ผลของการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ที่มีต่อความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

นางสาวศุจิกา จาตุรนต์พงศา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF USING 5E LEARNING CYCLE MODEL WITH SEMIOTICS ON UNDERSTANDING OF BIOLOGY TERMS AND LEARNING ACHIEVEMENT OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Miss Sujika Jaturonpongsa

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Science Education
Department of Curriculum and Instruction
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2014
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ที่มีต่อความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
โดย	นางสาวศุจิกา จาตุรนต์พงศา
สาขาวิชา	
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.บัญชา ชลาภิรมย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สกลรัชต์ แก้วดี)

ศุจิกา จาตุรนต์พงศา : ผลของการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ที่มีต่อความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย (EFFECTS OF USING 5E LEARNING CYCLE MODEL WITH SEMIOTICS ON UNDERSTANDING OF BIOLOGY TERMS AND LEARNING ACHIEVEMENT OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร. อลิศรา ชูชาติ, 129 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ 2) เปรียบเทียบความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาระหว่างนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป 3) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายหลังการเรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ 4) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไป เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือ แบบสอบความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา และแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที

หลังการทดลองผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1) นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์มีร้อยละคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจในคำศัพท์ชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

2) นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจในคำศัพท์ชีววิทยาสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

3) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์มีร้อยละคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 77.46 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70

4) นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์สามารถพัฒนาความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

ภาควิชา หลักสูตรและการสอน ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2557

5483441527 : MAJOR SCIENCE EDUCATION
KEYWORDS: 5E LEARNING CYCLE MODEL / SEMIOTICS / BIOLOGY TERMS / รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E / สัญศาสตร์ / คำศัพท์ชีววิทยา

SUJIKA JATURONPONGSA: EFFECTS OF USING 5E LEARNING CYCLE MODEL WITH SEMIOTICS ON UNDERSTANDING OF BIOLOGY TERMS AND LEARNING ACHIEVEMENT OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. ADVISOR: ASST. PROF. DR.ALISARA CHUCHAT, 129 pp.

This study involved quasi-experimental research. The purposes of this study were: 1) to study the understanding of biology terms of students who learning through 5E Learning cycle model with semiotics, 2) to compare the understanding of biology terms of students between an experimental group that learning through 5E Learning cycle model with semiotics and a control group that learning through a conventional instruction method, 3) to study the leaning achievement of students who learning through 5E Learning cycle model with semiotics, 4) to compare the learning achievement of students between an experimental group and a control group. The samples comprised of two classes of mathayomsuksa 5 students in Bangkok. The samples were divided into two groups: an experimental group and a control group. The research instruments were the test on understanding of biology terms and learning achievement. Arithmetic means and standard deviations were used to analyze the collected data. The hypotheses were tested with dependent and independent t-test.

The research findings could be summarized as follows:

1) The mean score of an experimental group in the post-test on the understanding of biology terms was higher than pre-test mean score.

2) The mean score of an experimental group on the understanding of biology terms was higher than a control group at.05 level of significance.

3) The mean score of an experimental group on the learning achievement was 77.46 percent which was higher than criterion score set.

4) The mean score of an experimental group on the learning achievement was higher than a control group at.05 level of significance.

Thus, it could be summarized that learning through 5E learning cycle model with semiotics was able to improve the understanding of biology term and the learning achievement of students.

Department: Curriculum and Instruction Student's Signature .....
Field of Study: Science Education Advisor's Signature .....
Academic Year: 2014

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ด้วยการอบรม สั่งสอน ให้คำแนะนำและข้อคิดที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยและการประกอบอาชีพครูในอนาคต ข้าพเจ้าตระหนักและซาบซึ้งในความกรุณาและปรารถนาดีที่ได้รับ จึงขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.สกลรัชต์ แก้วดี กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาในการตรวจสอบและให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมถึงคณาจารย์ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงเรียนเทพศิรินทร์ และอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย ความห่วงใย และความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาที่ทำวิจัย ตลอดจนขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 และ 5/6 ปีการศึกษา 2558 ทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อน รุ่นพี่ รุ่นน้องสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ได้ช่วยเหลือ เป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นอย่างดี เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และสมาชิกในครอบครัวที่ให้ความรัก ความห่วงใย พร้อมทั้งให้โอกาสทางการศึกษาและสนับสนุนข้าพเจ้าในทุกด้าน

อนึ่ง ในการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ข้าพเจ้าได้รับทุนอุดหนุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเฉลิมฉลองในวโรกาสที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงเจริญพระชนมายุครบ 72 พรรษา เฉพาะค่าเล่าเรียน ประจำปีการศึกษา 2554 ตลอดหลักสูตร และได้รับทุนผู้ช่วยสอน ประจำปีการศึกษา 2554-2555 จึงขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
บทที่ 1 บทนำ 4
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 4
คำถามการวิจัย 9
วัตถุประสงค์ของการวิจัย 9
สมมติฐานการวิจัย 10
ขอบเขตของการวิจัย 11
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 12
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 16
1. คำศัพท์ชีววิทยา 17
1.1 ความหมายของคำศัพท์วิทยาศาสตร์ 17
1.2 ความหมายของคำศัพท์ชีววิทยา 18
1.3 ความหมายของความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา 19
1.4 แนวทางการวัดความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา 21
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 22
2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาสตร์ 22
2.2 พฤติกรรมการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 23
3. สัญศาสตร์ 26
3.1 ความหมายของสัญศาสตร์ 26

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

3.2 องค์ประกอบของสัญศาสตร์ 28
3.3 ประเภทของสัญศาสตร์ 33
3.4 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสัญศาสตร์ 35
4. รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E 36
4.1 ความเป็นมาของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E 37
4.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E 43
4.3 ขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E 45
4.4 บทบาทครูและบทบาทนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E . 46
4.5 รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ 49
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E สัญศาสตร์ คำศัพท์ชีววิทยา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 50
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 53
1. รูปแบบการวิจัย 53
2. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 54
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 56
4. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล 68
5. การวิเคราะห์ผลการทดลอง 69
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 71
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา 71
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 73
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 76
สรุปผลการวิจัย 76
อภิปรายผล 77

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

ข้อเสนอแนะ 80
รายการอ้างอิง 82
ภาคผนวก 89
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย 90
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 92
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 108
ภาคผนวก ง สัญศาสตร์ในบทเรียนชีววิทยา เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย 121
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 129

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของสัญศาสตร์ที่มีรูปแบบองค์ประกอบสองส่วน (dyadic model) ของนักสัญศาสตร์ (NOth, 1995) 30

ตารางที่ 2 องค์ประกอบของสัญศาสตร์ที่มีรูปแบบองค์ประกอบสามส่วน (triadic model) ของนักสัญศาสตร์ (NOth, 1995) 32

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบขั้นตอนการเรียนการสอนระหว่างรูปแบบวงจรการเรียนรู้ SCIS และรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E (Bybee, 2006) 39

ตารางที่ 4 บทบาทครูและบทบาทนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E 46

ตารางที่ 5 สาระในการจัดการเรียนรู้และจำนวนคาบตามลำดับแผนการจัดการเรียนรู้ 57

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบขั้นตอนกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ และการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไป 58

ตารางที่ 7 ตัวอย่างการวิเคราะห์คำศัพท์ชีววิทยาในสาระที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย 61

ตารางที่ 8 สัดส่วนจำนวนข้อของแบบสอบความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกาย 63

ตารางที่ 9 สัดส่วนจำนวนข้อของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย 66

ตารางที่ 10 เกณฑ์การประเมินระดับผลการเรียน (กระทรวงศึกษาธิการ 2551) 70

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}$ ร้อยละ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกาย ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง 72

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t-test) ของคะแนนความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกายระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 72

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เกณฑ์ระดับความสามารถ และค่าที (t-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกาย ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม..... 73

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกาย ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม..... 74

ตารางที่ 15 วิเคราะห์สัญศาสตร์ในบทเรียนชีววิทยา เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย..... 122

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

แผนภาพที่ 1 แสดงสัญลักษณ์ของสารไวไฟ (UNECE 2000)..... 7

แผนภาพที่ 2 องค์ประกอบของสัญศาสตร์ตามแนวคิดของ Saussure (Saussure, 1915)..... 29

แผนภาพที่ 3 องค์ประกอบของสัญศาสตร์ตามแนวคิดของ Peirce (Danesi, 2004)..... 31

แผนภาพที่ 4 รูปเหมือน แสดงภาพถ่ายโครโมโซมของผู้ป่วยที่มีความผิดปกติทางพันธุกรรม เนื่องจากจำนวนโครโมโซมร่างกาย..... 34

แผนภาพที่ 5 ดรรชนี แสดงลูกศรแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้ผลิตและผู้บริโภค ในโซ่อาหาร (Campbell, 2002)..... 35

แผนภาพที่ 6แสดงความสัมพันธ์ของเครื่องหมายที่เป็นตัวแทนทางความคิด ความหมาย และวัตถุอ้างอิง (Danesi 2004)..... 36

แผนภาพที่ 7 รูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design..... 53

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันพลเมืองของทุกชาติต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่ต้องใช้ความรู้ ความเข้าใจและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในการดำเนินชีวิต เนื่องจากทุกวันนี้ประชาชนถูกเร้าด้วยเรื่องราวปัญหาต่างๆ และต้องประสบกับเรื่องราวในชีวิตประจำวัน เช่น การตัดสินใจในการอุปโภคบริโภค ปัญหาสุขภาพและโรคติดต่อ สารเคมีในชีวิตประจำวัน การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ปัญหามลภาวะสิ่งแวดล้อม ภาวะโลกร้อน ปรากฏการณ์เรือนกระจก การเพิ่มจำนวนประชากร เป็นต้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2557) บุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์ เป็นบุคคลที่มีความตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติโดยอาศัยความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญ และสามารถตัดสินใจโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และวิธีคิดที่อยู่บนพื้นฐานของประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์เพื่อบุคคลและสังคมด้วยความรับผิดชอบได้ ((AAAS) 1990)การรู้วิทยาศาสตร์จึงกลายเป็นประเด็นสำคัญสำหรับทุกคนต่อการเตรียมความพร้อมในการมีบทบาทหรือมีส่วนในการสร้างสรรค์สังคม และดำเนินชีวิตอย่างมีคุณภาพในโลกความจริง นอกจากนี้การรู้วิทยาศาสตร์ยังมีความสำคัญเพิ่มขึ้นในการประกอบอาชีพ หลายอาชีพต้องการทักษะขั้นสูงในการทำงาน ความสามารถในการเรียนรู้ การให้เหตุผล การคิดอย่างสร้างสรรค์ การตัดสินใจ และความสามารถในการแก้ปัญหา (NationalAcademyofSciences 2012)

การเตรียมความพร้อมสำหรับเยาวชนที่รู้วิทยาศาสตร์ให้เป็นต้นทุนกำลังคนที่มีศักยภาพในการแข่งขันในประชาคมโลกในอนาคตจึงมีความสำคัญ โดยเยาวชนเมื่อจบการศึกษาภาคบังคับต้องได้รับความรู้และทักษะสำคัญที่จำเป็นต้องใช้ในการมีส่วนร่วมในสังคม สามารถเป็นประชาชนที่รับรู้ประเด็น ข้อมูล สาระ ข่าวสาร และมีการตอบสนองต่อประเด็นดังกล่าวที่เกิดขึ้น จากการประเมินคุณภาพผู้เรียนระดับนานาชาติจากผลการประเมินโครงการ PISA (Program for International Student Assessment) ซึ่งดำเนินการประเมินผลการศึกษาของประเทศสมาชิกองค์กรทั้ง 34 ประเทศ และประเทศร่วมโครงการอีก 31 ประเทศ/เขตเศรษฐกิจ เพื่อความร่วมมือและพัฒนาทาง

เศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจว่าระบบการศึกษาได้เตรียมความพร้อมให้ประชาชนสำหรับการใช้ชีวิตและการมีส่วนร่วมในสังคมในอนาคตอย่างไร โดยประเมินความรู้และทักษะของนักเรียนใน 3 ด้าน ได้แก่ การรู้เรื่องการอ่าน การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาการประเมินในปี พ.ศ. 2549, 2552 และ 2555 ผลการประเมินการรู้ในเรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ย 421, 425 และ 444 ตามลำดับ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2557) แสดงให้เห็นว่าแม้คะแนนเฉลี่ยจะมีแนวโน้มที่สูงขึ้น แต่ก็ยังต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับนานาชาติ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 500 คะแนน

เมื่อพิจารณาการประเมินคุณภาพการศึกษาของนักเรียนไทยในระดับชาติจากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Test: O-NET) พบว่า ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2553 ถึง 2557 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 30.90, 27.90, 33.10, 30.48 และ 32.54 ตามลำดับ ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำร้อยละ 50 และพบว่าในทุกปีการศึกษาที่มีการจัดสอบ นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยทั่วประเทศไม่ถึงร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2558: ออนไลน์) ผลการทดสอบความถนัดทางวิชาชีพและวิชาการ (Professional and Academic Aptitude Test: PAT) ในด้านของความถนัดทางด้านวิทยาศาสตร์ (PAT 2) พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการสอบครั้งที่ 2 มีนาคม พ.ศ. 2557 ครั้งที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 และครั้งที่ 2 มีนาคม พ.ศ. 2558 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 93.51, 86.72 และ 104.72 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 300 คะแนน ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำร้อยละ 50 เช่นกัน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2558: ออนไลน์) ซึ่งผลการทดสอบทั้งในส่วนของ O-NET และ PAT 2 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยผลการทดสอบทางด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำและบางปีการศึกษามีแนวโน้มลดน้อยลง

จากผลการประเมินคุณภาพด้านการศึกษาของนักเรียนไทยทั้งในระดับนานาชาติและระดับชาติแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยยังไม่ส่งเสริมให้เกิดความรู้และทักษะเพียงพอที่จะใช้ในการดำเนินชีวิต และเมื่อพิจารณาถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนไม่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์พอที่จะสร้างคำอธิบาย ข้อโต้แย้ง หรือลงข้อสรุปจากการสำรวจตรวจสอบ การใช้เหตุผล การคิดแบบวิพากษ์วิจารณ์และบูรณาการ การเปลี่ยนสัญลักษณ์ เช่น แปรข้อมูลจากตารางให้เป็นกราฟ และการสื่อสารที่อยู่บนพื้นฐานของข้อมูล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2554) ซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 9 ประเภท ได้แก่

(1) ข้อเท็จจริงเฉพาะ (2) คำศัพท์วิทยาศาสตร์ (3) มโนทัศน์ทางวิทยาสตร์ (4) ข้อตกลงของชุมชนวิทยาศาสตร์ (5) แนวโน้มและลำดับขั้นของปรากฏการณ์ต่างๆ (6) เกณฑ์ในการจำแนกและระบุประเภทของสิ่งต่างๆ (7) เทคนิคและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (8) กฎและหลักการทางวิทยาศาสตร์ และ (9) ทฤษฎี (Klopfer 1971) ในการเรียนวิทยาศาสตร์คำศัพท์เทคนิคหรือคำศัพท์เฉพาะจะช่วยในการเชื่อมโยงแนวคิดที่แสดงถึงความเข้าใจในองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ คำจำกัดความ หลักการ กฎ ทฤษฎี เป็นต้น การรู้คำศัพท์จึงมีความสำคัญต่อการอ่าน การเขียน การอภิปราย และความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ (C. H. Pries and Hughes 2012) นอกจากนี้คำศัพท์วิทยาศาสตร์มีส่วนสำคัญในการช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยสามารถเข้าใจโครงสร้างของคำ และระบุส่วนประกอบของคำได้ เช่น รากศัพท์ หน่วยคำเติมหน้า (prefixes) หน่วยคำเติมท้าย (suffixes) และจุดกำเนิดของคำช่วยให้นักเรียนตรวจสอบความหมายของคำศัพท์ที่ไม่คุ้นเคยได้ เช่น การรู้ความหมายของคำว่า bios หมายถึง life และ logy หมายถึง the study of จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจความหมายของคำศัพท์ biology ซึ่งหมายถึง the study of life (Misulis 2011)

เมื่อพิจารณาที่รายวิชาชีววิทยา จะพบว่าปัญหาในการเรียนส่วนใหญ่มาจากคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่จำนวนมาก รวมถึงชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตที่ถูกจัดจำแนกออกเป็นหมวดหมู่ต่างๆ (Mandell 1975) ซึ่งสิ่งที่ยากที่สุดในการเรียนรู้คำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์มีสาเหตุ 2 ประการ คือ (1) คำศัพท์วิทยาศาสตร์นั้นเป็นคำศัพท์ที่ไม่ได้ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น คำว่า mitosis meiosis oxyhemoglobin erythrocyte เป็นต้น และ (2) คำศัพท์วิทยาศาสตร์บางคำถูกใช้ในชีวิตประจำวัน แต่เมื่อนำมาใช้ในบริบทวิทยาศาสตร์แล้วทำให้มีความหมายแตกต่างออกไป เช่น คำว่า energy หมายถึง พลังงาน แต่ในบริบทวิทยาศาสตร์พลังงานหมายถึง ความสามารถที่วัตถุทำงานได้ เป็นปริมาณสเกลา (S. Aronin and Haynes-Smith 2013) ปัญหาการเรียนคำศัพท์เฉพาะทางในอดีต ครูมักเริ่มบทเรียนด้วยการบอกคำศัพท์ให้กับนักเรียน แล้วให้นักเรียนเขียนคำศัพท์นั้นแล้วหาคำจำกัดความจากพจนานุกรมหรือดรรชนีท้ายเล่มของหนังสือเรียน ให้นักเรียนจับคู่คำศัพท์กับคำจำกัดความ หรือให้นำคำศัพท์นั้นมาเขียนอธิบายเป็นประโยค ซึ่งการจัดการเรียนการสอนดังที่ยกตัวอย่างมานั้นเป็นการนำเสนอคำศัพท์แยกเป็นแต่ละคำ ซึ่งนักเรียนก็จะจดจำคำศัพท์เหล่านั้นได้แค่ในบริบทที่กล่าวถึงเท่านั้น ไม่สามารถนำไปสู่การประยุกต์ในมโนทัศน์สำคัญอื่นนอกเหนือเนื้อหาที่เรียนได้(Carrier 2011)

เมื่อพิจารณาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ Danesi (2004) ได้กล่าวว่า “วิทยาศาสตร์เป็นระบบองค์ความรู้ของข้อมูลเครื่องหมาย” องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีข้อมูลเครื่องหมาย ได้แก่ กฎ เช่น กฎการเคลื่อนที่ ข้อที่สองของนิวตัน $\Sigma f = ma$ สัญลักษณ์เวกเตอร์ $\vec{V}$ กราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณ ความเร็ว อัตราเร็ว ความเร่ง แผนภาพแสดงโครงสร้างของหัวใจ สัญลักษณ์หมู่เลือดของมนุษย์ สูตรเคมี สูตรโครงสร้างเคมี แบบจำลองอะตอม เป็นต้น นอกจากนี้การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับข้อมูล ภาพ และสัญลักษณ์ เช่น การสังเกต ต้องมีความระมัดระวังในการเก็บข้อมูล โดยผู้สังเกตจะใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าในการรวบรวมข้อมูล ซึ่งในการปฏิบัติการทดลองอาจต้องใช้สารเคมีบางชนิดที่อาจทำให้เกิดอันตรายหากผู้ใช้ไม่สังเกต หรืออาจไม่เข้าใจสัญลักษณ์ที่ติดบนภาชนะบรรจุสารเคมีและวัตถุอันตรายเหล่านั้น (Jaipal 2011)

แผนภาพที่ 1 แสดงสัญลักษณ์ของสารไวไฟ (UNECE 2000)

สัญศาสตร์เป็นการศึกษาเกี่ยวกับเครื่องหมายและกระบวนการของเครื่องหมายที่ช่วยสร้างความเข้าใจในการสื่อสาร เนื่องจากเครื่องหมายเป็นตัวแทนทางความคิดในการถ่ายทอดข้อมูล ความหมาย หรืออธิบายองค์ความรู้นั้น เพื่อให้ผู้ใช้เครื่องหมายเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน การสอนเป็นการสื่อสารข้อมูล องค์ความรู้ โดยองค์ความรู้ไม่ได้มีเพียงตัวอักษรในตำราเท่านั้น เนื่องจากตัวอักษรหรือพยัญชนะในการสื่อความหมายมีข้อจำกัดคือไม่สามารถสื่อสารให้เข้าใจกันได้โดยทั่วไป แต่จะสื่อสารให้เข้าใจได้เฉพาะกลุ่มคนที่ใช้ภาษาเดียวกันเท่านั้น ดังนั้น ภาพ สัญลักษณ์ และเครื่องหมายจึงถูกนำมาใช้ในการสื่อความหมาย และอธิบายองค์ความรู้เหล่านั้น เพื่อให้มนุษย์ไม่ว่าเชื้อชาติใดภาษาใดก็สามารถเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน ทำให้เกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับเครื่องหมายและการแปลความหมายจากเครื่องหมายนั้น สัญศาสตร์จึงถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการสอนรายวิชาต่างๆ ในชั้นเรียนอย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ สังคมศาสตร์ ภาษาศาสตร์ เป็นต้น (Noth 2010) คำศัพท์และสัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่ง่ายต่อการสื่อความหมายข้อมูลที่มีเนื้อหามาก ให้เป็นที่เข้าใจได้ในทุกเชื้อชาติ ภาษา และวัฒนธรรม (Barke H. D.

2012) นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ที่เป็นนามธรรมได้ดียิ่งขึ้น และยังพบว่าการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญในการสร้างประสบการณ์ และมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับการอ่าน ซึ่งช่วยทำให้นักเรียนได้ขยายองค์ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์และพัฒนาแนวคิดใหม่(Mckee J. and D. 2005)

รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ถูกพัฒนาตามแนวคิดของหน่วยงานด้านการศึกษาและจัดทำหลักสูตรชีววิทยา (Biological Science Curriculum Study) หรือ BSCS ของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยเพิ่มเติมและปรับเปลี่ยนขั้นตอนการเรียนการสอนจากแนวคิดการศึกษาและปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้ (1) ขั้นกระตุ้นความสนใจ เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียนโดยการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเพื่อนำไปสู่การกำหนดคำถามสำคัญที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ พร้อมทั้งทบทวนความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน (2) ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นขั้นการตั้งสมมติฐานจากประเด็นคำถามที่ต้องการศึกษา ออกแบบ วางแผนรวบรวมข้อมูล และปฏิบัติการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการที่หลากหลาย (3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นขั้นการวิเคราะห์และสื่อความหมายข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เพื่อนำไปสู่การสรุปผล โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง ภาพถ่าย รูปวาด เป็นต้น (4) ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นจากขั้นสำรวจและค้นหาไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือนำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์ใหม่ ซึ่งอาจช่วยก่อให้เกิดประเด็นคำถามที่ต้องการสำรวจตรวจสอบต่อไป และทำให้ความรู้ขยายกว้างขวางมากขึ้น และ (5) ขั้นประเมินผล เป็นขั้นการประเมิน 4 ขั้นตอนข้างต้นของการเรียนรู้ เพื่อหาจุดเด่น ข้อบกพร่อง ข้อสงสัย และปรับแก้ไขต่อไป ซึ่งจะแทรกอยู่ในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E (Bybee and al. 2006)

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E สามารถช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนโดยส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การสำรวจตรวจสอบ ในการแสวงหาความรู้เพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง (Bybee et al, 2006) ดังผลการวิจัยของ Patro (2008) ที่ศึกษาผลของการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ในการจัดการเรียนการสอนเรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การหายใจระดับเซลล์สูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ Dogru-Atay and Tekkaya (2008) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E กับการจัดการ

เรียนการสอนโดยใช้กลยุทธ์การเรียนแบบบอกตรงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง พันธุศาสตร์ของนักเรียนเกรด 8 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยกลยุทธ์การเรียนแบบบอกตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ Ajaja (2012) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและเคมีของนักเรียนเกรด 12 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนวิชาชีววิทยาและเคมีด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและเคมีหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากสภาพปัญหา แนวคิด และงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น นำมาสู่ความสนใจในการนำรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาร่วมกับสัญศาสตร์ เพื่อพัฒนาความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย อันเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการรู้วิทยาศาสตร์และการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาชีววิทยาต่อไป

คำถามการวิจัย

1. นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์มีความเข้าใจในคำศัพท์ชีววิทยาแตกต่างกับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปหรือไม่

2. นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปหรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์

2. เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาระหว่างนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป

3. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายหลังการเรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์

4. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป

สมมติฐานการวิจัย

ผลการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ ช่วยพัฒนาความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายได้ ดังผลการวิจัยของหน่วยงานด้านการศึกษาและจัดทำหลักสูตรชีววิทยาของประเทศสหรัฐอเมริกา BSCS (1994) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของนักเรียนที่ร่วมโครงการโรงเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Middle School Science & Technology) ที่มีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ทำให้นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนสามารถใช้คำศัพท์วิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องในการตอบข้อคำถามที่เป็นปลายเปิด และมีส่วนร่วมในชั้นเรียนในระดับสูง สอดคล้องกับการงานวิจัยของ Pries and Hughes (2012) ที่พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่องงานและพลังงาน สามารถประยุกต์คำศัพท์กับวัตถุอ้างอิงได้ และมีความสนใจในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน ในขั้นการสำรวจและค้นหาด้วยวัตถุอ้างอิง อภิปรายคำตอบกันภายในกลุ่ม และเขียนคำศัพท์พร้อมคำอธิบายความหมายได้ในระดับดีมาก

ในขณะที่ผลการวิจัยของ Patro (2008) ที่ศึกษาผลของการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ในการจัดการเรียนการสอนเรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การหายใจระดับเซลล์สูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ Dogru-Atay and Tekkaya (2008) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลของการ

จัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E และการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลยุทธ์การเรียนแบบบอกตรงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง พันธุศาสตร์ ของนักเรียนเกรด 8 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน 5E มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกลยุทธ์การเรียนแบบบอกตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ขณะที่ Ajaja (2012) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและเคมีของนักเรียนเกรด 12 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนชีววิทยาและเคมีด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและเคมีหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากแนวคิดและผลการวิจัยข้างต้นจึงตั้งสมมติฐาน ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์จะมีความเข้าใจในคำศัพท์ชีววิทยาสูงกว่าร้อยละ 70

2. นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์จะมีความเข้าใจในคำศัพท์ชีววิทยาสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าร้อยละ 70

4. นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 กรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

2. ตัวแปรในการวิจัย ประกอบด้วย

2.1 ตัวแปรจัดกระทำ (Treatment variable) ได้แก่

2.1.1 การจัดการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์

2.1.2 การจัดการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไป

2.2 ตัวแปรตาม (Dependent variable) ได้แก่

2.2.1 ความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา

2.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านความเข้าใจ ด้านกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

2.3 ตัวแปรควบคุม ได้แก่

2.3.1 เนื้อหาวิชาและจำนวนเรื่องที่ใช้ในการเรียนการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นเนื้อหาเดียวกัน คือ การรักษาดุลยภาพในร่างกาย ประกอบด้วย ระบบหายใจ ระบบขับถ่าย ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลืองและระบบภูมิคุ้มกัน

2.3.2 ผู้สอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.3.3 ระยะเวลาที่สอน โดยมีจำนวนคาบเรียนที่ใช้ในการเรียนการสอนเท่ากันทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ เนื้อหารายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. สัญศาสตร์ หมายถึง เครื่องหมายและกระบวนการของเครื่องหมายที่ใช้เป็นตัวแทนทางความคิดในการสื่อสารความเข้าใจหรือองค์ความรู้ ได้แก่ ภาษา ภาพถ่าย รูปวาดรหัส สัญลักษณ์ เครื่องหมาย เป็นต้น แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ (1) รูปเหมือน (2) ดรรชนี (3) สัญลักษณ์

2. รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ หมายถึง วิธีการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

(1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียนโดยครูใช้สัญศาสตร์กระตุ้นความสนใจของนักเรียนเพื่อนำไปสู่การกำหนดคำถามสำคัญที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ พร้อมทั้งทบทวนประสบการณ์เดิมของนักเรียน โดยสามารถใช้สัญศาสตร์ได้ทุกประเภทตามความเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน

(2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นการตั้งสมมติฐานจากประเด็นคำถามที่ต้องการศึกษานำไปสู่การปฏิบัติการเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยครูและนักเรียนสามารถใช้สัญศาสตร์ได้ทุกประเภท ได้แก่ รูปเหมือน ดรรชนี และสัญลักษณ์ ตามความเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน

(3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่นักเรียนใช้สัญศาสตร์ในการวิเคราะห์และสื่อความหมายข้อมูลเพื่อนำไปสู่การสรุปผล สามารถใช้สัญศาสตร์ได้ทุกประเภท ได้แก่ รูปเหมือน ดรรชนี และสัญลักษณ์ ตามความเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน

(4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือนำสัญศาสตร์หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์ใหม่ โดยครูและนักเรียนสามารถใช้สัญศาสตร์ได้ทุกประเภท ได้แก่ รูปเหมือน ดรรชนี และสัญลักษณ์ ตามความเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน

(5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นการประเมิน 4 ขั้นตอนข้างต้นของการเรียนรู้เพื่อหาจุดเด่น และข้อบกพร่อง ข้อสงสัย และปรับแก้ไขต่อไป ซึ่งจะแทรกอยู่ในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ ใช้สัญศาสตร์ได้ทุกประเภท ได้แก่ รูปเหมือน ดรรชนี และสัญลักษณ์ ตามความเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. คำศัพท์ชีววิทยา หมายถึง คำสำคัญที่มีความเฉพาะเจาะจง และมีความหมายเฉพาะ เพื่อใช้ในการอธิบายมโนทัศน์ชีววิทยาในบทเรียน เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกาย ประกอบด้วยรากศัพท์ หน่วยคำเติมหน้าหรือหน่วยคำเติมท้าย

4. ความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา หมายถึง ความสามารถด้านในการเขียนคำศัพท์ แปลความหมาย อธิบายความหมายของคำศัพท์ด้วยคำพูดของตนเองได้อย่างถูกต้อง และส่วนประกอบของคำศัพท์ที่ประกอบด้วยรากศัพท์ หน่วยคำเติมหน้า หรือหน่วยคำเติมท้าย

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถของบุคคลที่เกิดจากกระบวนการเรียนการสอน โดยวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 4 ด้าน ตามแนวคิดของ Klopfer ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านความเข้าใจ ด้านกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

6. วิธีการสอนแบบทั่วไป หมายถึง วิธีการสอนที่ครูวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้

(1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นการกระตุ้นความสนใจ หรือทบทวน ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน โดยยกตัวอย่างสถานการณ์ ถามคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหาความอยากรู้อยากเห็น และสนใจติดตามบทเรียนต่อไป

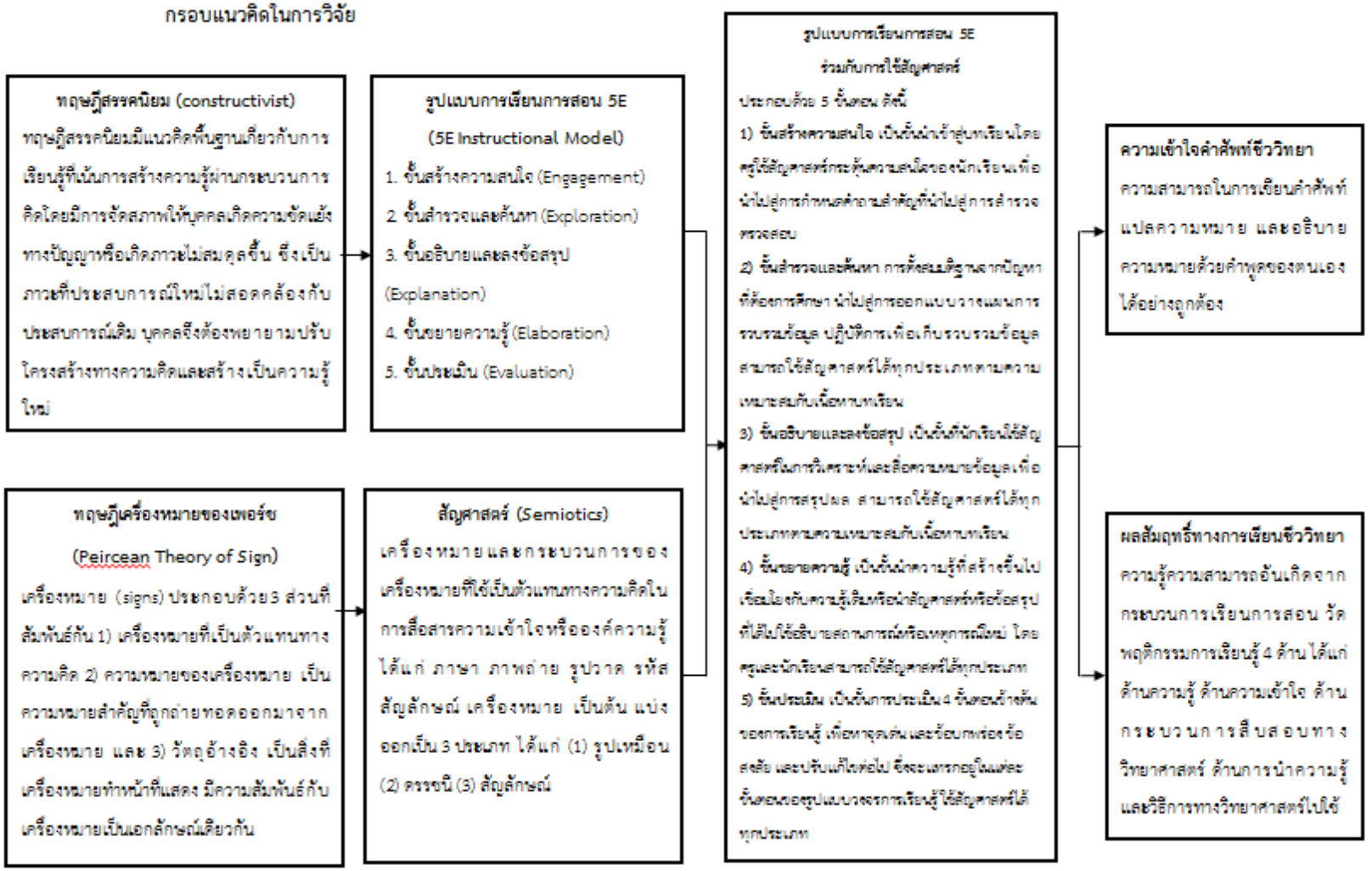
(2) ขั้นกิจกรรม เป็นขั้นที่ให้นักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาความรู้ สำรวจตรวจสอบ หรือทำการทดลองด้วยตัวเอง

(3) ขั้นสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาอภิปรายร่วมกัน โดยนักเรียนเป็นผู้สรุปความรู้ด้วยตัวเองก่อน จากนั้นครูจึงช่วยเสริมหรือแก้ไขเพื่อให้เกิดความรู้ที่ถูกต้องชัดเจน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ต้องการ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปเป็นความคิดที่สำคัญของบทเรียนและนำความคิดสำคัญดังกล่าวไปประยุกต์ใช้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7. นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมตอนปลายโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 กรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาผลของการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ที่มีต่อความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้มีการศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E สัญศาสตร์ คำศัพท์ชีววิทยา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยรายละเอียดผลการศึกษาในแต่ละหัวข้อ นำเสนอตามลำดับดังต่อไปนี้

1. คำศัพท์ชีววิทยา (biology terms)
    - 1.1 ความหมายของคำศัพท์วิทยาศาสตร์
    - 1.2 ความหมายของคำศัพท์ชีววิทยา
    - 1.3 ความหมายของความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา
    - 1.4 แนวทางการวัดความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Learning achievement)
    - 2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
    - 2.2 พฤติกรรมการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. สัญศาสตร์ (Semiotics)
    - 3.1 ความหมายของสัญศาสตร์
    - 3.2 องค์ประกอบของสัญศาสตร์
    - 3.3 ประเภทของสัญศาสตร์
    - 3.4 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสัญศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4. รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E (5E Learning cycle model)

4.1 ความเป็นมาของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E

4.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E

4.3 ขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E

4.4 บทบาทครูและบทบาทนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E

4.5 รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E สัญศาสตร์ คำศัพท์ชีววิทยา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. คำศัพท์ชีววิทยา

การศึกษาเกี่ยวกับคำศัพท์ชีววิทยามีประเด็นที่นำเสนอดังนี้ 1) ความหมายของคำศัพท์วิทยาศาสตร์ 2) ความหมายของคำศัพท์ชีววิทยา 3) ความหมายของความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา และ 4) แนวทางการวัดความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.1 ความหมายของคำศัพท์วิทยาศาสตร์

จากการสืบค้นเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักวิชาการและหน่วยงานต่างๆ ได้ให้ความหมายของคำศัพท์วิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

Mckee and Ogle (2005) ได้ให้ความหมายของคำศัพท์วิทยาศาสตร์ไว้ว่า "คำศัพท์วิทยาศาสตร์ หมายถึง คำ หรือคำสำคัญที่อธิบายมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มีความเฉพาะเจาะจงและมีความหมายเฉพาะ"

Delta Education (2006) ได้ให้ความหมายของคำศัพท์วิทยาศาสตร์ไว้ว่า "คำศัพท์วิทยาศาสตร์ หมายถึง ส่วนของคำ หรือคำจำกัดความที่แสดงความหมาย ประกอบด้วยรากศัพท์ หน่วยคำเติมหน้าหรือหน่วยคำเติมหลัง"

Grant and Fisher (2010) ได้ให้ความหมายของคำศัพท์วิทยาศาสตร์ไว้ว่า "คำศัพท์วิทยาศาสตร์ หมายถึง คำที่แสดงความหมาย หรือคำจำกัดความที่เชื่อมโยงกับแนวคิด ข้อเท็จจริง หรือมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์"

Carrier (2011) ได้ให้ความหมายของคำศัพท์วิทยาศาสตร์ไว้ว่า "คำศัพท์วิทยาศาสตร์ หมายถึง คำ หรือคำจำกัดความที่แสดงมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์"

Cohen (2012) ได้ให้ความหมายของคำศัพท์วิทยาศาสตร์ไว้ว่า “คำศัพท์วิทยาศาสตร์ หมายถึง องค์ความรู้เกี่ยวกับความหมายของคำ และมโนทัศน์ ที่เชื่อมโยงความหมายของคำศัพท์นั้น”

Pries and Hughes (2012: 64) ได้ให้ความหมายของคำศัพท์วิทยาศาสตร์ไว้ว่า “คำศัพท์วิทยาศาสตร์ หมายถึง องค์ความรู้ที่เชื่อมโยงเข้ากับมโนทัศน์วิทยาศาสตร์”

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากความหมายของคำศัพท์วิทยาศาสตร์ข้างต้นสรุปได้ว่า คำศัพท์วิทยาศาสตร์ หมายถึง คำที่มีความเฉพาะเจาะจง และมีความหมายเฉพาะ ที่อธิบายมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยรากศัพท์ หน่วยคำเติมหน้าหรือหน่วยคำเติมท้าย

1.2 ความหมายของคำศัพท์ชีววิทยา

จากการสืบค้นเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักวิชาการและหน่วยงานต่างๆ ได้ให้ความหมายของคำศัพท์ชีววิทยาไว้ดังต่อไปนี้

Mandell (1975) ได้ให้ความหมายของคำศัพท์ชีววิทยาไว้ว่า “คำศัพท์ชีววิทยา หมายถึง คำที่เกิดจากส่วนประกอบของคำที่เป็นรากศัพท์ภาษากรีกและละติน และหน่วยคำเติมหน้าหรือหน่วยคำเติมท้าย หรือทั้งหน่วยคำเติมหน้าและหน่วยคำเติมหลัง อธิบายเกี่ยวกับพืช สัตว์ และกระบวนการดำรงชีวิต” เช่น photosynthesis มีรากศัพท์ภาษาละตินมาจากคำว่า photon แปลว่า แสง และ synthesis แปลว่า ประกอบเข้าด้วยกันโดยใช้แสง ดังนั้น photosynthesis จึงเป็นคำศัพท์วิทยาศาสตร์ที่อธิบายกระบวนการสร้างอาหารของพืชโดยใช้แสง

Memory (1990) ได้ให้ความหมายของคำศัพท์ชีววิทยาไว้ว่า “คำศัพท์ชีววิทยา หมายถึง คำที่อธิบายเนื้อหาที่มีความเฉพาะเจาะจง ประกอบด้วย รากศัพท์ หน่วยคำเติมหน้าหรือหน่วยคำเติมท้าย เช่น monogamy มีหน่วยเติมคำหน้าคือ mono แปลว่า หนึ่ง

Stants (2013) ได้ให้ความหมายของคำศัพท์ชีววิทยาไว้ว่า “คำศัพท์ชีววิทยา หมายถึง คำศัพท์เฉพาะที่อธิบายความหมายของความรู้ทางชีววิทยา ประกอบด้วย หน่วยคำเติมหน้า รากศัพท์ และหน่วยคำเติมท้าย”

จากความหมายของคำศัพท์ชีววิทยาข้างต้นสรุปได้ว่า คำศัพท์ชีววิทยา หมายถึง คำที่มีความเฉพาะเจาะจง และมีความหมายเฉพาะที่อธิบายองค์ความรู้ทางด้านชีววิทยา ประกอบด้วย รากศัพท์ หน่วยคำเติมหน้าหรือหน่วยคำเติมท้าย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3 ความหมายของความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา

Bloom (1956) ได้ให้ความหมายของความรู้คำศัพท์ชีววิทยาไว้ว่า "ความรู้คำศัพท์ชีววิทยา หมายถึง ความสามารถในการจดจำคำศัพท์ นิยามความหมายโดยเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับคุณสมบัติในวิชาวิทยาศาสตร์"

Klopfer (1971) ได้ให้ความหมายของความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาไว้ว่า “ความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับคำจำกัดความที่ถูกต้อง และการใช้คำเหล่านั้นที่ถูกกำหนดไว้ในคำศัพท์ชีววิทยา”

Memory (1990) ได้ให้ความหมายของความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาไว้ว่า “ความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับส่วนประกอบของคำที่ประกอบไปด้วยรากศัพท์ หน่วยคำเติมหน้าหรือหน่วยคำเติมท้าย อธิบายความหมาย และคาดคะเนความหมายของคำศัพท์ใหม่ที่มีรากศัพท์เดียวกันได้”

Misulis (2011) ได้ให้ความหมายของความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาไว้ว่า “ความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา หมายถึง การรู้โครงสร้างของคำและระบุส่วนประกอบของคำศัพท์ได้ เช่น รากศัพท์ หน่วยคำเติมหน้า หน่วยคำเติมหลัง เพื่ออธิบายความหมายของคำศัพท์ และคาดคะเนความหมายของคำศัพท์ใหม่ที่ไม่คุ้นเคยได้

Nutta (2011) ได้ให้ความหมายของความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาไว้ว่า “ความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา หมายถึง ความสามารถในการเขียนคำศัพท์ และอธิบายความหมายของคำศัพท์เป็นภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้”

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Barke (2012) ได้ให้ความหมายของความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาไว้ว่า “ความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมายคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ไปยังภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้”

Schroeder and Adesope (2012) ได้ให้ความหมายของความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาไว้ว่า “ความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย นิยามความหมายของคำศัพท์ขยายความในการอธิบายความหมายเป็นคำพูดของตัวเอง และสามารถออกเสียงได้อย่างถูกต้อง

Academic Skills (2013) ได้ให้ความหมายของความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาไว้ว่า “ความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา หมายถึง การรู้ความหมายของรากศัพท์ภาษากรีกและละติน ส่วนประกอบของคำศัพท์ที่เป็นรากศัพท์ หน่วยคำเติมหน้า หน่วยคำเติมหลัง การรู้โครงสร้างของคำทั่วไป เช่น รูปเอกพจน์ a ตัวอย่างเช่น one zebra รูปพหูพจน์ ae ตัวอย่างเช่น two zebrae เป็นต้น และการรู้ระบบการจำแนกทางวิทยาศาสตร์ (scientific classification) เช่น การจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่ต่างๆ”

จากความหมายความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาข้างต้นจึงสรุปได้ว่า ความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา หมายถึง ความสามารถในการเขียนคำศัพท์ แปลความหมาย อธิบายความหมายของคำศัพท์ด้วยคำพูดของตนเองได้อย่างถูกต้อง รู้ส่วนประกอบของคำศัพท์ที่ประกอบด้วย รากศัพท์ หน่วยคำเติมหน้าหรือหน่วยคำเติมท้าย และคาดคะเนคำศัพท์ใหม่ที่มีรากศัพท์เดียวกันได้

1.4 แนวทางการวัดความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา

Bloom (1956: 7-18) เสนอแนวทางการวัดความรู้คำศัพท์วิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการจดจำคำศัพท์ คำจำกัดความของคำศัพท์ และการเลือกใช้คำศัพท์เป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ

Klopfer (1971) เสนอแนวทางการวัดความเข้าใจเกี่ยวกับคำศัพท์วิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ

Shook, Hazelkorn and Lazana (2011) พัฒนาแบบวัดความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา เรื่องเซลล์ของสิ่งมีชีวิต โดยใช้แบบสอบปรนัยแบบเติมคำ

จากการศึกษาแนวทางการวัดความเข้าใจคำศัพท์วิทยาศาสตร์ข้างต้นสรุปได้ว่า การวัดความเข้าใจคำศัพท์วิทยาศาสตร์ สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การวัดด้วยวิธีการสอบ โดยแบบสอบอาจเป็นแบบสอบปรนัย หรืออัตนัย

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีประเด็นที่นำเสนอดังนี้ 1) ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และ 2) พฤติกรรมการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาสตร์

จากการสืบค้นเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักวิชาการและหน่วยงานต่างๆ ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ไว้ดังต่อไปนี้

Good (1959: 7) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ว่า "ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลการสะสมความรู้ ความสามารถในการเรียนทุกด้านเข้าด้วยกัน"

Ajaja (2012) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ว่า “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ประสิทธิผลที่เกิดจากกระบวนการเรียนการสอน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Caroll (อ้างถึงในภพ เลาหไพบูลย์, 2537: 63) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ว่า "ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลสำเร็จอันเนื่องมาจากความถนัดทางการเรียน ความสามารถส่วนตัวที่จะเข้าใจการสอนของครู ความพยายามในการเรียน และเวลาที่ใช้ในการเรียนของนักเรียน"

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537: 295) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ว่า "ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลการเรียนรู้ตามแผนที่กำหนดไว้ล่วงหน้า อันเกิดจากกระบวนการเรียนการสอนในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่านมา ซึ่งผลที่เกิดขึ้นจากการสอนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่แสดงออกใน 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย"

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2548: 125) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ว่า "ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน"

จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาสตร์ข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถของบุคคลที่เกิดจากกระบวนการเรียนการสอน

2.2 พฤติกรรมการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Bloom (1956: 7-18) ได้จำแนกวัตถุประสงค์ทางการศึกษา ซึ่งมุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้จากพฤติกรรม 3 ด้านของนักเรียน ดังนี้

(1) ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) เป็นวัตถุประสงค์ที่เกี่ยวข้องกับความจำเกี่ยวกับองค์ความรู้ และพัฒนาการความสามารถและทักษะทางด้านสติปัญญา แบ่งออกเป็น 6 ลำดับ ดังนี้ (1.1) ความรู้ความจำ เป็นพฤติกรรมที่แสดงถึงความจำที่เกี่ยวกับข้อมูล แนวคิด หรือปรากฏการณ์ได้ โดยนักเรียนสามารถจดจำสถานการณ์ที่มีความคล้ายคลึงกับสถานการณ์ที่ได้เรียนรู้ไป เช่น ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์เฉพาะ ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงเฉพาะ เป็นต้น (1.2) ความเข้าใจ เป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแปลความหมาย ยกตัวอย่าง สรุป อ้างอิง โดยสามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ (1.3) การนำไปใช้ เป็นพฤติกรรมที่แสดงถึงการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นชีวิตประจำวัน (1.4) การวิเคราะห์ เป็นพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการแยกแยะ จัดจำแนก เปรียบเทียบ อธิบายความแตกต่าง เป็นต้น (1.5) การสังเคราะห์ เป็นพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการนำความสำคัญและหลักการต่างๆ มาผสมผสานให้เป็นเรื่องเดียวกัน ทำให้ได้ความรู้ที่มีความสัมพันธ์ต่างไปจากเดิม และ (1.6) ประเมินค่า เป็นพฤติกรรมที่แสดงถึงการตัดสินเกี่ยวกับคุณค่า วัตถุประสงค์ แนวคิด สถานการณ์ วิธีการ เป็นต้น

(2) ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) เป็นวัตถุประสงค์ที่อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความสนใจ เจตคติ และคุณค่า และพัฒนาการประเมินค่าและการตัดสินใจ

(3) ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) เป็นวัตถุประสงค์มุ่งพัฒนาการเรียนของนักเรียนด้านทักษะ คือ ความชำนาญในการปฏิบัติและดำเนินงาน เช่น การใช้อุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง รวดเร็วและแม่นยำ

Klopfer (1971: 559-642) ได้เสนอแนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ได้จากพฤติกรรม 4 ด้านของนักเรียน ดังนี้

(1) ความรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับข้อมูลที่เฉพาะเจาะจง และสามารถจดจำข้อมูลเหล่านั้นได้ แบ่งออกเป็น 9 ประเภทย่อย ได้แก่ 1) ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงเฉพาะ 2) ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์วิทยาศาสตร์ 3) ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 4) ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลงของชุมชนวิทยาศาสตร์ 5) ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่างๆ 6) ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการจำแนกและระบุประเภทของสิ่งต่างๆ 7) ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 8) ความรู้เกี่ยวกับกฎและหลักการทางวิทยาศาสตร์ 9) ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีหรือมโนทัศน์ทางปัญญา

(2) ความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงถึงความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลโดยการระบุหรือจัดการกับข้อมูลนั้นในบริบทใหม่ได้ แบ่งเป็น 2 ประเภทย่อย ได้แก่ 1) ความเข้าใจเกี่ยวกับการระบุองค์ความรู้ในบริบทใหม่ เช่น นักเรียนสามารถระบุถึงข้อเท็จจริง มโนทัศน์ กระบวนการ การจัดจำแนกหมวดหมู่ หลักการ หรือทฤษฎี ในบริบทใหม่ได้ 2) ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายองค์ความรู้ที่ได้รับจากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่สัญลักษณ์อื่นได้ เช่น นักเรียนสามารถแปลความหมายของข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนทัศน์ หลักการ หรือทฤษฎีที่ปรากฏในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปสัญลักษณ์อื่นได้ ยกตัวอย่างเช่น โจทย์กำหนดคำอธิบายโดยยกสถานการณ์ "ม้าตัวหนึ่งลากรถไปตามถนนที่ขรุขระ" นักเรียนแปลความหมายของข้อมูลนี้และนำเสนอในรูปแบบการเขียนไดอะแกรมของเวกเตอร์แสดงความสัมพันธ์ของแรงได้

(3) กระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงถึงกระบวนการสืบสอบในการสำรวจตรวจสอบธรรมชาติของโลกและการสร้างองค์ความรู้ใหม่ แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การสังเกตและการวัด 2) การระบุปัญหาและหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา 3) การแปลความหมายข้อมูลและการจัดระบบ 4) การสร้าง ทดสอบ และการแก้ไขปรับปรุงแบบจำลองทางทฤษฎี

(4) การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี เป็นต้น และทักษะการสืบสอบไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ แบ่งออกเป็น 3 ประเภทย่อย ตามลักษณะของปัญหาที่นักเรียนจะนำความรู้และทักษะการสืบสอบไปใช้ในการแก้ปัญหา ได้แก่ 1) การนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน แสดงในสถานการณ์ทั่วไปในโรงเรียนที่นักเรียนต้องนำความรู้ที่เรียนไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นจากบทเรียนในรายวิชานั้น

ยกตัวอย่างคำถามเช่น ทำไมหลอดไฟฟ้าจึงสว่างขึ้นเมื่อเราเปิดสวิทช์ นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าพ่อไก่ตัวนี้มีฮอร์โมนเพศบกพร่องหรือไม่ การลอกเปลือกไม้ของต้นเบิร์ชทำให้ลำต้นตายใช่หรือไม่ 2) การนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาอื่น โดยนักเรียนต้องใช้ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ ทฤษฎี หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนไปในสาขาหนึ่งไปใช้แก้ปัญหาในสาขาวิชาอื่น ยกตัวอย่างคำถามเช่น อาหารซึมผ่านผนังลำไส้ของกบได้อย่างไร ถ้ำหินปูนเกิดขึ้นได้อย่างไร ทำไมจึงเกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลงในมหาสมุทร 3) การนำความรู้และทักษะการสืบสอบไปใช้ในการแก้ปัญหาที่นอกเหนือจากวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี เนื่องจากความแตกต่างระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในบางพื้นที่ของการสำรวจตรวจสอบยังคงมีความไม่ชัดเจนอยู่บ้าง เช่นการวิจัยทางการแพทย์ หรือการวิจัยเกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งดูเหมือนว่าเป็นปัญหาของวิทยาศาสตร์ที่เป้าหมายของการพัฒนาความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์มาจากปัญหาเทคโนโลยี ยกตัวอย่างคำถามเช่น ทำอย่างไรจึงจะผลิตแอมโมเนียปริมาณมากๆ จากไนโตรเจนและไฮโดรเจนได้ในต้นทุนที่ต่ำ เราจะตรวจสอบการแพร่กระจายของเชื้อไข้มาลาเรียในภูมิภาคนี้ได้อย่างไร เป็นต้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 11-15) ได้เสนอเป้าหมายสำคัญในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์จากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน 3 ด้าน ดังนี้

(1) ความรู้ความคิด หมายถึง ความรอบรู้ในหลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง เนื้อหาหรือแนวคิดหลัก แบ่งออกเป็น 6 ด้าน ซึ่งแต่ละด้านสามารถประเมินได้จากพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียน ดังนี้ 1) ความรู้ความจำ คือ การรู้ข้อเท็จจริง จำได้หรือระลึกถึงข้อมูล หรือข้อสารสนเทศ 2) ความเข้าใจ คือ การมีความเข้าใจและสามาระอธิบายได้ 3) การนำไปใช้ คือ การนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น 4) การวิเคราะห์ คือ การแยกแนวคิดหลักที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนๆ ให้เข้าใจได้ง่าย 5) การสังเคราะห์ คือ การรวบรวมความรู้และข้อเท็จจริงเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ และ 6) การประเมินค่า คือ การตัดสินใจเลือก

(2) กระบวนการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการลงมือปฏิบัติจริงที่แสดงออกถึงทักษะเชาว์ปัญญาและทักษะปฏิบัติ โดยแบ่งเป็น 2 ด้าน คือ 1) ด้านทักษะปฏิบัติ ได้แก่ การรับรู้ เตรียมความพร้อม การตอบสนอง การฝึกฝน การปฏิบัติจนทำได้ การเชื่อมโยงทักษะ และ 2) กระบวนการเรียนรู้ ได้แก่ การสืบสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหา การสื่อสาร การนำความรู้ไปใช้

(3) เจตคติ หมายถึง จิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้สึกทางจิตใจ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนควรได้รับการประเมินเจตคติ 2 ด้าน คือ 1) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ คือ ลักษณะนิสัยของผู้เรียนที่คาดหวังจะได้รับการพัฒนาในตัวผู้เรียนโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 2) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้สึกที่ผู้เรียนมีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย

จากการศึกษาพฤติกรรมการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้นสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวัดจากพฤติกรรมด้านความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

3. สัญศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับสัญศาสตร์มีประเด็นที่นำเสนอดังนี้ 1) ความหมายของสัญศาสตร์ 2) องค์ประกอบของสัญศาสตร์ 3) ประเภทของสัญศาสตร์ และ 4) แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสัญศาสตร์

3.1 ความหมายของสัญศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการสืบค้นเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักวิชาการและหน่วยงานต่างๆ ได้ให้ความหมายของสัญศาสตร์ ไว้ดังต่อไปนี้

Saussure (1915) ได้ให้ความหมายของสัญศาสตร์ไว้ว่า "สัญศาสตร์ หมายถึง ศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับระบบของสัญลักษณ์ที่ปรากฏอยู่ในความคิดของมนุษย์อันถือเป็นทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบตัวของเรา ได้แก่ ภาษารหัส สัญญาณ เครื่องหมาย เป็นต้น หรือหมายถึง สิ่งที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อให้มีความหมายแทนของจริงในบริบทหนึ่งๆ"

Peirce (1977) ได้ให้ความหมายของสัญศาสตร์ไว้ว่า "สัญศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับเครื่องหมาย"

Chandler (2003) ได้ให้ความหมายของสัญศาสตร์ไว้ว่า "สัญศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับการสร้างความหมายและการสร้างตัวแทนทางความคิดที่หลากหลายรูปแบบ ส่วนมากอยู่ในรูปของข้อความ รูปภาพ เสียง ท่าทาง เป็นต้น"

Martin and Ringham (2006: 176) ได้ให้ความหมายของสัญศาสตร์ไว้ว่า "สัญศาสตร์ หมายถึง ทฤษฎีที่มีความสำคัญเกี่ยวกับการสร้างความหมาย ซึ่งเป็นการศึกษาระบบของเครื่องหมายในการสื่อสารความเข้าใจของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือองค์ความรู้"

Semetsky (2007: 179-183) ได้ให้ความหมายของสัญศาสตร์ไว้ว่า "สัญศาสตร์เป็นคำที่มาจากภาษากรีกโบราณ หมายถึง เครื่องหมาย (sign) และสัญญาณ (signal) เป็นสาขาหนึ่งของปรัชญาที่เกี่ยวข้องกับเครื่องหมายทางวัจนภาษา และอวัจนภาษาที่ใช้ในการเป็นตัวแทนทางความคิด (representations) ของธรรมชาติที่แท้จริงของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง"

Danesi (2010) ได้ให้ความหมายของสัญศาสตร์ไว้ว่า "สัญศาสตร์ หมายถึง ภาษากรีกโบราณที่ใช้เรียกเครื่องหมายและสัญญาณ เป็นสาขาวิชาที่ศึกษาและบันทึกเครื่องหมาย พฤติกรรมของเครื่องหมาย (sign behavior) การสร้างเครื่องหมาย (sign creation) และหน้าที่ของเครื่องหมาย (sign function) สัญศาสตร์เป็นเครื่องมือสำหรับการวิจัยในหลายประเภท โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้เครื่องหมาย"

Jaipal (2010) ได้ให้ความหมายของสัญศาสตร์ไว้ว่า "สัญศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับการสร้างความหมาย ซึ่งไม่เพียงแต่ความหมายของภาษาเท่านั้น แต่รวมถึงระบบการสร้างความหมายอื่นๆ ด้วย เช่น ท่าทาง การแสดงออก บริบททางสังคม และสัญลักษณ์ ที่มีความสำคัญต่อการสื่อสาร"

สุริยา รัตนกุล (2555: 22) ได้ให้ความหมายของสัญศาสตร์ไว้ว่า “สัญศาสตร์ หมายถึง ระบบการสื่อความหมายทุกระบบที่มนุษย์คิดค้นขึ้นมา รวมถึงภาษาพูด ภาษาเขียน ภาษาท่าทาง ภาษาใบ้ รหัส สัญญาณ การสื่อความหมายด้วยกลิ่น รส ฯลฯ”

จากการศึกษาความหมายของสัญศาสตร์ข้างต้นสรุปได้ว่า สัญศาสตร์ หมายถึง เครื่องหมาย และกระบวนการของเครื่องหมาย ที่ใช้เป็นตัวแทนทางความคิดในการสื่อสารความเข้าใจหรือองค์ความรู้ ได้แก่ ภาษา รูปภาพ รหัส สัญลักษณ์ เครื่องหมาย เป็นต้น

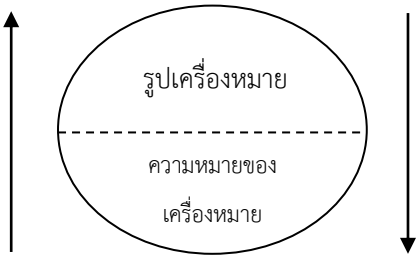
3.2 องค์ประกอบของสัญศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของสัญศาสตร์มาจาก 2 สายทาง สายแรกมาจากนักภาษาศาสตร์ชาวสวิสเซอร์แลนด์ เฟอร์ดินน็อง เดอ โซซูร์ (Ferdinand der Saussure, ค.ศ. 1857 – 1913) และอีกสายหนึ่งมาจากนักปรัชญาชาวอเมริกัน ชาร์ล แซนเดอร์ เพอร์ซ (Charles Sander Pierce, ค.ศ. 1839 – 1914)

Saussure (1915) ได้กล่าวว่า “เราสามารถใช้วิทยาศาสตร์ในการศึกษาบทบาทของเครื่องหมาย ในฐานะที่เครื่องหมายเป็นส่วนหนึ่งของสังคม” ซึ่งแนวคิดเกี่ยวกับสัญศาสตร์ส่วนใหญ่ของ Saussure ใช้เพื่ออธิบายภาษา กฎของภาษา มากกว่าเครื่องหมายในรูปแบบอื่นๆ เนื่องจากมีความคิดว่า ภาษาเป็นระบบเครื่องหมายที่มีกฎเกณฑ์แน่นอนชัดเจน ตายตัว สม่ำเสมอ สามารถนำมาเป็นตัวอย่างในการศึกษาได้ดี และอ้างว่า “ภาษาศาสตร์เป็นวิทยาศาสตร์ มีกฎที่แน่นอน เมื่อมีกฎที่อยู่สูงสุดแล้วกฎของสัญศาสตร์จึงสามารถนำไปอธิบายภาษาศาสตร์ได้เช่นกัน” โดยองค์ประกอบของสัญศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบ (dyadic model) คือ

(1) รูปเครื่องหมาย (signifier) หรือส่วนกายภาพ หมายถึง สิ่งที่ใช้อ้างอิงเพื่อเป็นตัวแทนทางความคิดของอีกสิ่งหนึ่ง ซึ่งเป็นรูปแบบทางกายภาพของเครื่องหมาย เช่น คำที่ถูกเขียน ภาพวาด รูปถ่าย

(2) ความหมายของเครื่องหมาย (signified) หรือส่วนมโนทัศน์ หมายถึง แนวคิดหรือมโนทัศน์ของสิ่งนั้นที่แสดงวัตถุประสงค์ของรูปเครื่องหมายที่ใช้ในการสื่อความหมาย



แผนภาพที่ 2 องค์ประกอบของสัญศาสตร์ตามแนวคิดของ Saussure (Saussure, 1915)

ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเครื่องหมายและความหมายของเครื่องหมายเป็นความสัมพันธ์ที่มีส่วนเชื่อมโยงถึงกันโดยตรง เปรียบเทียบได้กับสองด้านของกระดาษ โดยความคิดเป็นด้านหน้า และการเปล่งเสียงเป็นด้านหลัง เช่น การเรียก ต้นไม้ เสียงที่เปล่งออกมาเป็นคำว่า ต้นไม้ ทำให้เกิดมโนทัศน์เกี่ยวกับต้นไม้ ซึ่งรูปเครื่องหมายก็คือ รูปแบบเสียงที่เปล่งออกมา (sound pattern) ส่วนความหมายของเครื่องหมาย คือ มโนทัศน์ในสิ่งนั้น โดยเส้นประที่อยู่ระหว่างกลางของรูปเครื่องหมายและความหมายของเครื่องหมาย ไม่ได้หมายความถึงการแบ่งแยกจากกัน แต่มีความหมายว่าเป็นการยึดเหนี่ยวระหว่างกัน เนื่องจากเชื่อมโยงรูปเครื่องหมายกับความหมายของเครื่องหมายไม่คงที่ เป็นความสัมพันธ์ที่เลื่อนไหลได้ตลอดเวลา เช่น การเรียกดอกกุหลาบ ก็มีคำเรียกที่แตกต่างกัน แต่หมายถึงดอกไม้ที่มีกลิ่นหอมเดียวกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

NÖth (1995) ได้สรุปแนวคิดเกี่ยวกับการศึกษาองค์ประกอบของสัญศาสตร์ที่มีรูปแบบองค์ประกอบสองส่วน (dyadic model) ของนักสัญศาสตร์ท่านอื่นจากประวัติศาสตร์การศึกษาเกี่ยวกับสัญศาสตร์ซึ่งสรุปไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของสัญศาสตร์ที่มีรูปแบบองค์ประกอบสองส่วน (dyadic model) ของนักสัญศาสตร์ (NÖth, 1995)

นักสัญศาสตร์ (Semioticians)	เครื่องหมาย (sign)	องค์ประกอบ (Correlates of the Dyad)	
		สื่อกลาง (sign vehicle)	ความหมาย (meaning)
(1) Port-Royal (Arnauld & Nicole ค.ศ.1685)	เครื่องหมาย (sign)	แนวคิดของสิ่งที่แทนความคิด	แนวคิดของสิ่งที่เป็นตัวแทน
(2) Wolff (ค.ศ.1720)	เครื่องหมาย (sign)	สิ่งหนึ่ง	สิ่งอื่น
(3) Degerando (ค.ศ.1800)	เครื่องหมาย (sign)	ประสาทสัมผัส	แนวคิด
(4) Saussure	เครื่องหมาย (sign)	รูปเครื่องหมาย (signifier)	ความหมายของเครื่องหมาย (signified)
(5) Hjelmslev	เครื่องหมาย (sign)	การแสดงเครื่องหมาย	เนื้อหา
(6) Cassirer (ค.ศ.1923)	รูปแบบสัญลักษณ์ (symbolic form)	เครื่องหมายที่เป็นรูปธรรม	เนื้อหา, ความหมาย
(7) BÜhler (ค.ศ.1933)	เครื่องหมาย (sign)	ตัวแทนทางความคิด	ความหมาย
(8) Bloomfield (ค.ศ.1933)	รูปแบบทางภาษา (linguistic form)	น้ำเสียง, สัญญาณ	การตอบสนองจากการได้ยิน
(9) Jacobson (ค.ศ.1959)	เครื่องหมาย (sign)	สัญญะ	สัญญาณ
(10) Goodman (ค.ศ.1968)	สัญลักษณ์ (symbol)	คำพูด, รูปภาพ, รูปแบบ	ความหมายของเครื่องหมาย,วัตถุอ้างอิง

Peirce (1977) ได้อธิบายองค์ประกอบของสัญศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบที่สัมพันธ์กัน คือ

(1) เครื่องหมายที่เป็นตัวแทนทางความคิด (representamen) หมายถึง เครื่องมือที่ถ่ายทอดวัตถุอ้างอิง หรือความคิดออกมาเป็นเครื่องหมาย เช่น สัญลักษณ์ รูปภาพ คำพูด ภาษาเขียน ท่าทาง เป็นต้น

(2) ความหมาย (interpretant) หมายถึง ความหมายสำคัญที่ถูกถ่ายทอดออกมาจากเครื่องหมาย เป็นส่วนที่แสดงความหมายของเครื่องหมายนั้น

(3) วัตถุอ้างอิง (object) หมายถึง สิ่งที่เครื่องหมายทำหน้าที่แสดง มีความสัมพันธ์กับเครื่องหมายเป็นเอกลักษณ์เดียวกัน ซึ่งเราจะต้องมีความรู้ในการรับรู้ธรรมชาติของเครื่องหมายหรือความคิดที่ถูกถ่ายทอดออกมา

แผนภาพที่ 3 องค์ประกอบของสัญศาสตร์ตามแนวคิดของ Peirce (Danesi, 2004)

ความสัมพันธ์ของ 3 องค์ประกอบตามแนวคิดของ Peirce นั้น ส่วนที่ 1 เทียบได้กับรูปเครื่องหมาย (signifier) และส่วนที่ 2 เทียบได้กับความหมายของเครื่องหมาย (signified) ของ Saussure แต่ต่างกันตรงที่ในความหมาย (interpretant) ของ Peirce นั้น จะรวมความหมายที่เกิดจากเครื่องหมายและผู้ใช้เครื่องหมาย ซึ่งเป็นผลมาจากประสบการณ์ของผู้ใช้เครื่องหมายที่มีต่อวัตถุอ้างอิง (object) ในเครื่องหมายด้วย เช่น ภาพวาดเซลล์เยื่อบุข้างแก้ม (representamen) ที่ใช้ประกอบการศึกษาเรื่อง ส่วนประกอบของเซลล์ (interpretant) ประกอบด้วย ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ นิวเคลียส และไซโทพลาสซึม ซึ่งมีวัตถุอ้างอิง (object) คือเซลล์เยื่อบุข้างแก้มของมนุษย์

NÖth (1995) ได้สรุปแนวคิดเกี่ยวกับการศึกษาองค์ประกอบของสัญศาสตร์ที่มีรูปแบบองค์ประกอบสามส่วน (triadic model) ของนักสัญศาสตร์ท่านอื่นจากประวัติศาสตร์การศึกษาเกี่ยวกับสัญศาสตร์ซึ่งสรุปไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบของสัญศาสตร์ที่มีรูปแบบองค์ประกอบสามส่วน (triadic model) ของนักสัญศาสตร์ (NÖth, 1995)

นักสัญศาสตร์ (Semioticians)	เครื่องหมาย (sign)	องค์ประกอบ (Correlates of the Triad)		
		สื่อกลาง (sign vehicle)	ความหมาย (sense)	สิ่งที่อ้างอิง (referent)
(1) Plato (ค.ศ.400)	ชื่อ	เสียง	แนวคิด, เนื้อหา	สิ่งของ
(2) Aristotle (ค.ศ.350)	เครื่องหมาย	เสียง	อารมณ์ ความรู้สึก	สิ่งของ
(3) Boethius (ค.ศ.500)	คำ	น้ำเสียง	มโนทัศน์	สิ่งของ
(4) Bacon(ค.ศ.1605)	คำ	คำพูด	ความคิด	สิ่งของ
(5) Leibniz (ค.ศ.1700)	เครื่องหมาย	ลักษณะของเครื่องหมาย	มโนทัศน์	สิ่งของ
(6) Peirce	เครื่องหมาย	เครื่องหมายที่เป็นตัวแทนความคิด	ความหมายของเครื่องหมาย	วัตถุอ้างอิง
(7) Husserl (ค.ศ.1900)	เครื่องหมาย	การแสดงเครื่องหมาย	ความหมาย	สิ่งของ
(8) Morris	เครื่องหมาย	เครื่องหมาย	ความหมายสำคัญ	ความหมายที่ถูกสร้างมาจากวัตถุอ้างอิง

จากการศึกษาองค์ประกอบของสัญศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่าองค์ประกอบของสัญศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบตามแนวคิดของ Peirce ดังนี้

(1) เครื่องหมายที่เป็นตัวแทนทางความคิด (representamen) หมายถึง เครื่องมือที่ถ่ายทอดวัตถุอ้างอิง หรือความคิดออกมาเป็นเครื่องหมาย เช่น สัญลักษณ์ รูปภาพ คำพูด ภาษาเขียน ท่าทาง เป็นต้น

(2) ความหมาย (interpretant) หมายถึง ความหมายสำคัญที่ถูกถ่ายทอดออกมาจากเครื่องหมาย เป็นส่วนที่แสดงความหมายของเครื่องหมายนั้น

(3) วัตถุอ้างอิง (object) หมายถึง สิ่งที่เครื่องหมายทำหน้าที่แสดง มีความสัมพันธ์กับเครื่องหมายเป็นเอกลักษณ์เดียวกัน ซึ่งเราจะต้องมีความรู้ในการรับรู้ธรรมชาติของเครื่องหมายหรือความคิดที่ถูกถ่ายทอดออกมา

3.3 ประเภทของสัญศาสตร์

Peirce (1977) ได้แบ่งประเภทของสัญศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท ตามความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมายกับวัตถุอ้างอิง ดังนี้

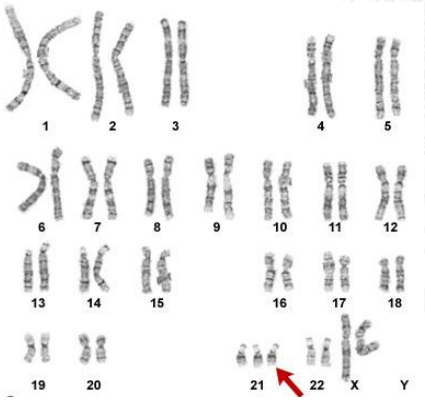
(1) รูปเหมือน (Icon) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างรูปเครื่องหมาย (signifier) กับความหมายของเครื่องหมาย (signified) เป็นเครื่องหมายที่มีความเหมือนหรือคล้ายคลึงกับของจริง หรือสิ่งที่บ่งถึง เป็นที่เข้าใจง่าย เช่น ภาพถ่าย ภาพเหมือน ภาพวาด แผนภาพ คำพูดบางคำที่เป็นการเลียนเสียงธรรมชาติ เป็นต้น

(2) ดรรชนี (Index) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างรูปเครื่องหมาย (signifier) กับความหมายของเครื่องหมาย (signified) เป็นเครื่องหมายที่มีความเชื่อมโยงของจริงแบบเป็นเหตุเป็นผลกัน (causal connection) เป็นเครื่องบ่งชี้สิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น กราฟที่แสดงผลลัพธ์ รอยเท้าของสัตว์ที่ประทับลงบนพื้นดิน ดรรชนีท้ายเล่มของหนังสือที่บอกให้เราทราบถึงข้อความที่เราต้องการจะค้นหา ควันไฟเป็นเครื่องบ่งชี้ว่ามีไฟไหม้ เป็นต้น

(3) สัญลักษณ์ (Symbol) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างรูปเครื่องหมาย (signifier) กับความหมายของเครื่องหมาย (signified) เป็นเครื่องหมายที่แสดงถึงบางสิ่งบางอย่าง แต่ไม่ได้มีความคล้ายคลึงกับสิ่งที่บ่งชี้ ซึ่งเป็นไปในลักษณะของการถูกกำหนดขึ้นจนได้รับการยอมรับเป็นแบบแผน (convention) และต้องอาศัยการเรียนรู้เครื่องหมายเพื่อทำความเข้าใจ เช่น ภาษา เครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ เครื่องหมายจราจร เป็นต้น

จากการศึกษาประเภทของสัญศาสตร์ข้างต้นสรุปได้ว่าสัญศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

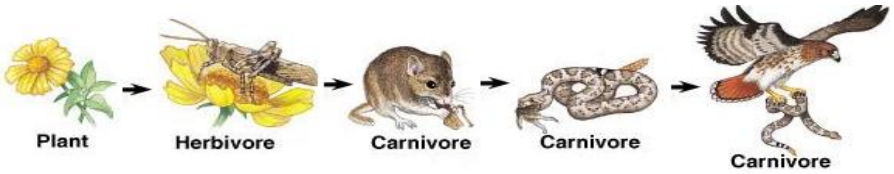
(1) รูปเหมือน (Icon) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างรูปเครื่องหมาย (signifier) กับความหมายของเครื่องหมาย (signified) เป็นเครื่องหมายที่มีความเหมือนหรือคล้ายคลึงกับของจริงหรือสิ่งที่บ่งถึง เป็นที่เข้าใจง่าย ตัวอย่างรูปเหมือนทางวิทยาศาสตร์ เช่น ภาพวาดเซลล์สาหร่ายหางกระรอก ภาพถ่ายแสดงโครโมโซมร่างกายของมนุษย์ แผนภาพแสดงกระบวนการทำงานของหน่วยไต เป็นต้น



แผนภาพที่ 4 รูปเหมือน แสดงภาพถ่ายโครโมโซมของผู้ป่วยที่มีความผิดปกติทางพันธุกรรมเนื่องจากจำนวนโครโมโซมร่างกาย

(Campbell 2012)

(2) ดรรชนี (Index) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างรูปเครื่องหมาย (signifier) กับความหมายของเครื่องหมาย (signified) ที่แสดงถึงผลลัพธ์ เป็นเครื่องหมายที่มีความเชื่อมโยงของจริงแบบเป็นเหตุเป็นผลกัน ตัวอย่างดรรชนีทางวิทยาศาสตร์ เช่น กราฟความเร่ง เป็นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและเวลาที่เปลี่ยนแปลงในหนึ่งหน่วยเวลา พีระมิดจำนวนประชากรของสิ่งมีชีวิต ลูกศรแสดงผู้ผลิตและผู้บริโภคในโซ่อาหาร เป็นต้น



แผนภาพที่ 5 ดรรชนี แสดงลูกศรแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้ผลิตและผู้บริโภคในโซ่อาหาร (Campbell, 2002)

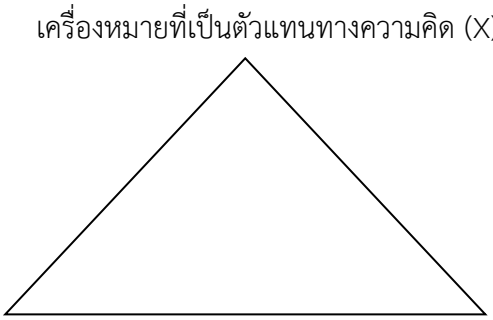
(3) สัญลักษณ์ (Symbol) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างรูปเครื่องหมาย (signifier) กับความหมายของเครื่องหมาย (signified) ที่แสดงถึงสิ่งใดสิ่งหนึ่ง แต่ไม่มีความคล้ายคลึงกับสิ่งที่บ่งชี้ ซึ่งเป็นไปในลักษณะของการถูกกำหนดขึ้นจนได้รับการยอมรับเป็นแบบแผน (convention) เป็นผลมาจากข้อตกตกลงของสังคม และต้องอาศัยการเรียนรู้เพื่อทำความเข้าใจ ตัวอย่างสัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทฤษฎีสัมพันธภาพสมการ $E=mc^2$ ของไอสไตน์ เครื่องมากกว่า > ในสมการคณิตศาสตร์ เครื่องหมายซิกมา $\sum$ ที่แสดงผลรวม เครื่องหมายเดลตา Δ แสดงผลต่าง เป็นต้น

3.4 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสัญศาสตร์

ทฤษฎีเครื่องหมายของเพอร์ซ (Peircean Theory of Sign)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Peirce (1977) ได้อธิบายว่าสัญศาสตร์เป็นการศึกษาเกี่ยวกับเครื่องหมาย โดยสร้างความหมายผ่านเครื่องหมายซึ่งเป็นหลักฐานที่แสดงถึงความเข้าใจ และเป็นตัวแทนทางความคิดในการสื่อความหมายของสิ่งต่างๆ โดยเครื่องหมายเป็นรูปแบบความสัมพันธ์ที่เกิดจากองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) เครื่องหมายที่เป็นตัวแทนทางความคิด เป็นเครื่องมือที่ถ่ายทอดวัตถุอ้างอิงหรือความคิดออกมาเป็นเครื่องหมาย เช่น สัญลักษณ์ รูปภาพ กราฟ แผนภูมิ คำพูด ภาษาเขียน ท่าทาง เป็นต้น 2) ความหมายของเครื่องหมาย เป็นความหมายสำคัญที่ถูกถ่ายทอดออกมาจากเครื่องหมาย และ 3) วัตถุอ้างอิง เป็นสิ่งที่เครื่องหมายทำหน้าที่แสดง มีความสัมพันธ์กับเครื่องหมายเป็นเอกลักษณ์เดียวกัน ซึ่งเราจะต้องมีความรู้ในการรับรู้ธรรมชาติของเครื่องหมายหรือความคิดที่ถูกถ่ายทอดออกมา เพื่อความเข้าใจในการเรียนรู้เครื่องหมายนั้น



แผนภาพที่ 6แสดงความสัมพันธ์ของเครื่องหมายที่เป็นตัวแทนทางความคิด ความหมาย และวัตถุอ้างอิง (Danesi 2004)

กระบวนการสร้างความหมาย (signification) จึงเป็นผลรวมจากประสบการณ์ในโลกแห่งวัตถุและกระบวนการทางสมองที่ทำงานร่วมกัน องค์ประกอบทั้ง 3 ส่วนนี้สร้างความสัมพันธ์ระหว่างกัน องค์ประกอบหนึ่งสามารถเปลี่ยนไปอยู่ในฐานะขององค์ประกอบอื่นได้อย่างอิสระโดยขึ้นอยู่กับสถานการณ์ (circumstances) เครื่องหมายหนึ่งแปรไปสู่อีกเครื่องหมายหนึ่ง และกระตุ้นให้เกิดเครื่องหมายอื่นๆ ตามมา กลายเป็นกระแสของเครื่องหมายและความหมายที่ต่อเนื่องกันไปไม่จบสิ้น

4. รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E มีประเด็นที่นำเสนอดังนี้ 1) ความเป็นมาของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E 2) แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E 3) ขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E 4) บทบาทครูและบทบาทนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E และ 5) รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์

4.1 ความเป็นมาของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E

รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E มีรากฐานการพัฒนามาจากนักปรัชญาและนักจิตวิทยาในต้นศตวรรษที่ 20 โดย Johann Herbart นักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่สังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนโดยเริ่มจากความสัมพันธ์ระหว่างองค์ความรู้เดิมของนักเรียนกับความรู้ใหม่ที่นักเรียนได้รับจากการเรียนรู้มโนทัศน์ต่างๆ ซึ่งจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ โดยนักเรียนจะเป็นผู้ค้นพบ (discover) ความสัมพันธ์นั้นจากประสบการณ์ที่ได้รับในการเรียนรู้ แตกต่างจากรูปแบบเดิมที่ครูเป็นผู้อธิบายทำให้นักเรียนไม่สามารถเป็นผู้ค้นพบองค์ความรู้ด้วยตัวเองได้ (Bybee et al, 2006) ต่อมาในปี ค.ศ.1930 นักจิตวิทยาการศึกษา John Dewey ได้สร้างรูปแบบวงจรการเรียนรู้ที่เป็นที่นิยมอย่างมาก ประกอบด้วยขั้นตอนการทำกิจกรรมดังนี้ (1) ใช้ประสาทสัมผัสในการสังเกตสถานการณ์ (2) ระบุปัญหา (3) ตั้งสมมติฐาน (4) ทดลองสมมติฐาน (5) ปรับปรุงแก้ไขการทดลอง และ (6) แสดงผลการทดลอง (Bybee et al, 2006)

ในปี ค.ศ.1960 Karplus and Thier (อ้างถึงใน Bybee, 2006) ได้พัฒนารูปแบบวงจรการเรียนรู้เพื่อใช้ในการศึกษาและปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Science Curriculum Improvement Study) หรือ SCIS ของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยนำเสนอรูปแบบวงจรการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นสำรวจและค้นหา (2) ขั้นสร้าง (3) ขั้นค้นพบ ดังนี้

(1) ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมโดยการสังเกต ตั้งคำถามและคิดวิเคราะห์ สำรวจหรือทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล จดบันทึกหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวเองหรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก คือ สังเกต ตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นและชี้แนะการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนค้นพบหรือสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเองและมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

(2) ขั้นสร้าง (Invention) เป็นขั้นที่ครูมีบทบาทสูง โดยตั้งคำถามกระตุ้นและชี้แนะให้นักเรียนคิดเชื่อมโยง สิ่งที่ได้ปฏิบัติในขั้นสำรวจและค้นหา มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยจำลองสถานการณ์ (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ โดยครูแนะนำและอธิบายคำศัพท์ที่สำคัญของมโนทัศน์นั้นๆ เพื่อให้นักเรียนเรียบเรียงความคิด

ใหม่ในการค้นพบและอธิบายมโนทัศน์นั้นๆ ในขั้นนี้ครูและนักเรียนจะมีปฏิสัมพันธ์กันเพื่อค้นหามโนทัศน์จากข้อมูลและการสังเกตในขั้นสำรวจและค้นหา

(3) ขั้นค้นพบ (Discovery) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่ค้นพบหรือเกิดการเรียนรู้แล้วมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือปัญหาใหม่ อันจะทำให้นักเรียนขยายความเข้าใจในมโนทัศน์นั้นมากยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตามวงจรการเรียนรู้ดังกล่าวได้ถูกนำมาปรับเป็น 3 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นสำรวจและค้นหา (2) ขั้นแนะนำคำสำคัญ และ (3) ขั้นประยุกต์มโนทัศน์ท ด้วยเหตุผลที่พบปัญหาในการนำไปใช้โดยเฉพาะใน 2 ขั้นตอนหลังของวงจรการเรียนรู้ ซึ่งครูควรมีบทบาทสำคัญในการแนะนำคำศัพท์สำคัญในบทเรียนให้กับนักเรียน (Lawson 1995)

ในปี ค.ศ.1990 Barman (Barman 1989) ได้ดัดแปลงรูปแบบวงจรการเรียนรู้ออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นสำรวจ (2) ขั้นอธิบาย (3) ขั้นขยายมโนทัศน์ และ (4) ขั้นประเมินผล

ต่อมา Bybee et all. (1990) ได้พัฒนาและออกแบบรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E (The BSCS 5E Instructional Model) ตามแนวคิดของหน่วยงานด้านการศึกษาและจัดทำหลักสูตรชีววิทยา (Biological Science Curriculum Study) หรือ BSCS ของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยเพิ่มเติมและปรับเปลี่ยนขั้นตอนการเรียนการสอนจากแนวคิดการศึกษาและปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (SCIS) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

(1) ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นตอนที่ครูประเมินความรู้เดิมของนักเรียนและกระตุ้นความสนใจในมโนทัศน์ใหม่ผ่านกิจกรรมสั้นๆ ที่ใช้เวลาไม่มาก เพื่อสนับสนุนให้นักเรียนเป็นผู้ใฝ่รู้ใฝ่เรียนและเป็นการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนด้วย กิจกรรมในขั้นนี้ควรเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้เดิมและประสบการณ์ใหม่ของนักเรียน ตรวจสอบมโนทัศน์เดิม และจัดระบบความคิดของนักเรียนไปสู่การตั้งคำถาม

(2) ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นในการสำรวจตรวจสอบปัญหาหรือคำถามที่เกิดขึ้นในขั้นสร้างความสนใจ นักเรียนจะต้องใช้ทักษะ และกระบวนการในการแสวงหาความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์นั้น โดยอาจทำกิจกรรมปฏิบัติการที่ใช้ความรู้เดิมเพื่อสร้างแนวคิดใหม่ สำรวจและค้นหาคำถาม เหตุการณ์ที่เป็นไปได้ และออกแบบการสำรวจตรวจสอบ

(3) ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นตอนที่เน้นให้นักเรียนได้แสดงความเข้าใจในมโนทัศน์ใหม่ ทักษะกระบวนการ หรือพฤติกรรมที่เชื่อมโยงประสบการณ์ในขั้นกระตุ้นความสนใจและขั้นสำรวจและค้นหา ในขั้นนี้ครูมีหน้าที่ให้คำแนะนำ ส่วนนักเรียนเป็นผู้อธิบายความเข้าใจในมโนทัศน์ ซึ่งการแนะนำของครูจะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในมโนทัศน์ที่ลุ่มลึกขึ้น

(4) ขั้นการขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นตอนที่ครูท้าทายให้นักเรียนขยายความเข้าใจในมโนทัศน์ของนักเรียนและทักษะจากประสบการณ์ที่ได้รับ ไปสู่การพัฒนาความเข้าใจที่ลุ่มลึกและกว้างขวางขึ้น โดยนักเรียนเป็นผู้ประยุกต์ความเข้าใจในมโนทัศน์สู่สถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้องเป็นเป็นประเด็นที่นักเรียนสนใจ

(5) ขั้นการประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนในการประเมินผลกิจกรรมการเรียนรู้ ความเข้าใจ และความสามารถของนักเรียน โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน ซึ่งจะแทรกอยู่ในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน

จากการศึกษาวงจรการเรียนรู้เพื่อใช้ในการศึกษาและปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Science Curriculum Improvement Study) หรือ SCIS กับ รูปแบบการเรียนการสอน 5E (The BSCS 5E Instructional Model) ตามแนวคิดของหน่วยงานด้านการศึกษาและจัดทำหลักสูตรชีววิทยา (Biological Science Curriculum Study) หรือ BSCS สามารถเปรียบเทียบขั้นตอนการเรียนการสอนได้ในตารางที่ 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบขั้นตอนการเรียนการสอนระหว่างรูปแบบวงจรการเรียนรู้ SCIS และรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E (Bybee, 2006)

วงจรการเรียนรู้ SCIS	**รูปแบบการเรียนการสอน 5E**
	1. ขั้นกระตุ้นความสนใจ (Engagement)
1. ขั้นสำรวจและค้นหา (explararion)	2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)
2. ขั้นสร้าง (invention)	3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)
3. ขั้นค้นพบ (discovery)	4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)
	5. ขั้นประเมินผล (Evaluation)

จากตารางการเปรียบเทียบขั้นตอนการเรียนการสอนระหว่างรูปแบบวงจรการเรียนรู้ SCIS และรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E พบว่าในรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E มีการเพิ่มขั้นตอนการเรียนการสอนขั้นกระตุ้นความสนใจ และขั้นประเมินผลจากรูปแบบวงจรการเรียนรู้ SCIS และปรับเปลี่ยนขั้นที่ 2 และ 3 ของวงจรการเรียนรู้ SCIS จากขั้นสร้างเป็นขั้นอธิบายและลงข้อสรุป และขั้นค้นพบเป็นขั้นขยายความรู้

ต่อมา Eisenkraft (2003) ได้ขยายรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ออกเป็น 7 ขั้นตอน (7E learning cycle and instructional model) โดยขยายขั้นกระตุ้นความสนใจ ออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม กับขั้นกระตุ้นความสนใจ และในขั้นขยายความรู้ กับขั้นประเมินผล ได้ขยายออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นขยายความรู้ ขั้นประเมินผล และขั้นนำความรู้ไปใช้ รูปแบบวงจรการเรียนรู้นี้จึงประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit prior understanding) เป็นขั้นที่ครูตรวจสอบองค์ความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้น ซึ่งมีความสำคัญในการประเมินความเข้าใจของนักเรียนในความรู้เดิมก่อนที่จะเรียนรู้บทเรียนอื่นต่อไป

(2) ขั้นกระตุ้นความสนใจ (Engage) เป็นขั้นที่มีความสำคัญในการกระตุ้นเร้าความสนใจของนักเรียนในการเรียนรู้ โดยมีเป้าหมายเพื่อสร้างความตื่นเต้น และความสนใจให้กับนักเรียนเพื่อให้เกิดคำถามหรือข้อสงสัยและนำไปสู่การสำรวจและค้นหาในขั้นตอนต่อไป โดยครูอาจใช้คำถามหรือยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันในการสร้างความสนใจให้กับนักเรียน

(3) ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) เป็นขั้นที่ให้โอกาสนักเรียนในการสังเกต บันทึกข้อมูล กำหนดตัวแปร ออกแบบและวางแผนการทดลอง สร้างกราฟ แปลความหมายข้อมูล พัฒนาสมมติฐาน และจัดระบบองค์ความรู้ที่ได้ค้นพบ โดยครูเป็นผู้ใช้คำถาม แนะนำให้ความความช่วยเกี่ยวกับวิธีการในการแสวงหาความรู้ ให้ข้อมูลย้อนกลับ และประเมินผลความเข้าใจของนักเรียน

(4) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) เป็นขั้นที่นักเรียนมีการใช้แบบจำลอง กฎ และทฤษฎีมาใช้อธิบายปรากฏการณ์ องค์ความรู้ใหม่ที่ได้รับจากขั้นสำรวจและค้นหา โดยนักเรียนเป็นผู้สรุปผลที่ได้จากการค้นคว้ามาเป็นข้อความใหม่ หรือแบบจำลองใหม่ด้วยตัวเอง ครูมีหน้าที่ให้คำแนะนำกับนักเรียนในการลงข้อสรุปต่างๆ ช่วยนักเรียนเกี่ยวกับความแตกต่างของคำศัพท์วิทยาศาสตร์แต่ละคำ และใช้คำถามที่ช่วยให้นักเรียนใช้คำศัพท์นั้นในการอธิบายผลที่ได้จากการสำรวจและค้นหา

(5) ขั้นขยายความรู้ (Elaborate) เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนประยุกต์ความรู้ที่ได้รับไปใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยกำหนดคำถามใหม่และตั้งสมมติฐานเพื่อนำไปสู่การสำรวจและค้นหาอีกครั้ง ในขั้นตอนนี้อาจรวมถึงปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่นักเรียนต้องแก้ไข ในขั้นขยายความรู้ครูอาจช่วยนักเรียนโดยการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยที่นำไปสู่การตั้งคำถามในสถานการณ์ใหม่

(6) ขั้นประเมินผล (Evaluate) เป็นขั้นที่ครูเป็นผู้ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียน รวมถึงการประเมินผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียนระหว่างการทำกิจกรรม ใช้คำถามที่เกี่ยวกับการการทำปฏิบัติการการทดลองหรือกิจกรรม

(7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extend) ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ขยายมาจากขั้นขยายความรู้และขั้นประเมินผลของรูปแบบการเรียนการสอน 5E ซึ่งเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญสำหรับนักเรียนเพื่อฝึกฝนถ่ายโอนการเรียนรู้ (transfer of learning) โดยครูต้องมั่นใจว่าองค์ความรู้ที่ได้ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่นั้นไม่จำกัดไว้เพียงการขยายความรู้ธรรมดา แต่นักเรียนต้องสามารถนำการขยายความรู้นั้นมาพัฒนาต่อยอดไปสู่การใช้ชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง

สำหรับประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 44-45) ได้ดำเนินการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยได้พัฒนารูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ของ BSCS มาตามลำดับเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศไทย ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากเรื่องที่สงสัย จากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่มเรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน

(2) ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นคำถามที่สนใจศึกษาอย่างท่องแท้แล้วให้มีการวางแผนกำหนดแนวทางในการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน ลงมือปฏิบัติ เพื่อรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการสร้างสถานการณ์จำลอง

การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลเพียงพอที่จะนำไปใช้ในขั้นต่อไป

(3) ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอต่อการสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปรผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวาดรูป สร้างตาราง เป็นต้น การค้นพบในขั้นนี้เป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

(4) ขั้นการขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากกว่าแสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยเชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

(5) การประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร แทรกอยู่ในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน

จากที่การศึกษาความเป็นมาของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ข้างต้นสรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E เป็นแนวทางที่สำคัญทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ และมีทักษะในการแสวงหาความรู้ต่อไป ทำให้นักเรียนเป็นผู้มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ตระหนักถึงความสำคัญของธรรมชาติของความรู้ มีความสนใจในสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัว ตั้งคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง สร้างคำอธิบายต่อปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ตลอดจนสามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกันในความรู้ที่ถูกต้อง รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

(1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียนโดยการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเพื่อนำไปสู่การกำหนดคำถามสำคัญที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ พร้อมทั้งทบทวนความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน

(2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นการตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่ต้องการศึกษา ออกแบบ วางแผนการรวบรวมข้อมูล ปฏิบัติการเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการอันหลากหลาย เช่น การทดลอง การทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลอง เป็นต้น

(3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นวิเคราะห์และสื่อความหมายข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เพื่อนำไปสู่การสรุปผล โดยนำข้อมูล ข้อสนเทศ ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง รูปวาด เป็นต้น

(4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปเพื่อนำไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์ใหม่ ซึ่งช่วยก่อให้เกิดประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบต่อไป และทำให้ความรู้ขยายกว้างขวางมากขึ้น

(5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นการประเมิน 4 ขั้นตอนข้างต้นของการเรียนรู้เพื่อหาจุดเด่น และข้อบกพร่อง ข้อสงสัย และปรับแก้ไขต่อไป ซึ่งจะแทรกอยู่ในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบวงจรการเรียนรู้

4.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E

รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E มีทฤษฎีสรรคนิยม (constructivism) เป็นพื้นฐานในการพัฒนา โดยมีหลักสำคัญ คือ บุคคลสามารถสร้างองค์ความรู้ได้จากกระบวนการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ โดยความรู้อาจได้จากพื้นฐานของความรู้เดิม (Brandon 2010) การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวนักเรียน โดยนักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้และประสบการณ์เดิม โดยสังคมเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้น สร้างสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ โดยทฤษฎีสรรคนิยมเน้นกระบวนการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา ซึ่งมีแนวทางในการเรียนรู้ คือ นักเรียนเป็นผู้เรียนรู้อย่างกระตือรือร้น และเข้ามาเรียนในห้องเรียนโดยมีความรู้และประสบการณ์เดิม ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการสร้างความหมายเพื่อเชื่อมโยงกับเรื่องที่กำลังจะเรียน (Llewellyn 2005)

ทฤษฎีสรรคนิยมเป็นทฤษฎีทางสติปัญญา (Theory of cognition) มีรากฐานมาจากปรัชญา จิตวิทยา สังคมวิทยา และการศึกษา (Hoover, 1996 อ้างถึงใน Brandon and All, 2010: 90) โดยพื้นฐานที่สำคัญของการพัฒนาทฤษฎีในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ คือ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ที่อธิบายการเรียนรู้ว่า มนุษย์ทุกคนจะมีการเรียนรู้ตามลำดับขั้นจากการมี

ปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์จากสิ่งแวดล้อมมาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญา (schema) ซึ่งประกอบด้วยความหมาย หรือความเข้าใจเกี่ยวกับประสบการณ์นั้นๆ โดยเด็กจะสร้างความหมายโดยใช้เครื่องมือทางปัญญา (cognitive apparatus) ของตน ความหมายเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งถูกสร้างขึ้นในสมองของเด็กจากความสัมพันธ์ระหว่างประสาทสัมผัสของเด็กกับสิ่งแวดล้อม โครงสร้างทางปัญญาเป็นผลของความพยายามทางความคิด (mental effort) หากการใช้ความรู้เดิมของตนสามารถทำนายเหตุการณ์ได้อย่างถูกต้อง จะทำให้โครงสร้างทางปัญญาของบุคคลนั้นคงเดิม และมั่นคงยิ่งขึ้น แต่ถ้าการคาดคะเนไม่ถูกต้อง เด็กจะเกิดความสงสัย คับข้องใจ หรือที่เพียเจต์กล่าวว่า เกิดภาวะไม่สมดุล (disequilibrium) นำไปสู่กระบวนการดูดซับประสบการณ์ (assimilation) เป็นกระบวนการทางปัญญาที่เด็กรับรู้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสไปสู่โครงสร้างทางปัญญาซึ่งเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ซึ่งไม่ใช่กระบวนการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางปัญญา แต่เป็นผลกระทบจากการพัฒนาโครงสร้างทางปัญญา เมื่อเด็กได้พบกับสถานการณ์ใหม่ก็จะเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ แต่หากสถานการณ์นั้นไม่สามารถใช้ประสบการณ์เดิมในการอธิบายได้ เด็กก็จะสร้างโครงสร้างทางปัญญาขึ้นมาใหม่ หรือปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) โดยทั้งสองกระบวนการนี้นำไปสู่การเปลี่ยน หรือพัฒนาของโครงสร้างทางปัญญา และเมื่อวันหนึ่งเกิดการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาขึ้นอีก เด็กก็จะสามารถกลับไปสู่กระบวนการดูดซับประสบการณ์ใหม่อีกครั้ง ซึ่งการดูดซับประสบการณ์และการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญามีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของโครงสร้างทางปัญญา เพราะจะนำเข้าไปสู่สู่ภาวะสมดุล (equilibrium) ทางปัญญา ซึ่งเป็นกลไกที่สำคัญในการพัฒนาประสิทธิภาพในการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเด็กกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นแนวทางสำคัญต่อไปในการเรียนรู้ของเด็ก (Wadsworth 1996)

Chulalongkorn University

รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นกระตุ้นความสนใจ (2) ขั้นสำรวจและค้นหา (3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (4) ขั้นขยายความรู้ และ (5) ขั้นประเมินผล โดยระหว่างขั้นกระตุ้นความสนใจ ครูเป็นผู้จัดการเกี่ยวกับขั้นตอนการเรียนรู้เพื่อกระตุ้นความสนใจและความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนซึ่งอาจเป็นการยกตัวอย่างประเด็นปัญหา หรือให้นักเรียนตั้งคำถามในสิ่งที่นักเรียนสนใจ ตรงกับที่เพียเจต์กล่าวว่า เกิดภาวะไม่สมดุล (disequilibrium) ซึ่งเกิดจากความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียนของนักเรียนอาจยังไม่พอที่จะใช้ในการตอบคำถามที่ได้จากการสังเกต ในขั้นนี้ครูสามารถตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ด้วย เมื่อเกิดขึ้นความขัดแย้งขึ้นจะนำไปสู่ขั้นการสำรวจและค้นหา นักเรียนมีหน้าที่ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการตรวจสอบสมมติฐาน และลงมือปฏิบัติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน ซึ่งจะต้องใช้ทักษะกระบวนการพื้นฐานในการ

สำรวจตรวจสอบ ในขั้นนี้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซึมซับประสบการณ์ใหม่ ต่อไปในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนจะต้องอธิบายผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งนักเรียนจะต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์มาใช้ในการอธิบายลงข้อสรุปความรู้ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งเกิดจากกระบวนการดูดซับประการณ์ (assimilation) แล้วความขัดแย้งทางปัญญา (cognitive conflict) ทำให้เกิดภาวะไม่สมดุล (disequilibrium) ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา เรียกว่า กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) เพื่อเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิมเข้ากับความรู้และประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ และสร้างเป็นองค์ความรู้ของตนเอง เพื่อนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงกับปรากฏการณ์เดิมที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปในขั้นขยายความรู้ โดยครูมีบทบาทสำคัญในการช่วยเสริมแรงให้นักเรียนนำหลักฐานเชิงประจักษ์ไปใช้ในการอธิบาย ขยายความรู้สู่สถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน และในขั้นประเมินผล ครูสามารถประเมินได้ในทุกขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน หรืออาจประเมินเปรียบเทียบจากความรู้เดิมของนักเรียนในขั้นกระตุ้นความสนใจ กับความรู้และประสบการณ์ใหม่ที่นักเรียนได้รับจากบทเรียน (Llewellyn 2005)

4.3 ขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E

ขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน โดยสาระสำคัญแต่ละขั้นได้ศึกษาจากงานของ Bybee (2006) Llewellyn (2005) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 44-45) สรุปได้ดังนี้

(1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียนโดยการกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ซึ่งอาจเกิดจากประเด็นที่สงสัย จากความสนใจ หรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม หรือเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ได้เรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามสำคัญ และกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

(2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นของการตรวจสอบปัญหา ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่ต้องการศึกษา กำหนดแนวทางในการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เพื่อรวบรวมข้อมูลสารสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ เป็นขั้นที่นักเรียนได้ใช้และแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้เพื่อพัฒนามโนทัศน์ กระบวนการ และทักษะที่เกี่ยวข้องด้วยตัวนักเรียนเอง

(3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นตอนที่เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูลสนเทศที่ได้มาจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เพื่อนำไปสู่การสรุปผล เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวาดรูป สร้างตาราง เป็นต้น ในขั้นนี้ครูมีหน้าที่เชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียนนำไปสู่ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

(4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้ในการอธิบายสถานการณ์ใหม่ที่มีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ได้สำรวจและค้นหา ส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจที่ลุ่มลึก สามารถเชื่อมโยงความรู้กับเรื่องต่างๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น และอาจนำไปสู่ประเด็นปัญหาในการสำรวจตรวจสอบต่อไป

(5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นการประเมิน 4 ขั้นตอนข้างต้นของการเรียนรู้เพื่อหาจุดเด่น และข้อบกพร่อง ข้อสงสัย และปรับแก้ไขต่อไป ซึ่งจะแทรกอยู่ในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบวงจรการเรียนรู้

4.4 บทบาทครูและบทบาทนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E

Bybee (2006: 33-34) ได้อธิบายบทบาทครูและบทบาทนักเรียนในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ผู้วิจัยสรุปได้ดังตารางที่ 4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4 บทบาทครูและบทบาทนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E

ขั้นตอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	1. สร้างความสนใจ กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น 2. ตั้งคำถาม 3. ทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน	1. ตั้งคำถาม เช่น “สิ่งนี้เกิดขึ้นได้อย่างไร” “เราจะหาคำตอบนี้ได้อย่างไร” 2. แสดงความสนใจในประเด็นที่นำเสนอ

ขั้นตอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)	1. ส่งเสริมให้นักเรียนสำรวจและค้นหาคำตอบด้วยตัวเอง 2. สังเกตและฟังการมีปฏิสัมพันธ์ของนักเรียน 3. ตั้งคำถามเมื่อจำเป็น เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน 4. กำหนดเวลาในการแก้ปัญหาของนักเรียน 5. ให้คำปรึกษา และคำแนะนำกับนักเรียน	1. แสดงความคิดได้อย่างอิสระแต่ต้องอยู่ในขอบเขตของกิจกรรม 2. พยากรณ์ และตั้งสมมติฐาน 3. พยายามหาวิธีการในการแก้ปัญหาและอภิปรายถึงวิธีการเหล่านั้นกับคนอื่น 4. บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น 5. ถามคำถามที่มีความสัมพันธ์กัน 6. ลงข้อสรุป
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	1. ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายมโนทัศน์และคำจำกัดความด้วยคำพูดของนักเรียนเอง 2. ถามข้อมูลหลักฐานที่ชัดเจนจากนักเรียน 3. ให้นักเรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความ 4. ใช้ประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นพื้นฐานในการอธิบายมโนทัศน์ 5. ประเมินความเข้าใจของนักเรียน	1. อธิบายเหตุการณ์ที่เป็นไปได้หรือตอบคำถามของเพื่อน 2. ตั้งใจฟังคำอธิบายของเพื่อนในชั้นเรียน และถามคำถามถึงสิ่งที่เพื่อนได้อธิบาย 3. ตั้งใจฟังและพยายามทำความเข้าใจในสิ่งที่ครูอธิบาย 4. ใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตในการสร้างคำอธิบายและลงข้อสรุป 5. ประเมินความเข้าใจของตัวเอง
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	1. ให้นักเรียนคาดการณ์เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ใหม่ โดยนำคำอธิบาย และคำจำกัดความที่	1. ประยุกต์คำจำกัดความ คำอธิบาย และทักษะไปใช้ในสถานการณ์ใกล้เคียง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
	ได้จากขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 2. ส่งเสริมให้นักเรียนประยุกต์หรือขยายความรู้ มโนทัศน์ และทักษะใน สถานการณ์ใหม่ 3. ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย 4. อ้างอิงถึงข้อมูลหลักฐาน และถามคำถาม “ทำไมจึงคิดแบบนั้น” “นักเรียนรู้อะไรบ้าง	2. ใช้ข้อมูลจากขั้นอธิบายและลงข้อสรุปมาใช้ในการตั้งคำถาม ตัดสินใจ และออกแบบการทดลอง 3. เขียนอธิบายเหตุผลสรุปจากข้อมูลหลักฐาน 4. บันทึกข้อมูลจากการสังเกตและคำอธิบาย 5. ตรวจสอบความเข้าใจกับครูและเพื่อน
5. ขั้นประเมิน (Evaluation)	1. สังเกตการประยุกต์ใช้มโนทัศน์และทักษะใหม่ 2. ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน 3. หาหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม 4. อนุญาตให้นักเรียนได้ประเมินการเรียนรู้ของตนเอง และทักษะกระบวนการกลุ่ม 5. ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น มีหลักฐานอะไร นักเรียนได้เรียนรู้อะไรเกี่ยวกับสิ่งนั้น และจะอธิบายสิ่งนั้นอย่างไร	1. ตอบคำถามปลายเปิดโดยใช้การสังเกต ข้อมูลหลักฐาน และคำอธิบายที่ได้รับการยอมรับแล้ว 2. แสดงความเข้าใจ หรือความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์หรือทักษะ 3. ประเมินความก้าวหน้าและความรู้ของตัวเอง 4. ถามคำถามที่สัมพันธ์กับประเด็นที่ได้ศึกษา เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบต่อไปในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.5 รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์

จากการศึกษารูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E และสัญศาสตร์ จึงได้พัฒนาและนำรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์เพื่อพัฒนาความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นการออกแบบขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยอ้างอิงจากรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีสรรคนิยม และนำสัญศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนทุกขั้นตอนของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

(1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียนโดยครูใช้สัญศาสตร์ในการกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เพื่อกำหนดคำถามสำคัญที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ พร้อมทั้งทบทวนความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน โดยสามารถใช้สัญศาสตร์ได้ทุกประเภท ได้แก่ รูปเหมือน ดรรชนี และสัญลักษณ์ ตามความเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน

(2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นการตั้งสมมติฐานจากประเด็นปัญหาที่ต้องการศึกษา นำไปสู่การออกแบบวางแผนการรวบรวมข้อมูล ปฏิบัติการเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การทดลอง การสำรวจตรวจสอบ การทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลอง เป็นต้น โดยครูและนักเรียนสามารถใช้กับสัญศาสตร์ได้ทุกประเภท ได้แก่ รูปเหมือน ดรรชนี และสัญลักษณ์ ในการแสวงหาความรู้

(3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นตอนที่มีการใช้สัญศาสตร์ในการวิเคราะห์และสื่อความหมายข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เพื่อนำไปสู่การสรุปผล โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เช่น สัญศาสตร์ประเภทรูปเหมือน ใช้ในการบ่งบอกถึงสิ่งที่ได้ทำการศึกษา เช่น ภาพถ่าย ภาพวาด เป็นต้น สัญศาสตร์ประเภทดรรชนี ใช้ในการแสดงผลลัพธ์หรือความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ทำการศึกษา เช่น กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม เป็นต้น และสัญศาสตร์ประเภทสัญลักษณ์ เช่น เครื่องหมายต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

(4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นการนำความรู้ที่สร้างขึ้น หรือสัญศาสตร์ในขั้นอธิบายและลงข้อสรุปไปใช้ในการอธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์ใหม่ ช่วยให้เกิดประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบต่อไป ซึ่งสามารถใช้สัญศาสตร์ได้หลากหลายประเภทตามความเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน

(5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นการประเมิน 4 ขั้นตอนข้างต้นของการเรียนรู้เพื่อหาจุดเด่น และข้อบกพร่อง ข้อสงสัย และปรับแก้ต่อไป ซึ่งจะแทรกอยู่ในแต่ละขั้นตอนของ

รูปแบบวงจรการเรียนรู้ และสามารถใช้สัญศาสตร์ได้ทุกประเภทตามความเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E สัญศาสตร์ คำศัพท์ชีววิทยา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Dogru-Atay and Tekkaya (2008) ได้ศึกษาการเรียนรู้ของนักเรียนเรื่องพันธุศาสตร์โดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E กับกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้กลยุทธ์การเรียนแบบบอกตรงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง พันธุศาสตร์ ของนักเรียนเกรด 8 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มทดลองที่เรียนด้วย กลยุทธ์การเรียนแบบบอกตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Patro (2008) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ในการจัดการเรียนการสอนเรื่อง การหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยเปรียบเทียบกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการหายใจระดับเซลล์สูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E กับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบบรรยายพบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Jaipal, K. (2011) ได้ศึกษาผลของกรอบการวิเคราะห์สัญศาสตร์ในการสนทนาเชิงวิชาการ 4 ระดับ (A Four-Level Semiotics Discourse Analysis Framework) ต่อความเข้าใจในการสร้างความหมายในการศึกษาเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ศักยภาพของกรอบการวิเคราะห์สัญศาสตร์ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการทำการวิจัยทางด้านสัญศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ต่อไป และแสดงถึงการสร้างความหมายในสนทนาเชิงวิชาการ เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ เก็บข้อมูลโดยการสังเกตแบบมีส่วนร่วมการสอนของครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 2 ท่านที่ใช้วิธีการสอนที่แตกต่างกันในการสอนมโนทัศน์ เรื่องความเฉื่อย ผลการวิจัยพบว่า วิธีสอนที่ใช้การอธิบายเป็นคำพูดได้ผลดีเหมือนกับการนำเสนอโดยใช้

ภาพเสมือน การแสดงออก การสอนโดยใช้ประสบการณ์เป็นฐาน และการสอนโดยใช้หลักฐานเป็นฐาน จากการวิเคราะห์พบว่า สัญศาสตร์ในการสนทนาเชิงวิชาการแสดงให้เห็นถึงศักยภาพการสอนเนื้อหา และญาณวิทยาของครู และกรอบการวิเคราะห์สัญศาสตร์นี้สามารถช่วยให้นักการศึกษาวิทยาศาสตร์เลือกรูปแบบสัญศาสตร์เพื่อนำไปใช้กับบทเรียน ลำดับการนำเสนอสัญลักษณ์ที่เป็นตัวแทนทางความคิด และสามารถเชื่อมโยงสัญศาสตร์กับการสื่อความหมายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้

Ajaja (2012) ได้ศึกษาผลของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและเคมีของนักเรียน โดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนวิชาชีววิทยา และเคมีด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E กับกลุ่มควบคุมที่เรียนวิชาชีววิทยาและเคมีด้วยวิธีการสอนแบบบรรยาย ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนวิชาชีววิทยาและเคมีด้วยวิธีการสอนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Pries and Hughes (2012) ได้ทำการวิจัยกึ่งทดลองเพื่อศึกษาผลของการสืบสอบจากวัตถุอ้างอิง (Inquiring into familiar objects) โดยใช้วิธีการสอนแบบสืบสอบเป็นฐานเพื่อแนะนำคำศัพท์วิทยาศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคำศัพท์โดยใช้วิธีการสอนแบบสืบสอบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการสำรวจและค้นหาคำศัพท์ใหม่มาประยุกต์ใช้กับวัตถุอ้างอิง และกระตุ้นความสนใจในการหาความหมายคำศัพท์ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนเกรด 8 จำนวน 30 คน ที่เรียนวิทยาศาสตร์กายภาย เรื่อง งานและพลังงาน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างสามารถประยุกต์คำศัพท์กับวัตถุอ้างอิงได้ และมีความสนใจในการปฏิบัติกิจกรรม ในการสำรวจและค้นหาด้วยวัตถุอ้างอิง อภิปรายคำตอบกันภายในกลุ่ม และเขียนคำศัพท์พร้อมคำอธิบายความหมายได้ในระดับดีมาก เนื่องจากนักเรียนพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทำให้บรรยากาศในการเรียนมีความผ่อนคลาย สามารถสำรวจและค้นหา ปฏิบัติกิจกรรม และตอบคำถามได้ และ เป็นการจูงใจให้นักเรียนเรียนรู้ความหมายขอคำศัพท์โดยการพยายามเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ อ้างอิงกับคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ และสามารถสร้างวิธีการเรียนรู้คำศัพท์ใหม่ และสืบสอบจนนำไปสู่มโนทัศน์ที่ครอบคลุมเนื้อหาบทเรียนได้

การศึกษาเกี่ยวกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E สัญศาสตร์ คำศัพท์ชีววิทยา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยสรุป รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น มีความเข้าใจคำศัพท์วิทยาศาสตร์มากขึ้นโดยสามารถเขียนคำศัพท์และอธิบายความหมายของคำศัพท์ได้อย่างถูกต้อง และพบว่าสัญศาสตร์ช่วยส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและสามารถเชื่อมโยงสัญศาสตร์กับการสื่อความหมายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ที่มีต่อความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีขั้นตอนดำเนินการวิจัยดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. รูปแบบการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) โดยมีรูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design มีการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่เรียนชีววิทยาด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ และกลุ่มควบคุมที่เรียนชีววิทยาโดยใช้ธีการสอนแบบทั่วไป โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งก่อนและหลังการทดลองทั้งสองกลุ่ม ดังภาพที่ 7

แผนภาพที่ 7 รูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design

กลุ่มทดลอง	O_1-------X-------O_2
กลุ่มควบคุม	O_1-----~X -------O_2

O_1 หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง

X หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์

~X หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไป

O_2 หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง

2. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 จังหวัดกรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนเทพศิรินทร์ โดยดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนดังนี้

2.1 การเลือกโรงเรียน

การเลือกโรงเรียนโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) คือ เลือกโรงเรียนเทพศิรินทร์ แขวงวัดเทพศิรินทร์ เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย กรุงเทพมหานคร เป็นแหล่งของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เนื่องจากเป็นโรงเรียนที่ตั้งอยู่ในพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร ที่มีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เช่นเดียวกับโรงเรียนในเขต 1 กรุงเทพมหานคร คือ มีแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้งทางโรงเรียนยังเป็นศูนย์ สอวน.

ชีววิทยา ซึ่งมีการจัดสิ่งอำนวยความสะดวกและแหล่งเรียนรู้ที่เอื้อต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ คอมพิวเตอร์และโปรเจกเตอร์ วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เอกสารตำราทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย นอกจากนี้ผู้บริหารและครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ให้การสนับสนุนและร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

2.2 การเลือกห้องเรียน

การเลือกห้องเรียนโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) คือ เลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2558 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งมีจำนวนห้องเรียนทั้งหมด 6 ห้องเรียน จากนั้นดำเนินการทดสอบความเท่าเทียมกันของกลุ่มตัวอย่างด้วยการทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยา ปีการศึกษา 2557 ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

(1) นำค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ซึ่งมีคะแนนเต็ม 100 คะแนนของนักเรียนทั้ง 6 ห้อง มาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) ด้วยสถิติทดสอบเอฟ (F-test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ($\overline{x}$)

(2) วิเคราะห์การทดสอบภายหลัง (post hoc test) เพื่อตรวจสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยาของนักเรียนแต่ละห้องเรียน โดยการเปรียบเทียบรายคู่ (pairwise comparisons) ด้วยสถิติทดสอบของ Bonferroni เนื่องจากความแปรปรวนของกลุ่มเท่ากัน พบว่านักเรียนจำนวน 4 ห้องเรียน มี 2 คู่ มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ห้อง 5/1 กับ 5/2 และห้อง 5/5 กับ 5/6

(3) เลือกคู่ห้องเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ด้วยวิธีการจับฉลาก จึงได้ห้อง 5/5 และ 5/6 เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 89.05 และ 86.22 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7 และ 6 ตามลำดับ

(4) เลือกห้องเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับสลาก ผลปรากฏว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 จำนวน 36 คน เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 จำนวน 35 คน เป็นกลุ่มควบคุม

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ประเภท คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยา มี 2 แบบ ดังนี้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์

1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไป

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

2.1 แบบสอบความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา

2.2 แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รายละเอียดของขั้นตอนการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองสำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยา เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย ซึ่งมี 2 แบบ ได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์สำหรับสอนกลุ่มทดลอง และ (2) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไปสำหรับกลุ่มควบคุม โดยมีขั้นตอนในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้และตรวจสอบคุณภาพดังนี้

(1) ศึกษาเอกสาร ตำรา วารสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์และการจัดการเรียนสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไป รวมถึงศึกษาขอบข่ายเนื้อหาโดยวิเคราะห์สาระชีววิทยาเพิ่มเติมที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนคือ เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย ประกอบด้วย ระบบหายใจ ระบบขับถ่าย ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลืองและภูมิคุ้มกัน โดยเป็นสาระตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และจัดสอนในโรงเรียนเทพศิรินทร์ ซึ่งเป็นโรงเรียนที่ใช้ในการเก็บข้อมูลครั้งนี้

(2) วิเคราะห์สาระ และจำนวนคาบเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยแบ่งออกเป็น 10 แผน จำนวน 23 คาบ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สาระในการจัดการเรียนรู้และจำนวนคาบตามลำดับแผนการจัดการเรียนรู้

แผนลำดับที่	สาระที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	จำนวนคาบ
1	ระบบหายใจ โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน	2
2	กลไกและกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สและการควบคุมการหายใจ	2
3	ระบบขับถ่าย โครงสร้างและหน้าที่ของหน่วยไต	3
4	การรักษาสมดุลน้ำ แร่ธาตุ อุณหภูมิ และกรด เบสในร่างกายของคน	2
5	ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน การไหลเวียนเลือดของคน	2
6	โครงสร้างของหลอดเลือด	2
7	ส่วนประกอบของเลือด	3
8	หมู่เลือดและการให้เลือด	3
9	ระบบน้ำเหลือง	2
10	ระบบภูมิคุ้มกัน	2

(3) วิเคราะห์สัญศาสตร์ในบทเรียนชีววิทยา เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย (รายละเอียดดังตารางที่ 15 ภาคผนวก ง)

(4) ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามจำนวนคาบที่กำหนด โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพื่อให้สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนการสอนที่เลือกใช้ในแต่ละกลุ่ม ซึ่งกิจกรรมการเรียนการสอนที่แตกต่างกันนี้มาจากการเปรียบเทียบขั้นตอนการเรียนการสอนระหว่างการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบวงจรการ

เรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ กับการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไป สรุปได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบขั้นตอนกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ และการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไป

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์	**การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ วิธีการสอนแบบทั่วไป**
1. ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นตอนนี้เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ซึ่งอาจเกิดจากประเด็นที่สงสัย จากความสนใจ หรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ได้เรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา โดยครูใช้สัญศาสตร์ประเภทรูปเหมือนเพื่อแสดงประเด็นปัญหาหรือสถานการณ์ที่นักเรียนสนใจ	1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นตอนนี้เป็นการกระตุ้นความสนใจ หรือทบทวน ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน โดยยกตัวอย่างสถานการณ์ ถามคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหา ความอยากรู้อยากเห็น และสนใจติดตามบทเรียนต่อไป
2. ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นตอนนี้เป็นขั้นของการตรวจสอบปัญหา ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่ต้องการศึกษา กำหนดแนวทางในการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เพื่อรวบรวมข้อมูลสารสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ สัญศาสตร์ที่นำมาใช้ในขั้นนี้สามารถใช้กับสัญศาสตร์ได้ทุกประเภท ได้แก่ รูปเหมือน ดรรชนี และสัญลักษณ์ ตามความเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน	2. ขั้นกิจกรรม ขั้นตอนนี้เป็นการให้นักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาความรู้ สำรวจตรวจสอบ หรือทำการทดลองด้วยตัวเอง
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูลสนเทศที่	3. ขั้นสรุป ขั้นตอนนี้เป็นการที่นักเรียนสรุปความรู้ด้วยตัวเองก่อน จากนั้นครูจึงช่วยเสริมหรือแก้ไข

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์	การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ วิธีการสอนแบบทั่วไป
ได้มาจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เพื่อนำไปสู่การสรุปผล เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวาดรูป สร้างตาราง เป็นต้น สัญศาสตร์ที่นำมาใช้ในขั้นนี้สามารถใช้กับสัญศาสตร์ได้ทุกประเภท ได้แก่ รูปเหมือน ดรรชนี และสัญลักษณ์ ตามความเหมาะสมของข้อมูลสารสนเทศที่นำมาจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ที่ถูกต้องชัดเจน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ต้องการ
4. ขั้นขยายความรู้ ขั้นตอนนี้เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้ในการอธิบายสถานการณ์ใหม่ที่มีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ได้สำรวจและค้นหา ขั้นนี้สามารถใช้สัญศาสตร์ได้หลากหลายประเภทตามความเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน เช่น สัญศาสตร์ประเภทรูปเหมือน เพื่อนำเข้าสู่สถานการณ์ใหม่ที่ต้องการศึกษา เป็นต้น	
5. ขั้นประเมินผล ขั้นการประเมิน 4 ขั้นตอนข้างต้นของการเรียนรู้ เพื่อหาจุดเด่น และข้อบกพร่อง ข้อสงสัย และปรับแก้ไขต่อไป ซึ่งจะแทรกอยู่ในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ สามารถใช้สัญศาสตร์ได้ทุกประเภท ได้แก่ รูปเหมือน ดรรชนี และสัญลักษณ์ ตามความเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน	

(5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสมด้านความชัดเจนของภาษาที่ใช้ตามองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการประเมินผล รวมทั้งพิจารณาความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้กับรูปแบบการเรียนการสอนที่กำหนด จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

(6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้แก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งมีประสบการณ์สอนชีววิทยาจำนวน 3 ท่าน (รายนามดังภาคผนวก ก) ตรวจพิจารณารายละเอียดต่างๆ เช่นเดียวกับการตรวจพิจารณาของอาจารย์ที่ปรึกษา

ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้ สรุปได้ดังนี้

1) ให้เพิ่มจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนด้านจิตพิสัยในทุกแผนการจัดการเรียนรู้

2) ปรับการใช้คำศัพท์วิทยาศาสตร์ให้ตรงกันทุกคำในแต่ละขั้นของการสอน

3) เพิ่มเติมคำถามเพื่อเชื่อมโยงเข้ากิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ (1) แบบสอบความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา และ (2) แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีขั้นตอนการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพดังนี้

2.1 แบบสอบความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา

แบบสอบความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกาย คือ แบบสอบความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในด้านการรู้ความหมายของคำศัพท์ที่ประกอบไปด้วยรากศัพท์ ส่วนเติมหน้า และส่วนเติมท้าย โดยวัดความจากสามารถในการเขียนคำศัพท์วิทยาศาสตร์ การแปลความหมาย การอธิบายความหมายของคำศัพท์ด้วยคำพูดของตัวเองได้อย่างถูกต้อง ซึ่งเป็นคำศัพท์ในเนื้อหาชีววิทยา เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกาย ประกอบด้วย ระบบหายใจ ระบบขับถ่าย ระบบหมุนเวียนเลือด และระบบน้ำเหลืองและระบบภูมิคุ้มกัน ซึ่งเป็นปรนัย 40 ข้อ ใช้ทดสอบนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการเรียน โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือดังนี้

(1) ศึกษาหนังสือ เอกสาร งานวิจัยทั้งในประเทศและในต่างประเทศเกี่ยวกับคำศัพท์ชีววิทยา

(2) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบสอบความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา

(3) วิเคราะห์คำศัพท์สำคัญ และส่วนประกอบของคำศัพท์ ประกอบด้วยรากศัพท์ หน่วยคำเติมหน้า และหน่วยคำเติมท้าย ในเนื้อหาชีววิทยา เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกาย ตัวอย่างดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ตัวอย่างการวิเคราะห์คำศัพท์ชีววิทยาในสาระที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกาย

สาระ	คำศัพท์ชีววิทยา	ส่วนประกอบของคำศัพท์
1. โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน	- bronchus หลอดลมปอด - alveolus ถุงลม - pneumonia โรคปอดบวม	bronch (windpipe) alve (pit, socket) pneu (air, lung)
2. กลไกและกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สและการควบคุมการหายใจ	- diaphragm กะบังลม - hemoglobin ฮีโมโกลบิน - oxyhemoglobin ออกซีฮีโมโกลบิน	dia (across, apart) haem (blood) oxy (shape, acid, oxygen) glob (ball, round)
3. โครงสร้างและหน้าที่ของหน่วยไต	- cortex คอร์เทก - nephron หน่วยไต - Bowman's capsule โบว์แมนแคปซูล	cort (outer layer) nephro (kidney) -ule (diminutive, small)
4. การรักษาสมดุลน้ำ แร่ธาตุ อุณหภูมิ และกรดเบสในร่างกายของคน	- ADH (antidiuretic hormone) แอนติไดยูเรติกฮอร์โมน - dehydration การเสียน้ำ	anti (against, opposite) ur (urine) de- (away from, down) hydr (water)
5. การไหลเวียนของคน	- closed circulatory system ระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด	circum (around) sys (with)

สาระ	คำศัพท์ชีววิทยา	ส่วนประกอบของคำศัพท์
	- pericardium ถุงเยื้อหุ้มหัวใจ - pulmonary semilunar valve ลิ้นพัลโมนารีเซมิลูนาร์	peri (around) cardi (heart) pulmo (lung) semi- (half) lunar (moon)
6. โครงสร้างของหลอดเลือด	- venous blood vessel หลอดเลือดเวน - arterial blood vessel หลอดเลือดอาร์เตอรี - capillary หลอดเลือดฝอย	ven (vein) arteri (artery) capill (hair)
7. ส่วนประกอบของเลือด	- erythrocyte เม็ดเลือดแดง - leucocyte เม็ดเลือดขาว - phagocyte ฟาโกไซต์ - agranulocytes อะแกรนูโลไซต์	erythr (red) -cyte (cell) leuco (white) phag (eat) a- (not, without, lacking)
8. หมู่เลือดและการให้เลือด	- antigen แอนติเจน - erythroblastosis fetalis อีริโทรบลาสโตซิสฟีทาลิส	anti- (against, opposite) erythro (red) blast (germ) -sis (condition, state)
9. ระบบน้ำเหลือง	- lymph น้ำเหลือง	lymph (clear water)
10. ระบบภูมิคุ้มกัน	- nonspecific defense กลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ	non- (not)

สาระ	คำศัพท์ชีววิทยา	ส่วนประกอบของคำศัพท์
	- plasma cell เซลล์พลาสมา	plasm (formed into)

(4) กำหนดโครงสร้างของแบบสอบคำศัพท์ชีววิทยาโดยกำหนดสัดส่วนของเนื้อหาและคำศัพท์ เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย ให้ครอบคลุมพฤติกรรม ได้แก่ การแปลความหมาย การเขียนคำศัพท์ และการอธิบายความหมายของคำศัพท์ด้วยคำพูดของตนเอง โดยกำหนดสัดส่วนจำนวนข้อสอบให้เหมาะสมกับน้ำหนักของเนื้อหาและระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ สรุปได้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 สัดส่วนจำนวนข้อของแบบสอบความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกาย

สาระ	น้ำหนัก (ร้อยละ)	จำนวนข้อ
1. ระบบหายใจ 1.1 โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน 1.2 กลไกและกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สและการควบคุมการหายใจ	16.5	7
2. ระบบขับถ่าย 2.1 ไต โครงสร้างและหน้าที่ของหน่วยไต 2.2 การรักษาสมดุลน้ำ แร่ธาตุ อุณหภูมิ และกรดเบสในร่างกายของคน	23.5	9
3. ระบบหมุนเวียนเลือด 3.1 การลำเลียงสารในร่างกายของคน 3.2 ส่วนประกอบของเลือด 3.3 หมู่เลือดและการให้เลือด	40.0	16
4. ระบบน้ำเหลืองและภูมิคุ้มกัน	20.0	8
รวม	100	40

(5) ดำเนินการสร้างแบบสอบความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์คำศัพท์ชีววิทยา เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกาย โดยสร้างเป็นแบบปรนัย จำนวน 40 ข้อ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ คือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน

(6) นำแบบสอบความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาที่สร้างเสร็จแล้วเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของทั้งในด้านเนื้อหาและภาษาที่ใช้ในการเขียนข้อสอบ แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

(7) นำแบบสอบที่แก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างสาระที่ต้องการวัด กับคำศัพท์ที่ต้องการวัด รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความชัดเจนและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วคัดเลือกรายการประเมินที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) มากกว่า หรือเท่ากับ 0.5 และตัดข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่า 0.5 ออก จากนั้นปรับปรุงแบบสอบตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ สรุปได้ดังนี้

1) น้ำหนักในการให้คะแนนของการทดสอบในแต่ละเรื่องควรสอดคล้องกับที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

2) ระวังอย่าให้คำศัพท์หรือข้อความในแบบสอบเป็นการชี้แนะหรือนำไปสู่คำตอบในข้ออื่น

3) พิจารณาขอบเขตการให้คะแนนของคำถามที่มีลักษณะเป็นปลายเปิดและควรทดลองใช้หลายครั้งก่อนนำไปใช้ในการประเมินจริง

4) เปลี่ยนรูปโครงสร้างของระบบหายใจ ให้ใช้รูปที่มีความชัดเจนและเห็นโครงสร้างภายในของอวัยวะในระบบหายใจครบถ้วน

5) ใช้เส้นตรงในการระบุโครงสร้าง ไม่ควรใช้เครื่องหมายลูกศร เพราะอาจทำให้สื่อความหมายคลาดเคลื่อนได้

6) แก้ไขคำจำกัดความของคำศัพท์คำว่า Thymus gland ต่อมไทมัสจากอวัยวะน้ำเหลืองเป็นต่อมไร้ท่อชนิดหนึ่งที่อยู่ในระบบน้ำเหลือง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(8) นำแบบสอบความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกาย ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทพศิรินทร์ ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบสอบ ด้วยการตรวจสอบค่าความยาก (p) และค่าอำนาจการจำแนก (r) โดยค่าความยากมีค่าระหว่าง 0.20-0.75 และค่าอำนาจการจำแนกมีค่าระหว่าง 0.20-0.80 และตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบทั้งฉบับ โดยการคำนวนค่าความเที่ยงด้วยสูตรสัมประสิทธ์แอลฟา (α-Coefficient) ของครอนบาร์ค ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.75

(9) นำแบบสอบความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกายไปใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพื่อเก็บข้อมูลหลังการทดลองในส่วนของความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา

2.2 แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกาย คือ แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้ทดสอบนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการเรียน โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือดังนี้

(1) ศึกษาและวิเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรชีววิทยา และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อกำหนดกรอบของสาระที่ใช้ในการวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด

(2) กำหนดโครงสร้างของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยกำหนดหัวเรื่องของเนื้อหาสาระให้ครอบคลุมองค์ประกอบของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย โดยวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 4 ด้าน ตามแนวคิดของ Klopfer (1971) ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านความเข้าใจ ด้านกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ โดยกำหนดสัดส่วนจำนวนข้อสอบให้เหมาะสมกับน้ำหนักของเนื้อหาและระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ สรุปได้ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 สัดส่วนจำนวนข้อของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย

สาระ	จำนวนข้อในแต่ละพฤติกรรม				รวม (ข้อ)	สัดส่วนน้ำหนัก (ร้อยละ)
	ความรู้ (20%)	ความเข้าใจ (30%)	กระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ (10%)	การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (40%)		
1. ระบบหายใจ 1.1 โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน 1.2 กลไกและกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สและการควบคุมการหายใจ	1	2	1	1	2 3	16.5
2. ระบบขับถ่าย 2.1 ไต โครงสร้างและหน้าที่ของหน่วยไต 2.2 การรักษาสมดุลน้ำ แร่ธาตุ อุณหภูมิ และกรดเบสในร่างกายของคน	1	2	1	1 2	4 3	23.5
3. ระบบหมุนเวียนเลือด 3.1 การลำเลียงสารในร่างกายของคน 3.2 ส่วนประกอบของเลือด 3.3 หมู่เลือดและการให้เลือด	1 1	2 1	1	3 2 1	6 3 3	40

สาระ	จำนวนข้อในแต่ละพฤติกรรม				รวม (ข้อ)	สัดส่วนน้ำหนัก (ร้อยละ)
	ความรู้ (20%)	ความเข้าใจ (30%)	กระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ (10%)	การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (40%)		
4. ระบบน้ำเหลืองและภูมิคุ้มกัน	2	2		2	6	20
รวม (ข้อ)	6	9	3	12	30	100

(3) ดำเนินการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์เนื้อหาและระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยสร้างเป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ คือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน

(4) นำแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างเสร็จแล้วเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของทั้งในด้านเนื้อหาและภาษาที่ใช้ในการเขียนข้อสอบ แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

(5) นำแบบสอบที่แก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างสาระที่ต้องการวัด กับข้อคำถามและระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความชัดเจนและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วคัดเลือกรายการประเมินที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) มากกว่า หรือเท่ากับ 0.5 และตัดข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่า 0.5 ออก จากนั้นปรับปรุงแบบสอบตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ สรุปได้ดังนี้

1) ข้อคำถามทั้ง 30 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิระหว่างรายการประเมินกับเกณฑ์การประเมินมากกว่า 0.5 ทุกรายการ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง)

2) ข้อที่ 5 ให้ปรับแก้ภาษาในข้อคำถามเป็น ปริมาตรของอากาศในปอด

3) ข้อที่ 6 ให้ปรับแก้ลูกศรที่ใช้ในการระบุตำแหน่งโครงสร้างของไตเป็น

เส้นตรง เพื่อความชัดเจนถูกต้องในการระบุตำแหน่งและป้องกันความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้น

4) ข้อที่ 11 ให้ปรับแก้ตัวเลือกข้อ 3 เป็นแรงดันเลือดที่โกลเมอรูลัส

(6) นำแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกาย ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทพศิรินทร์ ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบสอบ ด้วยการตรวจสอบค่าความยาก (p) และค่าอำนาจการจำแนก (r) โดยค่าความยากมีค่าระหว่าง 0.32-0.78 และค่าอำนาจการจำแนกมีค่าระหว่าง 0.31-0.75 และตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบทั้งฉบับ โดยการคำนวนค่าความเที่ยงด้วยสูตรสัมประสิทธ์แอลฟา (α-Coefficient) ของครอนบาร์ค ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.71

(7) นำแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกายไปใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพื่อเก็บข้อมูลหลังการทดลองในส่วนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการทดลองสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้นและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ตามขั้นตอนดังนี้

4.1 การเตรียมนักเรียนก่อนดำเนินการทดลอง

เตรียมนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการทดลองสอนด้วยการทดสอบนักเรียนทั้งสองกลุ่มโดยใช้แบบสอบความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกาย จากนั้นแนะนำรายวิชาเรียน ชี้แจงจุดประสงค์ วิธีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ให้กับนักเรียนใน 2 ประเด็น คือ (1) ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ และ (2) บทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอน

4.2 การดำเนินการทดลอง

ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์กับกลุ่มทดลอง และดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไปกับกลุ่มควบคุม โดยดำเนินการทดลองรวมทั้งสิ้น 23 คาบ คาบละ 50 นาที

4.3 การเก็บรวมรวมข้อมูลหลังการทดลอง

หลังการดำเนินการทดลองครบตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดแล้ว ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลองของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ด้วยการสอบความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาและสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย

5. การวิเคราะห์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ค่าสถิติสำเร็จรูปดังนี้

(1) หาคะแนนเฉลี่ย ($\overline{x}$) คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกาย หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

(2) วิเคราะห์เกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจากคะแนนเฉลี่ย ($\overline{x}$) คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$) โดยเทียบจากเกณฑ์การประเมินระดับผลการเรียนของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กำหนดช่วงร้อยละและระดับคุณภาพของผู้เรียนดังตารางที่ 10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 10 เกณฑ์การประเมินระดับผลการเรียน (กระทรวงศึกษาธิการ 2551)

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ	**ความหมาย**
80-100	ดีเยี่ยม
70-79	ดี
60-69	พอใช้
50-59	ผ่าน
0-49	ไม่ผ่าน

(3) ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนที่ได้จากแบบสอบความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา และแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย หลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยสถิติทดสอบที (t-test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลของการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ที่มีต่อความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไป นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา

การวิเคราะห์ความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา เป็นการทดสอบความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาของนักเรียนทุกคนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยแบบสอบความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกาย ซึ่งมีคะแนนเต็ม 43 คะแนน โดยมีการทดสอบความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาหลังเสร็จสิ้นการทดลอง จากนั้นนำคะแนนเฉลี่ยมาวิเคราะห์ดังนี้

1) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองกับเกณฑ์ระดับความสามารถในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กำหนดไว้ ได้ผลดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}$ ร้อยละ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกาย ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ค่าสถิติ / กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{x}$	$\bar{x}$ ร้อยละ	S.D.	ระดับความสามารถ	t
ก่อนเรียน	23.76	55.25	4.75	ผ่าน	11.57*
หลังเรียน	32.35	75.23	2.84	ดี	

*p < .05

จากตารางที่ 11 พบว่าก่อนการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาเท่ากับ 32.35 คะแนน จากคะแนนเต็ม 43 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 55.25 ซึ่งอยู่ในระดับผ่าน และหลังการทดลองนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 32.35 คิดเป็นร้อยละ 75.23 อยู่ในระดับดี และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติทดสอบที พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยคำศัพท์ชีววิทยาหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ได้ผลดังตารางที่ 12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}$ ร้อยละ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t-test) ของคะแนนความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกายระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ค่าสถิติ / กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{x}$	$\bar{x}$ ร้อยละ	S.D.	ระดับความสามารถ	t
กลุ่มทดลอง	32.35	75.23	2.84	ดี	6.00*
กลุ่มควบคุม	27.03	62.86	4.08	พอใช้	

*p < .05 (one-tailed independent t-test)

จากตารางที่ 12 พบว่าหลังการทดลอง นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาเท่ากับ 32.35 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.23 จัดอยู่ในระดับดี ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมที่ได้คะแนนเฉลี่ยความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาเท่ากับ 27.03 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 62.86 จัดอยู่ในระดับพอใช้ และจากการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติทดสอบที ผลปรากฏว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทุกคนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกาย ซึ่งมีคะแนนเต็ม 30 คะแนน โดยมีการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเสร็จสิ้นการทดลอง จากนั้นนำคะแนนเฉลี่ยมาวิเคราะห์ดังนี้

1) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ได้ผลดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เกณฑ์ระดับความสามารถ และค่าที (t-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกาย ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ค่าสถิติ / กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{x}$	$\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$	S.D.	ระดับความสามารถ	t
กลุ่มทดลอง	23.24	77.46	2.60	ดี	3.29*
กลุ่มควบคุม	20.67	68.90	3.48	พอใช้	

*p < .05 (one-tailed independent t-test)

จากตารางที่ 13 พบว่าหลังการทดลอง นักเรียนกลุ่มทดลองและ มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 23.24 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.46 จัดอยู่ในระดับดี ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมที่ได้คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 20.67 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 68.90 จัดอยู่ในระดับพอใช้ และจากการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติทดสอบที ผลปรากฏว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยพิจารณาตามพฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ด้าน ได้แก่ (1) ความรู้ (2) ความเข้าใจ (3) กระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และ (4) การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งมีคะแนนเต็มเท่ากับ 6, 9, 3 และ 12 คะแนนตามลำดับ ได้ผลดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}_{ร้อยละ}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกาย ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

พฤติกรรม	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม			t
	$\bar{x}$	$\bar{x}_{ร้อยละ}$	S.D.	$\bar{x}$	$\bar{x}_{ร้อยละ}$	S.D.	
1. ความรู้	4.65	77.50	1.09	3.96	66.00	1.28	2.24*
2. ความเข้าใจ	6.82	75.77	1.33	6.63	73.66	1.24	0.58
3. กระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์	2.21	73.66	0.72	2.04	68.00	0.75	0.88
4. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้	9.56	79.66	1.10	8.04	67.00	1.91	3.67*

*p < .05 (one-tailed independent t-test)

จากตารางที่ 14 พบว่าเมื่อพิจารณารายด้านของพฤติกรรมการเรียนรู้ นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ และด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ในด้านความเข้าใจ และด้านกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง ศึกษาผลของการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ที่มีต่อความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทพศิรินทร์ กรุงเทพมหานคร จำนวน 71 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่เรียนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ จำนวน 36 คน และกลุ่มควบคุมที่เรียนชีววิทยาโดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไป จำนวน 35 คน เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเท่ากันคือ 23 คาบ มีการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลองด้วยแบบสอบความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา เก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลองด้วยแบบสอบความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาและแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกาย จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}_{ร้อยละ}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบที (t-test)

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาเปรียบเทียบความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกาย สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์มีร้อยละคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจในคำศัพท์ชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจในคำศัพท์ชีววิทยาสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์มีร้อยละคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 77.46 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70

4. นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

ผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อภิปรายตามลำดับดังนี้ 1) ความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา และ2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา

ผลการวิจัยสรุปว่า หลังการทดลองนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ มีร้อยละคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาเท่ากับ 75.23 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1 และมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pries and Hughes (2012) ที่ได้ศึกษาผลของการสืบสอบจากวัตถุอ้างอิง (Inquiring into familiar objects) โดยใช้วิธีการสอนแบบสืบสอบเป็นฐานเพื่อแนะนำคำศัพท์วิทยาศาสตร์ ส่งเสริมการสำรวจและค้นหาคำศัพท์ใหม่มาประยุกต์ใช้กับวัตถุอ้างอิง และกระตุ้นความสนใจในการหาความหมายคำศัพท์ พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างสามารถประยุกต์คำศัพท์กับวัตถุอ้างอิงได้ และมีความสนใจในการปฏิบัติกิจกรรม ในการสำรวจและค้นหาด้วยวัตถุอ้างอิง อภิปรายคำตอบกันภายในกลุ่ม และเขียนคำศัพท์พร้อมคำอธิบายความหมายได้ในระดับดีมาก

ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่ากิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนได้นำข้อมูล หลักฐาน และประสบการณ์จากขั้นสำรวจและค้นหามาใช้ในการ

สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ โดยการเพิ่มเติมข้อมูลคำศัพท์วิทยาศาสตร์ และคำจำกัดความของคำศัพท์ที่พบในบทเรียน ซึ่งในขั้นตอนนี้ครูได้สำรวจความรู้เดิมของนักเรียนที่ใช้ในการอธิบายมโนทัศน์ หรือคำศัพท์วิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และให้นักเรียนได้ปรับเปลี่ยนมโนทัศน์จากข้อมูลใหม่และสร้างความเข้าใจด้วยภาษาของตัวเอง (Llewellyn, 2005)

นอกจากนี้การใช้สัญศาสตร์จะช่วยในการอธิบายความหมายของคำศัพท์วิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะคำศัพท์ที่แสดงความหมายในลักษณะที่เป็นนามธรรม เช่น สูตรเคมีของสารประกอบยูเรีย $CO(NH_2)_2$ หรือคำศัพท์ที่เกี่ยวกับสูตรโครงสร้างทางเคมีของสารประกอบ เป็นต้น ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงระหว่างรูปภาพ สัญลักษณ์ กับความหมายของคำศัพท์นั้นซึ่งเป็นอีกกลยุทธ์หนึ่งที่ใช้ในการจดจำคำศัพท์ในการเรียนภาษาต่างประเทศด้วย (Cohen, 2012) และนักเรียนสามารถนำสัญศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ส่วนประกอบของคำ เช่น รากศัพท์ หน่วยคำเติมหน้า และหน่วยคำเติมท้าย โดยเมื่อนักเรียนเห็นคำสำคัญ (keyword) ของรากศัพท์แล้วนำไปเชื่อมโยงกับรูปภาพหรือสัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้อง เช่น คำศัพท์ pneumonia มีรากศัพท์คือ –pneu หมายความว่า lung, air นักเรียนก็จะเชื่อมโยงกับรูปภาพปอดของมนุษย์ และจดจำความหมายของคำศัพท์คำว่า pneumonia ซึ่งหมายถึง โรคปอดบวมได้ และเมื่อนักเรียนมีความเข้าใจคำศัพท์ ส่วนประกอบของคำศัพท์ และรากศัพท์แล้ว จะช่วยให้นักเรียนสามารถคาดคะเนความหมายของคำศัพท์วิทยาศาสตร์คำอื่นที่มีรากศัพท์เดียวกัน หรือคล้ายคลึงกันได้ ซึ่งจะช่วยพัฒนาการเรียนรู้เนื้อหาชีววิทยาและการเรียนรู้ต่อไปด้วยตัวเองได้ (Misulis, 2011) ดังจะเห็นได้จากคะแนนความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาของนักเรียนสอดคล้องกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าเมื่อนักเรียนมีความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาจะส่งผลต่อการเรียนรู้เนื้อหาชีววิทยาและทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการวิจัยสรุปว่า หลังการทดลองนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ มีร้อยละคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 77.46 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3 และมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 4 และพบว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดี เมื่อเทียบกับเกณฑ์การ

ประเมินระดับผลการเรียนของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Patro (2008) Atay and Tekkaya (2008) และ Ajaja (2012) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนคล้ายกัน แต่ในการวิจัยนี้มีการนำสัญศาสตร์มาร่วมใช้ในการจัดการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอน จากการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้

ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่า ในกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ในขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนได้ตั้งปัญหา พัฒนาสมมติฐานที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบและลงมือปฏิบัติด้วยตัวเองในการรวบรวมข้อมูลหลักฐาน สังเกต และทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำให้นักเรียนได้สร้างประสบการณ์ในการสำรวจตรวจสอบ และเนื่องจากแต่ละคนมีความรู้และประสบการณ์ในการเรียนที่แตกต่างกัน ดังนั้นการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและได้ช่วยเหลือกันในขั้นสำรวจและค้นหาทำให้ได้รับโอกาสในการเรียนรู้ที่เท่าเทียมกันและเกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์มากขึ้น (Llewellyn, 2005) นอกจากนี้สัญศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยในการสื่อความหมายข้อมูลความคิด ออกมาในรูปของเครื่องหมาย (Semetsky 2013) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jaipal, K. (2011) ที่ได้ทำวิจัยเชิงสำรวจศึกษาผลของกรอบการวิเคราะห์สัญศาสตร์ในการสนทนาเชิงวิชาการ 4 ระดับ (A Four-Level Semiotics Discourse Analysis Framework) ต่อความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ พบว่า สัญศาสตร์ที่ครูใช้ในการสนทนาเชิงวิชาการแสดงให้เห็นถึงศักยภาพการสอนความแม่นยำในเนื้อหา และญาณวิทยาของครู ซึ่งกรอบการวิเคราะห์สัญศาสตร์นี้สามารถช่วยในการเลือกประเภทของสัญศาสตร์ และการนำไปใช้ การแสดงลำดับขั้นในการนำเสนอสัญลักษณ์ที่เป็นตัวแทนทางความคิดในการจัดการเรียนการสอน และความเชื่อมโยงของสัญศาสตร์กับการสื่อความหมายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ซึ่งการใช้สัญศาสตร์นี้จะช่วยในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยจะไปเพิ่มพูนความหมายในกระบวนการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น และเรียนรู้อย่างมีความหมาย

เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามพฤติกรรมทั้ง 4 ด้าน พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดี และเมื่อพิจาราณารายด้าน ได้แก่

1. ด้านความรู้ พบว่านักเรียนได้ใช้สัญศาสตร์ในการวิเคราะห์และสื่อความหมายข้อมูลเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ยกตัวอย่างจากการที่นักเรียนสร้างสัญลักษณ์สรุปเรื่องการ

ให้และรับเลือดเพื่อใช้ในการสื่อความหมายคำศัพท์ชีววิทยาคำว่า universal donor และ universal recipient

2. ด้านความเข้าใจ พบว่าสัญศาสตร์ที่ใช้ในขั้นอธิบายและลงข้อสรุปนำไปสู่ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาชีววิทยาของนักเรียนมากขึ้น ยกตัวอย่างจากการใช้ลูกศรแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของสารเพื่ออธิบายกระบวนการสร้างปัสสาวะของมนุษย์ และการใช้สีของลูกศรที่แตกต่างกันเพื่อสื่อความหมายถึงกระบวนการลำเลียงสารที่แตกต่างกัน เช่น สีแดง เป็นตัวแทนการลำเลียงสารแบบใช้พลังงาน สีน้ำเงิน เป็นตัวแทนของการลำเลียงสารแบบไม่ใช้พลังงาน

3. ด้านกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ พบว่าการนำใช้สัญศาสตร์ในการนำเสนอในขั้นกระตุ้นความสนใจช่วยเร้าความสนใจให้กับนักเรียนและนำไปสู่การตั้งคำถามสำคัญเพื่อนำไปสู่ขั้นสำรวจและค้นหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาคำตอบ ตัวอย่างจากการใช้ภาพถ่ายผู้ป่วยโรคน้ำเหลืองไม่ดีในการนำเข้าสู่บทเรียนเรื่องระบบน้ำเหลือง กระตุ้นให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยและตั้งคำถามสำคัญเพื่อนำไปสู่การสำรวจและค้นหาต่อไป ซึ่งในขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนได้ศึกษาภาพวาดแสดงการลำเลียงน้ำเหลืองในระบบน้ำเหลือง ทำให้เข้าใจกลไกการลำเลียงและสืบค้นข้อมูลต่อไปเพื่อนำมาสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับโรคน้ำเหลืองไม่ดีได้อย่างถูกต้อง

4. ด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ พบว่าในขั้นขยายความรู้ นักเรียนมีการนำความรู้ที่ได้จากการสำรวจและค้นหาไปเชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์เดิม โดยนำสัญศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ตัวอย่างจากการใช้ภาพถ่ายลักษณะปอดของคนที่สูบบุหรี่กับคนที่ไม่สูบบุหรี่ไปใช้ในการออกแบบแผ่นพับให้ความรู้และรณรงค์ต่อต้านการสูบบุหรี่เนื่องในวันงดสูบบุหรี่โลก

ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงมีข้อเสนอแนะดังนี้

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์เป็นแนวทางหนึ่งที่ครูสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ครูควรพิจารณาความเหมาะสมของประเภทของสัญศาสตร์กับเนื้อหาบทเรียน เนื่องจากสัญศาสตร์แต่ละประเภทมีความเหมาะสมกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน

นอกจากนี้ในระหว่างดำเนินการทดลองพบว่าการสร้างสัญศาสตร์ของนักเรียนเพื่อใช้ในการอธิบายและลงข้อสรุปครูต้องควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิดเพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหาจากการใช้สัญศาสตร์ ทั้งนี้ยังพบว่าการใช้สัญศาสตร์ที่หลากหลายมีส่วนช่วยทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นการทำการวิจัยในบทเรียนชีววิทยา เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกายของมนุษย์ ซึ่งมีเนื้อหาที่เป็นทั้งรูปธรรมและนามธรรม ซึ่งผลการวิจัยพบว่าการใช้สัญศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดี ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาในบทเรียนอื่นที่มีความเป็นนามธรรม และมีความซับซ้อนในเนื้อหา เช่น เรื่องสารชีวโมเลกุล เคมี ฟิสิกส์

ข้อค้นพบประการหนึ่งจากการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถวิเคราะห์ส่วนประกอบของคำศัพท์ชีววิทยาได้ ทำให้ไม่สามารถต่อยอดไปสู่การคาดคะเนคำศัพท์ใหม่ที่รากศัพท์ หน่วยคำเติมหน้า หรือหน่วยคำเติมท้ายที่คล้ายคลึงกันได้ ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาเกี่ยวกับสาเหตุที่นักเรียนไม่สามารถปฏิบัติขั้นตอนดังกล่าวได้ เพื่อนำไปสู่การหาแนวทางในการช่วยเหลือนักเรียนให้สอดคล้องกับปัญหาของนักเรียนแต่ละคนได้

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

เลาหไพบูลย์, ภ. (2537). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ, โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.

กระทรวงศึกษาธิการ (2551). เอกสารประกอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ, โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ and พ. ยินดีสุข (2548). วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพฯ, พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

รัตนกุล, ส. (2555). อรรถศาสตร์เบื้องต้น. นครปฐม, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหิดล.

สถาบัน, ส. (2546). คู่มือวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554). ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ บทสรุปเพื่อการบริหาร. กรุงเทพมหานคร, แอดวานซ์ พรินติ้ง เซอร์วิส.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557). ผลการประเมิน PISA2012 คณิตศาสตร์ การอ่านและวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร, แอดวานซ์ พรินติ้ง เซอร์วิส.

ภาษาอังกฤษ

(AAAS), A. (1990). "Science for all Americans: Project 2061." from http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/intro.htm.

AcademicSkills (2013). "Remembering scientific terms." from http://services.unimelb.edu.au/__data/assets/pdf_file/0004/459589/Remembering_Scientific_Terms_Update_051112.pdf

Ajaja, P. O. (2012). "Effect of 5E learning cycle on student's achievement in biology and chemistry." Cypriot Journal of Educational Sciences **7**: 244-262.

Barke H. D., e. a. (2012). Scientific Terminology and Symbols. Essesntials of Chemical Education. Verlag Berlin Heidelberg, Springer**:** 189-216.

Barman (1989). "An expanded view of the learning cycle: New idea about an effective teaching strategies." Monographs of the Council for elementary science international **4**: 1-37.

Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain. New York, David McKay Co Inc.

Brandon, A. F. (2010). "Constructivism Theory Analysis and Application to Curricula." Nursing Education Perspective **31**: 89-92.

Bronwen Martin and F. Ringham (2006). Key terms in semiotics / Bronwen Martin and Felizitas Ringham. New York Continuum.

BSCS. (1994). "The BSCS 5E instructional model: origins, effectiveness, and applications execlutive summary." from http://theonlinepd.files.wordpress.com/2008/02/executivesummary5emodel.pdf

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Bybee and e. al. (2006). "The BSCS 5E instructional model: origins, effectiveness, and applications." Colorado: Springs.

C. H. Pries and J. Hughes (2012). "Inquiring into Familiar Objects: An Inquiry-Based Approach to Introduce Scientific Vocabulary." Routledge Taylor & Francis Group **49**: 6.

Campbell, N. A. (2012). Biology 6th edition. San Francisco, Benjamin/Cummings Publishing Company.

Carrier, S. J. (2011). "Effective Strategies for Teaching Science Vocabulary." from http://www.learnnc.org/lp/pages/7079.

Chandler, D. (2002). Semiotics : the basics London, Routledge.

Cohen, M. T. (2012). "The Importance of Vocabulary for Science Learning." Kappa Delta Pi Record **48**(2): 6.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Danesi, M. (2004). Messages, Signs, and Meanings A Basic Textbook in Semiotics and Communication Studies in Linguistic and Cultural Anthropology 3. Toronto, Canadian Scholars' Press Inc. **1**.

Danesi, M. (2010). Semiotics education experience. Rotterdam, Sense.

Dogru-Atay and C. P. Tekkeya (2008). "Promoting student's learning in genetics with the learning cycle." The Journal of Experimental Education **76**: 259-280.

Education, D. (2006). Building Science Vocabulary, Delta Science Modules**:** 163-166.

Eisenkraft, A. (2003). "Expanding the 5E Model A proposed 7E model emphasizes “transfer of learning” and the importance of eliciting prior understanding." Journal of The Science Teacher **70**: 56-59.

Good, C. V. (1959). Dictionary of Education. New York, Mc Graw-Hill.

Jaipal, K. (2010). "Meaning Making through Multiple Modalities in a Biology Classroom: A Multimodal Semiotics Discourse Analysis." Science Education **94**(1): 48-72.

Jaipal, K. (2011). "A Semiotics Discourse Analysis Framework : Understanding Meaning Making in Science Education Contexts." Nova Science Publishers: 191-206.

Joyce W. Nutta and N. U. Bautista (2011). Teaching science to english language learners. New york and London, Routledge Taylor & Francis Group.

Klopfer, L. E. (1971). Evaluation of Learning in Science. Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. USA, McGraw-Hill Inc**:** 559-642.

Lawson, A. E. (1995). Science teaching and Development of thinking. California, Wadsworth.

Llewellyn, D. (2005). Inquiry within: Implementing inquiry-based science standards California, Corwin Press, Inc.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Llewellyn, D. (2005). Teaching High School Science Through Inquiry: A Case Study Approach. California, Corwin Press, Inc.

M.C. Grant and D. Fisher (2010). Reading and Writing in Science Tools to Develop Discilpary Literacy. California, Corwin A SAGE Company.

Mandell, A. (1975). The language of science. Washington, D.C., National Science Teachers Association.

Mckee J. and O. D. (2005). Integrating Instruction Literacy and Science. New York, The Guilford Press.

Memory, D. M. (1990). "Teaching teachnical vocabulary: before, during, or after the reading assignment." Journal of reading behavior **22**(1): 39-53.

Misulis, K. E. (2011). "A place for content literacy: incorporating vocabulary and comprehension stategies in the high school science classroom." National science teachers association: 47-50.

Misulis, K. E. (2012). "A place for content literacy: incorporating vocabulary and comprehension strategies in the high school science classroom." Science Teacher **78**: 47-50.

N. L. Schroeder and O. O. Adesope (2012). "Concept maps as tools for learning Scientific language. ."

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

NationalAcademyofSciences (2012). A Framework for K-12 Science Education Practises, Crosscutting Concepts and Core Ideas. WASHINGTON, D.C., NATIONAL ACADEMY PRESS

Noth, W. (1995). Handbook of semiotics / Winfried Noth. Bloomington Indiana University Press.

Noth, W. (2010). "The semiotics of teaching and the teaching of semiotics."

Patro, E. T. (2008). "Teaching aerobic cell respiration using the 5Es." The American biology teacher **70**(2): 85-87.

Peirce, C. (1977). Semiotic and significs : the correspondence between Charles S. Peirce and Victoria Lady Welby. Bloomington, Indiana University Press.

S. Aronin and H. Haynes-Smith (2013). "Increasing science vocabulary using PowerPoint flash cards." Science Scope **37**: 4-7.

Saussure, F. d. (1915). Course in General Linguistics Ferdinand de Saussure. New York Toronto London, McGraw-Hill Book Company.

Semetsky, I. (2007). "Introduction: semiotics, education, philosophy." Springer **26**: 179-183.

Semetsky, I. (2013). Signs and Information. The Edusemiotics of Images, SensePublishers**:** pp 213-242.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Shook A. C., et al. (2011). "Science Vocabulary for all strategies to improve vocabulary in an inclusive biology class." The Science Teacher: 5.

UNECE (2000). "Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS)." from http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/pictograms.html.

Wadsworth, B. J. (1996). Piaget's theory of cognitive and affective development: foundations of constructivism, fifth edition. USA, Longman publishers.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้

รองศาสตราจารย์ พเยาว์ ยินดีสุข	อาจารย์พิเศษ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาจารย์ ดร. พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
อาจารย์ รำไพ ฟุ้งขจร	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเทพศิรินทร์

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา

อาจารย์ ดร. ธนะกุล วรรณประเสริฐ	ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาจารย์ ดวงกมล เหมะรัต	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเทพศิรินทร์
อาจารย์ วิภา เกียรติธนะบำรุง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบวัดความเข้าใจคำศัพท์

อาจารย์ ดร. สุกัญญา เจริญพร	ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาจารย์ นิพนธ์ ศรีนฤมล	อาจารย์พิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา
อาจารย์ น้ำผึ้ง ศุภอุทุมพร	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์

แผนที่ 8 เรื่อง หมู่เลือดและการให้เลือด

รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 2 คาบ เวลา 100 นาที ผู้สอน นางสาวศุจิกา จาตุรนต์พงศา

.....

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับหมู่เลือดการให้เลือดได้
2. บอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกหมู่เลือดระบบ ABO ได้
3. ระบุหมู่เลือดระบบ ABO ได้
4. บอกวิธีการตรวจหมู่เลือดระบบ ABO ได้
5. บอกหลักการให้และรับเลือดที่ปลอดภัยได้
6. ตระหนักถึงความสำคัญของการบริจาคเลือดได้
7. ออกแบบโปสเตอร์รณรงค์ให้ผู้ที่สนใจร่วมบริจาคเลือดตามสถานพยาบาล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาระสำคัญ

หมู่เลือดของมนุษย์สามารถจำแนกได้หลายระบบขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก แต่ระบบที่สำคัญต่อการให้และรับเลือดในชีวิตประจำวันคือ หมู่เลือดระบบ ABO และระบบ Rh โดยใช้ชนิดของแอนติเจนที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดงและชนิดของแอนติบอดีในพลาสมาเป็นเกณฑ์ในการระบุหมู่เลือด

เนื้อหา/สาระ

การจำแนกหมู่เลือด

ระบบ ABO จำแนกตามแอนติเจนที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดง และแอนติบอดีในพลาสมา ได้แก่ หมู่เลือด A, B, AB และ O

การตรวจหมู่เลือดระบบ ABO

ทำได้โดยการตรวจหาแอนติเจนที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดง โดยการหยดสารที่เป็นแอนติบอดีชนิดต่างๆ ลงบนเลือด แล้วสังเกตผลการจับกลุ่มตกตะกอนของเลือด (agglutination)

การให้และรับเลือด

หลักการคือ แอนติเจนของผู้ให้ต้องไม่ตรงกับแอนติบอดีของผู้รับ เพราะถ้าตรงกันเลือดจะตกตะกอนเป็นลิ่มทำให้ไม่สามารถไหลผ่านหลอดเลือดฝอยไปเลี้ยงเนื้อเยื่อต่างๆ ในร่างกาย และเป็นอันตรายแก่ชีวิต

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (15 นาที)

1. ครูให้นักเรียนหยิบบัตรประชาชนขึ้นมาและสังเกตสัญลักษณ์หมู่เลือดในบัตรของตัวเอง แล้วตอบคำถามดังนี้

1.1 นักเรียนในห้องมีเลือดหมู่ใดบ้าง ให้นักเรียนยกมือตามหมู่เลือด ครูบันทึกข้อมูลจำนวนนักเรียนบนกระดาน

1.2 หมู่เลือดใดมีความถี่มากที่สุด

1.3 หมู่เลือดใดมีความถี่รองลงไปจนน้อยสุด ตามลำดับ

1.4 เหตุใดจึงต้องระบุข้อมูลหมู่เลือดลงในบัตรประชาชน

1.5 ถ้าเกิดเหตุการณ์ที่ครูต้องรับหรือให้เลือด นักเรียนคิดว่าครูสามารถรับเลือดหรือให้เลือดกับทุกคนได้หรือไม่

2. เพราะเหตุใดการให้และรับเลือดจึงต้องมีความเฉพาะเจาะจง วันนี้เราจะมาเรียนกันว่าการให้และรับเลือดต้องคำนึงถึงสิ่งใดบ้าง และอะไรที่แบ่งเลือดออกเป็นหมู่ต่างๆ

ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (50 นาที)

1. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมหมู่เลือด มีขั้นตอนการทำกิจกรรม ดังนี้

1.1 ให้นักเรียนจัดกลุ่ม โดยให้แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีเลือดหมู่ A B AB และ O คละกัน

1.2 ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมารับแบบบันทึกกิจกรรมและอุปกรณ์หน้าชั้นเรียน จากนั้นให้นักเรียนฟังคำชี้แจงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรม ข้อห้ามและข้อปฏิบัติระหว่างการทำกิจกรรม

1.3 ครูสาธิตวิธีการตรวจหมู่เลือด จากนั้นให้แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม กำหนดเวลาในการทำกิจกรรม 15 นาที

1.4 เมื่อครบกำหนด ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน กำหนดเวลากลุ่มละ 2 นาที ครูบันทึกผลการตรวจหมู่เลือดของแต่กลุ่มบนกระดาน

2. ครูนำสรุปกิจกรรม หมู่เลือด โดยแสดงสัญศาสตร์ประเภทรูปเหมือน รูปภาพลักษณะของเลือดหมู่ต่างๆ หลังหยดสารละลาย anti-A และ anti-B ดังนี้

(1)

(2)

(3)

(4)

แล้วให้นักเรียนตอบคำถามดังนี้

2.1 เมื่อหยดสารละลาย anti-A และ anti-B ลงบนเลือดของคนที่มีหมู่เลือด A (ภาพที่ 1) จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

2.2 เมื่อหยดสารละลาย anti-A และ anti-B ลงบนเลือดของคนที่มีหมู่เลือด B (ภาพที่ 2) จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

2.3 เมื่อหยดสารละลาย anti-A และ anti-B ลงบนเลือดของคนที่มีหมู่เลือด AB (ภาพที่ 3) จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

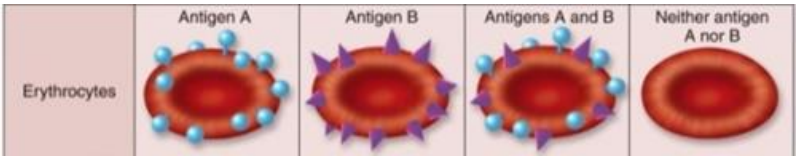
2.4 เมื่อหยดสารละลาย anti-A และ anti-B ลงบนเลือดของคนที่มีหมู่เลือด O (ภาพที่ 4) จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

2.5 การระบุหมู่เลือดนักเรียนสามารถสังเกตได้จากอะไร

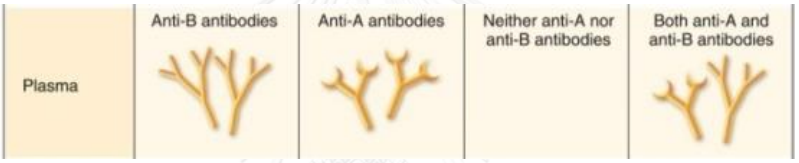
2.6 การจับกลุ่มตกตะกอนของเลือดเกิดขึ้นในกรณีใดบ้าง

3. ครูกล่าวเชื่อมโยงว่า นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดเลือดจึงตกตะกอนเมื่อทำปฏิกิริยากับสารละลาย anti-A หรือ anti-B เราจะมาศึกษากันในกิจกรรมต่อไป

4. ครูใช้สัญศาสตร์ประเภทสัญลักษณ์ แสดงสัญลักษณ์แอนติเจนบนเยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดงและแอนติบอดีในน้ำเลือด จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามดังนี้



4 . 1 สัญลักษณ์ที่อยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดงของแต่ละหมู่เลือดมีลักษณะอย่างไรบ้าง



4.2 สัญลักษณ์ที่อยู่ในน้ำเลือดของแต่ละหมู่เลือดมีลักษณะอย่างไร

4.3 สัญลักษณ์บนเยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดงกับสัญลักษณ์ในน้ำเลือดของแต่ละหมู่เลือด สามารถต่อกันได้พอดีหรือไม่ ให้นักเรียนตัดกระดาษแทนสัญลักษณ์ กำหนดให้สัญลักษณ์วงกลมแทนแอนติเจน A สัญลักษณ์สามเหลี่ยมแทนแอนติเจน B จากนั้นครูเขียนคำศัพท์ antigen บนกระดาน สัญลักษณ์รูปแฉกสามเหลี่ยมแทน แอนติบอดี B สัญลักษณ์รูปครึ่งวงกลมแทนแอนติบอดี A ครูเขียนคำศัพท์ antibody บนกระดาน

4.4 ในแต่ละหมู่เลือด ชนิดของแอนติเจนที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดงกับชนิดของแอนติบอดีในน้ำเลือดเหมือนกันหรือไม่

4.5 ถ้าชนิดของแอนติเจนกับแอนติบอดีตรงกัน จะเป็นอย่างไร (ให้นักเรียนนำสัญลักษณ์วงกลมกับสัญลักษณ์รูปครึ่งวงกลมมาต่อกัน) ครูเขียนคำศัพท์ agglutination การจับกลุ่มตกตะกอนของเลือด

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) (25 นาที)

1. ครูให้นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ระหว่างแอนติเจนบนเยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดงกับแอนติบอดีในน้ำเลือด โดยให้นักเรียนตอบคำถามดังนี้

1.1 คนที่มีหมู่เลือด A จะมีแอนติเจนและแอนติบอดีใด

1.2 คนที่มีหมู่เลือด B จะมีแอนติเจนและแอนติบอดีใด

1.3 คนที่มีหมู่เลือด AB จะมีชนิดแอนติเจนและแอนติบอดีใด

1.4 คนที่มีหมู่เลือด O จะมีชนิดแอนติเจนและแอนติบอดีใด

1.5 สารใดในเลือดที่ใช้ในการระบุหมู่เลือด

2. ครูให้นักเรียนออกแบบตารางสรุปความสัมพันธ์ของหมู่เลือด ลงในสมุด

3. ครูเชื่อมโยง วิธีการตรวจหมู่เลือด กับการจับกลุ่มตกตะกอนของเลือดในร่างกาย หากชนิดของแอนติเจนที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดตรงกับชนิดของแอนติบอดีในน้ำเลือด จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามดังนี้

3.1 การให้-รับเลือดนั้น คนที่มีหมู่เลือด A สามารถรับเลือดหมู่ใดได้บ้าง เพราะอะไร

3.2 หมู่เลือดใดที่ให้เลือดได้ทุกหมู่ (ครูเขียนคำศัพท์ universal donor บนกระดาน)

3.3 หมู่เลือดใดที่รับเลือดได้ทุกหมู่ (ครูเขียนคำศัพท์ universal recipient บนกระดาน)

3.4 การให้และรับเลือดที่ปลอดภัยต้องคำนึงถึงสิ่งใด

3.5 นักเรียนคิดว่าการบริจาคเลือดมีความสำคัญอย่างไร

4. ครูให้นักเรียนออกแบบสัญศาสตร์เพื่อใช้ในการสรุปเรื่องการให้และรับเลือดระบบ ABO ลงในสมุด

5. ให้นักเรียนเขียนอธิบายความหมายของคำศัพท์ต่อไปนี้ ลงในสมุด

(1) antigen แอนติเจน

(2) antibody แอนติบอดี

(3) agglutination การจับกลุ่มตกตะกอนของเลือด

Chulalongkorn University

(4) universal donor ผู้ให้สากล

(5) universal recipient ผู้รับสากล

ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) (10 นาที)

1. ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบสอบ เรื่อง ความสำคัญและความต้องการขอรับการบริจาคเลือด แล้วออกแบบโปสเตอร์รณรงค์ให้ผู้ที่สนใจเข้าร่วมบริจาคเลือดตามสถานพยาบาลต่างๆ

ขั้นประเมิน (Evaluation)

1. ครูให้นักเรียนประเมินใน 4 ขั้นตอนข้างต้นของการเรียนรู้ เพื่อหาจุดเด่น และข้อบกพร่อง ข้อสงสัย และปรับแก้ไขพร้อมสืบสอบความรู้ต่อไปด้วยความสนใจใฝ่รู้

การประเมินผล (Evaluation)

ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนี้

1. ประเมินความถูกต้องจากตารางสรุปความสัมพันธ์ของหมู่เลือดและการให้เลือด

2. ประเมินความถูกต้องของการระบุคำศัพท์เรื่องหมู่เลือดและการให้เลือดจากสมุดบันทึกของนักเรียน

3. ประเมินจากโปสเตอร์รณรงค์ให้ผู้ที่สนใจร่วมบริจาคเลือดตามสถานพยาบาล

4. ประเมินการมีส่วนร่วมในการตอบคำถามและความร่วมมือในการทำงานกลุ่มโดยใช้การสังเกต

สื่อการเรียนรู้

1. สื่อ power point เรื่องหมู่เลือดและการให้เลือด

2. ชุดตรวจหมู่เลือดประกอบด้วยสารละลาย anti-A และ anti-B

3. ปากกาเจาะเลือด

4. แผ่นสไลด์สำหรับหยดเลือด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. แอลกอฮอล์เช็ดแผล

6. สำลี

7. ไม้จิ้มฟัน

8. ถุงมือยาง

9. แบบบันทึกกิจกรรมเรื่องหมู่เลือด

10. กรรไกร

11. กระดาษสี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบบันทึกกิจกรรม

เรื่อง หมู่เลือด

กลุ่มที่.....

ชื่อ-สกุล..... เลขที่..... ชื่อ-สกุล..... เลขที่.....

ชื่อ-สกุล.....เลขที่..... ชื่อ-สกุล..... เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติ ดังนี้

1. ห้ามใช้เข็มเล่มเดียวกันในการเจาะเลือดโดยเด็ดขาด
2. สวมถุงมือยางทุกครั้งที่มีการสัมผัสเลือด และสารเคมี
3. รักษาความสะอาดตลอดการทำกิจกรรม
4. ทิ้งขยะลงในบริเวณที่จัดเตรียมไว้ให้เท่านั้น

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ชุดตรวจหมู่เลือดประกอบด้วยสารละลาย anti-A และ anti-B
2. ปากกาเจาะเลือด
3. แผ่นสไลด์สำหรับหยดเลือด
4. แอลกอฮอล์เช็ดแผล
5. สำลี
6. ไม้จิ้มฟัน
7. ถุงมือยาง

วิธีการทำกิจกรรม

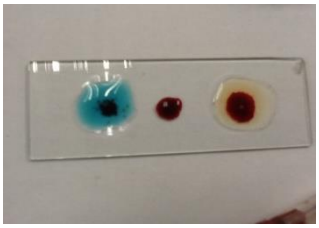
ใช้ปากกาเจาะเลือดบริเวณปลายนิ้วของตัวเอง แล้วหยดเลือดลงบนสไลด์ 3 หยด

หยดสารละลาย anti-A ลงบนเลือดหยดที่ 1 และ anti-B ลงบนเลือดหยดที่ 3 แล้วใช้ไม้

จิ้มฟันค่อยๆ คนสารละลาย

สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผลและวาดภาพลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ผลการทำกิจกรรม

ตารางบันทึกผลปฏิกิริยาการจับกลุ่ม (agglutination)

ตัวอย่างเลือด	ผลการเกิดปฏิกิริยาจับกลุ่ม		
	หมู่เลือด	สารละลาย anti-A	สารละลาย anti-B
ก.			
ข.			
ค.			
ง.			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำถามหลังทำกิจกรรม

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นมีลักษณะอย่างไร

.....

.....

.....

สรุปผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไป

แผนที่ 8 เรื่อง หมู่เลือดและการให้เลือด

รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 2 คาบ เวลา 100 นาที ผู้สอน นางสาวศุจิกา จาตุรนต์พงศา

.....

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถ

1. บอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกหมู่เลือดระบบ ABO ได้
2. ระบุหมู่เลือดระบบ ABO ได้
3. บอกวิธีการตรวจหมู่เลือดระบบ ABO ได้
4. บอกหลักการให้และรับเลือดที่ปลอดภัยได้
5. ตระหนักถึงความสำคัญของการบริจาคเลือดได้

สาระสำคัญ

หมู่เลือดของมนุษย์สามารถจำแนกได้หลายระบบขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก แต่ระบบที่สำคัญต่อการให้และรับเลือดในชีวิตประจำวันคือ หมู่เลือดระบบ ABO และระบบ Rh โดยใช้ชนิดของแอนติเจนที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดงและชนิดของแอนติบอดีในพลาสมาเป็นเกณฑ์ในการระบุหมู่เลือด

เนื้อหา/สาระ

การจำแนกหมู่เลือด

ระบบ ABO จำแนกตามแอนติเจนที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดง และแอนติบอดีในพลาสมา ได้แก่ หมู่เลือด A, B, AB และ O

การตรวจหมู่เลือดระบบ ABO

ทำได้โดยการตรวจหาแอนติเจนที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดง โดยการหยดสารที่เป็นแอนติบอดีชนิดต่างๆ ลงบนเลือด แล้วสังเกตผลการจับกลุ่มตกตะกอนของเลือด (agglutination)

การให้และรับเลือด

หลักการคือ แอนติเจนของผู้ให้ต้องไม่ตรงกับแอนติบอดีของผู้รับ เพราะถ้าตรงกันเลือดจะตกตะกอนเป็นลิ่มทำให้ไม่สามารถไหลผ่านหลอดเลือดฝอยไปเลี้ยงเนื้อเยื่อต่างๆ ในร่างกาย และเป็นอันตรายแก่ชีวิต

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยถามหมู่เลือดของนักเรียนในห้อง จากนั้นครูอ่านคำทำนายนิสัยเรื่อง “ความขยันในการเรียน” จากหมู่เลือด ดังนี้

หมู่ A คุณเป็นคนรอบคอบจริงจังในเวลาทบทวนตำราเรียน คุณจะนั่งทบทวนจนถึงกับลืมเวลาไปเลย ดังนั้นคุณควรแบ่งเวลาให้ถูกต้องด้วย

หมู่ B ความขยันมักขึ้นกับอารมณ์ของคุณ เพราะคุณมักมีนิสัยที่เปลี่ยนใจง่าย ดังนั้นผลการสอบที่ออกมามักขึ้นกับอารมณ์ของคุณตอนช่วงที่ดูตำราก่อนสอบเสมอ

หมู่ AB คุณชอบเตรียมวางแผนในเรื่องต่างๆไว้ล่วงหน้าเสมอ แต่บางครั้งก็ไม่สามารถทำตามแผนการที่วางแผนไว้ได้ หากยึดมั่นตามแผนการเกินไป กลับจะเป็นผลเสียมากกว่าดังนั้นคุณไม่ควรหักโหมจนเกินไป ทำเท่าที่คุณสามารถทำได้

หมู่ O ในเรื่องที่คุณไม่ชอบคุณจะรอจนกว่าใกล้ๆ เวลาแล้วจึงค่อยทำ เช่นการสอบ คุณมักรอจนกว่าใกล้สอบแล้วจึงค่อยอ่าน โดยเฉพาะวิชาที่คุณไม่ชอบแต่หากคุณมีความพยายามคุณก็สามารถทำได้ดีทีเดียว

2. ครูเชื่อมโยงเข้าสู่บทเรียน นักเรียนคิดว่าลักษณะนิสัยเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งเลือดเป็นหมู่ต่างๆ หรือไม่ วันนี้เราจะมาเรียนกันว่าอะไรที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกเลือดออกเป็นหมู่เลือดต่างๆ

ขั้นสอน

1. ครูให้นักเรียนสังเกตตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหมู่เลือด แอนติเจนบนเยื่อหุ้มเซลล์ และแอนติบอดีในน้ำเลือดระบบ ABO จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายหมู่เลือดโดยมีประเด็นคำถามดังนี้

1.1 คนหมู่เลือด A จะมีantigen ใดที่เยื่อหุ้มเซลล์ และมี antibody ใดในน้ำเลือด

1.2 คนหมู่เลือด B จะมีantigen ใดที่เยื่อหุ้มเซลล์ และมี antibody ใดในน้ำเลือด

1.3 คนหมู่เลือด AB จะมีantigen ใดที่เยื่อหุ้มเซลล์ และมี antibody ใดในน้ำเลือด

1.4 คนหมู่เลือด O จะมีantigen ใดที่เยื่อหุ้มเซลล์ และมี antibody ใดในน้ำเลือด

2. ครูนำสรุปความสัมพันธ์ระหว่างหมู่เลือดแอนติเจนบนเยื่อหุ้มเซลล์ และแอนติบอดีในน้ำเลือดระบบ ABO โดยใช้ตารางสรุปความสัมพันธ์

3. ครูให้นักเรียนสังเกตตารางแสดงสัดส่วนการกระจายของหมู่เลือดระบบ ABO ในคนไทย จากนั้นให้นักเรียนสำรวจและเปรียบเทียบสัดส่วน การกระจายของหมู่เลือดของเพื่อนในชั้นเรียนเดียวกัน เหมือนหรือแตกต่างจากการกระจายหมู่เลือดในคนไทยทั่วประเทศ บันทึกลงในสมุด จากนั้นครูให้นักเรียนตอบคำถามดังนี้

3.1 สัดส่วนการกระจายของหมู่เลือดของนักเรียนในห้องเหมือนหรือแตกต่างเมื่อเทียบกับประชากรไทยทั้งหมด

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายการตรวจหมู่เลือดระบบ ABOโดยมีประเด็นคำถามดังนี้

4.1 เมื่อหยด anti-A serum และ anti-B serum ลงบนเลือด พบว่าเลือดตกตะกอนในสารละลาย anti-A serum แต่ไม่ตกตะกอนใน anti-B serum คนคนนี้มีหมู่เลือดใด

4.2 เมื่อหยด anti-A serum และ anti-B serum ลงบนเลือด พบว่าเลือดตกตะกอนทั้งใน anti-A serum และ anti-B serum นักเรียนคิดว่าคนนี้มีหมู่เลือดใด

4.3 เมื่อหยด anti-A serum และ anti-B serum ลงบนเลือด พบว่าเลือดไม่ตกตะกอนทั้งใน anti-A serum และ anti-B serum นักเรียนคิดว่าคนนี้มีหมู่เลือดใด

5. ครูนำสรุปการตรวจหมู่เลือดระบบ ABO โดยใช้ตารางแสดงผลการตรวจสอบเลือด จากนั้นครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 11.4 ในหนังสือแบบเรียนชีววิทยา 3 หน้า 84

6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายการสรุปการให้เลือด โดยมีประเด็นคำถามดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6.1 หมู่เลือด A สามารถให้เลือดคนหมู่เลือดใดได้บ้าง (A, AB)

6.2 หมู่เลือด B สามารถให้เลือดคนหมู่เลือดใดได้บ้าง (B, AB)

6.3 หมู่เลือด AB สามารถให้เลือดคนหมู่เลือดใดได้บ้าง (AB)

6.4 หมู่เลือด O สามารถให้เลือดคนหมู่เลือดใดได้บ้าง (A, B, AB, O)

7. ครูนำนักเรียนอภิปรายระบบหมู่เลือด Rh โดยมีประเด็นคำถามดังนี้

7.1 คนที่มีแอนติเจน Rh ที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดง และไม่มีแอนติบอดี Rh ในพลาสมา คนพวกนี้มีเลือด Rh แบบใด

7.2 คนที่ไม่มีแอนติเจน Rh ที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดง และไม่มีแอนติบอดี Rh ในพลาสมา คนพวกนี้มีเลือด Rh แบบใด

7.3 ครูให้นักเรียนสังเกตภาพการเกิด Rh disease การตั้งครรภ์ของแม่ Rh- และลูกคนแรก Rh+ จากนั้นครูใช้คำถามดังนี้ นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้าแม่ตั้งครรภ์ลูกคนที่สองเป็น Rh+

8. ครูนำสรุปโดยใช้แผนผังแสดงการให้เลือดระบบ Rh จากนั้นครูถามคำถามดังนี้ นักเรียนคิดว่าคนที่หมู่เลือด O, Rh- จะสามารถรับเลือดจากคนที่หมู่เลือดใดได้บ้าง เพราะเหตุใด

ขั้นสรุป

1. ครูนำสรุปโดยใช้เกมอะนิเมชั่น BLOOD TYPING แสดงการให้เลือด โดยในเกมจะมีผู้ป่วยต้องการเลือด ซึ่งนักเรียนจะเป็นคุณหมอและเลือกเลือดเพื่อมารักษาผู้ป่วย

2. ครูให้นักเรียนสรุปคำศัพท์ที่เรียนในวันนี้ลงในสมุด และคำถามท้ายบทที่ 11 ส่งเป็นการบ้าน

การประเมินผล (Evaluation)

ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนี้

1. ประเมินความถูกต้องของการระบุคำศัพท์เรื่องหมู่เลือดและการให้เลือดจากสมุดบันทึกของนักเรียน

2. ประเมินการมีส่วนร่วมในการตอบคำถามและความร่วมมือในการทำงานกลุ่มโดยใช้การสังเกต

สื่อการเรียนรู้

1. สื่อ power point เรื่องหมู่เลือดและการให้เลือด

2. สื่ออะนิเมชั่นเรื่อง BLOOD TYPING สืบค้นจาก http://nobelprize.org/educational_games/medicine/landsteiner/landsteiner.html

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย

คำชี้แจง แบบสอบฉบับนี้ มีทั้งหมด 6 หน้า จำนวน 30 ข้อ

คะแนนเต็ม 30 คะแนน เวลาที่ใช้ในการสอบ 40 นาที

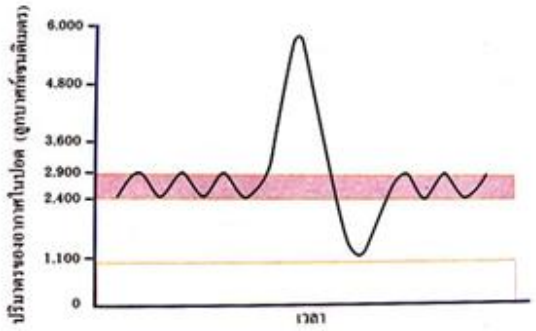
คำสั่ง ข้อสอบเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนอ่านคำถามแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในข้อสอบ

1. ข้อความใดต่อไปนี้อธิบายลักษณะสำคัญของโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สได้ถูกต้อง

1) ผิวด้านนอกมีรอยย่นเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิว 2) มีหลอดเลือดฝอยมาหล่อเลี้ยง

3) ผนังบางและได้รับความชุ่มชื้นอยู่เสมอ 4) ท่อที่ยื่นเข้าไปในลำตัว

2. ขอให้ใช้กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของอากาศในปอดขณะหายใจเข้า-ออกปกติ และหายใจเข้า-ออกเต็มที่ ตอบคำถามต่อไปนี้



ในภาวะปกติการหายใจเข้า-ออก 1 ครั้ง จะมีปริมาตรของอากาศเท่าใด

1) 2,900 ลูกบาศ์กเซนติเมตร 2) 2,400 ลูกบาศ์กเซนติเมตร

3) 1,100 ลูกบาศ์กเซนติเมตร 4) 500 ลูกบาศ์กเซนติเมตร

3. การที่ร่างกายมีกลไกที่ทำให้ไม่สามารถหายใจเอาอากาศออกจากปอดจนหมดได้เพราะเหตุใด

1) อากาศบางส่วนเข้าไปอยู่ในถุงลม

2) อากาศส่วนหนึ่งต้องถูกลำเลียงเพื่อไปใช้ในกระบวนการหายใจระดับเซลล์

3) อากาศบางส่วนที่เข้าไปในปอดจะถูกส่งเข้าสู่หัวใจและสูบฉีดไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย

4) อากาศบางส่วนในปอดจะแพร่เข้าสู่เซลล์ของเนื้อเยื่อปอดเพื่อป้องกันไม่ให้ผิวด้านในของถุงลมมาเกาะยึดติดกัน

4. อาการสะอึกเกิดจากสาเหตุใด

1) กล้ามเนื้อกะบังลมไม่ทำงาน

2) กล้ามเนื้อที่กล่องเสียงและกล้ามเนื้อกะบังลมทำงานผิดปกติ

3) กล้ามเนื้อที่ยึดกระดูกซี่โครงและกล้ามเนื้อกะบังลมทำงานไม่สัมพันธ์กัน

4) กล้ามเนื้อที่ยึดกระดูกซี่โครงแถบนอกและกล้ามเนื้อยึดกระดูกซี่โครงแถบในหดตัวไม่พร้อมกัน

5. เพราะเหตุใดโรคถุงลมโป่งพองจึงมีผลทำให้ความสามารถในการแลกเปลี่ยนแก๊สลดลง

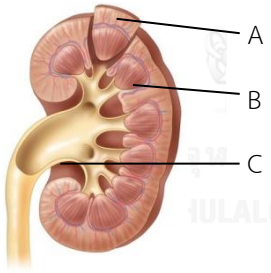
1) ควันจากบุหรี่ทำให้ปอดหดตัวอยู่ตลอดเวลา

2) ควันจากบุหรี่ทำให้ปอดพองตัวอยู่ตลอดเวลา

3) ควันจากบุหรี่เข้าไปทำลายผนังของถุงลมทำให้พื้นที่ของถุงลมเพิ่มขึ้น

4) ควันจากบุหรี่เข้าไปกระตุ้นให้แมโครฟาจผลิตเอนไซม์ทำให้มีน้ำเหลืองและน้ำเมือกเต็มถุงลมทำให้พื้นที่ผิวในการแลกเปลี่ยนแก๊สลดลง

6. จากภาพโครงสร้างของไต บริเวณที่มีการกรองสารออกจากเลือดคือบริเวณใด



1) A เท่านั้น

2) B เท่านั้น

3) A และ B

4) B และ C

7. ข้อความใดต่อไปนี้อธิบายกลไกการสร้างปัสสาวะในท่อหน่วยไตได้ถูกต้อง

1) ปริมาณของเสียในหลอดเลือด renal vein มีมากกว่าใน renal artery

2) น้ำและเกลือแร่ถูกดูดกลับทุกส่วนของท่อหน่วยไตโดยเริ่มตั้งแต่ Bowman capsule

3) กลูโคสและกรดอะมิโนถูกดูดกลับที่ท่อขดส่วนต้น (proximal tubule) ของหน่วยไต

4) ปริมาณกลูโคส ยูเรีย และน้ำ ที่กรองผ่านโกลเมอรูลัสมีปริมาณใกล้เคียงกับในพลาสมา

8. โรคใดต่อไปนี้ ทำให้อัตราการกรองสารที่โกลเมอรูลัสที่หน่วยไตลดลง

1) โรคเบาจืด
2) โรคเบาหวาน
3) คนที่เป็นนิ่วในไต
4) ความดันโลหิตสูง

9. ตารางเปรียบเทียบปริมาณสารต่างๆ ที่พบในระบบขับถ่าย

สาร	พลาสมา ($g/100cm^3$)	ของเหลวที่กรองผ่านโกลเมอรูลัส ($g/100cm^3$)	ปัสสาวะ ($g/100cm^3$)
1. โปรตีน	8	0	0
2. ยูเรีย	0.03	0.03	1.8
3. กลูโคส	0.1	0.1	0
4. กรดอะมิโน	0.05	0.05	0
5. Na^+ และ Cl^-	0.9	0.9	<0.9-3.6

ถ้าตรวจสอบพบกรดอะมิโนในปัสสาวะ สามารถสันนิษฐานความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นเบื้องต้นได้ว่าอย่างไร

1) กระบวนการกรองสารเข้าสู่โบว์แมนแคปซูล (Bowman's capsule) มีความผิดปกติ
2) กระบวนการดูดสารกลับที่ท่อขดส่วนต้น (proximal tubule) ของหน่วยไตผิดปกติ
3) การหลั่งฮอร์โมนอิริโทรพอยอิติน (erythropoietin) ของไตผิดปกติ
4) การหลั่งสารที่ท่อรวม (collecting duct) มีความผิดปกติ

10. เพราะเหตุใดการดื่มน้ำชา และกาแฟจึงทำให้ร่างกายมีการขับปัสสาวะเร็วกว่าปกติ

1) เพราะสารคาเฟอีนทำให้ร่างกายเพิ่มการผลิต aldosterone มากขึ้น
2) เพราะการหลั่งฮอร์โมน ADH ที่ท่อรวมลดลงทำให้ปริมาณปัสสาวะมากขึ้น
3) เพราะมีสารขับปัสสาวะ (diuretics) กระตุ้นให้ท่อหน่วยไตเพิ่มการดูดน้ำกลับมากขึ้น
4) เพราะความดันเลือดเพิ่มขึ้น ทำให้ของเสียถูกกรองเข้าสู่ Bowman capsule มากขึ้น

11. บุคคลที่มีความดันโลหิตสูงจะมีผลต่อปริมาณปัสสาวะเพิ่มขึ้นหรือลดลง เพราะเหตุใด

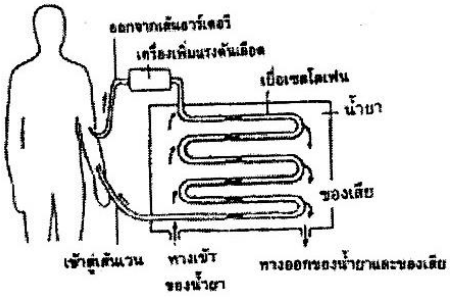
1) ลดลง เพราะเลือดที่ไหลเข้าโบว์แมนส์แคปซูลน้อยลง

2) เพิ่มขึ้น เพราะทำให้น้ำถูกดูดกลับเข้าเลือดได้มากขึ้น

3) เพิ่มขึ้น เพราะแรงดันเลือดที่แคปซูลสูง

4) ลดลง เพราะ ADH หลั่งออกมาน้อยลง

12. จากแผนผังแสดงการทำงานของไตเทียม น้ำยาที่อยู่รอบๆ เครื่องไตเทียมมีผลต่อการทำงานของเครื่องไตเทียมอย่างไร



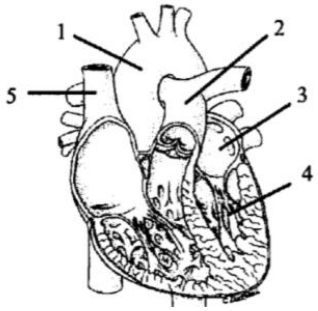
1) ปรับแรงดันออสโมติกในเลือด

2) เพื่อรักษาระดับน้ำในร่างกายให้เป็นปกติ

3) เพื่อกรองของเสียออกจากเลือดของผู้ป่วย

4) เพื่อดึงน้ำและของเสียออกจากเลือดของผู้ป่วย

13. จากภาพโครงสร้างของหัวใจมนุษย์ ข้อใดอธิบายลักษณะของโครงสร้างได้ถูกต้อง



1) หลอดเลือดหมายเลข 1 บรรจุเลือดที่มีปริมาณแก๊สออกซิเจนต่ำ

2) หลอดเลือดหมายเลข 2 นำเลือดที่มีปริมาณแก๊สออกซิเจนต่ำไปฟอกที่ปอด

3) ลิ้นไตรคัสปิด (tricuspid value) เป็นลิ้นที่กั้นระหว่างห้องหัวใจหมายเลข 3 และ 4

4) หลอดเลือดหมายเลข 5 นำเลือดจากส่วนต่างๆ ของร่างกายที่อยู่ใต้กะบังลมกลับเข้าสู่หัวใจ

14. ข้อความใดต่อไปนี้อธิบายลักษณะของหลอดเลือดฝอยที่อยู่ในกล้ามเนื้อได้ถูกต้อง

1) มีปริมาณแก๊สออกซิเจนเท่ากับหลอดเลือดอาร์เตอรี แต่มากกว่าหลอดเลือดเวน

2) มีความยาวน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับหลอดเลือดอาร์เตอรี และหลอดเลือดเวน

3) ผนังหลอดเลือดมีลักษณะบางเป็นเซลล์เรียงตัวชั้นเดียว บีบตัวไม่ได้

4) ทำหน้าที่รับน้ำเหลืองกลับเข้าสู่ท่อน้ำเหลือง

15. ในปฏิบัติการทางการแพทย์ ข้อใดต่อไปนี้กระทำที่หลอดเลือดเวน

ก. การวัดอัตราการเต้นของชีพจร

ข. การบริจาคเลือดที่สภากาชาดไทย

ค. การฉีดยาปฏิชีวนะเข้าหลอดเลือด

ง. การนำเลือดของผู้ป่วยเข้าเครื่องไตเทียม

1) ก และ ข 2) ข และ ค

3) ก และ ง 4) ค และ ง

16. กราฟคลื่นไฟฟ้าของหัวใจ (ECG หรือ EKG) สามารถใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบการทำงานของหัวใจ ในเรื่องใด

1) ความดันภายในหัวใจ 2) อัตราการเต้นของหัวใจ

3) การทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจ 4) ความแข็งแรงของหลอดเลือดหัวใจ

17. บุคคลใดต่อไปนี้เป็นโรคความดันโลหิตสูง

1) ผู้หญิงที่มีความดันโลหิต 120/80 มิลลิเมตรปรอท

2) ผู้ชายที่มีความดันโลหิต 140/110 มิลลิเมตรปรอท

3) ผู้หญิงที่มีความดันโลหิต 110/70 มิลลิเมตรปรอท

4) ผู้ชายที่มีความดันโลหิต 120/90 มิลลิเมตรปรอท

18. ข้อความใดต่อไปนี้<u>ไม่ถูกต้อง</u>เกี่ยวกับโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ

1) เกิดกับผู้ป่วยความดันโลหิตต่ำ และมีภาวะไขมันในเลือดสูง

2) รักษาได้โดยขยายหลอดเลือดหัวใจด้วยวิธีการบอลลูน (Balloon angioplasty)

3) หากเกิดที่หลอดเลือดโคโรนารีอาร์เตอรี (coronary artery) จะทำให้กล้ามเนื้อหัวใจตายอย่างเฉียบพลันได้

4) การสูบบุหรี่ ดื่มสุรา การบริโภคอาหาร และออกกำลังกายไม่ถูกต้อง รวมถึงการมีอารมณ์รุนแรงหรือเครียดทำให้เกิดโรคหลอดเลือดหัวใจตีบได้

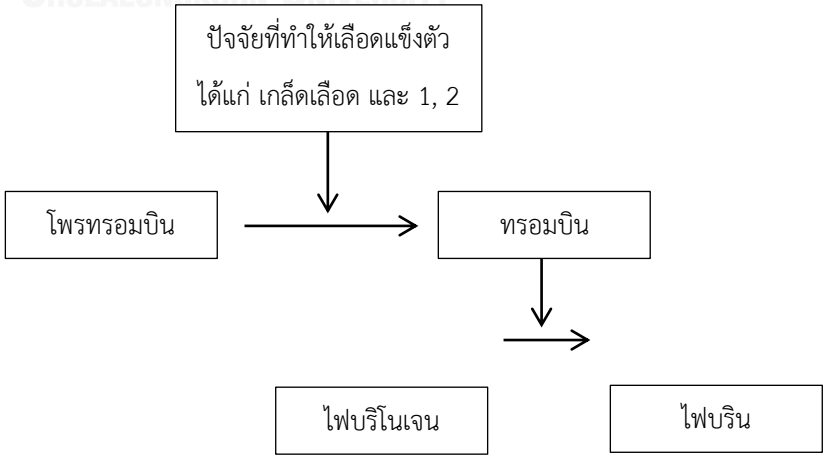
19. ไวรัส HIV มีผลทำให้ภูมิคุ้มกันในร่างกายบกพร่อง เนื่องจากไวรัสชนิดนี้มีผลโดยตรงต่อโครงสร้างหรืออวัยวะในข้อใด

1) ตับและม้าม
2) ตับและทอนซิล
3) เซลล์เม็ดเลือดขาว
4) เซลล์เม็ดเลือดแดง

20. อาการอักเสบเป็นการตอบสนองของร่างกายเมื่อเกิดบาดแผล โดยจะมีการกระตุ้นให้สร้างเม็ดเลือดขาวชนิดใดเพิ่มขึ้น

1) นิวโทฟิล
2) อีโอซิโนฟิล
3) เบโซฟิล
4) ลิมโฟไซต์

21. จากแผนผังแสดงกระบวนการแข็งตัวของเลือด



หมายเลข 1 และ 2 คือสารใดตามลำดับ

1) วิตามิน K และธาตุฟอสฟอรัส
2) วิตามิน C และธาตุแคลเซียม
3) วิตามิน C และธาตุฟอสฟอรัส
4) วิตามิน K และธาตุแคลเซียม

22. เพราะเหตุใดคนหมู่เลือด O จึงเป็น Universal donor

1) คนหมู่เลือด O ไม่มีแอนติเจน A และ B ที่จะจับกับแอนติบอดี A หรือ B ของหมู่เลือด A B และ AB ทำให้สามารถรับเลือดจากคนหมู่เลือดอื่นได้

2) คนหมู่เลือด O ไม่มีแอนติเจน A และ B ที่จะจับกับแอนติบอดี A หรือ B ของหมู่เลือด A B และ AB ทำให้สามารถให้เลือดแก่คนหมู่เลือดอื่นได้

3) คนหมู่เลือด O ไม่มีแอนติบอดี A และ B ที่จะจับกับแอนติเจน A หรือ B ของหมู่เลือด A B และ AB ทำให้สามารถรับเลือดจากคนหมู่เลือดอื่นได้

4) คนหมู่เลือด O ไม่มีแอนติบอดี A และ B ที่จะจับกับแอนติเจน A หรือ B ของหมู่เลือด A B และ AB ทำให้สามารถให้เลือดแก่คนหมู่เลือดอื่นได้

23. นาย ก ได้ทำการตรวจสอบและพบว่าเลือดของตนนั้นตกตะกอนเมื่อหยดสารเคมี anti-A เท่านั้น จากนั้นเขานำเลือดของตนเองและเพื่อนอีกสองคนคือ นาย ข กับนาย ค มาแยกเป็น 2 ส่วน คือ ซีรัม และเม็ดเลือดแดง จากนั้นนำส่วนที่ได้ผสมกันได้ผลดังตาราง

ซีรัม	**เม็ดเลือดแดง**	**ผลลัพธ์**
นาย ก	นาย ข	จับกลุ่มตกตะกอน
นาย ก	นาย ค	ไม่จับกลุ่มตกตะกอน
นาย ข	นาย ก	ไม่จับกลุ่มตกตะกอน
นาย ข	นาย ค	ไม่จับกลุ่มตกตะกอน
นาย ค	นาย ก	จับกลุ่มตกตะกอน
นาย ค	นาย ข	จับกลุ่มตกตะกอน

จากผลการทดสอบตามตาราง นาย ข และนาย ค ควรมีเลือดหมู่ใด ตามลำดับ

1) B และ O
2) AB และ O
3) B และ AB
4) AB และ B

24. สายลับเชนมีน้ำเลือดที่ทำปฏิกิริยาต่อต้านกับเม็ดเลือดแดงของคนที่มีหมู่เลือด A, B และ AB เขาได้รับเลือดหมู่ O จำนวนหลายขวดเป็นระยะเวลาหนึ่ง และต่อมาเข้ารับเลือดหมู่ O อีก พบว่าเกิดอาการจากปฏิกิริยาทำลายเม็ดเลือดแดงในร่างกาย ถ้าสายลับเชนจำเป็นต้องเข้ารับการให้เลือดอีก เลือดที่ให้ควรเป็นอย่างไร

1) เลือดหมู่ AB Rh-
2) เลือดหมู่ A Rh+
3) เลือดหมู่ O Rh-
4) เลือดหมู่ O Rh+

25. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่อวัยวะน้ำเหลือง

1) ต่อมไทมัส
2) ต่อมทอนซิล
3) ตับ
4) ม้าม

26. หลอดน้ำเหลือง (lymph vessel) มีลักษณะคล้ายหลอดเลือดเวน (vein) <u>ยกเว้นข้อใด</u>

1) มีทิศทางการไหลเข้าสู่หัวใจ
2) เป็นท่อที่นำน้ำเหลืองเข้าสู่หัวใจห้องเอเตรียมขาวโดยตรง
3) แรงดันต่ำ มีลิ้นกั้นเป็นระยะๆ เพื่อป้องกันการไหลย้อนกลับ
4) อาศัยการหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อที่อยู่รอบๆ หลอดน้ำเหลืองในการหมุนเวียน

27. เพราะเหตุใดการพบมะเร็งเต้านมตั้งแต่ระยะเริ่มแรก จึงมีโอกาสรักษาให้หายขาดได้

1) เพราะเซลล์มะเร็งมีการแบ่งเซลล์เพิ่มขึ้น
2) เพราะภายในต่อมน้ำเหลืองมีลิมโฟไซต์ทำลายเซลล์มะเร็งที่มีขนาดเล็กได้
3) เพราะเซลล์มะเร็งอาจยังไม่แพร่กระจายไปต่อมน้ำเหลืองและเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือด
4) เพราะเซลล์มะเร็งอาจยังไม่แพร่กระจายไปยังต่อมน้ำเหลืองซึ่งทำให้การไหลเวียนของน้ำเหลืองผิดปกติและมีการคั่งของน้ำเหลืองซึ่งอาจเป็นอันตรายได้

28. จากการตรวจวินิจฉัยคนไข้รายหนึ่งพบว่า คนไข้สามารถผลิตแอนติบอดีต้านการติดเชื้อแบคทีเรีย แต่ไม่สามารถผลิตแอนติบอดีต้านการติดเชื้อไวรัสได้ คนไข้รายนี้มีความผิดปกติที่ภูมิคุ้มกันใด

1) เซลล์ ที (T cell)
2) เซลล์ บี (B cell)
3) แมคโคฟาจ (macrophage)
4) พลาสมาเซลล์ (plasma cell)

29. แบคทีเรียชนิดใดที่สร้างสารพิษ และนำสารพิษนั้นมาสกัดทำให้หมดสภาพความเป็นพิษแล้วนำมาใช้ฉีดป้องกันโรคได้

1) เชื้อโรคฝีดาษ
2) เชื้อโรคไอกรน
3) เชื้อวัณโรค
4) เชื้อโรคคอตีบ

30. ข้อความใดต่อไปนี้อธิบายเรื่องการสร้างภูมิคุ้มกันในมนุษย์ได้ถูกต้อง

1) การฉีดวัคซีนป้องกันโรคไข้หวัดใหญ่ เป็นการสร้างภูมิคุ้มกันแบบภูมิคุ้มกันก่อเอง

2) การเลี้ยงทารกด้วยน้ำนมแม่ เป็นการสร้างภูมิคุ้มกันเทียบได้กับการเล่นกับเพื่อนที่เป็นไข้หวัด

3) การเป็นโรคหัดตั้งแต่เด็ก เป็นการสร้างภูมิคุ้มกันแบบภูมิคุ้มกันรับมา ทำให้ไม่เป็นโรคนี้อีกตลอดชีวิต

4) วัคซีนโรคบาดทะยัก เป็นการสร้างภูมิคุ้มกันแบบก่อเอง ซึ่งเป็นเซลล์ของเชื้อแบคทีเรียที่ตายแล้วหรือไม่สามารถเพิ่มจำนวนได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบสอบความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา

เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย

คำชี้แจง แบบทดสอบฉบับนี้ มีทั้งหมด 5 หน้า จำนวน 40 ข้อ

คะแนนเต็ม 43 คะแนน เวลาที่ใช้ในการสอบ 50 นาที

----------**ตัวอย่างแบบสอบความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา**----------

คำสั่ง ให้นักเรียนจับคู่ความหมายรากศัพท์ของคำศัพท์ที่**พิมพ์ตัวหนา** โดยนำตัวอักษรหน้าความหมายมาเติมลงในช่องว่างหน้าหมายเลข ข้อ 1 – 10 ให้ถูกต้อง

	1. **anti**gen	A. lung, air
_____	2. **bronch**iole	B. hair
_____	3. **capill**ary	C. eat
_____	4. peri**cardi**um	D. half
_____	5. **phago**cyte	E. red
_____	6. **leuc**o**cyt**e	F. moon
_____	7. aortic semi**luna**r valve	G. vessel
_____	8. **lymph**	H. clear water
_____	9. **nephro**n	I. cell
_____	10. **pneu**monia	J. windpipe
_____		K. against, opposite
		L. kidney
		M. heart
		N. white

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำสั่ง ให้นักเรียนเขียนคำศัพท์ที่มีส่วนประกอบของหน่วยคำเติมหน้า หรือหน่วยคำเติมหลังต่อไปนี้

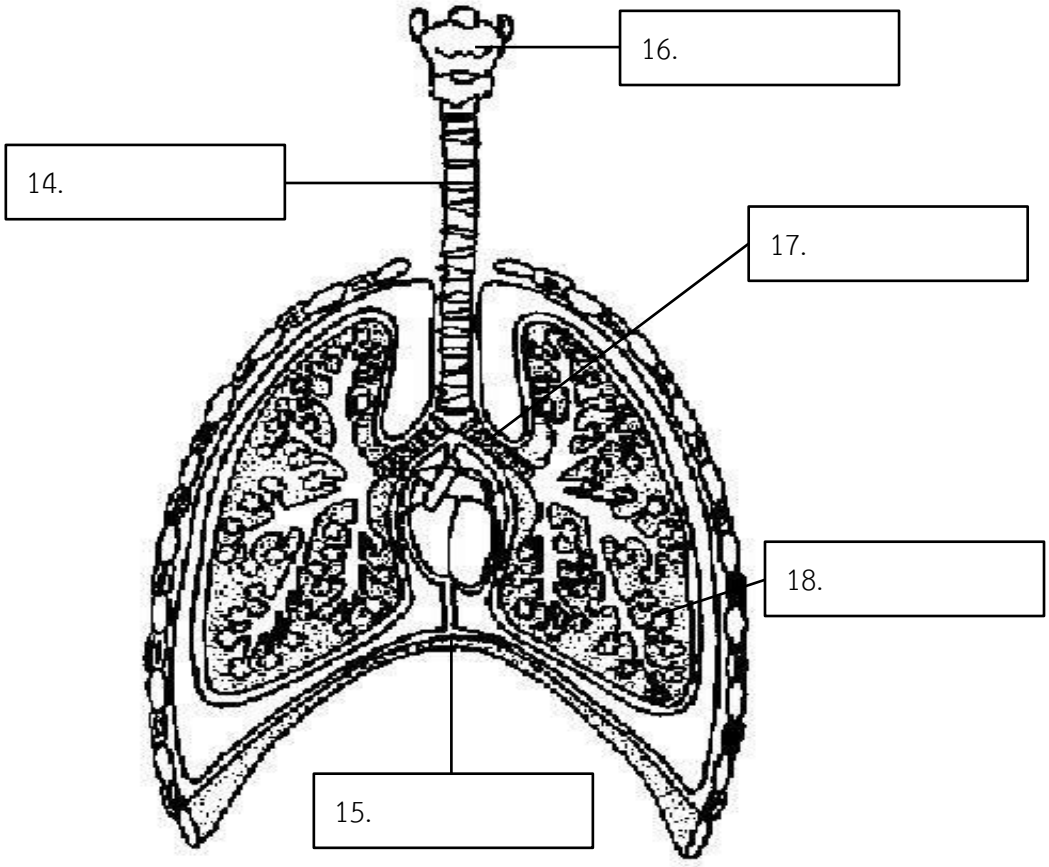
11. pro- _____

12. super- _____

13. -duct _____

เรื่อง ระบบหายใจ

คำสั่ง ให้นักเรียนเติมคำศัพท์ภาษาอังกฤษ ระบุชื่อโครงสร้างของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับระบบหายใจของมนุษย์ลงในช่องสี่เหลี่ยมด้านล่างให้ถูกต้อง ข้อ 14 - 18

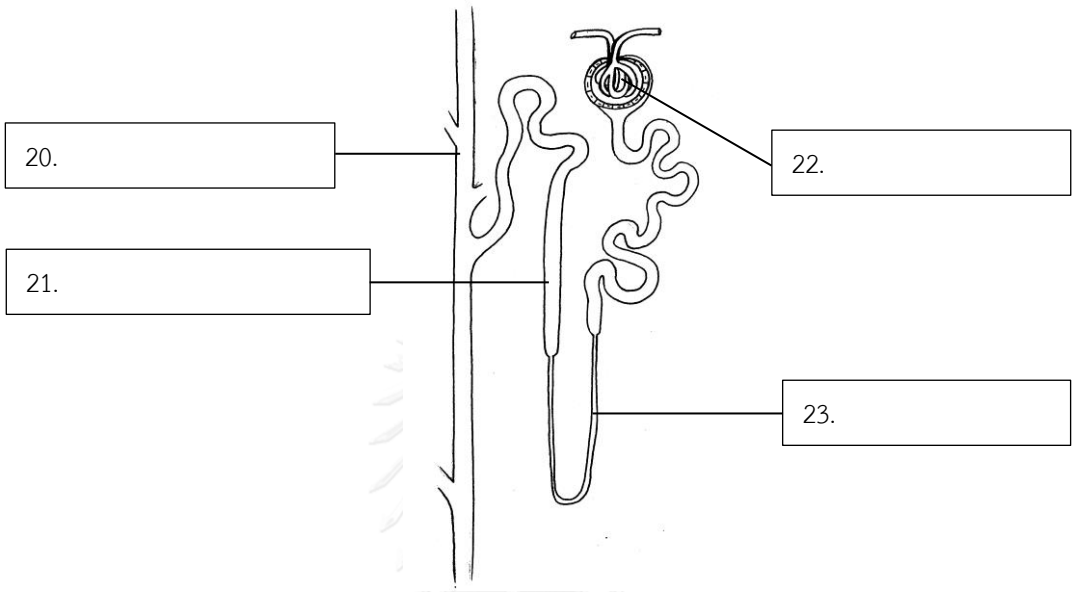


คำสั่ง ให้นักเรียนเขียนอธิบายความหมายของคำศัพท์ต่อไปนี้ (2คะแนน)

คำศัพท์	ความหมาย
19. inhalation	

เรื่อง ระบบขับถ่าย

คำสั่ง ให้นักเรียนเติมคำศัพท์ภาษาอังกฤษ ระบุชื่อโครงสร้างของหน่วยไต ลงในช่องสี่เหลี่ยมด้านล่างให้ถูกต้อง ข้อ 20 - 24



คำสั่ง ให้นักเรียนเขียนอธิบายความหมายของคำศัพท์ กระบวนการขับถ่ายของเสียของหน่วยไต และระบุบริเวณที่เกิดกระบวนการต่อไปนี้ ข้อ 24 – 25 (ข้อละ 2 คะแนน)

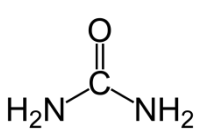
คำศัพท์	ความหมาย
24. filtration	
25. reabsorption	

ภาคผนวก ง

สัญศาสตร์ในบทเรียนชีววิทยา เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 15 วิเคราะห์สัญศาสตร์ในบทเรียนชีววิทยา เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย

สาระ	ประเภทของสัญศาสตร์		
	รูปเหมือน (icon)	**ดรรชนี (index)**	**สัญลักษณ์ (symbol)**
1. ระบบหายใจ	- ภาพวาดโครงสร้างระบบหายใจ - ภาพวาดแสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของทรวงอก ขณะหายใจเข้า - ภาพวาดแสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของทรวงอก ขณะหายใจออก - ภาพวาดการแลกเปลี่ยนแก๊สกับการลำเลียงแก๊ส - ภาพวาดสมองส่วนต่างๆ - ภาพถ่ายลักษณะปอดของคนปกติ และคนที่สูบบุหรี่	- กราฟแสดงปริมาตรของอากาศขณะหายใจเข้าหายใจออกปกติ และขณะหายใจเข้า-ออกเต็มที่ - กราฟแสดงความหนาแน่นของแก๊สออกซิเจนในบรรยากาศและส่วนต่างๆ ของร่างกาย - กราฟแสดงความหนาแน่นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศและส่วนต่างๆ ของร่างกาย	- สมการเคมีการแลกเปลี่ยนแก๊ส $Hb + O_2 \rightleftharpoons HbO_2$ - สูตรเคมีของสารประกอบ เช่น CO_2, H_2O, H^+, H_2CO_3, HCO_3^- - สมการเคมีการแพร่ของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากหลอดเลือดฝอยเข้าสู่ถุงลม $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$
2. ระบบขับถ่าย	- ภาพวาดโครงสร้างระบบขับถ่าย - ภาพวาดโครงสร้างภายในของไต - ภาพวาดส่วนประกอบของ	- ลูกศรแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของสารต่างๆ ไปตามท่อหน่วยไต	- สูตรโครงสร้างทางเคมีของยูเรีย  - สูตรเคมีของสารประกอบ เช่น Cl^-, K^+,

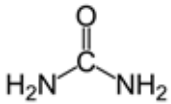
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาระ	ประเภทของสัญศาสตร์		
	รูปเหมือน (icon)	**ดรรชนี (index)**	**สัญลักษณ์ (symbol)**
	หน่วยไต - ภาพวาดแสดงหน่วยไตและบริเวณที่เกิดกระบวนการกรองสารและการดูดกลับสาร - ภาพกลไกการรักษาสมดุลของน้ำในร่างกาย - ภาพวาดตำแหน่งของต่อมหมวกไต		Na^+, H^+, H_2O, PO_4^{3-}, HCO_3^- - สัญลักษณ์หน่วยวัดปริมาตร เช่น ลิตร (l), ลูกบาศก์เซนติเมตร (cm^3)
3. ระบบหมุนเวียนเลือด	- ภาพวาดโครงสร้างภายนอกของหัวใจ - ภาพวาดโครงสร้างภายในของหัวใจ - ภาพถ่ายลิ้นหัวใจเทียม - ภาพวาดโครงสร้างของหลอดเลือดต่างๆ - ภาพวาดลิ้นของหลอดเลือดเวน - ภาพถ่ายส่วนประกอบของเลือดที่ผ่านการปั่นแยก - ภาพถ่ายเซลล์เม็ด	- กราฟแสดงคลื่นไฟฟ้าหัวใจปกติ - กราฟแสดงคลื่นไฟฟ้าหัวใจผิดปกติ - ลูกศรแสดงทิศทางการไหลของเลือดในหลอดเลือดต่างๆ - กราฟแสดงความดันเลือดในหลอดเลือดต่างๆ - ลูกศรแสดงกระบวนการแข็งตัวของเลือดเมื่อผนังหลอดเลือดฉีกขาด - ลูกศรแสดงทิศทางการให้และรับเลือดของหมู่เลือด	- สัญลักษณ์แทนแอนติเจนบนเยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดงและแอนติบอดีในน้ำเลือดระบบ ABO - สัญลักษณ์หมู่เลือด A, B, AB, O - สัญลักษณ์หมู่เลือด Rh+, Rh- - สัญลักษณ์แทนแอนติบอดี Rh ของแม่ กับแอนติเจน Rh ของลูก

สาระ	ประเภทของสัญศาสตร์		
	รูปเหมือน (icon)	**ดรรชนี (index)**	**สัญลักษณ์ (symbol)**
	เลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว และเกล็ดเลือดของคน - ภาพถ่ายชนิดของเซลล์เม็ดเลือดขาว - ภาพถ่ายลักษณะของเลือดหลังหยดสารละลาย anti-A และ anti-B	ระบบ ABO	
4. ระบบน้ำเหลืองและภูมิคุ้มกัน	- ภาพวาดหลอดน้ำเหลืองและอวัยวะในระบบภูมิคุ้มกัน - ภาพวาดการลำเลียงน้ำเหลืองในระบบน้ำเหลือง	- ลูกศรแสดงทิศทางการลำเลียงสารออกจากหลอดเลือดฝอย และการลำเลียงสารเข้าสู่หลอดเลือดฝอยและหลอดน้ำเหลืองฝอย - ลูกศรแสดงขั้นตอนการสร้างภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะของลิมโฟไซต์	- สัญลักษณ์ของเซลล์ทีที่ทำลายเซลล์แปลกปลอม CD8+ - สัญลักษณ์ของเซลล์ทีผู้ช่วย CD4+

ตารางที่ 16 สัญศาสตร์ที่ใช้ในการเรียนการสอนชีววิทยา เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย

แผนลำดับที่	สาระที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
		ขั้นสร้างความสนใจ	ขั้นสำรวจและค้นหา	ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	ขั้นขยายความรู้	ขั้นประเมิน
1	โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของมนุษย์		- ภาพวาดโครงสร้างระบบหายใจ - ภาพวาดแสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของทรวงอก ขณะหายใจเข้า - ภาพวาดแสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของทรวงอก ขณะหายใจออก	- กราฟแสดงปริมาตรของอากาศขณะหายใจเข้าหายใจออกปกติ และขณะหายใจเข้า-ออกเต็มที่		
2	กลไกและกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สและการควบคุมการหายใจ		- ภาพวาดสมองส่วนต่างๆ - สมการเคมีการแลกเปลี่ยนแก๊ส $Hb + O_2 \rightleftharpoons HbO_2$ - สูตรเคมีของสารประกอบ เช่น CO_2, H_2O, H^+, H_2CO_3, HCO_3^- - สมการเคมีการแพร่ของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จาก	- กราฟแสดงความหนาแน่นของแก๊สออกซิเจนในบรรยากาศและส่วนต่างๆ ของร่างกาย - กราฟแสดงความหนาแน่นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศและส่วนต่างๆ	- ภาพถ่ายลักษณะปอดของคนปกติและคนที่สูบบุหรี่	

แผนลำดับที่	สาระที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
		ขั้นสร้างความสนใจ	ขั้นสำรวจและค้นหา	ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	ขั้นขยายความรู้	ขั้นประเมิน
			หลอดเลือดฝอยเข้าสู่ถุงลม $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$	ของร่างกาย		
3	โครงสร้างและหน้าที่ของหน่วยไต	- ภาพวาดโครงสร้างระบบขับถ่าย	- ภาพวาดโครงสร้างภายในของไต - ภาพวาดส่วนประกอบของหน่วยไต - ภาพวาดแสดงหน่วยไตและบริเวณที่เกิดกระบวนการกรองสาร และการดูดกลับสาร	- ลูกศรแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของสารต่างๆ ไปตามท่อหน่วยไต - สูตรเคมีของสารประกอบ เช่น Cl^-, K^+, Na^+, H^+, H_2O, PO_4^{3-}, HCO_3^- - สัญลักษณ์หน่วยวัดปริมาตร เช่น ลิตร (l), ลูกบาศก์เซนติเมตร (cm^3)	- สูตรโครงสร้างทางเคมีของยูเรีย 	
4	การรักษาสมดุลน้ำ แร่ธาตุ อุณหภูมิ และกรดเบสในร่างกายของมนุษย์		- ภาพกลไกการรักษาสมดุลของน้ำในร่างกาย		- ภาพวาดตำแหน่งของต่อมหมวกไต	

แผนลำดับที่	สาระที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
		ขั้นสร้างความสนใจ	ขั้นสำรวจและค้นหา	ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	ขั้นขยายความรู้	ขั้นประเมิน
5	การไหลเวียนเลือดของมนุษย์	- ภาพวาดโครงสร้างภายนอกของหัวใจ - ภาพวาดโครงสร้างภายในของหัวใจ		- ภาพวาดการไหลเวียนเลือดผ่านหลอดเลือดในร่างกาย - ลูกศรแสดงทิศทางการไหลเวียนของเลือด	- ภาพถ่ายลิ้นหัวใจเทียม	ประเมินการออกแบบแผนภาพสรุปการไหลเวียนของเลือดโดยใช้สัญลักษณ์
6	โครงสร้างของหลอดเลือด		- ภาพวาดโครงสร้างของหลอดเลือดต่างๆ - ภาพวาดลิ้นของหลอดเลือดเวน - ลูกศรแสดงทิศทางการไหลของเลือดในหลอดเลือดต่างๆ	- กราฟแสดงความดันเลือดในหลอดเลือดต่างๆ	- ภาพถ่ายผู้ป่วยรับน้ำเกลือผ่านทางหลอดเลือดเวนบริเวณแขน	
7	ส่วนประกอบของเลือด		- ภาพถ่ายส่วนประกอบของเลือดที่ผ่านการปั่นแยก - ภาพถ่ายเซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว และเกล็ดเลือดของคน	- ภาพถ่ายชนิดของเซลล์เม็ดเลือดขาว - ลูกศรแสดงกระบวนการแข็งตัวของเลือดเมื่อผนังหลอดเลือดฉีกขาด		

แผนลำดับที่	สาระที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
		ขั้นสร้างความสนใจ	ขั้นสำรวจและค้นหา	ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	ขั้นขยายความรู้	ขั้นประเมิน
8	หมู่เลือดและการให้เลือด	- สัญลักษณ์หมู่เลือด A, B, AB, O	- สัญลักษณ์แทนแอนติเจนบนเยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดงและแอนติบอดีในน้ำเลือดระบบ ABO	- ภาพถ่ายลักษณะของเลือดหลังหยดสารละลาย anti-A และ anti-B	- ลูกศรแสดงทิศทางการให้และรับเลือดหมู่เลือดระบบ ABO	ประเมินการออกแบบสัญลักษณ์สรุปหลักการให้และรับเลือดระบบ ABO
9	ระบบน้ำเหลือง	- ภาพถ่ายผู้ป่วยโรคน้ำเหลืองไม่ดี - ภาพวาดหลอดน้ำเหลืองและอวัยวะในระบบภูมิคุ้มกัน	- ภาพวาดการลำเลียงน้ำเหลืองในระบบน้ำเหลือง - ลูกศรแสดงทิศทางการลำเลียงสารออกจากหลอดเลือดฝอย และการลำเลียงสารเข้าสู่หลอดเลือดฝอยและหลอดน้ำเหลืองฝอย - ลูกศรแสดงขั้นตอนการสร้างภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะของลิมโฟไซต์	- สัญลักษณ์ของเซลล์ที่ที่ทำลายเซลล์แปลกปลอม CD8+ - สัญลักษณ์ของเซลล์ที่ผู้ช่วย CD4+		

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวศุจิกา จาตุรนต์พงศา เกิดวันที่ 15 ธันวาคม พ.ศ. 2529 ภูมิลำเนาจังหวัดชัยนาท สำเร็จการศึกษาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชามัธยมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิชาเอกชีววิทยา (เกียรตินิยมอันดับสอง) ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2552 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2554

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University