจกต์*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2533). *เทคโนโลยีการศึกษา ทฤษฎีและการวิจัย*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). *80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์.
- ฉวีัญญา ศิริภัทร์ธาดา. (2553). *การพัฒนาพฤติกรรมการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในการเรียนวิชาหลักการตลาด โดยการสอนแบบมีส่วนร่วม (Active learning)*. รายงานการวิจัยในชั้นเรียนระดับอุดมศึกษา, คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. วันที่ค้นข้อมูล 19 กุมภาพันธ์ 2558, เข้าถึงได้จาก <http://www.ssruii.ssru.ac.th/>.
- ณรงค์ โพธิ์พุกยานันท์. (2556). *ระเบียบวิธีวิจัย หลักการและแนวคิด เทคนิคการเขียนรายงานการวิจัย*. กรุงเทพฯ: แอคทีฟ พรินท์.

- ณัชนัน แก้วชัยเจริญกิจ. บทบาทของครูผู้สอนในการจัดกิจกรรมและวิธีการปฏิบัติตามแนวทางของ *Active learning*. วันที่ค้นข้อมูล 19 กุมภาพันธ์ 2558, เข้าถึงได้จาก <http://www.itie.org>.
- ณัฐพงศ์ แต่งเพชร. (2556). การพัฒนาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน: การวิจัยเชิงปฏิบัติการ. ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, ภาควิชาการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ดวงใจ บุตรดี. (2555). การเสริมสร้างความเข้าใจ เรื่อง โมนเมนต์และการชนโดยการเรียนรู้เชิงรุก. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ. (2551). การเรียนเชิงรุก (*Active learning*). วันที่ค้นข้อมูล 18 กุมภาพันธ์ 2558, เข้าถึงได้จาก <http://pirun.ku.ac.th/>.
- ทิพย์วัลย์ สุทิน. (2555). การเรียนรู้เชิงรุก... จากขงจื้อถึงเอ็ดการ์ เดล (*Edgar Dale*). บทความวิชาการ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์. วันที่ค้นข้อมูล 18 กุมภาพันธ์ 2558, เข้าถึงได้จาก <http://active-learning.wu.ac.th/>.
- ทิสนา เขมมณี. (2538). *เส้นทางสู่งานวิจัยในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- ทิสนา เขมมณี. (2550). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เทียน ทองแก้ว. (2546). *หลักสูตรและการสอนยุคใหม่มหาวิทยาลัยราชภัฏ*. กรุงเทพฯ: ชวนพิมพ์.
- ธาริณี วิทยานิวรรตน์. (2542). *ผลของการเรียนการสอนด้วยวิธีสตอรีไลน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิลรัตน์ นวกิจไพฑูรย์. (2554). *การพัฒนาทักษะการวิจัยในชั้นเรียนสำหรับนักศึกษาโดยใช้กระบวนการสอนแบบมีส่วนร่วม 4 P*. รายงานการวิจัย. คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์.
- นิติพร เชื้อสุวรรณ. (2550). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความสามารถในการฟังพูดและเจตคติต่อวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนแบบการแสดงบทบาทสมมติกับวิธีสอนแบบปกติ*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

- บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. (2541). *ทำไปเรียนไป เพื่อให้รู้ว่ารู้ Constructionism คืออะไร*. ใน วชิราวุธวิทยาลัย. กรุงเทพฯ: วชิราวุธวิทยาลัย.
- บุญบา ประภาสพงษ์. (2555). *การออกแบบการเรียนการสอนในโครงการทวิภาษาตามหลักคิดของบลูม (Bloom's taxonomy)*. วันที่ค้นข้อมูล 23 สิงหาคม 2557, เข้าถึงได้จาก http://www.myfirstbrain.com/teacher_view.aspx?ID=88851.
- บุญเสริม ฤทธาภิรมณ์. (2523). การเรียนรู้แบบความคิดรวบยอด. *วารสารประชาศึกษา*, 31, 6-17.
- ปณิดา ทองมูล. (2555). *ผลการจัดกิจกรรมการเล่นิทานประกอบการแสดงบทบาทสมมติที่มีต่อความรู้เรื่องภาวะโลกร้อนของเด็กปฐมวัย*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาปฐมวัยศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประวิต เอราวรรณ์. (2542). *การวิจัยในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: ดอกหญ้า.
- ปราณี ยุติธรรม. (2549). *การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกระบวนการระดมสมองสร้างมโนทัศน์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย, สาขาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต.
- ปยุตนาถิ เจ๊ะหนู่ม. (2551). *การพัฒนาเครื่องมือวัดการสร้างมโนทัศน์ ตามโมเดลการสร้างมโนทัศน์ของลาสเลย์และแมทซันสกี สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- ผกาทิพย์ สังฆะมณี. (2555). *ผลของการใช้วิจัยเชิงปฏิบัติการในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) เรื่องระบบนิเวศ*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน. (2557). *การแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์*. วันที่ค้นข้อมูล 26 มีนาคม 2558, เข้าถึงได้จาก <http://educa2014.com/wpcontent/uploads/2014/11/d16-7.pdf>. จากงานมหกรรมทางการศึกษาเพื่อพัฒนาวิชาชีพครู ครั้งที่ 7.
- พนมไพโร ไชยงค์. (2550). *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต*. วันที่ค้นข้อมูล 18 กุมภาพันธ์ 2558, เข้าถึงได้จาก <http://www.ipesp.ac.th/>. โดยสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตสุพรรณบุรี.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *การวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 8)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนรู้การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป.
- พินันท์ คงคาเพชร. (2552). *การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action research)*. กรุงเทพฯ: แคนเน็กซ์.
- ไพบุญย์ เปานิล. (2546). เอกสารประกอบการอบรม การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏจันทรเกษม. เอกสารอค์สำเนา.
- ภพ เลหาไพบุญย์. (2537). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- ภพ เลหาไพบุญย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- มนตรี ศิริจันทร์ชื่น. (2554). *การสอนนักศึกษากลุ่มใหญ่ในรายวิชาการวิชา Gsoc 2101 ชุมชนกับการพัฒนา โดยใช้การสอนแบบ Active learning และการใช้บทเรียนแบบ e-learning*. วิจัยในชั้นเรียน, คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- ยงยุทธ์ ยุทธวงศ์. (2554). *วิทยาศาสตร์เพื่ออะไร? ปทุมธานี: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*.
- ราชบัณฑิตยสถาน (2550). *มโนทัศน์*. วันที่ค้นข้อมูล 12 มีนาคม 2558, เข้าถึงได้จาก <http://www.royin.go.th/th/knowledge/>.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วาทัญญู วุฒิวรณ. (2553). *ผลการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วิชัย เสวกงาม. (2557). *Active learning: What, Why and How*. เอกสารประกอบการบรรยาย, กรุงเทพฯ.
- วิทวัฒน์ ชัดดียะมาน และฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. (2549). การปรับเปลี่ยนจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของบลูม : Revised Bloom's Taxonomy. *วารสารปริชาต* 18(2), 34-42.
- วัชรวิ เกษพิชัยณรงค์ และน้ำค้าง ศรีวัฒนาโรทัย. (ม.ป.ป.). *การเรียนรู้เชิงรุกและเทคนิควิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการเรียนรู้เชิงรุก*. วันที่ค้นข้อมูล 26 กุมภาพันธ์ 2558, เข้าถึงได้จาก สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล, www.il.mahidol.ac.th/th/.

- วันเพ็ญ คำเทศ. (2549). *ผลการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกของเลสไล ดี ฟิงค์ ที่มีต่อความสามารถในการเขียนอนุเลขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร. (2551). การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ”. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา* 20(1), 25-36.
- ศรีณยู ศรีสมพร. (2553). *เทคนิคการสอนเชิงรุกที่ส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. หนังสือออนไลน์ (e-book).
- ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). *การจัดการเรียนรู้ Learning management*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ศาสตรา ศรีนารายณ์. (2545). *การศึกษาการเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดฉะเชิงเทรา*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2557). การคำนวณคะแนนพัฒนาการ (Gain scores). *สารสมาคมวิจัยสังคมศาสตร์แห่งประเทศไทย* 1, 12.
- ศิริพร มโนพิเชษวัฒนา. (2547). *การพัฒนาแบบแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการที่เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น เรื่อง ร่างกายมนุษย์*. ปรียญณานิพนธ์การศึกษาคุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศิลปะชัย บูรณพานิช. (2542). *การสร้างมโนทัศน์เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุนโดยใช้กิจกรรมการทดลองและการสาธิตของศูนย์บรรณาสารสนเทศทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศักดิ์ชัย หิรัญรักษ์. (ม.ป.ป.). *จุดมุ่งหมายทางการศึกษา (Taxonomy of educations) ทางด้านสติปัญญา (Cognitive domain) ฉบับปรับปรุงใหม่ ค.ศ. 2001*. วันที่ค้นข้อมูล 22 สิงหาคม 2557, เข้าถึงได้จาก www.musicrusak.com/article/c8adebb7.pdf.
- ศักดิ์ดา ไชกิจเจริญญิญา. (2548). *สอนอย่างไรให้ Active learning*. *วารสารนวัตกรรมกรรมการเรียนการสอน* 2, 12-15.
- ส. วาสนา ประवालพฤกษ์. (2538). *นักวางแผนวิจัยปฏิบัติการ*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.

- สถาพร พุทธิพิบูล. (2555). คุณภาพผู้เรียน...เกิดจากกระบวนการเรียนรู้ (QUALITY OF STUDENTS DERIVED FROM ACTIVE LEARNING PROCESS). *วารสารการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา* 6, 2.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2541). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- สมศิริ สิงห์หลพ. (2558). ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา. (สัมภาษณ์).
- สมศักดิ์ คลประสิทธิ์. (2542). *การประกันคุณภาพการศึกษา: พลังและความหวัง*. นครปฐม: สถาบันพัฒนาผู้บริหารการศึกษา.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2553). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. เอกสารประกอบการสอน, ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. สาขาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2550). รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนากระบวนการคิดระดับสูงวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (Online). วันที่ค้นข้อมูล 29 กุมภาพันธ์ 2558, เข้าถึงได้จาก <http://www.ipst.ac.th/biology/Bio-Articles/mag-content10.html>.
- สิริพร ปาณาวงษ์. (2554). *Active learning เทคนิคการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21*. บทความวิชาการ, คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. วันที่ค้นข้อมูล 26 กุมภาพันธ์ 2558, เข้าถึงได้จาก <http://edu.nsr.ac.th/>.
- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2545). *การจัดกระบวนการเรียนรู้: เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- สุพิน ดิษฐสกุล. (2543). *ผลของการเรียนโดยวิธีการเรียนรู้ร่วมกันในแนวคอนสตรัคชันนิซึมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. การวิจัยในชั้นเรียน. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 สาขาศึกษาศาสตร์. 197-203.
- สุรางค์ ไคว่ตระกูล. (2541). *จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สุรางค์ ไคว่ตระกูล. (2553). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2545). *20 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และการเรียนรู้ โดยการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิมล ว่องวานิช. (2548). *การวิจัยประเมินความต้องการจำเป็น*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2557). *วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน*. ปทุมธานี: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุกลักษณ์ เขียวขาว. (2555). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกและการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อนุชา โสmanoบุตร. (2554). *การจัดการเรียนรู้แบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning)*. วันที่ค้นข้อมูล 22 สิงหาคม 2557, เข้าถึงได้จาก <http://iteachercafe.blogspot.com/2011/07/cooperative-learning.html>.
- อัมพร ม้าคนอง. (2546). *คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อาร์ม โพธิ์พัฒน์. (2550). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนผังมโนมติ*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, สาขาการมัธยมศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อุบลรัตน์ เฟื่องสดี. (2556). *จิตวิทยาการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- อุทุมพร จามรมาน. (2537). *การวิจัยของครู*. กรุงเทพฯ: ฟีนี .
- อุทุมพร เคลือบคนโท. (2540). *องค์ประกอบบางประการที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดนครราชสีมา*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- Abhayan, S. S. (2008). *Active learning methodology*. Tamil Nadu in Partnership with The School, Krishnamurti Foundation. India: Chennai.
- Anderson, L. W. and Krathwohl, D. R. (2000). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. UK: Pearson.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology*. New York: Holt Rinehart and Winston.
- Bakir, S. (2014). 5th grade students' opinions about active learning environment. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 3553-3558.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives*. The classification of educational goals -Handbook I: Cognitive Domain. New York: McKay.
- Bonwell, C. C. and Eison, J. A. (1991). *Active learning: Creating excitement in the classroom*. Washington, D.C.: The George Washington University, School of Education and Human Development.
- Craig, D.V. (2009). *Action research essentials*. USA: PB Printing.
- Dale, E. (1969). *Audio-visual methods in teaching*, (3rd ed.). Holt, Rinehart and Winston. New York: Dryden.
- Devries, R. and Zan, B. (1992). *The constructivist*. Study compares teachers and classroom atmospheres. New York: Teacher College.
- Ewell, P. T. (1997). *Organizing for Learning: A New Imperative*. Retrieved from <http://www.aahea.org/articles/ewell.htm>.
- Freemana, S., Eddy, L. S., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H. and Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 1-6.
- Gagne, R. and Driscoll, M. (1988). *Essentials of learning for instruction* (2nd ed.). New Jersey: Prentice-Hall.
- Good, C. (1973). *Dictionary of education*. New York: McGraw-Hill.
- Haak, D. C., HilleRisLambers, J., Pitre, E. and Freeman, S. (2011). Increased Structure and Active learning reduce the achievement gap in introductory biology. *SCIENCE*, 332, 1213-1216.
- Hurd, P. (1970). *New directions in teaching secondary school science*. Chicago: Rand McNally.

- Johnson, D. H. and Johnson, D. W. (1994). An overview of cooperative learning. In J. S. Thousand, R. A. Villa and A. I. Nevin (Eds.). *Creativity and collaborative learning*. Maryland: Paul H. Brookes.
- Johnson, D. H. and Johnson, D. W. (1997). *Joining together : Group theory and group skill*. (6th ed). Boston: Allyn and Bacon.
- Kemmis, S. and Mc Taggart, R. (1988). *The Action Researcher Planner*. (3rd ed). Melbourne: Deakin University.
- Koshy, V. (2010). *Action research for improving educational practice : A step-by-step guide*. (2nd ed). Cornwall: TJ International.
- Krauss, J. I., Boss, S. K. (2013). *Thinking Through Project-based learning: Guiding deeper inquiry*. UK: Corwin.
- Lawson, A. E. and Worsnop, W. A. (1992). Learning about evolution and rejecting a belief in special creation: Effects of reflective reasoning skill, prior knowledge, prior belief and religious commitment. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 143-166.
- Lawson, A. E. (2000). What kinds of scientific concept exist? Concept construction and intellectual development in college biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 9, 996-1018.
- McInerney, D. M. and McInerney, V. (1998). *Educational Psychology-constructing learning* (2nd ed.). Sydney: Prentice Hall.
- Meyers, C. and Jones, T. B. (1993). *Promoting active learning: Strategies or the college classroom*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Montagu, A. (1966). *On being human*. New York: Hawthorn.
- Mooney, C. G. (2013). *Theories of childhood* (2nd ed.). Minnesota: Redleaf.
- Moll, L. C. (2014). *L.S. Vygotsky and education*. New York: Routledge.
- Odum, A. L. and Kelly, P. V. (2001). Intregrating concept mapping and the learning cycle to teach diffusion and osmosis concept to high school biology students. *Science Education*, 85, 615-635.
- Orhan, A. and Ruhan, O. T. (2007). The effects of problem-based active learning in science education on students' academic achievement, attitude and concept learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education* 3, 71-81.

- Palincsar, A. S. and Brown, A. L. (1989). Reciprocal teaching of comprehension-fostering and monitoring activities. *Cognition and Instruction*. New York: Routledge.
- Pritchard, A. and Woollard, J. (2010). *Psychology for the classroom: Constructivism and social learning*. New York: Routledge.
- Romey, W. D. (1986). *Inquiry techniques for teaching science*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Rosciano, A. (2015). The effectiveness of mind mapping as an active learning strategy among associate degree nursing students. *Teaching and Learning in Nursing, 10*, 93-99.
- Savec, V. F. and Devetak, I. (2013). Evaluating the effectiveness of student's active learning in Chemistry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 106*, 1113-1121.
- Slavin, R. (1987). Ability grouping and student achievement in elementary schools: A best evidence synthesis. *Review of Educational Research 57*(3), 293-336.
- Steffe, L. P. and Gale, J. (1995). *Constructivism in education*. UK: Lawrence Erlbaum.
- Stringer, E. (2008). *Action research in education* (2nd ed.). New Jersey: Peason Education.
- Wahyudi, and Treagust, D. F. (2001). Group writing task in Chemistry to enhance students' scientific explanations and their attitudes toward science. *Journal of Science and Mathematics Education in S.E. Asia, 24*, 7-20.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

1. รายนามผู้เชี่ยวชาญ
2. สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย
3. สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย
4. สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนวัฒน์ ตันติวรานุกฤษ์

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

สถานที่ทำงาน/ สังกัด ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2. ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาการวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์

สถานที่ทำงาน/ สังกัด ภาควิชาการวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

3. นางสาวกิ่งกาญจน์ ภัทรพิศาล

ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ (กศ.ม. วิทยาศาสตร์)

สถานที่ทำงาน/ สังกัด หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนชลกันยานุกูล อ. เมือง จ. ชลบุรี

4. นายมณฑิธร ส่งเสริม

ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ (วท.ม. วิทยาศาสตร์)

สถานที่ทำงาน/ สังกัด หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนชลราษฎรอำรุง อ. เมือง จ. ชลบุรี

5. นายสุรศักดิ์ ศรีสูงศักดิ์

ตำแหน่ง ครูชำนาญการ (วท.ม. วิทยาศาสตร์ศึกษา)

สถานที่ทำงาน/ สังกัด หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนเขมรราชูพิทยาคม อ.เขมรราชู จ. อุบลราชธานี



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ เทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙
 ที่ ศธ ๖๖๒๑/๑-๒๕๑๑ วันที่ ๑๑ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๘
 เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย
 เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนวัฒน์ ตันติวรานุกฤษ

ด้วยนางสาวสุภารัตน์ เกียรติจรุงพันธ์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การศึกษามโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้



(ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
 คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ เทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙

ที่ ศธ ๖๖๒๑/จ. ๓๐๑๑

วันที่ ๑๑ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน ดร.สมพงษ์ ปั่นหุ่น

ด้วยนางสาวสุดารัตน์ เกียรติจรุงพันธ์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง “การศึกษามโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖
เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก” โดยอยู่ในความควบคุมดูแล
ของ ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย
ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี
จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่ง
ว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



ที่ ศธ ๖๖๒๑/จ.๑๗๙๕

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

๑) กันยายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นางสาวกิงกาญจน์ ภัทรพิศาล

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำโครงการวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวสุดารัตน์ เกียรติจรุงพันธ์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง “การศึกษามโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖
เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก” โดยอยู่ในความควบคุมดูแล
ของ ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย
ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี
จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่ง
ว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙

โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๗-๖๔๗๒๓๕๑



ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว.๑๗/๕๓

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

๑) กันยายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นายมณฑิธร ส่งเสริม

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำโครงการวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวสุตารัตน์ เกียรติจรุงพันธ์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง “การศึกษามโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖
เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก” โดยอยู่ในความควบคุมดูแล
ของ ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย
ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี
จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่ง
ว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙

โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๗-๖๔๗๒๓๕๑



ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว-๑๗๕๖

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

๑) ก้นยายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นายสุรศักดิ์ ศรีสูงศักดิ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวสุดารัตน์ เกียรติจรุงพันธ์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง “การศึกษามโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖
เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก” โดยอยู่ในความควบคุมดูแล
ของ ดร.ศรีณีย์ ภิบาลชนม์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย
ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี
จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่ง
ว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.เชษฐ ศรีสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้อำนวยการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙

โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๗-๖๔๗๒๓๕๑



ที่ ศธ ๖๖๒๑/๒๑๑๗

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

๗ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนชลกันยานุกูล

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวสุตารัตน์ เกียรติจรุงพันธ์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษามโนทัศน์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ หลักสูตรปกติ จำนวน ๑ ห้องเรียน โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๕ - ๖ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๕๘ อนึ่ง โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้อำนวยการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙, ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖

โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕

โทรผู้วิจัย ๐๘๗-๖๔๗๒๓๕๑



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙
 ที่ ศธ ๖๖๒๑/๓๖๔๑ วันที่ ๗ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๕๘
 เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา

ด้วยนางสาวสุภารัตน์ เกียรติจรุงพันธ์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา
 มหบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
 “การศึกษามโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖
 เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก” ในความควบคุมดูแลของ
 ดร.ศรีณีย์ ภิบาลชนม์ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวม
 ข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖/๗ โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง
 ระหว่างวันที่ ๑๖ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๕๘ – ๑๐ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๘ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่าน
 ขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่าง
 ยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)
 รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
 คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ภาคผนวก ข

ตารางการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ
2. การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ
3. การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ
4. การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P_E) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ
5. การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ
6. ผลการวิเคราะห์คะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ โดยใช้ค่าทดสอบที (Paired samples t -test จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์)
7. ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ โดยใช้ค่าทดสอบที (Paired samples t -test จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์)

การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

ตาราง ข-1 ค่าประเมินระดับความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญของแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

รายการประเมินแนวการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	ประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า เฉลี่ย	SD	ระดับ ความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต								
ผลการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.45	มากที่สุด
สาระสำคัญ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.84	มากที่สุด
กิจกรรมการเรียนรู้	4	3	4	5	5	4.20	0.55	มาก
สื่อการเรียนรู้	4	4	4	5	5	4.40	0.89	มาก
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	4	3	5	5	5	4.40	0.45	มาก
						4.60	0.31	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต								
ผลการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
สาระสำคัญ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
กิจกรรมการเรียนรู้	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
สื่อการเรียนรู้	4	4	4	5	5	4.40	0.55	มาก
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	5	3	5	5	4	4.40	0.89	มาก
						4.63	0.27	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต								
ผลการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
สาระสำคัญ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
กิจกรรมการเรียนรู้	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
สื่อการเรียนรู้	5	4	5	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด

ตาราง ข-1 (ต่อ)

รายการประเมินแนวการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	ประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า เฉลี่ย	SD	ระดับ ความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	5	3	5	5	5	4.60	0.89	มากที่สุด
						4.70	0.21	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 กำเนิดของชีวิต								
ผลการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
สาระสำคัญ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
กิจกรรมการเรียนรู้	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
สื่อการเรียนรู้	5	4	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
						4.67	0.24	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 อาณาจักรมอเนอรา								
ผลการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
สาระสำคัญ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
กิจกรรมการเรียนรู้	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
สื่อการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
						4.67	0.21	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 อาณาจักรโปรทิสตา								
ผลการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
สาระสำคัญ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
กิจกรรมการเรียนรู้	5	3	5	5	5	4.60	0.89	มากที่สุด

ตาราง ข-1 (ต่อ)

รายการประเมินแนวการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	ประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า เฉลี่ย	SD	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
สื่อการเรียนรู้	5	4	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
						4.70	0.21	มากที่สุด
รวม						4.66	0.24	มากที่สุด

จากการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ทั้ง 6 แผนการเรียนรู้ พบว่า มีค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ระหว่าง 4.2-5.0 ในระดับความเหมาะสมมากถึงระดับความเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ± 0.24

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

ตาราง ข-2 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ER	IOC (ER/n)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	1	5	1
2	1	1	1	1	1	5	1
3	1	1	1	1	1	5	1
4	1	1	1	1	1	5	1
5	1	1	1	1	1	5	1
6	1	1	1	1	1	5	1
7	1	1	1	1	1	5	1

ตาราง ข-2 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ER	IOC (ER/n)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
8	1	1	1	1	1	5	1
9	1	1	1	1	1	5	1
10	1	1	1	1	1	5	1
11	1	1	1	1	1	5	1
12	0	1	1	1	1	4	0.8
13	1	1	1	1	1	5	1
14	1	1	1	1	1	5	1
15	1	1	1	1	1	5	1
16	1	1	1	1	1	5	1
17	1	1	1	1	1	5	1
18	1	1	1	1	1	5	1
19	0	1	1	1	1	4	0.8
20	1	1	1	1	1	5	1

จากตารางได้ข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัด
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ กับจุดประสงค์ระหว่าง 0.8 ถึง 1.0

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

ตาราง ข-3 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ER	IOC (ER/n)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	1	5	1
2	1	1	1	1	1	5	1
3	1	1	1	1	1	5	1
4	0	1	1	1	1	4	0.8
5	1	1	1	1	1	5	1
6	0	1	1	1	1	4	0.8
7	1	1	1	1	1	5	1
8	1	1	1	1	1	5	1
9	1	1	1	1	1	5	1
10	1	1	1	1	1	5	1
11	1	1	1	1	1	5	1
12	1	1	1	1	1	5	1
13	1	1	1	1	1	5	1
14	1	1	1	1	1	5	1
15	1	1	1	1	1	5	1
16	1	1	1	1	1	5	1
17	0	1	1	1	1	4	0.8
18	-1	1	1	1	1	3	0.6
19	1	1	1	1	1	5	1
20	1	1	1	1	1	5	1
21	1	1	1	1	1	5	1

ตาราง ข-3 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ER	IOC (ER/n)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
22	1	1	1	1	1	5	1
23	1	1	1	1	1	5	1
24	-1	1	1	1	1	3	0.6
25	1	1	1	1	1	5	1
26	1	1	1	1	1	5	1
27	1	1	1	1	1	5	1
28	1	1	1	1	1	5	1
29	1	1	1	1	1	5	1
30	1	1	1	1	1	5	1
31	-1	1	1	1	1	3	0.6
32	1	1	1	1	1	5	1
33	1	1	1	1	1	5	1
34	1	1	1	1	1	5	1
35	1	1	1	1	1	5	1
36	1	1	1	1	1	5	1
37	1	1	1	1	1	5	1
38	1	1	1	1	1	5	1
39	1	1	1	1	1	5	1
40	1	1	1	1	1	5	1

จากตารางได้ข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ กับจุดประสงค์ตั้งแต่ 0.6 ถึง 1.0

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P_E) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัด
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ จำนวน 20 ข้อ

ตาราง ข-4 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์
ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ จำนวน 20 ข้อ

ข้อที่	ค่า P_E	ค่า D	ข้อที่	ค่า P_E	ค่า D
1	0.27	0.20	11	0.44	0.21
2	0.27	0.20	12	0.39	0.20
3	0.39	0.27	13	0.37	0.22
4	0.37	0.20	14	0.35	0.20
5	0.47	0.22	15	0.43	0.20
6	0.45	0.22	16	0.31	0.24
7	0.49	0.20	17	0.46	0.23
8	0.45	0.20	18	0.39	0.20
9	0.25	0.20	19	0.34	0.25
10	0.42	0.23	20	0.39	0.24

หมายเหตุ ข้อสอบที่เลือกไปใช้จำนวน 20 ข้อ จะต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

ค่า P_E มีค่าตั้งแต่ 0.27 ถึง 0.49

ค่า D มีค่าตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.27

ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.96

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ จำนวน 40 ข้อ

ตาราง ข-5 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ จำนวน 40 ข้อ

ข้อที่	ค่า P	ค่า D	ข้อที่	ค่า P	ค่า D
1	0.70	0.47	21	0.73	0.40
2	0.53	0.67	22	0.63	0.73
3	0.57	0.47	23	0.53	0.40
4	0.47	0.53	24	0.20	0.40
5	0.50	0.47	25	0.53	0.67
6	0.50	0.47	26	0.20	0.40
7	0.67	0.53	27	0.23	0.47
8	0.67	0.40	28	0.67	0.40
9	0.63	0.60	29	0.77	0.47
10	0.67	0.67	30	0.30	0.47
11	0.57	0.47	31	0.70	0.60
12	0.67	0.40	32	0.23	0.47
13	0.63	0.60	33	0.23	0.47
14	0.87	0.27	34	0.30	0.60
15	0.67	0.53	35	0.80	0.40
16	0.60	0.40	36	0.27	0.53
17	0.70	0.60	37	0.33	0.67
18	0.73	0.40	38	0.40	0.40
19	0.43	0.47	39	0.53	0.40
20	0.67	0.53	40	0.63	0.60

หมายเหตุ ข้อสอบที่เลือกไปใช้จำนวน 40 ข้อ มีลักษณะดังต่อไปนี้

ค่า P มีค่าตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80
 ค่า D มีค่าตั้งแต่ 0.27 ถึง 0.73
 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.96

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ค่าทดสอบที (Paired samples *t-test*) ดังภาพ ข-1

Paired samples statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 Pretest	3.7147	34	1.60135	.27463
Posttest	9.8559	34	2.05473	.35238

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Posttest & Pretest	34	.286	.101

ภาพ ข-1 (ต่อ)

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	99% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 Posttest - Pretest	6.1411	2.21484	.37984	7.17939	5.10296	16.168	33	.000

ภาพ ข-1 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดย
การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยการจัดการ
เรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและ
หลังเรียนโดยใช้ค่าทดสอบที (Paired samples *t-test*) ดังภาพ ข-2

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 Pretest	17.29	34	5.839	1.001
Posttest	28.24	34	3.750	.643

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Pretest & Posttest	34	.232	.187

ภาพ ข-2 (ต่อ)

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	99% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 Posttest - Pretest	10.941	6.164	1.057	13.831	8.052	10.350	33	.000

ภาพ ข-2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนชั้น
 มัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียน

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
 - 1.1 แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง กำเนิดของสิ่งมีชีวิต
2. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ



แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แผนจัดการเรียนรู้เชิงรุก นางสาว สุดารัตน์ เกียรติจรุงพันธ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม รหัส ว 33246 เรื่อง กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
ภาคเรียน/ปีการศึกษา 2/2558 เวลา 2 คาบ จำนวนนักเรียน 34 คน

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกำเนิดของชีวิต กำเนิดของเซลล์โพรคาริโอตและเซลล์ยูคาริโอต

สาระสำคัญ

นักวิทยาศาสตร์ในอดีตหลายคนได้มีการศึกษาเกี่ยวกับกำเนิดของสิ่งมีชีวิต โดยในโลกยุคแรก ๆ เกิดจากการสังเคราะห์สารเคมีอย่างง่าย ๆ จนต่อมาสารเคมีเหล่านี้มีวิวัฒนาการเกิดเป็นโมเลกุลที่ซับซ้อนทำให้ทราบที่มาจากเซลล์เริ่มแรกเกิดจากกรดอะมิโน ซึ่งสามารถแบ่งตัวได้และจนกระทั่งเกิดกรดนิวคลีอิกชนิดแรกคือ RNA ต่อมาเกิด DNA มีการสันนิษฐานว่า สิ่งมีชีวิตที่เป็นเซลล์โพรคาริโอตมีกำเนิดมาจากเซลล์เริ่มแรก ซึ่งมีการดำรงชีวิตแบบไม่ใช้แก๊สออกซิเจน ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ และลักษณะเด่นของสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้ คือ มีสารพันธุกรรมแขวนลอยอยู่ในไซโทพลาซึม ส่วนสิ่งมีชีวิตที่เป็นเซลล์ยูคาริโอตมีวิวัฒนาการมาจากสิ่งมีชีวิตที่เป็นเซลล์

โพคาริโอต โดยสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้มีลักษณะเด่น คือ มีสารพันธุกรรมอยู่ในนิวเคลียส ซึ่งนักเรียนควรศึกษาเพื่อเป็นพื้นฐานความรู้ต่อไป

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อนักเรียนได้เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้นี้แล้ว

ด้านความรู้ (K)

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกำเนิดของสิ่งมีชีวิต
2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกำเนิดของเซลล์โพคาริโอต เซลล์ยูคาริโอต

ด้านทักษะ กระบวนการ (P)

3. นักเรียนมีทักษะในการอธิบายความแตกต่างและความสัมพันธ์ระหว่างเซลล์

โพคาริโอตและเซลล์ยูคาริโอต

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

4. นักเรียนมีส่วนร่วมและกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม
5. นักเรียนพอใจในประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
6. นักเรียนทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

สาระการเรียนรู้

กำเนิดของสิ่งมีชีวิต

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- รักษาดี ศาสน์ กษัตริย์ ซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้
- อยู่อย่างพอเพียง มุ่งมั่นในการทำงาน รักความเป็นไทย มีจิตสาธารณะ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) ประกอบด้วย

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
ขั้นกระตุ้นความสนใจ	<p>1) ครูใช้คำถามกระตุ้นความสนใจ</p> <ul style="list-style-type: none"> - สิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นมาได้อย่างไร (แนวคำตอบ : เกิดจากเซลล์แรกเริ่ม เกิดจากพวกสัตว์เซลล์เดียว เกิดจากสิ่งไม่มีชีวิต เกิดจากการสังเคราะห์ทางเคมี) - นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตชนิดแรกที่เกิดขึ้นน่าจะมีโครงสร้างแบบใด (แนวคำตอบ : โครงสร้างไม่ซับซ้อน คล้ายเซลล์แบคทีเรีย อาจจะมีแค่โปรตีนและเซลล์พื้นฐาน) - นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตจะมีลำดับวิวัฒนาการมาอย่างไร (แนวคำตอบ : สิ่งมีชีวิตแรกเริ่มมีวิวัฒนาการมาจากเซลล์โพรคาริโอต แล้ววิวัฒนาการมาเป็นเซลล์ยูคาริโอตเนื่องจากมีออร์แกเนลล์สามารถสังเคราะห์แสงได้แล้วสามารถสร้างอาหารได้เอง ทำให้วิวัฒนาการเป็นสิ่งมีชีวิตในระดับสูงขึ้น) 	<ul style="list-style-type: none"> - ข้อคำถาม - หนังสือเรียน รายวิชาชีววิทยา เพิ่มเติม เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 	5
ขั้นลงมือกระทำ	<p>1) ทำการแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ อย่างละเท่า ๆ กัน โดยให้ตัวแทนนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม มาจับสลากเลือกหัวข้อ ได้แก่ การกำเนิดเซลล์โพรคาริโอต และการกำเนิดเซลล์ยูคาริโอต</p> <p>2) นักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันสืบค้นและศึกษาจากหนังสือเรียนและใบความรู้เกี่ยวกับหัวข้อของตนเอง จากนั้นให้นักเรียนทำการวางแผน และแบ่งหน้าที่กันว่าใครจะแสดงบทบาทอะไร เช่น ในหัวข้อเรื่อง กำเนิดเซลล์โพรคาริโอตจะมีพวกแก๊สชนิดต่าง ๆ สิ่งแวดล้อม ฟอสฟอรัส กรดอะมิโน เป็นต้น ซึ่งในทุกหัวข้อจะต้องมีผู้ดำเนินเรื่องราว แสดงบทบาทและสรุปเรื่องราว</p>	<ul style="list-style-type: none"> - หนังสือเรียน รายวิชาชีววิทยา เพิ่มเติม เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 - ใบความรู้ เรื่อง กำเนิดของสิ่งมีชีวิต 	60

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา
<p>ขั้นลงมือกระทำ (ต่อ)</p>	<p>3) นักเรียนที่เป็นตัวแทนกลุ่มจะออกมาจับอุปกรณ์ ได้แก่ ป้ายชื่อกับปากกามาจิก เพื่อใช้ในการระบุนบทบาทสมมติของตนเองและสมาชิกในกลุ่ม ครูผู้สอนเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำ และจัดบรรยากาศในการเรียนรู้ให้เหมาะสม เช่น โต๊ะเก้าอี้ อุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เพียงพอต่อการแสดง</p> <p>4) เมื่อนักเรียนแต่ละคนแบ่งบทบาทหน้าที่กันแล้ว จะต้องทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับบทบาทของตนเอง มาเป็นอย่างดี</p> <p>5) ให้นักเรียนกลุ่มแรกออกมาแสดงบทบาทสมมติ โดยอีกกลุ่มหนึ่งเป็นผู้คอยสังเกตการณ์และคอยซักถามเมื่อผู้แสดงทำการแสดงเสร็จเรียบร้อยแล้ว</p> <p>6) หลังจากกลุ่มแรกแสดงเสร็จกลุ่มต่อไปก็จะมาทำการแสดง โดยให้กลุ่มที่แสดงเสร็จมาเป็นผู้สังเกตการณ์และซักถามเช่นเดียวกัน</p>	<p>- ป้ายชื่อคล้องคอ</p> <p>- ปากกามาจิก</p>	
<p>ขั้นสะท้อนความรู้</p>	<p>1) นักเรียนช่วยกันอภิปรายเกี่ยวกับการแสดงบทบาทสมมติของตนเองและเพื่อนอีกกลุ่ม รวมถึงการอธิบายเนื้อหาโดยสรุปที่เกี่ยวกับการกำเนิดของสิ่งมีชีวิต</p> <p>2) ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์ที่ได้ค้นพบเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิต พร้อมทั้งการทดลองต่าง ๆ ที่พิสูจน์ว่าสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นมาได้ อย่างไร พร้อมทั้งตั้งคำถาม เช่น</p> <p>- ลำดับขั้นตอนของการเกิดสิ่งมีชีวิตตามแนวคิดของ โอปารินเป็นอย่างไร (แนวคำตอบ : บรรยากาศของโลกในยุคแรก ทำให้เกิดการสังเคราะห์สารเคมีอย่างง่าย ๆ ต่อมาสารเคมีเหล่านี้มีวิวัฒนาการเกิดเป็น โมเลกุลที่ซับซ้อน จนกระทั่งเกิดกรดนิวคลีอิก เซลล์เริ่มแรกสามารถแบ่งตัวได้และมีสารพันธุกรรมขึ้น)</p>	<p>- วิดีทัศน์นำเสนอ เรื่อง กำเนิดของสิ่งมีชีวิต</p>	<p>40</p>

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา
ขั้นสะท้อนความรู้ (ต่อ)	<p>- เพราะเหตุใดจึงพบ DNA ซึ่งเป็นสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตมากกว่า RNA ทั้ง ๆ ที่ RNA เกิดขึ้นมาก่อน (แนวคำตอบ : เพราะโครงสร้างของ DNA มีความแข็งแรงกว่าและยังไม่เกิดการกลายพันธุ์ได้ง่ายเหมือน RNA)</p> <p>3) ให้นักเรียนทำแผนผังโน้ตสน์ เรื่อง กำเนิดของสิ่งมีชีวิตลงในสมุดบันทึกของนักเรียน</p>		
ขั้นประเมินผล	<p>1) นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียน โดยครูสุ่มถามรายบุคคลเกี่ยวกับเนื้อหาที่สำคัญ เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> - ออแกเนลล์ใดที่มีวิวัฒนาการมาจากเซลล์โพรคาริโอตหรือเรียกว่าเอนโดซิมไบโอซิส เพราะเหตุใด (แนวคำตอบ : คลอโรพลาสต์และไมโทคอนเดรีย เพราะมี DNA และไรโบโซมคล้ายกับเซลล์โพรคาริโอตและมีเอนไซม์ในกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนเหมือนกัน) - เซลล์โพรคาริโอตกับเซลล์ยูคาริโอตแตกต่างกันอย่างไร (แนวคำตอบ : แตกต่างกันเช่น เซลล์โพรคาริโอตไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส มีไรโบโซม 70s มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน มีดีเอ็นเอสารคู่รูปวงแหวน) <p>2) ให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้อธิบายเรื่อง กำเนิดของชีวิต</p>	<p>- ข้อคำถาม เรื่อง กำเนิดของชีวิต</p> <p>- แบบบันทึกการเรียนรู้อธิบายเรื่อง กำเนิดของสิ่งมีชีวิต</p>	15
รวม			120

การวัดและประเมินผล (ด้านความรู้, ด้านกระบวนการ, ด้านคุณลักษณะ)

รายการ	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การวัด
ด้านความรู้ (Knowledge)	- การตอบคำถามของนักเรียนในห้องเรียน - การอธิบายลงข้อสรุปความรู้ที่สำคัญของนักเรียน - การทำแผนผังมโนทัศน์	- ข้อคำถาม เรื่อง กำเนิดของสิ่งมีชีวิต - เกณฑ์การประเมินแผนผังมโนทัศน์	- นักเรียนอย่างน้อยร้อยละ 70 สามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง - นักเรียนอย่างน้อยร้อยละ 70 สามารถอธิบาย ลงข้อสรุปความรู้ที่สำคัญได้อย่างถูกต้อง - นักเรียนอย่างน้อยร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์ประเมินคุณภาพระดับ 2 ขึ้นไป
ด้านกระบวนการ (Process)	- การแสดงบทบาทสมมติของนักเรียน - การสื่อสารและตอบคำถามให้ผู้อื่นเข้าใจได้	- เกณฑ์ประเมินการแสดงบทบาทสมมติ	- นักเรียนอย่างน้อยร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์ประเมินคุณภาพระดับดีขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะ (Attribute)	- การตอบคำถามของนักเรียนในห้องเรียน - การมีส่วนร่วมในการเรียน - การแสดงความคิดเห็นของนักเรียน	- ข้อคำถาม เรื่อง กำเนิดของสิ่งมีชีวิต - แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน	- นักเรียนอย่างน้อยร้อยละ 70 มีส่วนร่วมในการตอบคำถาม - นักเรียนอย่างน้อยร้อยละ 70 มีพฤติกรรมการเรียนอยู่ในเกณฑ์ดีขึ้นไป

สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

1. สื่อวีดิทัศน์นำเสนอ (Power point) เรื่อง กำเนิดของสิ่งมีชีวิต
2. หนังสือเรียนชีววิทยาเพิ่มเติม เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6

3. ป้ายชื่อคล้องคอ ปากกาเมจิก
4. ใบความรู้ เรื่อง กำเนิดของสิ่งมีชีวิต
5. แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

บันทึกหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ผลการจัดการเรียนรู้ ปัญหา/ อุปสรรค แนวทางแก้ไข)

นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือกับกิจกรรมการแสดงบทบาทสมมติ นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการวางแผนที่ดี และภูมิใจในบทบาทของตนเอง บรรยากาศภายในห้องสนุกสนาน ทำให้มีการแสดงความคิดเห็นเชิงบวก ในตอนท้ายของการสรุปมโนทัศน์ที่ได้จากการเรียนยังมีนักเรียนบางคนไม่กล้ายกมือถาม และยังมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอยู่ ผู้วิจัยจึงเน้นย้ำและสุ่มถามรายบุคคล และนักเรียนใช้เวลานานในการซ้อมบทบาทก่อนแสดงจึงทำให้นักเรียนเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ไม่ทัน ผู้วิจัยจึงอนุญาตให้นำกลับไปเขียนเป็นการบ้านเพื่อมาส่งในครั้งต่อไปได้

ลงชื่อ...นางสาว สุภารัตน์ เกียรติจรุงพันธ์...ผู้สอน

ใบกิจกรรม การแสดงบทบาทสมมติ

เรื่อง กำเนิดของสิ่งมีชีวิต

กลุ่มที่.....เรื่อง..... ชั้นมัธยมศึกษาปีที่.....

สมาชิกคนที่	ชื่อ-สกุล เลขที่	บทบาท
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		

เพิ่มเติม.....

.....

.....

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....ชั้น.....
วันที่ประเมิน.....เรื่อง.....

รายการประเมิน	ระดับคะแนนประเมิน				
	1	2	3	4	5
ความสนใจเรียน					
1. มีความตั้งใจ สนใจในขณะที่เรียนและทำกิจกรรม					
2. มีการซักถามความรู้กับผู้อื่น					
3. ให้ความร่วมมือในการตอบคำถามและอภิปราย					
4. จดบันทึกสาระสำคัญ					
5. ไม่คุยเล่นกันในขณะเรียน					
ความรับผิดชอบในการทำงาน					
1. การพึ่งตนเองในการปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายจนสำเร็จ					
2. การปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้ทันเวลาที่กำหนด					
3. รับผิดชอบหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมายอย่างกระตือรือร้น					
4. ยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน					
5. มีการวางแผนการทำงาน					
รวม					

เกณฑ์การประเมินจากแบบสังเกตกำหนด ดังนี้

5 หมายถึง ดีมาก	40-50 คะแนน	ดีมาก
4 หมายถึง ดี	30-39 คะแนน	ดี
3 หมายถึง ปานกลาง	20-29 คะแนน	ปานกลาง
2 หมายถึง พอใช้	10-19 คะแนน	พอใช้
1 หมายถึง ควรปรับปรุง	0-9 คะแนน	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ

ผู้ประเมิน

แบบประเมินแผนผังโน้ตค้น
เรื่อง กำเนิดของสิ่งมีชีวิต

รหัสวิชา ว 33246 วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ภาคเรียนที่ 2/2558 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่.....

ครูผู้สอน.....วันที่ประเมิน.....

เลข ที่	ชื่อ-สกุล	ประเด็นการประเมิน		คะแนน เฉลี่ย	ผลการประเมิน
		เนื้อหา	รูปแบบการ นำเสนอ		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

เลข ที่	ชื่อ-สกุล	ประเด็นการประเมิน		คะแนน เฉลี่ย	ผลการประเมิน
		เนื้อหา	รูปแบบการ นำเสนอ		
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					

เกณฑ์การผ่าน ตั้งแต่ระดับ 2 ขึ้นไป

สรุป ผ่าน

ไม่ผ่าน

แบบบันทึกการเรียนรู้

รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง กำเนิดของสิ่งมีชีวิต รหัสวิชา ๖3246

ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....ชั้นม.6/.....

1. จากการเรียนเรื่อง กำเนิดของสิ่งมีชีวิต นักเรียนได้ความรู้ที่ได้จากการเรียนมาน้อยเพียงใด โดยสรุปเป็นความคิดรวบยอด.....

.....

.....

.....

2. ในวันนี้นักเรียนมีความรู้สึกชอบกิจกรรมอะไรมากที่สุด เพราะเหตุใด.....

.....

.....

3. ในระหว่างเรียนนักเรียนพบปัญหาอะไร.....

.....

.....

4. ความในใจที่นักเรียนอยากระบายให้ครูรับรู้อะไร.....

.....

.....

5. นักเรียนอยากให้มีการปรับปรุงแก้ไขอะไรในการสอนของวันนี้ และแนวทางแก้ไขควรเป็นอย่างไร.....

.....

.....

6. นักเรียนสามารถทำอะไรได้บ้าง จากการเรียนรู้เรื่องต่าง ๆ ในวันนี้.....

.....

.....

.....

กลุ่มที่.....

แบบประเมินการแสดงบทบาทสมมติ
เรื่อง กำเนิดของสิ่งมีชีวิต

รหัสวิชา ว 33246 วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ภาคเรียนที่ 2/2558 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่.....

ครูผู้สอน..... วันที่ประเมิน.....

รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
	1	2	3	4	5
1. มีความตั้งใจ สนใจในขณะที่ทำกิจกรรม ไม่คุยเล่นกัน					
2. สมาชิกในกลุ่มทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดง					
3. สมาชิกในกลุ่มช่วยกันตอบคำถาม					
4. อธิบายเนื้อหาดี มีการศึกษามาอย่างถูกต้อง					
5. มีการแสดงตามลำดับขั้นตอนของเนื้อหา					
6. มีเทคนิคการแสดงที่ทำให้ผู้อื่นสนใจ					
7. มีการระบุตัวบทบาทสมมติของตนเองอย่างชัดเจน					
รวม (35)					

เกณฑ์การประเมินจากแบบสังเกตกำหนด ดังนี้

5 คะแนน ดีมาก

4 คะแนน ดี

2-3 คะแนน พอใช้

0-1 คะแนน ควรปรับปรุง

ระดับ ดีมาก คะแนน 28-35

ระดับ ดี คะแนน 27-20

ระดับ พอใช้ คะแนน 19-12

ระดับ ควรปรับปรุง คะแนน <11

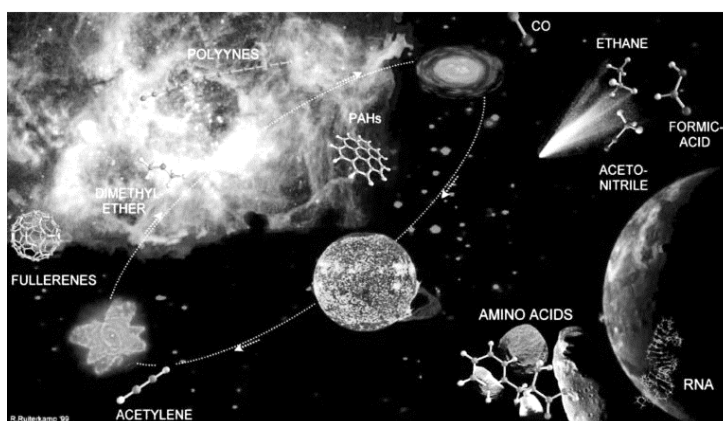
ลงชื่อ.....

ผู้ประเมิน

ใบความรู้ เรื่อง กำเนิดของสิ่งมีชีวิต

วิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม รหัส ว 33246 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าโลกได้ถือกำเนิดขึ้นมาเมื่อประมาณ 4,600 ล้านปี โดยเกิดจากกลุ่มแก๊สและฝุ่นผงในอวกาศที่มีการควบแน่นจนเป็นก้อน ผิวโลกในช่วงนั้นจะมีลักษณะเป็นของเหลวที่ร้อนจัดและต่อมาเย็นตัวลงจนเกิดการแข็งตัว บรรยากาศของโลกในสมัยแรกยังไม่มีแก๊สออกซิเจน ส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยแก๊สเฉื่อยและผิวโลกยังไม่มีน้ำในสภาพของเหลวเลย องค์ประกอบของโลกยุคดึกดำบรรพ์นี้มีความแตกต่างจากโลกยุคปัจจุบันมาก อย่างไรก็ตามเมื่อระยะเวลาผ่านไปประมาณ 1,000 ล้านปีหลังจากกำเนิดโลก สิ่งมีชีวิตก็ถือกำเนิดขึ้นและเกิดวิวัฒนาการเรื่อยมา จนในปัจจุบันเราจะเห็นได้ว่าความหลากหลายทางชีวภาพในธรรมชาติเกิดขึ้นอย่างมากมาย



ที่มา : www.kis.uni-freiburg.de-768

มนุษย์ในแต่ละยุคมีความเชื่อเกี่ยวกับกำเนิดของสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างกันไป สิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นมาได้อย่างไรนั้นยังไม่มีสมมติฐานที่ชัดเจน เพียงแต่นักวิทยาศาสตร์ได้ตั้งสมมติฐานขึ้นมาเกี่ยวกับ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต (Origin of life) เท่านั้น ซึ่งได้มีผู้สันนิษฐานกันไว้อย่างกว้างขวาง โดยได้ตั้งทฤษฎีต่าง ๆ เอาไว้มากมาย ซึ่งสรุปได้เป็น 5 ทฤษฎี คือ

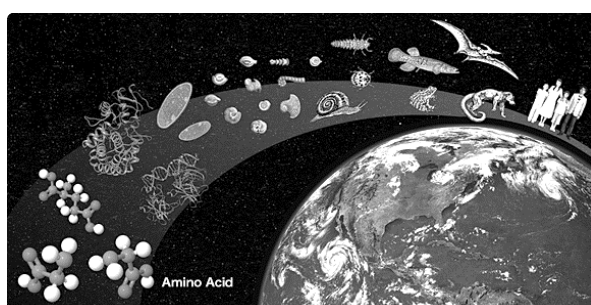
1. สิ่งมีชีวิตเกิดจากอำนาจพิเศษ (Special creation) เป็นทฤษฎีที่ว่า ชีวิตทุกชนิดเกิดขึ้นพร้อมกันจากการสร้างของอำนาจพิเศษ โดยอ้างว่าอำนาจเหนือธรรมชาติอย่างใดอย่างหนึ่งเป็นผู้สร้างชีวิตขึ้น เช่น พระเจ้าเป็นผู้บันดาลให้เกิดขึ้น เป็นความเชื่อที่ไม่มีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงไม่ยอมรับ แต่ยังเป็นความเชื่อถือของศาสนาบางศาสนาอยู่

2. **สิ่งมีชีวิตเกิดจากสิ่งไม่มีชีวิต (Spontaneous generation หรือ Abiogenesis)** เป็นทฤษฎีที่อธิบายว่า “ชีวิตเกิดขึ้นได้เองเรื่อย ๆ จากสิ่งที่ไม่มีชีวิต” เช่น ปลาบางชนิดเกิดจากโคลนและทราย หนูเกิดจากเศษผ้าที่เน่าเปื่อยและเศษกระดาษตามช่องที่อาศัยอยู่ จิ้งหรีดเกิดจากน้ำค้างบนใบหญ้า เป็นต้น นักวิทยาศาสตร์รุ่นหลัง ๆ ได้ทำการทดลองคัดค้านและหักล้างความเชื่อนั้นไป เพราะจากการทดลองปรากฏว่าสิ่งมีชีวิตจะต้องเกิดจากสิ่งมีชีวิตที่มีมาก่อนแล้ว

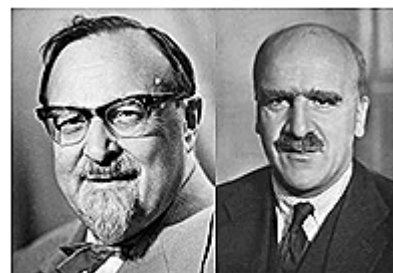
3. **สิ่งมีชีวิตเกิดจากสิ่งมีชีวิต (Biogenesis)** เป็นทฤษฎีที่กล่าวว่า สิ่งมีชีวิตบนโลกทั้งหมดขณะนี้มาจากสิ่งที่มีชีวิต (บรรพบุรุษ) เท่านั้น ทฤษฎีนี้มีการทดลองสนับสนุนมากมาย เช่น ในการทดลองของเรดิ และปาสเตอร์ ฟรานซิสโก เรดิได้ทดลองเอาปลาตายใส่ขวดโหล 3 ขวด ขวดที่หนึ่งเปิดฝาทิ้งไว้ขวดที่ 2 ปิดด้วยผ้าขาว ขวดที่ 3 ปิดด้วยหนังสือ เรดิพบว่าหนอนเกิดขึ้นได้เฉพาะขวดโหลที่เปิดฝาทิ้งไว้ เนื่องจากมีแมลงวันไปเกาะและวางไข่ในขวดโหลนั้น ส่วนขวดโหลที่ปิดฝาทั้งสองใบไม่มีหนอนเลย เขาเรียกหนอนนั้นว่า แมกกอตส์ (maggots) แต่ยังมีปัญหาอยู่อีกว่าชีวิตที่เกิดมาก่อนหรือชีวิตแรกเริ่มนั้นมาจากไหนและอย่างไร

4. **สิ่งมีชีวิตมาจากนอกโลก (Cosmozoic theory)** เป็นทฤษฎีที่กล่าวว่าชีวิตไม่มีที่สิ้นสุด ไม่มีใครสร้างขึ้นและไม่ได้มาจากสิ่งไม่มีชีวิต บางคนอ้างว่าชีวิตในโลกนี้เกิดมาจากโลกหรือดาวดวงอื่นพร้อมกับลูกอุกกาบาตหรือสะเก็ดดาวตก โดยเกิดจากสปอร์ (Spore) ซึ่งติดมากับสะเก็ดดาวตก แต่ยังมีปัญหาอีกว่าสปอร์เหล่านั้นเกิดมาจากอะไรและอย่างไร

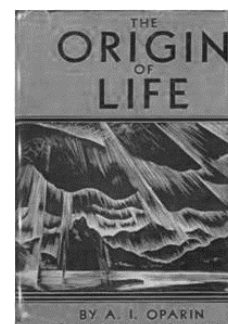
5. **สิ่งมีชีวิตเกิดมาจากการวิวัฒนาการของสารอินทรีย์ (Organic evolution)** เมื่อโลกเย็นลงมากและมีสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม สิ่งมีชีวิตจะค่อย ๆ เกิดขึ้นมาจากสิ่งที่ไม่มีชีวิตที่เกิดจากพวกสารประกอบง่าย ๆ รวมตัวกัน (ความเหมาะสมและสารประกอบที่กล่าวถึงนั้นจะมีเฉพาะในสมัยนั้นเท่านั้น ต่อ ๆ มาจะไม่มียิ่ง เช่น ในสมัยนี้สิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้เปลี่ยนไปแล้ว ไม่สามารถที่จะทำให้อะไรที่ไม่มีชีวิตกลายเป็นสิ่งที่มีชีวิตไปได้) สารประกอบอย่างง่าย ๆ ตามทฤษฎีนี้ ก็คือพวกอินทรีย์สาร ซึ่งเข้าใจว่าในบรรยากาศของโลกยุคแรกคงจะมีก๊าซมีเทน แอมโมเนีย ไอน้ำ ไฮโดรเจนไซยาไนด์และไฮโดรเจน จะค่อย ๆ รวมตัวและวิวัฒนาการไปเป็นอินทรีย์สารที่มีอนุภาคซับซ้อนมากขึ้นทุกทีและในที่สุดก็เปลี่ยนเป็นสิ่งมีชีวิตแรกเริ่มง่าย ๆ จากนั้นค่อย ๆ มีวิวัฒนาการเปลี่ยนแปลงไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งเป็นสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ



ในปี พ.ศ. 2467 ได้มีการทดลองของอเล็กซานเดอร์ อีวาโนวิช โอพารินและฮอลเดน (A.I. Oparin and J.B.S. Haldane) นักวิทยาศาสตร์ชาวรัสเซียและอังกฤษ เสนอแนวความคิดว่า “สิ่งมีชีวิตไม่สามารถเกิดขึ้นได้เองในช่วงเวลาสั้น ๆ เพียงขั้นตอนเดียว” สิ่งมีชีวิตแรกเริ่มเกิดในทะเลโดยที่ในขณะนั้นบรรยากาศของโลกคือค้ำบรพประกอบด้วย ก๊าซหลายชนิด เช่น มีเทน แอมโมเนีย ไนโตรเจน ไอน้ำ ฯลฯ แต่ไม่มีออกซิเจนอิสระ และอาศัยพลังงานจากดวงอาทิตย์ เช่นรังสีอัลตราไวโอเลต รังสีคอสมิก พลังงานจากการสลายสารกัมมันตรังสีบนโลก ประกอบกับฟ้าแลบ ฟ้าผ่า ทำให้ก๊าซเหล่านั้นเกิดปฏิกิริยาเคมีรวมกันเป็นสารอินทรีย์ เมื่อมีฝนตก สารอินทรีย์เหล่านั้นได้ละลายลงในทะเล สารอินทรีย์หลายโมเลกุลจะรวมตัวใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ จนเกิดเป็นสิ่งมีชีวิตขึ้น โดยบังเอิญ

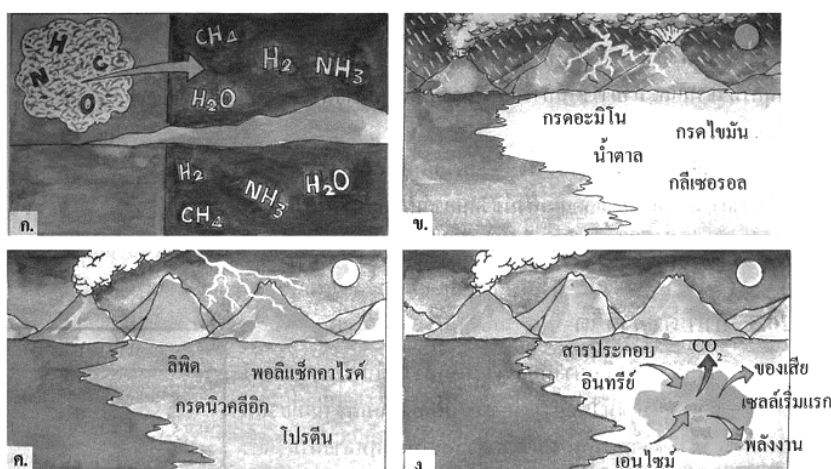


Alexander Oparin y J. B. S. Haldane



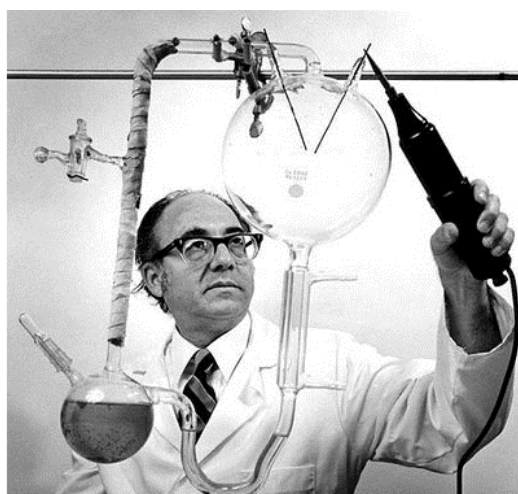
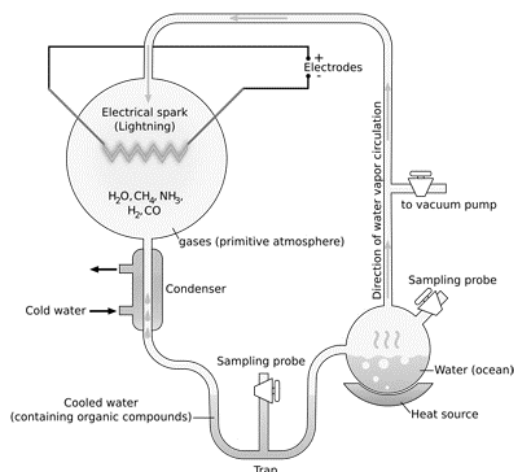
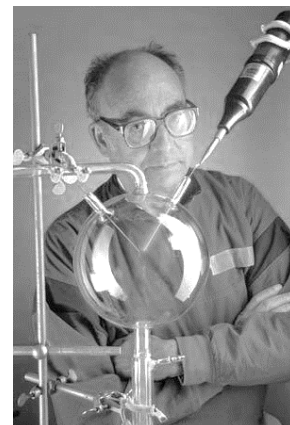
ที่มา : moblog.whmssoft.net

จากแนวคิดของโอพาริน ทำให้นักวิทยาศาสตร์ได้สันนิษฐานว่า กรดนิวคลีอิกชนิดแรกที่เกิดขึ้นคือ RNA หลังจากนั้นจึงเกิดการสังเคราะห์ DNA ตามมา โครงสร้างของ DNA ประกอบด้วยพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สายพันกันบิดเป็นเกลียว ทำให้ DNA มีโครงสร้างโมเลกุลที่แข็งแรงกว่า RNA ที่เป็นพอลินิวคลีโอไทด์เพียงสายเดียว นอกจากนี้ DNA ยังมีกลไกการแก้ไขหรือตรวจสอบความถูกต้องในขณะที่มีการจำลอง DNA ทำให้เกิดมิวเทชันน้อยกว่า RNA ซึ่งทำให้ DNA มีโอกาสอยู่รอดได้มากกว่า การคัดเลือกโดยธรรมชาตินอกจากจะเกิดขึ้นในระดับของสิ่งมีชีวิตแล้วยังเกิดขึ้นในระดับโมเลกุลอีกด้วย



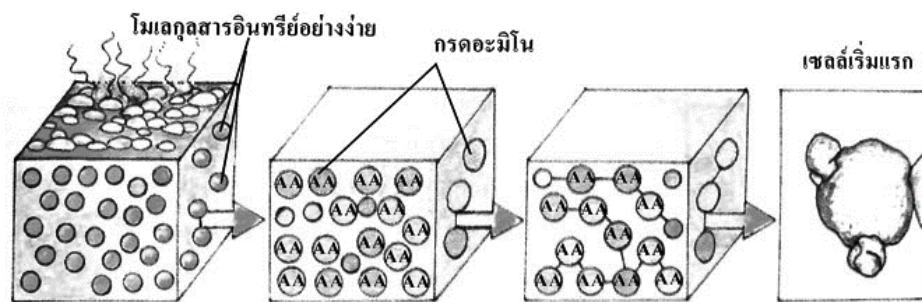
ที่มา: www.vcharkarn.com

แนวคิดของ โอพารินและฮอลเดนได้รับการสนับสนุนจากงานทดลองของ สแตนเลย์ มิลเลอร์ (Stanley Miller) ในปี พ.ศ. 2496 มิลเลอร์ได้ทำการพิสูจน์แนวคิดของโอพาริน คือ ได้ทำการทดลองเพื่อทดสอบว่าสามารถสังเคราะห์อินทรีย์สารจากอินทรีย์สารได้หรือไม่ โดยสร้างเครื่องมือ เป็นภาชนะบรรจุก๊าซชนิดต่าง ๆ (CH_4 , H_2 , NH_3 และไอน้ำ) เพื่อเป็นการจำลองบรรยากาศของโลกดึกดำบรรพ์ให้หมุนเวียนผ่านน้ำเดือดและไอน้ำ แล้วปล่อยไฟฟ้าแรงสูงเข้าไปในภาชนะนั้น จากนั้นได้ทำการตรวจสอบพบว่ามีกรดอะมิโนและสารอินทรีย์ที่เป็น Organic monomer หลายชนิดที่พบในขบวนการเมทาโบลิซึม ต่อมาได้มีการทดลองในทำนองเดียวกันนี้ โดยใช้แหล่งพลังงานต่าง ๆ กันไป ปรากฏว่าได้ผลคล้ายคลึงกัน ทำให้คาดว่าครั้งหนึ่งนานมาแล้ว ในโลกของเรามีสารเคมีที่ซับซ้อนของสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นได้เอง จากสารเคมีง่าย ๆ เหมือนกับที่นักวิทยาศาสตร์ได้ทำให้เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ



ที่มา : writescience.wordpress.com

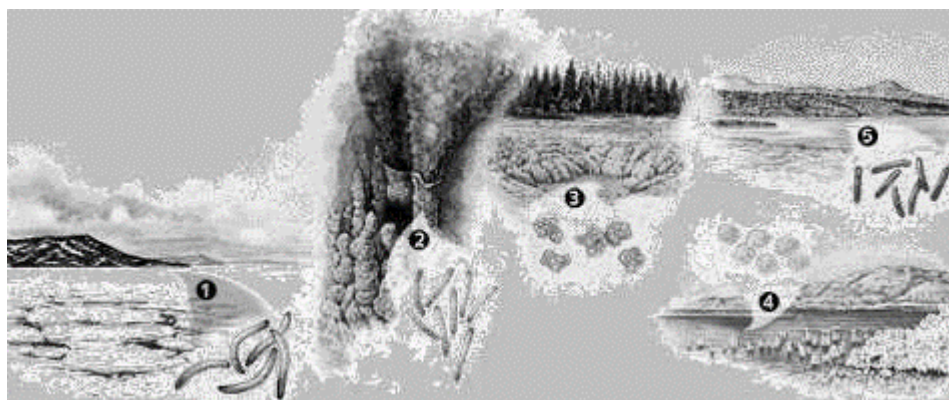
ต่อมาซิดนีย์ ฟอกซ์ (Sidney Fox) นักชีวเคมีชาวอเมริกันและคณะ ได้แสดงให้เห็นว่าเซลล์เริ่มแรกเกิดจากกรดอะมิโน ได้รับความร้อนและมีการรวมกลุ่มกัน ซึ่งกรดอะมิโนมีคุณสมบัติหลายอย่างคล้ายกับเซลล์สิ่งมีชีวิต เช่น มีการเจริญเติบโต สามารถเพิ่มจำนวน โดยการแตกหน่อและมีกระบวนการเมทาบอลิซึม เป็นต้น



ที่มา: www.vcharkarn.com

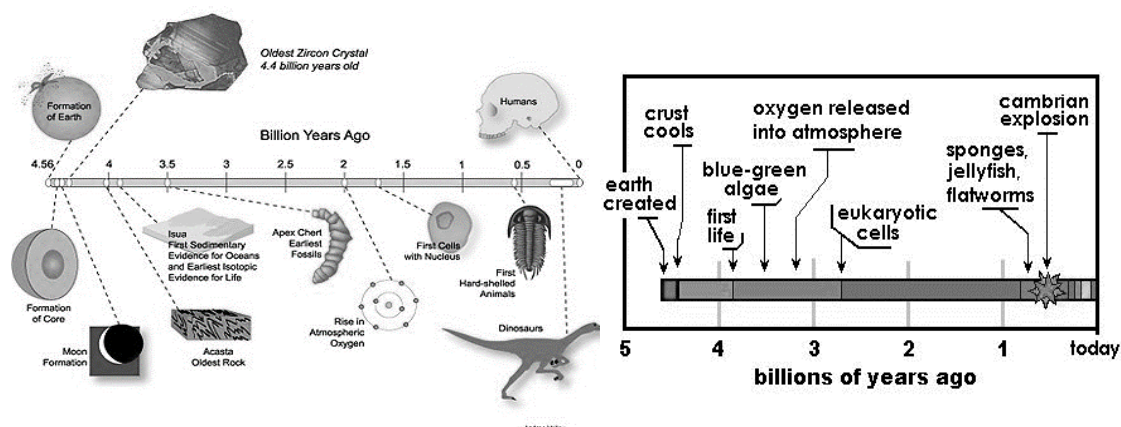
สิ่งมีชีวิตแรกเริ่มที่กำเนิดขึ้นบนโลกนี้อยู่ภายใต้ภาวะที่ไม่มีออกซิเจนอิสระ (free O₂) นักวิทยาศาสตร์จึงมีสมมุติฐานว่า สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ได้พลังงานที่ใช้เพื่อการดำรงชีวิตมาจากการย่อยสลาย อินทรีย์สารที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมโดยไม่ต้องใช้ออกซิเจน (anaerobic condition) ซึ่งในปัจจุบันมีแบคทีเรีย หลายชนิดที่ดำรงชีวิตอยู่ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนเช่นกัน เมื่อระยะเวลาผ่านไป (ซึ่งอาจเป็นหลายพันปี หรือหลายล้านปี) แหล่งพลังงานเหล่านี้มีจำนวนลดน้อยลงไม่พอเพียงต่อสิ่งมีชีวิตที่เพิ่มจำนวนมากขึ้น จึงอาจเป็นไปได้ว่า มีสิ่งมีชีวิตบางชนิดหาวิธีการได้พลังงานจากการกินสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นเป็นอาหาร มีการย่อยสลายสารอาหารจากเหยื่อ และมีของเสียจากกระบวนการเมแทบอลิซึมปลดปล่อยออกมาในรูปคาร์บอน ไดออกไซด์ (CO₂) ดังนั้นสิ่งมีชีวิตในยุคต้น ๆ บนโลกดำรงชีวิตแบบ heterotrophs สำหรับสิ่งมีชีวิตที่มีการดำรงชีพแบบ autotrophs มีวิวัฒนาการเกิดขึ้นภายหลัง โดยมีสิ่งมีชีวิตบางชนิดผลิตโมเลกุลที่คล้ายคลึงกับคลอโรฟิลล์ขึ้นมา ทำให้มีความสามารถในการนำพลังงานจากแสงอาทิตย์ มาเปลี่ยนให้เป็นพลังงานเคมีเก็บสะสมไว้ในโมเลกุลคาร์โบไฮเดรต ซึ่งก็คือกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) ที่พบในสาหร่ายสีเขียวและพืชปัจจุบัน กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่มีการพัฒนาขึ้นมาส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบรรยากาศของโลกจากสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน เป็นบรรยากาศที่มีการสะสมออกซิเจนเพิ่มขึ้นตามมาด้วยการเปลี่ยนแปลงวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดที่พบอยู่ในปัจจุบันนักธรณีวิทยาได้จัดแบ่งอายุทางธรณีวิทยาออกเป็นส่วนย่อย ๆ เช่น มหายุค (Eras) ยุค (Period) โดยอาศัยลำดับของชั้นหิน ซึ่งในชั้นหินเหล่านี้มีซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตอยู่ด้วย เมื่อประกอบกับหลักฐานอื่น ๆ ทำให้สามารถจะคาดคะเนและลงความเห็นเกี่ยวกับประวัติการเกิด และชนิดของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในแต่ละยุคสมัยได้ ในปี 1979 Hans Pflug และ H. Jaeschke-Boyer ได้ทำการสำรวจชั้นหินที่เก่าแก่ที่สุดในกรีนแลนด์ ซึ่งมีอายุประมาณ 3,800 ล้านปี พบว่ามีฟอสซิลโครงสร้างคล้ายเซลล์ และได้ตั้งชื่อว่า Isosphaera ซึ่งมีลักษณะคล้ายยีสต์ อย่างไรก็ตามมี

นักวิทยาศาสตร์อีกกลุ่ม เชื่อว่าสิ่งมีชีวิตเริ่มแรกคือ Eobacterium isolatum และ Archaeospheroides barbertonensis ซึ่งมีอายุประมาณ 3,200 ล้านปี



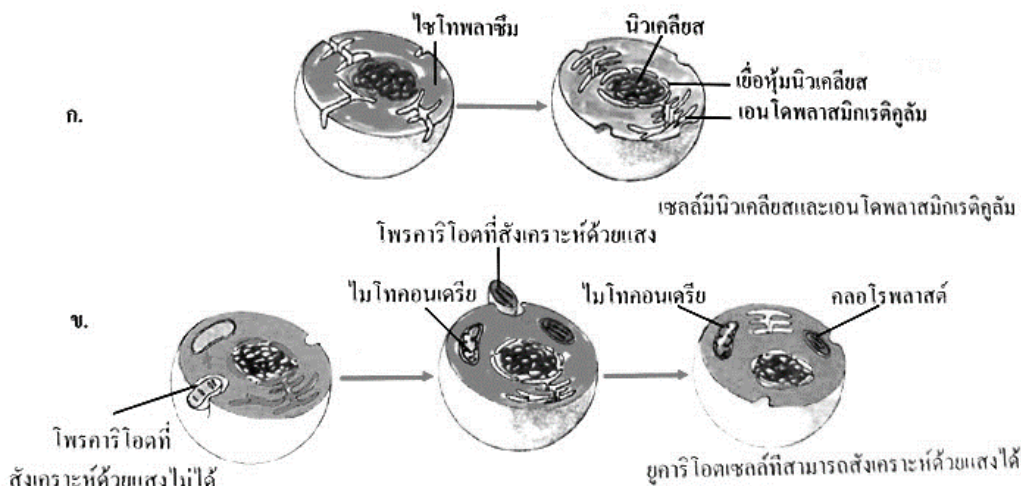
ที่มา : wetlandinfo.ehp.qld.gov.au

โดยสิ่งมีชีวิตพวกแรก ได้แก่ เซลล์โพรคาริโอท (prokaryotic cell) ซึ่งเป็นเซลล์ที่มีรูปร่างง่าย ๆ ไม่มีนิวเคลียส สารพันธุกรรมแขวนลอยอยู่ในไซโทพลาซึม เช่น แบคทีเรีย สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สิ่งมีชีวิตพวกแรกนี้สามารถเติบโต และดำรงชีวิตอยู่ใน สภาวะที่ไม่มีออกซิเจน นอกจากนี้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสามารถสังเคราะห์แสงโดยใช้น้ำเป็นแหล่งให้อะตอมไฮโดรเจน มีผลให้เกิดออกซิเจนในบรรยากาศ ซึ่งเมื่อสะสมมากขึ้น จะเกิดการเปลี่ยนแปลงในชั้นบรรยากาศ ทำให้เซลล์ต่าง ๆ มีการพัฒนาระบบการหายใจอย่างมีประสิทธิภาพขึ้น ในที่สุดก็มีเซลล์ยูคาริโอท (eukaryotic cell) ถือกำเนิดขึ้นมา



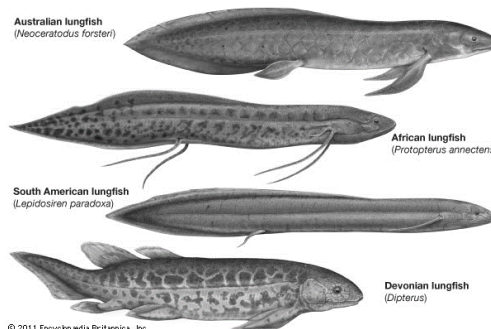
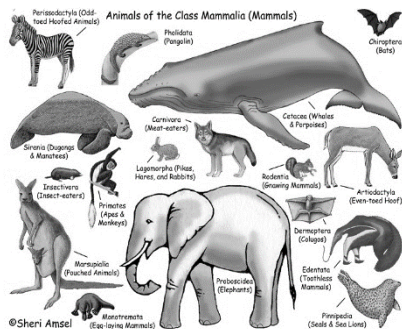
ที่มา : http://fas.org/irp/imint/docs/rst/Sect19/Sect19_2a.html

เซลล์ยูคาริโอตเป็นเซลล์ที่มีโครงสร้างซับซ้อน มีนิวเคลียส มีสารพันธุกรรมอยู่ในนิวเคลียส และออร์แกเนลล์หลายอย่างที่สำคัญ คือ ไมโทคอนเดรีย (mitochondria) และคลอโรพลาสต์ (chloroplast) กำเนิดของเซลล์ยูคาริโอตเป็นจุดสำคัญ นำไปสู่วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์และเกิดเป็นสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดขึ้นทั่วโลก



ที่มา : www.vcharkarn.com

นักเรียนจะพบว่าการเจริญของเยื่อหุ้มเซลล์เข้าไปในเซลล์ล้อมรอบบริเวณที่มีสารพันธุกรรมอยู่ แล้วพัฒนาไปเป็นนิวเคลียส ทำให้ได้เซลล์ยูคาริโอตและมีเอนโดพลาสมิกเรติคูลัม ขณะที่ไมโทคอนเดรีย และคลอโรพลาสต์เกิดจากเซลล์โพรคาริโอตขนาดเล็กเข้าไปอาศัยอยู่ในเซลล์โพรคาริโอตขนาดใหญ่ นั่นเอง (ทฤษฎี Symbiosis) และมีหลักฐานหลายอย่างสนับสนุน เช่น ไมโทคอนเดรียและคลอโรพลาสต์สามารถแบ่งตัวเพิ่มจำนวนได้เองและมีเยื่อชั้นในที่บรรจุเอนไซม์ เพื่อให้ในกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน นอกจากนี้ยังมี DNA และไรโบโซมที่คล้ายคลึงกับแบคทีเรียอีกด้วย



ที่มา : www.britannica.com

จากหลักฐานทางวิวัฒนาการหลาย ๆ ประการชี้ให้เห็นว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละประเภทมีการเปลี่ยนแปลง ที่ใช้ระยะเวลาต่างกัน บางประเภทมีวิวัฒนาการ โดยใช้ระยะเวลาสั้น ในขณะที่บางประเภทใช้ระยะเวลานานมาก ในการเปลี่ยนแปลง ตัวอย่างเช่น วิวัฒนาการของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ใช้ระยะเวลาไม่นานนักในการ เปลี่ยนแปลง จึงพบว่ามีสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมากมายหลายชนิด ขณะที่วิวัฒนาการของปลาเป็นไปอย่างช้า ๆ เช่น ปลา lungfish ในปัจจุบันมีลักษณะคล้ายคลึงกับ ซากดึกดำบรรพ์ที่พบเมื่อ 150 ล้านปีมาแล้ว นอกจากนี้หลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์ยังพบว่า มีสิ่งมีชีวิตบางสปีชีส์ (species) สูญพันธุ์ (extinction) ไปแล้ว ซึ่งหมายความว่า ไม่สามารถพบ สปีชีส์นั้นๆ ที่ยังมีชีวิตอยู่เลยจึงเป็นการสิ้นสุดสปีชีส์ สาเหตุสำคัญของการสูญพันธุ์คือ การเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันของภูมิประเทศ หรือภูมิอากาศทำให้สปีชีส์ นั้น ๆ ไม่สามารถปรับตัวได้ทัน ถูกทำลายไปทั้งหมด

เอกสารอ้างอิง

หนังสือเรียนชีววิทยาเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 เล่ม 5. (สสวท.). (2551). *กำเนิดของชีวิต*.

กรุงเทพฯ: สกสค. ลาดพร้าว.

เอกสารประกอบการสอน โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์. (2558). *กำเนิดของสิ่งมีชีวิต*. สืบค้นได้จาก

www.mwit.ac.th.

สถาบันการพลศึกษาวิทยาเขตชุมพร. (2558). *ชีววิทยาทั่วไป 1*. สืบค้นได้จาก

<http://www.ipecp.ac.th/ipecp/cgi-binn/BP1/Program/chapter1/p6.html>.

แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ จำนวน 20 ข้อ

คำชี้แจง แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน จำนวน 20 ข้อ

ส่วนที่ 1 เป็นปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก

ส่วนที่ 2 เป็นการอธิบายเหตุผลสนับสนุนในการเลือกตอบข้อนั้น

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงในข้อสอบส่วนที่ 1 ให้ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วให้อธิบายเหตุผลสนับสนุนในการเลือกตอบข้อนั้นลงในส่วนที่ 2

เช่น ถ้านำพารามีเซียมใส่ลงไปในสายละลายเกลือแกงเข้มข้น 0.2% พบว่า *contractile vacuole* มีการหดตัว 5 ครั้งต่อนาที ถ้าเพิ่มความเข้มข้นของสายละลายเกลือแกงขึ้นอีก นักเรียนคิดว่า *contractile vacuole* จะมีลักษณะอย่างไร

ก. หดตัวช้าลง

ข. หดตัวเท่าเดิม

ค. หดตัวเร็วขึ้น

ง. *Contractile vacuole* แตก

เพราะเหตุใด : เพราะ *contractile vacuole* ทำหน้าที่กำจัดน้ำส่วนเกินและของเสียออกจากเซลล์ จะหดตัวเร็วขึ้นเพราะปมสารละลายเกลือแกงที่มีความเข้มข้นสูงออกจากเซลล์ เพื่อรักษาคุณภาพของเซลล์ให้คงอยู่ได้

1. จากภาพนกข้างต้น สามารถจัดให้เป็นความหลากหลายทางชีวภาพชนิดใด (การแบ่งประเภท)

ก. ความหลากหลายทางพันธุกรรม

ข. ความหลากหลายของสปีชีส์

ค. ความหลากหลายของระบบนิเวศ

ง. ความหลากหลายทางภูมิศาสตร์



ที่มา: www.sasipin.com

เพราะเหตุใด:.....

2. ในการสร้างตารางชื่อนี้ของสิ่งมีชีวิตนักวิทยาศาสตร์ใช้ข้อมูลจากหลักฐานชนิดใด (เชิงทฤษฎี)

- ก. หลักฐานทางภูมิศาสตร์
- ข. หลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์
- ค. หลักฐานทางกายวิภาคเปรียบเทียบ
- ง. หลักฐานทางชีววิทยาระดับโมเลกุล

เพราะเหตุใด :.....

3. อาจารย์บีไปเก็บตัวอย่างสายพันธุ์มอสมาจากคอยอินทนนท์และได้นำมอสมาตรวจสอบว่าได้เคยมีการตั้งชื่อมอสชนิดนี้ไว้แล้วหรือยัง แสดงว่าอาจารย์บีได้ทำการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตในขั้นตอนใด (การแบ่งประเภท)

- ก. การระบุชนิด (Identification)
- ข. การจำแนกประเภท (Classification)
- ค. การเก็บรักษาตัวอย่าง (Collect Sample)
- ง. การตั้งชื่อสิ่งมีชีวิต (Nomenclature)

เพราะเหตุใด :.....

4. “ซับอเดอร์ (suborder)” ควรจัดอยู่ในขั้นใด (ความสัมพันธ์)

- ก. ลำดับสูงกว่าอเดอร์แต่ต่ำกว่าซับคลาส
- ข. ลำดับสูงกว่าอเดอร์แต่สูงกว่าซับคลาส
- ค. ลำดับต่ำกว่าอเดอร์แต่ต่ำกว่าซูปเปอร์แฟมิลี
- ง. ลำดับต่ำกว่าอเดอร์แต่สูงกว่าซูปเปอร์แฟมิลี

เพราะเหตุใด :.....

5. ข้อใดเป็นการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (เชิงทฤษฎี)

ก. *apis dorsata*

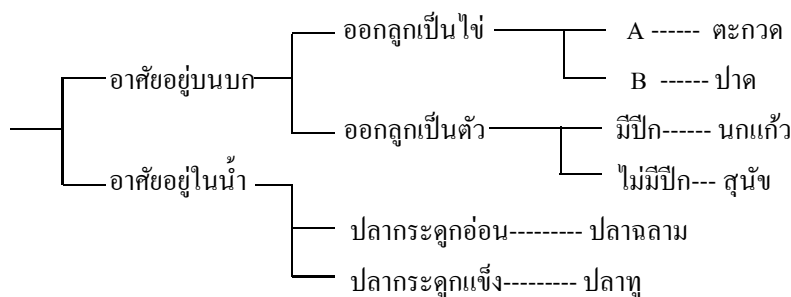
ข. *apis Dorsata*

ค. *Apis dorsata*

ง. *Apis Dordata*

เพราะเหตุใด :.....

6. จากไดโคโตมัสคีย์ที่กำหนดให้ ข้อใดเป็นลักษณะของ A และ B ตามลำดับ (การแบ่งประเภท)



ก. หายใจทางเหงือก, หายใจทางปอด

ข. มีการลอกคราบ, ไม่มีการลอกคราบ

ค. มีการแยกเพศ, ไม่มีการแยกเพศ

ง. ปฏิสนธิภายใน, ปฏิสนธิภายนอก

เพราะเหตุใด :.....

7. เซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิต เกิดจากอะไร (เชิงทฤษฎี)

ก. กรดนิวคลีอิกชนิด RNA

ข. กรดนิวคลีอิกชนิด DNA

ค. กรดอะมิโน

ง. กรดไขมัน

เพราะเหตุใด :.....

8. ข้อใดกล่าว ไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับเซลล์โพรคาริโอตและยูคาริโอต (การแบ่งประเภท)

- ก. เซลล์โพรคาริโอตมีความซับซ้อนน้อยกว่าเซลล์ยูคาริโอต
- ข. เซลล์ยูคาริโอตพบเฉพาะอแกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม
- ค. เซลล์ยูคาริโอตมีวิวัฒนาการมาจากเซลล์โพรคาริโอต
- ง. เซลล์ยูคาริโอตมีทั้งเป็น Heterotrophic และ Autotrophic

เพราะเหตุใด :.....
.....
.....

9. จากทฤษฎีเอนโดซิมไบโอซิสที่ว่า อแกเนลล์สำคัญ ๆ ในเซลล์ยูคาริโอตมีวิวัฒนาการมาจากเซลล์โพรคาริโอต เกี่ยวข้องกับอแกเนลล์ในข้อใด (เชิงทฤษฎี)

- ก. ไมโทคอนเดรียและคลอโรพลาสต์
- ข. ไลโซโซมและเอนโดพลาสมิกเรติคูลัม
- ค. เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมและคลอโรพลาสต์
- ง. กอลจิคอมเพล็กซ์และเอนโดพลาสมิกเรติคูลัม

เพราะเหตุใด :.....
.....
.....

10. การที่นักวิทยาศาสตร์แยกอาณาจักร Fungi ออกมาภายหลัง เพราะพบลักษณะต่าง ๆ ที่ไม่เหมือนกับอาณาจักรอื่น นักเรียนคิดว่าลักษณะใดต่อไปนี้ ไม่ใช่ลักษณะที่ถูกแยกด้วยเกณฑ์ทางสรีรวิทยา (Physiology) (การแบ่งประเภท)

- ก. มีผนังเซลล์และไม่มีคลอโรฟิลล์ (achlorophyll)
- ข. สามารถสร้างสปอร์ได้ (spore producing)
- ค. สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ
- ง. นำอาหารเข้าสู่เซลล์โดยการดูดซึม

เพราะเหตุใด :.....
.....
.....

11. ลักษณะใดที่ไม่ใช่ ลักษณะของเซลล์แบคทีเรีย (เชิงทฤษฎี)

1. มีสารพันธุกรรมลอยอยู่ในไซโทพลาซึม
2. มีรูปร่างหลายแบบ เช่น กลม ท่อน เกลียว
3. มีผนังเซลล์และเยื่อหุ้มนิวเคลียส
4. สามารถทนกับสภาพแวดล้อมที่รุนแรงได้ทุกชนิด

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

เพราะเหตุใด :.....

.....

12. ข้อใดกล่าว ผิด เกี่ยวกับ แบคทีเรียแกรมบวก (เชิงทฤษฎี)

- ก. ย้อมติดสีม่วงของคริสตัลไวโอเลต
- ข. สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงคล้ายพืช
- ค. สามารถผลิตกรดแลกติกได้
- ง. สามารถสร้างเอนโดสปอร์ได้

เพราะเหตุใด :.....

.....

13. จงอ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามว่าเป็นลักษณะของแบคทีเรียกลุ่มใด
 “เป็นยูแบคทีเรียที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ เนื่องจากมีสารสีบรรจุอยู่ในเซลล์ พบใน
 สภาพแวดล้อมที่หลากหลาย เป็นผู้ผลิตที่สำคัญในระบบนิเวศ สามารถตรึงแก๊สไนโตรเจนใน
 อากาศได้” (การแบ่งประเภท)

- | | |
|---------------------|---------------------|
| ก. โพรทิโอแบคทีเรีย | ข. แบคทีเรียแกรมบวก |
| ค. คลาไมเดีย | ง. ไซยาโนแบคทีเรีย |

เพราะเหตุใด :.....

.....

14. จากสถานการณ์ต่อไปนี้ นักเรียนจะใช้ประโยชน์จากแบคทีเรียกลุ่มใดบ้าง
 “โรงงานแห่งหนึ่งใช้...A...เพื่อผลิตแก๊สมีเทนในการใช้เป็นเชื้อเพลิง และต้องใช้...B...เพื่อผลิตผัก
 ดองออกจำหน่ายสู่ท้องตลาด” (การแบ่งประเภท)

- ก. โพรทิโอแบคทีเรีย และ แบคทีเรียแกรมบวก
- ข. อาร์เคียแบคทีเรีย และ แบคทีเรียแกรมบวก
- ค. อาร์เคียแบคทีเรีย และ โพรทิโอแบคทีเรีย
- ง. ไชยาโนแบคทีเรีย และ โพรทิโอแบคทีเรีย

เพราะเหตุใด :.....

.....

15. ถ้าพบแบคทีเรียชนิดหนึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Staphylococcus aureus* นักเรียนคิดว่า
 แบคทีเรียชนิดนี้มีรูปร่างแบบใด (การแบ่งประเภท)

- ก. รูปร่างกลม
- ข. รูปร่างท่อน
- ค. รูปร่างเกลียว
- ง. รูปร่างเป็นเส้นสาย

เพราะเหตุใด :.....

.....

16. ลักษณะใดที่ไม่ใช่ ลักษณะของโพรทิสต์ (เชิงทฤษฎี)

- 1. มีลักษณะเป็นเซลล์โพรคาริโอต
- 2. มีการสืบพันธุ์ได้หลายแบบ
- 3. โครงสร้างส่วนใหญ่มีเยื่อหุ้ม
- 4. มีการพัฒนาของเซลล์ไปเป็นเนื้อเยื่อ

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

เพราะเหตุใด :.....

.....

17. โพรทิสต์กลุ่มใดน่าจะมีวิวัฒนาการใกล้เคียงกับแบคทีเรียมากที่สุด (เชิงความสัมพันธ์)

- ก. ยูกลีโนซัวและแอลวีโอลาตา
- ข. สตราโมโนไฟล์และไมซีโทซัว
- ค. ยูกลีโนซัวและไรโซโปกดา
- ง. ไดโพลโมนาดีดาและพาราบาซาลา

เพราะเหตุใด :.....

.....

.....

18. ลักษณะสำคัญที่สุดที่นำมาเป็นหลักในการจำแนกกลุ่มของสาหร่าย (algae) คือข้อใด (เชิงทฤษฎี)

- ก. การสืบพันธุ์
- ข. รังควัตถุ
- ค. การเคลื่อนที่
- ง. ชนิดของอาหารที่สะสม

เพราะเหตุใด :.....

.....

.....

19. การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศส่วนใหญ่ของยูกลีนาต่างจากพารามีเซียม คือข้อใด (การแบ่งประเภท)

- ก. ยูกลีนาแบ่งเซลล์ตามยาวของลำตัวจาก 1 เป็น 2 เซลล์
- ข. ยูกลีนาแบ่งเซลล์ตามขวางของลำตัวจาก 1 เป็น 2 เซลล์
- ค. ยูกลีนาสร้างเกราะหุ้มตัวเองก่อนแล้วจึงแบ่งเซลล์
- ง. ยูกลีนาแบ่งเซลล์ตามยาวของลำตัวขณะหยุดเคลื่อนที่จาก 1 เป็น 4 เซลล์

เพราะเหตุใด :.....

.....

.....

20. สิ่งมีชีวิตในอาณาจักร โพรทิสตาในข้อใดบ้างที่ดำรงชีวิตเป็นปรสิต (การแบ่งประเภท)

- | | |
|----------------|-------------------|
| 1. ยูกลีนา | 2. อะมีบา |
| 3. พลาสโมเดียม | 4. ไดโนแฟลกเจลเลต |

ก. ข้อ 1 และ 2

ข. ข้อ 2 และ 3

ค. ข้อ 3 และ 4

ง. ข้อ 1 และ 4

เพราะเหตุใด :.....

เฉลยแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

ข้อ 1 ตอบ ข. ความหลากหลายของสปีชีส์

ระดับมโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	<ul style="list-style-type: none"> - คำตอบถูก - ระบุได้ว่าลักษณะของจะงอยปากนกเกิดจากอะไร - อธิบายทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติหรือการเกิดสปีชีส์ใหม่ได้อย่างสั้น ๆ - ยกตัวอย่างได้บางส่วนว่าลักษณะจะงอยปากของนกแต่ละแบบนี้เหมาะสมกับอาหารแบบใด
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	<ul style="list-style-type: none"> - คำตอบถูก - ระบุได้ว่าลักษณะของจะงอยปากนกเกิดจากอะไร - อธิบายทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติหรือการเกิดสปีชีส์ใหม่ได้อย่างสั้น ๆ หรือยกตัวอย่างได้บางส่วนว่าลักษณะจะงอยปากของนกแต่ละแบบนี้เหมาะสมกับอาหารแบบใด อย่างไม่อย่างหนึ่ง อาจมีบางส่วนไม่สมบูรณ์แต่ไม่มีส่วนผิด
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	<ul style="list-style-type: none"> - คำตอบถูก - ไม่สามารถระบุได้ว่าลักษณะของจะงอยปากนกเกิดจากอะไร - ไม่สามารถอธิบายทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติหรือการเกิดสปีชีส์ใหม่ได้อย่างสั้น ๆ หรือยกตัวอย่างได้บางส่วนว่าลักษณะจะงอยปากของนกแต่ละแบบนี้เหมาะสมกับอาหารแบบใด อย่างไม่อย่างหนึ่ง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบผิด หรือไม่อธิบายเหตุผลประกอบ

ข้อ 2 ตอบ ข. หลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์

ระดับมโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	<ul style="list-style-type: none"> - คำตอบถูก - ระบุได้ว่าเพราะเหตุใดนักวิทยาศาสตร์จึงใช้หลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิต (จุดเด่นของหลักฐานชนิดนี้) - อธิบายลักษณะหลักฐานของซากดึกดำบรรพ์ได้ - ยกตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตที่ใช้เป็นหลักฐานได้
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	<ul style="list-style-type: none"> - คำตอบถูก - ระบุได้ว่าเพราะเหตุใดนักวิทยาศาสตร์จึงใช้หลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิต (จุดเด่นของหลักฐานชนิดนี้) - อธิบายลักษณะหลักฐานของซากดึกดำบรรพ์ได้หรือยกตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตที่ใช้เป็นหลักฐานได้ อย่างไรก็ตามโดยหนึ่ง ซึ่งอาจมีบางส่วนไม่สมบูรณ์ แต่ไม่มีส่วนผิด
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	<ul style="list-style-type: none"> - คำตอบถูก - ไม่สามารถระบุได้ว่าเพราะเหตุใดนักวิทยาศาสตร์จึงใช้หลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิต (จุดเด่นของหลักฐานชนิดนี้) - ไม่สามารถอธิบายลักษณะหลักฐานของซากดึกดำบรรพ์หรือยกตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตที่ใช้เป็นหลักฐานได้ อย่างไรก็ตามโดยหนึ่ง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบผิด หรือไม่อธิบายเหตุผลประกอบ

ข้อ 3 ตอบ ก. การระบุชนิด

ระดับมโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก

	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายได้ว่าการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตมีกี่ชั้น โดยขั้นตอนของการระบุชนิดนั้นมีความแตกต่างอย่างไรกับชั้นอื่น ๆ - เรียงลำดับชั้นของการจัดหมวดหมู่สิ่งมีชีวิตได้
<p>มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - คำตอบถูก - อธิบายได้ว่าการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตมีกี่ชั้น โดยขั้นตอนของการระบุชนิดนั้นมีความแตกต่างอย่างไรกับชั้นอื่น ๆ หรือเรียงลำดับชั้นของการจัดหมวดหมู่สิ่งมีชีวิตได้อย่างใดอย่างหนึ่ง อาจมีบางส่วนไม่สมบูรณ์ แต่ไม่มีส่วนผิด
<p>มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - คำตอบถูก - ไม่สามารถอธิบายได้ว่าการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตมีกี่ชั้น และไม่สามารถอธิบายความแตกต่างของขั้นตอนของการระบุชนิดกับชั้นอื่น ๆ หรือไม่สามารถเรียงลำดับชั้นของการจัดหมวดหมู่สิ่งมีชีวิตได้อย่างใดอย่างหนึ่ง
<p>ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - คำตอบผิด หรือไม่อธิบายเหตุผลประกอบ

ข้อ 4 ตอบ ก. ลำดับสูงกว่าเฟมิลีแต่ต่ำกว่าออร์เคอร์

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
<p>มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - คำตอบถูก - เรียงลำดับขั้นตอนในการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตทั้ง 7 ชั้น - อธิบายความหมายของคำว่า ซุปเปอร์ (Super) ได้ อาจมีการอธิบายเพิ่มเติมถึงคำว่าซับ (Sub) เพื่อเปรียบเทียบ - ยกตัวอย่างลำดับชั้นอื่นโดยใช้คำว่า ซุปเปอร์ ได้
<p>มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - คำตอบถูก - เรียงลำดับขั้นตอนในการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตทั้ง 7 ชั้น - อธิบายความหมายของคำว่า ซุปเปอร์ (Super) ได้ อาจมีการอธิบายเพิ่มเติมถึงคำว่าซับ (Sub) เพื่อเปรียบเทียบ หรือยกตัวอย่างลำดับชั้นอื่นโดยใช้คำว่า ซุปเปอร์ ได้ อย่างใดอย่างหนึ่ง อาจมีบางส่วนไม่สมบูรณ์ แต่ไม่มีส่วนผิด

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก - ไม่สามารถเรียงลำดับขั้นตอนในการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตทั้ง 7 ชั้น ได้ - ไม่สามารถอธิบายความหมายของคำว่า ซุปเปอร์ (Super) ได้ ไม่มีการอธิบายเพิ่มเติมถึงคำว่าซับ (Sub) เพื่อเปรียบเทียบ หรือไม่ยกตัวอย่างลำดับชั้นอื่นโดยใช้คำว่า ซุปเปอร์ ได้ ใดๆ อย่างหนึ่ง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบผิด หรือไม่อธิบายเหตุผลประกอบ

ข้อ 5 ตอบ ก. *Apis dorsata*

ระดับมโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก - อธิบายการตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ระบบทวินามได้อย่างละเอียด - มีการอธิบายเปรียบเทียบรูปแบบที่ถูกต้องและรูปแบบที่ผิด
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก - อธิบายการตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ระบบทวินามได้อย่างละเอียด หรือ มีการอธิบายเปรียบเทียบรูปแบบที่ถูกต้องและรูปแบบที่ผิด ใดๆ อย่างหนึ่ง อาจมีบางส่วนไม่สมบูรณ์ แต่ไม่มีส่วนผิด
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก - ไม่สามารถอธิบายการตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ระบบทวินามได้ หรือ ไม่มีการอธิบายเปรียบเทียบรูปแบบที่ถูกต้องและรูปแบบที่ผิด ใดๆ อย่างหนึ่ง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบผิด หรือไม่อธิบายเหตุผลประกอบ

ข้อ 6 ตอบ ง. ปฏิสนธิภายใน, ปฏิสนธิภายนอก

ระดับมโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก - อธิบายได้ว่าสิ่งมีชีวิตทั้งสองชนิด (ตะกวดและปลา) มีความเหมือนและแตกต่างกันอย่างไรบ้าง - อธิบายการปฏิสนธิของสัตว์ได้
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก - อธิบายได้ว่าสิ่งมีชีวิตทั้งสองชนิด (ตะกวดและปลา) มีความเหมือนและแตกต่างกันอย่างไรบ้าง หรืออธิบายการปฏิสนธิของสัตว์ได้ อย่างใดอย่างหนึ่ง อาจมีบางส่วนไม่สมบูรณ์ แต่ไม่มีส่วนผิด
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก - ไม่สามารถอธิบายได้ว่าสิ่งมีชีวิตทั้งสองชนิด (ตะกวดและปลา) มีความเหมือนและแตกต่างกันอย่างไรบ้าง หรือไม่สามารถอธิบายการปฏิสนธิของสัตว์ได้ อย่างใดอย่างหนึ่ง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบผิด หรือไม่อธิบายเหตุผลประกอบ

ข้อ 7 ตอบ ค. กรดอะมิโน

ระดับมโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก - อธิบายการกำเนิดของสิ่งมีชีวิตได้อย่างคร่าว ๆ - ให้เหตุผลว่าทำไมกรดอะมิโนจึงมีสมบัติหลายประการที่เหมือนลักษณะของสิ่งมีชีวิต เช่น สามารถเพิ่มจำนวนได้ อาจยกตัวอย่างการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก

	- อธิบายการกำเนิดของสิ่งมีชีวิตได้อย่างคร่าว ๆ หรือ ให้เหตุผลว่าทำไมกรดอะมิโนจึงมีสมบัติหลายประการที่เหมือนลักษณะของสิ่งมีชีวิต เช่น สามารถเพิ่มจำนวนได้ อาจยกตัวอย่างการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง อย่างไรก็ดีอย่างหนึ่ง อาจมีบางส่วนไม่สมบูรณ์ แต่ไม่มีส่วนผิด
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก - ไม่สามารถอธิบายการกำเนิดของสิ่งมีชีวิตได้อย่างคร่าว ๆ หรือ ไม่สามารถให้เหตุผลว่าทำไมกรดอะมิโนจึงมีสมบัติหลายประการที่เหมือนลักษณะของสิ่งมีชีวิต เช่น สามารถเพิ่มจำนวนได้ อาจยกตัวอย่างการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง อย่างไรก็ดีอย่างหนึ่ง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบผิด หรือไม่อธิบายเหตุผลประกอบ

ข้อ 8 ตอบ ข. เซลล์ยูคาริโอตพบเฉพาะอแกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม

ระดับมโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก - อธิบายความแตกต่างระหว่างเซลล์โพรคาริโอตและเซลล์ยูคาริโอต อัจจนอกเหนือจากที่กล่าวมา - ยกตัวอย่างอแกเนลล์ในเซลล์ยูคาริโอตทั้งแบบมีเยื่อหุ้มและไม่มีเยื่อหุ้ม
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก - อธิบายความแตกต่างระหว่างเซลล์โพรคาริโอตและเซลล์ยูคาริโอต อัจจนอกเหนือจากที่กล่าวมา หรือ ยกตัวอย่างอแกเนลล์ในเซลล์ยูคาริโอตทั้งแบบมีเยื่อหุ้มและไม่มีเยื่อหุ้ม อย่างไรก็ดีอย่างหนึ่ง อาจมีบางส่วนไม่สมบูรณ์ แต่ไม่มีส่วนผิด
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก - ไม่สามารถอธิบายความแตกต่างระหว่างเซลล์โพรคาริโอตและเซลล์ยูคาริโอต ที่นอกเหนือจากที่กล่าวมา หรือ ไม่สามารถ

	ยกตัวอย่างอแกเนลล์ในเซลล์ยูคาริโอตทั้งแบบมีเยื่อหุ้มและไม่มีเยื่อหุ้ม อย่างใดอย่างหนึ่ง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบผิด หรือไม่อธิบายเหตุผลประกอบ

ข้อ 9 ตอบ ก. ไมโทคอนเดรียและคลอโรพลาสต์

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก - อธิบายลักษณะของอแกเนลล์ที่อยู่ในเซลล์โพรคาริโอตว่ามีลักษณะอย่างไร - ให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดไมโทคอนเดรียและคลอโรพลาสต์จึงมีลักษณะคล้ายกับเซลล์โพรคาริโอต เช่น มีเอ็นไซม์ในกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนเหมือนกัน
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก - อธิบายลักษณะของอแกเนลล์ที่อยู่ในเซลล์โพรคาริโอตว่ามีลักษณะอย่างไรหรือ ให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดไมโทคอนเดรียและคลอโรพลาสต์จึงมีลักษณะคล้ายกับเซลล์โพรคาริโอต เช่น มีเอ็นไซม์ในกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนเหมือนกัน อย่างไรก็ตาม อาจมีบางส่วนไม่สมบูรณ์ แต่ไม่มีส่วนผิด
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก - ไม่สามารถอธิบายลักษณะของอแกเนลล์ที่อยู่ในเซลล์โพรคาริโอตว่ามีลักษณะอย่างไร หรือ ไม่สามารถให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดไมโทคอนเดรียและคลอโรพลาสต์จึงมีลักษณะคล้ายกับเซลล์โพรคาริโอต เช่น มีเอ็นไซม์ในกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนเหมือนกัน อย่างใดอย่างหนึ่ง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบผิด หรือไม่อธิบายเหตุผลประกอบ

ข้อ 10 ตอบ ก. มีผนังเซลล์และไม่มีคลอโรพิลล์ (achlorophyll)

ระดับมโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก - อธิบายลักษณะต่าง ๆ ของฟังไจว่ามีความแตกต่างจากอาณาจักรอื่น ๆ อย่างไรเพื่อประกอบเหตุผลโดยเน้นจากลักษณะทางสรีรวิทยาเป็นหลัก อาจยกตัวอย่างลักษณะทางสรีรวิทยาของฟังไจที่นอกเหนือจากที่กล่าวมา
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก - อธิบายลักษณะต่าง ๆ ของฟังไจว่ามีความแตกต่างจากอาณาจักรอื่น ๆ อย่างไรเพื่อประกอบเหตุผลโดยเน้นจากลักษณะทางสรีรวิทยาเป็นหลัก อาจยกตัวอย่างลักษณะทางสรีรวิทยาของฟังไจที่นอกเหนือจากที่กล่าวมา อย่างไรอย่างหนึ่ง อาจมีบางส่วนไม่สมบูรณ์ แต่ไม่มีส่วนผิด
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก - ไม่สามารถอธิบายลักษณะต่าง ๆ ของฟังไจว่ามีความแตกต่างจากอาณาจักรอื่น ๆ อย่างไรเพื่อประกอบเหตุผลโดยเน้นจากลักษณะทางสรีรวิทยาเป็นหลัก หรืออาจยกตัวอย่างลักษณะทางสรีรวิทยาของฟังไจที่นอกเหนือจากที่กล่าวมา อย่างไรอย่างหนึ่ง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบผิด หรือไม่อธิบายเหตุผลประกอบ

ข้อ 11 ตอบ ก. 3 และ 4

ระดับมโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก - อธิบายลักษณะของเซลล์แบคทีเรียได้

	- ให้ความรู้พร้อมยกตัวอย่างประกอบเกี่ยวกับเซลล์แบคทีเรียและแบคทีเรียจำพวกที่ทนกับสภาพแวดล้อมได้และไม่ได้
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก - อธิบายลักษณะของเซลล์แบคทีเรียได้ - ให้ความรู้พร้อมยกตัวอย่างประกอบเกี่ยวกับเซลล์แบคทีเรียและแบคทีเรียจำพวกที่ทนกับสภาพแวดล้อมได้และไม่ได้ อย่างใดอย่างหนึ่ง อาจมีบางส่วนไม่สมบูรณ์ แต่ไม่มีส่วนผิด
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก - ไม่สามารถอธิบายลักษณะของเซลล์แบคทีเรียได้ - ไม่สามารถให้ความรู้พร้อมยกตัวอย่างประกอบเกี่ยวกับเซลล์แบคทีเรียและแบคทีเรียจำพวกที่ทนกับสภาพแวดล้อมได้และไม่ได้ อย่างใดอย่างหนึ่ง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบผิด หรือไม่อธิบายเหตุผลประกอบ

ข้อ 12 ตอบ ข. สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงคล้ายพืช

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก - อธิบายลักษณะของแบคทีเรียแกรมบวกได้ - ระบุความแตกต่างของแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบได้ อาจมีการยกตัวอย่างชนิดของแบคทีเรียแกรมบวกหรือแกรมลบ
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก - อธิบายลักษณะของแบคทีเรียแกรมบวกได้ หรือระบุความแตกต่างของแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบได้ อาจมีการยกตัวอย่างชนิดของแบคทีเรียแกรมบวกหรือแกรมลบ อย่างใดอย่างหนึ่ง อาจมีบางส่วนไม่สมบูรณ์ แต่ไม่มีส่วนผิด
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก - ไม่สามารถอธิบายลักษณะของแบคทีเรียแกรมบวกได้

	- ไม่สามารถระบุความแตกต่างของแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบได้ ไม่มีการยกตัวอย่างชนิดของแบคทีเรียแกรมบวกหรือแกรมลบ อย่างใดอย่างหนึ่ง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบผิด หรือไม่อธิบายเหตุผลประกอบ

ข้อ 13 ตอบ ง. ไชยาโนแบคทีเรีย

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก - อธิบายลักษณะของ ไชยาโนแบคทีเรียได้ ระบุได้ว่าเป็นแบคทีเรียประเภทใด - ยกตัวอย่างชนิดของ ไชยาโนแบคทีเรียได้
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก - อธิบายลักษณะของ ไชยาโนแบคทีเรียได้ ระบุได้ว่าเป็นแบคทีเรียประเภทใด หรือ ยกตัวอย่างชนิดของ ไชยาโนแบคทีเรียได้ อย่างใดอย่างหนึ่ง อาจมีบางส่วนไม่สมบูรณ์ แต่ไม่มีส่วนผิด
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก - ไม่สามารถอธิบายลักษณะของ ไชยาโนแบคทีเรียได้ ระบุได้ว่าเป็นแบคทีเรียประเภทใด หรือไม่สามารถยกตัวอย่างชนิดของ ไชยาโนแบคทีเรียได้ อย่างใดอย่างหนึ่ง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบผิด หรือไม่อธิบายเหตุผลประกอบ

ข้อ 14 ตอบ ข. อาเคียแบคทีเรียและแบคทีเรียแกรมบวก

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก

	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายลักษณะของอาศัยแบคทีเรียและแบคทีเรียแกรมบวกได้ - ยกตัวอย่างชนิดของอาศัยแบคทีเรียและแบคทีเรียแกรมบวกได้
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	<ul style="list-style-type: none"> - คำตอบถูก - อธิบายลักษณะของอาศัยแบคทีเรียและแบคทีเรียแกรมบวกได้ หรือยกตัวอย่างชนิดของอาศัยแบคทีเรียและแบคทีเรียแกรมบวกได้ <p>อย่างไรอย่างหนึ่ง อาจมีบางส่วนไม่สมบูรณ์ แต่ไม่มีส่วนผิด</p>
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	<ul style="list-style-type: none"> - คำตอบถูก - ไม่สามารถอธิบายลักษณะของอาศัยแบคทีเรียและแบคทีเรียแกรมบวกได้ หรือไม่สามารถยกตัวอย่างชนิดของอาศัยแบคทีเรียและแบคทีเรียแกรมบวกได้อย่างใดอย่างหนึ่ง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	<ul style="list-style-type: none"> - คำตอบผิด หรือไม่อธิบายเหตุผลประกอบ

ข้อ 15 ตอบ ก. รูปร่างกลม

ระดับมโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	<ul style="list-style-type: none"> - คำตอบถูก - อธิบายความหมายของคำว่า แบคทีเรียรูปร่างกลม (<i>coccus</i>) ได้ - อาจมีการยกตัวอย่างชนิดของแบคทีเรียรูปร่างกลมอื่น ๆ - ใช้รูปร่างของแบคทีเรียรูปร่างอื่นมาเปรียบเทียบ
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	<ul style="list-style-type: none"> - คำตอบถูก - อธิบายความหมายของคำว่า แบคทีเรียรูปร่างกลม (<i>coccus</i>) ได้ - อาจมีการยกตัวอย่างชนิดของแบคทีเรียรูปร่างกลมอื่น ๆ หรือใช้รูปร่างของแบคทีเรียรูปร่างอื่นมาเปรียบเทียบ อย่างไรอย่างหนึ่ง อาจมีบางส่วนไม่สมบูรณ์ แต่ไม่มีส่วนผิด
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	<ul style="list-style-type: none"> - คำตอบถูก

	- ไม่สามารถอธิบายความหมายของคำว่า แบคทีเรียรูปร่างกลม (coccus) หรือ ไม่สามารถใช้รูปร่างของแบคทีเรียรูปร่างอื่นมาเปรียบเทียบ อย่างใดอย่างหนึ่ง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบผิด หรือไม่อธิบายเหตุผลประกอบ

ข้อ 16 ตอบ ง. 1 และ 4

ระดับมโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก - อธิบายลักษณะของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโพรทิสตาได้ - ยกตัวอย่างลักษณะเด่นของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโพรทิสตาได้ - ยกตัวอย่างชนิดของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโพรทิสตาได้
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก - อธิบายลักษณะของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโพรทิสตาได้ หรือ ยกตัวอย่างลักษณะเด่นของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโพรทิสตาได้ หรือยกตัวอย่างชนิดของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโพรทิสตาได้ อย่างใดอย่างหนึ่ง อาจมีบางส่วนไม่สมบูรณ์ แต่ไม่มีส่วนผิด
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก - ไม่สามารถอธิบายลักษณะของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโพรทิสตาได้ หรือไม่สามารถยกตัวอย่างลักษณะเด่นของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโพรทิสตาได้ หรือไม่ สามารถยกตัวอย่างชนิดของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโพรทิสตาได้ อย่างใดอย่างหนึ่ง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบผิด หรือไม่อธิบายเหตุผลประกอบ

ข้อ 17 ตอบ ง. ไคโพลโมนาดีดาและพาราบาซาลา

ระดับมโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก - ให้เหตุผลว่าจากลักษณะใดที่ทำให้โพรทิสต์กลุ่มนี้มีลักษณะคล้ายเซลล์แบคทีเรีย โดยอาจเกิดจากการยกตัวอย่างลักษณะของเซลล์แบคทีเรีย เช่น ไม่มีร่างแหเอนโดพลาสมิกเรติคูลัม ไม่มีกอลจิคอมเพล็กซ์ และไม่มีเซนทริโอล
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก - ให้เหตุผลว่าจากลักษณะใดที่ทำให้โพรทิสต์กลุ่มนี้มีลักษณะคล้ายเซลล์แบคทีเรีย โดยอาจเกิดจากการยกตัวอย่างลักษณะของเซลล์แบคทีเรีย เช่น ไม่มีร่างแหเอนโดพลาสมิกเรติคูลัม ไม่มีกอลจิคอมเพล็กซ์ และไม่มีเซนทริโอลอย่างใดอย่างหนึ่ง อาจมีบางส่วนไม่สมบูรณ์ แต่ไม่มีส่วนผิด
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก - ไม่สามารถให้เหตุผลว่าจากลักษณะใดที่ทำให้โพรทิสต์กลุ่มนี้มีลักษณะคล้ายเซลล์แบคทีเรีย โดยอาจเกิดจากการยกตัวอย่างลักษณะของเซลล์แบคทีเรีย เช่น ไม่มีร่างแหเอนโดพลาสมิกเรติคูลัม ไม่มีกอลจิคอมเพล็กซ์ และไม่มีเซนทริโอลอย่างใดอย่างหนึ่ง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบผิด หรือไม่อธิบายเหตุผลประกอบ

ข้อ 18 ตอบ ข. รงควัตถุ

ระดับมโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก - ระบุได้ว่าสาหร่ายอยู่ในอาณาจักร โพรทิสตา

	- อธิบายคำว่า รงควัตถุ ได้และยกตัวอย่างได้ว่ามีรงควัตถุชนิดใดบ้างที่พบในสาหร่าย
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก - ระบุได้ว่าสาหร่ายอยู่ในอาณาจักร โพรทิสตา หรืออธิบายคำว่า รงควัตถุ ได้และยกตัวอย่างได้ว่ามีรงควัตถุชนิดใดบ้างที่พบในสาหร่ายอย่างใดอย่างหนึ่ง อาจมีบางส่วนไม่สมบูรณ์ แต่ไม่มีส่วนผิด
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก - ไม่สามารถระบุได้ว่าสาหร่ายอยู่ในอาณาจักร โพรทิสตา หรืออธิบายคำว่า รงควัตถุ ได้และไม่สามารถยกตัวอย่างได้ว่ามีรงควัตถุชนิดใดบ้างที่พบในสาหร่ายอย่างใดอย่างหนึ่ง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบผิด หรือไม่อธิบายเหตุผลประกอบ

ข้อ 19 ตอบ ก. ยูกลีนา มีการแบ่งเซลล์ตามยาวของลำตัวจาก 1 เป็น 2 เซลล์

ระดับมโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก - อธิบายลักษณะของยูกลีนาและพารามีเซียมได้ - จำแนกความแตกต่างของยูกลีนาและพารามีเซียมได้ อาจนอกเหนือจากที่กล่าวมา
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก - อธิบายลักษณะของยูกลีนาและพารามีเซียมได้ หรือจำแนกความแตกต่างของยูกลีนาและพารามีเซียมได้ อาจนอกเหนือจากที่กล่าวมา อย่างใดอย่างหนึ่ง อาจมีบางส่วนไม่สมบูรณ์ แต่ไม่มีส่วนผิด
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก - ไม่สามารถอธิบายลักษณะของยูกลีนาและพารามีเซียมได้ หรือไม่สามารถจำแนกความแตกต่างของยูกลีนาและพารามีเซียมได้ อาจนอกเหนือจากที่กล่าวมาอย่างใดอย่างหนึ่ง

ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบผิด หรือไม่อธิบายเหตุผลประกอบ
-------------------------	--------------------------------------

ข้อ 20 ตอบ ข. ข้อ 2 และ 3

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก - อธิบายลักษณะของพลาสติกโมเดียมและอะมีบาได้ - จำแนกความแตกต่างของพลาสติกโมเดียมและอะมีบาออกจากยูกลีนาและไดโนแฟลกเจลเลต หรือสิ่งมีชีวิตอื่นได้
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก - อธิบายลักษณะของพลาสติกโมเดียมและอะมีบาได้ หรือจำแนกความแตกต่างของพลาสติกโมเดียมและอะมีบาออกจากยูกลีนาและไดโนแฟลกเจลเลตได้ อาจนอกเหนือจากที่กล่าวมา อย่างไรก็ดีอย่างหนึ่ง อาจมีบางส่วนไม่สมบูรณ์ แต่ไม่มีส่วนผิด
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก - ไม่สามารถอธิบายลักษณะของพลาสติกโมเดียมและอะมีบาได้ หรือไม่สามารถจำแนกความแตกต่างของพลาสติกโมเดียมและอะมีบาได้ อาจนอกเหนือจากที่กล่าวมาอย่างไรก็ตามอย่างหนึ่ง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบผิด หรือไม่อธิบายเหตุผลประกอบ

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
วิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ จำนวน 40 ข้อ**

.....

คำชี้แจง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ (วัดความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า)

.....

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงในช่องของกระดาษคำตอบให้ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. “ปลาหางนกยูงชนิดหนึ่งมีหลายสี หลายลวดลาย และมีหลายสิบตัวอาศัยอยู่ภายในบ่อเดียวกัน” จากตัวอย่างข้างต้น เป็นความหลากหลายทางชีวภาพชนิดใด

- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| ก. ความหลากหลายของพันธุกรรม | ข. ความหลากหลายของสปีชีส์ |
| ค. ความหลากหลายของระบบนิเวศ | ง. ความหลากหลายของภูมิศาสตร์ |

2. ข้อใดเป็นความหลากหลายของสปีชีส์

- | |
|---|
| ก. ฝั่งหลวง ฝั่งพั่นธุ์ ฝั่งมั่ม ฝั่งโพรง |
| ข. แมลงปอ นกยูง งูเห่า หอยทาก |
| ค. ทะเลทราย อุฐู แมงป่อง กั่งก่า |
| ง. เต่า ซาลามานเดอร์ อั้งอ่าง คางคก |

3. ข้อใดมีความหลากหลายทางชีวภาพมากที่สุด

- | |
|---|
| ก. หนองกินพุทรา พุทราหล่นจากต้น มดมากินพุทรา |
| ข. แกะกับแพะกินหญ้าอยู่บนภูเขา หมาป่ามากินแกะ |
| ค. กระท่าย 2 ตัวกินหญั่อยู่กั่กลางป่า เสือมากินกระท่าย |
| ง. นกกระทัจบ 3 ตัวก่าลั้กั่กินหนองบริเวณป่าโปรง งูมากินนก |

4. นักวิทยาศาสตร์ศึกษาซากดึกดำบรรพ์ในชั้นหินต่าง ๆ พบว่า ซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในหินชั้นบนมีโครงสร้างซับซ้อนกว่าและมีจำนวนชนิดมากกว่าในหินชั้นล่าง ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดไม่ถูกต้อง เมื่อพิจารณาจากคำกล่าวข้างต้น

- | |
|--|
| ก. มีวิวัฒนาการเกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิต |
| ข. สิ่งมีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงตามกาลเวลา |

4. Animalia, Chordata, Mammalia, Monotremata, Ornithorhynchidae,

Ornithorhynchus

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

11. ข้อใดเป็นการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตโดยใช้เกณฑ์ทางสัตววิทยา
- ก. การแยกสุนัขขนสั้นหุค (ปัก) ออกจากสุนัขขนยาวหูตั้ง (ไซบีเรียน)
- ข. การแยกปลากระดูกแข็ง (ปลาฉลาม) ออกจากปลากระดูกอ่อน (ฉลาม)
- ค. การแยกสัตว์ที่ใช้ไฟโรโมน (ผึ้ง) กับสัตว์ที่ใช้กลิ่นโซนา (ค้างคาว)
- ง. การแยกสัตว์ที่กินพืช (ม้า) ออกจากสัตว์ที่กินเนื้อ (เสือ)
12. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับชื่อของสิ่งมีชีวิต
- ก. ชื่อวิทยาศาสตร์จะต้องเป็นภาษาละตินเสมอ
- ข. *Michelia Alba* เป็นชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง
- ค. ผักตบชวา เป็นชื่อท้องถิ่น (local name)
- ง. คาโรลัส ลินเนียส เป็นผู้ริเริ่มการตั้งชื่อระบบทวินาม
13. ชื่อระบบทวินาม (Binomial nomenclature) ประกอบไปด้วยคำสองคำในข้อใด
- ก. generic name, scientific name
- ข. generic name, specific name
- ค. generic name, scientific epithet
- ง. generic name, specific epithet
14. ชื่อวิทยาศาสตร์ในข้อใดไม่ได้มีการตั้งชื่อตามขนาด
- ก. *Elephas maximus* ข. *Gigantopithecus blacki*
- ค. *Brookesia minima* ง. *Xenopeltis unicolor*
15. หากนักเรียนไม่มีเครื่องมือทางชีววิทยาระดับ โมเลกุลแต่นักเรียนมีมีดผ่าตัดและกล้องสเตอริโอ นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตคู่ใดเหมาะสมที่สุดในการนำมาจัดจำแนก
- ก. พยาธิใบไม้กับพยาธิตัวดี ข. เกสรตัวผู้ดอกแคกับดอกขงโค
- ค. สปอร์เห็ดนางฟ้ากับเห็ดหอม ง. ต้นกระบองเพชรกับต้นหงอนไก่
16. จงเรียงลำดับขั้นตอนการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตให้ถูกต้อง
1. นำตัวอย่างมาแยกออกเป็นกลุ่ม ๆ แล้วเลือกพิจารณาทีละคู่
 2. จัดบันทึกข้อมูลที่สังเกตและสร้างเป็นเครื่องมือออกมา
 3. เก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ลักษณะคล้ายคลึงกันจากหมวดหมู่ใหญ่ ๆ
 4. วิเคราะห์ลักษณะที่จำเพาะเจาะจงลงไปให้ถึงระดับที่ต่ำที่สุด

24. สมัยที่ลินเนียสได้จัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตออกเป็น 2 อาณาจักร คือ พืชและสัตว์
ลินเนียสใช้อะไรเป็นเกณฑ์ในการจัดจำแนก

- ก. สมบัติทางเคมีในเซลล์ ข. ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน
ค. ลักษณะของซากดึกดำบรรพ์ ง. ความคล้ายคลึงกันของลักษณะต่าง ๆ

25. คาร์ล วูสต์ และคณะใช้ความรู้ด้านชีวโมเลกุลมาจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตโดยอาศัยอะไร

- ก. ลำดับนิวคลีโอไทด์ในยีนของ rRNA
ข. ลำดับนิวคลีโอไทด์ในยีนของ tRNA
ค. ลำดับนิวคลีโอไทด์ในยีนของ mRNA
ง. ลำดับนิวคลีโอไทด์ในยีนของ DNA

26. สิ่งมีชีวิตในข้อใดที่มีครบทั้ง 5 อาณาจักร (Kingdom)

- ก. อะนาบีนา, สาหร่ายไฟ, เฟิน, ไคอะตอม, ปะการัง
ข. ไคอะตอม, นอสตอก, เห็ดหูหนู, สไปโรไจรา, ไฮดรา
ค. ไรโซเบียม, ฟองน้ำ, เห็ดฟาง, หวายทะเลน้อย, ราเมือก
ง. ยูกลีนา, ไมโคพลาสมา, ไรโซเบียม, เฟิน, หอยเม่น

27. สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรใด เป็นเซลล์แบบโพรคาริโอตทั้งหมด

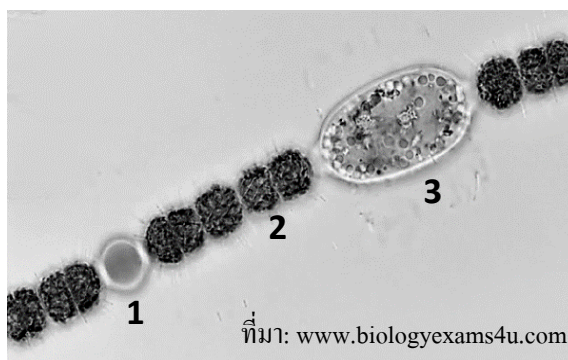
- ก. Monera ข. Monera, Protista
ค. Monera, Protista, Fungi ง. Protista, Fungi

28. ข้อใดเป็นสิ่งมีชีวิตที่ถูกจัดให้อยู่ในอาณาจักรมอเนอรา (Monera) ทั้งหมด

- ก. นอสตอก, อะนาบีนา, สาหร่ายหางกระรอก, ราเมือก
ข. สไปโรไจรา, *Streptococcus* sp., *Bacillus* sp., สาหร่ายสีแดง
ค. ไดโนแฟลกเจลเลต, ราเมือก, นอสตอก, *Bacillus* sp.
ง. อะนาบีนา, ไรโซเบียม, *Bacillus* sp., Acidophile

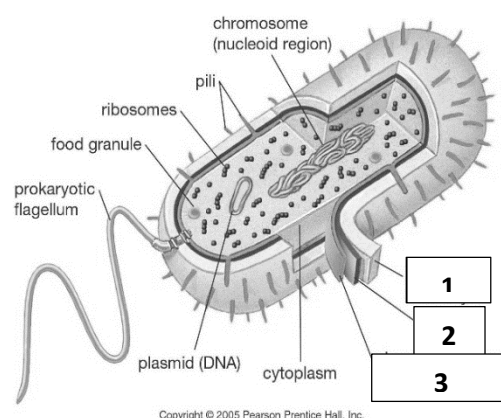
29. จากภาพที่กำหนดให้เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชนิดหนึ่งที่สามารถตรึงไนโตรเจนในอากาศได้ ส่วนใดเป็นบริเวณที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้

- ก. หมายเลข 1
ข. หมายเลข 2
ค. หมายเลข 3
ง. ทั้งหมายเลข 1 และ 3



30. ผนังเซลล์ของแบคทีเรียคือหมายเลขใด เป็นสารใด

- ก. หมายเลข 1, chitin
- ข. หมายเลข 2, peptidoglycan
- ค. หมายเลข 3, cellulose
- ง. หมายเลข 1, phospholipid



31. ยาปฏิชีวนะและแอลกอฮอล์เข้มข้นสามารถสลายส่วนใดของแบคทีเรียได้

- ก. Capsule
- ข. Glycocalyx
- ค. Peptidoglycan
- ง. Cytoplasmic membrane

32. ข้อใด ผิดเกี่ยวกับแบคทีเรียแกรมบวกและแบคทีเรียแกรมลบ

- ก. แบคทีเรียแกรมบวกมีผนังเซลล์ 1 ชั้น แต่แกรมลบมี 2 ชั้น
- ข. แบคทีเรียแกรมบวกมีผนังหนากว่าแบคทีเรียแกรมลบ
- ค. แบคทีเรียแกรมบวกไม่มีโปรตีนแทรกระหว่างชั้นของผนังเซลล์
- ง. แบคทีเรียแกรมบวกใช้ประโยชน์ในด้านการหมักกรดแลคติกได้

33. จากการทำปฏิบัติการเกี่ยวกับแบคทีเรีย บุคคลใดปฏิบัติได้เหมาะสมที่สุด

- ก. มาริ ไอ้เทเชื้อแบคทีเรียลงในอ่างน้ำโดยตรง
- ข. ฉเขชนำถุงพลาสติกห่อจานเลี้ยงเชื้อก่อนนำไปทิ้งถังขยะ
- ค. เจมส์นำจานเลี้ยงเชื้อไปลงไฟฆ่าเชื้อแล้วนำไปทิ้งถังขยะ
- ง. อาเล็กนำถุงพลาสติกห่อจานเลี้ยงเชื้อแล้วมัดปากถุงเพื่อนำไปอบฆ่าเชื้อ

34. การที่นักเรียนเรียกแบคทีเรียว่า “เชื้อโรค” นั้นเป็นการสมควรหรือไม่ อย่างไร

- ก. ไม่สมควร เพราะแบคทีเรียบางชนิดเป็นประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิต
- ข. ไม่สมควร เพราะปัจจุบันมีหลายวิธีที่สามารถควบคุมแบคทีเรียได้
- ค. สมควร เพราะแบคทีเรียส่วนใหญ่ทำให้เกิดโรคในสิ่งมีชีวิต
- ง. สมควร เพราะเราสามารถพบแบคทีเรียได้ทุกแห่ง

35. ถ้านักเรียนต้องการปลูกข้าวให้มีการเจริญเติบโตดีขึ้น นักเรียนจะเลือกพืชชนิดใดไปปลูกเสริมในนาข้าว เพราะเหตุใด

- ก. คลอเรลลา เพราะ ไปช่วยกระตุ้นให้ข้าวเจริญเติบโตดี
- ข. แหนแดง เพราะสามารถเพิ่มปริมาณไนโตรเจนในนาข้าวได้
- ค. สาหร่ายทูน เพราะช่วยกำจัดวัชพืชศัตรูข้าว
- ง. ไข่น้ำ เพราะสามารถนำมาทำเป็นอาหารได้

36. สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง ถูกคลื่นพัดมาติดอยู่ตามชายหาดริมทะเล มีลักษณะคล้ายลำต้นและใบของพืช มีผลกลม ๆ ติดอยู่ตามลำต้น ทั้งหมดมีสีน้ำตาล นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตชนิดนี้ควรจัดอยู่ในอาณาจักรใด

- ก. อาณาจักรมอเนอรา
- ข. อาณาจักรโพรทิสตา
- ค. อาณาจักรพืช
- ง. อาณาจักรสัตว์

37. ข้อความเกี่ยวกับสาหร่ายในข้อใด ไม่ถูกต้อง

- ก. สาหร่ายไฟ ใช้ทำปุ๋ยโพแทสเซียมได้ดี
- ข. พอไพราหรือจิม่าย เป็นสาหร่ายสีแดงที่ใช้ทำอาหาร
- ค. สาหร่ายเคลป์ เป็นสาหร่ายสีน้ำตาลที่ขนาดใหญ่ที่สุดในทะเล
- ง. คลอเรลลา เป็นสาหร่ายสีเขียวที่นิยมนำมาทำอาหารเสริม

38. สาหร่ายในข้อใดมีความสำคัญในแง่เป็นผู้ผลิตที่มีปริมาณมากที่สุดในมหาสมุทร

- ก. สาหร่ายสีเขียว
- ข. สาหร่ายสีน้ำตาล
- ค. สาหร่ายสีแดง
- ง. สาหร่ายไฟ

39. ปรากฏการณ์ “จืดปลาวาฬ” หรือปรากฏการณ์ Redtide ที่ทำให้ทะเลมีสีแดงและมีกลิ่นเหม็นเกิดจากสิ่งมีชีวิตพวกใด

- ก. ไดอะตอม (Diatom)
- ข. ไดโนแฟลกเจลเลต (Dinoflagellate)
- ค. สาหร่ายสีแดง (Rhodophyta)
- ง. สาหร่ายสีเขียว (Chlorophyta)

40. นักเรียนคิดว่าวิธีการใดเหมาะสมที่สุดในการป้องกันปรากฏการณ์จืดปลาวาฬ

- ก. ไปเที่ยวทะเลให้น้อยลง
- ข. เพิ่มการเพาะพันธุ์สัตว์ทะเล
- ค. ช่วยกันปลูกแนวปะการังใต้ทะเล
- ง. ไม่ทิ้งขยะและของเสียลงในทะเล



**เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ**

ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ
1	ก	21	ข
2	ข	22	ข
3	ข	23	ค
4	ค	24	ง
5	ก	25	ก
6	ข	26	ค
7	ง	27	ก
8	ค	28	ง
9	ค	29	ก
10	ก	30	ข
11	ก	31	ค
12	ข	32	ค
13	ง	33	ง
14	ง	34	ก
15	ข	35	ข
16	ก	36	ข
17	ง	37	ก
18	ข	38	ข
19	ค	39	ข
20	ก	40	ง