ผลของการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

น.ส.กุลชญา พิบูลย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Effects of Instruction Using Generative Argument Instructional Model with Online Mapping and Tagcloud on Scientific Reasoning Abilities of Upper Secondary School Students

Miss Kulchaya Piboon

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education in Educational Technology and Communications
Department of Educational Technology and Communications
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2018

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
โดย	น.ส.กุลชญา พิบูลย์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพล รำไพ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กุลชญา พิบูลย์ : ผลของการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (Effects of Instruction Using Generative Argument Instructional Model with Online Mapping and Tagcloud on Scientific Reasoning Abilities of Upper Secondary School Students) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาผลของความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์ (2) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์ และ (3) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์กับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง จำนวน 2 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์ และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย (1) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (2) แบบสังเกตพฤติกรรม และ (3) ระบบการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ Repeated Measured ANOVA

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ (1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าระหว่างเรียนและก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ (2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาขาวิชา เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2561 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

5983916827 : MAJOR EDUCATIONAL TECHNOLOGY AND COMMUNICATIONS
KEYWORD: Online mapping, Tagcloud, Generative argument, Scientific reasoning abilities

Kulchaya Piboon : Effects of Instruction Using Generative Argument Instructional Model with Online Mapping and Tagcloud on Scientific Reasoning Abilities of Upper Secondary School Students. Advisor: Assoc. Prof. Jintavee Khlaisang, Ph.D.

The purpose of this research were : (1) to study the scientific reasoning abilities of student who learned through the generative argument instructional model with online mapping and tagcloud, (2) to compare the scientific reasoning abilities of an experimental group between before, between and after experiment, and (3) to compare the scientific reasoning abilities of student between an experimental group and a control group. The sample were two classes of grade 12 in Mattayom Wat Thatthong school divided into 2 groups : an experimental group who learned through the generative argument instructional model with online mapping and tagcloud, and a control group who learned through the online generative argument instructional model. The research instruments were: (1) a scientific reasoning abilities test, (2) an observation form, and (3) a learning system. The data were analyzed by using descriptive statistics with mean, and Standard Deviation, and Repeated Measured ANOVA

The results were follows (1) after the experiment, the experimental group had an average score of scientific reasoning abilities higher than before and between experiment at .05 level of significance., and (2) after the experiment, the experimental group had an average score of scientific reasoning abilities higher than the control group at .05 level of significance.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study: Educational Technology and Communications Student's Signature .....

Academic Year: 2018 Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความดูแลเอาใจใส่และการให้คำปรึกษาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่คอยให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องในการจัดทำวิทยานิพนธ์ทุกขั้นตอน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของอาจารย์เป็นอย่างสูง ณ ที่นี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพล รำไพ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นและสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรวงคุณวุฒิทางด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาและทางด้านวิทยาศาสตร์ทุกท่าน ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการตรวจแก้ไข และให้คำแนะนำรวมทั้งข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ในสาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และประสบการณ์ที่มีค่ายิ่งแก่ผู้วิจัย

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทองที่ให้ความสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ตั้งใจเรียนและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมอย่างเต็มที่

ขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆสาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยเฉพาะพี่กล้วยที่คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

ท้ายสุดนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวเป็นอย่างสูง ที่คอยเป็นห่วง เป็นกำลังใจ และคอยช่วยเหลือสนับสนุนในทุกๆด้านแก่ผู้วิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

กุลชญา พิบูลย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

คำถามของการวิจัย 5

สมมติฐานของการวิจัย 6

ขอบเขตของการวิจัย 6

ขอบเขตเนื้อหา 6

ตัวแปรที่ใช้แปรการวิจัย 7

ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย 7

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 7

กรอบแนวคิดการวิจัย 9

คำอธิบายกรอบแนวคิด 10

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 12

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13

ตอนที่ 1 รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง 14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.1 ความสำคัญของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Argumentation) 14
1.2 ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ 15
1.3 รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง 16
ความเป็นมาของรูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง 16
องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ 16
กระบวนการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง 19
1.4 บทบาทของครูผู้สอนและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยการสร้างข้อโต้แย้ง ... 20
1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22
ตอนที่ 2 การใช้แผนผัง (Mapping) 23
2.1 ความสำคัญของการใช้แผนผังในการศึกษา 23
2.2 วัตถุประสงค์ของการนำแผนผังมาใช้ในการเรียนการสอน 23
2.3 รูปแบบของแผนผัง 24
2.3.1 แผนผังความคิด (Mind Mapping) 24
ลักษณะพื้นฐานของแผนผังความคิด 24
ขั้นตอนการสร้างแผนผังความคิด 25
2.3.2 ผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) 26
ความหมายของผังมโนทัศน์ 26
ความสำคัญของผังมโนทัศน์ 27
ขั้นตอนการสร้างผังมโนทัศน์ 27
ผังมโนทัศน์แบบร่วมมือ (Collaborative concept map) 28
การนำผังมโนทัศน์ไปใช้ในการเรียนการสอน 29
2.3.3 แผนผังเชิงโต้แย้ง (Argument Mapping) 32
ลักษณะของแผนผังเชิงโต้แย้ง 32
องค์ประกอบของแผนผังเชิงโต้แย้ง 33

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การสร้างแผนผังเชิงโต้แย้ง 34
การนำแผนผังเชิงโต้แย้งไปใช้ 35
ตัวอย่างการใช้เครื่องมือในการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งในการศึกษา 35
การประเมินแผนผังเชิงโต้แย้ง 36
2.4 รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง 37
2.4.1 ขั้นตอนการสอนโดยใช้ รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง 37
2.4.2 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้การสร้างข้อโต้แย้งร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง 38
2.4.3 ขั้นตอนการเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผัง เชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ และการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีการสอนปกติ 41
2.5 วิจัยที่เกี่ยวข้อง 43
ตอนที่ 3 แท็กคลาวด์ (Tag cloud) 45
3.1 ความหมายของแท็กคลาวด์ (Tagcloud) 45
3.2 ลักษณะของแท็กคลาวด์ 46
3.2.1 ลักษณะของตัวอักษร 47
3.2.2 รูปแบบการวางตำแหน่งคำ 47
3.3 ประโยชน์ของแท็กคลาวด์ 47
3.4 การนำแท็กคลาวด์มาใช้ในการศึกษา 48
3.4.1 รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ 48
3.4.2 ขั้นตอนการสอนโดยใช้ รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง โดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ 48
3.4.3 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้การสร้างข้อโต้แย้ง โดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ 50

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.4.4 ขั้นตอนการเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผัง เชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ และการเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์ 53
3.5 ตัวอย่างการใช้เครื่องมือในการสร้างแท็กคลาวด์ในการศึกษา 55
3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 56
ตอนที่ 4 การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ 57
4.1 ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 57
4.2 ประเภทของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ 57
4.3 แนวทางการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 59
4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 71
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 75
1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 75
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 76
1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 76
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 76
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 92
3. การออกแบบการวิจัย 97
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล 98
5. การวิเคราะห์ข้อมูล 101
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 102
ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง 103
ตอนที่ 2 ผลของความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์ 104

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์ 112

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์กับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์ 113

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 114

สรุปผลการวิจัย 115

อภิปรายผลการวิจัย 117

ข้อเสนอแนะ 126

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ 126

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป 126

บรรณานุกรม 128

ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ 137

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล 140

ภาคผนวก ค ตัวอย่างระบบการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ 172

ภาคผนวก ง ภาพการทำกิจกรรม 176

ประวัติผู้เขียน 178

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 บทบาทของครูผู้สอนและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยการสร้างข้อโต้แย้ง. 20

ตารางที่ 2.2 ตารางสังเคราะห์ลักษณะของผังมโนทัศน์ในการนำไปใช้ในการเรียนการสอน..... 31

ตารางที่ 2.3 บทบาทของครูผู้สอนและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยการสร้างข้อโต้แย้งร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง..... 38

ตารางที่ 2.4 เปรียบเทียบขั้นตอนการเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผัง เชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ และการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีการสอนปกติ..... 41

ตารางที่ 2.5 บทบาทของครูผู้สอนและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์..... 50

ตารางที่ 2.6 เปรียบเทียบขั้นตอนการเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผัง เชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ และการเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์ 53

ตารางที่ 2.7 รายละเอียดของพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการใช้เหตุผล 60

ตารางที่ 2.8 ข้อสอบวิทยาศาสตร์ จำแนกตามสรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ PISA (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) 67

ตารางที่ 2.9 ร้อยละของสรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ในแบบวัดของ PISA (OECD, 2017)..... 67

ตารางที่ 2.10 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 70

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดหน่วยการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 77

ตารางที่ 3.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้ง โดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ เครื่องมือในระบบการเรียนรู้ฯ และความสามารถใน การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 79

ตารางที่ 3.3 เปรียบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในระบบการเรียนรู้ฯ ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบ การสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ และนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบ การสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์ในระบบการเรียนรู้ฯ..... 85

Chulalongkorn University

ตารางที่ 3.4 แสดงการออกแบบการสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งปรับมาจากแนวทางการประเมินผลของ PISA และ TIMSS 93

ตารางที่ 3.5 ลักษณะของพฤติกรรมที่แสดงถึงการให้เหตุผลของนักเรียน 95

ตารางที่ 3.6 เกณฑ์การประเมินการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการทำกิจกรรม 98

ตารางที่ 3.7 รายละเอียดเนื้อหาที่นำมาใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา 100

ตารางที่ 4.1 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ 103

ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุม 104

ตารางที่ 4.3 ผลคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียน กลุ่มทดลอง จำแนกตามองค์ประกอบในการวัดประเมิน 105

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบคะแนนองค์ประกอบในการวัดประเมินความสามารถในการให้เหตุผล ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง 106

ตารางที่ 4.5 คะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์จากการทำกิจกรรมในชั้นเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 106

ตารางที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์กับคะแนนเฉลี่ยระหว่างการทำกิจกรรมในชั้นเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 111

ตารางที่ 4.7 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนระหว่างเรียน และหลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลอง 112

ตารางที่ 4.8 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนระหว่างเรียน และหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 113

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

ภาพที่ 2.1 แสดงรายละเอียดขององค์ประกอบเชิงโครงสร้างในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Sampson and Gerbino, 2010)..... 18

ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างแผนผังความคิด (Okada, Shum and Sherborne, 2014)..... 25

ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างผังมโนทัศน์ (Okada, Shum and Sherborne, 2014)..... 27

ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างแผนผังเชิงโต้แย้ง (Dwyer, Hogan, & Stewart, 2013)..... 33

ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างแท็กคลาวด์ (Xie and Lin, 2016)..... 46

ภาพที่ 3.1 แสดงภาพหน้าจอหน้าล็อกอินสำหรับเข้าสู่ระบบการเรียนรู้ฯ..... 90

ภาพที่ 3.2 แสดง Feature progress report (มุมมองของนักเรียนกลุ่มทดลอง)..... 91

ภาพที่ 3.3 แสดง Feature แท็กคลาวด์ (มุมมองของนักเรียนกลุ่มทดลอง)..... 91

ภาพที่ 3.4 รูปแบบการวิจัยกึ่งทดลองแบบศึกษา 2 กลุ่มวัดหลายครั้งแบบอนุกรมเวลา (The Control-group Pretest-Posttest Time-Series Design)..... 97

ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างแท็กคลาวด์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง..... 108

ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างการอภิปรายภายในกลุ่มของนักเรียนกลุ่มทดลอง..... 109

ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างแผนผังเชิงโต้แย้งของนักเรียนกลุ่มทดลอง..... 109

ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างการอภิปรายระหว่างกลุ่มของนักเรียนกลุ่มทดลอง..... 110

ภาพที่ 5.1 ตัวอย่างแผนผังเชิงโต้แย้งของนักเรียนกลุ่มทดลอง..... 119

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในสังคมโลกปัจจุบัน เนื่องจากวิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ เพื่อจะได้มีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งเป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การพัฒนานักเรียนให้มีความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) สามารถมีส่วนร่วมในการอภิปรายถึงประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีเหตุผลในฐานะพลเมืองของโลก (OECD, 2017) สิ่งสำคัญที่จะพัฒนาให้นักเรียนเกิดความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้คือ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Science competencies) โดย PISA (Programme for International Student Assessment) ในปี 2015 ได้กำหนดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วย (1) การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ รับรู้ข้อเสนอและประเมินคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลสอดคล้องกับประจักษ์พยาน (2) ประเมินและออกแบบการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์โดยการค้นคว้าและเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และ (3) การตีความหลักฐานและข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ โดยการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล ข้อกล่าวอ้าง หรือข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์นำไปสู่การสร้างข้อสรุปหรือการสร้างองค์ความรู้ที่เหมาะสม ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงรายละเอียดของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แล้ว มีความสอดคล้องกับนิยามของความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่นักการศึกษาได้กำหนดไว้ (Lawson, 1985; Zimmerman, 2005)

การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นการคิดอย่างมีเหตุผลในการแก้ปัญหาและทดสอบสมมติฐาน นำไปสู่การสร้างความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยี สังคม เศรษฐกิจและอุตสาหกรรม (OECD, 2017) รวมทั้งเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาบุคคลให้ปรับตัวอยู่ในสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆในชีวิตประจำวัน

การตัดสินใจ การแก้ปัญหาต่าง ๆ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ รวมทั้งเป็นเครื่องมือในการสร้างความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยจะเน้นการพัฒนาให้นักเรียนมีความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่ก็ยังพบปัญหาที่นักเรียนมีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่ต่ำ ซึ่งจากการรายงานผลการประเมินความสามารถในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของโครงการ TIMSS (The Third International Mathematic and Science Study) ของสมาคมนานาชาติเพื่อการประเมินสัมฤทธิผลทางการศึกษา (International Association for the Evaluation of Educational Achievement; IEA) ร่วมกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ในการประเมินด้านเนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนรู้ทางด้านความรู้ การประยุกต์ใช้ความรู้ และการใช้เหตุผล ในปี 2015 ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาวิทยาศาสตร์ 456 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐาน และจากการวิเคราะห์พบว่านักเรียนไทยทำข้อสอบแบบเลือกตอบได้มากกว่าแบบเขียนตอบ และในการทำข้อสอบแบบเขียนตอบ นักเรียนตอบคำถามได้ไม่ชัดเจน ตอบไม่ตรงคำถาม ตอบคำถามไม่ครบ และไม่สามารถเขียนอธิบายที่ต้องแสดงเหตุผลประกอบ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอน จึงควรพัฒนาให้นักเรียนพัฒนาความสามารถทางด้านการให้เหตุผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

การจัดการเรียนการสอนโดยการนำการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มาใช้สามารถพัฒนาความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) ของนักเรียนได้ (Duschl & Osborne, 2002) เนื่องจากการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ต้องการให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยใช้หลักฐานและการให้เหตุผลที่เหมาะสม รวมทั้งมีการวิจารณ์ร่วมกันโดยปราศจากทัศนคติ (Sampson & Clark, 2011) และช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สร้างองค์ความรู้ผ่านทางการโต้แย้งและให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนหรือปฏิเสธข้อค้นพบโดยใช้หลักฐานในการอ้างอิง ส่งเสริมการมีส่วนร่วมในสังคมวิทยาศาสตร์ การปรับเปลี่ยนมุมมองทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Driver, Newton, & Osborne, 2000; Erduran, 2007) การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จะนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Erduran, 2007) หรือมุมมองของการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความสามารถในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และระบุปัญหา

ที่สามารถหาคำตอบได้โดยการใช้หลักฐาน อธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และใช้หลักฐานเหล่านั้นในการสร้างข้อสรุปและการให้เหตุผล

รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง (The Generative an Argument Instructional Model) ได้รับการพัฒนาขึ้นโดย Victor Sampson and Francesca Gerbino ในปี 2010 เนื่องจากเชื่อว่าการพัฒนานักเรียนให้เกิดความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิด รวมทั้งความสามารถในการให้เหตุผล นักเรียนจำเป็นต้องเข้าใจถึงกระบวนการการสร้างความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ในการสร้างทฤษฎี หรือกฎต่าง ๆที่สำคัญ เพื่อให้เข้าใจถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนั้นครูผู้สอนจึงต้องพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการสร้างข้อสนับสนุนหรือคัดค้านประเด็นทางวิทยาศาสตร์ โดยการโต้แย้งและประเมินร่วมกัน ซึ่งมีทั้งหมด 4 ขั้นตอน คือ (1) การระบุปัญหาคำถามและภาระงาน (2) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (3) กิจกรรมการโต้แย้ง และ (4) การทำความเข้าใจภายในกลุ่มและการสร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล อย่างไรก็ดีจากผลการวิจัยของนักการศึกษาหลายท่านพบว่า การนำรูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งมาใช้มีข้อจำกัดบางประการ เช่น นักเรียนมีการใช้ หลักฐานที่ได้จากการสำรวจ หรือจากการทดลองมาใช้ยืนยันคำตอบของตนเอง แต่ยังขาดการเชื่อมโยงของหลักฐานกับทฤษฎีต่าง ๆ และไม่ได้อธิบายถึงเหตุผลในการเลือกหลักฐานนั้นมาใช้เป็นสิ่งยืนยันในคำตอบ (Sampson & Walker, 2012) ดังนั้นการนำเทคโนโลยีมามีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอนจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนการเกิดเรียนรู้ที่ดีขึ้น (Eggert, Nitsch, Boone, Nückles, & Bögeholz1, 2017; Engelmann, Neuhaus, & Fischer, 2016)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนผังเชิงโต้แย้งเป็นวิธีการโต้แย้งเชิงภาพที่มีการเรียงลำดับการนำเสนอเพื่อลดความซับซ้อนในการอ่านโครงสร้างการโต้แย้ง ซึ่งในการเขียนแผนผังเชิงโต้แย้งประกอบด้วยกล่องข้อความที่มีประเด็นหรือข้อสรุปหลักที่นำมาใช้ในการโต้แย้ง รวมทั้งส่วนที่สนับสนุนหรือคัดค้านข้อกล่าวอ้างและลูกศรแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อเสนอต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านในประเด็นต่างๆ (Dwyer, Hogan, & Stewart, 2013) ซึ่งการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกันบนคอมพิวเตอร์จะช่วยให้สนับสนุนการเรียนร่วมกันของนักเรียน พัฒนาการโต้แย้งและพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน (Dwyer, Hogan, & Stewart, 2012) เนื่องจากนักเรียนสามารถเชื่อมโยงหลักฐาน ทฤษฎีต่าง ๆกับข้อสรุปได้ แต่การนำแผนผังเชิงโต้แย้งมาอาจทำให้ผู้เรียนเกิด cognitive

load เพราะข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาจำนวนมากและเกิดความซับซ้อนในการคิด (Dwyer et al., 2013; Dwyer, Hogan, & Stewart, 2015)

ปัจจุบันเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทอย่างมากในการเรียนการสอน ช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพในและประสิทธิผลของผู้เรียน รวมทั้งพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่วางไว้ ทักษะสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี (information, media and technology skills) จัดเป็นทักษะแห่งอนาคตเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย การรู้เท่าทันสารสนเทศ (information literacy) การรู้เท่าทันสื่อ (media literacy) และการรู้ทันเทคโนโลยี (ICT: Information, Communication and Technology Literacy) ผู้เรียนเลือกใช้สารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสมใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ การสืบค้น ที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลสารสนเทศได้อย่างรวดเร็ว ได้ทุกที่ทุกเวลา ดังนั้นการออกแบบการเรียนการสอนจึงควรเน้นให้ผู้เรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับกลุ่มเพื่อนในเชิงการอภิปราย การสืบค้นข้อมูลที่มีแหล่งอ้างอิงน่าเชื่อถือ ซึ่งเป็นการฝึกทักษะการเข้าถึงสารสนเทศและพัฒนาการคิดแบบมีวิจารณญาณ ซึ่งจะทำให้เกิดความรู้และเข้าใจในเชิงลึกมากกว่าการบอกเล่าเรื่องให้นักเรียนจดจำ สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญทางด้านความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เพื่อพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสมและมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แท็กคลาวด์ เป็นกิจกรรมกลุ่มในการอธิบายแหล่งข้อมูลด้วยคำหลัก (Trant, 2008) ซึ่งสมาชิกภายในกลุ่มสามารถเชื่อมโยงคำหลักไปยังแหล่งข้อมูลดิจิทัล เช่น เว็บ บล็อก หรือภาพเพื่อสะท้อนความหมายเฉพาะหรือความเกี่ยวข้องกับแหล่งข้อมูลของตน (Xie & Lin, 2016) นอกจากนี้ระบบแท็กแสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ต่าง ๆของสังคม (Cress & Held, 2013) การนำแท็กคลาวด์มาใช้ในการศึกษาสามารถช่วยพัฒนาการสะท้อนคิดของนักเรียน กระบวนการคิดร่วมกันของกลุ่ม รวบรวมความคิดและจัดระเบียบความคิดของกลุ่มจากการแบ่งปันความรู้ภายในกลุ่ม (Xie & Lin, 2016) และช่วยให้นักเรียนมีการสร้างความรู้ร่วมกัน (S.-Y. Lin & Xie, 2017) พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ในการระบุปัญหา และการสำรวจปัญหา รวมทั้งสร้างความคิดใหม่ๆ (Schellens, Keer, Wever, & Valcke, 2009) สอดคล้องกับผลการวิจัยของ S.-Y.

Lin and Xie (2017) เนื่องจากแท็กคลาวด์เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยสนับสนุนการอภิปรายร่วมกันของนักเรียนช่วยชี้แนะนักเรียนให้อภิปรายอยู่ในขอบเขตของเรื่องที่ศึกษา แลกเปลี่ยนความคิด เปรียบเทียบข้อมูล ขยายความคิด อธิบายเหตุผล และโต้แย้งเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปของกลุ่ม

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องรวมทั้งความสำคัญที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายให้สูงยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์

3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์กับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คำถามของการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์ มีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นหรือไม่

2. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์ มีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์หรือไม่

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์ จะมีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและระหว่างเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์ จะมีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 22 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยมีเหตุผลสนับสนุนดังนี้

1) เป็นโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ

2) เป็นโรงเรียนที่มีความพร้อมในด้านเทคโนโลยี รวมถึงระบบอินเทอร์เน็ตที่เอื้ออำนวยต่อการจัดการเรียนการสอน

3) เป็นโรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนเพียงพอต่อการทดลองในการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขอบเขตเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอและวิวัฒนาการ

ตัวแปรที่ใช้แปรการวิจัย

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 8 สัปดาห์

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง (The Generative an Argument Instructional Model) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้ง ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1) การระบุปัญหา คำถามและภาระงาน (Identification of the Problem, Question and Task) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้เกิดปัญหาและคำถามในเรื่องที่กำลังศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Generation of a Tentative Argument) เป็นขั้นที่นักเรียนทำการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูล จากนั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม

3) กิจกรรมการโต้แย้ง (The Argumentation Session) เป็นขั้นที่นักเรียนมีการโต้แย้งกันระหว่างๆกลุ่มจากประเด็นการโต้แย้งที่ครูผู้สอนกำหนด และให้นักเรียนกลุ่มอื่นแสดงความคิดเห็นหรือประเมินข้อโต้แย้งพร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

4) การทำความเข้าใจภายในกลุ่มและการสร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล (Group sense-making and individual argument) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนสรุปเชื่อมโยงกิจกรรมและมโนทัศน์ของเรื่องที่ศึกษา และนักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และการได้มาซึ่งความรู้ของตนโดยการเขียนข้อโต้แย้งของตนเอง รวมทั้งการใช้หลักฐานและการให้เหตุผลที่เหมาะสมเพื่อสนับสนุนข้อสรุป

2. แผนผังออนไลน์ (Online mapping) หมายถึง การสร้างแผนผังร่วมกันระหว่างสมาชิกภายในกลุ่มของนักเรียนแบบออนไลน์ โดยรูปแบบแผนผังที่นำมาใช้ คือ แผนผังเชิงโต้แย้ง (Argument mapping) เป็นวิธีการโต้แย้งเชิงภาพที่มีการเรียงลำดับการนำเสนอเพื่อลดความซับซ้อนในการอ่านโครงสร้างการโต้แย้ง และช่วยให้เกิดการโต้แย้งที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยองค์ประกอบของแผนผังเชิงโต้แย้ง มีดังนี้ (1) ข้อสรุป (Conclusion) (2) การให้เหตุผล (Reason) (3) หลักฐานร่วม (Co-premise) (4) การคัดค้าน (Objection) และ (5) การโต้แย้ง (Rebuttal)

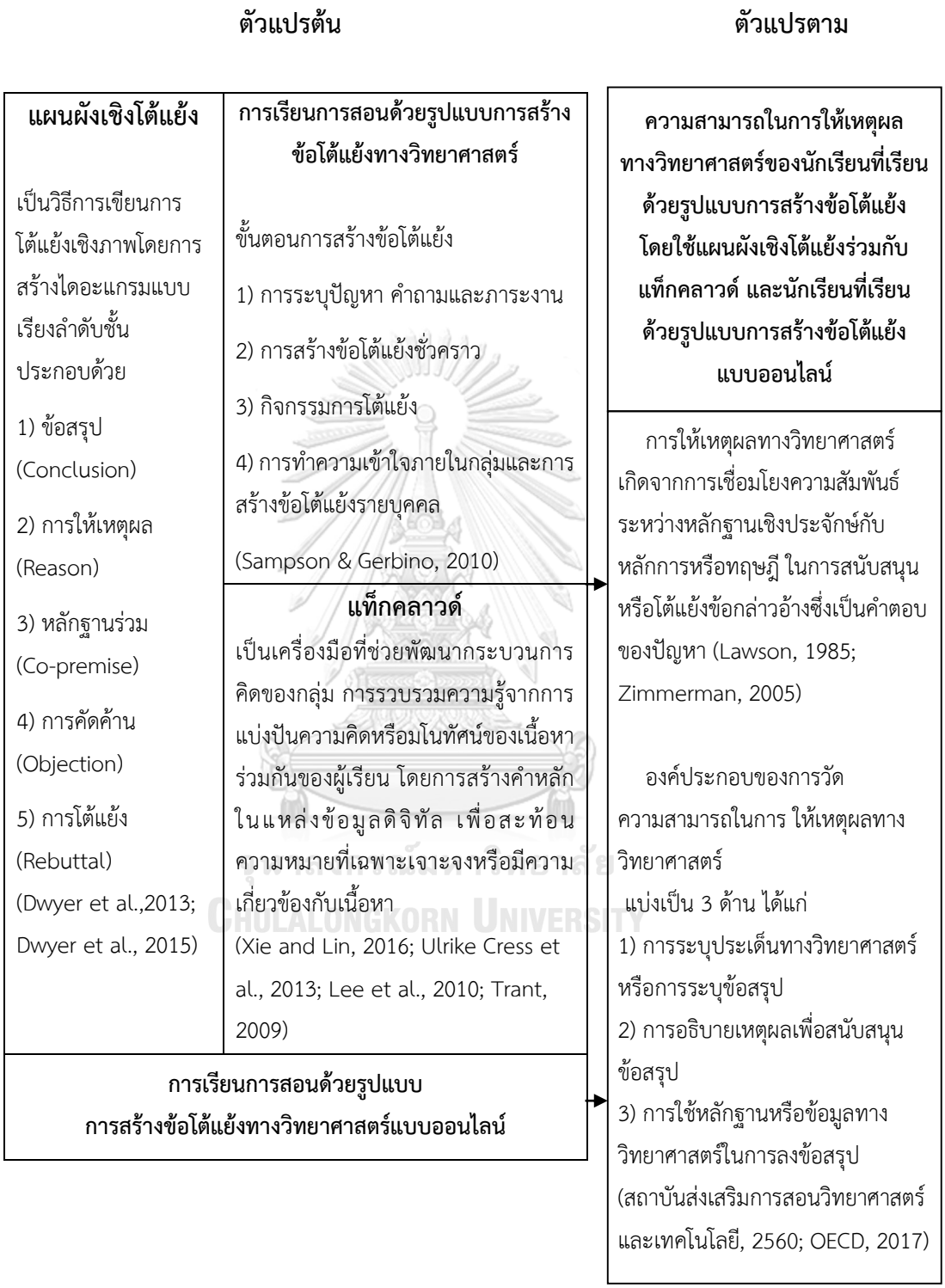
3. แท็กคลาวด์ (Tag cloud) หมายถึง การเชื่อมโยงข้อมูลร่วมกันด้วยคำหลักที่สมาชิกภายในกลุ่มสร้างขึ้น และนำเสนอข้อมูลในลักษณะของขนาดหรือสีตัวอักษรที่แตกต่างกัน เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของคำหลัก โดยคำหลักที่มีความสำคัญจะมีขนาดตัวอักษรที่ใหญ่กว่าหรือมีสีที่เข้มกว่าคำหลักคำอื่น ซึ่งสมาชิกภายในกลุ่มสามารถแบ่งปันข้อมูล และเรียนรู้ร่วมกันได้ โดยนักเรียนจะนำแท็กคลาวด์มาใช้ในขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เพื่อหาข้อสรุปของกลุ่มจากภาระงานหรือคำถามที่ครูผู้สอนกำหนด แล้วนำคำหลักเหล่านั้นมาใช้เป็นข้อมูลในการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้ง

4. รูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่นำแผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ มาใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบการสร้างข้อโต้แย้ง โดยนักเรียนจะทำกิกรรมโดยใช้แท็กคลาวด์และแผนผังเชิงโต้แย้ง จากนั้นเขียนเหตุผลหลังจากทำกิจกรรมลงในบล็อกที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ให้

5. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการการนำความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และหลักฐานเชิงประจักษ์มาใช้ในการสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐาน เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถวัดได้โดยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบปรนัย 4 ตัวเลือก และแบบเขียนตอบปลายเปิด จำนวน 30 ข้อ ที่มีองค์ประกอบในการวัดประเมิน ดังนี้ (1) สามารถระบุข้อมูล ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปได้จากการวิเคราะห์ ตีความปัญหาที่เกี่ยวข้อง (2) อธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับ แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจเกี่ยวกับสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น รวมทั้งทำนาย และคาดคะเนผลที่เกิดขึ้นจากข้อสรุปที่ได้ และ (3) ประเมินและตรวจสอบ โดยใช้หลักฐานและเหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบในการแก้ปัญหา ข้อสรุปจากการสำรวจหรือคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และแบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กรอบแนวคิดการวิจัย



CHULALONGKORN UNIVERSITY

คำอธิบายกรอบแนวคิด

1. แท็กคลาวด์ (Tag cloud) เป็นเครื่องมือในการนำเสนอกลุ่มคำในรูปแบบภาพ มีการเชื่อมโยงข้อมูลร่วมกันด้วยคำหลักที่สมาชิกภายในกลุ่มสร้างขึ้น และนำเสนอข้อมูลในลักษณะของขนาดหรือสีตัวอักษรที่แตกต่างกัน เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของคำหลัก โดยคำหลักที่มีความสำคัญจะมีขนาดตัวอักษรที่ใหญ่กว่าหรือมีสีที่เข้มกว่าคำหลักคำอื่น ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเชื่อมโยงคำหลักไปยังแหล่งข้อมูลในเว็บ 2.0 ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กันได้ นอกจากนี้สมาชิกภายในยังกลุ่มสามารถแบ่งปันข้อมูล และเรียนรู้ร่วมกันได้ ช่วยพัฒนาการสะท้อนคิดของนักเรียน กระบวนการคิดร่วมกันของกลุ่ม และช่วยให้นักเรียนมีการสร้างความรู้ร่วมกัน (Cress, Held, & Kimmerle, 2013; Lee, Riche, Karlson, & Carpendale, 2010; Trant, 2008; Xie & Lin, 2016)

2. แผนผังเชิงโต้แย้ง (Argument mapping) เป็นวิธีการโต้แย้งเชิงภาพที่มีการเรียงลำดับการนำเสนอเพื่อลดความซับซ้อนในการอ่านโครงสร้างการโต้แย้ง ซึ่งในการเขียนแผนผังเชิงโต้แย้งประกอบด้วยกล่องข้อความและลูกศร ภายในกล่องข้อความจะการเขียนข้อความโต้แย้ง โดยกล่องข้อความที่อยู่ตำแหน่งบนสุด คือข้อความที่เป็นประเด็นหรือข้อสรุปหลักที่นำมาใช้ในการโต้แย้ง และกล่องข้อความในตำแหน่งที่รองลงจะจะเป็นส่วนที่สนับสนุนหรือคัดค้านข้ออ้างดังกล่าว ส่วนลูกศรจะใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อเสนอต่างๆ เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านในประเด็นต่างๆ (Dwyer et al., 2013, 2015)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

องค์ประกอบของแผนผังเชิงโต้แย้ง ประกอบด้วย

1) ข้อสรุป (Conclusion) เป็นข้อความที่เป็นประเด็นหรือข้อสรุปหลักที่นำมาใช้ในการโต้แย้งเพื่อพิสูจน์ความถูกต้อง

2) การให้เหตุผล (Reason) เป็นการสนับสนุนข้อสรุปโดยใช้หลักฐานเป็นการยืนยันความถูกต้อง

3) หลักฐานร่วม (Co-premise) เป็นการใช้หลักฐานเพิ่มเติมในการให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุป

4) การคัดค้าน (Objection) เป็นการให้เหตุผลโดยใช้หลักฐานเพื่อโต้แย้งข้อสรุป

5) การโต้แย้ง (Rebuttal) เป็นการโต้แย้งต่อสิ่งที่คัดค้านไปในเบื้องต้น

3. รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง (The Generative an Argument Instructional Model) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้ง (Sampson & Gerbino, 2010) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1) การระบุปัญหา คำถามและภาระงาน (Identification of the Problem, Question and Task) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้เกิดปัญหาและคำถามในเรื่องที่กำลังศึกษา โดยการกำหนดสถานการณ์ปัญหาหรือภาระงาน เพื่อให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยและกำหนดประเด็นในการโต้แย้ง พร้อมทั้งทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน

2) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Generation of a Tentative Argument) เป็นขั้นที่นักเรียนทำการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูล จากนั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม รวมทั้งประเมินข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาใช้ในการสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่ม

องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 3 องค์ประกอบ คือ

1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นการอนุมาน การอธิบาย ข้อสรุปโดยทั่วไปหรือคำตอบของคำถามวิจัย

2) หลักฐาน (Evidence) แสดงถึงข้อมูล เช่น การวัด การสังเกต ซึ่งคัดเลือกมาจากการทดลอง การสำรวจตรวจสอบ หรือการวิเคราะห์และตีความข้อมูล รวมทั้งการอ้างอิงกฎ ทฤษฎี แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หรือข้อค้นพบของผู้อื่น มาใช้ในการสนับสนุนความเป็นเหตุผลและความถูกต้องของข้อกล่าวอ้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3) การให้เหตุผล (Rational) เป็นการอธิบายเหตุผลของการนำหลักฐานดังกล่าวมาใช้และหลักฐานนั้นสนับสนุนข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้างอย่างไร

3) กิจกรรมการโต้แย้ง (The Argumentation Session) เป็นขั้นที่นักเรียนมีการโต้แย้งกันระหว่างๆกลุ่มจากประเด็นการโต้แย้งที่ครูผู้สอนกำหนด โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งที่สามารถสื่อสารให้นักเรียนกลุ่มอื่นเข้าใจได้ และให้นักเรียนกลุ่มอื่นแสดงความคิดเห็นหรือประเมินข้อโต้แย้งพร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

4) การทำความเข้าใจภายในกลุ่มและการสร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล (Group sense-making and individual argument) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนสรุปเชื่อมโยงกิจกรรมและมโนทัศน์ของเรื่องที่ศึกษา จากนั้นนักเรียนจะกลับเข้ากลุ่มของตนเองเพื่ออภิปรายถึงข้อสรุป และนักเรียนแต่ละคนเขียน

สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และการได้มาซึ่งความรู้ของตนโดยการเขียนข้อโต้แย้งของตนเอง รวมทั้งการใช้หลักฐานและการให้เหตุผลที่เหมาะสมเพื่อสนับสนุนข้อสรุป ซึ่งครูผู้สอนสามารถประเมินความเข้าใจของนักเรียนและให้ข้อมูลย้อนกลับ

4. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถหรือทักษะของบุคคลที่ใช้ในการสืบสอบและประเมินหลักฐานเพื่อสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐาน และการโต้แย้งเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์หรือความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ (Lawson, 1985; Zimmerman, 2005)

องค์ประกอบในการวัดประเมิน (OECD, 2017; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ประกอบด้วย

1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือการระบุข้อสรุป เป็นความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์

2) การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สมเหตุสมผลกับสถานการณ์ต่าง ๆ สามารถบรรยาย ตีความปรากฏการณ์ และคาดการณ์หรือพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้น

3) การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ เป็นสมรรถนะที่ต้องการให้นักเรียนรู้ความหมาย ความสำคัญของสิ่งที่ค้นพบทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ในการลงข้อสรุป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. การจัดการเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ เป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาการให้เหตุผลด้านอื่น ๆของนักเรียน และนักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาอื่น ๆรวมทั้งนำไปใช้ในการเรียนในระดับที่สูงขึ้น

2. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง ผลของการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์ ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

ตอนที่ 1 รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง

1.1 ความสำคัญของการโต้งแย้งทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Argumentation)

1.2 ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

1.3 รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง

1.4 บทบาทของครูผู้สอนและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยการสร้างข้อโต้แย้ง

1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 2 การใช้แผนผัง

2.1 ความสำคัญของการใช้แผนผังในการศึกษา

2.2 วัตถุประสงค์ของการนำแผนผังมาใช้ในการเรียนการสอน

2.3 รูปแบบแผนผัง

2.4 รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 3 แท็กคลาวด์

3.1 ความหมายของแท็กคลาวด์ (Tagcloud)

3.2 ลักษณะของแท็กคลาวด์

3.3 ประโยชน์ของแท็กคลาวด์

3.4 การนำแท็กคลาวด์มาใช้ในการศึกษา

3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 4 การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

4.2 ประเภทของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

4.3 แนวทางการวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 1 รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง

1.1 ความสำคัญของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Argumentation)

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายสำคัญ คือ การพัฒนาให้นักเรียนเกิด Scientific literacy หรือความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับใช้ในการตัดสินใจและการมีส่วนร่วมในสังคม สามารถประเมินข้อมูลต่างๆเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Zimmerman, 2005) ดังนั้นวิธีการที่จะช่วยส่งเสริมนั้น จึงจำเป็นต้องพัฒนานักเรียนให้เข้าใจถึงกระบวนการการสร้างความรู้ การอธิบาย การประเมินความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ และการเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Sampson & Gerbino, 2010) ซึ่งการนำการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนการสอนสามารถพัฒนา scientific literacy ของนักเรียนได้ (Duschl & Osborne, 2002) เนื่องจากการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ต้องการให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ โดยใช้หลักฐานและการให้เหตุผลที่เหมาะสม รวมทั้งมีการวิจารณ์ร่วมกันโดยปราศจากทัศนคติ (Sampson & Clark, 2011) และช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สร้างองค์ความรู้ผ่านทางการโต้แย้งและให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนหรือปฏิเสธข้อค้นพบโดยใช้หลักฐานในการอ้างอิง ส่งเสริมการมีส่วนร่วมในสังคมวิทยาศาสตร์ การปรับเปลี่ยนมุมมองทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Driver et al., 2000; Erduran, 2007)

สำหรับการนำการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนการสอน ได้มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความสำคัญในมุมมองที่หลากหลาย ซึ่งหากพิจารณาในมุมมองของการสื่อสาร การโต้แย้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทางวิทยาศาสตร์จะนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Erduran, 2007) หรือมุมมองของการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความสามารถในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และระบุปัญหาที่สามารถหาคำตอบได้โดยการใช้หลักฐาน อธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และใช้หลักฐานเหล่านั้นในการสร้างข้อสรุปและการให้เหตุผล สอดคล้องกับ Sibel Erduran, Yasemin Ozdem, and Park (2015) ที่แบ่งมุมมองเกี่ยวกับความสำคัญของการนำการโต้แย้งไปใช้ทั้งหมด 3 มุมมอง คือ (1) การพัฒนาทัศนคติและความคิด (2) การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และ (3) การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้การโต้แย้งถือเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนากระบวนการคิด การให้เหตุผล และทักษะการสื่อสารของนักเรียน (Berland & Reiser, 2009; Sadler, 2004; Sibel Erduran et al., 2015) รวมทั้ง Kuhn (1991) ที่กล่าวว่า การโต้แย้งจะนำไปสู่ข้อสรุปหรือการตัดสินใจ กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ กระบวนการคิดและการอภิปรายร่วมกันส่งผลให้เกิดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สามารถช่วยส่งเสริมกระบวนการคิด การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากการร่วมกันโต้แย้งโดยใช้หลักฐานและเหตุผล ควบคู่กับการมีปฏิสัมพันธ์ในสังคม ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ถือเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.2 ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

Erduran (2007) ได้ให้ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ว่า การโต้แย้งโดยใช้ความรู้ที่บุคคลสร้างขึ้นเองหรือร่วมกันสร้างขึ้น และได้รับการประเมินจากหลักฐานเชิงประจักษ์หรือทฤษฎีต่างๆ

Kuhn (1991) ได้ให้ความหมายว่า การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการนำเสนอ สนับสนุน ประเมิน หรือปรับปรุงข้อกล่าวอ้างในลักษณะของการสะท้อนคุณค่าทางสังคมวิทยาศาสตร์

Norris, Phillips, and Osborne (2007) ได้ให้ความหมายว่า ความพยายามในการสร้างหรือพิสูจน์ข้อสรุปบนพื้นฐานของเหตุผล

Berland and Reiser (2011) ได้ให้ความหมายว่า การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์คือ การปฏิบัติทางสังคม ที่สมาชิกในสังคมเข้าใจถึงปรากฏการณ์ต่างๆ ภายใต้การศึกษา การประเมิน วิพากษ์วิจารณ์และแก้ไขปรับปรุงข้อกล่าวอ้างผ่านการอภิปรายร่วมกัน

Duschl, Schweingruber, and Shouse (2007) ได้ให้ความหมายการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ว่า การอภิปรายอย่างมีเหตุผล โดยการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน

จากความหมายเบื้องต้น สามารถสรุปได้ว่า การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ คือ การอภิปรายร่วมกันโดยนำความรู้ ทฤษฎีหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ต่างๆ มาใช้ในการให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้ง นำไปสู่การสร้างข้อสรุปหรือองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.3 รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง

ความเป็นมาของรูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง

รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง (The Generative an Argument Instructional Model) ได้รับการพัฒนาขึ้นโดย Victor Sampson and Francesca Gerbino ในปี 2010 เนื่องจากผู้วิจัยเชื่อว่าการพัฒนานักเรียนให้เกิดความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิด รวมทั้งความสามารถในการให้เหตุผล นักเรียนจำเป็นต้องเข้าใจถึงกระบวนการการสร้างความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ในการสร้างทฤษฎี หรือกฎต่างๆที่สำคัญ เพื่อให้เข้าใจถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนั้นครูผู้สอนจึงต้องพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการสร้างข้อสนับสนุนหรือคัดค้านประเด็นทางวิทยาศาสตร์ โดยการโต้แย้งและประเมินร่วมกัน

องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

Sampson and Gerbino (2010) ได้เสนอองค์ประกอบสำคัญของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ คือ การประเมินความสามารถในการยอมรับถึงความเกี่ยวข้องและความเหมาะสมของเหตุผลที่ใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจถึงวิธีการในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่แตกต่างจากการโต้แย้งทั่วไป คือ การใช้เหตุผลและหลักฐานต่างๆ มาสนับสนุนการโต้แย้ง

องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 3 องค์ประกอบ คือ

1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นการอนุมาน การอธิบาย ข้อสรุปโดยทั่วไปหรือคำตอบของคำถามวิจัย

2) หลักฐาน (Evidence) แสดงถึงข้อมูล เช่น การวัด การสังเกต ซึ่งคัดเลือกมาจากการทดลอง การสำรวจตรวจสอบ หรือการวิเคราะห์และตีความข้อมูล รวมทั้งการอ้างอิงกฎ ทฤษฎี แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หรือข้อค้นพบของผู้อื่น มาใช้ในการสนับสนุนความเป็นเหตุผลและความถูกต้องของข้อกล่าวอ้าง

3) การให้เหตุผล (Rational) เป็นการอธิบายเหตุผลของการนำหลักฐานดังกล่าวมาใช้ และหลักฐานนั้นสนับสนุนข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้างอย่างไร

องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์นี้ได้รับการพัฒนามาจากแนวคิดของ Toulmin (1958) ที่ได้ระบุองค์ประกอบของการโต้แย้งไว้ 5 องค์ประกอบ คือ

1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นข้อแถลงหรือคำยืนยัน

2) ข้อมูล (Grounds) ข้อมูลหรือหลักฐานที่ใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือการพิสูจน์ข้อโต้แย้ง

3) ข้อยืนยัน (Warrants) เป็นการเชื่อมโยงข้อมูลและหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

4) การสนับสนุน (Backings) เป็นข้อมูลหรือคำพูดเพิ่มเติมที่ใช้ในการอธิบายเพื่อสนับสนุนข้อยืนยัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

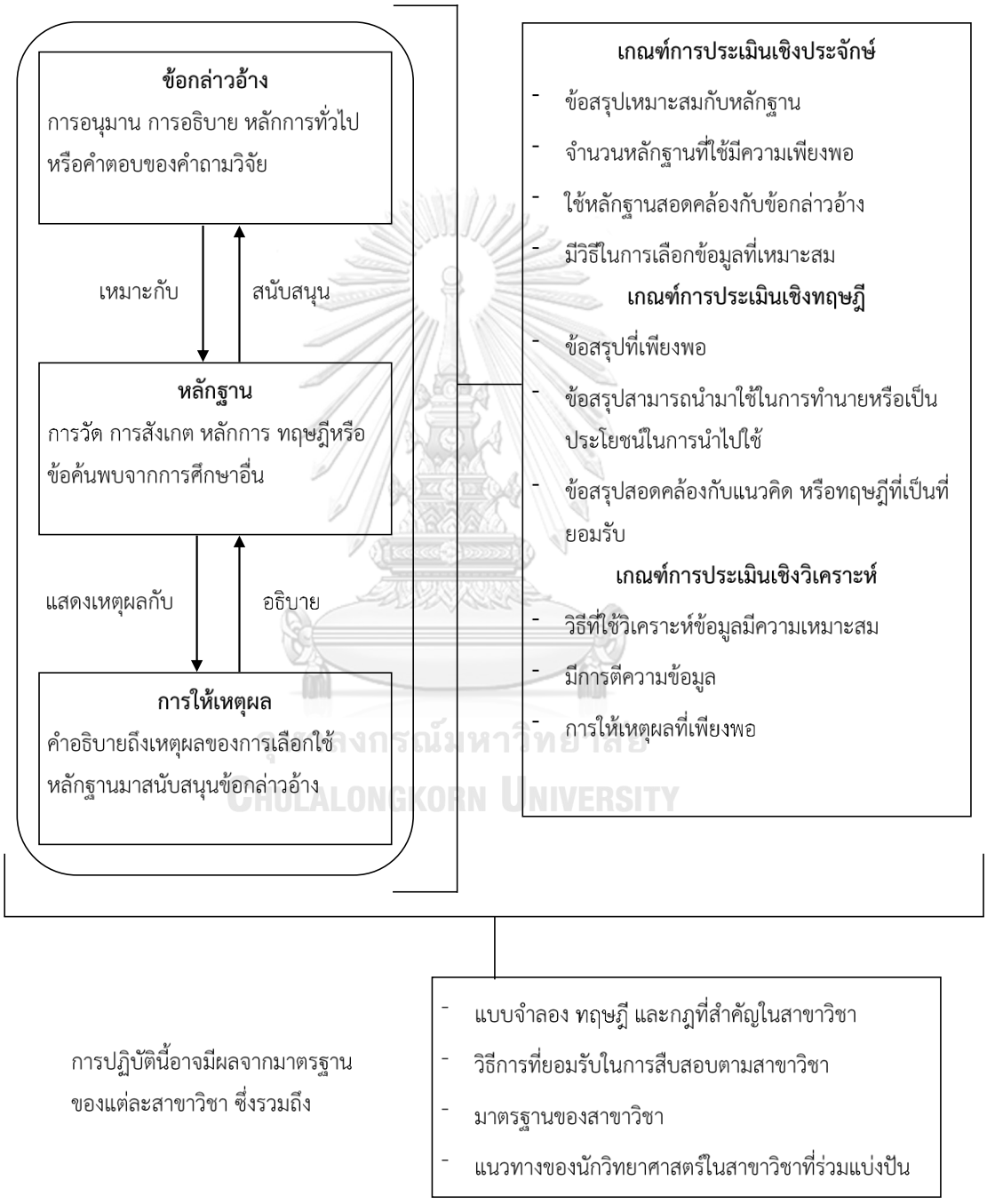
5) ข้อกล่าวหา (Rebuttals) การโต้แย้งข้อมูลหรือคัดค้านข้อกล่าวอ้าง

นอกจากองค์ประกอบเชิงโครงสร้างที่ใช้เป็นกรอบในการโต้แย้ง ยังมีเกณฑ์การประเมินที่นักเรียนสามารถใช้ในการประเมินการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของตน เกณฑ์ที่ใช้ประเมินนั้นแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ

1) เกณฑ์การประเมินเชิงประจักษ์ ประกอบด้วยข้อสรุปที่สอดคล้องกับหลักฐานที่นำมาอ้างอิง และคุณภาพของหลักฐาน

2) เกณฑ์การประเมินเชิงทฤษฎี เป็นการประเมินความเพียงพอของข้อสรุป การนำกฎ ทฤษฎีและแบบจำลองมาใช้ในการสนับสนุนข้อสรุป

3) เกณฑ์การประเมินเชิงวิเคราะห์ เป็นการประเมินคุณภาพของการให้เหตุผล เช่น การให้เหตุผลแบบนิรนัย การให้เหตุผลเชิงสัมพันธ์ หรือการให้เหตุผลแบบนิรนัยเชิงสมมติฐาน เป็นต้น ในการพิจารณาว่าเพราะเหตุใดจึงใช้เหตุผลดังกล่าวในการสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสรุป รายละเอียดขององค์ประกอบเชิงโครงสร้างดังกล่าว แสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 แสดงรายละเอียดขององค์ประกอบเชิงโครงสร้างในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Sampson & Gerbino, 2010)

กระบวนการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง

Sampson and Gerbino (2010) ได้เสนอรูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง ซึ่งมีทั้งหมด 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) การระบุปัญหา คำถามและภาระงาน (Identification of the Problem, Question and Task) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้เกิดปัญหาและคำถามในเรื่องที่กำลังศึกษา โดยการกำหนดสถานการณ์ปัญหาหรือภาระงาน เพื่อให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยและกำหนดประเด็นในการโต้แย้ง พร้อมทั้งทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนและจัดเตรียมเอกสารสำหรับการทำกิจกรรม ข้อมูลทั่วไป ทฤษฎีหรือกฎต่างๆที่จำเป็นต่อการพัฒนาการโต้แย้งของนักเรียน เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินคุณภาพการโต้แย้งของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนร่วมกันวางแผนเพื่อใช้ในการสำรวจในขั้นต่อไป

2) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Generation of a Tentative Argument) เป็นขั้นที่นักเรียนทำการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูล จากนั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม รวมทั้งประเมินข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาใช้ในการสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่ม โดยองค์ประกอบที่ใช้ในการโต้แย้งประกอบด้วย

1) ข้อกล่าวอ้าง ข้อสรุปหรือคำตอบของคำถามในการศึกษา

2) หลักฐาน เป็นข้อมูลที่ใช้ในการสนับสนุนข้อสรุป ซึ่งอาจเป็นข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลเชิงคุณภาพ รวมทั้งกฎหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3) การให้เหตุผล เป็นการอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้หลักฐานดังกล่าว เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน

ขั้นของการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวนี้จะช่วยพัฒนาการให้เหตุผลของนักเรียนในการอธิบายว่าหลักฐานนั้นสนับสนุนข้อสรุปอย่างไรและเหตุใดจึงเลือกหลักฐานนั้นมาใช้ในการสนับสนุนข้อสรุป ซึ่งในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ท้าทายสำหรับนักเรียน เนื่องจากบ่อยครั้งที่นักเรียนไม่เข้าใจธรรมชาติของปรากฏการณ์โดยการใช้ข้อมูลดิบ กฎ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3) กิจกรรมการโต้แย้ง (The Argumentation Session) เป็นขั้นที่นักเรียนมีการโต้แย้งกันระหว่างๆกลุ่มจากประเด็นการโต้แย้งที่ครูผู้สอนกำหนด โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งที่

สามารถสื่อสารให้นักเรียนกลุ่มอื่นเข้าใจได้ และให้นักเรียนกลุ่มอื่นแสดงความคิดเห็นหรือประเมินข้อโต้แย้งพร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

4) การทำความเข้าใจภายในกลุ่มและการสร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล (Group sense-making and individual argument) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนสรุปเชื่อมโยงกิจกรรมและมโนทัศน์ของเรื่องที่ศึกษา จากนั้นนักเรียนจะกลับเข้ากลุ่มของตนเองเพื่ออภิปรายถึงข้อสรุป หลักฐานหรือการให้เหตุผลที่ได้หลังการอภิปรายร่วมกับกลุ่มอื่น และนักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และการได้มาซึ่งความรู้ของตนโดยการเขียนข้อโต้แย้งของตนเอง รวมทั้งการใช้หลักฐานและการให้เหตุผลที่เหมาะสมเพื่อสนับสนุนข้อสรุป ซึ่งครูผู้สอนสามารถประเมินความเข้าใจของนักเรียนและให้ข้อมูลย้อนกลับ

1.4 บทบาทของครูผู้สอนและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยการสร้างข้อโต้แย้ง

บทบาทของครูผู้สอนและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยการสร้างข้อโต้แย้งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 บทบาทของครูผู้สอนและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยการสร้างข้อโต้แย้ง

ขั้นตอนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
การระบุปัญหา คำถามและภาระงาน (Identification of the Problem, Question and Task)	1. กำหนดสถานการณ์ปัญหาหรือประเด็นในการโต้แย้ง 2. ทบทวนความรู้เดิม โดยใช้คำถาม เป็นต้น 3. จัดเตรียมเอกสาร จัดกลุ่มนักเรียนและมอบหมายภาระงานให้แก่นักเรียน	1. ศึกษาประเด็นปัญหา 2. มีส่วนร่วมในการตอบคำถามหรือการทำกิจกรรม 3. วางแผนการทำงาน

ขั้นตอนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Generation of a Tentative Argument)	1. ให้คำแนะนำนักเรียนในการสร้างข้อโต้แย้ง 2. กำกับการทำกิจกรรมของนักเรียน	1. สำรวจตรวจสอบข้อมูล กฎ หรือทฤษฎีสำหรับใช้เป็นข้อมูลในการสร้างข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผล 2. ดำเนินการสร้างข้อโต้แย้งภายในกลุ่ม
กิจกรรมการโต้แย้ง (The Argumentation Session)	1. ควบคุมเวลาในการนำเสนอข้อโต้แย้งของนักเรียน 2. ให้คำแนะนำนักเรียนในการแสดงความคิดเห็นกับกลุ่มอื่นถึงประเด็นในการโต้แย้ง	1. นำเสนอข้อโต้แย้งของตนเองให้กับกลุ่มอื่น 2. ประเมินข้อโต้แย้งและเสนอความคิดเห็นต่อข้อโต้แย้งของกลุ่มอื่น
การทำความเข้าใจภายในกลุ่มและการสร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล (Group sense-making and individual argument)	1. สรุปให้นักเรียนร่วมกันสรุปเชื่อมโยงกิจกรรมและมโนทัศน์ของเรื่องที่ศึกษา 2. ประเมินของโต้แย้งของนักเรียน 3. ให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน	1. แก้ไขปรับปรุงข้อโต้แย้งที่ได้หลังจากการนำเสนอร่วมกันกับกลุ่มอื่น 2. เขียนสรุปข้อโต้แย้งของตนเอง โดยใช้หลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ หลักฐานและการให้เหตุผล

1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Darmawanti, Siahaan, and Widodo (2017) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนเกรด 7 ในการเรียนเรื่องปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียนโดยใช้แบบวัดการให้เหตุผลแบบอัตนัย ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Sampson and Walker (2012) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ศึกษาในรายวิชาเคมี ผลการศึกษาพบว่านักศึกษามีสามารถเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น

วรัญญา จำปามูล (2555) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง และนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบปกติ และมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สันติชัย อนุวรชัย (2553) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง และนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

จากการศึกษาเอกสาร แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้เห็นความสัมพันธ์ของการจัดการเรียนการสอนแบบการสร้างข้อโต้แย้งที่ส่งผลต่อการพัฒนานักเรียนในด้านความสามารถในการให้เหตุผล ดังนั้นสำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงได้นำรูปแบบการเรียนการสอนแบบการสร้างข้อโต้แย้งร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุของนักเรียน

ตอนที่ 2 การใช้แผนผัง (Mapping)

2.1 ความสำคัญของการใช้แผนผังในการศึกษา

การเรียนการสอนในปัจจุบันได้นำแผนผังมาใช้อย่างแพร่หลาย เนื่องจากแผนผังเป็นเครื่องมือที่นำมาใช้ในการพัฒนาทักษะการคิดของนักเรียน ช่วยให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ โดยการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบแผนภาพ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างแนวความคิดต่างๆอย่างเป็นรูปธรรมมากกว่าการอ่านแบบความเรียง เข้าใจเนื้อหาที่มีความซับซ้อนมากขึ้น สามารถวิเคราะห์เนื้อหาและพัฒนาความรู้ของนักเรียนได้ นอกจากการนำแผนผังมาใช้ระหว่างการเรียนการสอนแล้ว สามารถนำแผนผังมาใช้ในการประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียน (Davies, 2011; Okada, Shum, & Sherborne, 2014)

2.2 วัตถุประสงค์ของการนำแผนผังมาใช้ในการเรียนการสอน

Davies (2011) กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการนำแผนผังมาใช้ในการเรียนการสอน ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนสามารถจดจำ เข้าใจเนื้อหาที่มีความซับซ้อน และสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละส่วนได้

2. การใช้แผนผังจะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจง่ายกว่าการบรรยาย

3. แผนผังความคิดเป็นการทำงานร่วมกันของสมองที่เกี่ยวข้องกับทางด้านภาพ ซึ่งจะช่วยพัฒนาประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของนักเรียน

4. ส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการเรียนของนักเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3 รูปแบบของแผนผัง

2.3.1 แผนผังความคิด (Mind Mapping)

แผนผังความคิด (Mind Mapping) ถูกพัฒนาขึ้นโดย Tony Buzan ในช่วงปี ค.ศ 1970 เป็นแผนผังในการแสดงออกของความคิด และความสัมพันธ์ระหว่างความคิดต่างๆที่นำเสนอในรูปแบบแผนภาพ โดยไม่มีการเรียงลำดับแบบเชิงเส้น (Biktimirov & Nilson, 2006) ซึ่งความคิดของแต่ละบุคคลที่เกิดจากการระดมสมองสามารถเชื่อมโยงกันได้เป็นเครือข่าย มีรูปแบบที่อิสระ โดยจุดประสงค์หลักของการทำแผนผังความคิด คือ การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความคิดต่างๆได้อย่างอิสระ ไม่จำกัดความคิด ซึ่งจะช่วยให้เกิดความคงทนในการจดจำ สนับสนุนการคิดอย่างสร้างสรรค์ ทั้งนี้ข้อจำกัดของแผนผังความคิด คือ การขาดความชัดเจนของการเชื่อมโยงระหว่างความคิดที่สัมพันธ์กัน (Davies, 2011; Okada et al., 2014)

ลักษณะพื้นฐานของแผนผังความคิด

Buzan and Buzan (2000) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของแผนผังความคิดไว้ 4 ประการ ดังนี้

1. หัวเรื่องหรือประเด็นที่สนใจจะอยู่ตรงกลาง

2. หัวข้อสำคัญต่างๆจะถูกแตกออกมารอบทิศทางเป็นรัศมีจากภาพตรงกลางที่เป็นหัวเรื่องหรือประเด็นหลักที่สนใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. ในแต่ละหัวข้อสามารถแตกกิ่งก้านได้อิสระ ประกอบด้วยรูปภาพ หรือคำสำคัญต่างๆ โดยมีเส้นเชื่อมโยงออกมารอบๆกิ่งก้านที่แตกแขนงเป็นลำดับต่อไป

4. กิ่งก้านจะถูกเชื่องโยงในลักษณะที่แตกต่างกันตามความสำคัญและลำดับของเนื้อหา

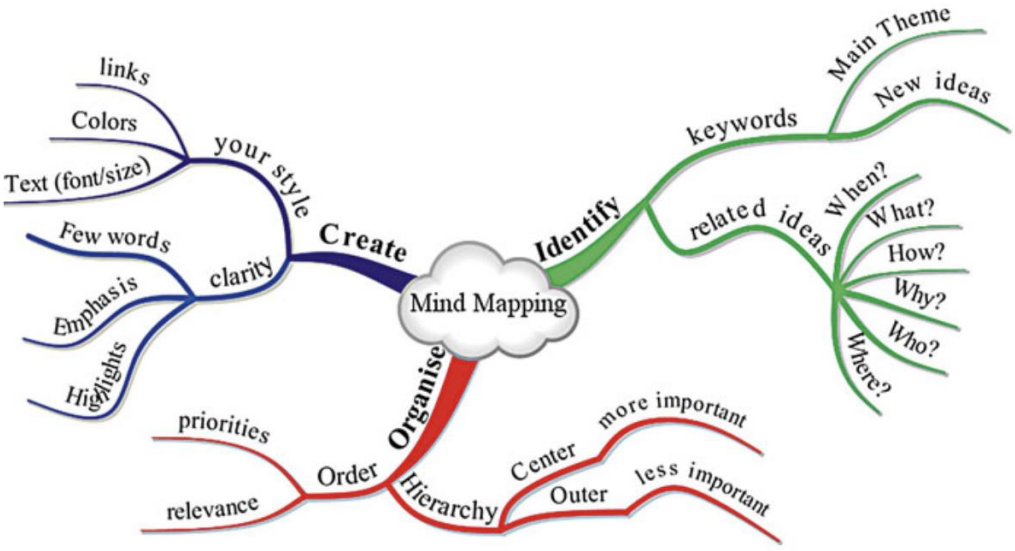
ธัญญา ผลอนันต์ และ ขวัญฤดี ผลอนันต์ (2550) กล่าวถึงลักษณะของผังความคิดดังนี้

1. หัวเรื่องที่เป็นข้อใหญ่ เป็นใจความสำคัญได้รับการกลั่นกรองเป็นภาพ “แก่นแกน” ตรงกลาง

2. ประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกระจายออกมาเป็นรัศมี เป็น “ก้าน” หรือ “กิ่งแก้ว” แตกแขนงออกมาจากตรงกลาง

3. กิ่งที่แตกแขนงออกมาจะรองรับประเด็นหรือภาพต่างๆ โดยมีเส้นเชื่อมโยงออกมารอบๆ

4. กิ่งก้านที่แตกแขนงต่างๆต้องเชื่อมโยงต่อกันเหมือนกิ่งไม้หรือรากไม้



ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างแผนผังความคิด (Okada et al., 2014)

ขั้นตอนการสร้างแผนผังความคิด

Buzan and Buzan (2000) ได้เสนอขั้นตอนการสร้างแผนผังความคิด ดังนี้

1. การใช้ภาพหรือถ้อยคำที่เป็นหัวข้อหลักตรงจุดกึ่งกลางกระดาษ และใช้สีอย่างน้อย 3 สี ช่วยในการจดจำ กระตุ้นสมอง และช่วยให้เกิดความเพลิดเพลิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. ใช้ภาพ หรือสัญลักษณ์ต่างๆ ในการสร้างแผนผังความคิด

3. เลือกคำสำคัญต่างๆ และเน้นคำเพื่อแสดงถึงลำดับความสำคัญของความคิด

4. ใช้คำสำคัญหนึ่งคำต่อหนึ่งเส้น

5. เชื่อมโยงคำสำคัญต่างๆ โดยเริ่มจากจุดกึ่งกลางที่เป็นหัวข้อหรือประเด็นหลัก และเชื่อมโยงความคิดย่อยๆที่แตกแขนงออกมาจากกิ่งก้านที่กระจายออกมาในลักษณะที่เป็นรัศมี

6. ลากเส้นให้มีความยาวเท่ากับความยาวของคำหรือภาพ

7. ใช้สีในการสร้างแผนผังความคิด

8. พัฒนารูปแบบของแผนผังความคิดได้อย่างอิสระ ตามความคิดของแต่ละบุคคล

9. ใช้การเน้นและลากเส้นเชื่อมโยงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดต่างๆ

10. แนวคิดหรือคำสำคัญต่างๆจะถูกเรียงลำดับในการนำเสนอในรูปแบบรัศมีที่กระจายแตกแขนงออกไป

2.3.2 ผังมโนทัศน์ (Concept Mapping)

ผังมโนทัศน์มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายของ Ausubel (1969) ซึ่งมีแนวคิดว่า ครูควรสอนสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ ซึ่งเป็นข้อมูลที่สะสมในสมองและมีการจัดระบบ มีการเชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่อย่างมีลำดับขั้น ดังนั้นการเรียนรู้อย่างมีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับมโนทัศน์ที่อยู่ในโครงสร้างของความรู้เดิมที่มีอยู่ในสมองซึ่ง Ausubel เรียกว่า กระบวนการดูดซึม (Subsumption) และเรียกมโนทัศน์ที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมโยงว่า ซับซูเมอร์ (Subsumer) (กำพล ดำรงค์วงศ์, 2540)

ความหมายของผังมโนทัศน์

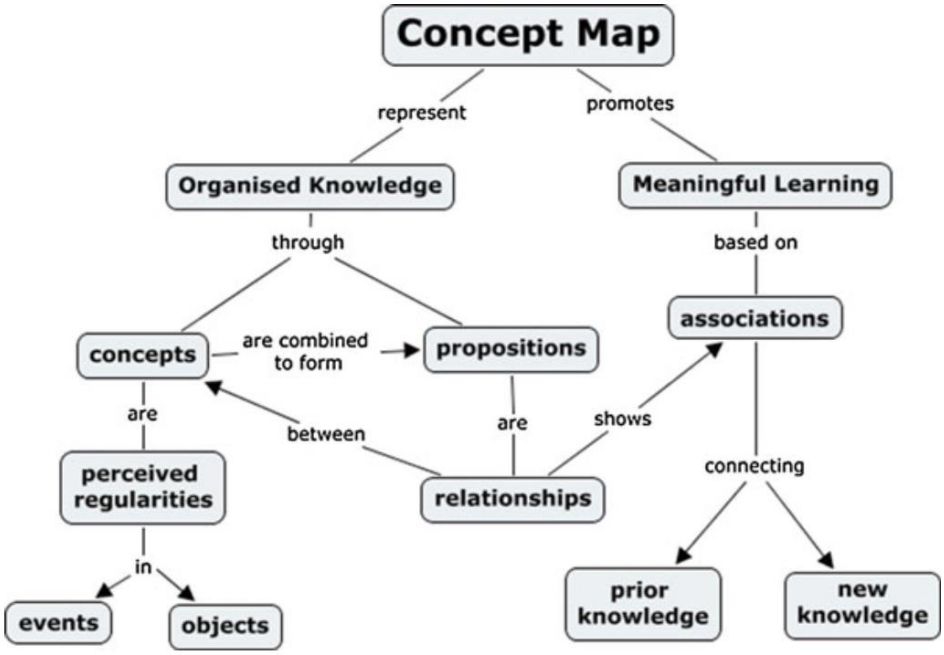
Novak and Gowin (1984) ได้ให้ความหมายว่า ผังมโนทัศน์เป็นสิ่งที่ใช้แสดงความสัมพันธ์อย่างมีความหมายระหว่างมโนทัศน์ต่างๆ โดยอยู่ในรูปของประพจน์ คือมโนทัศน์อย่างน้อย 2 ข้อ ที่แสดงออกด้วยภาษา และเชื่อมด้วยคำเชื่อมกันให้เป็นหน่วยที่มีความหมายขึ้นมาหน่วยหนึ่ง

กำพล ดำรงค์วงศ์ (2540) ได้ให้ความหมายว่า ผังมโนทัศน์เป็นแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์กันอย่างมีความหมายระหว่างมโนทัศน์อย่างมีลำดับขั้น โดยจะมีคำหรือข้อความเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ให้อยู่ในรูปของประพจน์ เพื่อให้มโนทัศน์เหล่านั้นมีความหมาย และเป็นเครื่องมือที่ใช้เสนอกรอบความคิดและความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกันอย่างมีระบบ ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

มนัญ บุญประกอบ (2533) ได้ให้ความหมายว่า ผังมโนทัศน์ มีลักษณะเป็นแผนภูมิอย่างหนึ่งที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มมโนทัศน์ด้วยเส้นและคำเชื่อมโยงที่เหมาะสม ทำให้สามารถอ่านความสัมพันธ์จากผังมโนทัศน์นั้นเป็นประโยคหรือข้อความที่มีความหมายได้

จากความหมายของผังมโนทัศน์ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ผังมโนทัศน์เป็นแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ และลำดับความสำคัญของมโนทัศน์โดยใช้คำเชื่อม เชื่อมระหว่างมโนทัศน์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างผังมโนทัศน์ (Okada et al., 2014)

ความสำคัญของผังมโนทัศน์

มนัญ บุญประกอบ (2533) กล่าวว่า กรอบมโนทัศน์จัดเป็นนวัตกรรมการศึกษาอย่างหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะเฉพาะและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขาง ง่ายต่อการศึกษาและนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนได้ดีกับทุกวิชา ช่วยให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน และเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

Novak (1990) กล่าวว่า ผังมโนทัศน์ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์และทัศนคติของเรื่องที่เรียน และเกิดความองค์ความรู้ใหม่

Stoica, Moraru, and Miron (2011) กล่าวว่า ผังมโนทัศน์สามารถพัฒนาการเรียนรู้อย่างมีความหมายของผู้เรียนได้

ขั้นตอนการสร้างผังมโนทัศน์

Arnaudin และคณะ (1984 อ้างถึงในกำพล ดำรงค์วงศ์, 2540) ได้เสนอวิธีการสร้างผังมโนทัศน์ โดยปรับปรุงมาจากแนวคิดของ Novak ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. อ่านเนื้อหาให้เข้าใจ โดยแบ่งเป็นตอนสั้นๆ

2. ระบุมโนทัศน์หลัก (Major Concepts) ด้วยการเขียนหรือขีดเส้นใต้

3. เขียนมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง แล้วเรียงลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่ความหมายกว้างหรือมโนทัศน์หลักจนถึงมโนทัศน์เฉพาะ

4. เขียงผังมโนทัศน์ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่างๆ อย่างเป็นลำดับขั้น โดยให้มโนทัศน์หลักอยู่ข้างบน มโนทัศน์รองลดหลั่นลงมา แล้วลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์

5. พยายามแยกมโนทัศน์ออกเป็นมโนทัศน์ย่อยๆ

6. หาความสัมพันธ์ตามขวาง (Cross Link) คือ ความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่อยู่คนละแถวกันของมโนทัศน์ในผังที่แสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์อย่างเป็นลำดับขั้น

Davies (2011) ได้เสนอวิธีการสร้างผังมโนทัศน์ ดังนี้

1. สร้างคำถามที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่สนใจศึกษา

2. ระดมสมองเพื่อคิดค้นมโนทัศน์หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่สนใจ ซึ่งแนวคิดเหล่านี้อาจไม่นำมาใช้ทั้งหมดในการสร้างผังมโนทัศน์ โดยมโนทัศน์แต่ละมโนทัศน์จะถูกเขียนอยู่ภายในวงกลมหรือกล่องข้อความ

3. เรียงลำดับความสำคัญของมโนทัศน์ โดยมโนทัศน์ที่มีความสำคัญจะอยู่ข้างบน มโนทัศน์ที่มีความสำคัญรองลงมา จะอยู่ลดหลั่นลงมา

4. ลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ตั้งแต่มโนทัศน์ที่อยู่ด้านบนสุดมายังมโนทัศน์ที่อยู่ข้างล่างสุด

5. หาความสัมพันธ์ตามขวางระหว่างมโนทัศน์ และกำหนดคำเชื่อมของแต่ละมโนทัศน์ เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของแต่ละมโนทัศน์

6. ตัวอย่างที่ยกขึ้นมาในผังมโนทัศน์ จะไม่อยู่ภายในวงกลมหรือกล่องข้อความ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผังมโนทัศน์แบบร่วมมือ (Collaborative concept map)

ผังมโนทัศน์แบบร่วมมือ เป็นการสร้างผังมโนทัศน์ร่วมกันระหว่างสมาชิกภายในกลุ่มของนักเรียน ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ แลกเปลี่ยนความรู้ผ่านการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม เกิดปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มมากขึ้น ซึ่งความรู้ที่ได้จะมีความหลากหลายและซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

สามารถพัฒนาความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียน รวมทั้งช่วยลดความตระหนกและเพิ่มแรงจูงใจให้กับผู้เรียน (Y.-T. Lin, Chang, Hou, & Wu, 2016; Wang, Cheng, Chen, Mercer, & Kirschner, 2017) เนื่องจาก การเรียนแบบร่วมมือ ช่วยให้นักเรียนเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันในการแลกเปลี่ยนความรู้ หรืออภิปรายร่วมกันในประเด็นต่างๆ ทั้งที่ยอมรับร่วมกันหรือขัดแย้งกัน นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่ ซึ่งการอภิปรายร่วมกันผ่านทางสภาพการเรียนรู้แบบออนไลน์จะส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นมากยิ่งขึ้น และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันมากยิ่งขึ้น

การนำผังมโนทัศน์ไปใช้ในการเรียนการสอน

มนัญ บุญประกอบ (2533) ได้กล่าวถึงการนำผังมโนทัศน์ไปใช้ในการเรียนการสอนดังนี้

1. การวางแผนการเรียนการสอนในคาบเรียน หรือบทเรียน เพื่อแสดงแนวทางการเรียนรู้ในรายวิชานั้นตั้งแต่ต้นจนจบ

2. ใช้เป็นแนวทางในการเขียนบทความ ตำราเรียน หรือเอกสารทางวิชาการอื่นๆ

3. ใช้ในการสรุปเนื้อหาบทเรียน เรื่องราว การอภิปราย หรือความรู้ต่างๆ ที่สะท้อนให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจของผู้เขียนผังมโนทัศน์นั้นๆ

4. การประเมินผล ใช้เป็นเครื่องมือในการวัดความรู้ความเข้าใจของนักเรียน

กำพล ดำรงค์วงศ์ (2540) ได้กล่าวถึงการนำผังมโนทัศน์ไปใช้ในการเรียนการสอนดังนี้

CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. การสร้างผังมโนทัศน์เป็นเทคนิคการสอนที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับวิชาต่างๆ เช่น ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ การอ่าน สิ่งแวดล้อม สังคม เศรษฐศาสตร์ เป็นต้น ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาสมบูรณ์มากขึ้น

2. ผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล ใช้วัดความรู้ความเข้าใจของนักเรียน และสามารถตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้

3. นักเรียนที่ฝึกฝนการใช้ผังมโนทัศน์อย่างต่อเนื่อง จะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและเกิดความคงทนในการเรียนรู้

4. พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

5. นักเรียนมีเจตคติที่ต่อการเรียนการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์

6. นักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์ สามารถตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและแก้ไขให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ได้มากกว่าการเรียนการสอนแบบปกติ

Kwon and Cifuentes (2009) ได้ศึกษาผลของการสร้างผังมโนทัศน์ด้วยตนเองและการสร้างแบบร่วมมือของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย 1) นักเรียนที่เรียนแบบดั้งเดิม 2) นักเรียนที่สร้างผังมโนทัศน์ด้วยตนเอง และ 3) นักเรียนที่สร้างผังมโนทัศน์แบบร่วมมือ ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่สร้างผังมโนทัศน์ด้วยตนเองและผู้เรียนที่สร้างผังมโนทัศน์แบบร่วมมือมีการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้เรียนที่เรียนแบบดั้งเดิม และผู้เรียนที่สร้างผังมโนทัศน์แบบร่วมมือมีความเข้าใจมโนทัศน์ที่ดีกว่าผู้เรียนที่สร้างผังมโนทัศน์ด้วยตนเอง

Y.-T. Lin et al. (2016) ได้ศึกษาผลของการใช้ผังมโนทัศน์แบบร่วมมือผ่านทาง Google Docs มาใช้ในการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การแสดงมโนทัศน์ของนักเรียน และทัศนคติที่มีต่อรายวิชาวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือนักเรียนที่สร้างผังมโนทัศน์แบบธรรมดา และ มีการอภิปรายร่วมกันในกลุ่มแบบเผชิญหน้า และนักเรียนที่สร้างผังมโนทัศน์โดยใช้ Google Docs และใช้ Google chat ในการอภิปราย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน แต่ในด้าน ทัศนคติที่มีต่อวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่สร้างผังมโนทัศน์ผ่านทาง Google Docs มีความแตกต่างทางนัยสำคัญที่ดีกว่านักเรียนที่สร้างผังมโนทัศน์แบบธรรมดา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Wang et al. (2017) ได้นำผังมโนทัศน์แบบร่วมมือบนเว็บมาใช้ในการเรียน เรื่อง การออกแบบเว็บไซต์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ นักเรียนที่ใช้ผังมโนทัศน์และกลุ่มที่ไม่ใช้ ผังมโนทัศน์ และมีการอภิปรายในกลุ่มร่วมกันแบบออนไลน์ ผลการวิจัยพบว่า การใช้ผังมโนทัศน์แบบร่วมมือบนเว็บ ช่วยให้นักเรียนเกิดปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มมากขึ้น นักเรียนมีการอภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้ และสะท้อนผลการเรียนได้ดี รวมทั้งช่วยลดความตระหนกและเพิ่มแรงจูงใจให้กับผู้เรียน

ตารางที่ 2.2 ตารางสังเคราะห์ลักษณะของผังมโนทัศน์ในการนำไปใช้ในการเรียนการสอน

ลักษณะของผังมโนทัศน์/ผู้วิจัย	มนัส บุญประกอบ (2533)	กำพล ดำรงค์วงศ์ (2540)	Kwon & Cifuentes (2009)	Lin et al. (2016)	Wang et al. (2017)	สรุป
1. รูปแบบการนำผังมโนทัศน์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้						
1.1 นักเรียนศึกษาเนื้อหาจากผังมโนทัศน์	✓	✓				✓
1.2 นักเรียนสร้างผังมโนทัศน์ด้วยตนเอง	✓	✓				✓
1.3 นักเรียนสร้างผังมโนทัศน์แบบร่วมมือ			✓	✓	✓	✓
2. เครื่องมือในการวัดความเข้าใจของผู้เรียน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. พัฒนาเจตคติในการเรียน				✓		

จากการศึกษาการนำผังมโนทัศน์ไปใช้ในการเรียนการสอน สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การนำผังมโนทัศน์มาใช้ในการวางแผนการเรียนการสอน จัดลำดับเนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอน

2. ผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยผู้สอนสามารถนำมาใช้ได้ในทุกขั้นตอนของการเรียนการสอน ทั้งขั้นนำ ขั้นสอน และขั้นสรุป โดยเฉพาะในขั้นสอน ที่ผู้สอนสามารถออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาจากผังมโนทัศน์ หรือให้นักเรียนร่วมกันสร้างผังมโนทัศน์

3. ผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือในการประเมินผล ประเมินความรู้ความเข้าใจ และตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ ช่วยให้ผู้สอนสามารถแก้ไขความเข้าใจของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

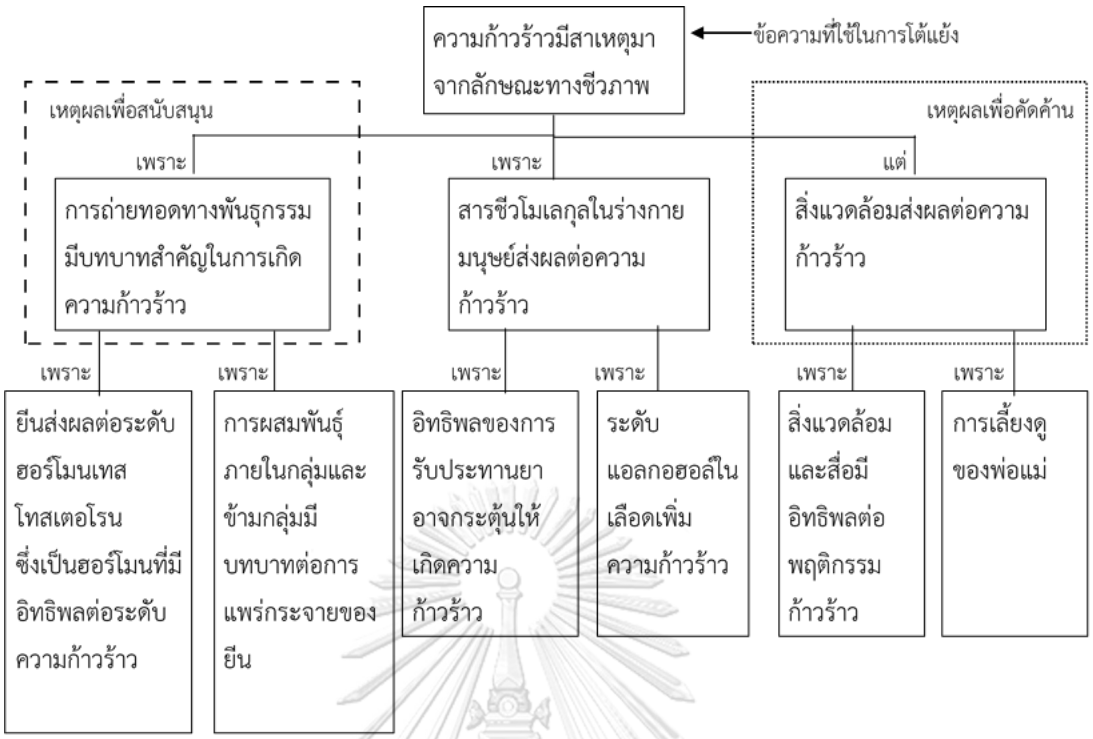
2.3.3 แผนผังเชิงโต้แย้ง (Argument Mapping)

แผนผังเชิงโต้แย้ง (Argument Mapping) ถูกนำเสนอมาใช้ครั้งแรกในการเรียนการสอนและการวิเคราะห์ทางกฎหมาย โดย J. H. Wigmore ในช่วงต้นปี ค.ศ. 1900 เพื่อแสดงโครงสร้างของการโต้แย้งที่มีการใช้หลักฐานในการอภิปราย (Okada et al., 2014) ซึ่งปัจจุบันได้มีการนำแผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้ในวงการศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การตีความ ความสามารถในการโต้แย้งและความสามารถในการจำของนักเรียน เป็นต้น (Dwyer et al., 2013, 2015; M. Hogan, Harney, & Broome, 2014)

ลักษณะของแผนผังเชิงโต้แย้ง

แผนผังเชิงโต้แย้งเป็นวิธีการโต้แย้งเชิงภาพที่มีการเรียงลำดับการนำเสนอเพื่อลดความซับซ้อนในการอ่านโครงสร้างการโต้แย้ง ซึ่งในการเขียนแผนผังเชิงโต้แย้งประกอบด้วยกล่องข้อความและลูกศร ภายในกล่องข้อความจะการเขียนข้อความโต้แย้ง โดยกล่องข้อความที่อยู่ตำแหน่งบนสุด คือข้อความที่เป็นประเด็นหรือข้อสรุปหลักที่นำมาใช้ในการโต้แย้ง และกล่องข้อความในตำแหน่งที่รองลงจะจะเป็นส่วนที่สนับสนุนหรือคัดค้านข้ออ้างดังกล่าว ส่วนลูกศรจะใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อเสนอต่างๆ เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านในประเด็นต่างๆ ตัวอย่างของแผนผังเชิงโต้แย้ง แสดงดังภาพที่ 4 ดังกล่าว ส่วนลูกศรจะใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อเสนอต่างๆ เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านในประเด็นต่างๆ (Dwyer et al., 2013) ตัวอย่างของแผนผังเชิงแย้ง แสดงดังภาพที่ 2.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างแผนผังเชิงโต้แย้ง (Dwyer et al., 2013)

องค์ประกอบของแผนผังเชิงโต้แย้ง

ReasoningLab (2017) ได้สรุปถึงองค์ประกอบของแผนผังเชิงโต้แย้ง ดังนี้

1. ข้อสรุป (Conclusion) เป็นข้อความที่เป็นประเด็นหรือข้อสรุปหลักที่นำมาใช้ในการโต้แย้งเพื่อพิสูจน์ความถูกต้อง

2. การให้เหตุผล (Reason) เป็นการสนับสนุนข้อสรุปโดยใช้หลักฐานเป็นการยืนยันความถูกต้อง

3. หลักฐานร่วม (Co-premise) เป็นการใช้หลักฐานเพิ่มเติมในการให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุป

4. การคัดค้าน (Objection) เป็นการให้เหตุผลโดยใช้หลักฐานเพื่อโต้แย้งข้อสรุป

5. การโต้แย้ง (Rebuttal) เป็นการโต้แย้งต่อสิ่งที่คัดค้านไปในเบื้องต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความสำคัญของแผนผังเชิงโต้แย้ง

ReasoningLab (2017) ได้สรุปความสำคัญของการนำแผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้ ดังนี้

1. ช่วยฝึกการให้เหตุผลและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2. ทำให้การให้เหตุผลมีความชัดเจน และเป็นระบบ

3. ช่วยให้การสื่อสารกับผู้อื่นเข้าใจได้ง่ายขึ้น

4. การประเมินผลในการตัดสินใจมีประสิทธิภาพ

5. ลดข้อโต้แย้งระหว่างบุคคล

6. ทำให้การเรียนมีความน่าสนใจและสนุกสนาน

Ostwald (2007) ได้กล่าวถึงความสำคัญของแผนผังเชิงโต้แย้ง ดังนี้

1. รูปแบบโครงสร้างของแผนผังเชิงโต้แย้งช่วยลดความซับซ้อนของเนื้อหา และสามารถสรุปความสำคัญของการโต้แย้งได้

2. พัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3. สนับสนุนให้นักเรียนระบุสมมติฐาน โดยใช้หลักฐานประกอบสำหรับการโต้แย้ง

จากการศึกษาความสำคัญของแผนผังเชิงโต้แย้ง สามารถสรุปได้ดังนี้

1. แผนผังเชิงโต้แย้งช่วยพัฒนาทักษะการคิดและการให้เหตุผลของนักเรียน

2. สนับสนุนให้นักเรียนใช้หลักฐานประกอบการโต้แย้ง และช่วยในการตัดสินใจว่าจะเชื่อหรือปฏิบัติตามข้อโต้แย้งดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. โครงสร้างของแผนผังเชิงโต้แย้ง สามารถช่วยลดความซับซ้อนของเนื้อหา

การสร้างแผนผังเชิงโต้แย้ง

ReasoningLab (2007) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้ง ดังนี้

1. ข้อความที่แสดงหลักฐานเพื่อนสนับสนุนหรือแสดงหลักฐานเพื่อโต้แย้งข้อสรุปในกล่องข้อความต้องเป็นประโยคบอกเล่า ไม่ควรเขียนประโยคคำถาม

2. ข้อความที่ปรากฏในประเด็นโต้แย้งหรือข้อสรุป จะต้องปรากฏในหลักฐานที่ใช้สนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสรุปดังกล่าว

Chulalongkorn University

3. หากไม่มีข้อความปรากฏจะต้องมีหลักฐานร่วมที่สอดคล้องกับประเด็นข้อสรุปนั้น

4. กล่องข้อความที่เป็นข้อสรุปหรือประเด็นหลักจะอยู่ด้านบนสุด ส่วนข้อความที่ใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งจะอยู่ในตำแหน่งที่รองลงไป

การนำแผนผังเชิงโต้แย้งไปใช้

Van Gelder (2003) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการนำแผนผังเชิงโต้แย้งไปใช้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การแนะนำแผนผังเชิงโต้แย้งให้นักเรียนทราบถึงลักษณะ องค์ประกอบ และวิธีการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้ง

2. การระบุประเด็นหรือข้อสรุปในการโต้แย้ง โดยผู้สอนให้นักเรียนอภิปรายเพื่อหาข้ออ้างที่ข้อสรุปที่จะนำมาใช้ในการโต้แย้ง

3. ขั้นตอนในการเสนอหลักฐาน โดยให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันคิด วิเคราะห์ เพื่อหาหลักฐานในการให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อกล่าวอ้าง

4. การพิจารณาหกลักฐาน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาหลักฐานที่จะนำไปสู่การตัดสินใจเชื่อหรือปฏิบัติ

5. การจัดพิมพ์และแสดงแผนผังให้แก่กลุ่มอื่นได้รับทราบ ซึ่งอาจมีการโต้แย้งในประเด็นที่เห็นแตกต่างกัน และหาข้อสรุปในการตัดสินใจใหม่อีกครั้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวอย่างการใช้เครื่องมือในการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งในการศึกษา

Rationale

Rationale เป็นโปรแกรมทางการศึกษาที่ออกแบบมาเพื่อเป็นเครื่องมือในการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้ง สนับสนุนการเรียนการสอน ช่วยนักเรียนในการระดมสมองสำหรับการโต้แย้งและการใช้เหตุผล โดยผู้สอนสามารถตรวจสอบและประเมินกระบวนการคิดของนักเรียนได้ (ReasoningLab, 2017)

Argunet

Argunet เป็น Open-source software ที่เป็นเครื่องมือสำหรับการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้ง สามารถวิเคราะห์และประเมินผลการโต้แย้ง ใช้งานง่าย โดยทำงานในระบบ Java ที่ผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดมาใช้งานทั้งในคอมพิวเตอร์หรือนำมาใช้ในเว็บไซต์ (Argunet, 2016)

Mindmup

Mindmup เป็น Open-source platform ที่ผู้ใช้งานสามารถสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกันแบบออนไลน์ผ่านทาง Google drive

การประเมินแผนผังเชิงโต้แย้ง

Patterson (2006) ได้เสนอ “ASPIRE” ซึ่งเป็นรูปแบบการประเมินแผนผังเชิงโต้แย้งเพื่อวัดทักษะการคิดของนักเรียน โดยมีองค์ประกอบในการประเมินแผนผังเชิงโต้แย้ง ดังนี้

1. A : Advocate การสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือประเด็นที่ศึกษาโดยใช้เหตุผลที่เหมาะสมและชัดเจน

2. S : Structure การจัดวางตำแหน่งโครงสร้าง ระหว่างข้อกล่าวอ้าง การให้เหตุผลเพื่อคัดค้านหรือสนับสนุนและหลักฐานต่างๆมีความสัมพันธ์กัน มีการจัดกลุ่มและเรียงลำดับที่ชัดเจน

3. P: Present การนำเสนอข้อมูลจากแผนผังเชิงโต้แย้ง ทั้งการนำเสนอด้วยวาจา การเขียนรายงานหรือการเขียนบรรยายเพื่ออธิบายข้อสรุปที่ได้จากการใช้แผนผังเชิงโต้แย้ง

4. I : Inform การเลือกใช้ข้อมูลและหลักฐานที่ถูกต้อง เหมาะสม และสอดคล้องกับข้อโต้แย้ง

5. R : Refine ปรับปรุงข้อกล่าวอ้างให้มีความชัดเจนและเหมาะสมกับการประเมินผล

6. E : Evaluate การประเมินข้อกล่าวอ้างทั้งความจริง ความน่าเชื่อถือที่ใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอื่นๆ

จากการศึกษาแนวคิด รูปแบบและลักษณะของแผนผังแต่ละประเภท รวมถึงการนำแผนผังมาใช้ในการเรียนการสอนทำให้เห็นความสัมพันธ์ของนำแผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้ในการพัฒนานักเรียนทางด้านความสามารถในการให้เหตุผล ดังนั้นสำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้แผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้ร่วมกับรูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.4 รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง

รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งเป็นการสอนที่อ้างอิงจากรูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน และนำแผนผังเชิงโต้แย้งมาเป็นเทคนิคในการเรียนการสอนในขั้น การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Generation of a Tentative Argument) และขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง (The Argumentation Session)

2.4.1 ขั้นตอนการสอนโดยใช้ รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง

ขั้นตอนการสอนโดยใช้รูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง ประกอบด้วย

1) การระบุปัญหา คำถามและภาระงาน (Identification of the Problem, Question and Task) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้เกิดปัญหาและคำถามในเรื่องที่กำลังศึกษา โดยการกำหนดสถานการณ์ปัญหาหรือภาระงาน เพื่อให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยและกำหนดประเด็นในการโต้แย้ง

2) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Generation of a Tentative Argument) เป็นขั้นที่นักเรียนทำการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูล จากนั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม รวมทั้งประเมินข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาใช้ในการสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่ม ซึ่งในขั้นตอนนี้ได้นำแผนผังเชิงโต้แย้งมาเป็นเครื่องมือในการประยุกต์ใช้สำหรับการอภิปรายภายในกลุ่มถึงประเด็นที่กำหนด โดยองค์ประกอบที่ใช้ในการโต้แย้ง ประกอบด้วย

1) ข้อกล่าวอ้าง ข้อสรุปหรือคำตอบของคำถามในการศึกษา

2) หลักฐาน เป็นข้อมูลที่ใช้ในการสนับสนุนข้อสรุป ซึ่งอาจเป็นข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลเชิงคุณภาพ รวมทั้งกฎหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3) การให้เหตุผล เป็นการอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้หลักฐานดังกล่าว เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน

3) กิจกรรมการโต้แย้ง (The Argumentation Session) เป็นขั้นที่นักเรียนมีการโต้แย้งกันระหว่างๆกลุ่มจากประเด็นการโต้แย้งที่ครูผู้สอนกำหนด โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งที่สามารถสื่อสารให้นักเรียนกลุ่มอื่นเข้าใจได้ และให้นักเรียนกลุ่มอื่นแสดงความคิดเห็นหรือประเมิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อโต้แย้ง โดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งมาเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจเชื่อหรือยอมรับประเด็นที่สนใจดังกล่าว

4) การทำความเข้าใจภายในกลุ่มและการสร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล (Group sense-making and individual argument) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนสรุปเชื่อมโยงกิจกรรมและมโนทัศน์ของเรื่องที่ศึกษา จากนั้นนักเรียนจะกลับเข้ากลุ่มของตนเองเพื่ออภิปรายถึงข้อสรุป และนักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และการได้มาซึ่งความรู้ของตนโดยการเขียนข้อโต้แย้งของตนเอง

2.4.2 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้การสร้างข้อโต้แย้งร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง

บทบาทของครูผู้สอนและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยการสร้างข้อโต้แย้งร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 บทบาทของครูผู้สอนและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยการสร้างข้อโต้แย้งร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง

ขั้นตอนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
การระบุปัญหา คำถามและภาระงาน (Identification of the Problem, Question and Task)	1. กำหนดสถานการณ์ปัญหาหรือประเด็นในการโต้แย้ง 2. ทบทวนความรู้เดิมโดยใช้คำถาม เป็นต้น 3. จัดเตรียมเอกสาร จัดกลุ่มนักเรียนและมอบหมายภาระงานให้แก่นักเรียน	1. ศึกษาประเด็นปัญหา 2. มีส่วนร่วมในการตอบคำถามหรือการทำกิจกรรม 3. วางแผนการทำงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขั้นตอนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Generation of a Tentative Argument)	1. ให้คำแนะนำนักเรียนในการสร้างข้อโต้แย้ง 2. อธิบายองค์ประกอบและหลักการในการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งร่วมทั้งวิธีการสร้างแผนผังในเว็บ 3. กำกับการทำกิจกรรมของนักเรียน โดยกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายกันภายในกลุ่มถึงการใช้เหตุผลและหลักฐานมาสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่กำหนด 4. ให้นักเรียนเขียนแผนผังเชิงโต้แย้งที่เป็นข้อสรุปของกลุ่มเพื่อเตรียมพร้อมในการนำเสนอ	1. สำรวจตรวจสอบข้อมูล กฎ หรือทฤษฎีสำหรับใช้เป็นข้อมูลในการสร้างข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผล 2. ดำเนินการสร้างข้อโต้แย้งภายในกลุ่ม ร่วมกันอภิปรายความรู้ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนด 3. สร้างแผนผังเชิงโต้แย้งโดยเขียนเหตุผลและหลักฐานมาเพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่กำหนด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
กิจกรรมการโต้แย้ง (The Argumentation Session)	1. ควบคุมเวลาในการนำเสนอข้อโต้แย้งของนักเรียน 2. ให้คำแนะนำนักเรียนในการแสดงความคิดเห็นกับกลุ่มอื่นถึงประเด็นในการโต้แย้ง 3. กระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันเพื่อตัดสินใจว่าจะเชื่อเหตุผลหรือหลักฐานที่นำมาใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่กำหนด	1. นำเสนอข้อโต้แย้งของตนเองให้กับกลุ่มอื่น 2. ประเมินข้อโต้แย้งและเสนอความคิดเห็นต่อข้อโต้แย้งของกลุ่มอื่นและตัดสินใจว่าจะเชื่อเหตุผลหรือหลักฐานที่นำมาใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่กำหนดหรือไม่
การทำความเข้าใจภายในกลุ่มและการสร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล (Group sense-making and individual argument)	1. สรุปให้นักเรียนร่วมกันสรุปเชื่อมโยงกิจกรรมและมโนทัศน์ของเรื่องที่ศึกษา 2. ประเมินของโต้แย้งของนักเรียน 3. ให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน	1. แก้ไขปรับปรุงข้อโต้แย้งที่ได้หลังจากการนำเสนอร่วมกันกับกลุ่มอื่น 2. เขียนสรุปข้อโต้แย้งของตนเอง โดยใช้หลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์หลักฐานและการให้เหตุผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.4.3 ขั้นตอนการเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ และการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีการสอนปกติ

ขั้นตอนการเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ และการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีการสอนปกติ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 เปรียบเทียบขั้นตอนการเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ และการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีการสอนปกติ

การเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์	**การจัดการเรียนการสอนโดยวิธีการสอนปกติ**
ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา คำถามและภาระงาน (Identification of the Problem, Question and Task) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้เกิดปัญหาและคำถามในเรื่องที่กำลังศึกษา โดยการกำหนดสถานการณ์ปัญหาหรือภาระงาน เพื่อให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยและกำหนดประเด็นในการโต้แย้ง	**ขั้นนำ** กระตุ้นความสนใจของนักเรียน ทบทวนความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนเพื่อเตรียมพร้อมในการเรียน
ขั้นที่ 2 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Generation of a Tentative Argument) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Generation of a Tentative Argument) เป็นขั้นที่นักเรียนทำการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูล จากนั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม รวมทั้งประเมินข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาใช้ในการสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่ม ซึ่งใน	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์	การจัดการเรียนการสอนโดยวิธีการสอนปกติ
ขั้นตอนนี้ได้นำแท็กคลาวด์มาเป็นเครื่องมือในการแสดงกระบวนการคิดของกลุ่ม และรวบรวมความคิดของกลุ่ม	
ขั้นที่ 3 กิจกรรมการโต้แย้ง (The Argumentation Session) เป็นขั้นที่นักเรียนมีการโต้แย้งกันระหว่างๆกลุ่มจากประเด็นการโต้แย้งที่ครูผู้สอนกำหนด โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งที่สามารถสื่อสารให้นักเรียนกลุ่มอื่นเข้าใจได้ และให้นักเรียนกลุ่มอื่นแสดงความคิดเห็นหรือประเมินข้อโต้แย้ง โดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งมาเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจเชื่อหรือยอมรับประเด็นที่สนใจดังกล่าว	**ขั้นกิจกรรม** การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนฝึกทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ ค้นหาคำตอบ และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมอภิปรายผลที่ได้จากการศึกษาร่วมกัน
ขั้นที่ 4 การทำความเข้าใจภายในกลุ่มและการสร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล (Group sense-making and individual argument) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนสรุปเชื่อมโยงกิจกรรมและมโนทัศน์ของเรื่องที่ศึกษา จากนั้นนักเรียนจะกลับเข้ากลุ่มของตนเองเพื่ออภิปรายถึงข้อสรุป และนักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และการได้มาซึ่งความรู้ของตนโดยการเขียนข้อโต้แย้งของตนเอง	**ขั้นสรุป** การสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรมโดยครูผู้สอนจะนำนักเรียนอภิปราย และสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.5 วิจัยที่เกี่ยวข้อง

Kwon and Cifuentes (2009) ได้ศึกษาผลของการสร้างผังมโนทัศน์ด้วยตนเองและการสร้างแบบร่วมมือของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย 1) ผู้เรียนที่เรียนแบบดั้งเดิม 2) individually-constructing computer-based concept maps และ 3) Collaboratively-constructing computer-based concept maps ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่สร้างผังมโนทัศน์ด้วยตนเองและผู้เรียนที่สร้างผังมโนทัศน์แบบร่วมมือมีการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้เรียนที่เรียนแบบดั้งเดิม และผู้เรียนที่สร้างผังมโนทัศน์แบบร่วมมือมีความเข้าใจมโนทัศน์ที่ดีกว่าผู้เรียนที่สร้างผังมโนทัศน์ด้วยตนเอง

Dwyer et al. (2013) ได้เปรียบเทียบผลของการใช้แผนผังเชิงโต้แย้งโครงร่างลำดับชั้นและข้อความสรุปที่มีต่อความจำและความเข้าใจของนักศึกษาปริญญาตรี ทำการทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะอักษรศาสตร์ โดยผู้วิจัยทำการวัดความจำและความเข้าใจของผู้เรียนทันที และหลังจากเรียนจบ 1 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่าแผนผังเชิงโต้แย้ง ช่วยให้นักเรียนเกิดความจำและความเข้าใจได้มากขึ้น

Dwyer et al. (2015) ได้ศึกษาผลของการใช้แผนผังเชิงโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่มีระดับการคิดต่างๆกัน และการสะท้อนเหตุผลของนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มที่ได้รับ แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับการฝึกอบรมการคิดวิเคราะห์ 2) กลุ่มที่ได้รับโครงร่างลำดับชั้นร่วมกับการฝึกอบรมการคิดวิเคราะห์ และ 3) กลุ่มควบคุม ซึ่งไม่ได้รับการฝึกอบรมการคิดวิเคราะห์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ใช้แผนผังเชิงโต้แย้งและมีระดับการคิดต่ำ มีการคิดวิเคราะห์และการสะท้อนเหตุผลที่สูงขึ้น

Wang et al. (2017) ได้ศึกษาผลของการนำ web-based collaborative concept mapping มาใช้ในการเรียน เรื่อง การออกแบบเว็บไซต์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ นักเรียนที่ใช้ concept mapping และกลุ่มที่ไม่ใช้ concept mapping ซึ่งทั้ง 2 กลุ่มได้รับ concept-oriented task (สำหรับตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน) และ design-oriented task (นักเรียนสร้าง concept mapping เพื่อแสดงกระบวนการออกแบบในการแก้ไข

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ปัญหา) และมีการอภิปรายในกลุ่มโดยใช้ online discussion ผลการวิจัยพบว่า การใช้ collaborative concept mapping ช่วยให้นักเรียนเกิดปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มมากขึ้น ในนักเรียนที่ได้รับ concept-oriented task นักเรียนมีการอภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้ และสะท้อนผลการเรียนได้ดี รวมทั้งช่วยลดความตระหนกและเพิ่มแรงจูงใจให้กับนักเรียน

ประภารัตน์ สิงหเสนา (2552) ได้ศึกษาผลของการใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม คือ นักเรียนที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง และนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการประยุกต์ความรู้สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาเอกสาร แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้เห็นความสัมพันธ์ของนำแผนผังเชิงโต้แย้งมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนแบบการสร้างข้อโต้แย้งที่ส่งผลต่อการพัฒนานักเรียนในด้านความสามารถในการให้เหตุผล ดังนั้นสำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงได้นำรูปแบบการเรียนการสอนแบบการสร้างข้อโต้แย้งร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุของนักเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 3 แท็กคลาวด์ (Tag cloud)

แท็กคลาวด์ (Tag cloud) ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในบริบทของเว็บไซต์ทางสังคม ที่นำแท็กมาใช้เป็นดัชนีในการค้นหาแหล่งข้อมูลต่างๆ (Burch, Lohmann, Pompe, & Weiskopf, 2013) มีการจัดการหมวดหมู่เนื้อหาผ่านทาง folksonomies ซึ่งเป็นคำที่ผู้ใช้ร่วมกันสร้างขึ้นเพื่อสื่อถึงเนื้อหาในเรื่องนั้นๆ และแบ่งหมวดหมู่ของเนื้อหา (Rivadeneira, Gruen, Muller, & Millen, 2007) เป็นกิจกรรมกลุ่มในการอธิบายแหล่งข้อมูลด้วยคำหลัก (Trant, 2008) ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเชื่อมโยงคำหลักไปยังแหล่งข้อมูลในเว็บ 2.0 ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กันได้ เนื่องจากแท็กคลาวด์สามารถเชื่อมต่อกับแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทำให้ได้รับข้อมูลที่ทันสมัย เช่น เว็บ บล็อก ภาพ หรือวิดีโอ เป็นต้น (Lee et al., 2010) สะท้อนให้เห็นถึงความหมายเฉพาะหรือความเกี่ยวข้องกับแหล่งข้อมูลของผู้ใช้ (Xie & Lin, 2016) นอกจากนี้แท็กคลาวด์ยังแสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์หรือความสนใจต่างๆของสังคม (Cress & Held, 2013) ซึ่งนอกจากแท็กคลาวด์แล้วยังมีการใช้คำอื่นๆ เช่น wolrd cloud, social tag หรือ weighted list ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะใช้คำว่า แท็กคลาวด์ (Tag cloud)

3.1 ความหมายของแท็กคลาวด์ (Tagcloud)

Lee et al. (2010) ได้กล่าวถึงความหมายของแท็กคลาวด์ว่า เป็นการแสดงข้อความเชิงภาพในรูปของแท็กหรือคำ ที่สอดคล้องกับความถี่ ความนิยม หรือความสำคัญของคำ รวมถึงการสรุปข้อมูล ด้วยการใช้ขนาดของตัวอักษรที่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Cress et al. (2013) ได้กล่าวถึงแท็กคลาวด์ว่า เกิดจากระบบแท็กทางสังคมในการแบ่งปันข้อมูลร่วมกัน และเรียนรู้โดยการประมวลผลของแท็ก ที่มีการเชื่อมโยงแท็กและนำเสนอข้อมูลในลักษณะของตัวอักษรที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

Rivadeneira et al. (2007) ได้ให้ความหมายของแท็กคลาวด์ว่า เป็นการนำเสนอภาพของกลุ่มคำ ที่แสดงออกมาในลักษณะของขนาดตัวอักษร น้ำหนักของตัวอักษร หรือสีตัวอักษรที่แตกต่างกันจากความถี่ของคำที่เกี่ยวข้อง

คุณารักษ์ โอสถาภิรัตน์ (2554) ได้กล่าวถึงความหมายของแท็กคลาวด์ว่า การนำข้อมูลแท็กที่ติดอยู่กับผู้ใช้บริการหรือแหล่งข้อมูลมานำเสนอในรูปแบบที่แสดงลำดับความสำคัญหรือน้ำหนักของแท็กในระบบ โดยแท็กข้อมูลในแท็กคลาวด์นั้นจะมีการบ่งบอกถึงน้ำหนักความสำคัญของแท็ก ด้วยการใช้ขนาดตัวอักษรหรือสีที่แตกต่างกัน นั่นคือ ตัวอักษรที่มีขนาดใหญ่หรือมีสีที่เข้มกว่าบ่งบอกถึงความสำคัญที่มีมากกว่าแท็กที่มีขนาดตัวอักษรเล็กกว่าหรือมีสีที่จางกว่า

จากความหมายเบื้อต้นสามารถสรุปได้ว่า แท็กคลาวด์เกิดจากระบบแท็กทางสังคมที่มีการเชื่อมโยงข้อมูลร่วมกันด้วยคำหลักที่สมาชิกภายในกลุ่มสร้างขึ้น และนำเสนอข้อมูลในลักษณะของขนาดหรือสีตัวอักษรที่แตกต่างกัน เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของคำหลัก โดยคำหลักที่มีความสำคัญจะมีขนาดตัวอักษรที่ใหญ่กว่าหรือมีสีที่เข้มกว่าคำหลักคำอื่น ซึ่งสมาชิกภายในกลุ่มสามารถแบ่งปันข้อมูล และเรียนรู้ร่วมกันได้ ตัวอย่างแท็กคลาวด์ ในภาพที่ 2.5

ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างแท็กคลาวด์ (Xie and Lin, 2016)

3.2 ลักษณะของแท็กคลาวด์

Rivadeneira et al. (2007) ได้แบ่งลักษณะของแท็กคลาวด์ออกเป็น 2 ชนิด ประกอบด้วยลักษณะของตัวอักษร และรูปแบบการวางตำแหน่งคำ

3.2.1 ลักษณะของตัวอักษร

1) น้ำหนักของตัวอักษร ความหนาของตัวอักษร จะเป็นตัวแสดงให้เห็นถึงความถี่หรือความสำคัญของคำ ถ้าคำมีความหนาหรือน้ำหนักของตัวอักษรมาก แสดงถึงความถี่ของการใช้คำมาก

2) ขนาดของตัวอักษร เป็นการแสดงข้อมูลเชิงปริมาณ ที่บ่งบอกถึงความถี่ของคำ

3) สีตัวอักษร แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของข้อมูล รวมถึงเป็นสัญลักษณ์ให้ผู้ใช้งานทราบถึงหมวดหมู่ของคำที่ต่างกัน

3.2.2 รูปแบบการวางตำแหน่งคำ

1) การจัดกลุ่มคำ โดยกลุ่มคำที่ผู้ใช้งานเขียน จะถูกจัดกลุ่มตามตัวอักษร

2) การรวมกลุ่ม ซึ่งผู้ใช้งานสามารถกำหนดรูปแบบการรวมกลุ่มได้

3) การจัดวางคำที่มีขนาดและลักษณะที่แตกต่างกันให้อยู่ด้วยกัน

3.3 ประโยชน์ของแท็กคลาวด์

Rivadeneira et al. (2007) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแท็กคลาวด์ ดังนี้

1. Search การค้นหาคำเฉพาะหรือคำที่ระบุถึงแนวคิดที่ต้องการ ซึ่งเป็นวิธีการที่นำไปยังเนื้อหาหรือแหล่งข้อมูลที่ต้องการ

2. Browse การเรียกดูข้อมูลที่บางครั้งผู้ใช้งานไม่ได้มีรายการหรือหัวข้อที่เฉพาะเจาะจง ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการใช้งานในการดูแนวโน้มหรือความนิยมของข้อมูลในขณะนั้น

3. Impression formation การแสดงข้อมูลเกี่ยวกับหัวข้อที่ได้รับความนิยมหรือความรู้โดยภาพรวม

4. Recognition/Matching การรับรู้ถึงแนวโน้มและความสอดคล้องของข้อมูล หรือการระบุชุดข้อมูลที่แสดง

Hearst and Rosner (2008) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแท็กคลาวด์ว่า แท็กคลาวด์ช่วยให้เข้าถึงแหล่งข้อมูลได้ง่ายขึ้น รวมทั้งแสดงแนวโน้มของหัวข้อต่างๆที่กำลังเป็นที่นิยม

Knautz, Soubusta, and Stock (2010) กล่าวว่าการใช้แท็กคลาวด์ในการค้นหาจะง่ายกว่าการกำหนดคำในการค้นหา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการศึกษาประโยชน์ของแท็กคลาวด์ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. แท็กคลาวด์ช่วยในการจัดกลุ่มของข้อมูล และแสดงแนวโน้มของข้อมูลในรูปแบบภาพที่เข้าใจง่าย

2. แท็กบนพื้นฐานของระบบคลาวด์ ช่วยให้ผู้ใช้งานเข้าถึงแหล่งข้อมูลได้ง่าย สะดวกและรวดเร็ว เนื่องจากแท็กคลาวด์สามารถเชื่อมต่อกับแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทำให้ได้รับข้อมูลที่ทันสมัย

3.4 การนำแท็กคลาวด์มาใช้ในการศึกษา

การนำแท็กคลาวด์มาใช้ในการศึกษาสามารถช่วยพัฒนาการสะท้อนคิดของนักเรียน กระบวนการคิดร่วมกันของกลุ่ม รวบรวมความคิดของกลุ่มจากการแบ่งปันความรู้ภายในกลุ่ม (Xie and Lin, 2016) และช่วยให้นักเรียนมีการสร้างความรู้ร่วมกัน (S.-Y. Lin & Xie, 2017) พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ในการระบุปัญหา และการสำรวจปัญหา รวมทั้งสร้างความคิดใหม่ๆ (Schellens et al., 2009) นอกจากนี้สามารถนำแท็กคลาวด์มาใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ถึงความแตกต่าง แนวโน้มของสิ่งที่นักเรียนสนใจ รวมทั้งเป็นเครื่องมือสนับสนุนการวิจัยเพื่อยืนยันผล (McNaught & Lam, 2010)

3.4.1 รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์เป็นการสอนที่อ้างอิงจากรูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน และนำแท็กคลาวด์มาใช้ในการเรียนการสอนขั้น การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Generation of a Tentative Argument)

3.4.2 ขั้นตอนการสอนโดยใช้ รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์

ขั้นตอนการสอนโดยใช้รูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ ประกอบด้วย

1) การระบุปัญหา คำถามและภาระงาน (Identification of the Problem, Question and Task) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้เกิดปัญหาและคำถามในเรื่องที่กำลังศึกษา โดยการกำหนดสถานการณ์ปัญหาหรือภาระงาน เพื่อให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยและกำหนดประเด็นในการโต้แย้ง

2) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Generation of a Tentative Argument) เป็นขั้นที่นักเรียนทำการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูล จากนั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม รวมทั้งประเมินข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาใช้ในการสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่ม ซึ่งในขั้นตอนนี้ได้นำแท็กคลาวด์มาเป็นเครื่องมือในการแสดงกระบวนการคิดของกลุ่ม และรวบรวมความคิดของกลุ่ม โดยให้นักเรียนแต่ละคนนำเสนอคำหลักที่เกี่ยวข้องกับประเด็นในการโต้แย้ง โดยองค์ประกอบที่ใช้ในการโต้แย้งประกอบด้วย

1) ข้อกล่าวอ้าง ข้อสรุปหรือคำตอบของคำถามในการศึกษา

2) หลักฐาน เป็นข้อมูลที่ใช้ในการสนับสนุนข้อสรุป ซึ่งอาจเป็นข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลเชิงคุณภาพ รวมทั้งกฎหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3) การให้เหตุผล เป็นการอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้หลักฐานดังกล่าว เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน

3) กิจกรรมการโต้แย้ง (The Argumentation Session) เป็นขั้นที่นักเรียนมีการโต้แย้งกันระหว่างๆกลุ่มจากประเด็นการโต้แย้งที่ครูผู้สอนกำหนด โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งที่สามารถสื่อสารให้นักเรียนกลุ่มอื่นเข้าใจได้ และให้นักเรียนกลุ่มอื่นแสดงความคิดเห็นหรือประเมินข้อโต้แย้ง โดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งมาเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจเชื่อหรือยอมรับประเด็นที่สนใจดังกล่าว

4) การทำความเข้าใจภายในกลุ่มและการสร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล (Group sense-making and individual argument) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนสรุปเชื่อมโยงกิจกรรมและมโนทัศน์ของเรื่องที่ศึกษา จากนั้นนักเรียนจะกลับเข้ากลุ่มของตนเองเพื่ออภิปรายถึงข้อสรุป และนักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และการได้มาซึ่งความรู้ของตนโดยการเขียนข้อโต้แย้งของตนเอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.4.3 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้การสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์

บทบาทของครูผู้สอนและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 บทบาทของครูผู้สอนและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์

ขั้นตอนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
การระบุปัญหา คำถามและภาระงาน (Identification of the Problem, Question and Task)	1. กำหนดสถานการณ์ปัญหาหรือประเด็นในการโต้แย้ง 2. ทบทวนความรู้เดิม โดยใช้คำถาม เป็นต้น 3. จัดเตรียมเอกสาร จัดกลุ่มนักเรียนและมอบหมายภาระงานให้แก่นักเรียน	1. ศึกษาประเด็นปัญหา 2. มีส่วนร่วมในการตอบคำถามหรือการทำกิจกรรม 3. วางแผนการทำงาน
การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Generation of a Tentative Argument)	1. ให้คำแนะนำนักเรียนในการสร้างข้อโต้แย้ง 2. อธิบายวิธีในการสร้างแท็กคลาวด์ เพื่อรวบรวมกระบวนการคิดของกลุ่ม 3. นำแท็กคลาวด์ของกลุ่มมาพิจารณาความสอดคล้องเพื่อใช้เป็นข้อสรุปของกลุ่มและนำมาใช้เป็นข้อมูลในการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้ง	1. สำรวจตรวจสอบข้อมูล กฎ หรือทฤษฎีสำหรับใช้เป็นข้อมูลในการสร้างข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผล 2. ดำเนินการสร้างข้อโต้แย้งภายในกลุ่มร่วมกันอภิปรายความรู้ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนด

ขั้นตอนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
	4. อธิบายองค์ประกอบและหลักการในการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งร่วมทั้งวิธีการสร้างแผนผังในเว็บ 5. กำกับการทำกิจกรรมของนักเรียน โดยกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายกันภายในกลุ่มถึงการใช้เหตุผลและหลักฐานมาสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่กำหนด 6. ให้นักเรียนเขียนแผนผังเชิงโต้แย้งที่เป็นข้อสรุปของกลุ่มเพื่อเตรียมพร้อมในการนำเสนอ	3. สร้างแท็กคลาวด์เพื่อหาข้อสรุปของกลุ่มในการอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นในการโต้แย้งที่กำหนด 4. สร้างแผนผังเชิงโต้แย้งโดยเขียนเหตุผลและหลักฐานมาเพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่กำหนด
กิจกรรมการโต้แย้ง (The Argumentation Session)	1. ควบคุมเวลาในการนำเสนอข้อโต้แย้งของนักเรียน 2. ให้คำแนะนำนักเรียนในการแสดงความคิดเห็นกับกลุ่มอื่นถึงประเด็นในการโต้แย้ง	1. นำเสนอข้อโต้แย้งของตนเองให้กับกลุ่มอื่น 2. ประเมินข้อโต้แย้งและเสนอความคิดเห็นต่อข้อโต้แย้งของกลุ่มอื่นและตัดสินใจว่าจะเชื่อเหตุผลหรือหลักฐานที่นำมาใช้ในการสนับสนุนหรือ

ขั้นตอนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
	3. กระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันเพื่อตัดสินใจว่าจะเชื่อเหตุผลหรือหลักฐานที่นำมาใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่กำหนด	โต้แย้งประเด็นที่กำหนดหรือไม่
การทำความเข้าใจภายในกลุ่มและการสร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล (Group sense-making and individual argument)	1. สรุปให้นักเรียนร่วมกันสรุปเชื่อมโยงกิจกรรมและมโนทัศน์ของเรื่องที่ศึกษา 2. ประเมินของโต้แย้งของนักเรียน 3. ให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน	1. แก้ไขปรับปรุงข้อโต้แย้งที่ได้หลังจากการนำเสนอร่วมกันกับกลุ่มอื่น 2. เขียนสรุปข้อโต้แย้งของตนเอง โดยใช้หลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์หลักฐานและการให้เหตุผล เขียนสรุปข้อโต้แย้งของตนเองโดยใช้หลักการ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์หลักฐานและการให้เหตุผล

3.4.4 ขั้นตอนการเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ และการเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์

ขั้นตอนการเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ และการเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 เปรียบเทียบขั้นตอนการเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ และการเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์

การเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์	**การเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์**
ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา คำถามและภาระงาน (Identification of the Problem, Question and Task)	**ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา คำถามและภาระงาน (Identification of the Problem, Question and Task)**
เป็นขั้นที่ครูผู้สอนกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้เกิดปัญหาและคำถามในเรื่องที่กำลังศึกษา โดยการกำหนดสถานการณ์ปัญหาหรือภาระงาน เพื่อให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยและกำหนดประเด็นในการโต้แย้ง	เป็นขั้นที่ครูผู้สอนกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้เกิดปัญหาและคำถามในเรื่องที่กำลังศึกษา โดยการกำหนดสถานการณ์ปัญหาหรือภาระงาน เพื่อให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยและกำหนดประเด็นในการโต้แย้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์	การเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์
ขั้นที่ 2 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Generation of a Tentative Argument) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Generation of a Tentative Argument) เป็นขั้นที่นักเรียนทำการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูล จากนั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม รวมทั้งประเมินข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาใช้ในการสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่ม ซึ่งในขั้นตอนนี้ได้นำแท็กคลาวด์มาเป็นเครื่องมือในการแสดงกระบวนการคิดของกลุ่ม และรวบรวมความคิดของกลุ่ม	**ขั้นที่ 2 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Generation of a Tentative Argument)** การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Generation of a Tentative Argument) เป็นขั้นที่นักเรียนทำการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูล จากนั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม รวมทั้งประเมินข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาใช้ในการสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่ม
ขั้นที่ 3 กิจกรรมการโต้แย้ง (The Argumentation Session) เป็นขั้นที่นักเรียนมีการโต้แย้งกันระหว่างๆ กลุ่มจากประเด็นการโต้แย้งที่ครูผู้สอนกำหนด โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งที่สามารถสื่อสารให้นักเรียนกลุ่มอื่นเข้าใจได้ และให้นักเรียนกลุ่มอื่นแสดงความคิดเห็นหรือประเมินข้อโต้แย้ง โดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งมาเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจเชื่อหรือยอมรับประเด็นที่สนใจดังกล่าว	**ขั้นที่ 3 กิจกรรมการโต้แย้ง (The Argumentation Session)** เป็นขั้นที่นักเรียนมีการโต้แย้งกันระหว่างๆ กลุ่มจากประเด็นการโต้แย้งที่ครูผู้สอนกำหนด โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งที่สามารถสื่อสารให้นักเรียนกลุ่มอื่นเข้าใจได้ และให้นักเรียนกลุ่มอื่นแสดงความคิดเห็นหรือประเมินข้อโต้แย้ง จากนั้นจึงตัดสินใจเชื่อหรือยอมรับประเด็นที่สนใจดังกล่าว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์	การเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์
ขั้นที่ 4 การทำความเข้าใจภายในกลุ่มและการสร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล (Group sense-making and individual argument)	**ขั้นที่ 4 การทำความเข้าใจภายในกลุ่มและการสร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล (Group sense-making and individual argument)**
เป็นขั้นที่ครูผู้สอนสรุปเชื่อมโยงกิจกรรมและมโนทัศน์ของเรื่องที่ศึกษา จากนั้นนักเรียนจะกลับเข้ากลุ่มของตนเองเพื่ออภิปรายถึงข้อสรุปและนักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และการได้มาซึ่งความรู้ของตนโดยการเขียนข้อโต้แย้งของตนเอง	เป็นขั้นที่ครูผู้สอนสรุปเชื่อมโยงกิจกรรมและมโนทัศน์ของเรื่องที่ศึกษา จากนั้นนักเรียนจะกลับเข้ากลุ่มของตนเองเพื่ออภิปรายถึงข้อสรุปและนักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และการได้มาซึ่งความรู้ของตนโดยการเขียนข้อโต้แย้งของตนเอง

3.5 ตัวอย่างการใช้เครื่องมือในการสร้างแท็กคลาวด์ในการศึกษา

Tagcrowd เป็นเว็บไซต์ที่สามารถสร้างแท็กจากข้อความ ลิ้ง หรือไฟล์ โดยแท็กที่มีการค้นหาหรือมีความถี่ของการซ้ำกันมากที่สุด จะมีขนาดตัวอักษรของคำที่ใหญ่กว่าคำอื่นๆ

Wordle เป็นเครื่องมือออนไลน์ที่ให้ผู้ใช้งานสร้างแท็กคลาวด์และสามารถกำหนดรูปแบบการวางคำในการนำเสนอได้ โดยสร้างจากข้อความ ลิ้ง หรือไฟล์

Answer garden เป็นเครื่องมือในการสร้างแท็กแบบออนไลน์ สำหรับใช้ในการระดมสมองหรือการให้ผลตอบกลับในชั้นเรียน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Xie and Lin (2016) ได้ศึกษาผลของการใช้แท็กคลาวด์ในการสนับสนุนการสะท้อนคิดของนักเรียนในทีมบล็อก โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม หลังจากศึกษาเนื้อหาแล้ว นักเรียนจะเขียน blog ทุกสัปดาห์เพื่อสรุปสิ่งที่ศึกษามา และเขียนแท็กอย่างน้อยสัปดาห์ละ 5 คำหลัก นักเรียนในกลุ่มทดลอง (supported-tagging group) จะได้รับรายละเอียดของคำหลักที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา แต่นักเรียนในกลุ่มควบคุม (free-tagging group) จะไม่ได้รับคำหลัก และสามารถสร้างแท็กได้อย่างอิสระ หลังจากเสร็จกิจกรรมทีมบล็อก นักเรียนแต่ละคนจะสร้างผังมโนทัศน์เพื่อแสดงความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้ศึกษา ผลการศึกษาพบว่านักเรียนความการสะท้อนคิดที่ดีขึ้น

Lin and Xie (2017) ได้ศึกษาผลของการใช้แท็กในในการอภิปรายกลุ่มที่มีต่อการสร้างความรู้ร่วมกันของนักศึกษาวิชาชีพครู โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม มีการทำกิจกรรมผ่านบล็อกโดยใช้ WordPress และใช้ ผังมโนทัศน์ เป็นกลยุทธ์ในการสอน เพื่อเป็นเครื่องมือในการวัดการสร้างความรู้ของผู้เรียน นักเรียนจะเขียนบล็อกทุกสัปดาห์เพื่อสรุปสิ่งที่ศึกษามา และเขียนแท็กอย่างน้อยสัปดาห์ละ 5 แท็ก นักเรียนในกลุ่มทดลอง 3 กลุ่มจะได้รับแท็กของกลุ่มตัวเองและกลุ่มอื่นๆสำหรับใช้ในการอภิปรายภายในกลุ่มถึงมโนทัศน์ที่มีความสำคัญ และตรวจสอบมโนทัศน์ที่ขาดหายไป สำหรับนักเรียนในกลุ่มควบคุมจะไม่ได้รับแท็กและจะต้องกลับไปศึกษาบล็อกทั้งหมดเพื่อเขียนข้อสรุปโดยการเปรียบเทียบกับบล็อกของตนเองและแท็ก จากนั้นผู้เรียนแต่ละคนจะสร้างผังมโนทัศน์เพื่อแสดงความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้ศึกษา ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ใช้แท็กคลาวด์ในการอภิปรายมีการสร้างความรู้ที่ดีกว่ากลุ่มควบคุม เนื่องจากแท็กคลาวด์เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยสนับสนุนการอภิปรายร่วมกันของนักเรียนช่วยชี้แนะนักเรียนให้อภิปรายอยู่ในขอบเขตของเรื่องที่ศึกษา แลกเปลี่ยนความคิด เปรียบเทียบข้อมูล ขยายความคิด อธิบายเหตุผล และโต้แย้งเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปของกลุ่ม

จากการศึกษาเอกสาร แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้เห็นความสัมพันธ์ของนำแท็กคลาวด์และแผนผังเชิงโต้แย้งมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนแบบการสร้างข้อโต้แย้งที่ส่งผลต่อการพัฒนานักเรียนในด้านความสามารถในการให้เหตุผล ดังนั้นสำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้นำรูปแบบการเรียนการสอนแบบการสร้างข้อโต้แย้งร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุของนักเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 4 การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

Giere (1979) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการนำความรู้เกี่ยวกับกระบวนการและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการให้เหตุผล เพื่อให้ได้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์นำไปสู่ข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์

Lawson (1985) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการให้เหตุผลเชิงนามธรรม ซึ่งเป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ในการสืบสอบและประเมินหลักฐานเพื่อสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐาน

Association of American Colleges and Universities (2010) ได้ให้ความหมายว่า การยึดมั่นในระบบการสืบสอบของตนเองและใช้หลักฐานเชิงประจักษ์เพื่ออธิบาย ทำความเข้าใจ ทำนายและควบคุมปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

Zimmerman (2005) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ว่า การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์จัดเป็นทักษะการคิดและให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับการสืบสอบ การทดลอง การประเมินหลักฐานและการโต้แย้งเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์หรือความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์

จากความหมายเบื้องต้นสามารถสรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถของบุคคลในการการนำความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และหลักฐานเชิงประจักษ์มาใช้ในการสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐาน เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2 ประเภทของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

Lawson (2009) แบ่งประเภทของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ประเภท ประกอบด้วย

1) การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แบบ Abduction ซึ่งเป็นการให้เหตุผลที่เกิดขึ้นจากการเปรียบเทียบสมมติฐานของตนเองโดยอาศัยความรู้ที่ตนมีอยู่

2) การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แบบ Retroduction การทดสอบสมมติฐานที่เกิดจากการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แบบ Abduction โดยการอนุมาน

3) การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้นในการทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ ซึ่งผลที่ได้จะเป็นการยืนยันว่าสมมติฐานที่สร้างขึ้นนั้นมีความถูกต้อง

4) การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่ช่วยยืนยันข้อสรุปด้วยการเพิ่มส่วนที่สนับสนุนหรือส่วนที่ขัดแย้ง

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542) ได้จำแนกประเภทของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท โดยใช้ลักษณะของความรู้ที่ปรากฏและลักษณะของความรู้ที่บุคคลต้องศึกษาเป็นเกณฑ์

1) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นกระบวนการคิดเชื่อมโยงความรู้ทั่วไปสู่เรื่องที่เฉพาะเจาะจง นั่นคือการใช้แนวคิด หลักการ หรือทฤษฎีมาใช้ในการอธิบายหรือหาข้อสรุปของความรู้

2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นกระบวนการคิดเชื่อมโยงเพื่อหาข้อสรุป โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมาสรุปอ้างอิงสู่หลักการทั่วไป

3) การให้เหตุผลแบบอุปนัย-นิรนัย (Inductive-Deductive Method) หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการในการหาข้อสรุป โดยเริ่มจากการสังเกตนำไปสู่การสร้างสมมติฐานซึ่งจัดเป็นการให้เหตุผลแบบอุปนัย จากนั้นทำการทดสอบสมมติฐานโดยการรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อหาหลักฐานในการสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐาน ไปสู่การลงความเห็นและสรุปข้อมูล ซึ่งจัดเป็นการให้เหตุผลแบบนิรนัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เกรียงไกร อภัยวงศ์ (2548) ได้แบ่งการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็น 3 แบบ ดังนี้

1) การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์โดยใช้หลักการทั่วไปในการอธิบายเหตุการณ์ย่อย

2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตเหตุการณ์ต่าง ๆแล้วสรุปเป็นหลักการ

3) การให้เหตุผลโดยวิธีอุปนัย-นิรนัย เป็นการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้การให้เหตุผลแบบนิรนัยและการให้เหตุผลแบบอุปนัยร่วมกัน หรือที่เรียนว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์

จากการจำแนกประเภทของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1) การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลโดยอาศัยหลักการ แนวคิดหรือทฤษฎีมาอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ

2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการให้เหตุผลที่เกิดจากการสำรวจหรือสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆแล้วนำข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้มาสรุปอ้างอิงยังหลักการ เพื่อนำมาสนับสนุนหรือคัดค้านข้อสรุปต่าง ๆ

3) การให้เหตุผลแบบอุปนัย-นิรนัย หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่นำการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยมาใช้ร่วมกัน เพื่อสร้างข้อสรุปหรือสร้างองค์ความรู้

4.3 แนวทางการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

แนวทางการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ตามกรอบของ TIMSS 2011 (อ้างถึงในสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556) ที่มีขอบเขตในการประเมิน ประกอบด้วย ด้านเนื้อหา (Content Domain) และด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ (Cognitive Domain) ที่แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ ความรู้ (Knowing) การประยุกต์ใช้ความรู้ (Applying) และการใช้เหตุผล (Reasoning) ซึ่งพฤติกรรมที่ใช้ในการประเมินด้านการใช้เหตุผล ประกอบด้วย

1. การวิเคราะห์/แก้ปัญหา (Analyze/Solve Problems)
2. สังเคราะห์ (Integrate/Synthesis)
3. ตั้งสมมติฐาน/ทำนาย (Hypothesis/Predict)
4. ออกแบบ (Design)
5. สรุป (Draw Conclusion)
6. สร้างข้อสรุปทั่วไป (Generalize)
7. ประเมิน (Evaluate)
8. ตรวจสอบ (Justify)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2.7 รายละเอียดของพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการใช้เหตุผล

พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการใช้เหตุผล	รายละเอียดพฤติกรรม
1. การวิเคราะห์/แก้ปัญหา (Analyze/Solve Problems)	- วิเคราะห์ปัญหาเพื่อกำหนดความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้อง แนวคิด และขั้นตอนการแก้ปัญหา - พัฒนาและอธิบายแนวทางการแก้ปัญหา
2. สังเคราะห์ (Integrate/Synthesis)	- หาแนวทางในการแก้ปัญหาโดยพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้อง - เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาสาระแตกต่างกัน - แสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดและความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน - บูรณาการแนวคิดหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการใช้เหตุผล	รายละเอียดพฤติกรรม
3. ตั้งสมมติฐาน/ทำนาย (Hypothesis/Predict)	- เชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กับข้อมูลจากประสบการณ์หรือจากการสังเกตเพื่อสร้างคำถามที่สามารถค้นหาคำตอบได้จากการสำรวจตรวจสอบ - ตั้งสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้โดยใช้ความรู้จากการสังเกตและ/หรือจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจในแนวคิด - ทำนายเกี่ยวกับผลจากการเปลี่ยนแปลงสภาวะทางชีวภาพหรือทางกายภาพ โดยอาศัยประจักษ์พยานและความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์
4. ออกแบบ (Design)	- ออกแบบหรือวางแผนสำรวจตรวจสอบเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์หรือตรวจสอบสมมติฐาน - อธิบายลักษณะของการสำรวจตรวจสอบที่ดี ซึ่งรวมทั้งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น - ตัดสินใจเกี่ยวกับการวัดหรือวิธีการที่จะใช้ในการสำรวจตรวจสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการใช้เหตุผล	รายละเอียดพฤติกรรม
5. สรุป (Draw Conclusion)	- ตรวจหา/สืบหารูปแบบของข้อมูล อธิบายหรือสรุปและทำนายแนวโน้มของข้อมูลหรือสารสนเทศที่ กำหนดให้ - ใช้หลักฐานและ/หรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการลงข้อสรุป - ลงข้อสรุปเพื่อตอบคำถามหรือพิสูจน์สมมติฐานและแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจเกี่ยวกับสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น
6. สร้างข้อสรุปทั่วไป (Generalize)	- สร้างข้อสรุปที่ได้จากการทดลองในสภาวะหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ แล้วประยุกต์ใช้ข้อสรุปนั้นกับสถานการณ์ใหม่ - กำหนดรูปแบบทั่วไปเพื่อแสดงความสัมพันธ์ทางกายภาพ
7. ประเมิน (Evaluate)	- ประเมินข้อได้เปรียบ/เสียเปรียบ เพื่อใช้ในการตัดสินใจทางเลือกอื่นๆ ถึงวิธีการปฏิบัติ วัสดุ และแหล่งที่มา - พิจารณาปัจจัยทางวิทยาศาสตร์และปัจจัยทางสังคมเพื่อประเมินผลกระทบของวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการใช้เหตุผล	รายละเอียดพฤติกรรม
	และเทคโนโลยีที่มีต่อระบบทางชีวภาพและกายภาพ - ประเมินความเป็นไปได้อื่นๆ เกี่ยวกับการอธิบายและวิธีการแก้ปัญหา - ประเมินผลข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบโดยอาศัยข้อมูลที่เพียงพอเพื่อสนับสนุนข้อสรุป
8. ตรวจสอบ (Justify)	- ใช้ประจักษ์พยานและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการตรวจสอบคำอธิบายและวิธีการแก้ปัญหา - ให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบในการแก้ปัญหาข้อสรุปจากการสำรวจหรือคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทั้งนี้ TIMSS ได้ใช้ข้อสอบ 2 ประเภทในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ข้อสอบเลือกตอบและข้อสอบเขียนตอบ

1. ข้อสอบเลือกตอบ ที่มีข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์ รูปภาพ ตาราง หรือกราฟข้อมูลต่างๆ และมีตัวเลือก 4 ตัวเลือก

2. ข้อสอบเขียนตอบ จากการกำหนดสถานการณ์หรือปัญหา แล้วถามคำถาม เพื่อให้นักเรียนเขียนคำตอบแบบเติมคำ หรือวาดรูปอธิบาย และเขียนอธิบายเหตุผลในการตอบ

ตัวอย่างข้อสอบแบบเลือกตอบในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ TIMSS (TIMSS, 2011)

สัตว์บางชนิดมีการลดจำนวนลง จนเหลือน้อยมาในปัจจุบัน เช่น เสือไซบีเรียน หากเสือไซบีเรียนเหลือเพศเมียเพียงหนึ่งตัว สิ่งใดน่าจะเกิดขึ้น

1) เสือไซบีเรียนเพศเมียนี้จะผสมพันธุ์กับสัตว์เพศผู้ชนิดอื่น ทำให้มีเสือไซบีเรียนจำนวนมากขึ้น

2) เสือไซบีเรียนเพศเมียจะผสมพันธุ์กันเอง ทำให้มีเสือไซบีเรียนจำนวนมากขึ้น

3) เสือไซบีเรียนเพศเมียสามารถเกิดลูกเสือไซบีเรียนเพศเมียได้เท่านั้น

4) เสือไซบีเรียนเพศเมียไม่สามารถเกิดลูกเสือได้ และตายไปในที่สุด

ตัวอย่างข้อสอบแบบเขียนตอบในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ TIMSS (TIMSS, 2011)

PISA (2015) ได้เทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific competencies) โดยกระบวนการที่มีความสำคัญต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การใช้เหตุผลการคิดแบบวิพากษ์วิจารณ์และบูรณาการ การเปลี่ยนสัญลักษณ์ เช่น ใส่ข้อมูลในตาราง แปรตารางเป็นกราฟ เป็นต้น การสร้างคำอธิบาย ข้อโต้แย้ง และการสื่อสารที่อยู่บนพื้นฐานของข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ชายคนหนึ่งถูกตัดไตออกหนึ่งข้างตั้งแต่วัยเด็ก เนื่องจากไตไม่ทำงาน ขณะนี้เขามีลูกชายหนึ่งคน เมื่อแรกเกิด ลูกชายของเขามีไตกี่ข้าง.....

จงให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เทียบได้กับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทางด้านการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

1. การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (Explaining Phenomena Scientifically) เป็นการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สมเหตุสมผลกับสถานการณ์ต่างๆ สามารถบรรยาย ตีความปรากฏการณ์ และคาดการณ์หรือพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้น รวมทั้งการระบุว่าคำอธิบายมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ เพราะเหตุใด รายละเอียดของพฤติกรรม มีดังนี้

1) นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล

2) ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและการนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย

3) เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย

4) พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล

5) อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

2. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using Scientific Evidence) เป็นสมรรถนะที่ต้องการให้นักเรียนรู้ความหมาย ความสำคัญของสิ่งที่ค้นพบทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ในการลงข้อสรุป การบอกเล่า การสื่อสาร โดยมีรายละเอียดของความสามารถในการใช้ประจักษ์พยาน ดังนี้

1) รู้ว่าจะต้องใช้ประจักษ์พยานใด ซึ่งนักเรียนต้องมีข้อมูล หลักฐานที่ได้จากการค้นคว้า และการเก็บข้อมูล มารองรับในการกล่าวอ้าง ข้อสรุป พยากรณ์ และการสร้างข้อโต้แย้ง

2) สร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล บนพื้นฐานของประจักษ์พยาน ข้อมูล หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานหรือไม่ และวิจารณ์ข้อสรุปทั้งในทางเห็นด้วยและไม่เห็นด้วย

3) สื่อสารข้อสรุป การสื่อสารข้อมูลเฉพาะ หรือข้อสรุปที่ได้จากประจักษ์พยานและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการสร้างคำอธิบายและข้อโต้แย้งจากสถานการณ์และข้อมูลที่กำหนดให้ โดยสื่อสารออกมาอย่างชัดเจน และเข้าใจง่าย

4) การแสดงออกว่ามีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยการนำแนวคิดหรือมโนทัศน์นั้นๆ ไปใช้ได้ในสถานการณ์ที่กำหนดให้ มีการอธิบายความสัมพันธ์หรือสาเหตุของการเปลี่ยนแปลง ระบุตัวแปรหรือปัจจัยที่ทำให้เกิดผลตามที่กำหนดไว้ จากการนำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการบอกนั้นๆ

โดยมีรายละเอียดของพฤติกรรม ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

1) แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น

2) วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป

3) ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

4) แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น

5) ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ และอินเทอร์เน็ต เป็นต้น)

ข้อสอบ PISA ในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จะสอดคล้องกับสมรรถนะทางด้านการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ โดยข้อสอบจะกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาที่เป็นข้อความ รูปภาพ กราฟหรือตาราง ลักษณะข้อสอบประกอบด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. ข้อสอบแบบเลือกตอบ
2. ข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน
3. ข้อสอบแบบตอบอิสระ
4. ข้อสอบตอบแบบปิด

ตารางที่ 2.8 ข้อสอบวิทยาศาสตร์ จำแนกตามสรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ PISA (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

ลักษณะข้อสอบวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อ				
	เลือกตอบ	เลือกตอบเชิงซ้อน	ตอบอิสระ	ตอบแบบปิด	รวม
การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์	9	7	7	1	24
การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์	6	4	7	-	17
การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	3	6	3	-	12

ตารางที่ 2.9 ร้อยละของสรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ในแบบวัดของ PISA (OECD, 2017)

ลักษณะข้อสอบวิทยาศาสตร์	ร้อยละ
การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์	40-50
การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์	20-30
การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	30-40

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวอย่างข้อสอบ PISA แบบเลือกตอบเชิงซ้อนในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (OECD, 2017)

จอห์นและโรส เป็นนักวิจัยที่ทำวิจัยเกี่ยวกับการสูบบุหรี่ในโรงเรียน ซึ่งผลการวิจัยของจอห์นระบุว่า “ในปีช่วงปี 1950 ได้พบว่าสารทาร์ที่มาจากควันบุหรี่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคมะเร็งในหนู” บริษัทที่ผลิตบุหรี่กล่าวว่าข้อค้นพบในงานวิจัยดังกล่าวไม่มีหลักฐานที่ยืนยันว่าควันบุหรี่เป็นสาเหตุให้เกิดโรคมะเร็งในมนุษย์ และเริ่มผลิตก้นกรองบุหรี่

จากข้างความข้างต้น ให้นักเรียนเลือกเหตุผล 2 ประการ เพื่อแสดงให้เห็นว่า เพราะเหตุใดบริษัทที่ผลิตบุหรี่จึงอ้างว่าไม่มีหลักฐานกที่กล่าวว่าทาร์เป็นสาเหตุให้เกิดมะเร็งในมนุษย์

1) มนุษย์มีภูมิคุ้มกันต่อสารทาร์

2) ทำการทดลองกับหนู

3) สารเคมีที่มาจากควันบุหรี่ ลดผลกระทบจากสารทาร์

4) มนุษย์อาจมีผลที่แตกต่างจากหนู

5) ก้นกรองบุหรี่ได้กำจัดสารทาร์ออกจากควันบุหรี่

Kisiel, Rowe, Vartabedian, and Kopczak (2012) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. ความสามารถในการค้นหาหรือสร้างหลักฐาน (Seeking or Developing Evidence) โดยการรวบรวมข้อมูลหรือระบุข้อมูลเพื่อใช้เป็นหลักฐาน จากการสืบค้นจากแหล่งข้อมูลต่างๆ การอภิปรายร่วมกัน การระบุตัวแปรต่างๆ และการสังเกต

2. การตีความและวิเคราะห์หลักฐาน (Interpretation of Evidence) เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ตีความแปลความหมายของข้อมูลหลักฐานที่ได้จากสังเกตหรือสืบค้นจากแหล่งต่างๆ โดยการอภิปรายร่วมกัน รวมทั้งการใช้การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างและใช้ประจักษ์ที่เหมาะสมในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างเหล่าดังกล่าว

Lawson (1978) ได้พัฒนาแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

1. การระบุตัวแปร เป็นการกำหนดตัวแปรที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นของผลลัพธ์

2. การให้เหตุผลเชิงสัดส่วน โดยการคำนวณเชิงสมการเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหา

3. การให้เหตุผลในการคาดคะเนหรือพยากรณ์ในสิ่งต่างๆ

4. การให้เหตุผลเชิงสัมพันธ์ การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

5. การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการพิจารณา และรับรู้ถึงการเปลี่ยนแปลงลักษณะบางอย่างของวัตถุ ในขณะที่ลักษณะบางอย่างนั้นยังคงเดิม

6. การให้เหตุผลเชิงอุปนัย-นิรนัย

โดยแบบวัดนี้เป็นแบบปรนัย แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อที่เป็นสถานการณ์ ข้อมูลและรูปภาพประกอบ ให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ที่เกิดขึ้น และตอนที่ 2 เป็นข้อคำถามเพื่อให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการเลือกตอบคำตอบในตอนที่ 1

Heijnes, van Joolingen, and Leenaars (2018) ทำการวิจัยโดยใช้ Model-based learning ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยนำแบบวัดของ K. Hogan, Nastasi, and Pressley (1999) มาใช้เป็นเครื่องมือในการวัด ซึ่งเป็นแบบรูบริค ที่มีคะแนน 5 ระดับ (0-4 คะแนน) ในการประเมินความสามารถเชิงวิทยาศาสตร์ 6 ด้าน ประกอบด้วย

1. ความถูกต้องของข้อมูลและประจักษ์พยานที่นำมาใช้ในการอภิปราย

2. รายละเอียดของข้อมูลหรือประจักษ์พยานที่นำมาใช้

3. การใช้เหตุผลและประจักษ์พยานที่เหมาะสมในการยืนยันข้อสรุปหรือการสนับสนุนของกล่าวอ้างต่างๆ

4. การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับสถานการณ์ต่างๆ

5. การประเมินการให้เหตุผลและการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆของผู้อื่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6. การตัดสินใจในการเชื่อถือหรือไม่เชื่อถือข้อกล่าวอ้างของผู้อื่น ที่มีความคิดเห็นที่แตกต่างกัน โดยใช้ความรู้ ประจักษ์พยาน และการให้เหตุผลที่เหมาะสม

ตารางที่ 2.10 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ/ผู้วิจัย	TIMSS (2011)	PISA (2015)	Kisiel, Rowe, Vartabedian, & Kopczak (2012)	Lawson (1978)	Heijnes, van Joolingen, & Leenaars (2017)	**สรุป**
1. การระบุข้อมูลและประจักษ์พยาน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. การตีความและการวิเคราะห์ข้อมูลและประจักษ์พยานจากการอภิปรายและการสร้างข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	✓	✓	✓			✓
3.การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	✓	✓	✓		✓	✓
4. การคาดคะเน หรือพยากรณ์สถานการณ์ต่างๆ	✓			✓		
5. สร้างข้อสรุป คำอธิบายที่สมเหตุสมผลโดยใช้ความรู้และประจักษ์พยานที่เหมาะสม	✓	✓	✓		✓	✓
6. การสื่อสารหรือข้อสรุปที่ได้จากประจักษ์พยาน		✓				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

องค์ประกอบ/ผู้วิจัย	TIMSS (2011)	PISA (2015)	Kisiel, Rowe, Vartabedian, & Kopczak (2012)	Lawson (1978)	Heijnes, van Joolingen, & Leenaars (2017)	สรุป
7. การประเมินและตัดสินใจเชื่อถือหรือไม่เชื่อถือในข้อสรุปของผู้อื่น	✓				✓	✓

จากการศึกษากรอบแนวทางการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบสำคัญในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 1) สามารถระบุข้อมูล ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปได้ จากการวิเคราะห์ ตีความปัญหาที่เกี่ยวข้อง 2) อธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับ แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจเกี่ยวกับสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น รวมทั้งทำนาย และคาดคะเนผลที่เกิดขึ้นจากข้อสรุปที่ได้ และ 3) ประเมินและตรวจสอบ โดยใช้หลักฐานและเหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบในการแก้ปัญหาข้อสรุปจากการสำรวจหรือคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

หมายเหตุ เกณฑ์ในการสังเคราะห์องค์ประกอบในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อ้างอิงจากแนวคิดของ TIMSS และ PISA

4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Eggert et al. (2017) ได้ศึกษาผลของการใช้ผังมโนทัศน์บนคอมพิวเตอร์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสังคม ในเรื่อง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่สร้างผังมโนทัศน์มีความเข้าใจเนื้อหาสูงกว่าก่อนเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Zhou et al. (2016) ได้ศึกษาผลของบริบทภาระงาน ข้อมูลและการออกแบบที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลด้านการควบคุมตัวแปร แบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วยผู้เรียนเกรด 10 ในประเทศจีน และผู้เรียนในระดับปริญญาตรีของประเทศสหรัฐอเมริกา ในรายวิชาฟิสิกส์ ซึ่งผู้เรียนทั้ง 2 ประเทศจะทำแบบทดสอบเพื่อวัดระดับของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ โดยแบบทดสอบจะแบ่งออกเป็น 2 ชุด ประกอบด้วย ชุด A ซึ่งผู้เรียนที่ทำแบบทดสอบในชุดนี้จะไม่ได้รับข้อมูลเกี่ยวกับผลการทดลองที่เกิดขึ้น ในขณะที่แบบทดสอบชุด B ผู้เรียนจะได้รับข้อมูลเกี่ยวกับผลการทดลอง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างผลการทดลองกับตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจัดเป็นการให้เหตุผลระดับสูง ผลการวิจัยพบว่า 1) ผู้เรียนมีการให้เหตุผลและระบุตัวแปรที่ถูกต้องเมื่อไม่ได้รับข้อมูลเกี่ยวกับผลการทดลอง เนื่องจากผู้เรียนจะให้ความสำคัญกับเงื่อนไขของการทดลองที่กำหนดให้ จึงสามารถระบุตัวแปรที่สามารถนำไปทดลองและมีอิทธิพลต่อผลการทดลองได้ 2) ผู้เรียนมีการให้เหตุผลที่ดีกว่าในบริบทของฟิสิกส์ มากกว่าในบริบทที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน

Morin, Simonneaux, & Tytler (2017) ได้ศึกษาผลของการนำ Socially Acute Questions ที่เน้นการใช้คำถามปลายเปิดที่มีความซับซ้อนเกี่ยวกับปัญหาทางสิ่งแวดล้อมควบคู่กับการใช้ S3R framework ที่ประกอบด้วย Problematisation (การกำหนดปัญหา), Interactions (การมีปฏิสัมพันธ์), Knowledges (ความรู้), Uncertainties (ความไม่แน่ใจ), Values (ประเมินค่า) และ Governance (การจัดการ) นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำรูปแบบของการโต้แย้งมาใช้ในการให้เหตุผลของผู้เรียนผ่านการอภิปรายแบบออนไลน์ เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนอภิปรายร่วมกันผ่านทางวิกิ ผู้เรียนที่ร่วมกิจกรรมมาจาก 2 ประเทศ คือ ออสเตรเลียและฝรั่งเศส จะอภิปรายกันภายในกลุ่มของตนเองก่อน และสร้างวิกิ 1 จากนั้นค่อยอภิปรายระหว่างกลุ่ม เพื่อสร้างข้อมูลผ่านทางวิกิ 2 ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีการให้เหตุผลที่ดีขึ้น เนื่องจาก การให้ผู้เรียนได้ร่วมกันอภิปรายผ่านทาง social web tool เช่น วิกิ ช่วยสนับสนุนการมีส่วนร่วม และการปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันของผู้เรียน การให้ผู้เรียนมีการอภิปรายภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มช่วยให้ผู้เรียนได้รับมุมมองเกี่ยวกับปัญหาที่หลากหลายนำไปสู่การให้เหตุผลที่หลากหลายและมีคุณภาพ นอกจากนี้การโต้แย้งที่นำเอามุมมองหลายๆด้านมาใช้เป็นข้อมูลในการอภิปราย ก็จะช่วยพัฒนาการให้เหตุผลของผู้เรียน

เกรียงไกร อภัยวงศ์ (2548) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ นักเรียนที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยและกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยาสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน (2556) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท และนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และคะแนนเฉลี่ย มโนทัศน์ชีววิทยาสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี (2556) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนโดยใช้ขั้นการเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้นที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ นักเรียนกลุ่มทดลอง ที่เรียนโดยใช้ขั้นตอนการเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้นและนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ณัฐมน สุชัยรัตน์ (2558) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 50

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้อง และกลุ่มควบคุม 1 ห้อง ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นกำหนดสถานการณ์ (2) ขั้นสร้างและทดสอบแบบจำลอง (3) ขั้นโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (4) ขั้นสรุปความรู้ และ (5) ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ โดยนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ่ายโยงความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ณรงค์ชัย พงษ์ธะนะ (2559) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนแบบโต้แย้งและประเมินที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 ห้องเรียน แบ่งเป็นนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบโต้แย้งและประเมิน และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบทั่วไป ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนทดลองและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากการศึกษาเอกสาร แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้เห็นความสัมพันธ์ของนำแท็กคลาวด์และแผนผังเชิงโต้แย้งมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนแบบการสร้างข้อโต้แย้งที่ส่งผลต่อการพัฒนานักเรียนในด้านความสามารถในการให้เหตุผล ดังนั้นสำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้นำรูปแบบการเรียนการสอนแบบการสร้างข้อโต้แย้งร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุของนักเรียน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์ ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. ศึกษาผลของความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์

2. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในช่วงก่อนเรียนระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์

3. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์กับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์

โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การออกแบบการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง โดยดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอน ดังนี้

1) การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ซึ่งเป็นแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ห้องเรียน โดยมีเหตุผลสนับสนุนดังนี้

1. เป็นโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ

2. เป็นโรงเรียนที่มีความพร้อมในด้านเทคโนโลยี รวมถึงระบบอินเทอร์เน็ตที่เอื้ออำนวยต่อการจัดการเรียนการสอน

3. เป็นโรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนเพียงพอต่อการทดลองในการวิจัย

2) เลือกห้องเรียนที่จะใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีจับสลาก จากนักเรียนที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 22 คน

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดแบ่งประเภทของเครื่องมือออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยา และ ระบบการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์

1) แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยา ซึ่งมี 2 แบบ ประกอบด้วย

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์

1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์

2) ระบบการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1) แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยา มีขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้

1. ศึกษาหลักการ จุดมุ่งหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ จากหนังสือเรียนและคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม รายวิชาชีววิทยา

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดหน่วยการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561

ลำดับหน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	หัวข้อ
1	การถ่ายทอดพันธุกรรม	การศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดล
		ลักษณะทางพันธุกรรม
2	ยีนและโครโมโซม	การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม
		องค์ประกอบและโครงสร้างของดีเอ็นเอ
		สมบัติของสารพันธุกรรม
3	พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	พันธุวิศวกรรม
		การวิเคราะห์ดีเอ็นเอและการศึกษาจีโนม
		การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
		ความปลอดภัยของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
4	วิวัฒนาการ	หลักฐานที่บ่งบอกถึงวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
		แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
		พันธุศาสตร์ประชากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ลำดับหน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	หัวข้อ
		กำเนิดสปีชีส์
		วิวัฒนาการของมนุษย์

3. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน และมโนทัศน์ในบทเรียนรายวิชาชีววิทยา

รายละเอียดของการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ มีดังนี้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ ผู้วิจัยพัฒนาตามขั้นตอนดังนี้

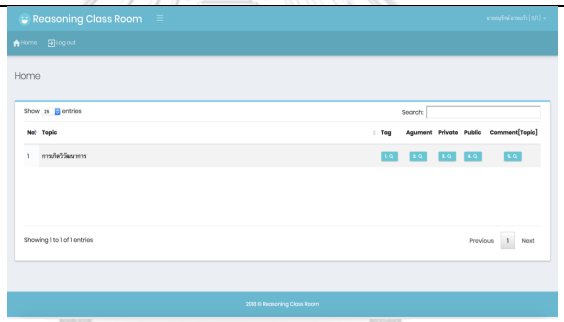
1) ศึกษาหนังสือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการใช้รูปแบบการสร้างข้อโต้งแย้งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

2) ศึกษาแนวคิด หลักการ องค์ประกอบและกระบวนการของการนำแผนผังเชิงโต้แย้ง (Argument mapping) และการนำแท็กคลาวด์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายวิชาชีววิทยา

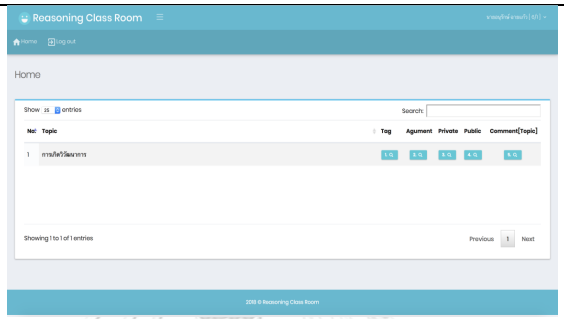
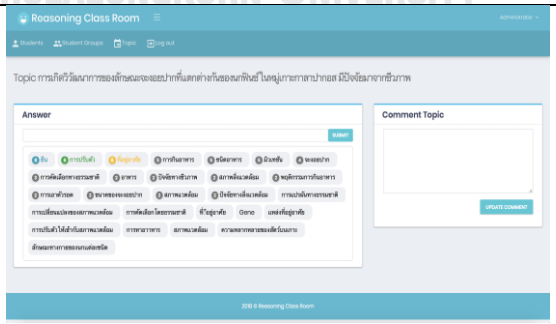
3) วิเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และนำมาเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

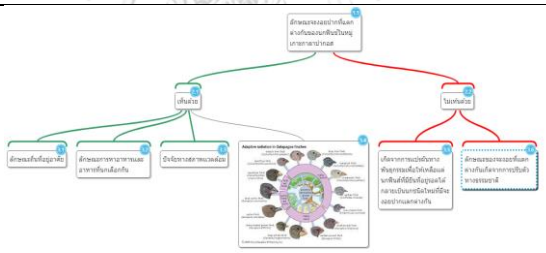
ตารางที่ 3.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ เครื่องมือในระบบการเรียนรู้ฯ และความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

การเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์	**เครื่องมือที่ใช้ในระบบการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์**	**ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน**
ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา คำถามและภาระงาน (Identification of the Problem, Question and Task)		
ครูผู้สอนกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้เกิดปัญหาและคำถามในเรื่องที่กำลังศึกษาโดยการกำหนดสถานการณ์ปัญหาหรือภาระงานเพื่อให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยและกำหนดประเด็นในการโต้แย้ง	 Feature ที่ใช้ คือ progress report progress report เป็นการแสดงลำดับหัวข้อการทำกิจกรรมที่สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย การสร้างแท็ก การสร้างแผนผังเชิงโต้แย้ง การอภิปรายร่วมกันระหว่างผู้เรียน และ บล็อกสรุปผลการสร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล	

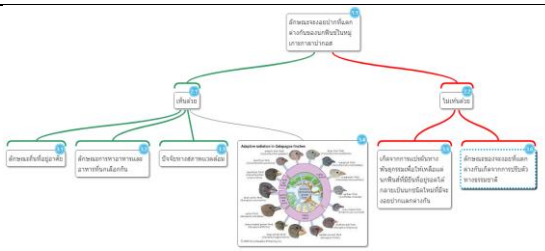
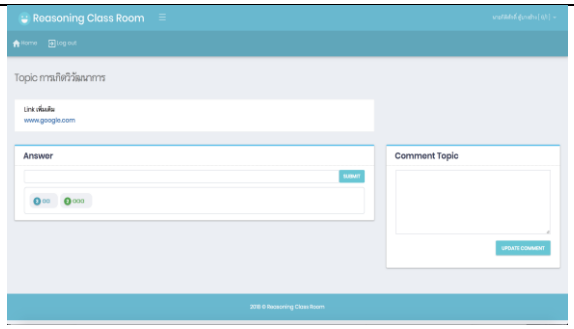
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์	**เครื่องมือที่ใช้ในระบบการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์**	**ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน**
ขั้นที่ 2 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Generation of a Tentative Argument)		
1) นักเรียนทำการตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภาระงานหรือคำถามที่ครูกำหนดผ่านการจัดกิจกรรมตามเนื้อหาที่ครูผู้สอนกำหนด	 Feature ที่ใช้ คือ progress report progress report เป็นการแสดงลำดับหัวข้อการทำกิจกรรมที่สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย การสร้างแท็ก การสร้างแผนผังเชิงโต้แย้ง การอภิปรายร่วมกันระหว่างผู้เรียน และบล็อกสรุปผลการสร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล	
2) นักเรียนแต่ละคนสร้างแท็กคลาวด์อย่างน้อยคนละ 5 แท็ก ตามประเด็นที่ครูผู้สอนกำหนด จากนั้นนักเรียนอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม และ	 Feature ที่ใช้ คือ แท็กคลาวด์ แท็กคลาวด์ เป็น feature ที่ให้นักเรียนสร้าง Keyword ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ครูกำหนด	- การระบุข้อมูลประจักษ์พยานหรือข้อสรุป - การอธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์	**เครื่องมือที่ใช้ในระบบการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์**	**ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน**
ประเมินข้อมูลที่ได้จากแท็กคลาวด์มาใช้ในการสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่มโดยการใช้แผนผังเชิงโต้แย้ง		หรือหลักฐานรองรับ
3) นักเรียนสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งในการสนับสนุนและคัดค้านประเด็นที่ครูผู้สอนกำหนดโดยใช้ข้อมูลจากแท็กคลาวด์	 Feature ที่ใช้ คือ แผนผังเชิงโต้แย้ง แผนผังเชิงโต้แย้งเป็นการเชื่อมโยงไปยังโปรแกรม mindmup (argument visualization) สำหรับสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งออนไลน์	- การระบุข้อมูลประจักษ์พยานหรือข้อสรุป - การอธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับ

Chulalongkorn University

การเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์	เครื่องมือที่ใช้ในระบบการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์	ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ขั้นที่ 3 กิจกรรมการโต้แย้ง (The Argumentation Session)		
นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแผนผังเชิงโต้แย้งในระบบฯ จากนั้นนักเรียนกลุ่มอื่นร่วมกันแสดงความคิดเห็นหรือประเมินข้อโต้แย้ง	 Feature ที่ใช้ คือ แผนผังเชิงโต้แย้ง แผนผังเชิงโต้แย้งเป็นการเชื่อมโยงไปยังโปรแกรม mindmup (argument visualization) สำหรับสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งออนไลน์	- การอธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับ - การประเมินและตรวจสอบข้อสรุปโดยใช้หลักฐานและเหตุผล
ขั้นที่ 4 การทำความเข้าใจภายในกลุ่มและการสร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล (Group sense-making and individual argument)		
1) นักเรียนแต่ละคนเขียนข้อโต้แย้งของตนเอง 2) ครูผู้สอนสรุปเชื่อมโยงกิจกรรม		- การระบุข้อมูลประจักษ์พยานหรือข้อสรุป - การอธิบายข้อสรุปโดยใช้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์	**เครื่องมือที่ใช้ในระบบการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์**	**ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน**
และมโนทัศน์ของเรื่องที่ศึกษา จากนั้นนักเรียนจะกลับเข้ากลุ่มของตนเองเพื่ออภิปรายถึงข้อสรุป 3) นักเรียนแต่ละคนเขียนข้อโต้แย้งของตนเองลงในบล็อกที่กำหนด	Feature ที่ใช้ คือ บล็อกสรุปผลการสร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล บล็อกสรุปผลการสร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล เป็นบล็อกที่ให้นักเรียนแต่ละคนเขียนข้อสรุปที่ได้จากการทำกิจกรรม	เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ ให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาหรือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน รายวิชาชีววิทยา จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสม และความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ขั้นตอนการออกแบบการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการประเมินผล และนำไปปรับปรุงตามคำแนะนำ ซึ่งคุณสมบัติของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาหรือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน มีดังนี้

- เป็นครูที่มีวิทยฐานะไม่ต่ำกว่าชำนาญการพิเศษในรายวิชาชีววิทยา หรือ

- เป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาหรือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 5 ปี หรือมีวุฒิทางการศึกษาในระดับดุษฎีบัณฑิต

ผลการพิจารณาความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่า IOC เท่ากับ 0.8 แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้จริง ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ดังนี้

1) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ทันสมัยและเหมาะสมกับปัจจุบันที่นักเรียนอยู่ในยุคสังคมออนไลน์ และเป็นกิจกรรมที่สนับสนุนให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ช่วยกันวิเคราะห์แก้ปัญหา

2) เพิ่มสื่อการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในแผน ได้แก่ สื่อ PowerPoint ระบบการเรียนรู้และเว็บไซต์สำหรับการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งของนักเรียน (mindmup.com)

3) ปรับการใช้ภาษาให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น เช่น “ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนสำรวจลักษณะการหมุนของขวัญบนศีรษะของเพื่อนนักเรียนในชั้นเรียน ว่ามีการหมุนแบบตามเข็มนาฬิกาหรือมีการหมุนแบบทวนเข็มนาฬิกา” น่าจะเกริ่นนำสักหน่อยว่าด้านหลังศีรษะของคนเรามีการเรียงตัวของเส้นผมเป็นวงก้นหอยที่เรียกกันว่า ขวัญ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น

7) นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

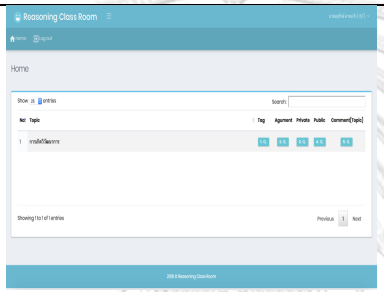
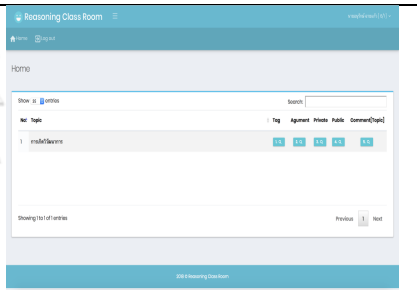
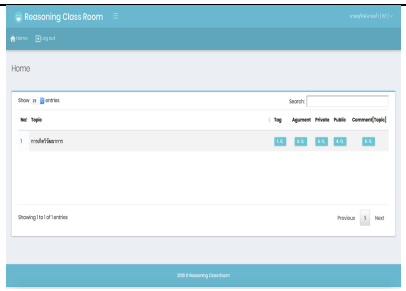
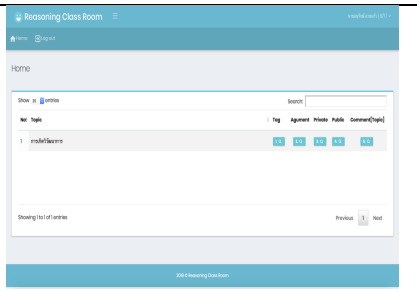
8) นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิไปใช้ในการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

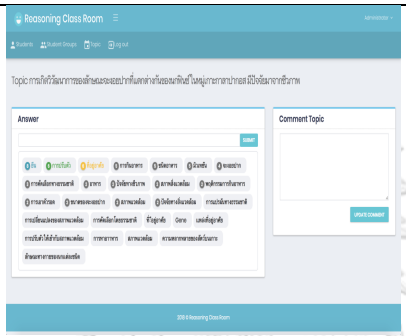
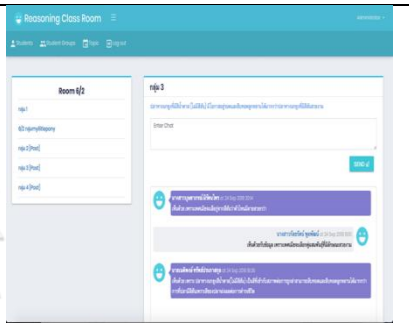
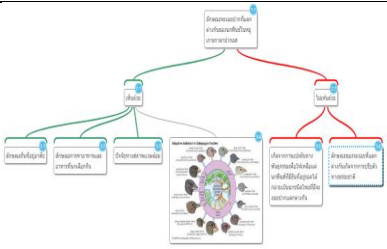
1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์

ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาเช่นเดียวกับแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ แต่ไม่มีการใช้แท็กคลาวด์และแผนผังเชิงโต้แย้ง (รายละเอียดดังหน้า 78)

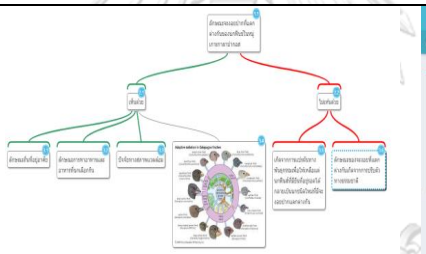
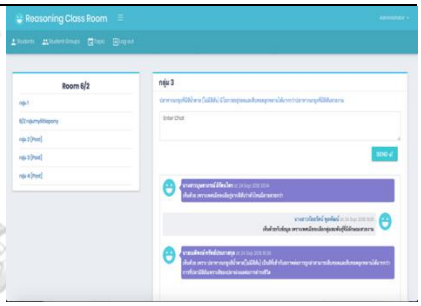
ตารางที่ 3.3 เปรียบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในระบบการเรียนรู้ฯ ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ และนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์ในระบบการเรียนรู้ฯ

การเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้ง	**นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์**	**นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์**
ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา คำถามและภาระงาน (Identification of the Problem, Question and Task)		
ครูผู้สอนกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้เกิดปัญหาและคำถามในเรื่องที่กำลังศึกษา โดยการกำหนดสถานการณ์ปัญหาหรือภาระงานเพื่อให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยและกำหนดประเด็นในการโต้แย้ง	 Feature ที่ใช้ คือ progress report	 Feature ที่ใช้ คือ progress report
ขั้นที่ 2 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Generation of a Tentative Argument)		
1) นักเรียนทำการตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภาระงานหรือคำถามที่ครูกำหนดผ่านการ		 Feature ที่ใช้ คือ progress report

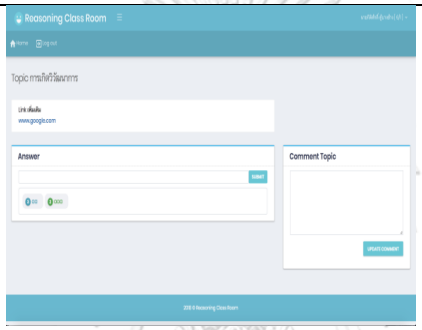
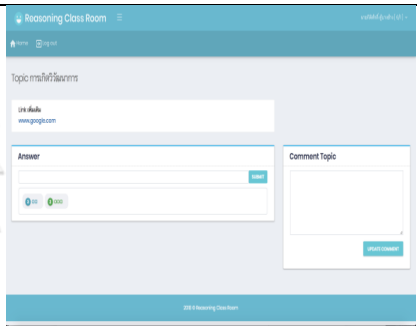
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้ง	นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์	นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์
จัดกิจกรรมตามเนื้อหาที่ครูผู้สอนกำหนด	Feature ที่ใช้ คือ progress report	
2) นักเรียนมีการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม รวมทั้งประเมินข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาใช้ในการสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่ม	 Feature ที่ใช้ คือ แท็กคลาวด์ นักเรียนแต่ละคนสร้างแท็กคลาวด์อย่างน้อยคนละ 5 แท็กตามประเด็นที่ครูผู้สอนกำหนด จากนั้นนักเรียนอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม และประเมินข้อมูลที่ได้จากแท็กคลาวด์มาใช้ในการสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่มโดยการใช้แผนผังเชิงโต้แย้ง	 Feature ที่ใช้ คือ การอภิปรายภายในกลุ่ม นักเรียนทำการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูล จากนั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม รวมทั้งประเมินข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาใช้ในการสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่ม
		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้ง	นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์	นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์
	Feature ที่ใช้ คือ แผนผังเชิงโต้แย้ง นักเรียนสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งในการสนับสนุนและคัดค้านประเด็นที่ครูผู้สอนกำหนดโดยใช้ข้อมูลจากแท็กคลาวด์	
ขั้นที่ 3 กิจกรรมการโต้แย้ง (The Argumentation Session)		
นักเรียนมีการโต้แย้งกันระหว่างกลุ่มจากประเด็นการโต้แย้งที่ครูผู้สอนกำหนด โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งที่สามารถสื่อสารให้นักเรียนกลุ่มอื่นเข้าใจได้ และให้นักเรียนกลุ่มอื่นแสดงความคิดเห็นหรือประเมินข้อโต้แย้ง จากนั้นจึงตัดสินใจเชื่อหรือ	 Feature ที่ใช้ คือ แผนผังเชิงโต้แย้ง นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแผนผังเชิงโต้แย้งในระบบฯ จากนั้นนักเรียนกลุ่มอื่นร่วมกันแสดงความคิดเห็นหรือประเมินข้อโต้แย้ง	 Feature ที่ใช้ คือ การอภิปรายระหว่างกลุ่ม นักเรียนมีการโต้แย้งกันระหว่างๆ กลุ่มจากประเด็นการโต้แย้งที่ครูผู้สอนกำหนด โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งที่สามารถสื่อสารให้นักเรียนกลุ่มอื่นเข้าใจได้ และให้นักเรียนกลุ่มอื่นแสดงความคิดเห็นหรือประเมินข้อโต้แย้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้ง	นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์	นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์
ยอมรับประเด็นที่สนใจดังกล่าว		
ขั้นที่ 4 การทำความเข้าใจภายในกลุ่มและการสร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล (Group sense-making and individual argument)		
1) นักเรียนแต่ละคนเขียนข้อโต้แย้งของตนเอง 2) ครูผู้สอนสรุปเชื่อมโยงกิจกรรมและมโนทัศน์ของเรื่องที่ศึกษา จากนั้นนักเรียนจะกลับเข้ากลุ่มของตนเองเพื่ออภิปรายถึงข้อสรุป 3) นักเรียนแต่ละคนเขียนข้อโต้แย้งของตนเองลงในบล็อกที่กำหนด	 Feature ที่ใช้ คือ บล็อกสรุปผลการสร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล	 Feature ที่ใช้ คือ บล็อกสรุปผลการสร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) ระบบการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์

ผู้วิจัยพัฒนาตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด หลักการ องค์ประกอบและกระบวนการในการเรียนการสอนบนเว็บจากหนังสือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. ออกแบบระบบและสร้างระบบการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้ PHP7 ในการสร้างระบบฯ และเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งออนไลน์คือ https://mindmup.com จากนั้นเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3. นำระบบการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ เสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความ เหมาะสมของวัตถุประสงค์ เนื้อหา การออกแบบหน้าจอและการออกแบบการเรียนการสอน จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ซึ่งคุณสมบัติของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มีดังนี้

- เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ทางด้านระบบการเรียนการสอนหรือทางด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ไม่น้อยกว่า 5 ปี

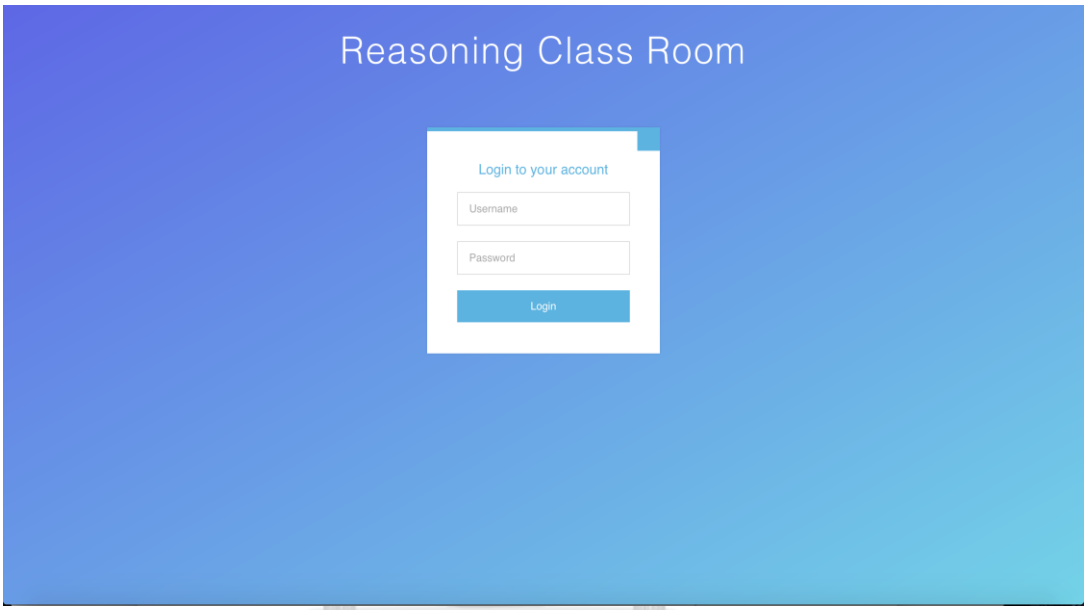
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การพิจารณาความเหมาะสมของของระบบการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์ของผู้ทรงคุณวุฒิ มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ ซึ่งมีเกณฑ์ในการแปลความหมายดังนี้

4.50 - 5.00	หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.50 - 4.49	หมายถึง มีความเหมาะสมมาก
2.50 - 3.49	หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง
1.50 - 2.49	หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย
1.00 - 1.49	หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการพิจารณาความเหมาะสมของของระบบการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์มีค่า 4.17 ซึ่งมีความเหมาะสมในระดับมาก โดยภาพรวมของเว็บไซต์มีความสวยงาม น่าใช้งาน เหมาะกับกลุ่มผู้เรียน

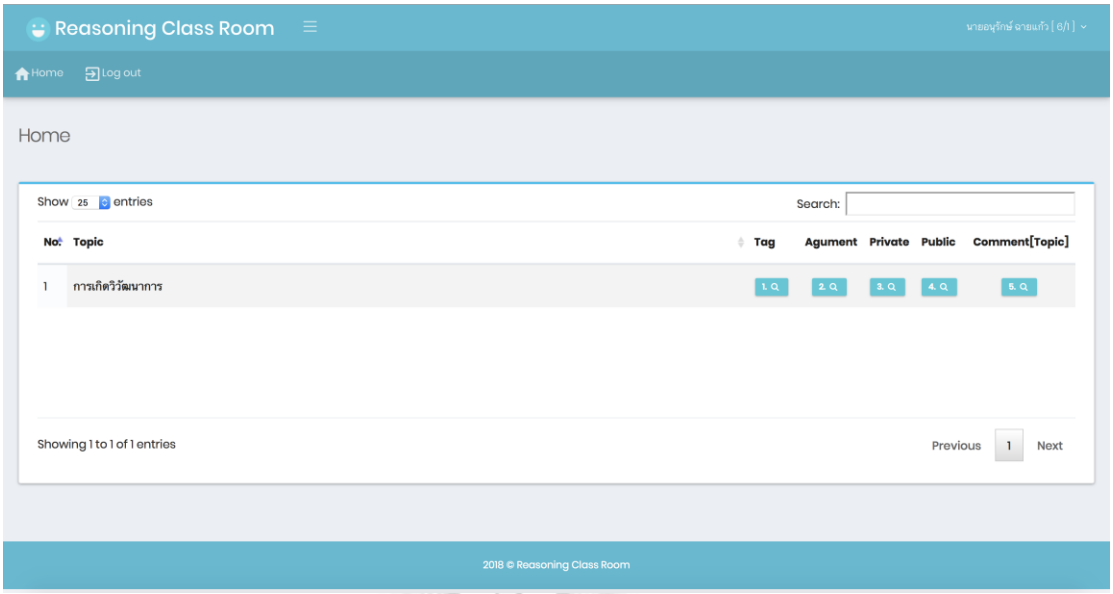
4. นำระบบการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์มาปรับปรุงให้เหมาะสม เพื่อใช้ในการวิจัยต่อไป ตัวอย่างของระบบการเรียนรู้ฯ ดังแสดงในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แสดงภาพหน้าจอหน้าล็อกอินสำหรับเข้าสู่ระบบการเรียนรู้ฯ

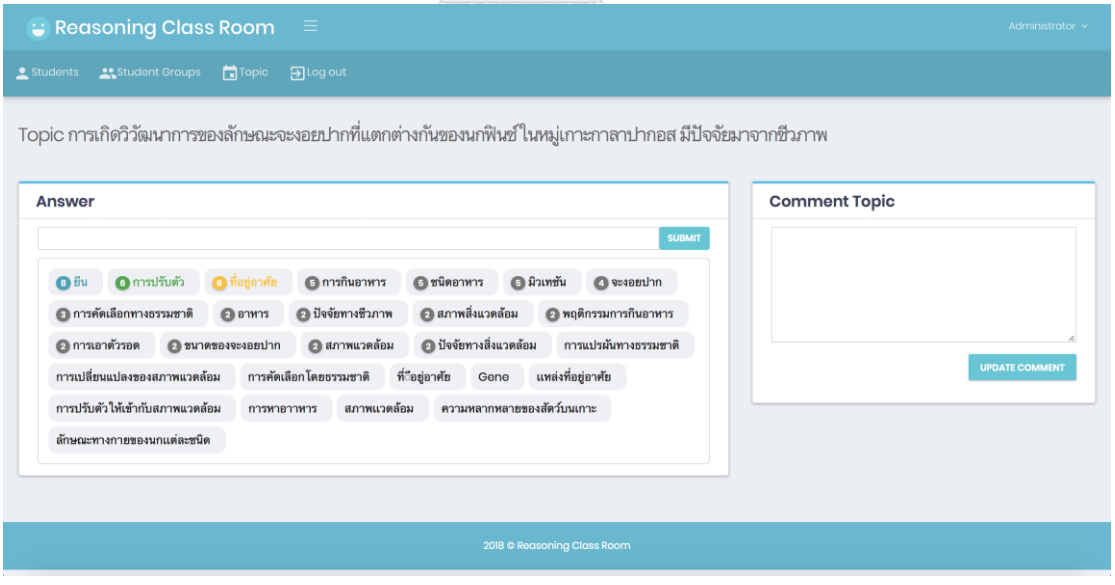
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตัวอย่าง Feature progress report สำหรับแสดงลำดับการทำกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มทดลอง ซึ่งประกอบด้วย การสร้างแท็ก การสร้างแผนผังเชิงโต้แย้ง การอภิปรายร่วมกัน และการสร้างบล็อกสรุปผลการโต้แย้งรายบุคคล ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 แสดง Feature progress report (มุมมองของนักเรียนกลุ่มทดลอง)

ตัวอย่างการสร้างแท็กของผู้เรียนกลุ่มทดลอง ซึ่งเป็นfeature ที่ให้นักเรียนสร้าง keyword ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ครูกำหนด ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 แสดง Feature แท็กคลาวด์ (มุมมองของนักเรียนกลุ่มทดลอง)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และแบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผล

1) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบปรนัยแบบปรนัย 4 ตัวเลือก และแบบเขียนตอบปลายเปิด จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยดำเนินตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาความหมาย และแนวคิดเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาลักษณะของแบบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบคู่ขนาน จำนวน 3 ชุด ซึ่งแบบวัดดังกล่าวจะใช้สำหรับทดสอบนักเรียนก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง

2. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการณ์ของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ประกอบด้วย 1) สามารถระบุข้อมูล ประจักษ์พยานหรือข้อสรุปได้ จากการวิเคราะห์ ตีความปัญหาที่เกี่ยวข้อง 2) อธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับ แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจเกี่ยวกับสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น รวมทั้งทำนาย และคาดคะเนผลที่เกิดขึ้นจากข้อสรุปที่ได้ และ 3) ประเมินและตรวจสอบ โดยใช้หลักฐานและเหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบในการแก้ปัญหา ข้อโต้แย้ง หรือข้อสรุปจากการสำรวจหรือคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดรูปแบบของสถานการณ์ที่จะนำมาสร้างเป็นข้อคำถาม ซึ่งปรับมาจากแนวทางการประเมินผลของ PISA และ TIMSS รวมเป็นข้อสอบ จำนวน 30 ข้อ

CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย ข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบและแบบเขียนตอบปลายเปิด สร้างข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 16 ข้อ โดยนักเรียนต้องเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว เกณฑ์ในการให้คะแนนแต่ละข้อ คือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน และแบบเขียนตอบปลายเปิดจำนวน 14 ข้อ เกณฑ์การให้คะแนนแบบ Scoring rubrics คือ ตอบถูกทั้งหมดให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือการให้เหตุผลไม่สัมพันธ์กันให้ 0 คะแนน แต่ละข้อคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพ โดยกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้ ซึ่งเป็นบทความเชิงวิทยาศาสตร์ รูปภาพ หรือคำอธิบายประกอบ

ตารางที่ 3.4 แสดงการออกแบบการสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งปรับมาจากแนวทางการประเมินผลของ PISA และ TIMSS

ลักษณะข้อสอบวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อ		
	เลือกตอบ	เขียนตอบปลายเปิด	รวม
1) สามารถระบุข้อมูล ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปได้	4	2	6
2) อธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับ	6	6	12
3) ประเมินและตรวจสอบ โดยใช้หลักฐานและเหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบในการแก้ปัญหา ข้อโต้แย้ง หรือข้อสรุปจากการสำรวจหรือคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	6	6	12
รวม	16	14	30

4. นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้องของภาษา และประเมินโดยใช้การประเมินความสอดคล้อง (IOC)

ผลการพิจารณาความสอดคล้องของแบบวัดทั้ง 3 ชุด มีค่า IOC เท่ากับ 0.93 แสดงว่าแบบวัดมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้จริง ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ดังนี้

- แปลข้อมูลในกราฟหรือรูปภาพจากภาษาอังกฤษให้เป็นภาษาไทย

- เพิ่มรายละเอียดของข้อมูลในตาราง เช่น ในบทความ เรื่อง นกฟินช์ในหมู่เกาะกาลาปากอส ผู้วิจัยได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับ ชื่อกลุ่มของนกฟินช์ ลักษณะจงอยปาก และรูปภาพประกอบ

สำหรับใช้ในการตอบคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด โดยให้เพิ่มข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของอาหาร เพื่อให้ข้อมูลมีความชัดเจนยิ่งขึ้น

- เพิ่มชื่อกราฟที่นำมาใช้ในแบบวัด เช่น กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

- เพิ่มภาพประกอบในบทความ เพื่อลดความเครียดขณะทำข้อสอบของนักเรียน

- ปรับข้อคำถามและตัวเลือกให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น

โจทย์เดิม : นาย ก. ไปตรวจสุขภาพที่โรงพยาบาล ซึ่งมีการนำปัสสาวะไปตรวจ นักเรียนคิดว่าสิ่งใดไม่ควรตรวจพบในปัสสาวะของนาย ก. (การระบุข้อมูล ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุป)

ก. กรดยูริก และฮอร์โมน ข. โปรตีนและยูเรีย

ค. กลูโคสและวิตามิน ง. สารพิษและกรดยูริก

แก้เป็น : นาย ก. เป็นคนที่ออกกำลังกายสม่ำเสมอและมีสุขภาพแข็งแรง ไปตรวจสุขภาพที่โรงพยาบาล ซึ่งมีการนำปัสสาวะไปตรวจ นักเรียนคิดว่าสิ่งใดไม่ควรตรวจพบในปัสสาวะของนาย ก. (การระบุข้อมูล ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุป)

ก. กรดยูริก และฮอร์โมน ข. วิตามินและยูเรีย

ค. กลูโคสและโปรตีน ง. สารพิษและกรดยูริก

5. นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา แล้วนำผลที่ได้มาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์เพื่อหาค่าความเที่ยง โดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบราค (Cronbach's Alpha Coefficient) ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัด

ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบวัด มีค่า 0.86 ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.43 - 0.51 และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัด 0.33 - 0.56

6. นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่วิเคราะห์คุณภาพแล้วไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2) แบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผล

แบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผล มีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check list) ซึ่งเป็นแบบสังเกตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยดำเนินตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการวัดพฤติกรรมการให้เหตุผล เพื่อกำหนดลักษณะของพฤติกรรมที่แสดงถึงการให้เหตุผล

2. กำหนดพฤติกรรมที่ใช้สังเกตระหว่างเรียน ให้สอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการณ์ของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 1) สามารถระบุข้อมูล ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปได้ จากการวิเคราะห์ ตีความปัญหาที่เกี่ยวข้อง 2) อธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับ แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจเกี่ยวกับสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น รวมทั้งทำนาย และคาดคะเนผลที่เกิดขึ้นจากข้อสรุปที่ได้ และ

3. ประเมินและตรวจสอบ โดยใช้หลักฐานและเหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบในการแก้ปัญหา ข้อโต้แย้ง หรือข้อสรุปจากการสำรวจหรือคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งปรับมาจากแนวทางการประเมินพฤติกรรมด้านการใช้เหตุผลของ TIMSS และ พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์ (2556)

ตารางที่ 3.5 ลักษณะของพฤติกรรมที่แสดงถึงการให้เหตุผลของนักเรียน

องค์ประกอบในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	**ลักษณะของพฤติกรรมที่แสดงถึงการให้เหตุผลของนักเรียนระหว่างเรียน**
1. สามารถระบุข้อมูล ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปได้	1. ใช้หลักฐานหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างข้อสรุป
	2. เขียนหรือบอกเกี่ยวกับข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้างต่างๆ
2. อธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับ แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจเกี่ยวกับสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น รวมทั้ง	1. อธิบายให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเหตุและผลโดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ลักษณะของพฤติกรรมที่แสดงถึงการให้เหตุผลของนักเรียนระหว่างเรียน
ทำนาย และคาดคะเนผลที่เกิดขึ้นจากข้อสรุปที่ได้	
3. ประเมินและตรวจสอบ โดยใช้หลักฐานและเหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบในการแก้ปัญหา ข้อโต้แย้ง หรือข้อสรุปจากการสำรวจหรือคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	1. ซักถามเหตุผลเพื่อนเกี่ยวกับประเด็นที่กล่าวอ้าง
	2. ประเมินและตรวจสอบหลักฐานที่เพื่อนนำเสนอ
	3. แสดงความคิดเห็นก่อนตัดสินใจที่จะสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อกล่าวอ้างดังกล่าว

3. สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผล ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check list) โดยกำหนดการตรวจสอบพฤติกรรมระหว่างเรียน ดังนี้ ปฏิบัติ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรม และไม่ปฏิบัติ หมายถึง นักเรียนไม่แสดงพฤติกรรม

4. กำหนดเกณฑ์ในการแปลผล โดย นักเรียนที่แสดงพฤติกรรมให้ 1 คะแนน และนักเรียนที่ไม่แสดงพฤติกรรมให้ 0 คะแนน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. นำแบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลที่สร้างขึ้นเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้องของภาษา จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ซึ่งคุณสมบัติของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านแบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผล มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นผู้มีประสบการณ์ทางด้านการจัดการเรียนการสอนทางด้านชีววิทยา หรือทางด้านหลักสูตรและการสอน ไม่ต่ำกว่า 5 ปี
- เป็นครูที่มีวิทยฐานะไม่ต่ำกว่าชำนาญการพิเศษ

ผลการพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหามีค่า IOC เท่ากับ 0.97 แสดงว่าแบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้จริง

6. นำแบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลมาหาค่าความเที่ยงแบบความคงที่ด้วยวิธีสังเกตซ้ำในเวลาต่างกัน (Intra-rater Reliability) และนำคะแนนที่ได้มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (chi-square)

7. นำแบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลที่วิเคราะห์คุณภาพแล้วไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทดลอง

3. การออกแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) โดยมีรูปแบบการวิจัยแบบศึกษา 2 กลุ่มวัดหลายครั้งแบบอนุกรมเวลา (The Control-group Pretest-Posttest Time-Series Design) (วรรณี แกมเกตุ, 2555) มีกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ และกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งออนไลน์ มีการเก็บข้อมูลทั้ง 2 กลุ่มก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง (Pretest-Posttest) ดังภาพที่ 3.4

E	O_1	X	O_2	X	O_3
C	O_4	-	O_5	-	O_6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 3.4 รูปแบบการวิจัยกึ่งทดลองแบบศึกษา 2 กลุ่มวัดหลายครั้งแบบอนุกรมเวลา (The Control-group Pretest-Posttest Time-Series Design)

E แทน กลุ่มทดลอง (Experiment Group)

C แทน กลุ่มควบคุม (Control Group)

O แทน การวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน

X แทน การเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์

4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.1 ขั้นเตรียมการ

1) ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ รายวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2) ผู้วิจัยจัดเตรียมเครื่องมือและเอกสารที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนสำหรับกลุ่มตัวอย่าง

3) ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การประเมินการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการทำกิจกรรม รายละเอียดดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 เกณฑ์การประเมินการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการทำกิจกรรม

ประเด็นการประเมิน	**เกณฑ์การให้คะแนน**			
	3	**2**	**1**	**0**
การระบุข้อมูลประจักษ์พยานหรือข้อสรุป	สามารถบอกข้อมูล ประจักษ์พยานหรือข้อสรุปได้อย่างถูกต้องครบถ้วน	สามารถบอกข้อมูล ประจักษ์พยานหรือข้อสรุปได้อย่างถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป	สามารถบอกข้อมูล ประจักษ์พยานหรือข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง น้อยกว่าร้อยละ 80	ไม่สามารถบอกข้อมูล ประจักษ์พยานหรือข้อสรุปได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3	2	1	0
อธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับ	การให้เหตุผลมีความสอดคล้องและสัมพันธ์กับข้อสรุปหรือข้อโต้แย้ง	การให้เหตุผลมีความสอดคล้องและสัมพันธ์กับข้อสรุปหรือข้อโต้แย้งมาก ร้อยละ 80 ขึ้นไป	การให้เหตุผลมีความสอดคล้องและสัมพันธ์กับข้อสรุปหรือข้อโต้แย้งน้อยกว่าร้อยละ 80	การให้เหตุผลไม่มีความสอดคล้องและไม่สัมพันธ์กับข้อสรุปหรือข้อโต้แย้ง
ประเมินและตรวจสอบ โดยใช้หลักฐานและเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุปหรือข้อโต้แย้งจากการสำรวจหรือคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานที่นำมาใช้ในการอธิบายข้อสรุปมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันและมีความถูกต้องครบถ้วน	ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานที่นำมาใช้ในการอธิบายข้อสรุปมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันและมีความถูกต้อง ร้อยละ 80 ขึ้นไป	ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานที่นำมาใช้ในการอธิบายข้อสรุปมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันและมีความถูกต้องน้อยกว่าร้อยละ 80	ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานที่นำมาใช้ในการอธิบายข้อสรุปไม่มีความสอดคล้องสัมพันธ์กันและไม่มีความถูกต้อง

4.2 ขั้นดำเนินการทดลอง

1) ผู้วิจัยแนะนำเว็บการเรียน วิธีการใช้งานในกิจกรรมการเรียนการสอน

2) นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน โดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที

3) ดำเนินการทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ จำนวน 10 แผน รวม 24 คาบ โดยกลุ่มทดลองจะเรียนโดยใช้รูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ และกลุ่มควบคุมจะเรียนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์ รวมระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยในสัปดาห์ที่ 4 นักเรียนจะทำแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน โดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที

ตารางที่ 3.7 รายละเอียดเนื้อหาที่นำมาใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	หัวข้อ	จำนวนคาบ
1	พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	พันธุวิศวกรรม	3
2		การวิเคราะห์ดีเอ็นเอและการศึกษาจีโนม	1
3	พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	4
4		ความปลอดภัยของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	2
5	วิวัฒนาการ	หลักฐานที่บ่งบอกถึงวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	2
6		แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	2
7		พันธุศาสตร์ประชากร	4
8		ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของความถี่แอลลีล	2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	หัวข้อ	จำนวนคาบ
9		กำเนิดสปีชีส์	2
10		วิวัฒนาการของมนุษย์	2
	รวม		**24**

4) นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน โดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที

5) ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ ดังนี้

1) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการอธิบายข้อมูลเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่างและผลการทดลองเบื้องต้น

2) วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนของกลุ่มทดลองด้วยสถิติ Repeated Measured ANOVA โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY

3) วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนองค์ประกอบในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยสถิติ Paired Sample t-test

4) วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และคะแนนพฤติกรรมการให้เหตุผลระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยสถิติ Independent t-test โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์ ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. ศึกษาผลของความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์

2. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในช่วงก่อนเรียนระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์

3. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์กับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลการวิเคราะห์และนำเสนอ ตามลำดับดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

2. ผลของความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์

3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์

4. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์กับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 4.1 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ

เพศ	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
	จำนวนคน	ร้อยละ	จำนวนคน	ร้อยละ
หญิง	12	54.55	17	77.27
ชาย	10	45.45	5	22.73
รวม	22	100	22	100

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง และจับสลากเพื่อกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งจากข้อมูลในตารางที่ 4.1 พบว่า กลุ่มทดลอง มีนักเรียนจำนวน 22 คน แบ่งเป็นนักเรียนหญิง 12 คน คิดเป็นร้อยละ 54.55 และนักเรียนชาย 10 คน คิดเป็นร้อยละ 45.45 และกลุ่มควบคุม มีนักเรียนจำนวน 22 คน แบ่งเป็นนักเรียนหญิง 17 คน คิดเป็นร้อยละ 77.27 และนักเรียนชาย 5 คน คิดเป็นร้อยละ 22.73

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เมื่อผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มคุมมาเปรียบเทียบด้วยสถิติ Independent t-test ได้ผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุม

คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์	**Mean**	**S.D.**	**t**	**Sig.**
กลุ่มทดลอง	11.23	2.25	-0.284	0.389
กลุ่มควบคุม	11.41	1.99		

*p < .05

ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุมพบว่า มีค่า Sig. > .05 แสดงว่านักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองไม่แตกต่างกัน

ตอนที่ 2 ผลของความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์

เมื่อพิจารณาถึงองค์ประกอบในการวัดประเมินความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ประกอบด้วย

1) สามารถระบุข้อมูล ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปได้ จากการวิเคราะห์ ตีความปัญหาที่เกี่ยวข้อง

2) อธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจเกี่ยวกับสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น รวมทั้งทำนาย และคาดคะเนผลที่เกิดขึ้นจากข้อสรุปที่ได้

3) ประเมินและตรวจสอบ โดยใช้หลักฐานและเหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบในการแก้ปัญหาข้อสรุปจากการสำรวจหรือคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 4.3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.3 ผลคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง จำแนกตามองค์ประกอบในการวัดประเมิน

คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามองค์ประกอบในการวัดประเมิน	**N**	**คะแนนเต็ม**	**Mean**	**ค่าเฉลี่ยร้อยละ**
1) สามารถระบุข้อมูล ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปได้	22	6	4.09	68.18
2) อธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับ	22	12	8.82	73.49
3) ประเมินและตรวจสอบ โดยใช้หลักฐานและเหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบ	22	12	8.45	70.45

*p < .05

จากตารางที่ 4.3 เมื่อพิจารณาแยกตามองค์ประกอบในการวัดประเมินพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนค่าเฉลี่ยร้อยละในด้านการอธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับมากที่สุด ร้อยละ 73.49 รองลงมาคือด้านการประเมินและตรวจสอบ โดยใช้หลักฐานและเหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบในการแก้ปัญหา ร้อยละ 70.45 และด้านการระบุข้อมูลประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปได้ ร้อยละ 68.18 ตามลำดับ

การเปรียบเทียบคะแนนองค์ประกอบในการวัดประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้สถิติ Paired Sample T-test ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบคะแนนองค์ประกอบในการวัดประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

การเปรียบเทียบระหว่างองค์ประกอบในการวัดประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์	S.D.	df	Sig.
องค์ประกอบที่ 1	0.59	21	0.000*
องค์ประกอบที่ 2	0.93	21	0.000*
องค์ประกอบที่ 3	1.42	21	0.000*

*p < .05

จากตารางที่ 4.4 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนองค์ประกอบในการวัดประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าองค์ประกอบที่ 1 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.59 องค์ประกอบที่ 2 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.93 และองค์ประกอบที่ 3 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.42 โดยองค์ประกอบทั้ง 3 องค์ประกอบมีคะแนนองค์ประกอบก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05

เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์จากการทำกิจกรรมในชั้นเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังแสดงในตารางที่ 4.5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.5 คะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์จากการทำกิจกรรมในชั้นเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์	Mean	S.D.	t	Sig.
กลุ่มทดลอง	6.18	1.30	2.335	0.025*
กลุ่มควบคุม	5.41	0.85		

*p < .05

จากตารางที่ 4.5 พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 6.18 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.30 และนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 5.41 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.85 ซึ่งส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มทดลองมีการกระจายตัวของคะแนนมากกว่ากลุ่มควบคุม โดยคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

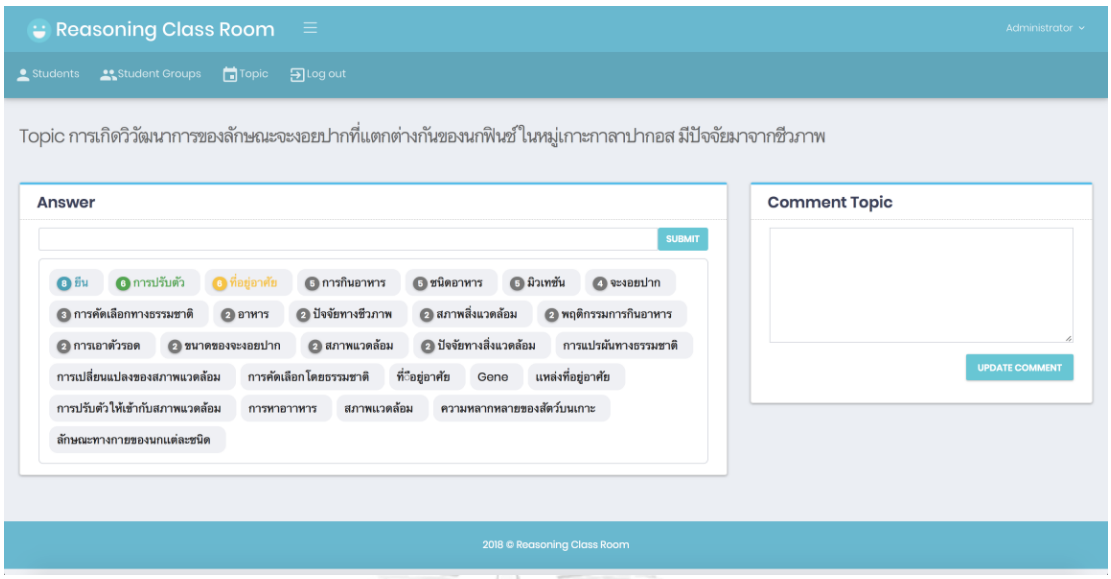
การทำกิจกรรมในชั้นเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์ มีขั้นตอนในการทำกิจกรรม ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา คำถามและภาระงาน เป็นขั้นที่ครูผู้สอนกำหนดหัวข้อเพื่อให้นักเรียนใช้ในกิจกรรมการโต้แย้ง รวมทั้งทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน ตัวอย่างหัวข้อที่กำหนดให้นักเรียนทำกิจกรรม เช่น “การเกิดวิวัฒนาการของลักษณะจงอยปากที่แตกต่างกันของนกฟินช์ในหมู่เกาะกาลาปากอส มีปัจจัยมาจากชีวภาพ”

ขั้นที่ 2 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เป็นขั้นที่นักเรียนนำแท็กคลาวด์มาใช้ในการรวบรวมกระบวนความคิดของกลุ่ม โดยการเขียนคำสำคัญ (keyword) ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่ครูผู้สอนกำหนด

ตัวอย่างการนำแท็กคลาวด์มาใช้ในการทำกิจกรรมในหัวข้อ “การเกิดวิวัฒนาการของลักษณะจงอยปากที่แตกต่างกันของนกฟินช์ในหมู่เกาะกาลาปากอส มีปัจจัยมาจากชีวภาพ” ดังแสดงในภาพที่ 4.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างแท็กคลาวด์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มจะร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม เพื่อพิจารณาในการนำคำสำคัญจากแท็กคลาวด์ไปใช้ในการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งของกลุ่ม ดังตัวอย่าง

“เห็นด้วย เพราะอาจได้รับยีนจากรุ่นพ่อแม่ และเกิดการ mutation”

ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 1

“ไม่เห็นด้วย เพราะลักษณะจงอยปากที่แตกต่างกัน
มาจากการปรับตัวให้เหมาะสมแก่การกินอาหารแต่ละประเภท”

ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 2

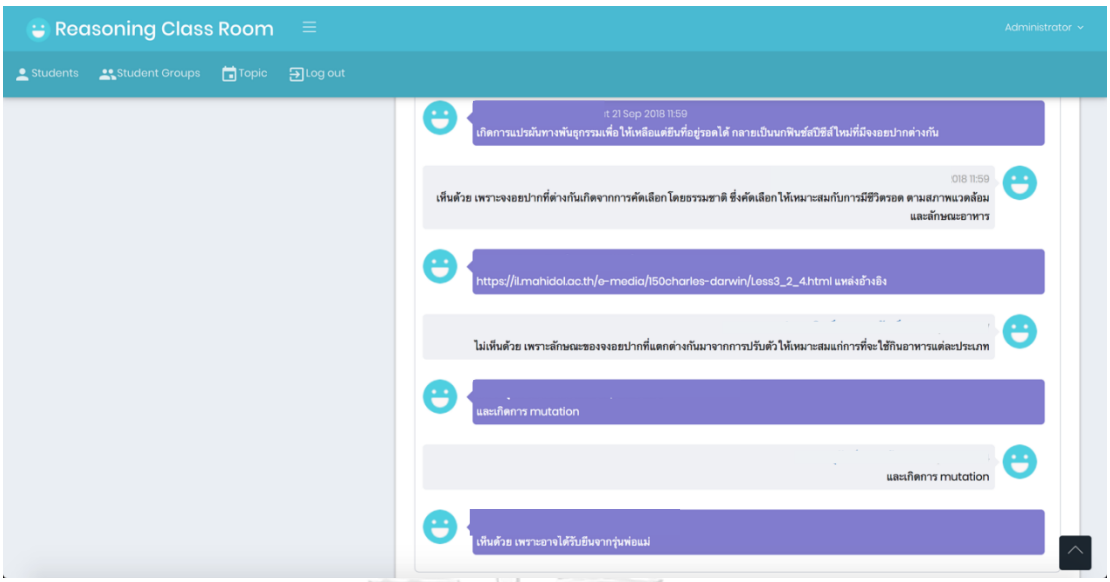
“เห็นด้วย เพราะจงอยปากที่แตกต่างกันเกิดจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติ
ซึ่งคัดเลือกให้เหมาะสมกับการมีชีวิตรอดตามสภาพแวดล้อมและลักษณะอาหาร”

ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 3

“เกิดการแปรผันทางพันธุกรรมเพื่อให้เหลือแต่ยีนที่อยู่รอดได้
กลายเป็นนกฟินช์สปีชีส์ใหม่ที่มีจงอยปากต่างกัน”

ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

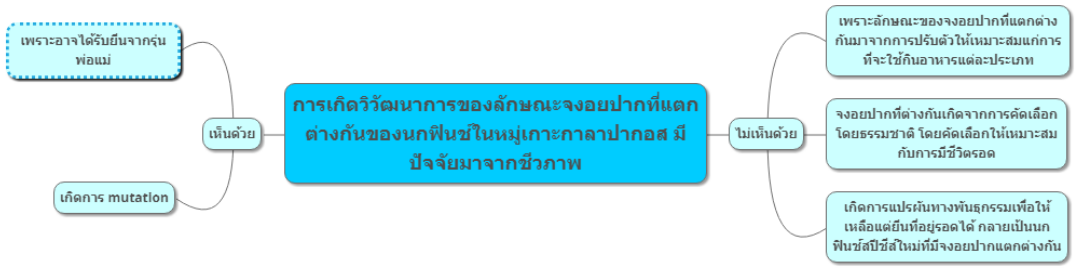


ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างการอภิปรายภายในกลุ่มของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ซึ่งในการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งนักเรียนจะมีการสร้างทั้งด้านที่สนับสนุนและโต้แย้งประเด็นที่ครูผู้สอนกำหนด เช่นในตัวอย่างการทำกิจกรรมในหัวข้อ “การเกิดวิวัฒนาการของลักษณะจงอยปากที่แตกต่างกันของนกฟินช์ในหมู่เกาะกาลาปากอส มีปัจจัยมาจากชีวภาพ” นักเรียนมีการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งทั้งด้านที่เห็นด้วยและด้านที่ไม่เห็นด้วยกับประเด็นที่ครูผู้สอนกำหนด โดยมีหลักฐานหรือข้อมูลทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเอง ดังนี้

ข้อมูลที่สนับสนุน ประกอบด้วย การเกิด mutation และการได้รับยีนจากรุ่นพ่อแม่

ข้อมูลที่โต้แย้ง ประกอบด้วย ลักษณะจงอยปากที่แตกต่างกันมาจากการปรับตัวให้เหมาะสมแก่การที่จะใช้กินอาหารแต่ละประเภท การคัดเลือกโดยธรรมชาติ เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 4.3

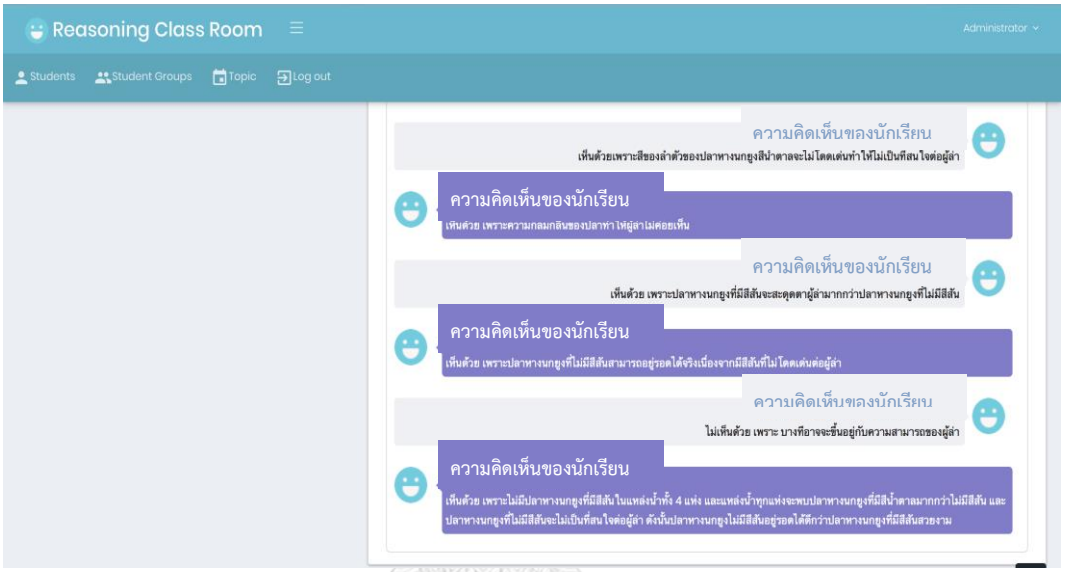


ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างแผนผังเชิงโต้แย้งของนักเรียนกลุ่มทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นที่ 3 กิจกรรมการโต้แย้ง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแผนผังเชิงโต้แย้งของกลุ่มตนเอง และมีการอภิปรายระหว่างกลุ่ม

ตัวอย่างการอภิปรายระหว่างกลุ่มของนักเรียนกลุ่มทดลอง ในหัวข้อ “ปลาหางนกยูงที่มีสีน้ำตาล (ไม่มีสีสัน) มีโอกาสอยู่รอดและสืบทอดลูกหลานได้มากกว่าปลาหางนกยูงที่มีสีสันสวยงาม” แสดงดังรูปที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างการอภิปรายระหว่างกลุ่มของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ขั้นที่ 4 การทำความเข้าใจภายในกลุ่มและการสร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนเขียนข้อสรุปของตนเองลงในบล็อกของตนเองหลังจากการอภิปรายร่วมกันระหว่างกลุ่ม โดยตัวอย่างของการเขียนบล็อกของนักเรียนในหัวข้อ “การเกิดวิวัฒนาการของลักษณะจงอยปากที่แตกต่างกันของนกฟินช์ในหมู่เกาะกาลาปากอส มีปัจจัยมาจากชีวภาพ”

“การเกิดวิวัฒนาการของลักษณะจงอยปากที่แตกต่างกันของนกฟินช์
ในหมู่เกาะกาลาปากอสไม่ได้มีปัจจัยมาจากชีวภาพเพียงอย่างเดียว
แต่เกิดจากการคัดเลือกให้เหมาะสมกับการอยู่รอด ซึ่งเป็นการคัดเลือกโดยธรรมชาติ”

ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 17

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

“การเกิดวิวัฒนาการของลักษณะจงอยปากที่แตกต่างกันของนกฟินช์
ในหมู่เกาะกาลาปากอส นอกจากปัจจัยทางชีวภาพแล้ว การคัดเลือก
โดยธรรมชาติ และการปรับตัวให้เหมาะสมกับลักษณะของอาหาร
เพื่อให้มีชีวิตรอดและดำรงเผ่าพันธุ์”

ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 18

“การปรับตัวทางธรรมชาติ ทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรม
การปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมเพื่อการอยู่รอดสิ่งมีชีวิต
ที่มีการปรับตัวในด้านต่าง ๆได้ดี จะสามารถดำรงชีวิตและสืบเผ่าพันธุ์ต่อไปได้”

ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 21

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์กับคะแนนเฉลี่ยระหว่างการทำกิจกรรมในชั้นเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากการวิเคราะห์โดยใช้ Chi-square ได้ผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์กับคะแนนเฉลี่ยระหว่างการทำกิจกรรมในชั้นเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์กับคะแนนเฉลี่ย	**N**	**df**	**Sig.**
กลุ่มทดลอง	22	8	0.005*
กลุ่มควบคุม	22	6	0.001*

*p < .05

จากตารางที่ 4.6 พบว่าพฤติกรรมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์

ตารางที่ 4.7 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์	**Mean**	**S.D.**	**Sig.**
ก่อนเรียน	11.23	2.25	0.000*
ระหว่างเรียน	16.27	2.69	0.000*
หลังเรียน	21.36	3.23	0.000*

*p < .05

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 11.23 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.25 คะแนนระหว่างเรียนเท่ากับ 16.27 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.69 คะแนนหลังเรียนเท่ากับ 21.36 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.23 โดยคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปได้ว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าระหว่างเรียนและก่อนเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์กับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์

ตารางที่ 4.8 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์		**Mean**	**S.D.**	**t**	**Sig.**
ก่อนเรียน	กลุ่มทดลอง	11.23	2.25	-0.284	0.389
	กลุ่มควบคุม	11.41	1.99		
ระหว่างเรียน	กลุ่มทดลอง	16.27	2.69	2.948	0.003*
	กลุ่มควบคุม	14.32	1.56		
หลังเรียน	กลุ่มทดลอง	21.36	3.23	4.888	.000*
	กลุ่มควบคุม	17.41	1.99		

*p < .05

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 21.36 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.23 และนักเรียนกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 17.41 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.99 โดยกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนพบว่าทั้งสองกลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนของทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์ ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. ศึกษาผลของความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์
2. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในช่วงก่อนเรียนระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์
3. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์กับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง ปีการศึกษา 2561 จำนวน 44 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์ จำนวน 22 คน และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์ จำนวน 22 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 10 แผน และแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งออนไลน์สำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุม จำนวน 10 แผน (2) ระบบการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ (3) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ชุดซึ่งเป็นแบบวัดคู่ขนาน สำหรับใช้ในการทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน ชุดละ 30 ข้อ และ (4) แบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติ Independent t-test สำหรับการอธิบายข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างและเปรียบเทียบผลคะแนนก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนของกลุ่มทดลองด้วยสถิติ Repeated Measures ANOVA ซึ่งผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่ม ทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุมพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองไม่แตกต่างกัน

2. ผลของความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้าง ข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์

2.1) เมื่อพิจารณาแยกตามองค์ประกอบในการวัดประเมินพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนค่าเฉลี่ยร้อยละในด้านการอธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับมากที่สุด ร้อยละ 73.49 รองลงมาคือด้านการประเมินและตรวจสอบ โดยใช้หลักฐานและเหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบในการแก้ปัญหา ร้อยละ 70.45 และด้านการระบุข้อมูล ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปได้ ร้อยละ 68.18 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนองค์ประกอบในการวัดประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าองค์ประกอบที่ 1 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.59 องค์ประกอบที่ 2 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.93 และองค์ประกอบที่ 3 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.42 โดยองค์ประกอบทั้ง 3 องค์ประกอบมีคะแนนองค์ประกอบก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05

2.2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการทำกิจกรรมในชั้นเรียน เท่ากับ 6.18 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.30 และนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เท่ากับ 5.41 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.85 โดยคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.4) พฤติกรรมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 11.23 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.25 คะแนนระหว่างเรียนเท่ากับ 16.27 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.69 คะแนนหลังเรียนเท่ากับ 21.36 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.23 โดยคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปได้ว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าระหว่างเรียนและก่อนเรียน

4. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์กับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้การสร้างแผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 21.36 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.23 และนักเรียนกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 17.41 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.99 โดยกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนพบว่าทั้งสองกลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนของทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัย เรื่อง ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์ ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สามารถอภิปรายผลตามคำถามการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าระหว่างเรียนและก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสร้าง ข้อโต้แย้งมีส่วนช่วยในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยขั้นตอนการเรียนการสอนประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา คำถามและภาระงาน เป็นขั้นที่ครูผู้สอนกำหนดหัวข้อเพื่อให้นักเรียนใช้ในกิจกรรมการโต้แย้ง รวมทั้งทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อเตรียมความพร้อมของนักเรียนในการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 2 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เป็นขั้นที่นักเรียนนำแท็กคลาวด์มาใช้ในการทำกิจกรรมโดยการพิมพ์คำสำคัญ (keyword) ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่ครูผู้สอนกำหนดอย่างน้อยคนนละ 5 คำสำคัญ ในขั้นนี้นักเรียนจะเกิดการรวบรวมความคิดของกลุ่ม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันและขอบเขตของหัวข้อและเนื้อหาที่ใช้ในการโต้แย้ง ได้รับข้อมูลที่หลากหลาย เนื่องจากการนำเสนอข้อมูลของแท็กคลาวด์อยู่ในรูปของความถี่ของคำ ซึ่งนักเรียนจะนำข้อมูลจากแท็กคลาวด์มาใช้ในการอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อนำไปใช้ในการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งสำหรับใช้เป็นข้อมูลหรือหลักฐานในการสนับสนุนหรือคัดค้านประเด็นที่ครูผู้สอนกำหนด โดยตัวอย่างของการนำแท็กคลาวด์มาใช้ในการทำกิจกรรมในหัวข้อ “ปลาหางนกยูงที่มีสีน้ำตาล (ไม่มีสีสัน) มีโอกาสอยู่รอดและสืบทอดลูกหลานได้มากกว่าปลาหางนกยูงที่มีสีสันสวยงาม”

“การอำพรางตัว สีของตัว การล่าเหยื่อ การหาอาหาร ความกลมกลืน การเอาตัวรอดขนาดตัว จำนวนปลานกยูงที่พบ การเกี้ยวพาราสี ความสวยงาม ไม่โดดเด่น การปรับตัวการอยู่อาศัย ความลึกของแหล่งน้ำ สีสันของปลา ไม่ดึงดูดศัตรู ความสวยงาม ความโดดเด่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พฤติกรรมการอยู่อาศัย การดำรงชีวิต สีไม่ดึงดูดตัวอื่น หลอกเหยื่อด้วยสี สีไม่ดึงดูดผู้ล่าอาหาร ในแหล่งน้ำ ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ จำนวนผู้ล่า บริเวณของแหล่งน้ำ ”

จากการสร้างแท็กคลาวด์ในการทำกิจกรรมพบว่า นักเรียนมีการแสดงความคิดเห็นที่หลากหลายเกี่ยวกับประเด็นที่ครูผู้สอนกำหนด ซึ่งข้อมูลค่อนข้างครอบคลุมในการนำไปใช้ในการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้ง

การสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งเป็นขั้นที่นักเรียนจะนำข้อมูลที่ได้จากการสร้างแท็กคลาวด์มาใช้ในการสนับสนุนและโต้แย้งประเด็นที่ครูผู้สอนกำหนด ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนได้มีการโต้แย้งที่หลากหลาย การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ รวมทั้งพิจารณาความเป็นไปได้ของข้อมูลเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปของกลุ่มในการตัดสินใจที่จะสนับสนุนหรือคัดค้านประเด็นที่กำหนดโดยการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ข้อมูลและหลักฐานรองรับ ซึ่งตัวอย่างของการนำแผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้ในการทำกิจกรรมในหัวข้อ หัวข้อ “ปลาหางนกยูงที่มีสีน้ำตาล (ไม่มีสีสัน) มีโอกาสอยู่รอดและสืบทอดลูกหลานได้มากกว่าปลาหางนกยูงที่มีสีสันสวยงาม”

ข้อมูลที่สนับสนุน ประกอบด้วย

“การพรางตัวได้ดีกว่าปลาหางนกยูงที่มีสีสัน”

“สีสันไม่โดนเด่น”

“เพราะมีสีกลมกลืนตามสภาพแวดล้อม”

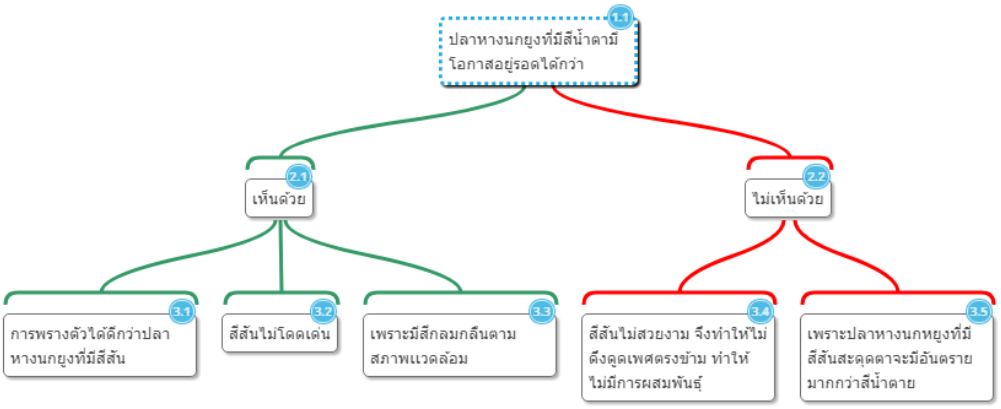
ข้อมูลที่โต้แย้ง ประกอบด้วย

“สีสันไม่สวยงาม จึงทำให้ไม่ดึงดูดเพศตรงข้าม ทำให้ไม่มีการผสมพันธุ์”

“เพราะปลาหางนกยูงที่มีสีสันสะดุดตาจะมีอันตรายมากกว่าสีน้ำตาล”

จากการนำแผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้ในการทำกิจกรรมพบว่าข้อมูลที่ขีดเส้นใต้เป็นข้อมูลที่ได้มาจากการทำกิจกรรมแท็กคลาวด์ ซึ่งนักเรียนนำมาใช้เป็นข้อมูลในการสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่กำหนด ดังแสดงในภาพที่ 5.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 5.1 ตัวอย่างแผนผังเชิงโต้แย้งของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ขั้นที่ 3 กิจกรรมการโต้แย้ง เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอแผนผังเชิงโต้แย้งของกลุ่มตนเอง เพื่อให้นักเรียนกลุ่มอื่นเข้ามาแสดงความคิดเห็น ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนจะเกิดการโต้แย้งระหว่างกลุ่ม โดยมีการแสดงความคิดเห็นและให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่มีข้อมูลรองรับ ตัวอย่างของการอภิปรายระหว่างกลุ่มของนักเรียนกลุ่มทดลองในหัวข้อ “ปลาหางนกยูงที่มีสีน้ำตาล (ไม่มีสีสัน) มีโอกาสอยู่รอดและสืบทอดลูกหลานได้มากกว่าปลาหางนกยูงที่มีสีสันสวยงาม” ของนักเรียนกลุ่ม 3

“เห็นด้วย เพราะไม่มีปลาหางนกยูงเพศเมียที่มีสีสันในแหล่งน้ำทั้ง 4 แหล่ง และแหล่งน้ำทุกแหล่งจะพบปลาหางนกยูงเพศเมียที่มีสีน้ำตาลมากกว่า เนื่องจากปลาหางนกยูงที่ไม่มีสีสันจะไม่เป็นที่สนใจต่อผู้ล่า ดังนั้นปลาหางนกยูงไม่มีสีสันอยู่รอดได้ดีกว่าปลาหางนกยูงที่มีสีสันสวยงาม”

ความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มที่ 1

“ไม่เห็นด้วย เพราะอาจขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้ล่า”

ความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

“เห็นด้วย เพราะสีของลำตัวของปลาหางนกยูงจะไม่โดเด่น จึงไม่เป็นที่สนใจของผู้ล่า”

ความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มที่ 3

จากการแสดงความคิดเห็นระหว่างกลุ่มของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีการประเมิน ตรวจสอบและอธิบายความคิดเห็นของตนเองโดยมีการให้เหตุผลทั้งสนับสนุนและโต้แย้งที่มีหลักฐานรองรับ

ขั้นที่ 4 การทำความเข้าใจภายในกลุ่มและการสร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนจะพิจารณาถึงความเป็นไปได้ของข้อมูล เพื่อลงสู่ข้อสรุปของตนเองจากการอภิปรายร่วมกันในขั้นที่ 3 โดยเขียนลงในบล็อกของตนเอง ตัวอย่างของการเขียนบล็อกของนักเรียนกลุ่มทดลองในหัวข้อ “ปลาหางนกยูงที่มีสีน้ำตาล (ไม่มีสีสัน) มีโอกาสอยู่รอดและสืบทอดลูกหลานได้มากกว่าปลาหางนกยูงที่มีสีสันสวยงาม”

“เห็นด้วย เนื่องจากปลาหางนกยูงที่ไม่มีสีสัน ผู้ล่ามีโอกาสมองเห็นได้น้อยกว่า จึงมีโอกาสถูกล่าได้น้อยกว่า ตัวอย่างเช่นข้อมูลจากตารางพบว่า ปลาหางนกยูงที่มีสีสันมีจำนวนน้อยกว่าปลาหางนกยูงที่ไม่มีสี เป็นข้อสนับสนุนเหตุผลดังกล่าว”

ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 8

“จากการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มและนอกกลุ่ม ได้ข้อสรุปจากข้อมูลว่า ไม่มีปลาหางนกยูงเพศเมียที่มีสีสันในแหล่งน้ำทั้ง 4 แหล่ง และแหล่งน้ำทุกแหล่งจะพบปลาหางนกยูงที่มีสีน้ำตาลมากกว่ามีสีสัน และปลาหางนกยูงที่ไม่มีสีสันจะไม่เป็นที่สนใจต่อผู้ล่า ดังนั้นปลาหางนกยูงที่ไม่มีสีสันจะอยู่รอดได้ดีกว่าปลาหางนกยูงที่มีสีสันสวยงาม”

ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 18

จากการเขียนข้อสรุปในบล็อกของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีการระบุหลักฐานและข้อมูลที่นำมาใช้ในการอธิบายข้อสรุปของตนเอง

จากขั้นตอนข้างต้น เมื่อนักเรียนได้ทำกิจกรรมตามขั้นตอนดังกล่าวสามารถพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย (1) การระบุข้อมูล ประจักษ์พยานหรือข้อสรุป (2) การอธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

และ (3) การประเมินและตรวจสอบข้อสรุปโดยใช้หลักฐานและเหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบ เนื่องจากนักเรียนได้มีการนำแท็กคลาวด์มาใช้เพื่อรวบรวมความคิดของกลุ่ม กำหนดขอบเขตของเรื่องที่ศึกษา นำไปสู่การสร้างข้อโต้แย้งและการอภิปรายร่วมกัน เป็นการฝึกการโต้แย้งและการให้เหตุผลที่มีข้อมูลรองรับของนักเรียน ก่อนการตัดสินใจลงข้อสรุปของตนเอง สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ณรงค์ชัย พงษ์ธะนะ (2559) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนแบบโต้แย้งและประเมินที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนทดลองและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการวิจัยของวรัญญา จำปามูล (2555) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาแยกตามองค์ประกอบในการวัดประเมินพบว่านักเรียนมีคะแนนค่าเฉลี่ยร้อยละในด้านการอธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับมากที่สุด รองลงมาคือด้านการประเมินและตรวจสอบ โดยใช้หลักฐานและเหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบ และด้านการระบุข้อมูล ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุป ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนองค์ประกอบในการวัดประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าองค์ประกอบทั้ง 3 องค์ประกอบมีคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 เนื่องจากในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอน นักเรียนได้มีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

ขั้นที่ 2 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เป็นขั้นที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ด้าน การระบุข้อมูล ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุป จากการนำแท็กคลาวด์มาใช้ในการทำกิจกรรมทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถรวบรวมความคิดและได้รับความคิดที่หลากหลายสำหรับการนำคำเหล่านี้มาใช้ในการอภิปรายโต้แย้งและสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งในขั้นต่อไป สอดคล้อง

กับผลการวิจัยของ Xie and Lin (2017) ได้ศึกษาผลของการใช้แท็กในในการอภิปรายกลุ่มที่มีต่อการสร้างความรู้ร่วมกันของนักศึกษาวิชาชีพครู มีการทำกิจกรรมผ่านบล็อก โดยใช้ WordPress และใช้ ผังมโนทัศน์ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ใช้แท็กคลาวด์ในการอภิปรายมีการสร้างความรู้ที่ดีกว่ากลุ่มควบคุม เนื่องจากแท็กคลาวด์เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยสนับสนุนการอภิปรายร่วมกันของนักเรียนช่วยชี้แนะนักเรียนให้อภิปรายอยู่ในขอบเขตของเรื่องที่ศึกษา แลกเปลี่ยนความคิด เปรียบเทียบข้อมูล ขยายความคิด อธิบายเหตุผล และโต้แย้งเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปของกลุ่ม และด้านการอธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับ จากการนำแผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้ในการอภิปรายร่วมกันระหว่างทำกิจกรรม

ขั้นที่ 3 กิจกรรมการโต้แย้ง เป็นขั้นที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับและด้านการประเมินและตรวจสอบ โดยใช้หลักฐานและเหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบ จากการนำแผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้ในการทำกิจกรรมโดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะอภิปรายและสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งจากการนำคำที่ได้จากแท็กคลาวด์มาใช้ทั้งด้านที่สนับสนุนและด้านที่คัดค้านประเด็นที่ครูผู้สอนกำหนด เพื่อให้นักเรียนมีการโต้แย้งที่หลากหลายรวมทั้งพิจารณาความเป็นไปได้ของข้อมูลเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปของกลุ่ม จากนั้นนำข้อสรุปที่ได้ไปนำเสนอเพื่อให้สมาชิกกลุ่มอื่นเข้ามาอภิปราย และสรุปเป็นข้อสรุปของตนเองโดยการเขียนในบล็อกของตนเอง ซึ่งการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกันแบบออนไลน์ ทำให้นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่หลากหลาย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Dwyer et al. (2015) ได้ศึกษาผลของการใช้แผนผังเชิงโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่มีระดับการคิดต่างๆ กัน และการสะท้อนเหตุผลของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ใช้แผนผังเชิงโต้แย้งและมีระดับการคิดต่ำ มีการคิดวิเคราะห์และการสะท้อนเหตุผลที่สูงขึ้น เช่นเดียวกับ Eggert et al. (2017) ได้ศึกษาผลของการใช้ผังมโนทัศน์บนคอมพิวเตอร์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสังคม ในเรื่อง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่สร้างผังมโนทัศน์มีความเข้าใจเนื้อหาสูงกว่าก่อนเรียน นอกจากนี้รูปแบบการโต้แย้งผ่านการอภิปรายแบบออนไลน์ทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มสามารถพัฒนาการให้เหตุผลของนักเรียนให้สูงขึ้น เนื่องจาก

นักเรียนได้รับมุมมองเกี่ยวกับประเด็นที่หลากหลายนำไปสู่การให้เหตุผลที่มีคุณภาพ (Morin et al., 2017)

ขั้นที่ 4 การทำความเข้าใจภายในกลุ่มและการสร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล เป็นขั้นที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ด้านการระบุข้อมูล ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปและด้านการอธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับ จากเขียนบล็อกของตนเองในระบบการเรียนรู้ฯ

จะเห็นได้ว่านักเรียนได้มีการฝึกฝนเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ผ่านการทำกิจกรรมที่ในขั้นตอนต่าง ๆ

2. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งแบบออนไลน์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 รวมทั้งสอดคล้องกับผลการสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มที่พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีการแสดงพฤติกรรมขณะทำกิจกรรมมากกว่ากลุ่มควบคุม เช่นการโต้แย้ง การอธิบาย การสืบค้นข้อมูล หรือการใช้หลักฐานหรือทฤษฎีมาใช้ในการสนับสนุนหรือปฏิเสธข้อโต้แย้ง

ตัวอย่างของการอภิปรายภายในกลุ่มของนักเรียนกลุ่มทดลอง ในหัวข้อ “ปลาหางนกยูงที่มีสีน้ำตาล (ไม่มีสีสัน) มีโอกาสอยู่รอดและสืบทอดลูกหลานได้มากกว่าปลาหางนกยูงที่มีสีสันสวยงาม”

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

“นักวิชาการบางท่านกล่าวว่า ปลาหางนกยูงที่มีจุดดำบนตัวและหางที่สะท้อนสง
ทำให้ปลาอื่นที่โตกว่าไม่กล้าเข้าใกล้ เพราะมองดูคล้ายลูกในตาของสัตว์น้ำที่มี
ขนาดใหญ่ ทำให้รอดต่อการถูกจับเป็นอาหาร”

ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 1

“แหล่งอ้างอิงของข้อมูล http://aboutguppy.blogspot.com/2013/10/guppy.html”

ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 1

“ที่เพื่อนบอกว่าปลาหางนกยูงไม่มีสีสันจะอยู่รอดได้ดีกว่า เนื่องจากสีของลำตัว ไม่เป็นที่สนใจต่อผู้ล่า อ้างอิงจากทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติของดาร์วิน ซึ่งคล้ายกันกับสีของแมลงที่นกจะเลือกกินแมลงที่มีลักษณะเด่นสะดุดตากว่า”

ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 2

จากการแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่มของนักเรียนกลุ่มทดลองพบว่า นักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมในการใช้หลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนข้อสรุปของตนเอง และมีการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ มาใช้เป็นข้อมูลในการอภิปราย

ในขณะที่กลุ่มควบคุมไม่มีการนำแท็กคลาวด์และแผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้ ทำให้การอภิปรายในหัวข้อที่ครูผู้สอนกำหนดไม่หลากหลาย นักเรียนส่วนใหญ่สนับสนุนความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม ไม่ค่อยมีการคัดค้านหรือนำเสนอข้อมูลที่นำมาใช้ในการโต้แย้งที่ไม่หลากหลาย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sampson and Walker (2012) ที่กล่าวถึงข้อจำกัดของการนำรูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งมาใช้ เช่น นักเรียนมีการใช้หลักฐานที่ได้จากการสำรวจ หรือจากการทดลองมาใช้ยืนยันคำตอบของตนเอง แต่ยังขาดการเชื่อมโยงของหลักฐานกับทฤษฎีต่าง ๆ และไม่ได้อธิบายถึงเหตุผลในการเลือกหลักฐานนั้นมาใช้เป็นสิ่งยืนยันในคำตอบ ดังนั้นการนำแท็กคลาวด์และแผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้ในการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้ง จะช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้

ตัวอย่างการอภิปรายภายในกลุ่มของนักเรียนกลุ่มควบคุม ในหัวข้อ “ปลาหางนกยูงที่มีสีน้ำตาล (ไม่มีสีสัน) มีโอกาสอยู่รอดและสืบทอดลูกหลานได้มากกว่าปลาหางนกยูงที่มีสีสันสวยงาม”

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

“เห็นด้วย เพราะ ปลาหางนกยูงสีน้ำตาล (ไม่มีสีสัน) เป็นสีที่เข้ากับสภาพแวดล้อม หลีกเลี่ยงต่อการถูกล่า สามารถสืบทอดลูกหลานได้มากกว่าปลาที่มีสีสัน เพราะสีของปลาจะส่งผลต่อการดำรงชีวิต”

ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 1

“เห็นด้วยกับข้อมูล เพราะเพศเมียจะเลือกคู่ผสมพันธุ์กับปลาที่มีสีสวยงาม”

ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 2

จากการแสดงความคิดของภายในกลุ่มของนักเรียนกลุ่มทดลองพบว่า นักเรียนไม่ค่อยมีการคัดค้าน หรือโต้แย้งความคิดเห็นของสมาชิกภายในกลุ่ม รวมทั้งมีการใช้ข้อมูลในการให้เหตุผลที่ไม่สอดคล้อง ขาดการเชื่อมโยงไปสู่ประเด็นที่ครูผู้สอนกำหนด และมีการใช้ข้อมูลหลักฐานที่ไม่หลากหลาย

ตัวอย่างการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมจากการเขียนบล็อกของตนเอง ในหัวข้อ “ปลาหางนกยูงที่มีสีน้ำตาล (ไม่มีสีสัน) มีโอกาสอยู่รอดและสืบทอดลูกหลานได้มากกว่าปลาหางนกยูงที่มีสีสันสวยงาม”

“ปลาหางนกยูงที่ไม่มีสีจะมีโอกาสในการอยู่รอดมากกว่าตัวที่มีสีสัน
เพราะว่าตัวที่มีสีสันเป็นตัวที่สามารถมองเห็นได้ง่ายกว่าตัวที่ไม่มีสีสัน”

ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 13

“ปลาหางนกยูงที่มีสีสามารถอยู่รอดได้ดีกว่าปลาหางนกยูงที่ไม่มีสี
เพราะตัวเมียจะเลือกปลาหางนกยูงตัวผู้ที่มีสีไปสืบพันธุ์”

ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 14

“ปลาหางนกยูงที่มีสีจะไม่สามารถอยู่ได้นาน เพราะปลาหางนกยูง
ที่มีสีสันจะสามารถมองเห็นได้ง่าย”

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 18

จากการเขียนบล็อกของตนเองของนักเรียนกลุ่มควบคุมพบว่า นักเรียนขาดการเชื่อมโยงระหว่างข้อสรุปและข้อมูลหรือหลักฐานสำหรับใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้ง และมีการให้เหตุผลที่ไม่สอดคล้องกับข้อสรุปของตนเอง

ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การนำรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์มาใช้ควรให้ความสำคัญกับการกำหนดประเด็นหรือภาระงานของครูผู้สอนที่ควรกำหนดหัวข้อที่นักเรียนสามารถสร้างข้อโต้แย้งและหาข้อมูลหรือหลักฐานอ้างอิงได้หลากหลาย

2. ผู้สอนควรกำหนดเงื่อนไขในการสร้างแท็กคลาวด์ของนักเรียน เช่น การกำหนดจำนวนขั้นต่ำของคำสำคัญ เพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและรวบรวมความคิดของกลุ่ม รวมทั้งสามารถสืบค้นข้อมูลที่นำมาใช้อ้างอิงอย่างถูกต้อง เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างผู้เรียน และการให้คำแนะนำของครูผู้สอนขณะทำกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้เกี่ยวกับประเด็นที่กำหนดได้อย่างเหมาะสม

3. ในการประเมิน ตรวจสอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านประเด็นที่กำหนดของนักเรียน ครูผู้สอนควรให้คำแนะนำแก่นักเรียนในการเลือกข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการสืบค้นข้อมูลที่เหมาะสมน่าเชื่อถือระหว่างการทำกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลดังกล่าวกับการให้เหตุผลของตนเอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การนำแท็กคลาวด์และแผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้ในการเรียนการสอน สามารถพัฒนากระบวนการคิดและมโนทัศน์ในการเรียนรู้ของนักเรียนได้ เนื่องจากแท็กคลาวด์เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมกระบวนการคิดของกลุ่ม นักเรียนสามารถประมวลการคิดและนำข้อมูลไปใช้ในการอภิปรายได้ นอกจากนี้แผนผังเชิงโต้แย้งยังช่วยให้นักเรียนมีการอภิปรายและแสดงความคิดเห็นอย่างเป็นระบบ ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปอาจศึกษาตัวแปรตัวอื่นที่เกี่ยวกับการพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียน เช่น การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และมโนทัศน์ในการเรียนรู้ เป็นต้น

2. การนำแท็กคลาวด์มาใช้ในการวิจัยวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปอาจนำแท็กคลาวด์มาใช้ในการวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีลักษณะต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

Association of American Colleges and Universities. (2010). Scientific Reasoning Rubric. Retrieved from https://academics.columbusstate.edu/catalogs/current/docs/areadrubrics.pdf.

Ausubel, D. P. (1969). A cognitive theory of school learning. *Psychology in the Schools, 6*(4), 331-335.

Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2009). Making Sense of Argumentation and Explanation. *Science Education, 93*, 26-55.

Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2011). Classroom communities' adaptations of the practice of scientific argumentation. *Science Education, 95*(2), 191-216. doi:10.1002/sce.20420

Biktimirov, E. N., & Nilson, L. B. (2006). Show Them the Money:Using Mind Mapping in the Introductory Finance Course. *Journal of Financial Education, 32*, 72-86.

Burch, M., Lohmann, S., Pompe, D., & Weiskopf, D. (2013). Prefix Tag Clouds. 45-50. doi:10.1109/iv.2013.5

Buzan, T., & Buzan, B. (2000). *The Mind Map Book*: BBC.

Cress, U., & Held, C. (2013). Harnessing collective knowledge inherent in tag clouds. *Journal of Computer Assisted Learning, 29*, 235-247.

Cress, U., Held, C., & Kimmerle, J. (2013). The collective knowledge of social tags: Direct and indirect influences on navigation, learning, and information processing. *Computers & Education, 60*(1), 59-73. doi:10.1016/j.compedu.2012.06.015

Darmawanti, Y., Siahaan, P., & Widodo, A. (2017). The Effect of Generate Argument' Instruction Model to Increase Reasoning Ability of Seventh Grade Students on

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Interactions of Living Thing with their Environment. *Journal of Physics: Conference Series, 812*, 012042. doi:10.1088/1742-6596/812/1/012042

Davies, W. M. (2011). Concept Mapping, Mind Mapping and Argument Mapping: What are the Differences and Do They Matter? , 1-22.

Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education, 84*(3), 287-312.

Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education. *Studies in Science Education, 38*(1), 39-72.

Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. W. (2007). Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8. Retrieved from https://www.nsf.gov/attachments/117803/public/2c--Taking_Science_to_School.pdf

Dwyer, C. P., Hogan, M. J., & Stewart, I. (2012). An evaluation of argument mapping as a method of enhancing critical thinking performance in e-learning environments. *Metacognition Learning, 7*, 219-244.

Dwyer, C. P., Hogan, M. J., & Stewart, I. (2013). An examination of the effects of argument mapping on students' memory and comprehension performance. *Thinking Skills and Creativity, 8*, 11-24.

Dwyer, C. P., Hogan, M. J., & Stewart, I. (2015). The effects of argument mapping-infused critical thinking instruction on reflective judgement performance. *Thinking Skills and Creativity, 16*, 11-26.

Eggert, S., Nitsch, A., Boone, W. J., Nückles, M., & Bögeholz1, S. (2017). Supporting Students' Learning and Socioscientific Reasoning About Climate Change—the Effect of Computer-Based Concept Mapping Scaffolds. *Research Science Education, 47*(1), 137-159.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Engelmann, K., Neuhaus, B. J., & Fischer, F. (2016). Fostering scientific reasoning in education – meta- analytic evidence from intervention studies. *Educational Research and Evaluation, 22*(5-6), 333-349.

Erduran, S. (2007). Methodological Foundations in the Study of Argumentation in Science Classrooms. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), Argumentation in Science Education. (Vol. 35). Science & Technology Education Library: Springer.

Giere, R. N. (1991). Understanding scientific reasoning.

Hearst, M. A., & Rosner, D. (2008). Tag Clouds: Data Analysis Tool or Social Signaller? *Proceeding HICSS '08 Proceedings of the Proceedings of the 41st Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 160.

Heijnes, D., van Joolingen, W., & Leenaars, F. (2018). Stimulating Scientific Reasoning with Drawing-Based Modeling. *Journal of Science Education and Technology, 27*(1), 45-56.

Hogan, K., Nastasi, B. K., & Pressley, M. (1999). Discourse patterns and collaborative scientific reasoning in peer and teacher-guided discussions. *Cognition and instruction, 17*(4), 379-432.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Hogan, M., Harney, O., & Broome, B. (2014). Integrating argument mapping with systems thinking tools: Advancing applied systems science. In Knowledge Cartography (pp. 401-421).

Kisiel, J., Rowe, S., Vartabedian, M. A., & Kopczak, C. (2012). Evidence for family engagement in scientific reasoning at interactive animal exhibits. *Science Education, 96*(6), 1047-1070.

Knautz, K., Soubusta, S., & Stock, W. G. (2010). *Tag Clusters as Information Retrieval Interfaces.* Paper presented at the Proceedings of the 43rd Hawaii International Conference on System Sciences.

Kuhn, D. (1991). *The skill of argument*. New York: Cambridge University Press.

Kwon, S. Y., & Cifuentes, L. (2009). The comparative effect of individually-constructed vs. collaboratively-constructed computer-based concept maps. *Computers & Education, 52*, 365-375.

Lawson, A. E. (1978). The development and validation of a classroom test of formal reasoning. *journal of research in science teaching, 15*(1), 11-24.

Lawson, A. E. (1985). A review of research on formal reasoning and science teaching. *journal of research in science teaching, 22*(7), 569-617.

Lawson, A. E. (2009). Basic Inferences of Scientific Reasoning, Argumentation, and Discovery. *Science Education, 94*(2), 336-364.

Lee, B., Riche, N. H., Karlson, A. K., & Carpendale, S. (2010). SparkClouds: visualizing trends in tag clouds. *IEEE Trans Vis Comput Graph, 16*(6), 1182-1189. doi:10.1109/TVCG.2010.194

Lin, S.-Y., & Xie, Y. (2017). Effects of tagcloud-anchored group discussions on pre-service teachers' collaborative knowledge construction. *Australasian Journal of Educational Technology, 33*(2), 73-85.

Lin, Y.-T., Chang, C.-H., Hou, H.-T., & Wu, K.-C. (2016). Exploring the effects of employing Google Docs in collaborative concept mapping on achievement, concept representation, and attitudes. *Interactive Learning Environments, 24*(7), 1552-1573.

McNaught, C., & Lam, P. (2010). Using wordle as a supplementary research tool. *Qualitative Report, 15*(3), 630-643.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Morin, O., Simonneaux, L., & Tytler, R. (2017). Engaging With Socially Acute Questions: Development and Validation of an Interactional Reasoning Framework. *journal of research in science teaching, 54*(7), 825-851.

Norris, S. P., Phillips, L. M., & Osborne, J. F. (2007). Scientific inquiry: the place of interpretation and argumentation. In J. Luft, R. L. Bell, & J. Gess-Newsome (Eds.), *Science as Inquiry in the Secondary Setting*. Arlington: NSTA Press.

Novak, J. D. (1990). Concept mapping: A useful tool for science education. *journal of research in science teaching, 27*(10), 937-949.

Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*: Cambridge University Press.

OECD. (2017). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving*. Paris: OECD Publishing.

Okada, A., Shum, S. J. B., & Sherborne, T. (2014). *Knowledge Cartography : Software Tools and Mapping Techniques*. In.

Ostwald, J. (2007). Argument Mapping for Critical Thinking. *Teaching Excellence*, 1-2.

Patterson, F. (Ed.) (2006). *Secondary Educators' Supplement*.

PISA (Ed.) (2015). *Released Item Descriptions Final*.

ReasoningLab. (2017). Argument Mapping. Retrieved from https://www.reasoninglab.com/argument-mapping/

Rivadeneira, A. W., Gruen, D. M., Muller, M. J., & Millen, D. R. (2007). *Getting Our Head in the Clouds: Toward Evaluation Studies of Tagclouds*. Paper presented at the CHI 2007 Proceeding.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, 41*(5), 513-536.

Sampson, V., & Clark, D. B. (2011). A Comparison of the Collaborative Scientific Argumentation Practices of Two High and Two Low Performing Groups. *Research Science Education, 41*, 63-97.

Sampson, V., & Gerbino, F. (2010). Two Instructional Models That Teachers Can Use to Promote & Support Scientific Argumentation in the Biology Classroom. *The America Biology Teacher, 12*(7), 427-431.

Sampson, V., & Walker, J. P. (2012). Argument-Driven Inquiry as a Way to Help Undergraduate Students Write to Learn by Learning to Write in Chemistry. *International Journal of Science Education, 34*(10), 1443-1485.

Schellens, T., Keer, H. V., Wever, B. D., & Valcke, M. (2009). Tagging thinking types in asynchronous discussion groups: effects on critical thinking. *Interactive Learning Environments, 17*(1), 77-94.

Sibel Erduran, Yasemin Ozdem, & Park, J.-Y. (2015). Research trends on argumentation in science education: a journal content analysis from 1998-2014. *International Journal of STEM Education, 2*(5), 1-12.

Stoica, I., Moraru, S., & Miron, C. (2011). Concept maps, a must for the modern teaching-learning process. *Romanian Reports in Physics, 63*(2), 567-576.

TIMSS. (2011). *4th-Grade Science Concepts and Science Items*. USA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College, Chestnut Hill, MA and International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA), IEA Secretariat, Amsterdam, the Netherlands.

Toulmin, S. E. (1958). *The uses of argument*. New York: Cambridge University Press.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Trant, J. (2008). Studying Social Tagging and Folksonomy: A Review and Framework. *Journal of Digital Information, 1-44*.

Van Gelder, T. (2003). Enhancing deliberation through computer supported argument visualization. In *Visualizing argumentation* (pp. 97-115): Springer.

Wang, M., Cheng, B., Chen, J., Mercer, N., & Kirschner, P. A. (2017). The use of web-based collaborative concept mapping to support group learning and interaction in an online environment. *The Internet and Higher Education, 34*, 28-40.

Xie, Y., & Lin, S.-Y. (2016). Tagclouds and group cognition: Effect of tagging support on students' reflective learning in team blogs. *British Journal of Educational Technology, 47*(6), 1135-1150.

Zhou, S., Han, J., Koenig, K., Raplinger, A., Pi, Y., Li, D., . . . Bao, L. (2016). Assessment of scientific reasoning: The effects of task context, data, and design on student reasoning in control of variables. *Thinking Skills and Creativity, 19*, 175-187.

Zimmerman, C. (2005). The Development of Scientific Reasoning Skills: What Psychologists Contribute to an Understanding of Elementary Science Learning. *Final Draft of a Report to the National Research Council Committee on Science Learning Kindergarten through Eighth Grade*.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาษาไทย

เกรียงไกร อภัยวงศ์. (2548). ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช *2551*.

กำพล ดำรงค์วงศ์. (2540). การพัฒนาแบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ เพื่อสอนการสร้างผังมโนทัศน์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

คุณารักษ์ โอสถาภิรัตน์. (2554). ระบบแนะนำโดยใช้แท็กคลาวด์เสมือน. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะวิศวกรรมศาสตร์.

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2542). แนวคิดทางวิทยาศาสตร์: กระบวนการพื้นฐานในการวิจัย. เชื้อพานิช & ส. สกลรักษ์ (Eds.), ประมวลบทความการเรียนการสอนและการวิจัยระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี. (2556). ผลของการเรียนการสอนโดยใช้ขั้นการเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้นที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์.

ณรงค์ชัย พงษ์ธะนะ. (2559). ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบโต้แย้งและประเมินที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์.

ณัฐมน สุชัยรัตน์. (2558). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. (ปริญญาดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์.

ธัญญา ผลอนันต์ และ ขวัญฤดี ผลอนันต์. (2550). *Mind map* กับการศึกษาและการจัดการความรู้. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ ขวัญข้าว'๙๔.

ประภารัตน์ สิงหเสนา. (2552). ผลของการใช้วงจรการเรียนรู้ *5E* ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์.

พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน. (2556). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์.

พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์. (2556). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการรูปแบบการสืบสอบแบบโต้แย้งและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. (ปริญญาดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์.

มนัญ บุญประกอบ. (2533). แผนภูมิมโนทัศน์:การนำไปใช้ในชั้นเรียน. วารสาร *สสวท 71, (*กรกฎาคม - กันยายน *2533),* 15-25.

วรรณี แกมเกตุ. (2555). วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรัญญา จำปามูล. (2555). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ตัวอย่างข้อสอบการประเมินผลนานาชาติ *PISA* และ *TIMSS* วิทยาศาสตร์. In.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนโครงการ *PISA 2015*. In.

สันติชัย อนุวรชัย. (2553). ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้ทรวงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้ำมนต์ เรืองฤทธิ์	อาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
2. อาจารย์ ดร.แจ่มจันทร์ ศรีอรุณรัศมี	อาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. ดร. รัตตมา รัตนวงศา	อาจารย์คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณลาดกระบัง

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านแผนการจัดการเรียนรู้

1. รองศาสตราจารย์ ดร.วีระพงษ์ แสง-ชูโต	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
2. อาจารย์ ดร.แจ่มจันทร์ ศรีอรุณรัศมี	อาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. ดร.กรกช พรหมจันทร์	นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ปฏิบัติการ สำนักคุณภาพและความปลอดภัย อาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
4. อาจารย์โสภาพรรณ ชะอุ่ม	ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง
5. อาจารย์สายสุนี แก้วเทศ	ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเทพศิรินทร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้ทรวงคุณวุฒิด้านแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

1. อาจารย์ ดร.พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์	อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
2. ดร.อรสา ชูสกุล	ผู้ชำนาญการด้านชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
3. อาจารย์ดวงกมล เหมะรัต	ครูวิทยฐานะเชี่ยวชาญ (ข้าราชการบำนาญ) โรงเรียนเทพศิรินทร์และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านแบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

1. ดร.อรสา ชูสกุล	ผู้ชำนาญการด้านชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
2. อาจารย์ดวงกมล เหมะรัต	ครูวิทยฐานะเชี่ยวชาญ (ข้าราชการบำนาญ) โรงเรียนเทพศิรินทร์และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
3. อาจารย์พัชนี คงเกิด	ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

➤ ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์

➤ แบบประเมินคุณภาพระบบการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

➤ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

➤ แบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์

เรื่อง การแปรผันทางพันธุกรรม

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ | รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 5

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 | ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6

ระยะเวลาที่ใช้สอน 100 นาที (2 คาบ) | ผู้สอน นางสาวกุลชญา พิบูลย์

สาระสำคัญ

การแปรผันทางพันธุกรรม (genetic variation) เป็นปัจจัยพื้นฐานที่ทำให้สิ่งมีชีวิตมีความแตกต่างเกิดขึ้น เช่น ความแตกต่างที่พบในสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน (polymorphism) ไปจนถึงความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน รวมทั้งปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของความถี่แอลลีล ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงความถี่อย่างไม่เจาะจง การถ่ายเทเคลื่อนย้ายยีน การเลือกคู่ผสมพันธุ์ มิวเทชัน และการคัดเลือกโดยธรรมชาติ ก็ส่งผลต่อการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้สิ่งมีชีวิตสามารถอยู่รอดและสืบทอดลูกหลานต่อไป

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแปรผันทางพันธุกรรม **สาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์**

รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 5 **ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**

เวลา 100 นาที (2 คาบ) **ผู้สอน นางสาวกุลชญา พิบูลย์**

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและการประเมิน	
				การวัด	การประเมิน
เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ 1. บอกกลไกของการเกิดวิวัฒนาการได้ 2. บอกความหมายของการคัดเลือกโดยธรรมชาติได้ 3. บอกปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลได้ 4. อธิบายปัจจัยที่ทำให้สิ่งมีชีวิตมีความหลาก-หลายทางพันธุกรรมได้	**กลไกการเกิดวิวัฒนาการ** วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตจะเกิดขึ้นได้เมื่อยีนในประชากรนั้นๆมีการแปรผันทางพันธุกรรม โดยกลไกการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตอาศัยปัจจัย 3 ประการ ได้แก่ <u>1) การแปรผันทางพันธุกรรม</u> (genetic variation) เป็นปัจจัยพื้นฐานที่ทำให้สิ่งมีชีวิตมีความแตกต่างเกิดขึ้น เช่น ความแตกต่างที่พบในสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน (polymorphism) ไปจนถึงความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน. การแปรผันทางพันธุกรรมสามารถเกิดได้ทั้งในระดับยีนและระดับโครโมโซม และการเกิด crossing over ในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ <u>2) การคัดเลือกโดยธรรมชาติ</u> (natural selesction) เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำหน้าที่ในการคัดเลือกลักษณะที่เหมาะสมต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตนั้น ซึ่งลักษณะของลูกหลานที่เกิดจากการแปรผันทางพันธุกรรมนี้ในระยะเวลานาน	**ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา คำถามและภาระงาน (20 นาที)** 1. ครูทบทวนบทเรียนโดยให้นักเรียนสำรวจลักษณะการแปรผันทางพันธุกรรมของมนุษย์ จากนั้นใช้คำถามดังนี้ 1) ลักษณะการแปรผันทางพันธุกรรมของมนุษย์ มีอะไรบ้าง (นักเรียนแสดงความคิดเห็น เช่น สีตา การห่อลิ้น สีผิว ความสูง) 2) อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการแปรผันทางพันธุกรรม (มิวเทชัน การเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล การคัดเลือกโดยธรรมชาติ เป็นต้น) 3) การแปรผันทางพันธุกรรมมีความเกี่ยวข้องกับการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตอย่างไร 2. ครูระบุภาระงานเกี่ยวกับการแปรผันทางพันธุกรรมตามขั้นตอน ดังนี้ 1) แบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 4-5 คน 2) ครูแสดงข้อมูลเกี่ยวกับปลาหางนกยูงที่อาศัยในแหล่งน้ำ 4 แห่ง ที่มีความหลากหลายของสีที่ต่างกัน จากนั้นให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งในประเด็นดังนี้ “จากข้อมูลดังกล่าวสรุปว่า ปลาหางนก-ยูงที่มีสีน้ำตาล (ไม่มีสีสัน) มีโอกาสอยู่รอดและสืบทอดลูกหลานได้มากกว่าปลาหางนกยูงที่มีสีสันสวยงาม” 3) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบประเด็นที่ กำหนดว่าจริงหรือไม่ เพราะเหตุใด	1. แบบเรียนรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เล่ม 4 2. ระบบการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ <u>Featureที่ใช้ในขั้นที่ 1</u> - progress report	1. สังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์จากการทำกิจกรรมในชั้นเรียนและทางเว็บไซต์ 2. สังเกตจากการตอบคำถามในชั้นเรียนและจากการให้เหตุผลจากการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วม-กับแท็กคลาวด์	1. นักเรียนแสดงพฤติกรรมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์จากการทำกิจกรรมในชั้นเรียนและจากเว็บไซต์ได้ 2. นักเรียนตอบคำถามในชั้นเรียนและให้เหตุผลจากการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ได้ถูกต้องร้อยละ 80

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและการประเมิน	
				การวัด	การประเมิน
5. สร้างข้อโต้แย้งเรื่อง ความแปรผันทางพันธุกรรม โดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งร่วมกับแท็กคลาวด์ได้ 6. บอกความสำคัญของการแปรผันทางพันธุกรรมได้ 7. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	พอที่จะให้เห็นความแตกต่างจากบรรพบุรุษได้ <u>ลักษณะที่สำคัญของการคัดเลือกโดยธรรมชาติ</u> 1) การคัดเลือกโดยธรรมชาติทำให้สิ่งมีชีวิตแต่ละตัวมีความสามารถในการอยู่รอดและมีความสามารถในการให้กำเนิดลูกหลานแตกต่างกัน 2) การคัดเลือกโดยธรรมชาติเกิดขึ้นจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมที่ประชากรอาศัยอยู่กับลักษณะความแปรผันทางพันธุกรรมของสมาชิกในประชากร 3) ผลจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติทำให้ประชากรมีการปรับตัวเชิงวิวัฒนาการให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสิ่งแวดล้อมนั้น <u>3) เวลา (time)</u> เมื่อสิ่งมีชีวิตมีลักษณะที่แปรผันและได้ถูกคัดเลือกโดยธรรมชาติ ลักษณะเหล่านั้นต้องถูกถ่ายทอดไปยังลูกหลานเป็นระยะเวลานานมากพอ จึงจะเห็นความแตกต่างจากบรรพบุรุษได้	4) ครูกล่าวว่า “ในการเขียนข้อสรุปซึ่งเป็นคำตอบของปัญหาหรือภาระงานที่กำหนดจะต้องมีหลักฐาน ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ใช้ในการสนับสนุนข้อสรุป และการให้เหตุผลซึ่งเป็นการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อสรุป” 3. ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการแปรผันทางพันธุกรรมและการคัดเลือกโดยธรรมชาติ **ขั้นที่ 2 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (40 นาที)** 1. ครูแนะนำเว็บไซต์ที่ใช้ในการทำกิจกรรมการสร้างข้อโต้แย้ง โดยมีรายละเอียดดังนี้ 1) ให้นักเรียนสร้างแท็กคลาวด์ ซึ่งเป็นคำสำคัญ (keyword) เกี่ยวข้องกับการแปรผันทางพันธุกรรม การคัดเลือกโดยธรรมชาติ และปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล อย่างน้อยคนละ 5 คำสำคัญ 2) นักเรียนภายในกลุ่ม ร่วมกันอภิปรายเพื่อนำข้อมูลที่ได้จากแท็กคลาวด์มาใช้ในการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้ง 3) การสร้างแผนผังเชิงโต้แย้ง สมาชิกในกลุ่มจะต้องเขียนเหตุผลและใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ (เช่น รูปภาพ ข้อมูลทฤษฎี หรือลิ้งค์ข้อมูล) ทั้งส่วนของการสนับสนุนและส่วนของการคัดค้านประเด็นที่กำหนด 4) สมาชิกภายในกลุ่มร่วมกันอภิปรายข้อมูลจากแผนผังเชิงโต้แย้ง และพิจารณาเพื่อหาข้อสรุปของประเด็นที่กล่าวว่า “จากข้อมูลดังกล่าวสรุปว่า ปลาหางนกยูงที่มีสีน้ำตาล (ไม่มีสีสัน) มีโอกาสอยู่รอดและสืบทอดลูกหลานได้มากกว่าปลาหางนกยูงที่มีสีสันสวยงาม” 5) นักเรียนในกลุ่มเขียนข้อสรุปของกลุ่ม	<u>Featureที่ใช้ในขั้นที่ 2</u> - progress report - แท็กคลาวด์ - แผนผังเชิงโต้แย้ง		

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและการประเมิน	
				การวัด	การประเมิน
	ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล 1) การเปลี่ยนแปลงความถี่ยีนอย่างไม่เจาะจง (genetic drift) อาจเกิดขึ้นได้โดยบังเอิญ ซึ่งไม่ได้เกิดจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติ เช่น จากภัยพิบัติทางธรรมชาติ หรือการเปลี่ยนแปลงสถาพแวดล้อมอย่างกระทันหัน จะทำให้ยีนไม่มีโอกาสถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกได้ เป็นการเปลี่ยนแปลงความถี่ยีนที่เกิดขึ้นภายในประชากรที่มีการผสมพันธุ์กัน โดยค่าความถี่ของยีนไม่คงที่ เนื่องจากความไม่แน่นอนของการจับคู่ผสมพันธุ์ การเปลี่ยนแปลงความถี่ยีนอย่างไม่เจาะจงที่พบในธรรมชาติ มี 2 สถานการณ์ คือ 1.1) ผลกระทบจากผู้ต่อตั้ง (founder effect) เป็นผลจากสิ่งมีชีวิตที่มีจำนวนน้อยแยกตัวออกมาจากประชากรที่มีขนาดใหญ่ นำเอาเพียงบางส่วนของการแปรผันทางพันธุกรรม ที่อาจไม่ใช่ตัวแทนที่ดีของประชากรทั้งหมดมา เมื่อก่อตั้งเป็นประชากรใหม่ จึงมีความถี่ของยีนที่แตกต่างจากประชากรเดิม	**ขั้นที่ 3 กิจกรรมการโต้แย้ง (30 นาที)** 1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแผนผังเชิงโต้แย้ง และข้อสรุปของกลุ่ม 2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงข้อสรุปของกลุ่มอื่น โดยมีประเด็นในการพิจารณา ดังนี้ 1) ข้อสรุปมีความถูกต้องหรือไม่ 2) หลักฐานสนับสนุนข้อสรุปหรือไม่ 3) การให้เหตุผลมีการใช้หลักการหรือทฤฎีรองรับหรือไม่ และมีความเชื่อมโยงกับหลักฐานและหรือสรุปหรือไม่ **ขั้นที่ 4 การทำความเข้าใจภายในกลุ่มและการสร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล (10 นาที)** 1. ครูใช้คำถาม ดังนี้ 1) ข้อสรุปที่นักเรียนได้จากกิจกรรมการโต้แย้งมีอะไรบ้าง 2) นักเรียนคิดว่าหลักฐานใดที่มีความน่าเชื่อถือ เหมาะสมในการนำมาสนับสนุนข้อสรุป 3) การให้เหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานและข้อสรุป ได้แก่ อะไรบ้าง 2. นักเรียนแต่ละคนเขียนข้อสรุปของตนเอง พร้อมระบุหลักฐานและการให้เหตุผลลงในบล็อกของตน 3. ครูใช้คำถามดังนี้ 1) ปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อการแปรผันทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต (การคัดเลือกโดยธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม) 2) ปัจจัยทางกายภาพที่ส่งผลต่อการอยู่รอดและการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต ได้แก่ (อุณหภูมิ แสงแดด แหล่งที่อยู่ เป็นต้น)	Featureที่ใช้ในขั้นที่ 3 - แผนผังเชิงโต้แย้ง Featureที่ใช้ในขั้นที่ 4 - บล็อกสรุปผลการสร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล		

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและการประเมิน	
				การวัด	การประเมิน
	1.2) ปรากฏการณ์คอขวด (bottleneck effect) เป็นผลที่เกิดจากการที่สิ่งมีชีวิตที่มีขนาดประชากรลดลง เนื่องจากสภาวะไม่เหมาะสม เช่น ภัยพิบัติ แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด ขาดแคลนอาหารหรือเกิดโรคระบาดขึ้น ทำให้สิ่งมีชีวิตที่เหลืออยู่เล็กน้อยจะมีการแปรผันทางพันธุกรรมที่ไม่ใช่ตัวแทนทั้งหมดของประชากรเดิม เมื่อประชากรมีขนาดเพิ่มขึ้น ทำให้ความถี่ของแอลลีลมีความแตกต่างออกไป 2) การถ่ายเทเคลื่อนย้ายยีน (migration หรือ gene flow) การย้านถิ่นของประชากร หรือการเคลื่อนย้ายแอลลีลจากประชากรหนึ่งไปสู่อีกประชากรหนึ่ง เช่น การแพร่กระจายของสปอร์ การอพยพย้ายถิ่นของประชากร ทำให้ความถี่ของแอลลีลของประชากรมีแนวโน้มแตกต่างกันน้อยลงเรื่อยๆ จนอาจเป็นประชากรเดียวกัน 3) การเลือกคู่ผสมพันธุ์ ซึ่งในธรรมชาติประชากรมักมีการเลือกคู่ผสมพันธุ์หรือการผสมพันธุ์ไม่เป็นแบบสุ่ม (non-random mating) ทำให้สมาชิกบางส่วนของประชากรไม่มีโอกาสได้	3) เพราะเหตุใดบริเวณที่มีผู้ล่าจำนวนมาก ปลาหางนกยูงที่มีสีสันมีจำนวนน้อยกว่าปลาหางนกยูงที่มีสีน้ำตาล (เนื่องจากปลาหางนกยูงที่มีสีสีน เป็นที่สะดุดของผู้ล่ามากกว่าปลากหางนกยูงที่มีสีน้ำตาลที่ปรับตัวให้กลมกลืนกับสภาพแวดล้อม) 4) จากข้อมูลของปลาหางนกยูงที่กำหนด หากพิจารณาใดด้านการเลือกคู่ผสมพันธุ์ สามารถสรุปได้ว่าอย่างไร (ในสภาพแวดล้อมที่ไม่มีผู้ล่า ปลาหางนกยูงเพศผู้มีแนวโน้มที่มีสีสันสวยงาม ในขณะที่ปลาหางนกยูงเพศเมียไม่มีตัวที่มีสีสันสวยงาม แสดงให้เห็นว่าปลาหางนกยูงเพศเมียเป็นผู้เลือกคู่ผสมพันธุ์) 5) ความแปรผันทางพันธุกรรมมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร (ความแปรผันทางพันธุกรรมเป็นกลไกหนึ่งที่ก่อให้เกิดวิวัฒนาการ เนื่องจากความหลากหลายของลักษณะทางพันธุกรรมทำให้สิ่งมีชีวิตที่สามารถปรับตัวได้ในธรรมชาติ อยู่รอดและสามารถถ่ายทอดลักษณะเหล่านั้นไปยังลูกหลาน เพื่อดำรงเผ่าพันธุ์) 6) นอกจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติ และการแปรผันทางพันธุกรรมแล้ว ยังมีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อการเกิดวิวัฒนาการ (genetic grift gene flow การเลือกคู่ผสมพันธุ์ มิวเทชัน)			

ตารางแสดงข้อมูลของปลาหางนกยูงที่พบในแหล่งน้ำ 4 แห่ง

ลักษณะ	แหล่งน้ำ			
	แหล่งน้ำที่ 1	แหล่งน้ำที่ 2	แหล่งน้ำที่ 3	แหล่งน้ำที่ 4
ลักษณะของแหล่งน้ำที่พบปลาหางนกยูง	น้ำลึก (บริเวณส่วนโค้งของแหล่งน้ำ)	น้ำลึก (เหนือโคดหิน)	น้ำตื้น (บริเวณส่วนโค้งของแหล่งน้ำ)	น้ำลึก (บริเวณน้ำตก)
ตำแหน่งของแหล่งน้ำ	ห่างจากแม่น้ำ 50 เมตร	ห่างจากแม่น้ำ 100 เมตร	ห่างจากแม่น้ำ 150 เมตร	ห่างจากแม่น้ำ 200 เมตร
จำนวนของผู้ล่า	28	15	6	0
จำนวนของปลาหางนกยูงที่พบ	102	165	187	231
ปลาหางนกยูงเพศผู้ที่มีสีสัน	5	50	76	108
ปลาหางนกยูงเพศผู้ที่มีสีน้ำตาล	41	19	10	5
ปลาหางนกยูงเพศเมียที่มีสีสัน	0	0	0	0
ปลาหางนกยูงเพศเมียที่มีสีน้ำตาล	56	96	101	118

อ้างอิงข้อมูลจาก Sampson, V., & Schleigh, S. (2013). Scientific Argumentation in biology 30 classroom activities: National Science Teachers Association.

แบบประเมินคุณภาพระบบการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
EFFECTS OF INSTRUCTION USING GENERATIVE ARGUMENT INSTRUCTIONAL MODEL WITH ONLINE MAPPING AND TAGCLOUD ON SCIENTIFIC REASONING ABILITIES OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์
ผู้วิจัย นางสาวกุลชญา พิบูลย์
นิสิตระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วัตถุประสงค์การประเมิน

เพื่อประเมินความเหมาะสมของระบบการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ และนำผลที่ได้จากการประเมินไปปรับปรุงก่อนนำไปใช้ในการเรียนการสอนจริง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คำชี้แจง

ขอให้ท่านพิจารณาความเหมาะสมของระบบการเรียนรู้ฯ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็น ซึ่งมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

5	หมายถึง	เห็นด้วยมากที่สุด
4	หมายถึง	เห็นด้วยมาก
3	หมายถึง	เห็นด้วยปานกลาง

2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย

1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

ชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....

ตำแหน่ง.....

สถานที่ทำงาน.....

ประเด็นการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
การออกแบบเทคโนโลยี						
1. ขนาดของตัวอักษรมีความเหมาะสม เน้นความสำคัญของหัวข้อและลำดับการทำกิจกรรม						
2. สีของตัวอักษรมีความเหมาะสม						
3. สีพื้นหลังมีความเหมาะ						
4. ความเหมาะสมขององค์ประกอบในหน้าจอ						
5. หน้าล็อกอิน (log in) เข้าใช้งาน						
6. การแสดงผลของแท็กคลาวด์ (สำหรับกลุ่มทดลอง)						
7. การใช้ไอคอนที่เข้าใจง่าย สื่อความหมายถึงลำดับการทำกิจกรรมชัดเจน						
การออกแบบการเรียนการสอน						
1. หน้าระบบการเรียนรู้ฯแสดงลำดับหัวข้อในการทำกิจกรรมสอดคล้องกับ						

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประเด็นการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
กิจกรรมการเรียนการสอน (progress report)						
2. การนำทางของระบบการเรียนรู้ฯเข้าใจง่าย ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงไปยังส่วนต่างๆได้สะดวก ไม่สับสน						
3. การเชื่อมโยงไปยังแหล่งสารสนเทศภายนอก						
4. การสร้างข้อสรุปจากการทำกิจกรรมโต้แย้งผ่านบล็อกของตนเอง						
5. การมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างผู้เรียน						
6. การทำงานร่วมกันระหว่างผู้เรียน						
7. ผู้สอนสามารถติดตามร่องรอยการทำกิจกรรมของ ผู้เรียนได้						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ประเมิน

ผู้วิจัยขอกราบขอบคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาประเมินความเหมาะสมของระบบการเรียนรู้ฯ อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบวัดนี้เป็นแบบวัดเพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ โดยแบบวัดจะกำหนดข้อมูลที่เกี่ยวกับบทความหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

2. แบบวัดนี้มีจำนวน 30 ข้อ เวลาที่ใช้ในการสอบ 60 นาที แบ่งเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบและข้อสอบแบบเขียนตอบปลายเปิด

2.1 ข้อสอบแบบเลือกตอบ ให้นักเรียนวงกลมรอบตัวอักษรที่นักเรียนคิดว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

2.2 ข้อสอบแบบเขียนตอบปลายเปิด ให้นักเรียนเขียนตอบโดยอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบของนักเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปรากฏการณ์ขี้ปลาวาฬ ใช้ตอบคำถามข้อ 1-3

ปรากฏการณ์ขี้ปลาวาฬ (Red Tide) เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่สามารถเกิดขึ้นได้ในทะเลทั่วโลก ซึ่งเกิดจากการเพิ่มจำนวนอย่างมหาศาลของ dinoflagellates หรือ แพลงก์ตอนพืช ส่งผลให้น้ำทะเลเปลี่ยนสี มีสีเหลืองอมเขียวแล้วเปลี่ยนเป็นสีเทาและน้ำตาลแดงในเวลาต่อมา โดยปกติแล้วจะเกิดบริเวณใกล้ชายฝั่ง โดยเฉพาะบริเวณปากแม่น้ำ ทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำน้อยลง เกิดการอุดตันของแพลงก์ตอนในช่องเหงือกของสัตว์น้ำ รวมทั้งการตายของแพลงก์ตอนพืช ส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำในบริเวณนั้น

https://serc.carleton.edu/microbelife/topics/redtide/general.html

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แพลงก์ตอนพืชมีการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วมาจากน้ำทะเลในบริเวณนั้นมีปริมาณธาตุอาหารสูงโดยเฉพาะไนโตรเจน และฟอสฟอรัส และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต เช่น แสงแดด และอุณหภูมิ หรือการเกิดน้ำผุดที่เกิดจากกระแสลมพัดเอามวลน้ำที่ผิวบริเวณชายฝั่งออกสู่ทะเล มวลน้ำที่อยู่ระดับลึกจะไหลเข้าสู่ฝั่งแล้ววกสู่ผิวน้ำแทนที่มวลน้ำที่พัดออกไป ทำให้น้ำข้างล่างถูกพัดขึ้นมาข้างบนส่งผลให้ธาตุอาหารจากพื้นน้ำขึ้นมาสู่ผิวน้ำ นอกจากนี้การกระทำของมนุษย์ไม่ว่าจะเป็นการทิ้งน้ำเสียที่มีปริมาณอาหารและสารอินทรีย์สูงจากอาคารบ้านเรือน แหล่งท่องเที่ยว โรงงานอุตสาหกรรม น้ำทิ้งการทำเกษตรกรรม ก็ส่งผลให้แพลงก์ตอนพืชเกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว

1. ข้อใดคือปัจจัยที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดปรากฏการณ์ขี้ปลาวาฬ (การระบุข้อมูล ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุป)

ก. ปริมาณแพลงก์ตอนพืชและธาตุอาหารที่มีไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบที่มีอยู่ในน้ำทะเล

ข. สภาพแวดล้อมบริเวณปากแม่น้ำหรือบริเวณใกล้ชายฝั่งที่มีแพลงก์ตอนพืชอาศัยอยู่

ค. การตายของแพลก์ตอนพืช เนื่องจากปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำน้อยลง

ง. กระแสลมทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทิศทางการไหลของกระแสน้ำ

2. นักเรียนคนหนึ่งได้สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของแพลงก์ตอนพืช ดังตาราง

ระดับความเค็ม (ppt.)	**อัตราการเจริญของแพลงก์ตอนพืช (*Chattonella* sp.) (เซลล์/วัน)**
15	0.12
20	0.18
25	0.24
30	0.21
35	0.20

จากข้อมูลในตาราง สามารถสรุปได้อย่างไร (การระบุข้อมูล ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุป)

แพลงก์ตอนพืชมีอัตราการเจริญได้ดีที่ระดับความเค็ม 25 ppt.

3. จากข้อมูลในตารางข้างต้น นักเรียนชื่อสุวิทย์สรุปว่า “ระดับความเค็มที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้แพลงก์ตอนพืชมีการเจริญและเพิ่มจำนวนมากขึ้น” นักเรียนชื่อบุษยาไม่เห็นด้วยกับข้อสรุปของสุวิทย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สมมติว่านักเรียนเป็นบุษยา จงบอกเหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงไม่เห็นด้วยกับข้อสรุปของสุวิทย์ (ประเมินและตรวจสอบข้อสรุปโดยใช้หลักฐานและเหตุผล)

เนื่องจากระดับความเค็มที่ 30 และ 35 ppt. แพลงก์ตอนพืชมีอัตราการเจริญที่ลดลง คือ 0.21 และ 0.20 ตามลำดับ

หนอนตัวแบนนิวกินี ใช้ตอบคำถามข้อ 4-6

หนอนตัวแบนนิวกินี มีถิ่นกำเนิดในเกาะนิวกินี ประเทศอินโดนีเซียและออสเตรเลีย ถูกจัดอันดับให้เป็นหนึ่งในร้อยสัตว์รุกรานต่างถิ่นที่น่ากลัว 100 อันดับแรกของโลก (100 of the world's worst invasive alien species) โดยองค์การระหว่างประเทศเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ (International Union for Conservation) หรือ IUCN จากรายงานการรุกรานของหนอนตัวแบนนิวกินีพบว่าหนอนตัวแบนนิวกินีไล่ล่าหอยทากยักษ์และหอยทากเฉพาะถิ่นจนหมด จากนั้นจึงเริ่มกินไส้เดือนและสัตว์หน้าดินตัวนิ่มอื่นๆ โดยธรรมชาตินั้นยังไม่พบว่ามีสัตว์ชนิดไหนกินหนอนชนิดนี้เป็นอาหาร หนอนชนิดนี้เป็น Hermaphrodite หรือสองเพศในตัวเดียว เมื่อโตเต็มที่มีลำตัวยาวประมาณ 5-6 เซนติเมตร ปลายแหลมทั้งสองด้าน ลำตัวแบนตามแนวยาว ส่วนหัวมีสีดำหรือสีน้ำตาลเข้ม กลางตัวมีเส้นลากยาวสีน้ำตาลอ่อนพาดตรงกลาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. ชาวบ้านคนหนึ่งพบหนอนที่มีลักษณะคล้ายกับหนอนนิวกินี และได้เก็บตัวอย่างมาให้นักวิชาการตรวจสอบ โดยหนอนที่พบนี้มีลำตัวยาวประมาณ 5 เซนติเมตร ลำตัวแบนตามแนวยาว ส่วนหัวมีสีน้ำตาลอ่อน ลำตัวมีสีดำ มีเส้นสีขาวแถบดำพาดกลางลำตัว

หากนักเรียนเป็นนักวิชาการท่านนั้น นักเรียนจะสรุปว่าอย่างไร (การระบุข้อมูล ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุป)

ก. หนอนที่พบเป็นหนอนตัวแบนนิวกินี เพราะความยาวและลักษณะลำตัวใกล้เคียงกับหนอนนิวกินี

ข. หนอนที่พบเป็นหนอนตัวแบนนิวกินี เพราะสีของลำตัวและลายที่พาดกลางลำตัวเหมือนกับหนอนนิวกินี

ค. หนอนที่พบไม่ใช่หนอนตัวแบนนิวกินี เพราะส่วนหัวของหนอนที่พบมีสีน้ำตาลซึ่งต่างจากหนอนนิวกินี

ง. ไม่สามารถสรุปได้ เนื่องจากข้อมูลที่พบมีไม่เพียงพอ

5. การรุกรานของหนอนตัวแบนนิวกินีส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศอย่างไร (อธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับ)

หนอนตัวแบนนิวกินีไล่ล่าหอยทากยักษ์ หอยทากเฉพาะถิ่น รวมถึงสัตว์หน้าดินอื่นๆ ทำให้ระบบนิเวศเกิดการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากมีการรบกวนสายใยอาหาร และยังไม่มีสัตว์ชนิดไหนกินหนอนชนิดนี้เป็นอาหาร ส่งผลให้ชนิดของสัตว์ในบริเวณนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงและอาจนำไปสู่การสูญพันธุ์

6. นักวิชาการได้แนะนำวิธีการกำจัดหนอนตัวแบนนิวกินีโดยการใช้น้ำร้อนลวกหรือหยอดด้วยเกลือป่น ห้ามใช้การสับหรือหั่น เนื่องจากสามารถงอกใหม่และเพิ่มจำนวนได้

จากข้อความข้างต้น การงอกใหม่ของหนอนตัวแบนนิวกินีเหมือนหรือแตกต่างจากการงอกใหม่ของจิ้งจก เพราะเหตุใด (อธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ก. การงอกใหม่ของหนอนตัวแบนนิวกินีเหมือนกับการงอกใหม่ของจิ้งจก เพราะสามารถสร้างชิ้นส่วนขึ้นมาทดแทนส่วนที่ถูกตัดออกไป

ข. การงอกใหม่ของหนอนตัวแบนนิวกินีเหมือนกับการงอกใหม่ของจิ้งจก เพราะสามารถเพิ่มจำนวนได้ จัดเป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

ค. การงอกใหม่ของหนอนตัวแบนนิวกินีแตกต่างจากการงอกใหม่ของจิ้งจก เพราะการงอกใหม่ของหนอนชนิดนี้จัดเป็นการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ แต่การงอกใหม่ของจิ้งจกจัดเป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

ง. การงอกใหม่ของหนอนตัวแบนนิวกินีแตกต่างจากการงอกใหม่ของจิ้งจก เพราะการงอกใหม่ของหนอนชนิดนี้สามารถเพิ่มจำนวนได้จัดเป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ แต่การงอกใหม่ของจิ้งจกไม่จัดเป็นการสืบพันธุ์

เสือดำ ใช้ตอบคำถามข้อ 7-9

เสือดำ เป็นเสือในสกุล Panthera มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Panthera pardus* เช่นเดียวกับเสือดาว ในการผสมพันธุ์เสือดาวแต่ละครั้ง ลูกเสือที่เกิดมาในคอกเดียวกันสามารถพบได้ทั้งเสือดำและเสือดาว เสือดำเป็นเสือที่เกิดจากความผิดปกติของเม็ดสี (Melanism) ทำให้ขนมีสีดำ แต่ยังคงมีลายจุดให้เห็นเมื่อมีแสงตกกระทบที่ผิวของมัน มีการกระจายพันธุ์บริเวณประเทศอินโดนีเซียจนถึงประเทศจีนตอนใต้ เสือดำมีอายุเฉลี่ยประมาณ 12-15 ปี น้ำหนักประมาณ 29-34 กิโลกรัม ตัวผู้จะมีขนาดใหญ่กว่าตัวเมีย ตัวเมียตั้งท้องนาน 90-105 วัน ออกลูกครั้งละ 1-4 ตัว เมื่ออายุประมาณ 2 ปีจะออกหากินตามลำพัง เสือดำเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม อาศัยอยู่ในป่าได้ทุกชนิดทั้งป่าทึบและป่าโปร่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เสือดำจัดเป็นสัตว์ป่าคุ้มครองตาม พ.ร.บ. สงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535 และมีสถานภาพการอนุรักษ์ IUCN 2016 Red list : EN (Endangered) ใกล้สูญพันธุ์ หมายถึง ชนิดพันธุ์ที่กำลังอยู่ในภาวะอันตรายที่ใกล้สูญพันธุ์ไปจากโลกหรือสูญพันธุ์ไปจากแหล่งที่มีการกระจายพันธุ์อยู่ถ้าปัจจัยต่างๆที่เป็นสาเหตุให้เกิดการสูญพันธุ์ยังดำเนินต่อไป

7. เสือดำเป็นเสือที่อยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์ ถ้าเกิดการล่าเสือดำเพศผู้จนเหลือเพียงแค่เพศเมียอย่างเดียว ข้อใดคือผลกระทบที่เกิดขึ้นในอนาคต (อธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับ)

ก. เสือดำเพศเมียสามารถสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ เพื่อดำรงเผ่าพันธุ์ได้

ข. เสือดำเพศเมียไม่สามารถสืบพันธุ์เพื่อดำรงเผ่าพันธุ์ได้และสูญพันธุ์

ค. เสือดำเพศเมียจะจับคู่ผสมพันธุ์กับสัตว์ชนิดอื่นเพื่อดำรงเผ่าพันธุ์

ง. เสือดำเพศเมียจะจับคู่ผสมพันธุ์กันเพื่อดำรงเผ่าพันธุ์

8. ผู้คนจำนวนมากเข้าใจว่าเสือดำและเสือดาวเป็นเสือคนละชนิดกัน นักเรียนจะโต้แย้งข้อสรุปดังกล่าวได้อย่างไร (ประเมินและตรวจสอบข้อสรุปโดยใช้หลักฐานและเหตุผล)

เสือดำและเสือดาวจัดเป็นเสือชนิดเดียวกัน เนื่องจากมีชื่อวิทยาศาสตร์เดียวกัน อีกทั้งในการผสมพันธุ์เสือดาวแต่ละครั้งสามารถพบได้ทั้งเสือดาวและเสือดำที่เกิดจากความผิดปกติของเม็ด

9. เด็กชายวิทยากล่าวว่าหากผสมพันธุ์เสือดำกับเสือดาว จะช่วยเพิ่มจำนวนเสือดำไม่ให้สูญพันธุ์ได้ นักเรียนคิดว่าการผสมพันธุ์เสือดำและเสือดาวสามารถทำได้หรือไม่ เพราะเหตุใด (อธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับ)

สามารถทำได้ เนื่องจากเสือดำและเสือดาวจัดเป็นเสือชนิดเดียวกัน

นกฟินช์ในหมู่เกาะกาลาปากอส ใช้ตอบคำถามข้อ 10-13

ในปี พ.ศ. 2378 ดาร์วินเดินทางมาถึงหมู่เกาะกาลาปากอส ซึ่งเป็นหมู่เกาะที่ห่างจากแผ่นดินทวีปอเมริกาใต้ไปทางทิศตะวันตกประมาณ 900 กิโลเมตร ดาร์วินได้สังเกตเห็นนกฟินช์ (finch) ที่แพร่กระจายอยู่บนเกาะ 14 ชนิด โดยนกฟินช์มีลักษณะของจงอยปากที่แตกต่างกัน ต่อมานักวิทยาศาสตร์ได้จำแนกนกฟินช์ออกเป็น 4 กลุ่ม โดยใช้ลักษณะของจงอยปากและอาหารเป็นเกณฑ์ รายละเอียดดังตาราง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กลุ่มของนกฟินช์	ลักษณะของจงอยปาก	ลักษณะอาหาร	รูปภาพ
Warbler finches	จงอยปากปลายแหลม เรียวบาง	แมลงขนาดเล็ก	
Vegetarian finches	จงอยปากทู่และมีขนาดใหญ่	กินยอดอ่อนและใบไม้	
Tree finches	จงอยปากกว้าง หนา และมีขนาดใหญ่	กินแมลง	
Cactus finches or ground finches	จงอยปากยาวและมีลักษณะโค้งลง	กินเมล็ดพืชตามพื้นดิน	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

10. นายสราวุธได้ไปเที่ยวหมู่เกาะกาลาปากอส และเจอนกฟินช์มีลักษณะดังภาพ และเมื่อสังเกตพฤติกรรมของนกตัวนี้พบว่าอาหารที่กินคือแมลงขนาดเล็ก นักเรียนคิดว่านกฟินช์ชนิดนี้จัดอยู่ในกลุ่มใด เพราะเหตุใด (อธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับ)

Credit : Paul Tavares from https://www.inaturalist.org

ก. กลุ่ม Warbler finches เพราะจงอยปากมีลักษณะเรียวแหลม และกินแมลงขนาดเล็ก

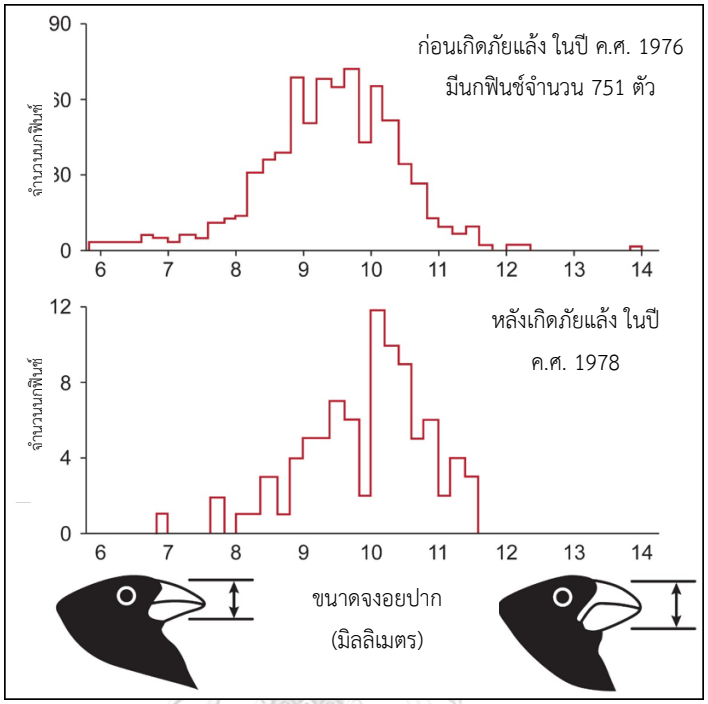
ข. กลุ่ม Vegetarian finches เพราะจงอยปากมีลักษณะทู่ และกินยอดอ่อนใบไม้รวมทั้งแมลงขนาดเล็ก

ค. กลุ่ม Tree finches เพราะจงอยปากกว้างและอยู่บริเวณต้นไม้ กินแมลง

ง. กลุ่ม Cactus finches or ground finches เพราะจงอยปากมีความโค้งเล็กน้อย และกินเมล็ดพืช

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

11. เด็กหญิงการะเกดสนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดความกว้างจงอยปากนกฟินช์และการอยู่รอดในธรรมชาติหลังเกิดเหตุการณ์ความแห้งแล้ง ได้ผลดังนี้



เด็กหญิงการะเกดสรุปข้อมูลจากกราฟว่านกฟินช์ที่มีขนาดความหว้างจงอยปาก 7-11.5 มิลลิเมตร สามารถอยู่รอดได้สูงในธรรมชาติ

ข้อมูลส่วนใดของกราฟที่สนับสนุนการสรุปของเด็กหญิงการะเกด (การระบุข้อมูล ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุป)

จำนวนของนกฟินช์ที่มีขนาดจงอยปาก 7-11.5 มิลลิเมตร ก่อนเกิดภัยแล้งมีจำนวนและการกระจายตัวมากที่สุด รวมทั้งมีความสัมพันธ์กับจำนวนของนกฟินช์ที่มีชีวิตอยู่

12. นักเรียนชื่อจันทร์วาดไม่เห็นด้วยกับการสรุปของการะเกด โดยกล่าวว่ากราฟบางส่วนไม่สนับสนุนข้อสรุปของการะเกด ข้อมูลส่วนใดของกราฟที่ไม่สนับสนุนข้อสรุปของการะเกด (ประเมินและตรวจสอบข้อสรุปโดยใช้หลักฐานและเหตุผล)

นกฟินช์ที่มีขนาดจงอยปาก 10 มิลลิเมตรมีจำนวนลดลงอย่างมาก หลังเกิดภัยแล้ง

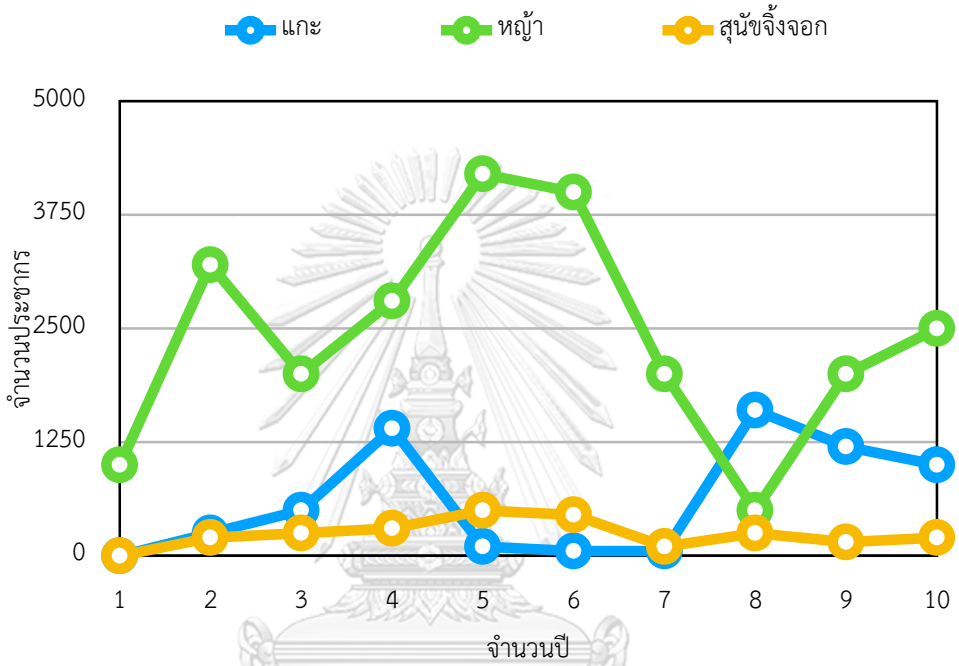
13. นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดนกฟินช์ที่มีขนาดความกว้างจงอยปากบางขนาดต้องหายไปหลังเกิดเหตุการณ์ความแห้งแล้ง (อธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับ)

หลังเกิดเหตุการณ์ความแห้งแล้ง ทำให้อาหารบางชนิดมีปริมาณลดลงและหมดไป ส่งผลให้นกฟินช์ที่มีขนาดความกว้างจงอยปากไม่สัมพันธ์กับลักษณะของชนิดอาหารนั้นไม่สามารถกินอาหารได้ จึงทำให้นกฟินช์ชนิดนี้ลดจำนวนลงและตายในที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประชากรแกะ หญ้า และสุนัขจิ้งจอก ใช้ตอบคำถามข้อ 14-16

ประชากรของแกะ หญ้า และสุนัขจิ้งจอกที่อาศัยในแถบทุ่งหญ้าแห่งหนึ่ง และไม่มีผู้ล่าสุนัขจิ้งจอก นักวิทยาศาสตร์นับจำนวนประชากรของแกะ หญ้า และสุนัขจิ้งจอกในช่วงเวลา 10 ปี ได้ผลดังกราฟ



14. นักวิทยาศาสตร์สรุปว่าขนาดประชากรแกะที่ลดลง มีผลมาจากขนาดประชากรสุนัขจิ้งจอกที่เพิ่มขึ้น กราฟส่วนใดสนับสนุนข้อสรุปของนักวิทยาศาสตร์ (การระบุข้อมูล ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุป)

ก. กราฟในช่วงปีที่ 1-3

ข. กราฟในช่วงปีที่ 4-6

ค. กราฟในช่วงปีที่ 5-6

ง. กราฟในช่วงปีที่ 8-10

15. นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดขนาดประชากรของสุนัขจิ้งจอกลดลงในช่วงปีที่ 6-7 ทั้งที่บริเวณทุ่งหญ้าแห่งนี้ไม่มีผู้ล่าสุนัขจิ้งจอก (อธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับ)

ก. เกิดแผ่นดินไหว

ข. เกิดจากไฟป่าทำลายแหล่งอาหาร

ค. การแย่งชิงอาหาร เนื่องจากประชากรแกะมีขนาดลดลง

ง. การแย่งชิงแหล่งที่อยู่อาศัยระหว่างประชากรแกะกับสุนัขจิ้งจอก

16. นักวิทยาศาสตร์อีกท่านหนึ่งสรุปข้อมูลจากกราฟว่า การเปลี่ยนแปลงขนาดประชากรหญ้า มีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงขนาดประชากรแกะที่ลดลง ส่งผลให้ขนาดประชากรหญ้าเพิ่มขึ้น นักเรียนจะสนับสนุนข้อสรุปของนักวิทยาศาสตร์ท่านนี้ว่าอย่างไร (ประเมินและตรวจสอบข้อสรุปโดยใช้หลักฐานและเหตุผล)

ก. หญ้าและแกะมีความสัมพันธ์แบบผู้ผลิตและผู้บริโภคอันดับที่ 1

ข. แกะจัดเป็นผู้บริโภคพืช (Herbivore) ซึ่งจัดเป็นผู้บริโภคอันดับที่ 2

ค. ขนาดประชากรแกะและสุนัขจิ้งจอกมีขนาดใกล้เคียงกัน

ง. หญ้ามีการตายและเกิดการย่อยสลายอย่างรวดเร็ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารอาหารกับการนำไปใช้ของร่างกาย ใช้ตอบคำถามข้อ 17-21

ร่างกายต้องรักษาระดับกลูโคสในเลือดให้ปกติ (80-110 mg/dl) เพราะเซลล์ของอวัยวะสามารถนำไปใช้ได้ทันที ซึ่งหากระดับกลูโคสในเลือดลดลงกว่าปกติ (60 mg/dl) กลูโคสจะเข้าสู่เซลล์สมองได้ช้า ไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ส่งผลให้ร่างกายอ่อนเพลีย วิงเวียน หน้ามืด ตาลาย ใจหวิว ใจสั่น มือสั่น และปวดศีรษะ

หากไม่ได้รับอาหารนานกว่า 16 ชั่วโมง ร่างกายจะมีกลไกในการเปลี่ยนไกลโคเจนในตับและกล้ามเนื้อเป็นกลูโคส มีการสลายไขมันใต้ชั้นผิวหนัง การสลายโปรตีนในร่างกาย ส่วนใหญ่เป็นโปรตีนกล้ามเนื้อ และโปรตีนในเลือด ซึ่งคนเราจะอดอาหารและมีชีวิตได้นานเพียงใดนั้นขึ้นกับปัจจัยต่างๆ เช่น ปริมาณโปรตีนในร่างกาย โดยเฉพาะโปรตีนของกล้ามเนื้อ หากปริมาณโปรตีนเหล่านี้ลดลงจะทำให้ร่างกายอ่อนแรง อวัยวะหยุดทำงานเพราะขาดเอนไซม์ ร่างกายอ่อนแอติดโรคได้ง่ายกว่าคนปกติ

การเสียชีวิตจากการอดอาหารเกิดขึ้นได้เมื่อน้ำหนักลดลงร้อยละ 40 โปรตีนลดลงร้อยละ 30-50 หรือปริมาณไขมันที่สะสมในเนื้อเยื่อลดลงร้อยละ 70-95 หรือมีค่า BMI (Body Mass Index) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 13 ในผู้ชายและ 11 ในผู้หญิง ซึ่งค่า BMI สามารถคำนวณได้จาก น้ำหนัก (กิโลกรัม)/(ความสูง)^2 (เมตร^2)

ที่มา : สสวท. http://www.scimath.org/lesson-biology/item/7000-2017-05-17-14-21-09

17. เพราะเหตุใดคนที่หน้ามืดคล้ายจะเป็นลมจึงให้ทานน้ำหวาน (อธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับ)

เพราะน้ำหวานจัดเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่พวกซูโครส ซึ่งร่างกายสามารถย่อยเป็นฟรุกโตสและกลูโคสและนำไปใช้ได้ทันที

18. ลำดับขั้นตอนของการนำสารอาหารไปใช้ในร่างกายเป็นอย่างไร (การระบุข้อมูลประจักษ์พยาน หรือข้อสรุป)

ก. น้ำตาลกลูโคสในเลือด โปรตีนจากกล้ามเนื้อและเลือด ไกลโคเจนจากตับและกล้ามเนื้อและไขมัน

ข. น้ำตาลกลูโคสในเลือด ไกลโคเจนจากตับและกล้ามเนื้อ โปรตีนจากกล้ามเนื้อและเลือดและไขมัน

ค. น้ำตาลกลูโคสในเลือด โปรตีนจากกล้ามเนื้อและเลือด ไขมัน และไกลโคเจนจากตับและกล้ามเนื้อ

ง. น้ำตาลกลูโคสในเลือด ไกลโคเจนจากตับและกล้ามเนื้อ ไขมัน และโปรตีนจากกล้ามเนื้อและเลือด

19. ชายคนหนึ่งอดอาหารเป็นเวลานาน 8 วัน ชาวบ้านที่มาพบให้ความช่วยเหลือด้วยการนำข้าวเหนียวหมูปิ้งมาให้ชายผู้นี้รับประทาน นักเรียนเห็นด้วยกับการกระทำของชาวบ้านหรือไม่ เพราะเหตุใด (ประเมินและตรวจสอบข้อสรุปโดยใช้หลักฐานและเหตุผล)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ก. เห็นด้วย เพราะข้าวเหนียวหมูปิ้งเป็นอาหารที่ให้พลังงานสูง และร่างกายสามารถนำไปใช้ได้ทันที

ข. เห็นด้วย เพราะการรับประทานข้าวเหนียวหมูปิ้งช่วยให้ชายผู้นี้อิ่มเร็วขึ้น เนื่องจากเป็นอาหารที่ย่อยได้เป็นเวลานาน

ค. ไม่เห็นด้วย เพราะชายคนนี้ควรรับประทานอาหารที่ครบ 5 หมู่ เนื่องจากร่างกายขาดสารอาหารเป็นเวลานาน

ง. ไม่เห็นด้วย เพราะร่างกายไม่ได้เกิดกระบวนการย่อยเป็นเวลานาน ควรให้ทานอาหารที่ย่อยง่าย เพื่อให้กระบวนการย่อยของร่างกายค่อยๆปรับสภาพ

20. เฮติเป็นหนึ่งในประเทศที่ยากจนที่สุดในโลก ประชาชนต้องทำคุกกี้ดินขึ้นมาเพื่อประทังความหิวโหย ซึ่งคุกกี้ดินนั้นทำมาจากการนำดินมาผสมกับเกลือและเนย จากนั้นตากแดดไว้ให้แห้งแล้วนำมารับประทานเป็นอาหาร จงบอกเหตุผลว่าเพราะเหตุใดชาวเฮติจึงไม่ควรรับประทานคุกกี้ดิน (ประเมินและตรวจสอบข้อสรุปโดยใช้หลักฐานและเหตุผล)

เพราะการรับประทานดิน ร่างกายไม่สามารถย่อยได้ รวมทั้งได้รับสารอาหารไม่ครบถ้วน

21. ผู้หญิงคนหนึ่งป่วยเป็นโรค anorexia nervosa ผู้ที่ป่วยโรคนี้มักปฏิเสธไม่ยอมทานอาหาร และพยายามออกกำลังกายอย่างหนักเพื่อให้น้ำหนักลด ส่วนใหญ่จะมีน้ำหนักลดลงไป 25-30% ของน้ำหนักเดิม แต่ไม่พอใจและต้องการลดน้ำหนักลงไปอีก หญิงผู้นี้มีน้ำหนัก 30 กิโลกรัม มีส่วนสูง 160 เซนติเมตร แพทย์ลงความเห็นว่าหากไม่รีบรักษาอาการป่วย หญิงผู้นี้จะเสียชีวิตจากการอดอาหาร นักเรียนสนับสนุนความคิดเห็นของแพทย์หรือไม่ เพราะเหตุใด (ประเมินและตรวจสอบข้อสรุปโดยใช้หลักฐานและเหตุผล)

เห็นด้วย เพราะเมื่อคำนวณค่า BMI ของหญิงคนนี้พบว่ามีค่าเท่ากับ 11.72 ซึ่งหากไม่รีบรักษาส่งผลให้หญิงคนนี้มีค่า BMI น้อยกว่าหรือเท่ากับ 11 ทำให้เสียชีวิตจากการอดอาหารได้

โรคตับแข็ง ใช้ตอบคำถามข้อ 22-24

ตับแข็ง (cirrhosis) เป็นภาวะเกิดขึ้นของโรคตับ ซึ่งเกิดจากการที่ตับได้รับความเสียหายและเกิดแผลเป็นอย่างถาวร มีเนื้อเยื่อพังผืดเกิดขึ้นในเนื้อตับ ส่งผลให้การทำงานของตับลดลง ซึ่งตับเป็นอวัยวะขนาดใหญ่ที่มีความสำคัญต่อการทำงานของร่างกาย เช่นการกรองของเสียออกจากร่างกาย ทำลายสารพิษ ผลิตโปรตีนที่มีส่วนช่วยในการแข็งตัวของเลือด ผลิตน้ำดี เป็นแหล่งสะสมไกลโคเจนสำหรับใช้เป็นพลังงานสำรองของร่างกาย สาเหตุของโรคตับแข็งมักมาจากการดื่มสุราที่มากเกินไปติดต่อกันนานหลายปี โรคไวรัสตับอักเสบบีและซี และภาวะไขมันพอกที่ตับที่เกี่ยวกับโรคอ้วนหรือโรคเบาหวาน

22. ชายคนหนึ่งป่วยเป็นโรคตับแข็ง เนื่องจากชอบดื่มสุราเป็นประจำทุกวัน ชายผู้นี้ไม่ควรรับประทานอาหารประเภทใด (อธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับ)

ก. อาหารที่มีกากใย เนื่องจากร่างกายไม่มีเอนไซม์ในการย่อยเส้นใย ทำให้ย่อยยาก

ข. อาหารประเภทของทอด เนื่องจากร่างกายไม่สามารถผลิตสารช่วยในการย่อยไขมันได้

ค. อาหารหมักดอง เนื่องจากเป็นอาหารที่มีความเป็นกรดสูง เป็นอันตรายต่อเซลล์ในร่างกาย

ง. อาหารที่มีรสเผ็ด เนื่องจากเป็นอาหารที่มีโซเดียมสูง ทำให้ร่างกายทำงานหนักในการขับเกลือออก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

23. จากข้อ 22 ชายผู้นี้ได้สืบประวัติครอบครัวของตนพบว่าไม่มีใครป่วยเป็นโรคตับแข็งยกเว้นบิดาของตนเองที่ชอบดื่มสุราเป็นประจำ ชายผู้นี้จึงนำลูกของตนวัย 1 เดือนไปโรงพยาบาลเพื่อรักษาโรคตับแข็ง เนื่องจากคิดว่าโรคนี้สามารถถ่ายทอดไปยังลูกได้ นักเรียนเห็นด้วยกับชายผู้นี้หรือไม่ เพราะเหตุใด (ครอบครัวนี้ไม่มีประวัติการป่วยเป็นโรคไวรัสตับอักเสบบีและซี โรคเบาหวานและโรคอ้วน) (ประเมินและตรวจสอบข้อสรุปโดยใช้หลักฐานและเหตุผล)

ก. เห็นด้วย เพราะ บิดาของชายผู้นี้ป่วยเป็นโรคตับแข็งเช่นเดียวกัน

ข. เห็นด้วย เพราะ โรคตับแข็งสามารถติดต่อได้ทางโครโมโซมเพศ

ค. ไม่เห็นด้วย เพราะโรคตับแข็งมีสาเหตุมาจากพฤติกรรมการดื่มสุราและภาวะไขมันพอกที่ตับ

ง. ไม่เห็นด้วย เพราะข้อมูลจากการสืบประวัติไม่เพียงพอ ยังขาดการสืบประวัติของครอบครัวภรรยา

24. เพราะเหตุใดผู้ที่ดื่มสุราเป็นประจำ จึงมีโอกาสป่วยเป็นโรคตับแข็งมากกว่าคนปกติที่ไม่ดื่มสุราหรือแอลกอฮอล์ (อธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับ)

เนื่องจากตับทำหน้าที่กำจัดสารพิษ ดังนั้นผู้ที่ดื่มสุราเป็นประจำส่งผลให้ตับทำงานหนักในการกำจัดสารพิษออกจากร่างกาย จึงมีโอกาสป่วยเป็นโรคตับแข็งมากกว่าคนปกติ

พริกหวาน ใช้ตอบคำถามข้อ 25-26

เรืองฤทธิ์และเรืองศักดิ์กำลังศึกษาเรื่องการถ่ายทอดทางพันธุกรรม โดยลักษณะต่างๆของสิ่งมีชีวิตสามารถถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้ เช่น สีของดอกไม้ หรือความสูงของต้นพืช เป็นต้น โดยเรืองฤทธิ์และเรืองศักดิ์สังเกตเห็นพริกหวานสีเขียว สีเหลือง และสีแดง ดังรูป

เรืองฤทธิ์คิดว่าพริกหวานทั้ง 3 สีนี้เป็นพริกหวานต่างชนิดกัน เนื่องจากมีสีที่ต่างกัน แต่เรืองศักดิ์คิดว่าพริกหวาน ทั้ง 3 สีนี้เป็นพริกหวานชนิดเดียวกัน แต่สีเหลืองและสีแดงเป็นพริกหวานที่กำลังสุกงอม

25. นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบอย่างไรเพื่อพิสูจน์ความคิดของเรืองฤทธิ์และเรืองศักดิ์ (ประเมินและตรวจสอบข้อสรุปโดยใช้หลักฐานและเหตุผล)

ก. นำเมล็ดของพริกหวานทั้ง 3 สีนี้ไปปลูกและสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีผล

ข. ชิมรสชาติของพริกหวานทั้ง 3 สีนี้และสังเกตความแตกต่างของรสชาติพริกหวาน

ค. นับจำนวนเมล็ดที่อยู่ภายในพริกหวาน หากเป็นพริกหวานชนิดเดียวกันจะมีจำนวนเมล็ดที่เท่ากัน

ง. วัดส่วนสูงของลำต้นและน้ำหนักของพริกหวานทั้ง 3 สีนี้ หากเป็นชนิดเดียวกันจะมีขนาดลำต้นและส่วนสูงเท่ากัน

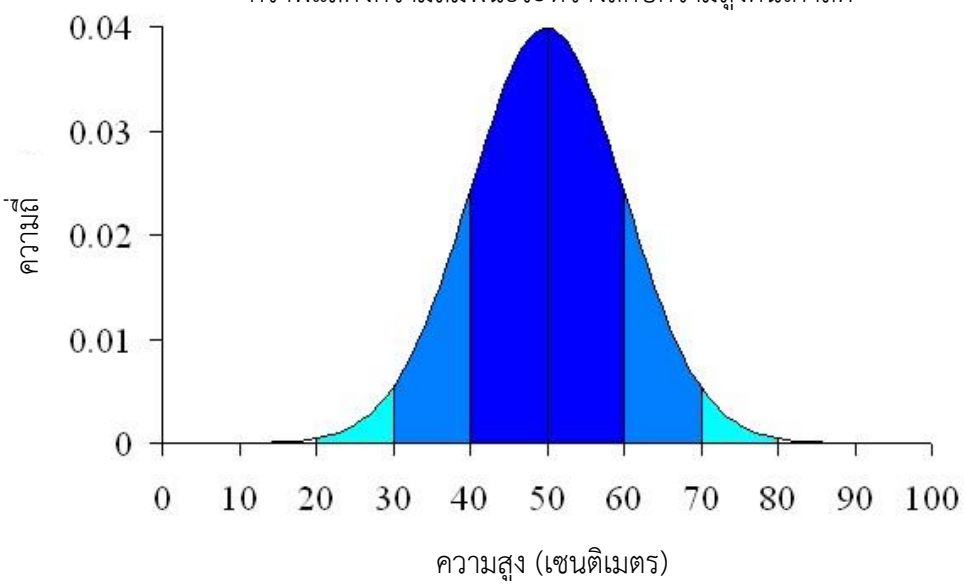
26. พริกหวานจัดเป็นพริกที่อุดมไปด้วยวิตามินซี แคโรทีน ลูทีน และแซนทิน ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ อย่างไรก็ตามเมื่อผ่านการล้างหรือการต้มจนสุก ปริมาณวิตามินจะลดลง จงบอกเหตุผลมา 1 ข้อว่า เพราะเหตุใดปริมาณวิตามินซีจึงลดลง (อธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับ)

เนื่องจากวิตามินซีเป็นวิตามินที่ละลายน้ำ ดังนั้นเมื่อนำพริกหวานไปล้างหรือต้มจนสุก ทำให้ปริมาณวิตามินซีลดลง

ความสูงของต้นเกาลัด ใช้ตอบคำถามข้อ 27-28

หญิงคนหนึ่งสังเกตความสูงของต้นเกาลัด พบว่าต้นเกาลัดแต่ละต้นมีระดับความสูงที่แตกต่างกัน จึงวัดความสูงของต้นเกาลัด แล้วนำมาเขียนกราฟ ดังรูป

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างถี่กับความสูงต้นเกาลัด



27. ข้อมูลจากกราฟแสดงให้เห็นว่าการกระจายตัวของลักษณะฟีโนไทป์ (ความสูง) เป็นแบบต่อเนื่อง นอกจากอิทธิพลของยีนแล้ว สิ่งแวดล้อมน่าจะส่งผลต่อลักษณะฟีโนไทป์ของต้นเกาลัดด้วย นักเรียนเห็นด้วยกับความคิดของหญิงคนนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด (ประเมินและตรวจสอบข้อสรุปโดยใช้หลักฐานและเหตุผล)

เห็นด้วย เนื่องจากบริเวณที่ปลูก น้ำ สารอาหาร การได้รับแสง ส่งผลต่อความสูงของต้นเกาลัด เช่น หากปลูกต้นเกาลัดในบริเวณที่มีแร่ธาตุอุดมสมบูรณ์ ได้รับน้ำและแสงเพียงพอ ต้นเกาลัดก็น่าจะมีความสูงที่สูงกว่าต้นเกาลัดที่ได้รับน้ำ แสงหรือแร่ธาตุไม่เพียงพอ

28. นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบอย่างไรเพื่อพิสูจน์ว่าสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อลักษณะฟีโนไทป์ของต้นเกาลัด (ประเมินและตรวจสอบข้อสรุปโดยใช้หลักฐานและเหตุผล)

ก. นำต้นเกาลัดมาปลูกในบริเวณเดียวกัน แล้ววัดความสูงของลำต้น

ข. นำต้นเกาลัดสายพันธุ์ต่างๆ มาปลูกในบริเวณเดียวกัน แล้ววัดความสูงของลำต้น

ค. นำต้นเกาลัดสายพันธุ์ต่างๆ มาปลูกบริเวณต่างกัน โดยให้รับแสง น้ำและสารอาหารในปริมาณแตกต่างกัน

ง. นำต้นเกาลัดสายพันธุ์เดียวกันมาปลูกบริเวณต่างกัน โดยให้รับแสง น้ำและสารอาหารให้ปริมาณแตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ต้นกระบองเพชร ใช้ตอบคำถามข้อ 29-30

https://www.visitcalifornia.co

https://animals.sandiegozo

ต้นกระบองเพชรส่วนใหญ่มีถิ่นกำเนิดที่ทวีปอเมริกา ลำต้นเตี้ยมีสีเขียวและอวบน้ำ มีหนามรอบต้นที่เกิดจากการลดรูปของใบ สามารถอยู่ในสภาพอากาศที่ร้อนและแห้งแล้ง รากของต้นกระบองเพชรเป็นระบบรากแก้ว ดอกของต้นกระบองเพชรส่วนใหญ่จะมีขนาดใหญ่ เจริญขึ้นมาบริเวณเดียวกับที่มีหนาม จะบานในเวลากลางคืน ผลของต้นกระบองเพชรมีลักษณะคล้ายกับผลแก้วมังกรซึ่งผลของต้นกระบองเพชรชนิดหนึ่ง มีเปลือกสีชมพูเข้ม เนื้อมีทั้งสีขาวและสีชมพู มีเมล็ดสีดำอยู่ภายใน โดยทั่วไปการขยายพันธุ์ต้นสามารถใช้วิธีเพาะเมล็ด ตัดแยกหรือต่อยอดได้ (ที่มา สสวท. http://www.scimath.org)

29. นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดใบของต้นกระบองเพชรจึงลดรูปเป็นหนาม (อธิบายข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานรองรับ)

ก. ลดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง

ข. เพิ่มพื้นที่ผิวในการเก็บกักน้ำในตอนกลางคืน

ค. ลดอัตราการคายน้ำและป้องกันอันตรายจากสัตว์ต่างๆ

ง. ลดอัตราการใช้พลังงานในต้นกระบองเพชร เนื่องจากขนาดของใบลดลง

30. ซาร่ากล่าวว่าหนามของต้นกุหลาบและหนามของต้นกระบองเพชร เป็นส่วนที่เปลี่ยนแปลงมาจากใบ นักเรียนเห็นด้วยกับซาร่าหรือไม่ เพราะเหตุใด (ประเมินและตรวจสอบข้อสรุปโดยใช้หลักฐานและเหตุผล)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ก. เห็นด้วย เพราะหนามของต้นกุหลาบและกระบองเพชรมีลักษณะเหมือนกัน

ข. เห็นด้วย เพราะหนามของต้นกุหลาบและกระบองเพชรทำหน้าที่ป้องกันอันตรายเหมือนกัน

ค. ไม่เห็นด้วย เพราะต้นกุหลาบไม่ใช่พืชที่ทนแล้งเหมือนกับต้นกระบองเพชร และมีสีของหนามที่แตกต่างกัน

ง. ไม่เห็นด้วย เพราะหนามของต้นกุหลาบเกิดจากเนื้อเยื่อของลำต้นหรือกิ่งยื่นออกไปเป็นหนามแข็ง

แบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผล

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่..... สังเกตครั้งที่.....วันที่.....

พฤติกรรมที่ใช้ในการสังเกต	ผลการปฏิบัติ		ลักษณะพฤติกรรมเพิ่มเติม
	ปฏิบัติ	ไม่ปฏิบัติ	
1. ใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ หรือข้อมูลทางทฤษฎีในการอภิปรายและโต้แย้งเพื่อสร้างข้อสรุป			
2. เขียนหรือบอกเกี่ยวกับข้อสรุป โดยใช้เหตุผลร่วมกับหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อมูลทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง			
3. เขียนหรือบอกข้อสรุป โดยระบุความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุป เหตุผล และหลักฐานเชิงประจักษ์			
4. มีการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลและหลักฐานเชิงประจักษ์ ในการเขียนข้อสรุป			
5. เขียนและอธิบายความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น โดยใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานเชิงประจักษ์			
6. ซักถามเหตุผลในประเด็นที่เพื่อนอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็น			
7. ประเมินและตรวจสอบหลักฐานเพื่อนำมาใช้ในการโต้แย้งและแสดงความคิดเห็น			
8. ตรวจสอบหลักฐานในประเด็นที่เพื่อนนำเสนอ			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พฤติกรรมที่ใช้ในการสังเกต	ผลการปฏิบัติ		ลักษณะพฤติกรรมเพิ่มเติม
	ปฏิบัติ	ไม่ปฏิบัติ	
9. แสดงความคิดเห็นและโต้แย้งในประเด็นที่เพื่อนนำเสนอก่อนที่จะยอมรับหรือปฏิเสธข้อสรุปดังกล่าว			
10. มีการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ในการสนับสนุนและโต้แย้งข้อสรุป			

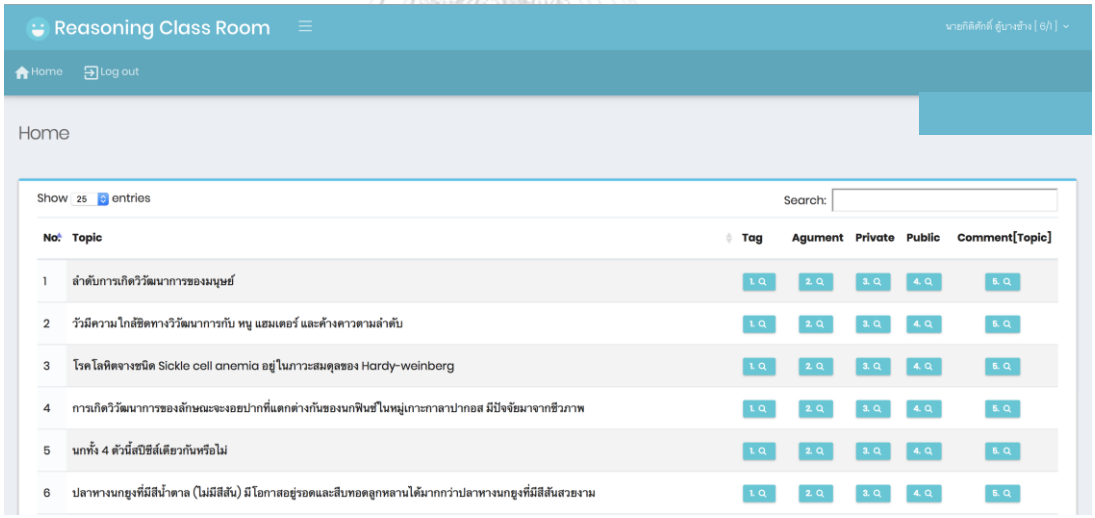
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

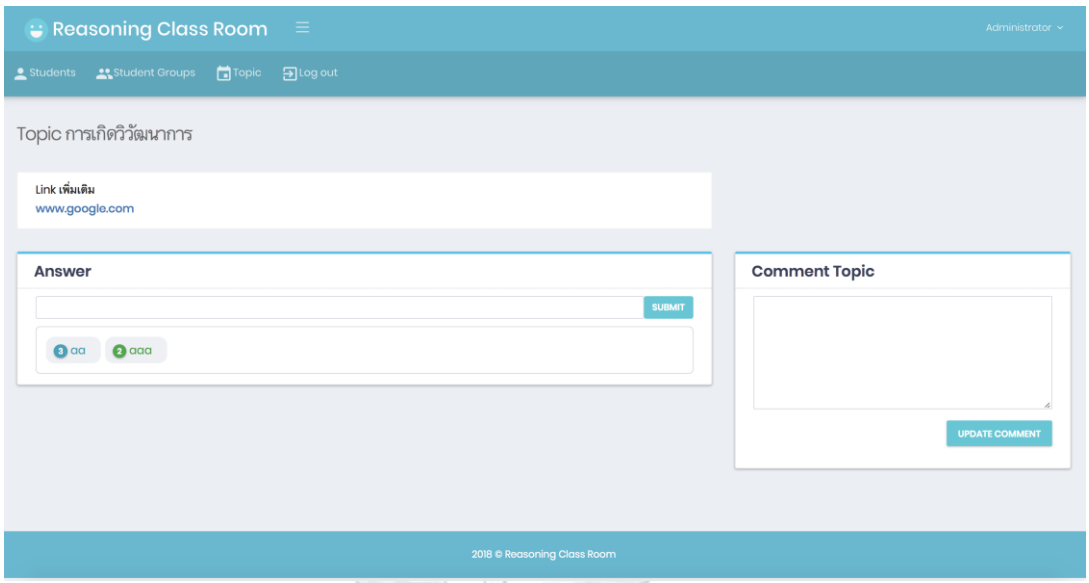
ตัวอย่างระบบการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

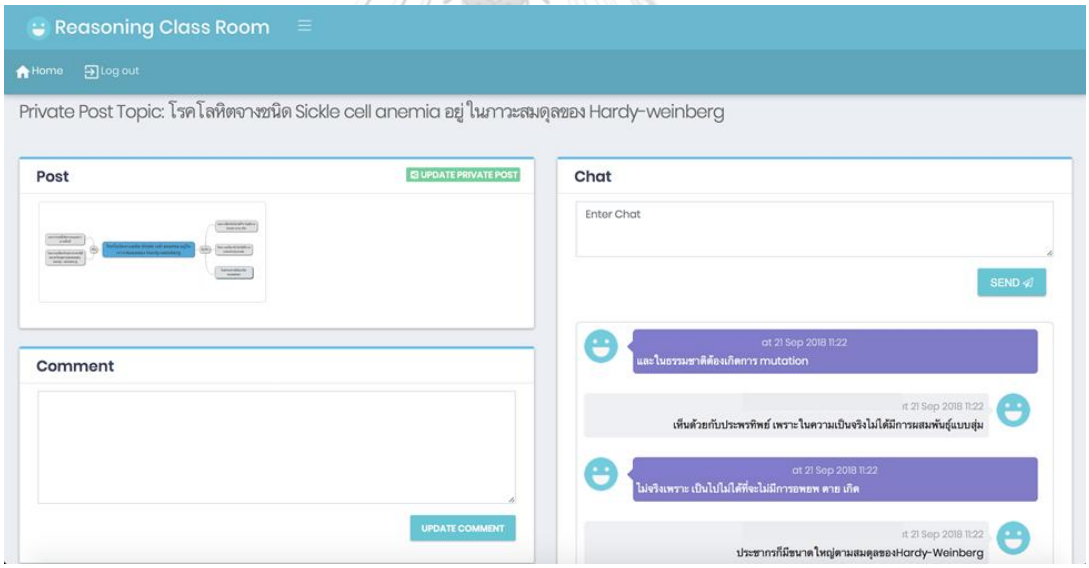
ภาพหน้าจอหน้าล็อกอินสำหรับเข้าสู่ระบบการเรียนรู้ฯ



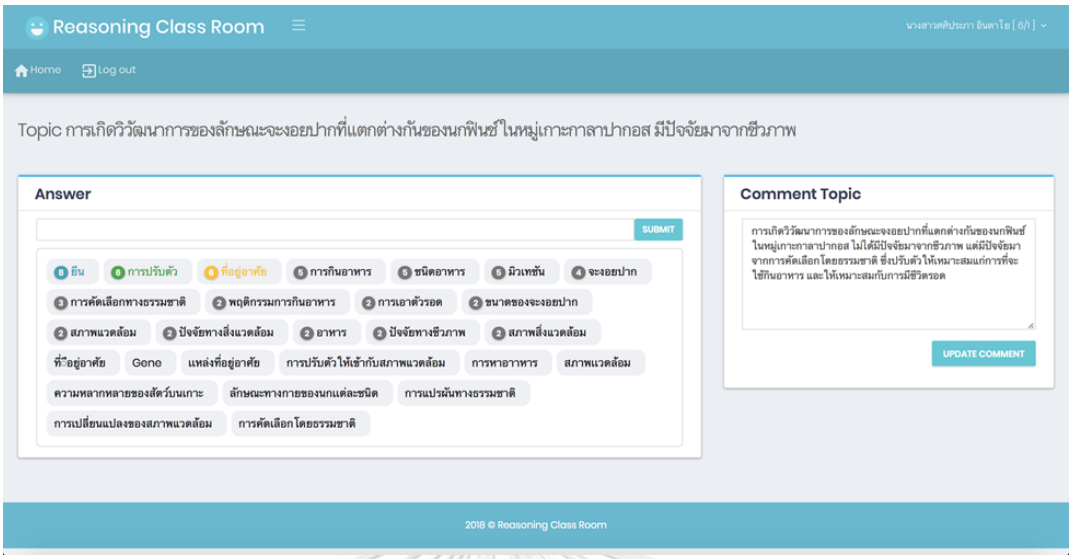
Feature progress report (มุมมองของนักเรียนกลุ่มทดลอง)



Feature แท็กคลาวด์ (มุมมองของนักเรียนกลุ่มทดลอง)



ไอคอน Private (มุมมองของนักเรียนกลุ่มทดลอง) สำหรับการอภิปรายร่วมกัน



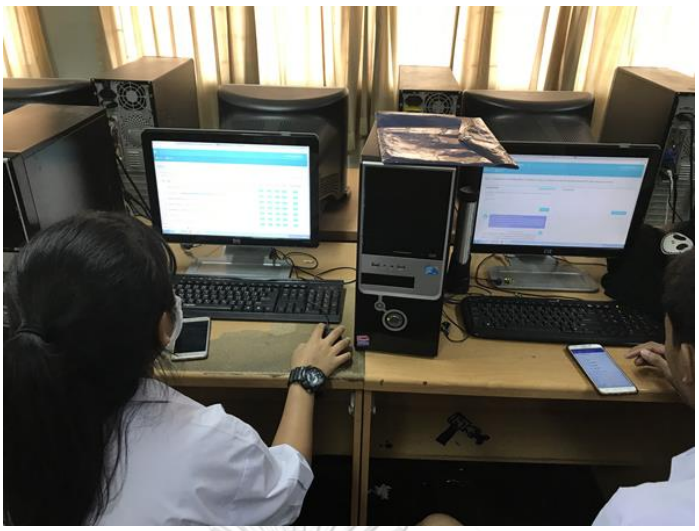
Feature บล็อกสรุปผลการสร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล (มุมมองของนักเรียนกลุ่มทดลอง)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ง

ภาพการทำกิจกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	กุลชญา พิบูลย์
วัน เดือน ปี เกิด	11 มกราคม 2535
สถานที่เกิด	สงขลา
วุฒิการศึกษา	ระดับปริญญาตรี สาขามัธยมศึกษาวิทยาศาสตร์ วิชาเอกชีววิทยา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	ครูผู้ช่วย ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University