ผลของการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4

นายณภัทร พระโพธิ์วังซ้าย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF COLLABORATIVE REASONING INSTRUCTION ON ARGUMENTATION ABILITY AND NATURE OF SCIENCE UNDERSTANDING OF TENTH GRADE STUDENTS

Mr. Napat Prapowangsai

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Science Education
Department of Curriculum and Instruction
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2017

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4
โดย	นายณภัทร พระโพธิ์วังซ้าย
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.สายรุ้ง ซาวสุภา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิกา อารีย์กุล บุทเชอร์

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ ดร.สายรุ้ง ซาวสุภา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิกา อารีย์กุล บุทเชอร์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ณภัทร พระโพธิ์วังซ้าย : ผลของการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 (EFFECTS OF COLLABORATIVE REASONING INSTRUCTION ON ARGUMENTATION ABILITY AND NATURE OF SCIENCE UNDERSTANDING OF TENTH GRADE STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ. ดร.สายรุ้ง ชาวสุภา, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: รศ. ดร.บัณฑิกา อารีย์กุล บุทเชอร์, 163 หน้า.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง และ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังกับนักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบทั่วไป โดยดำเนินการตามรูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง ประชากรคือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 37 จังหวัดแพร่ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 81 คน ประกอบด้วยนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 41 คนที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง และ นักเรียนกลุ่มควบคุมจำนวน 40 คนที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป การวิจัยดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 เครื่องมือที่ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่ แบบวัดความสามารถในการโต้แย้งซึ่งพิจารณาใน 3 องค์ประกอบได้แก่ การสร้างข้อโต้แย้ง การสร้างข้อโต้แย้งค้าน และการสร้างข้อคัดค้าน และ แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งพิจารณาใน 5 มุมมองได้แก่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ ธรรมชาติของการสังเกต บทบาทของจินตนาการ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และ อิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลทั้ง 2 ชนิดมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาเท่ากับ 0.78 และ 0.72 ตามลำดับ ทำการทดสอบนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มก่อนและหลังการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ด้วยสถิติ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ยร้อยละ สถิติทดสอบที ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการโต้แย้งและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการโต้แย้งและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่าการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้

ภาควิชา	หลักสูตรและการสอน	ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....
ปีการศึกษา	2560	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

5883408227 : MAJOR SCIENCE EDUCATION
KEYWORDS: COLLABORATIVE REASONING INSTRUCTION/ ARGUMENTATION ABILITY/ NATURE OF SCIENCE UNDERSTANDING

NAPAT PRAPOWANGSAI: EFFECTS OF COLLABORATIVE REASONING INSTRUCTION ON ARGUMENTATION ABILITY AND NATURE OF SCIENCE UNDERSTANDING OF TENTH GRADE STUDENTS. ADVISOR: SAIROONG SAOWSUPA, Ph.D., CO-ADVISOR: ASSOC. PROF. BUNTIKA AREEKUL BUTCHER, Ph.D., 163 pp.

This study aims to 1) compare students' argumentation ability and nature of science understanding before and after learning through collaborative reasoning instruction, and 2) compare argumentation ability and nature of science understanding between groups of students after learning through collaborative reasoning instruction and traditional instruction. Quasi-experimental research design was conducted this study. The population was tenth grade students in Secondary Educational Service Area Office 37, Phrae province. Samples were 81 tenth grade students that divided into two groups: 41 students as experimental group who learnt through collaborative reasoning instruction and 40 students as control group who learnt through traditional instruction. This research was conducted in the first semester of the academic year 2017. Data collecting instruments were argumentation ability test, which comprised 3 components, namely self-argument, counterargument, and rebuttal, and the nature of science understanding test, which considered 5 tenets including tentativeness of scientific knowledge, nature of observation, role of imagination, scientific method, and social and cultural influences. Coefficient alpha of instruments were 0.78 and 0.72, respectively. Students of both groups were tested twice before and after learning as pretest and posttest. Collected data were statistically analyzed using mean, standard deviation, percentage of mean, and t-test. This study revealed two main results, firstly, the experimental group had higher argumentation ability and nature of science understanding than their pretest at a statistical significance level of 0.05. Secondly, post-instructional argumentation ability and nature of science understanding of the experimental group were statistically higher than the control group at a statistical significance level of 0.05. Conclusion from this research suggests that the collaborative reasoning instruction can effectively improve argumentation ability and nature of science understanding of the tenth grade students.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Department:	Curriculum and Instruction	Student's Signature	.....
Field of Study:	Science Education	Advisor's Signature	.....
Academic Year:	2017	Co-Advisor's Signature	.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากความกรุณาและความช่วยเหลือจาก อาจารย์ ดร.สายรุ้ง ซาวสุภา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิกา อารีย์กุล บุทเชอร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ด้วยการชี้แนะ กวดขัน ตลอดจนการสนับสนุนแก่ข้าพเจ้า ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ทั้งสองไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร. ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ท่านได้เสียสละเวลาอันมีค่าในการตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมและให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนทั้งวิชาความรู้ การปฏิบัติงาน การปฏิบัติตนและคุณธรรมจริยธรรม อันเป็นที่มาของความสำเร็จของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ข้าพเจ้าซาบซึ้งในพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณคุณครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียน ตลอดจนผู้บริหารโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่อนุเคราะห์ ให้กำลังใจ และสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้ให้ความกรุณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเครื่องมือวิจัย

ขอขอบคุณครอบครัวของข้าพเจ้าผู้ที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จของข้าพเจ้าและอยู่เคียงข้างข้าพเจ้าเสมอไม่ว่าจะยามสุขหรือทุกข์ นอกจากนี้ขอบคุณเพื่อน สควค.58 เพื่อนต่างสถาบัน รุ่นพี่และรุ่นน้องการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่คอยมอบความช่วยเหลือ ความห่วงใยและกำลังใจที่ทำให้ข้าพเจ้าสามารถฟันฝ่าอุปสรรคมาได้อย่างราบรื่นเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และมูลนิธิพระบรมราชานุสรณ์พระบาทสมเด็จพระปกเกล้าเจ้าอยู่หัวและสมเด็จพระนางเจ้ารำไพพรรณี ที่สนับสนุนนข้าพเจ้า ทำให้ข้าพเจ้าดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างราบรื่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

คำถามวิจัย 7

วัตถุประสงค์งานวิจัย 8

สมมติฐานการวิจัย 8

ขอบเขตงานวิจัย 10

นิยามศัพท์ที่ใช้ในงานวิจัย 10

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13

การเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง 14

1. ความหมายของการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง 14

2. ทฤษฎีสนับสนุน 15

3. กรอบการดำเนินการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง 17

ความสามารถในการโต้แย้ง 23

1. ความสามารถในการโต้แย้งกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ 23

2. ความหมายและองค์ประกอบของความสามารถในการโต้แย้ง 24

3. แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการโต้แย้ง 27

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of science; NOS) 30
1. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการศึกษาวิทยาศาสตร์ 30
2. ความหมายและความสำคัญของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 31
3. มุมมองของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 32
4. วิธีและกลยุทธ์การสอนเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 41
5. การวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 44
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 46
1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการโต้แย้ง 46
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 48
5. กรอบแนวคิดการวิจัย 51
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 52
รูปแบบการวิจัย 52
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 52
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 54
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 54
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 58
การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล 62
การวิเคราะห์ข้อมูล 63
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 64
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการโต้แย้งก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง 65
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังกับกลุ่มที่ได้เรียนรู้ด้วยการสอนแบบทั่วไป 67

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียน ที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง 69

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังกับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไป 71

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 74

สรุปผลการวิจัย 75

อภิปรายผล 76

ข้อเสนอแนะ 85

รายการอ้างอิง 87

ภาคผนวก 98

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 163

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตาราง 2. 1 บทบาทของนักเรียนและบทบาทของครูในขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง 21

ตาราง 2. 2 เกณฑ์การให้คะแนนข้อโต้แย้ง ในแต่ละองค์ประกอบของการโต้แย้งตามแนวคิดของ Zohar and Namet (2002) 28

ตาราง 2. 3 เกณฑ์การให้ความสามารถในการโต้แย้งในแต่ละองค์ประกอบตามแนวคิดของ Lin and Mintzes (2010) 29

ตาราง 2. 4 เกณฑ์การวัดความสามารถในการโต้แย้งตามแนวคิดของ Mason and Scirica (2006) 30

ตาราง 2. 5 สรุปขอบเขตและมุมมองของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ AAAS (1993) Lederman (2006) และ Bell (2008) 39

ตาราง 2. 6 เครื่องมือวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Lederman et al., 1998; Bell, 2008) 44

ตาราง 3. 1 การเปรียบเทียบการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังและการเรียนการสอนแบบทั่วไป 54

ตาราง 3. 2 เนื้อหาสาระและจำนวนคาบที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ 56

ตาราง 3. 3 เกณฑ์การวัดความสามารถในการโต้แย้งเชิงปริมาณที่ผ่านการปรับปรุงตามแนวคิดของ Zohar and Namet (2002) 59

ตาราง 3. 4 ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงความรู้กับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัยนี้โดยอ้างจิงจาก Lederman (2006) และ Bell (2008) 61

ตาราง 3. 5 เกณฑ์การประเมินการยกตัวอย่างเกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อ้างอิงจาก Limpanont (2011) 61

ตาราง 4. 1 คะแนนความสามารถในการโต้แย้งเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนเฉลี่ยร้อยละ และค่าสถิติทดสอบทีของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนและหลังเรียน 65

ตาราง 4. 2 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการโต้แย้งหลังเรียนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนเฉลี่ยร้อยละ และค่าทีของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 67

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตาราง 4. 3 คะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนเฉลี่ยร้อยละ และค่าทีของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนและหลังเรียน 69

ตาราง 4. 4 การเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเรียนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนเฉลี่ยร้อยละ และค่าทีของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 71

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพ 4. 1 รูปแบบการวิจัยแบบกึ่งทดลอง..... 52

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) นับเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์และเป็นความคาดหวังให้นักเรียนได้มีความรู้วิทยาศาสตร์และสามารถปฏิบัติได้เช่นเดียวกับการได้รับประสบการณ์ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ได้มีนักการศึกษาแบ่งการรู้วิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 วิสัยทัศน์ โดยวิสัยทัศน์ที่ 1 ได้มุ่งเน้นในการพัฒนามโนทัศน์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงมุ่งเน้นการพัฒนาความเข้าใจสาระวิชาวิทยาศาสตร์ตลอดจนการฝึกปฏิบัติในกระบวนการและทักษะทางวิทยาศาสตร์ และวิสัยทัศน์ที่ 2 ได้มุ่งเน้นให้นักเรียนนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในบริบทชีวิตจริง (real life) และพิจารณาถึงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์กับสาขาวิชาอื่น เช่น สังคมศาสตร์ รัฐศาสตร์ เศรษฐศาสตร์และศาสนา (Kolstø, 2000; Sadler & Zeidler, 2009) ดังนั้นการฝึกให้นักเรียนมีการรู้วิทยาศาสตร์ในทั้งสองวิสัยทัศน์จึงเป็นหนึ่งในเป้าหมายสำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

สังคมในศตวรรษที่ 21 เป็นสังคมแห่งการเปลี่ยนแปลงทั้งเรื่องการเมือง เศรษฐกิจ วิถีชีวิต วัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อมบริบทรอบตัว ประกอบกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาและก้าวหน้าอย่างไม่หยุดยั้ง มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นใหม่และเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา รวมถึงการเกิดประเด็นขัดแย้งอันเป็นผลผลิตจากวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดผลกระทบต่อสังคมในวงกว้าง เช่น สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม การอุ้มบุญ การโคลน เป็นต้น จึงเป็นมีความจำเป็นที่ต้องสร้างเด็กไทยให้เป็นพลเมืองไทย พลเมืองอาเซียน รวมถึงการเป็นพลโลกได้อย่างมีความสุขและอยู่รอดในสังคมแห่งการเปลี่ยนแปลงนี้ (Zeidler, Sadler, Simmon & Howes, 2005; พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข, 2558) ซึ่งสอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 ที่กำหนดเป้าหมายผู้เรียนให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะและทักษะกการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มได้แก่ กลุ่มทักษะ 3R ประกอบด้วย การอ่านออก การเขียนได้ การคิดเลขเป็น และกลุ่มทักษะ 8C ประกอบด้วย ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะในการแก้ปัญหา ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์ ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม

และภาวะผู้นำ ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ ทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้และความมีเมตตา กรุณา มีวินัย คุณธรรม มีเมตตา จริยธรรม (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) ซึ่งสมรรถนะพื้นฐานสำคัญหนึ่งของผู้มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารญาณคือบุคคลเหล่านั้นสามารถรวบรวมและเลือกใช้สารสนเทศ สามารถสื่อสารเพื่อแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนจนนำไปสู่การลงข้อสรุปอย่างเป็นเหตุเป็นผล รวมถึงการวิเคราะห์และประเมินค่าข้อโต้แย้งต่าง ๆ ซึ่งอาจกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าความสามารถหนึ่งของบุคคลที่จะนำไปสู่การมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณคือ การมีความสามารถในการโต้แย้ง (Teay, 2003; Freeley & Steinberg, 2014)

การโต้แย้งถือเป็นความสามารถที่สำคัญอย่างหนึ่งในการปฏิบัติเชิงวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกับการปฏิบัติในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ (Sadler & Zeidler, 2009) ในวิชาวิทยาศาสตร์ การโต้แย้งและการให้เหตุผลนับเป็นความสามารถสำคัญในการระบุจุดแข็งและจุดอ่อนของเหตุผลหนึ่ง ๆ ซึ่งจะนำไปสู่การเลือกสรรคำอธิบายที่เหมาะสมที่สุด นักวิทยาศาสตร์ใช้การให้เหตุผลและข้อโต้แย้งเพื่อป้องกันคำอธิบายของตนเองโดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ มีการรับฟังความคิดเห็นและการทำงานร่วมกับผู้อื่นเพื่อการสืบสวนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (National Research Council, 2012; McDonald & McRobbie, 2012) ในบริบทชีวิตจริงการโต้แย้งถือเป็นความสามารถหนึ่งที่มีความสำคัญที่สามารถช่วยให้นักเรียนสามารถตัดสินใจในประเด็นขัดแย้งในสังคม ทั้งยังพัฒนาความคงทนของการเรียนรู้ อภิปัญญา การคิดขั้นสูง และความเข้าใจ นอกจากนี้การที่นักเรียนมีความสามารถในการโต้แย้ง สามารถนำไปสู่การตัดสินความถูกต้องของสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และนำไปสู่การเป็นผู้บริโภคเชิงวิพากษ์ในการประเมินและเลือกรับข้อมูลต่าง ๆ โดยอาศัยการโต้แย้งเป็นฐาน (Driver, Newton, & Osborne, 2000; Zohar & Namet, 2002: Dawson & Venille, 2010: National Research Council, 2012)

การวัดและประเมินผลการศึกษา Programme for International Student Assessment หรือ PISA ได้กำหนดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 สมรรถนะหลักได้แก่ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความสามารถในการสร้างข้อโต้แย้งเป็นองค์ประกอบ นอกจากนี้สมรรถนะด้านการอ่านยังได้ประเมินสมรรถภาพการวิเคราะห์ หมายความถึงความเข้าใจข้อความที่ได้อ่าน สามารถตีความ แปลความสิ่งที่ได้อ่าน คิดวิเคราะห์เนื้อหาและรูปแบบของข้อความที่เกี่ยวข้องกับสิ่งต่าง ๆ ในชีวิตหรือในโลกที่อยู่ พร้อมทั้งความสามารถในการประเมิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อความที่ได้อ่าน และสามารถให้ความเห็น หรือโต้แย้งจากมุมมองของตน จากการทดสอบในปี 2015 ได้กำหนดคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์มาตรฐานที่ 493 คะแนน สำหรับประเทศไทยได้คะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ 421 คะแนนซึ่งถือว่าต่ำกว่ามาตรฐานมากกว่าหนึ่งระดับและลดลงจากผลสอบปี 2012 ถึง 23 คะแนน และเมื่อพิจารณาตามลักษณะโรงเรียนพบว่านักเรียนในกลุ่มโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขั้นพื้นฐาน ในสังกัดกรมสามัญเดิมพบว่า ได้คะแนน 438 คะแนน ลดลงจากผลคะแนนในปี 2012 คิดเป็น 18 คะแนน และเมื่อพิจารณาตามพื้นที่พบว่านักเรียนในภาคเหนือตอนบนมีคะแนนที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาตรฐานของประเทศ จากผลคะแนนจึงสามารถอนุมานได้ว่านักเรียนยังคงมีความสามารถในการสร้างข้อโต้แย้งต่ำกว่ามาตรฐาน รวมถึงความสามารถในการโต้แย้งที่ต่ำ (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

จากปัญหาที่พบได้ในการวัดและประเมินผลการศึกษา PISA ในปี 2015 ได้สอดคล้องกับการสำรวจทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของอานุภาพ พ่วงสมจิตร และเอกรัตน์ ทานาค (2559) พบว่าจำนวนนักเรียนมากกว่าร้อยละ 50 มีทักษะการโต้แย้งอยู่ในระดับต่ำกว่าระดับ 4 จากสูงสุดที่ระดับ 5 โดยพิจารณาตามองค์ประกอบของการโต้แย้งอันได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หลักฐานสนับสนุน เหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม และข้อโต้แย้งกลับ ซึ่งพบว่านักเรียนยังคงข้อบกพร่องในการสนับสนุนด้วยหลักฐาน สร้างข้อโต้แย้งค้าน และข้อคัดค้าน จากสภาพปัญหาที่กล่าวมาแล้วจึงสามารถกล่าวได้ว่าดังนั้นทักษะการโต้แย้งจึงเป็นทักษะหนึ่งที่นักเรียนไทยควรได้รับการพัฒนา

นอกจากความสามารถในการโต้แย้งจะเป็นความสามารถที่สำคัญซึ่งอาจทำให้นักเรียนเป็นผู้มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การเป็นผู้บริโภคอย่างชาญฉลาด และดำรงชีพอยู่ได้ในสังคมแห่งการเปลี่ยนแปลงแล้วนั้น การโต้แย้งยังมีความเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขอบเขตวิทยาศาสตร์เป็นองค์กรหนึ่งทางสังคม (scientific enterprise) เนื่องจากธรรมชาติของการดำเนินการสรรหาคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หรือการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชุมชนนักวิทยาศาสตร์ ล้วนแล้วแต่อาศัยความสามารถในการโต้แย้งทั้งสิ้น หากพิจารณาถึงญาณวิทยาของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็สามารถกล่าวได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก่อกำเนิดจากสังคม ผ่านการสังเกตปรากฏการณ์ทางธรรมชาติประกอบกับการโต้แย้งของกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัย

หลักฐานเชิงประจักษ์ซึ่งนำไปสู่ความก้าวหน้าของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในที่สุด (McDonald & McRobbie, 2012; Osborne, Edurun & Simon, 2004)

จากเป้าหมายการศึกษาที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายความถึงการเข้าใจในมโนทัศน์วิทยาศาสตร์และสามารถปฏิบัติในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ อย่างไรก็ตามการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ไม่อาจจำกัดความเพียงการรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น ยังต้องมีความเข้าใจในกระบวนการสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อีกด้วย (Schwartz, Lederman & Crawford, 2004) จึงนำมาสู่การกำหนดเป้าหมายการศึกษาวิทยาศาสตร์ในประเทศต่าง ๆ Lederman & Lederman (2004) และ Lederman (2008) ได้กล่าวอ้างไว้ว่า นักวิทยาศาสตร์ นักการศึกษาวิทยาศาสตร์และผู้จัดการศึกษาได้การกำหนดเป้าหมายเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มายาวนานกว่า 100 ปี ในประเทศสหรัฐอเมริกามีเป้าหมายการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่สำคัญประการหนึ่งคือ การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยเป้าหมายดังกล่าวได้ดำเนินการมายาวนานกว่า 40 ปีตลอดจนปัจจุบัน (NGSS Lead States, 2013) ซึ่งสอดคล้องกับสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา การศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2551; หน้า 5) ได้กำหนดให้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นสาระการเรียนรู้หนึ่งของการเรียนวิทยาศาสตร์ และได้กำหนดมาตรฐาน ว 8.1 ไว้ว่า “*ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน*”

ปัจจุบันและอนาคตวิทยาศาสตร์ถือเป็นศาสตร์สำคัญที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการดำรงชีวิตของมนุษย์ การพัฒนาเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตมนุษย์ให้ดีขึ้น (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551) การที่นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแยกแยะระหว่างวิทยาศาสตร์ที่ดี (good science) ออกจากวิทยาศาสตร์เทียม (pseudoscience) ได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Driver, Leach, Millar and Scott (1996 อ้างถึงใน Lederman, 2008) ที่ให้ข้อโต้แย้งถึงความสำคัญของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ประการ พอสรุปได้ดังนี้ 1) สร้างความกระจ่างชัดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และจัดการวัตถุและกระบวนการ

ทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันได้ (utilitarian) 2) ตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างหมาะสม (democratic) 3) เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ในฐานะที่เป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรม (cultural) 4) ช่วยในการพัฒนาความเข้าใจบรรทัดฐานของชุมชนนักวิทยาศาสตร์ที่ยังคงยึดถือศีลธรรมที่เป็นส่วนหนึ่งของสังคมทั่วไป (moral) และ 5) ช่วยในการเรียนรู้สาระวิชาวิทยาศาสตร์ (science learning) เช่นเดียวกับ Matthews (1994 อ้างถึงใน Dass, 2005) ที่กล่าวอ้างว่า ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยสรุปได้ 3 ประการ ได้แก่ 1) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทำให้บุคคลสนใจวิทยาศาสตร์มากขึ้นเนื่องจากได้เชื่อมโยงวิทยาศาสตร์เข้ากับบุคคล ศีลธรรม วัฒนธรรม และการเมืองการปกครอง 2) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ส่งผลให้ห้องเรียนมีความท้าทาย ช่วยพัฒนาทักษะการให้เหตุผลและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่อาศัยตรรกะและการวิเคราะห์ และ 3) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนาความเข้าใจอย่างสูงสุดเกี่ยวกับสาระวิชาวิทยาศาสตร์ รวมถึงการเปลี่ยนมโนทัศน์ของนักเรียน

แม้ว่าการพัฒนาให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาอย่างยาวนาน และการที่นักเรียนมีความเข้าใจจะส่งผลดีต่อนักเรียนในหลากหลายด้าน แต่จากการศึกษาพบว่านักเรียนยังคงมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหลายมุมมองเช่น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ กฎและทฤษฎีมีความแตกต่างกัน และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Akerson, Abd-El-Khalick & Lederman, 2000) จากการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยโดยขวัญหญิง ทิพย์แก้วและพงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ (2555) ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งพบว่า นักเรียนที่มีคะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 เพียง 47 คนจากนักเรียน 98 คน และนักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่กลุ่มมุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (naïve view) ในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้แก่ ประเด็นทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ ประเด็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และประเด็นมิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ จึงสามารถกล่าวได้ว่าความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายหนึ่งที่นักเรียนไทยควรได้รับการพัฒนาเพื่อนำไปสู่การเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์

จากสภาพปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น จึงถือได้ว่าความสามารถในการโต้แย้งและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นสิ่งหนึ่งที่ควรได้รับการพัฒนา ซึ่งในการพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถทำได้ในหลากหลายวิธีและกลยุทธ์การสอน เช่น การเรียนการสอนด้วยการอภิปราย การรับประสบการณ์จากสื่อการเรียนรู้ และการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเผชิญกับประเด็นขัดแย้งและร่วมกันแก้ปัญหาเพื่อหาทางออกให้กับประเด็นขัดแย้ง สามารถพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ (Wellington & Ireson, 2008; Osborne, 2010)

จากแนวทางการเรียนการสอนข้างต้นที่สามารถพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้แล้วนั้น การเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง (collaborative reasoning instruction) นับเป็นการสอนหนึ่งที่เน้นการอภิปรายร่วมกันของนักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน เกี่ยวกับประเด็นขัดแย้งอันเกิดจากการได้รับประสบการณ์จากสื่อการเรียนรู้ เช่น วรรณกรรม เรื่องราว เป็นต้น โดยมีเป้าหมายของการอภิปรายของกลุ่มนักเรียนคือ การหาคำตอบหรือทางออกของประเด็นขัดแย้งร่วมกัน ลักษณะสำคัญของการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังคือ ประเด็นที่นำมาอภิปรายควรเป็นประเด็นที่มีมุมมองคำตอบที่หลากหลาย นักเรียนสามารถนำประสบการณ์เดิมที่ตนมีอยู่มาร่วมประกอบการพิจารณา และควรมุ่งเน้นการสร้างข้อสรุปร่วมกันรวมถึงการให้เหตุผลที่นำมาสู่การสร้างข้อสรุปนั้น มากกว่าการฝึกทักษะการอ่านเพียงอย่างเดียว (Waggoner, Clark, Hwajin, & Anderson, 1995; Clark, Anderson, Kuo, Kim, Archodidou, & Nguyen-Jahiel, 2003; Soleimanirad & Shangarffam, 2016) โดยมีกรอบการดำเนินการสอนพอสรุปได้ 4 ขั้นตอนดังนี้ 1) ครูให้นักเรียนรวมกลุ่มย่อยเพื่ออภิปรายประเด็นขัดแย้งที่ได้จากการอ่าน 2) นักเรียนแสดงการตัดสินใจของตนเอง 3) นักเรียนอ้างหลักฐานและให้เหตุผลสนับสนุนการตัดสินใจของตน รวมถึงโน้มน้าวผู้อื่นเพื่อนำปสู่การสร้างข้อสรุปร่วมกัน และ 4) ครูและนักเรียนร่วมกันสะท้อนคิดในการเรียนการสอน จากการศึกษาพบว่าการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังสามารถพัฒนาความสามารถในการโต้แย้ง ความสามารถในการเปรียบเปรย ทักษะการอ่าน ทักษะการฟัง ทักษะการพูด ทักษะการเขียน รวมถึงความเข้าใจคำศัพท์ภาษาอังกฤษ

Chulalongkorn University

อย่างไรก็ตามยังไม่พบการนำการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และการพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย แต่จากการศึกษาการเรียนการสอนที่มีกิจกรรมการอภิปรายเพื่อพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์พบว่าการเรียนการสอนที่มีการอภิปรายในประเด็นขัดแย้งเช่น โรคทางพันธุกรรม สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม นิเวศวิทยา หรือการลงทัณฑ์ สามารถพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งได้อย่างมีนัยสำคัญ (Khun, 1998; Zohar & Namet, 2002; Lin & Mintzes, 2010; Dawson & Venille, 2010) และการเรียนการสอนที่มีกิจกรรมการอภิปรายเกี่ยวกับประวัติศาสตร์และปรัชญาของวิทยาศาสตร์ อาหารดัดแปลงพันธุกรรม ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงกว่าก่อนเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญได้เช่นกัน (Dass, 2005; Khishfe, 2008; Khishfe, 2012)

จากที่มา ความสำคัญ และสภาพปัญหาข้างต้นจึงต้องการพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนในสังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 37 จังหวัดแพร่ โดยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังอันจะเป็นแนวทางในการเตรียมนักเรียนเพื่อเป็นพลโลกที่รู้วิทยาศาสตร์ และสามารถดำรงชีวิตได้ในสังคมแห่งศตวรรษที่ 21 ได้อย่างมีความสุข

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คำถามวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีความสามารถในการโต้แย้งหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีความสามารถในการโต้แย้งหลังเรียนสูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไปหรือไม่

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่

4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไปหรือไม่

วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป

3. เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง

4. เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป

สมมติฐานการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังมุ่งเน้นการสนทนาของนักเรียนหรือเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เสนอความคิดเห็น ท้าทายความคิดเห็นกันและกันด้วยเหตุผลหรือหลักฐานซึ่งการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สนทนากันเป็นจุดสำคัญที่จะพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งของนักเรียน (Lehesvuori, Chan, Ramnarain, & Viiri, 2017) และจากการศึกษาพบว่าการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังสามารถพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งดังผลงานวิจัยของ Kim, Anderson, Miller, Jeong, and Swim (2011) และ Zhang, Anderson, and Nguyen-Jahiel (2013) ที่พบว่าการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีพัฒนาองค์ประกอบของการโต้แย้งให้เพิ่มมากขึ้นอันได้แก่ การให้เหตุผล ข้อโต้แย้งค้าน และข้อคัดค้าน จึงสามารถนำไปสู่การตั้งสมมติฐานดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีความสามารถในการโต้แย้งหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีความสามารถในการโต้แย้งหลังเรียนสูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์สามารถทำได้โดยการจัดกิจกรรมที่มีการจัดการประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และมีการอภิปรายร่วมกันเพื่อให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ซึ่งการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีลักษณะดังกล่าวคือ มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนจัดการประเด็นขัดแย้ง และการอภิปรายร่วมกัน ดังการศึกษาของ Eastwood, Sadler, Zeidler, Lewis, Amiri, and Applebaum (2012) ที่พบว่าการเรียนการสอนที่มีประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน โดยมีกิจกรรมการอภิปรายร่วมด้วยสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ เช่นเดียวกับ Dass (2005) ที่อาศัยกิจกรรมการอภิปรายกลุ่มย่อยในรายวิชาประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติขององค์กรทางวิทยาศาสตร์ พบว่านักศึกษามีความเข้าใจธรรมชาติขององค์กรทางวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ จึงสามารถตั้งสมมติฐานได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีคะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีคะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไปมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ขอบเขตงานวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 37 จังหวัดแพร่ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

ตัวแปรในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย 1) ตัวแปรจัดกระทำ คือ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังดำเนินการในห้องทดลอง และการเรียนการสอนแบบทั่วไปดำเนินการในห้องควบคุม 2) ตัวแปรตาม ได้แก่ความสามารถในการโต้แย้งและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3) ตัวแปรควบคุม ได้แก่ เนื้อหาที่ใช้สอน โดยอาศัยเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และระยะเวลาที่ใช้สอน โดยดำเนินการสอนทั้งสองกลุ่มเป็นเวลา 18 คาบ

นิยามศัพท์ที่ใช้ในงานวิจัย

การเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง หมายถึง การสอนที่มีการอภิปรายและคิดอย่างเป็นเหตุผล ในกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถด้านการพูดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน เพื่อบรรลุเป้าหมายในการหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับร่วมกัน โดยผู้วิจัยปรับจากการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังของ Waggoner et al. (1995) Clark et al. (2003) และ Soleimanirad and Shangarffam (2016) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การอ่านบทอ่านและตั้งคำถามสำคัญ (reading story and big question posing) ในขั้นนี้จะมีการเร้าความสนใจของนักเรียนด้วยบทอ่านที่แฝงไปด้วยประเด็นขัดแย้ง มีการสรุปใจความสำคัญ และร่วมกันตั้งคำถามสำคัญเกี่ยวกับบทอ่าน

ขั้นที่ 2 การรวบรวมหลักฐาน (gathering evidence) เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันสืบสอบหาความรู้ หลักฐานเชิงประจักษ์ หรือค่านิยมทางสังคม เพื่อนำหลักฐานที่รวบรวมได้มาใช้ในการอภิปรายร่วมกันในขั้นถัดไป

ขั้นที่ 3 การมีส่วนร่วมในกลุ่มย่อย (participating in group) ขั้นนี้สมาชิกในกลุ่มย่อยจะแสดงความคิดเห็นของตนได้อย่างอิสระ นักเรียนสามารถท้าทายความคิดและโน้มน้าวเพื่อนที่มีความคิดเห็นไม่ตรงกันด้วยหลักฐานที่รวบรวมได้ เพื่อสร้างข้อสรุปร่วมกันในกลุ่มย่อย

ขั้นที่ 4 การสะท้อนคิด (reflecting) ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายสะท้อนคิดเกี่ยวกับการอภิปรายที่เกิดขึ้นทั้งในด้านความรู้และกระบวนการ และเสนอแนะแนวทางการอภิปรายครั้งถัดไปให้มีความเหมาะสมมากขึ้น

การเรียนการสอนแบบทั่วไป หมายถึง การสอนด้วยวิธีสืบสอบที่ครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างนิยมใช้ โดยประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน เร้าความสนใจเพื่อให้ผู้เรียนมีความสนใจใคร่รู้ และสอบถามประสบการณ์เดิมของนักเรียน

2. ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการให้ความรู้แก่ผู้เรียน หรือจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูจัดเตรียมขึ้น

3. ขั้นสรุปการเรียนรู้ เป็นการสรุปความคิดรวบยอดร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนที่ได้จากการเรียนรู้ในกิจกรรมการเรียนรู้

ความสามารถในการโต้แย้ง หมายถึง ความสามารถของบุคคลในกระบวนการสื่อสารอย่างมีเหตุผลเพื่อการนำไปสู่การตัดสิน หรือการยอมรับในข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้างซึ่งพิจารณาจากความสามารถ 3 ด้านดังนี้

1. การเสนอข้อโต้แย้ง หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำเสนอหรือสื่อสารความคิดเห็นส่วนบุคคลต่อประเด็นใด ๆ ซึ่งถูกสนับสนุนโดยสิ่งสนับสนุน ที่อาจเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ คุณค่า หรือความน่าเชื่อถือ

2. การเสนอข้อโต้แย้งค้าน หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการสร้างข้อโต้แย้งของฝ่ายตรงข้ามที่จะค้านกับข้อโต้แย้งของนักเรียนเอง

3. การเสนอข้อคัดค้าน หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการสร้างเงื่อนไขหรือข้อโต้แย้งที่ใช้แย้งข้อโต้แย้งค้านของฝั่งตรงข้ามเพื่อให้มีความน่าเชื่อถือลดน้อยลง เพื่อนำไปสู่การยอมรับข้อโต้แย้งของนักเรียนเอง

โดยวัดจากแบบวัดความสามารถในการโต้แย้งที่ดัดแปลงจากแบบวัดความสามารถในการโต้แย้งตามแนวคิดของ Zohar and Namet (2002) ซึ่งเป็นแบบวัดอัตนัย

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง การมีมุมมองร่วมสมัยเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (informed view) และความสามารถในการยกตัวอย่างเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 5 มุมมองได้แก่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ ธรรมชาติของการสังเกต บทบาทของจินตนาการ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และ อิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วัดโดยแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่ดัดแปลงจากเครื่องมือ View on Science and Education Questionnaire และ View on Science-Technology-Society ตามแนวคิดของ Aikenhead, Ryan, and Fleming (1989) และ Chen (2005) ซึ่งเป็นแบบวัดปรนัยร่วมกับแบบวัดอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้มุ่งศึกษาผลของการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและความเข้าใธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งได้ศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง ความสามารถในการโต้แย้ง และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยผลการศึกษาในแต่ละหัวข้อซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ตอนได้แก่

- การเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง
    1. ความหมายของการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง
    2. ทฤษฎีสนับสนุน
    3. กรอบการดำเนินการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง
- ความสามารถในการโต้แย้ง
    1. ความสามารถในการโต้แย้งกับการศึกษาวิทยาศาสตร์
    2. ความหมายและองค์ประกอบของความสามารถในการโต้แย้ง
    3. แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการโต้แย้ง
- ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
    1. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการศึกษาวิทยาศาสตร์
    2. ความหมายและความสำคัญของธรรมชาติวิทยาศาสตร์
    3. มุมมองของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
    4. ขอบเขตการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยนี้
    5. วิธีและกลยุทธ์การสอนเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
    6. การวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- กรอบแนวคิดการวิจัย

โดยรายละเอียดแต่ละตอนมีดังนี้

Chulalongkorn University

การเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง

1. ความหมายของการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง

การเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังถูกพัฒนามาจากการเรียนการสอนด้วยการอ่านในวิชาภาษาศาสตร์ โดยผสมผสานกับการอภิปราย เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เพิ่มพูนความรู้ผ่านการเรียนรู้ด้วยการคิดอย่างมีเหตุผลและสำรวจความคิดเห็น หรือคำตอบที่หลากหลายในสิ่งที่นักเรียนได้อ่าน กาเรียนการสอนนี้เกิดจากการผสมผสานระหว่างทรรศนะการอ่าน 2 ทรรศนะ ได้แก่ ทรรศนะทางด้านสุนทรียศาสตร์ (aesthetic stance) ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในสื่อการอ่าน เกี่ยวกับความคิดสำคัญ สถานการณ์ บุคลิกภาพ และการแสดงออกทางด้านอารมณ์ รวมถึงการมีความรู้สึกร่วมกับแรงกดดัน ความขัดแย้งและทางออกของปัญหา ร่วมกับทรรศนะทางด้านการวิพากษ์หรือการวิเคราะห์ (critical/analytical stance) ซึ่งมุ่งเน้นให้นักเรียนให้ความสำคัญกับประเด็นขัดแย้ง หรือปัญหาที่เกิดขึ้นในสื่อการอ่าน พิจารณาสาเหตุของการกระทำและอ้างอิงเนื้อความเพื่อนำมาเป็นหลักฐานหรือเพื่อการตีความบริบท (Waggoner et al., 1995) ดังนั้น Waggoner et al. (1995) จึงเชื่อว่าการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังนั้นหมายถึง การเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการพิจารณาประเด็นขัดแย้งที่สำคัญในวรรณกรรม และอภิปรายร่วมกันอย่างเป็นธรรมชาติและเป็นเหตุเป็นผล Chin and Anderson (1998) ได้ศึกษารูปแบบการเรียนการสอนที่มุ่งหมายในการพัฒนาการให้เหตุผลของนักเรียนโดยยึดลักษณะการอภิปรายเชิงโต้แย้งที่เน้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลในกลุ่ม จึงให้ความหมายของการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง โดยสรุปใจความได้ว่า เป็นการเรียนการสอนด้วยการอภิปรายเชิงโต้แย้งเกี่ยวกับประเด็นขัดแย้งที่ได้จากการอ่านเรื่องราวของกลุ่มนักเรียนอย่างมีเหตุผล มีการอ้างอิงหลักฐาน เพื่อนำไปสู่การสร้างข้อโต้แย้งแบบรวมพลัง (collaborative argument) จากการศึกษาของ Chin, Anderson and Waggoner (2001) ที่กล่าวอ้างว่าการสร้างความรู้ของนักเรียนในการเรียนการสอนด้วยการอภิปรายแบบทั่วไปนั้นไม่ประสบผลสำเร็จมากนักเนื่องจากครูจะเป็นผู้กำหนดทิศทางของการอภิปราย จึงได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการถกเถียงเกี่ยวกับวรรณกรรม โดยเปรียบเทียบการเรียนการสอนด้วยการอภิปรายแบบทั่วไปกับการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง และได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง โดยสรุปใจความได้ว่า เป็นการเรียนการสอนด้วยการอภิปรายเชิงโต้แย้งอย่างเป็นเหตุเป็นผล ในประเด็นขัดแย้งจากวรรณกรรมที่ได้อ่าน เพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่จากการมีปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มสมาชิก และสอดคล้องกับการให้ความหมายของการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังของ Clark et al. (2003) โดยสรุปใจความได้ว่า เป็นการเรียนการสอนด้วยการอภิปรายอย่างเป็นเหตุเป็นผล ที่เน้นกระบวนการคิดและการสนทนาของสมาชิกในกลุ่มที่มี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ความสามารถต่างกัน เพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสรุปผ่านมีปฏิสัมพันธ์ในกลุ่ม เช่นเดียวกับ Dong, Anderson, Kim, and Li (2008) ที่ได้ให้ความหมายการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังไว้โดยสรุปได้ใจความว่า เป็นการเรียนการสอนด้วยการอภิปรายที่มีการเสนอจุดยืนของตนเองต่อสมาชิกในกลุ่มที่มีความสามารถต่างกัน รวมทั้งให้เหตุผลและอ้างอิงหลักฐานในจุดยืนนั้นเพื่อสร้างคำตอบที่เหมาะสมที่สุดร่วมกัน เพื่อตอบคำถามสำคัญเกี่ยวกับประเด็นขัดแย้งในวรรณกรรม

จากการศึกษางานวิจัยข้างต้นจึงสามารถสรุปความหมายของการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังได้ว่า การเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง หมายถึง การเรียนการสอนด้วยการอภิปรายเชิงโต้แย้งร่วมกันอย่างมีเหตุผลของสมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถแตกต่างกัน ในประเด็นขัดแย้งอันเกิดจากการอ่านและพิจารณาวรรณกรรม (สื่อการเรียนการสอน) เพื่อสร้างความรู้หรือข้อสรุปในประเด็นขัดแย้งร่วมกัน

2. ทฤษฎีสนับสนุน

ทฤษฎีโครงสร้างทางปัญญาเชิงการโต้แย้ง (argument schema theory)

โครงสร้างทางปัญญาเป็นเป็นโครงสร้างความรู้เชิงนามธรรมที่ได้มาจากประสบการณ์ที่หลากหลาย ดังนั้นองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างทางปัญญาเชิงการโต้แย้ง (argument schema) จึงพิจารณาตามรูปแบบการโต้แย้งมาตรฐานที่สร้างขึ้นโดยนักทฤษฎีการโต้แย้งเช่น Toulmin หรือ Walter โครงสร้างทางปัญญาเชิงการโต้แย้งถูกเชื่อมโยงผ่านทฤษฎีที่ใช้ในการอธิบายและการตัดสินความหมาย โครงสร้าง และการใช้ข้อโต้แย้งเชิงเหตุผล หรืออีกนัยหนึ่งคือความสามารถในการโต้แย้งอยู่บนพื้นฐานทั้งแบบชัดแจ้งหรือแบบมีนัยยะของทฤษฎีทางความรู้และการรู้ของบุคคล การที่เด็กได้มีปฏิสัมพันธ์เชิงสังคมในการเรียนรู้ กระบวนการขับเคลื่อนภายใน เด็กจะรับและปรับเปลี่ยนกระบวนการภายนอกเกี่ยวกับสภาพทางสังคมที่นักเรียนได้รับประสบการณ์ ดังนั้นเด็กจะมีการยกระดับการพัฒนาทางสติปัญญาสู่ระดับที่สูงขึ้น

“ความคิดของเรานั้น....ถูกสร้างและขึ้นรูประหว่างกระบวนการการมีปฏิสัมพันธ์และอุปสรรคร่วมกับความคิดของผู้อื่น และความคิดจะสามารถถูกสะท้อนในรูปแบบการแสดงออกเชิงการกระทำของเราเช่นกัน” Bahktin (1984 cited in Reznitskaya, Hsu, & Anserson 2015)

โครงสร้างทางปัญญาเชิงการโต้แย้งถูกพัฒนาผ่านสังคมประกิต (socialization) ซึ่งนำมาสู่การถกเถียงเชิงโต้แย้งในสภาพของกลุ่มบุคคล การสอนแบบการอภิปรายกลุ่มอาจมีศักยภาพในการส่งเสริมให้ผู้ร่วมสนทนาใช้การโต้แย้งอย่างมีเหตุผลในสถาการณ์ที่หลากหลายได้ จากการอ้างอิงทฤษฎีโครงสร้างทางปัญญาเชิงการโต้แย้ง สามารถอนุมานได้ว่าการอภิปรายเชิงสนทนาจะแบ่งปันองค์ประกอบที่สำคัญเช่น การสร้างข้อกล่าวอ้าง การอ้างเหตุผลที่เกี่ยวข้อง การตั้งถามในข้อสันนิษฐาน และการเสนอข้อโต้แย้งค้านหากพิจารณาการเสนอข้อโต้แย้งระหว่างการอภิปรายกลุ่ม

นักเรียนจะเสนอตัวอย่างที่หลากหลายตามหลักการของการโต้แย้งที่นักเรียนเข้าใจเชิงนามธรรม หรืออีกนัยหนึ่งคือ นักเรียนจะสร้างตัวแทนทางความคิดของกลยุทธ์หรือหลักการในข้อโต้แย้ง หรือโครงสร้างทางปัญญาเชิงการโต้แย้ง คุณสมบัติเชิงนามธรรมของโครงสร้างทางปัญญาเชิงการโต้แย้งอาจทำให้เกิดความสำเร็จในการถ่ายโอนความรู้ที่สร้างขึ้นไปสู่สถานการณ์ใหม่ หรือในขอบเขตศาสตร์วิชาที่แตกต่างกันเช่น ศีลธรรม วิทยาศาสตร์ หรือกฎหมาย (Reznitskaya, Anderson, Dong, Li, Kim, & Kim 2008; Reznitskaya et al., 2015)

ทฤษฎีสรรคนิยม (constructivism)

ทฤษฎีสรรคนิยมเป็นทฤษฎีที่ผสมผสานระหว่างทฤษฎีการศึกษาและปรัชญาการศึกษา เป็นกลุ่มทฤษฎีการศึกษาที่มีความเชื่อว่าบุคคลสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งการเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสติปัญญา (information processing) ของบุคคลในการสร้างความรู้และความหมายของสิ่งต่าง ๆ ที่ตนได้รับ ผ่านกระบวนการซึมซับ (assimilation) คือ การนำข้อมูลหรือความรู้ใหม่ที่ได้รับไปเชื่อมโยงอย่างกลมกลืนกับโครงสร้างความรู้ที่ตนมีอยู่ และการปรับกระบวนการคิด (accommodation) คือการคิดค้นหาวิธีการต่าง ๆ มาใช้ปรับความรู้เดิมที่มีอยู่เข้ากับความรู้ใหม่ให้จนเข้าสู่สภาวะสมดุล (equilibrium) และเป็นความรู้ความเข้าใจที่มีความหมายต่อตนเอง สามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบได้แก่ (Woolfolk, 2004; สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2558)

ทฤษฎีสรรคนิยมเชิงปัจเจกบุคคล (individual constructivism)

มุ่งเน้นการอธิบายแนวทางการสร้างโครงสร้างทางปัญญาของบุคคล ซึ่งรวมถึง ความรู้ความเชื่อ มโนทัศน์ของตน หรือคุณลักษณะ จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม (Woolfolk, 2004; Eggen & Kauchak, 2016) โดยยึดโยงกับมุมมองของ Jean Piaget ที่มองว่าแหล่งของความรู้ที่บุคคลจะสร้างนั้นได้รับมาจาก 2 ทางได้แก่ ประสบการณ์ส่วนบุคคลเกี่ยวกับโลกกายภาพ การมีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุและเหตุการณ์จะนำไปสู่การสร้างความรู้ของตนขึ้นมา โดยรูปแบบการเรียนการสอนควรมีการเน้นให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ทดสอบความคิดเห็น และการจัดการข้อมูล นอกจากนี้ควรมีการจัดกิจกรรมสร้างความสนใจใคร่รู้ หรือสร้างความขัดแย้งเพื่อสร้างแรงจูงใจในการค้นหาความรู้ และนำไปสู่การสร้างความรู้ด้วยตนเองในที่สุด (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2559; Chiappetta & Koballa, 2010; Karpov, 2014)

ทฤษฎีสรรคนิยมเชิงสังคม (social constructivism)

มีรากฐานการคิดมาจาก Lev Vygotsky นักจิตวิทยาชาวรัสเซีย ที่ให้ความสำคัญของปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เครื่องมือทางวัฒนธรรม และกิจกรรมทางสังคมที่มีต่อการพัฒนาและการเรียนรู้ของบุคคล ในการทำกิจกรรมร่วมกันของบุคคลจะทำให้เกิดกระบวนการขับเคลื่อนภายใน (internalization) ซึ่งทำให้บุคคลสร้างความรู้ที่เหมาะสมและสอดคล้องกับความรู้ที่เชื่อในสังคม (Woolfolk, 2004; Karpov, 2014) ในกระบวนการสร้างความรู้ของเด็กจะอาศัยการมีปฏิสัมพันธ์กับ

สังคม ในฐานะที่สังคมมีบทบาทสำคัญในการพัฒนากระบวนการทางปัญญาของเด็ก การเรียนรู้เกิดขึ้นในขณะที่บุคคลมีส่วนร่วมในกิจกรรมหรืองานตามบริบทของสังคมและวัฒนธรรม (sociocultural context) และระบบภาษา (language system) เด็กทุกคนมีระดับพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาที่ตนเป็นอยู่ในปัจจุบัน และระดับที่ตนมีศักยภาพจะไปให้ถึง ช่วงห่างระหว่างระดับพัฒนาการทั้งสองหรือแซดพีดี (zone of proximal development- ZPD) เป็นช่วงห่างที่เด็กมีศักยภาพที่พัฒนาได้ ซึ่งเด็กแต่ละคนจะมีไม่เท่ากัน การชี้แนะและให้ความช่วยเหลือแก่เด็กอย่างเหมาะสม (assisted learning) ในลักษณะของการนั่งร้านหรือเครื่องช่วยสร้างการเรียนรู้ (scaffolding) สามารถช่วยพัฒนาเด็กให้ไปถึงระดับอยู่ในศักยภาพของเด็กได้ (Andrews, 2012 ; สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2558)

3. กรอบการดำเนินการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง

การจัดการเรียนการสอนการให้เหตุผลแบบรวมพลังเป็นกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสนทนาเชิงสืบสอบเพื่อหาคำตอบหรือข้อสรุปที่ได้รับการยอมรับร่วมกัน นักเรียนได้รวมกลุ่มเพื่ออภิปรายเกี่ยวกับคำถามสำคัญ ซึ่งได้จากการอ่านหรือการเรียนรู้ โดยลักษณะคำถามสำคัญควรเป็นคำถามไม่มีคำตอบที่แน่ชัดเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นต่อคำถามสำคัญนั้นอย่างอิสระ นอกจากนี้ในการจัดการเรียนการสอนการให้เหตุผลแบบรวมพลังยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดของตนเองอีกด้วย โดยนักการศึกษาได้นำเสนอกรอบการดำเนินการการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังดังนี้

Waggoner et al. (1995) ได้กำหนดกรอบการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง โดยมีขั้นตอนพอสรุปได้ดังนี้

1) นักเรียนอ่านบทอ่านด้วยตนเอง เมื่ออ่านเสร็จนักเรียนจะรวมกลุ่มย่อยเพื่อการอภิปรายร่วมกันในคำถามสำคัญ

2) ครูถามคำถามสำคัญ จากนั้นนักเรียนในกลุ่มแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำถามสำคัญ

3) หลังจากนักเรียนแสดงความคิดเห็นแล้ว จะเริ่มให้นักเรียนแสดงเหตุผลสนับสนุนความคิด หรือมีการค้นหาหลักฐานเพื่อใช้ในการสนับสนุนเหตุผล อาจสืบค้นจากบทอ่าน

4) นักเรียนรับฟังความคิดเห็นอื่น ๆ ของนักเรียนในกลุ่ม หรืออาจมีการท้าทายความคิดของนักเรียนที่มีความคิดเห็นแตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Clark et al. (2003) ได้กำหนดกรอบการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังโดยมี 7 ขั้นตอนดังนี้

1) หลังจากนักเรียนได้อ่านบทอ่าน นักเรียนรวมกลุ่มย่อยเพื่ออภิปรายร่วมกัน

2) ครูถามคำถามสำคัญที่เป็นประเด็นขัดแย้งที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของตัวละครในบทอ่าน

3) นักเรียนอธิบายความคิดเห็นที่มีต่อคำถามสำคัญได้อย่างอิสระ

4) นักเรียนขยายความความคิดเห็นของตนเอง อ้างอิงเหตุผลและหลักฐานประกอบจากบทอ่านและประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน

5) นักเรียนจะท้าทายความคิดและเหตุผลซึ่งกันและกัน

6) ครูสำรวจความคิดเห็นรวบยอด (final poll) เพื่อให้นักเรียนแสดงจุดยืนเกี่ยวกับคำถามสำคัญอีกครั้งหนึ่ง

7) ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนการอภิปรายและชี้แนะแนวทางการพัฒนาการอภิปรายในครั้งถัดไป

Soleimanirad and Shangarffam (2016) ได้กำหนดกรอบการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังโดยมี 6 ขั้นตอนซึ่งได้ปรับปรุงจาก Clark et al. (2003) ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1) หลังจากอ่านบทอ่าน นักเรียนรวมกลุ่มย่อยเพื่อร่วมกันอภิปราย และครูทบทวนหลักการ ในแต่ละครั้งนักเรียนจะทำการศึกษาเนื้อหาที่กำหนดไว้นอกเวลาเรียนและอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนอีกครั้ง ครูจะทำการแนะนำคำศัพท์ใหม่และรูปแบบประโยคที่ใช้ในบทอ่าน แต่การอภิปรายในหลักการจะใช้การอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน

2) ครูหรือนักเรียนตั้งคำถามสำคัญที่เป็นประเด็นขัดแย้งที่เกี่ยวกับลักษณะของตัวละครในบทอ่าน ครูได้ถามคำถามสำคัญที่เป็นประเด็นขัดแย้งที่เกิดขึ้นในบทอ่านเพื่อนำไปสู่การอภิปราย โดยลักษณะของคำถามสำคัญคือเป็นคำถามที่ไม่มีคำตอบแน่ชัด บทอ่านที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมจะถูกจัดเตรียมโดยครู หากเนื้อหาในบทอ่านมีความยากครูสามารถให้คำแนะนำหรือสอนเกี่ยวกับข้อมูลในบทอ่านก่อนจะเริ่มการอภิปราย

3) นักเรียนแสดงความคิดเห็น หากนักเรียนคนใดไม่มั่นใจสามารถที่จะไม่ออกความคิดเห็นในขั้นนี้ได้ ครูทบทวนเนื้อหาในบทอ่านอีกครั้งเพื่อเน้นย้ำประเด็นสำคัญ หรือหลักฐานเพื่อให้นักเรียนนำไปตัดสินข้อโต้แย้งของตนเอง จากนั้นครูจะให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น

4) นักเรียนจะขยายความคิดเห็น เพิ่มเติมเหตุผล หรือสนับสนุนความคิดเห็นด้วยหลักฐานจากประสบการณ์เดิม นักเรียนรับฟังความคิดเห็นและเหตุผลของผู้อื่น ตัดสินจุดเด่นจุดด้อยด้วยหลักฐานหรือข้อมูลที่มีในบทอ่านหรือความรู้เดิมที่นักเรียนมี

5) นักเรียนท้าทายความคิดและการให้เหตุผลซึ่งกันละกัน นักเรียนจะหาเหตุผลหรือพยายามหักล้างหรือท้าทายความคิดเห็นอื่น

6) ครูช่วยให้นักเรียนในการสะท้อนคิดเกี่ยวกับการอภิปรายด้วยการใช้คำถามหรือให้คำแนะนำเกี่ยวกับการอภิปรายที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการปรับปรุงการอภิปรายครั้งถัดไป

ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนอภิปรายหรือถกเถียงเพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งนั้นจะต้องคำนึงถึงมโนทัศน์ของนักเรียนก่อนการถกเถียง ดังนั้นครูผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้จะต้องมีขั้นตอนการสร้างมโนทัศน์ในกิจกรรมเพื่อเป็นข้อมูล หลักฐานสนับสนุนแก่นักเรียนที่ใช้ในการโต้แย้งในขั้นตอนถัดไป เนื่องจากทักษะการโต้แย้งมีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์อย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือหากนักเรียนมีมโนทัศน์ก่อนการถกเถียงแล้วนั้น นักเรียนจะมีทักษะการโต้แย้งที่สูงขึ้น (Zohar & Namet, 2002; Dawson & Venille, 2010) จากกรอบการดำเนินการการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังของนักการศึกษาข้างต้นสามารถปรับเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การอ่านบทอ่านและตั้งคำถามสำคัญ (reading story and big question posing) เป็นขั้นตอนในการเริ่มกิจกรรม ครูจะเร้าความสนใจของนักเรียนด้วยบทอ่านที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่แฝงไปด้วยประเด็นขัดแย้งที่มีความเกี่ยวข้องกับมิติด้านสังคม ความเชื่อและวิทยาศาสตร์ โดยดำเนินกิจกรรมดังนี้

1.1) ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยที่มีนักเรียน 4-6 คนโดยพิจารณาตามความสามารถด้านการพูดและผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยมีนักเรียนกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อนอยู่ร่วมกันในกลุ่ม

1.2) นักเรียนอ่านบทอ่านหรือศึกษาวีดิทัศน์เกี่ยวกับประเด็นขัดแย้งที่มีความเกี่ยวข้องกับมิติด้านสังคม ความเชื่อและวิทยาศาสตร์ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันสรุปใจความสำคัญร่วมกัน

1.3) นักเรียนในกลุ่มย่อยร่วมกันตั้งคำถามสำคัญที่เกี่ยวข้องกับบทอ่าน และนำเสนอคำถามสำคัญ โดยครูจะคัดเลือกคำถามที่มีลักษณะเป็นประเด็นขัดแย้ง ไม่มีคำตอบที่แน่ชัด เพื่อใช้ในการอภิปรายร่วมกัน และให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบด้วยตนเอง

ขั้นที่ 2 การรวบรวมหลักฐาน (gathering evidence) นักเรียนจะทำการสืบสอบหาความรู้ หลักฐานเชิงประจักษ์ หรือค่านิยมทางสังคมร่วมกัน เพื่อนำหลักฐานที่รวบรวมได้มาใช้ในการอภิปรายร่วมกัน โดยดำเนินกิจกรรมดังนี้

2.1) นักเรียนร่วมกันสร้างความรู้ด้วยการสืบค้นและนำเสนอข้อมูล การทดลอง หรือการสอนโดยครู จากนั้นจึงร่วมกันสรุปเป็นความรู้ของกลุ่ม

2.2) นักเรียนแต่ละคนอาจมีการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อจะนำความรู้ที่ได้ หรือประสบการณ์เดิมที่มีความเกี่ยวข้องกับคำถามสำคัญมาเป็นหลักฐานในการอภิปรายร่วมกัน

ขั้นที่ 3 การมีส่วนร่วมในกลุ่มย่อย (participating in group) นักเรียนแต่ละคนจะแสดงความคิดเห็นของตนได้อย่างอิสระ นักเรียนสามารถท้าทายความคิดและโน้มน้าวเพื่อนที่มีความคิดเห็นไม่ตรงกันด้วยหลักฐานที่รวบรวมได้ เพื่อสร้างข้อสรุปร่วมกัน ครูสามารถใช้เทคนิคเช่น การเล่าเรื่องรอบวง (round robin) ร่วมด้วย

ขั้นที่ 4 การสะท้อนคิด (reflecting) ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายสะท้อนคิดเกี่ยวกับการอภิปรายที่เกิดขึ้นทั้งในด้านความรู้และกระบวนการ และเสนอแนะแนวทางการอภิปรายครั้งถัดไปให้มีความเหมาะสมมากขึ้น โดยดำเนินกิจกรรมดังนี้

4.1) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปเนื้อหาสาระที่ได้จากการสืบค้นและนำเสนอข้อมูล การทดลอง หรือการสอนจากครู

4.2) นักเรียนในกลุ่มร่วมกันสะท้อนความคิดเกี่ยวกับการโต้แย้ง การทำงานร่วมกัน และร่วมกันให้ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาการอภิปรายครั้งถัดไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.3) นักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันสะท้อนความคิดเกี่ยวกับการโต้แย้ง การทำงานร่วมกัน และร่วมกันให้ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาการอภิปรายครั้งถัดไป

บทบาทครูและนักเรียน

ในการเรียนการสอนด้วยให้เหตุผลแบบรวมพลังนั้น นักเรียนจะทำการอภิปรายได้อย่างอิสระ มีการแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ นักเรียนจะเรียนรู้ระหว่างการสนทนาว่าไม่ควรขัดขวางการสนทนาของผู้อื่น ครูควรให้ระเบียบในการอภิปรายก่อนเริ่มการอภิปรายเช่น พูดคุยในประเด็นอยู่เสมอ ไม่พูดแทรกระหว่างการสนทนาของผู้อื่น เปิดทรรศนะในการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ทุกคนต้องมีส่วนร่วมในการอภิปราย มุ่งเน้นการวิจารณ์ความคิดเห็นมากกว่าการวิจารณ์ตัวบุคคล ครูอาจมีบทบาทในการดำเนินกิจกรรมเช่น การใช้คำถามกระตุ้นการคิด การค้นหาประเด็นในการอภิปราย นอกจากนี้ครูอาจท้าทายนักเรียนด้วยการสร้างมุมมองอื่น เมื่อการอภิปรายเกิดขึ้นสักระยะหนึ่งแล้ว ครูควรลดบทบาทของตนลง เพื่อให้โอกาสแก่นักเรียนได้สร้างคำถามหรือดำเนินกิจกรรมการอภิปรายด้วยตนเองอย่างอิสระ ซึ่งเป็นการลดอิทธิพลของครูที่อาจส่งผลต่อความเป็นอิสระในการอภิปราย สามารถแสดงได้ดังตาราง 2.1

ตาราง 2. 1 บทบาทของนักเรียนและบทบาทของครูในขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง

ขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง	**บทบาทของนักเรียน**	**บทบาทของครู**
ขั้นการอ่านบทอ่านและตั้งคำถามสำคัญ	- อ่านบทอ่าน หรือศึกษาวีดิทัศน์ จากนั้นจึงร่วมกันสรุปใจความสำคัญของบทอ่านหรือวีดิทัศน์ - นักเรียนในกลุ่มร่วมกันตั้งคำถามสำคัญและนำเสนอคำถามสำคัญ	- จัดกลุ่มนักเรียนแบบคละความสามารถด้านการพูดและผลการเรียนรู้ - นำเสนอบทอ่านหรือวีดิทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่แฝงไปด้วยประเด็นขัดแย้งที่มีความเกี่ยวข้องกับมิติด้านสังคม ความเชื่อและวิทยาศาสตร์ - พิจารณาคัดเลือกคำถามสำคัญให้มีลักษณะเป็นประเด็นขัดแย้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง	บทบาทของนักเรียน	บทบาทของครู
ขั้นการรวบรวมหลักฐาน	- นักเรียนร่วมกันสร้างความรู้ของกลุ่มผ่านกิจกรรมการเรียนการสอน - นักเรียนรวบรวมหลักฐานด้วยตนเองเพื่อใช้ประกอบความคิดเห็นของตนในการอภิปรายเกี่ยวกับคำถามสำคัญ	- จัดกิจกรรมการเรียนการสอนและตรวจสอบความรู้ที่นักเรียนร่วมกันสร้างขึ้นให้มีความถูกต้อง
ขั้นการมีส่วนร่วมในกลุ่มย่อย	- นักเรียนเสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับคำถามสำคัญในขั้นแรก - นักเรียนอภิปรายร่วมกัน สำรวจความคิดเห็นของผู้อื่นโน้มน้าวเพื่อนที่มีความคิดเห็นไม่ตรงกัน - นักเรียนร่วมกันสร้างข้อสรุปของคำถามสำคัญร่วมกัน	- กำหนดเงื่อนไขให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของตนเองโดยใช้เทคนิคเช่น การเล่าเรื่อง รอบวง
ขั้นการสะท้อนคิด	- นักเรียนทั้งชั้นเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ - นักเรียนในกลุ่มร่วมกันบอกข้อดีและข้อควรปรับปรุงของสมาชิกในกลุ่ม - นักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันบอกแนวทางการพัฒนาการอภิปรายและการเรียนรู้ครั้งถัดไป	- ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การสะท้อนคิดและการสรุปความรู้ - ใช้เทคนิคการสอนเช่น เพื่อนคู่คิดในการสะท้อนคิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความสามารถในการโต้แย้ง

ในวิชาวิทยาศาสตร์การโต้แย้งและการให้เหตุผลถือเป็นสิ่งสำคัญในการระบุจุดแข็งและจุดอ่อนของเหตุผลหนึ่ง ๆ ซึ่งจะนำไปสู่การเลือกสรรคำอธิบายที่เหมาะสมที่สุด นักวิทยาศาสตร์ใช้การให้เหตุผลและข้อโต้แย้งเพื่อป้องกันคำอธิบายของตนเองโดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ มีการรับฟังความคิดเห็นและการทำงานร่วมกับผู้อื่นเพื่อการสืบสวนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (National Research Council, 2012) ซึ่งการศึกษาเรื่องความสามารถในการโต้แย้ง มีประเด็นนำเสนอ 2 ประเด็นดังนี้ (1) ความหมายและองค์ประกอบของความสามารถในการโต้แย้ง (2) แนวทางการวัดความสามารถในการโต้แย้ง (3) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการโต้แย้ง แต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการโต้แย้งกับการศึกษาวิทยาศาสตร์

Charles Darwin ได้ใช้วลี “one long argument” ในหนังสือ On the Origin of Species ซึ่งหมายความถึงการเขียนหนังสือของเขาได้อาศัยการโต้แย้งทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิวัฒนาการที่หลากหลาย เพื่อนำมาสู่การพัฒนาทฤษฎีวิวัฒนาการของเขาเอง (Mayr, 1991) โดยนัยะของการโต้แย้งในหนังสือของเขาได้ปรากฏใน 2 แง่มุมอันได้แก่ การโต้แย้งในฐานะของการให้เหตุผล การสร้างข้อโต้แย้ง การสนับสนุนข้อกล่าวอ้างด้วยหลักฐานในทฤษฎีของเขา และในอีกแง่มุมหนึ่งคือการพยายามโน้มน้าวใจผู้อ่านให้รู้สึกคล้อยตามกับทฤษฎีของเขาเอง (Erduran & Jiménez-Aleixandre, 2008) จะเห็นได้ว่าการโต้แย้ง (argumentation) เป็นกระบวนการที่มีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ การฝึกฝนให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริงเช่นเดียวกับบริบทของนักวิทยาศาสตร์ถือว่ามีความสำคัญในการพัฒนาให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Driver et al., 2000) ดังนั้นนักการศึกษาหรือผู้จัดทำหลักสูตรจึงได้ผนวกการโต้แย้งไว้เป็นลักษณะสำคัญอย่างหนึ่งของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มุมมองของนักการศึกษาสรรคนิยมบางท่านมีความเชื่อว่า ความรู้ถูกสร้างโดยตัวของนักเรียนเองโดยผ่านกระบวนการทางทางสังคมดังนั้นการโต้แย้งจึงอาจเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนได้อีกทางหนึ่ง อย่างไรก็ตามแม้ว่าการโต้แย้งจะมีความสำคัญในการสร้างความรู้ของนักเรียนแล้ว การโต้แย้งยังถือเป็นความสามารถหนึ่งที่นักเรียนพึงมีทำให้ความสามารถในการโต้แย้งกลายมาเป็นผลลัพธ์ในการเรียนรู้ที่คาดหวังหนึ่งในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักการศึกษาได้เล็งเห็นความสำคัญจำเป็นของความสามารถในการโต้แย้งต่อความเป็นพลเมือง ในโลกที่ดำเนินและมีความเปลี่ยนแปลงไปทำให้วิทยาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่หยุดนิ่ง ทั้งยังส่งผลให้เกิดปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสังคมและวิทยาศาสตร์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้เช่น ปัญหาทางด้านสุขภาพ ปัญหาด้านพลังงาน ปัญหาทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัด การพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งของนักเรียนจะพาให้

นักเรียนมีความคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถตัดสินใจอย่างเป็นเหตุเป็นผลได้ มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นพลเมืองที่ดี และมีทักษะการคิดขั้นสูง (Dawson & Venville, 2010; Erduran & Jiménez-Aleixandre, 2008)

ในประเทศไทยแม้ว่าจะไม่ได้กำหนดความสามารถในการโต้แย้งให้เป็นเป้าหมายหนึ่งของการศึกษาวิทยาศาสตร์ แต่จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 พบว่าประเทศไทยได้กำหนดสมรรถนะสำคัญของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการโต้แย้ง เช่น ความสามารถในการสื่อสาร โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนมีความสามารถในการรับและส่งสาร แลกเปลี่ยนความคิด ความรู้ ความเข้าใจ รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดปัญหา ลดความขัดแย้ง เลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ความสามารถในการแก้ปัญหา ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนแก้ปัญหาละอุปสรรคต่าง ๆ โดยอยู่บนหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ มีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงสามารถกล่าวว่าความสามารถในการโต้แย้งมีความสำคัญจำเป็นทั้งในการเรียนการสอนและการเตรียมตัวให้นักเรียนสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสังคมต่อไป

2. ความหมายและองค์ประกอบของความสามารถในการโต้แย้ง

2.1. ความหมายของความสามารถในการโต้แย้ง

ความหมายของข้อโต้แย้ง (argument) หากแปลความหมายตามพจนานุกรมอาจหมายถึง เหตุผลหรือกลุ่มของเหตุผลที่สนับสนุนความคิด การกระทำ หรือทฤษฎี เช่นเดียวกับความหมายทางด้านการศึกษาก็มีความคล้ายคลึงกันโดยอาจหมายความถึงเหตุผลที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Kuhn, 2003) หากแปลความหมายของคำว่าข้อโต้แย้งตามกระบวนทัศน์ปฏิฐานนิยม (positivism) อาจหมายถึงข้อความที่ใช้ในการบอกเล่าและโน้มน้าวอย่างเป็นเหตุเป็นผล กล่าวโดยสรุปข้อโต้แย้งอาจหมายความถึงข้อความที่ใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอย่างเป็นเหตุเป็นผล การโต้แย้ง (argumentation) นั้นมีได้หลายความหมาย โดยหากแปลตามพจนานุกรมจะหมายความถึง การกระทำหรือกระบวนการของการให้เหตุผลอย่างเป็นระบบที่ใช้ในการสนับสนุนความคิด การกระทำ หรือทฤษฎี หากพิจารณาตามมุมมองเชิงการเรียนการสอนจะหมายถึงกระบวนทางการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการอภิปรายร่วมกัน แต่ในอีกมุมมองหนึ่งที่มุ่งเน้นสังคมและวัฒนธรรม อาจให้ความหมายว่าเป็นกระบวนการทางสังคมที่เกิดขึ้นในการเรียนรู้และกระบวนการคิด นอกจากนี้การโต้แย้งในฐานะกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ก็มีความหมายในลักษณะเดียวกันกล่าวคือ เป็นกระบวนการที่ใช้ในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Driver et al., 2000) ดังนั้นการโต้แย้งอาจหมายความถึงกระบวนการในวิทยาศาสตร์หนึ่งที่มุ่งเน้นการสร้างคำอธิบาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบจำลอง หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีความหมายของนักการศึกษาบางท่านได้ให้ความหมายของการโต้แย้งไว้อย่างหลากหลายเช่น การโต้แย้งหมายถึง การให้เหตุผลในสถานการณ์การสื่อสารของกลุ่มบุคคล มีจุดประสงค์ในการตัดสินการกระทำ ความเชื่อ ทัศนคติ และค่านิยม (Freeley & Steinberg, 2014) Rieke, Sillar, and Peterson (2005) ได้ให้ความหมายของการโต้แย้งว่าเป็นกระบวนการทางการสื่อสารที่ก่อให้เกิดความก้าวหน้า การสนับสนุน การวิพากษ์และการปรับเปลี่ยนข้อกล่าวอ้าง ในการตัดสินใจที่จะยอมรับหรือปฏิเสธความเชื่อถือ Eemeren and Grootendorst (2004) ได้ให้ความหมายของการโต้แย้งไว้ว่า เป็นกิจกรรมเชิงการใช้ภาษา เกี่ยวเนื่องกับสังคม และอาศัยความมีเหตุผล โดยมีเป้าหมายเพื่อโน้มน้าวนักวิพากษ์ให้ยอมรับทัศนะโดยการเสนอญัตติเพื่อให้ตัดสินหรือพิสูจน์จากนักวิพากษ์ Tindale (2004) ได้ให้ความหมายของการโต้แย้งว่าเป็น การสื่อสารต่อรับสารเพื่อโน้มน้าวให้ผู้รับสารให้มีทัศนะตรงกับสิ่งที่ผู้อ้างเหตุผลต้องการ นอกจากนี้ยังรวมถึงกระบวนการให้ รับ และประเมินข้อโต้แย้ง จากความหมายของการโต้แย้งจากนักการศึกษาข้างต้นจึงสรุปได้ว่าการโต้แย้งหมายถึงกระบวนการทางการสื่อสารอย่างมีเหตุและผลเพื่อการนำไปสู่การตัดสินหรือการยอมรับในข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้าง สำหรับความหมายของความสามารถในการโต้แย้งนั้นหากแปลความหมายโดยตรงก็มีความหมายว่า มีความสามารถในกระบวนการโต้แย้ง (able to argue) ดังนั้นจากความหมายข้างต้นจึงสามารถกล่าวได้ว่าความสามารถในการโต้แย้งหมายถึง ความสามารถของบุคคลในกระบวนการสื่อสารอย่างมีเหตุผลเพื่อการนำไปสู่การตัดสิน หรือการยอมรับในข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้าง

2.2 องค์ประกอบของความสามารถในการโต้แย้ง

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องได้มีนักการศึกษาได้พิจารณาความสามารถในการโต้แย้งไว้อย่างหลากหลายดังเสนอต่อไปนี้

จากการวิเคราะห์การวัดทักษะการโต้แย้งของ Acar, Patton, and White (2015) พบว่าองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้ง ได้แก่ความสามารถดังต่อไปนี้

1. เสนอประเด็นโต้เถียง (position on the controversy)

2. เสนอหลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้ง (argument evidence)

3. ตัดสินข้อโต้แย้ง (argument justification)

4. เสนอข้อโต้แย้งค้าน (counter-argument evidence)

5. ตัดสินข้อโต้แย้งค้าน (counter-argument justification)

6. เสนอหลักฐานสนับสนุนข้อคัดค้าน (rebuttal evidence)

7. ตัดสินข้อคัดค้าน (rebuttal justification)

Lin and Mintzes (2010) และ อัศวิน ธะนะปัด ศศิเทพ ปิติพรเทพิน และ พัฒนี จันทรโรทัย (2015) แยกเป็นองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งได้ 5 องค์ประกอบได้แก่

1. ข้อกล่าวอ้าง (claim) เป็นการเลือกข้างหรือเลือกที่จะแสดงความเห็นตามความสนใจของตนเอง

2. เหตุผลสนับสนุน (warrant) เป็นการให้ข้อมูลเพื่อสนับสนุนให้ข้อกล่าวอ้างนั้นมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

3. หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (evidence) เป็นข้อเท็จจริงเป็นข้อมูลเพื่ออธิบายเหตุผลทำให้เหตุผลนั้นน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้นโดยหลักฐานนั้นจะต้องมีแหล่งข้อมูลหรือที่มีที่มีความน่าเชื่อถือ

4. ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (counterargument) เป็นการระบุข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (counter claim) พร้อมทั้งให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือมาสนับสนุน

5. การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ (supportive argument) เป็นการโต้แย้งเพื่อที่ทำให้ข้ออ้างอื่น ๆ ที่แตกต่างของตนเองตกไปโดยการใช้เหตุผลมาสนับสนุนจนทำให้ความน่าเชื่อถือของข้ออ้างต่าง ๆ ลดลงและตกไปในที่สุด

Mason and Scirica (2006) ได้พิจารณาทักษะการโต้แย้งเป็นความสามารถ 3 ด้านดังนี้

Chulalongkorn University

1. ความสามารถในการสร้างข้อโต้แย้ง (argument)

2. ความสามารถในการสร้างข้อโต้แย้งค้าน (counterargument)

3. ความสามารถในการสร้างข้อคัดค้าน (rebuttal)

จากองค์ประกอบของการโต้แย้งที่นักการศึกษาต่าง ๆ จึงสามารถสรุปองค์ประกอบของการโต้แย้งดังนี้

1. **การเสนอข้อโต้แย้ง** หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำเสนอหรือสื่อสารความคิดเห็นส่วนบุคคลต่อประเด็นใด ๆ ซึ่งถูกสนับสนุนโดยสิ่งสนับสนุน ที่อาจเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ คุณค่า หรือความน่าเชื่อถือ

2. **การเสนอข้อโต้แย้งค้าน** หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการสร้างข้อโต้แย้งของฝ่ายตรงข้ามที่จะค้านกับข้อโต้แย้งของนักเรียนเอง

3. **การเสนอข้อคัดค้าน** หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการสร้างเงื่อนไขหรือข้อโต้แย้งที่ใช้แย้งข้อโต้แย้งค้านของฝั่งตรงข้ามให้มีความน่าเชื่อถือลดน้อยลง เพื่อนำไปสู่การยอมรับข้อโต้แย้งของนักเรียนเอง

3. แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการโต้แย้ง

การวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการโต้แย้งเชิงปริมาณสามารถทำได้จากการวิเคราะห์ชิ้นงานเขียนของนักเรียนในแบบวัดความสามารถในการโต้แย้ง การเขียนตอบเป็นรูปแบบหนึ่งในการสะท้อนความสามารถในการโต้แย้ง โดยพิจารณาตามองค์ประกอบของการโต้แย้งที่ผู้วิจัยแต่ละท่านได้กำหนดขึ้น โดยงานเขียนที่นักวิจัยได้ใช้จะเป็นแบบสอบถาม (questionnaires) โดยมักใช้สถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้พิจารณา จากนั้นจึงคำถามปลายเปิดที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ โดยการวัดข้อโต้แย้งเชิงเขียนมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจการสร้างข้อกล่าวอ้างและเงื่อนไขสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งค้านและข้อแย้งได้ และเพื่อให้นักเรียนสามารถอ้างอิงหลักฐานในการเขียนสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ (Lin & Mintzes, 2010) โดยลักษณะข้อคำถามที่ใช้ในการสอบถามมักเป็นดังนี้ (Lin & Mintzes, 2010; Zohar & Namet, 2002; อัศวิน ธะนะปัด และคณะ, 2015; Mason & Scirica, 2006)

คำถามที่ 1. นักเรียนมีความคิดเห็นในประเด็นดังกล่าวอย่างไร จงอธิบาย หรือให้เหตุผลประกอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วัตถุประสงค์ของการใช้ข้อคำถามนี้ คือ การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างข้อโต้แย้งของตนเอง พร้อมกับการอ้างอิงหลักฐาน หรือเหตุผลประกอบการตัดสินใจนั้น

คำถามที่ 2. หากมีบุคคลอื่นไม่เห็นด้วยกับความคิดของนักเรียน นักเรียนคิดว่าเขาจะคิดว่าอย่างไร และมีเหตุผลใดประกอบ

วัตถุประสงค์ของการใช้ข้อคำถามนี้ คือ การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างข้อโต้แย้งค้านกับข้อโต้แย้งของตนเอง พร้อมกับการอ้างอิงหลักฐานที่อาจเป็นไปได้ หรือเหตุผลประกอบการตัดสินใจนั้น

คำถามที่ 3. นักเรียนจะโน้มน้าวความคิดของบุคคลที่ไม่เห็นด้วยกับนักเรียน อย่างไร ด้วยหลักฐานหรือเหตุผลใด เพื่อให้บุคคลนั้นยอมรับหรือคล้อยตามความคิดเห็นของนักเรียน

วัตถุประสงค์ของการใช้ข้อคำถามนี้ คือ การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างข้อคัดค้านกับข้อโต้แย้งค้าน พร้อมกับการอ้างอิงหลักฐานที่อาจเป็นไปได้ หรือเหตุผลประกอบการตัดสินใจนั้น

เกณฑ์การวัดความสามารถในการโต้แย้งของนักเรียน

Zohar and Namet (2002) ได้กำหนดเกณฑ์การวัดความสามารถในการโต้แย้ง ซึ่งพิจารณาจากข้อโต้แย้งที่นักเรียนสร้างขึ้นในแต่ละองค์ประกอบในการโต้แย้ง โดยพิจารณา 2 มิติดังตาราง 2.2

ตาราง 2. 2 เกณฑ์การให้คะแนนข้อโต้แย้ง ในแต่ละองค์ประกอบของการโต้แย้งตามแนวคิดของ Zohar and Namet (2002)

มิติที่ 1 จำนวนของเหตุผลสนับสนุนข้อสรุป	**คะแนน**	**มิติที่ 2 โครงสร้างข้อโต้แย้ง**	**คะแนน**
ไม่มีเหตุผล	0	ไม่มีข้อโต้แย้ง หรือมีเหตุผลเทียม	0
มี 1 เหตุผล	1	ข้อสรุปถูกสนับสนุนด้วย 1 เหตุผล	1
มี 2 เหตุผลหรือมากกว่า	2	ข้อสรุปถูกสนับสนุนด้วย 1 เหตุผล และเหตุผลมีการสนับสนุนอีกขั้นหนึ่ง	2

Lin and Mintzes (2010) ได้สร้างเกณฑ์การให้คะแนนและวัดความสามารถในการโต้แย้งของนักเรียน โดยแยกเกณฑ์การให้คะแนนตามองค์ประกอบของความสามารถในการโต้แย้งซึ่งแบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) ข้อกล่าวอ้างและเหตุผล (2) ข้อโต้แย้งค้าน (3) ข้อคัดค้านหรือข้อโต้แย้งสนับสนุน และ (4) หลักฐาน ซึ่งสะท้อนจากการตอบคำถาม ดังตาราง 2.3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตาราง 2. 3 เกณฑ์การให้ความสามารถในการโต้แย้งในแต่ละองค์ประกอบตามแนวคิดของ Lin and Mintzes (2010)

องค์ประกอบ	เกณฑ์การวัด	คะแนน
ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน	ไม่มีคำตอบ หรือ ให้เหตุผลสนับสนุนไม่ถูกต้อง	0
	มีข้อกล่าวอ้างที่ยอมรับได้ **และ** ไม่มีเหตุผลสนับสนุน	1
	มีข้อกล่าวอ้างที่ยอมรับได้ **และ** มี 1 เหตุผลสนับสนุน	2
	มีข้อกล่าวอ้างที่ยอมรับได้ **และ** มีเหตุผลสนับสนุนอย่างน้อย 2 เหตุผล (หากมีเหตุเพิ่มเติมจะได้คะแนนเพิ่มเหตุผลละ 1 คะแนน)	3 หรือมากกว่า
ข้อโต้แย้งค้าน (เทียบกับคำถามที่ 1)	ไม่มีคำตอบ หรือ ให้เหตุผลสนับสนุนไม่ถูกต้อง	0
	มี 1 เหตุผลสนับสนุนเป็นอย่างน้อย (หากมีเหตุเพิ่มเติมจะได้คะแนนเพิ่มเหตุผลละ 1 คะแนน)	1 หรือมากกว่า
ข้อคัดค้าน/ข้อโต้แย้งสนับสนุน	ไม่มีคำตอบ หรือ ให้เหตุผลสนับสนุนไม่ถูกต้อง	0
	(เทียบกับคำถามที่ 1) ขยายความและให้เหตุผลสนับสนุนที่ถูกต้อง (หากมีเหตุเพิ่มเติมจะได้คะแนนเพิ่มเหตุผลละ 1 คะแนน)	1 หรือมากกว่า
	(เทียบกับคำถามที่ 1) สร้างและให้เหตุผลสนับสนุนเพิ่มเติมที่ถูกต้อง (หากมีเหตุเพิ่มเติมจะได้คะแนนเพิ่มเหตุผลละ 1 คะแนน)	1 หรือมากกว่า
	(เทียบกับคำถามที่ 2) มีการหักล้างข้อโต้แย้งค้าน (หากมีข้อคัดค้านเพิ่มเติมจะได้คะแนนเพิ่มข้อคัดค้านละ 2 คะแนน)	2 หรือมากกว่า
หลักฐาน	ไม่มีหลักฐาน หรือคำอธิบายสนับสนุนเพิ่มเติม	0
	เสนอหลักฐานที่ถูกต้อง ค้าน (หากมีหลักฐานเพิ่มเติมจะได้คะแนนเพิ่มหลักฐานละ 1 คะแนน)	1 หรือมากกว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Mason and Scirica (2006) ได้สร้างเกณฑ์การให้คะแนนและวัดความสามารถในการโต้แย้งโดยยึดองค์ประกอบของการโต้แย้งซึ่งได้แก่ (1) ข้อโต้แย้ง (2) ข้อโต้แย้งค้าน และ (3) ข้อคัดค้าน และการพิจารณาให้คะแนนในแต่ละองค์ประกอบจะให้เกณฑ์เดียวกัน ดังตาราง 2.4

ตาราง 2. 4 เกณฑ์การวัดความสามารถในการโต้แย้งตามแนวคิดของ Mason and Scirica (2006)

คะแนน	คำอธิบาย
0	ไม่มีข้อโต้แย้ง (ไม่มีเหตุผล)
1	สร้างข้อโต้แย้งและเหตุผลไม่ถูกต้องทั้งหมด
2	สร้างข้อโต้แย้งได้ถูกต้อง แต่เหตุผลที่สนับสนุนไม่ถูกต้องทั้งหมด
3	สร้างข้อโต้แย้งอย่างถูกต้อง และสนับสนุนด้วยเหตุผล 1 เหตุผล
4	สร้างข้อโต้แย้งอย่างถูกต้อง และสนับสนุนด้วยเหตุผลอย่างน้อย 2 เหตุผล

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of science; NOS)

1. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการศึกษาวิทยาศาสตร์

การพัฒนาผลการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นับเป็นเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์มายาวนานกว่า 100 ปีตราบจนปัจจุบัน หลักสูตรการศึกษาวิทยาวิทยาศาสตร์ของต่างประเทศและไทยได้มีการสอดแทรกเนื้อหาสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับการศึกษาต่าง ๆ รวมทั้งแนวโน้มของการวิจัยทางการศึกษาที่ยังคงมุ่งเน้นการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน จากการทบทวนวรรณกรรมของ Lederman ในปีค.ศ. 2006 พบว่านักเรียนยังคงมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่เพียงพอ ทั้งยังได้เสนอแนะว่าความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควรจะเป็นเป้าหมายสำคัญเป้าหมายหนึ่งของการศึกษาวิทยาศาสตร์ เนื่องจากความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นมีประโยชน์ในหลากหลายแง่มุมเช่น Driver et al. (1996, cited in Lederman, 2006) ได้กล่าวอ้างว่าความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความจำเป็นต่อการรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน สามารถตัดสินใจได้อย่างเป็นเหตุผลเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ในฐานะของวัฒนธรรมร่วมสมัย เข้าใจถึงบรรทัดฐานของชุมชนนักวิทยาศาสตร์อันเป็นผลพวงจากค่านิยมของสังคม นอกจากนี้การแยกแยะระหว่างวิทยาศาสตร์แท้ออกจากวิทยาศาสตร์เทียมยังเป็นผลจากการเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทั้งยังมีความสำคัญจำเป็นต่อบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับแหล่งเงินทุนที่ต้องมีการตัดสินใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ประเมินนโยบายและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ (McComas, 2002)

จากเป้าหมายการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (science literate person) จึงทำให้ Next Generation Science Standard หรือ NGSS (2013) ได้มีการกำหนดขอบเขตสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกเป็น 7 หมวดหมู่ได้แก่ 1) การสืบเสาะหา

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาศัยวิธีการที่หลากหลาย 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ 3) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้หากมีหลักฐานใหม่ 4) แบบจำลอง กฎ กลไก และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ใช้ในการอิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ 5) วิทยาศาสตร์เป็นหนทางหนึ่งที่นำไปสู่การรู้ 6) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อนุมานลำดับและความเกี่ยวเนื่องในระบบธรรมชาติ 7) วิทยาศาสตร์คือความพยายามของมนุษย์ 8) วิทยาศาสตร์มุ่งเน้นคำถามเกี่ยวกับโลกธรรมชาติและโลกแห่งวัตถุ โดยเป้าหมายคือการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตั้งแต่ระดับปฐมวัยจนถึงมัธยมปลาย (K-12)

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยนั้นถือเป็นสาระการเรียนรู้หนึ่งในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 โดยมีใจความว่า *“มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบ ที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือ ที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสังคม และ สิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน”* เมื่อพิจารณาตัวชี้วัดสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 พบว่าจะมุ่งเน้นถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์มากกว่า จากการวิเคราะห์ของนักการศึกษาไทยเช่น ลือชา ลดาชาติ ลฎาภา สุทธกูล และชาตรี ฝ่ายคำตา (2013) พบว่าครูไทยยังไม่มีการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากนัก อาจเป็นผลมาจากการกำหนดตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางที่มุ่งเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งยังอาจส่งผลให้ครูเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเนื้อหาสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แม้ว่าสองสิ่งนี้จะมีความสัมพันธ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. ความหมายและความสำคัญของธรรมชาติวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้ถูกกำหนดให้เป็นเป้าหมายสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความสำคัญในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในหลากหลายประเทศ (Khishfe, 2008) รวมถึงประเทศไทย คำว่า “ธรรมชาติวิทยาศาสตร์” นั้นยังคงมีการถกเถียงถึงคำนิยามที่แท้จริง ท่ามกลางนักปรัชญาวิทยาศาสตร์ นักประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ และนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการไม่เห็นด้วยในคำนิยามของนักปรัชญาวิทยาศาสตร์ นักประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ และนักการศึกษาวิทยาศาสตร์นั้นแต่ยังมีมุมมองร่วมกันว่าธรรมชาติวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับปรัชญา ประวัติศาสตร์ และสังคมศาสตร์ (Macomas, 2000) โดย McComas (2002) ได้กล่าวอ้างว่าคำว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อาจตีความได้อย่างหลากหลายเช่น คำว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในมุมมองของนักการศึกษาวิทยาศาสตร์อาจมองได้ว่าเป็นขอบเขตของสาระพื้นฐานหนึ่งที่ต้องสอนให้กับนักเรียน

ทั้งยังได้เสนอว่า ธรรมชาติวิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานขอบเขตมุมมองต่าง ในมุมมองของสังคมศึกษา ประวัติศาสตร์ สังคมวิทยา ปรัชญา และการวิจัยทางจิตวิทยาของวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามยังคงมีการให้ความหมายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษา เช่น Flick and Lederman (2004) ได้ให้ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หมายถึงมุมมองต่าง ๆ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เกิดจากการผสมผสานของญาณวิทยาของวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ในฐานะหนทางของการรู้ หรือ ค่านิยมและความเชื่อที่ยึดโยงกับความรู้และพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นคำนิยามที่มักถูกใช้กันอย่างแพร่หลาย

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นอกจากจะเป็นเป้าหมายของการเรียนวิทยาศาสตร์แล้ว การที่นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ยังส่งผลดีต่อนักเรียนหลายด้าน McComas (2002) กล่าวอ้างว่าเหตุผลสำคัญของการที่บรรจุเนื้อหาสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิทยาศาสตร์เช่น การเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะทำให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น ช่วยให้นักเรียนเข้าใจแก่นวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น ทั้งยังเสริมสร้างความสนใจต่อวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น มีส่วนช่วยในการตัดสินใจในประเด็นขัดแย้งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และส่งเสริมให้แยกแยะวิทยาศาสตร์แท้ออกจากวิทยาศาสตร์เทียมได้ และ Driver et al. (1996 cited in Lederman, 2006) กล่าวอ้างว่าความจำเป็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ประการดังนี้ 1) จำเป็นต่อการเข้าใจความเป็นวิทยาศาสตร์ สามารถจัดการกับผลผลิตและกระบวนการของเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันได้ 2) จำเป็นต่อตัดสินใจได้อย่างเป็นเหตุผลในประเด็นขัดแย้งทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ 3) ส่งเสริมให้เห็นคุณค่าของค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ในฐานะส่วนหนึ่งของวัฒนธรรมร่วมสมัย 4) ส่งเสริมความเข้าใจบรรทัดฐานของชุมชนนักวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นผลพวงจากค่านิยมหรือความเชื่อของสังคม 5) ช่วยพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จะเห็นว่าความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นมีประโยชน์ต่อนักเรียนในหลากหลายแง่มุมทั้งด้านการเรียนรู้ การจัดการปัญหาความขัดแย้ง และการใช้ชีวิตประจำวัน จึงถือได้ว่าความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ยังคงมีความสำคัญจำเป็นต่อการศึกษาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. มุมมองของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

American Association for the Advancement of Science (AAAS, 1998) ได้แบ่งธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ขอบเขตดังนี้

ขอบเขตที่ 1 โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (scientific world view)

นักวิทยาศาสตร์มีความเชื่อและทัศนคติที่มั่นคงกับงานที่ทำและมุมมองต่องานชิ้นนั้น นักวิทยาศาสตร์ศึกษาเกี่ยวข้องกับธรรมชาติ และผลงานของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ได้

เรียนรู้จากธรรมชาติ โดยขอบเขตการมองโลกอย่างเป็นวิทยาศาสตร์นี้แบ่งออกเป็น 4 มุมมอง ดังต่อไปนี้

1.1. ทุกสิ่งบนโลกล้วนสามารถศึกษาได้ นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าสิ่งต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติทุกอย่างบนโลกสามารถศึกษาได้โดยอาศัยปัญญาและเครื่องมือช่วยในการเสาะแสวงหาความรู้

1.2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ วิทยาศาสตร์คือกระบวนการในการเสาะหาความรู้ โดยกระบวนการขึ้นอยู่กับการสำรวจและการใช้ทฤษฎีในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงสามารถเปลี่ยนแปลงได้หากมีการสำรวจใหม่และมีทฤษฎีใหม่ที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์นั้นได้

1.3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับช่วงเวลา นักวิทยาศาสตร์ปฏิเสธความถาวรของความรู้ หรือความจริง (truth) การเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กลายเป็นบรรทัดฐานในการปฏิเสธความถาวรของความรู้ ความก้าวหน้าทางเครื่องมือในการทำนายหรืออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ มีมากขึ้นดังนั้นจึงเป็นการง่ายที่จะมีหลักฐานในการสนับสนุนหรือแย้งความรู้หนึ่ง

1.4. วิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบที่สมบูรณ์แก่ทุกปัญหาได้ มีหลายสิ่งที่กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถทดสอบได้หรือไม่มีความจำเป็นต้องทดสอบโดยเฉพาะปรากฏารณ์ที่เกิดจากความเชื่อในเรื่องเหนือธรรมชาติ

ขอบเขตที่ 2 การสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry)

นักวิทยาศาสตร์มีการค้นหาความรู้รวมถึงการใช้เทคนิค หรือวิธีในการสืบเสาะหาความรู้ การค้นหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ไม่ได้เป็นไปอย่างตายตัว แต่มีการปรับเปลี่ยนตามการศึกษาธรรมชาติต่าง ๆ กันไป โดยขอบเขตการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์นี้แบ่งออกเป็น 5 มุมมองดังต่อไปนี้

2.1 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานในการลงข้อสรุป โดยหลักฐานที่ได้มาจากการรวบรวมข้อมูลทั้งจากการสำรวจหรือการเก็บข้อมูลภายในห้องปฏิบัติการ ซึ่งได้มาจากการใช้เครื่องมือวัดในการช่วยประสาทสัมผัสของนักวิทยาศาสตร์ในการรวบรวมข้อมูล

2.2 วิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานระหว่างตรรกะและการจินตนาการ นักวิทยาศาสตร์ใช้การนึกคิดในการพิสูจน์ทฤษฎีต่าง ๆ โดยการนึกคิดเหล่านั้นจะได้ผลลัพธ์คือสมมติฐาน ในการลงข้อสรุปเพื่อตอบสมมติฐานหนึ่งหรือหลักการหนึ่งนักวิทยาศาตร์จะใช้การให้เหตุผลอย่างมีตรรกะกล่าวคือมีการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานที่มีอยู่และข้อสันนิษฐาน เข้ากับข้อสรุป

การค้นพบทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องใหม่ไม่ได้เกิดจากการยึดตามกฎ หรือทฤษฎีอย่างเคร่งครัดหากแต่เกิดจากความสร้างสรรค์ในการท้าทายทฤษฎีนั้น ๆ และจนในที่สุดในการค้นพบความรู้ใหม่

2.3 วิทยาศาสตร์อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ นักวิทยาศาสตร์ทำการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น โดยอาศัยทฤษฎีในการอธิบาย นอกจากนี้จุดมุ่งหมายของทฤษฎีอีกประการคือการมุ่งเน้นทำนายสภาพการณ์ต่าง ๆ ทั้งในอดีต และอนาคต หากทฤษฎีใดอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้ดีที่สุด ทฤษฎีนั้นก็จะเป็นที่ยอมรับ

2.4 นักวิทยาศาสตร์พยายามระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียงเมื่อนักวิทยาศาสตร์มีการเสนอ “ความจริงแท้” ตามที่ได้ค้นพบนักวิทยาศาสตร์มักถูกท้าทายด้วยคำถาม “ท่านมีหลักฐานใดในการสนับสนุน” ทั้งนี้ในการอ้างหลักฐานใด ๆ อาจมีการตีความโดยความลำเอียงที่เกิดจากเพศ ความเชื่อส่วนบุคคลหรือศาสนา จึงต้องมีการสืบสวน (investigation) ด้วยกลุ่มของนักวิทยาศาสตร์

2.5 วิทยาศาสตร์ไม่ใช่ลัทธิเผด็จการ ไม่มีนักวิทยาศาสตร์ท่านใด ถึงแม้จะมีชื่อเสียงหรือตำแหน่งสูงเพียงใดที่สามารถตัดสินความถูกต้องหรือความจริงแท้ได้ การตัดสินว่าสิ่งใดเหมาะสมขึ้นอยู่กับหลักฐานที่ใช้อ้างอิง นอกจากนี้ยังต้องผ่านกระบวนการสืบสวนก่อน และพิสูจน์จากความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ถึงจะมีการยอมรับความถูกต้องของทฤษฎีนั้น

ขอบเขตที่ 3 วิทยาศาสตร์ในฐานะองค์กร (scientific enterprise)

วิทยาศาตร์อยู่ในฐานะของสังคมหนึ่ง เพราะมีมิติในด้านปัจเจกบุคคล สังคม และองค์กร กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะสำคัญร่วมสมัย หรืออาจโดดเก่นกว่าศาสตร์อื่นในยุคสมัยที่เปลี่ยนผ่าน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1 วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน สังคมจะมองผลงานทางวิทยาศาสตร์ที่การเก็บรวบรวมข้อมูล การสร้างทฤษฎี เครื่องมือที่สร้าง และการสื่อความหมายข้อมูลมากกว่าการให้ความสำคัญกับภูมิหลังของนักวิจัย ในการพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์มีปัจจัยทางสังคมมากมายที่เกี่ยวข้องและกำหนดทิศทางของความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เช่น เศรษฐศาสตร์ การเมือง ค่านิยมทางสังคม รวมถึงความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์เช่นกัน

3.2 วิทยาศาสตร์ถูกแตกออกเป็นหลายแขนง และถูกนำไปใช้ในหลายองค์กร วิทยาศาสตร์ คือ การรวบรวมความรู้ที่หลากหลายของศาสตร์สาขาต่าง ๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันในด้านประวัติศาสตร์ ปรากฏการณ์ที่ศึกษา เป้าหมาย และเทคนิควิธีการที่ใช้ การทำงานที่แยกออกเป็น

สาขาต่าง ๆ มีประโยชน์ในการจัดโครงสร้างการทำงานและข้อค้นพบ แต่แท้ที่จริงแล้ว ไม่มีเส้นแบ่งหรือขอบเขตระหว่างสาขาต่าง ๆ โดยสิ้นเชิง ดังจะเห็นได้จากสาขาใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นที่แสดงถึงการเชื่อมโยงระหว่างสาขา

3.3 วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมในการดำเนินการ นักวิทยาศาสตร์ต้องทำงานโดยมีจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ (ethical norms of science) เพราะในบางครั้งความต้องการได้รับการยกย่องว่าเป็นคนแรกที่ค้นพบความรู้ใหม่อาจทำให้นักวิทยาศาสตร์ก้าวไปในทางที่ผิดได้

3.4 นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญและประชาชน ในบางครั้งนักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ทักษะ และประสบการณ์เฉพาะทาง แต่ในบางครั้งก็เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะประชาชนคนหนึ่งที่มีมุมมอง ความสนใจ ค่านิยม และความเชื่อส่วนตัว

3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บางคนอาจเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความหมายเหมือนกันหรือคล้ายกันแต่แท้ที่จริงแล้ว ทั้งสองมีจุดเน้นที่แตกต่างกัน โดยวิทยาศาสตร์จะเน้นการแสวงหาความรู้เพื่อการต่อยอดความรู้ ส่วนเทคโนโลยีจะเน้นการใช้ความรู้เพื่อตอบสนองต่อการดำรงชีวิตที่สะดวกสบายมากยิ่งขึ้นอย่างไรก็ตาม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กัน

Lederman (2006) ได้เสนอมุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกเป็น 7 มุมมองดังนี้

1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (scientific knowledge is tentative) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเป็นสิ่งที่จริงแท้หรือถาวรได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายรูปแบบเช่น ข้อเท็จจริง ทฤษฎี และกฎ ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ทั้งสิ้น การเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารเกิดขึ้นหากมีหลักฐานใหม่ในการล้มล้างความรู้เดิม รวมถึงความก้าวหน้าในการตีความซ้ำและเทคโนโลยี อิทธิพลของความสร้างสรรค์ สังคมและวัฒนธรรม และการโต้แย้งเชิงตรรกะ

2 วิทยาศาสตร์อยู่ในฐานะองค์กรหนึ่งทางสังคม (science as human enterprise) วิทยาศาสตร์ถือเป็นองค์กรหนึ่งของมนุษย์ ที่ถูกฝึกปฏิบัติมาในบริบทของวัฒนธรรมที่กว้างขวาง ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงเป็นผลลัพธ์ของวัฒนธรรมนั้นเช่นกัน นอกจากนี้วิทยาศาสตร์และพุทธิปัญญาที่ถูกปลูกฝังในวัฒนธรรมเช่น การเมืองการปกครอง เศรษฐกิจ ปรัชญาและศาสนามีผลกระทบต่อกันและกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3 อัตวิสัยเกิดขึ้นได้ในวิทยาศาสตร์ (science is subjective) พันธะสัญญา ความรู้เดิม การฝึกปฏิบัติ ความเชื่อ ประสบการณ์และความคาดหวังของนักวิทยาศาสตร์ล้วนแล้วแต่มีอิทธิพลต่อผลงานของนักวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น รวมถึงการสังเกต นักวิทยาศาสตร์จะนำความรู้ ความเชื่อหรือความคาดหวังมายึดโยงกับสิ่งที่สังเกตเพื่อตีความสิ่งที่สังเกตนั้น รวมถึงการสืบสอบหาความรู้ส่วนใหญ่ของนักวิทยาศาสตร์อาจถูกชักจูงจากความเชื่อมากกว่าการสังเกตที่แท้จริง

4 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาศัยการลงความเห็นข้อมูล การจินตนาการและความสร้างสรรค์ (Necessarily involves human inference, imagination and creativity) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แม้ว่าจะมีส่วนเกิดจากการสังเกตโลกแห่งธรรมชาติ วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ แต่วิทยาศาสตร์ก็ต้องการความสร้างสรรค์อย่างมากจากนักวิทยาศาสตร์

5 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน (scientific process and scientific inquiry are distinguished) บ่อยครั้งที่วิธีการทางวิทยาศาสตร์และการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ถูกนำไปผสมผสานกัน โดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสรุป แต่การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์นั้นซับซ้อนกว่ามากเพราะเป็นการรวบรวมและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายในพฤติกรรมนั้นอย่างซ้ำ ๆ

6 การสังเกตและการลงความเห็นข้อมูลแตกต่างกัน (Distinction between observation and inference) การสังเกตและการลงความเห็นข้อมูลมีความแตกต่างกัน การสังเกตเป็นประโยคเชิงบรรยายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติซึ่งรับข้อมูลจากการใช้ประสาทสัมผัสโดยตรง สำหรับการลงข้อสรุปนั้นเป็นผลการประเมินหรือการวัดการรับรู้จากประสาทสัมผัสผ่านประจักษ์พยานหรือผลกระทบที่เกิดขึ้น

7 ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ (scientific theories and laws) ความรู้ที่เป็นกฎและทฤษฎีเป็นความรู้ที่แตกต่างกัน โดยกฎเป็นทฤษฎีที่ผ่านการพิสูจน์หรือตรวจสอบซ้ำจนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้ทุกครั้ง (at all time) ในคำนิยามนั้น กฎ หมายถึง ข้อความหรือคำบรรยายความสัมพันธ์ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่สังเกตได้ แต่ทฤษฎี หมายถึง คำอธิบายที่ผ่านการสรุปอ้างอิง จากการสังเกตปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Bell (2008) ได้แบ่งมโนทัศน์หลักของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ออกเป็น 8 ประเด็นดังนี้

1. ความไม่แน่นอนของความรู้ (tentativeness) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แม้กระทั่งกฎทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยอาศัยหลักฐานหรือวิธีคิดใหม่ ความคิดใหม่ในวิทยาศาสตร์มักเกิดจากความสงสัยโดยเฉพาะความสงสัยในทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับ ดังนั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะขึ้นอยู่กับช่วงเวลา และอาจถูกท้ายทายได้

2. อาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ (empirical evidence) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะอ้างอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ซึ่งหมายถึง ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ แม้ว่าบางมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการพิจารณาทฤษฎีด้วยตรรกะและเหตุผล แต่ท้ายที่สุดความรู้ทางวิทยาศาสตร์มักเกิดจากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือทดลอง

3. การสังเกตต่างจากการลงความเห็นข้อมูล (observation and inference) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ล้วนแต่เกิดจากการสังเกตและการลงความเห็นข้อมูลทั้งสิ้น การสังเกตเกี่ยวข้องกับการรวบรวมข้อมูลโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 แต่การลงความเห็นข้อมูลคือการตีความอย่างมีเหตุผลโดยอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและความรู้เดิม

4. สมมติฐาน ทฤษฎีและกฎแตกต่างกัน (hypotheses laws and theories) ในวิทยาศาสตร์ สมมติฐานมักสร้างเพื่อค้นหาคำอธิบายและตอบคำถามวิจัย กฎทางวิทยาศาสตร์หมายถึงข้อความแสดงความสัมพันธ์หรือรูปแบบปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์คือคำธิบายทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่มีข้อสนับสนุนอย่างเพียงพอ และมีความเกี่ยวข้องกับกฎ โดยกฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่างประเภทกันที่ถูกยอมรับโดยนักวิทยาศาสตร์แต่สามารถถูกล้มล้างได้เช่นกันหากมีหลักฐานใหม่

5. วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีได้หลากหลาย (scientific method) ไม่มีวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่สุด (universal) นักวิทยาศาสตร์จะปรับเปลี่ยนวิธีการต่าง ๆ ในการวิจัย อาจมีการให้ข้อมูลในการเรียนการสอนในโรงเรียนว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีการทดลอง แต่แท้จริงแล้วยังมีวิธีการที่หลากหลายเช่น การสำรวจ การศึกษาความสัมพันธ์ รวมถึงการใช้ญาณและการค้นพบโดยบังเอิญ นักวิทยาศาสตร์จะใช้ความสงสัยในการค้นหาความคำตอบ ทั้งรูปแบบทางการหรือไม่ทางการ

6. บทบาทของจินตนาการ (imagination) จินตนาการเป็นบ่อเกิดของนวัตกรรมและแรงบันดาลใจในวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์จะใช้จินตนาการ หลักฐาน เหตุผล และความรู้เดิมเพื่อ

สร้างความคิดใหม่ นักวิทยาศาสตร์อาจใช้จินตนาการในการสืบสอบหาความรู้และเป็นหนทางในการตีความหมายและวิเคราะห์ข้อมูล

7. ภววิสัยและอัตวิสัยเกิดขึ้นได้ในวิทยาศาสตร์ (objectivity and subjectivity) นักวิทยามีแนวโน้มที่จะสงสัยและประยุกต์กลไก เช่น การตรวจสอบโดยผู้รู้ การตรวจสอบข้ามร่วมกับข้อมูลที่มี เพื่อพัฒนาความเป็นภววิสัย อย่างไรก็ตามค่านิยม ความเชื่อ ความรู้เดิม หรือความสร้างสรรค์ก็มีผลต่อการสร้างความรู้ อัตวิสัยสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในการสังเกต การลงความเห็นข้อมูล และการตีความหมายข้อมูล

8. หนทางในการรู้ที่จำกัด (a way of knowing) วิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบคำถามได้ทุกคำถาม วิทยาศาสตร์เป็นหนทางหนึ่งในการรู้เท่านั้น เช่นเดียวกับการที่ประเภทของข้อคำถามมีข้อจำกัด ดังนั้นคำตอบที่เกิดจากวิทยาศาสตร์ย่อมมีข้อจำกัดเช่นกัน

จากการแบ่งขอบเขตหรือมุมมองของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากนักการศึกษาและองค์กรการศึกษาสามารถสรุปได้ดังตาราง 2.5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง 2. 5 สรุปขอบเขตและมุมมองของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ AAAS (1993) Lederman (2006) และ Bell (2008)

AAAS (1993)	Lederman (2006)	Bell (2008)
ขอบเขตที่ 1 โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 1.1 ทุกสิ่งบนโลกล้วนสามารถศึกษาได้ 1.2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ 1.3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับช่วงเวลา 1.4. วิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบที่สมบูรณ์แก่ทุกปัญหาได้ **ขอบเขตที่ 2 การสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์** 2.1 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน 2.2 วิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานระหว่างตรรกะและการจินตนาการ 2.3 วิทยาศาสตร์อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ 2.4 นักวิทยาศาสตร์พยายามระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง 2.5 วิทยาศาสตร์ไม่ใช่ลัทธิเผด็จการ **ขอบเขตที่ 3 วิทยาศาสตร์ในฐานะองค์กร** 3.1 วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน 3.2 วิทยาศาสตร์ถูกแตกออกเป็นหลายแขนง 3.3 วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมในการดำเนินการ 3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	1.ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ 2. วิทยาศาสตร์อยู่ในฐานะองค์กรหนึ่งทางสังคม 3. อัตวิสัยเกิดขึ้นได้ในวิทยาศาสตร์ 4. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาศัยการลงความเห็นข้อมูล การจินตนาการและความสร้างสรรค์ 5. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน 6. การสังเกตและการลงความเห็นข้อมูลแตกต่างกัน 7. ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน	1. ความไม่แน่นอนของความรู้ 2. อาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ 3.การสังเกตต่างจากการลงความเห็นข้อมูลหนทางในการรู้ที่จำกัด 4.สมมติฐาน ทฤษฎีและกฎแตกต่างกัน 5. วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีได้หลากหลาย 6. บทบาทของจินตนาการ 7. ภววิสัยและอัตวิสัยเกิดขึ้นได้ในวิทยาศาสตร์ 8. หนทางในการรู้ที่จำกัด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขอบเขตการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยนี้

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีหลากหลายมุมมอง และโดยมากจะมีการนิยามความหมายของคำว่า “ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์” ในฐานะของญาณวิทยาของวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะกล่าวถึงการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และลักษณะสำคัญหนึ่งของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ถาวร และจะมีการเปลี่ยนแปลงได้ด้วยปัจจัยต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับหลักฐานเชิงประจักษ์ใหม่และวิธีการคิดใหม่ อย่างไรก็ตามหลักฐานเชิงประจักษ์เช่น ผลการสังเกต ผลการทดลอง หรือการตีความต่าง ๆ ย่อมผ่านจากความคิดของนักวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น ดังนั้นจึงเป็นการยากที่นักวิทยาศาสตร์เองจะหลีกเลี่ยงของความอคติ รวมถึงปัจจัยทางด้านวัฒนธรรมและสังคมซึ่งวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคม ดังนั้นจึงเป็นการยากที่วิทยาศาสตร์จะแยกตัวหรือเป็นอิสระจากอิทธิพลของสังคมได้ สอดคล้องกับ Bell (2009) ที่อ้างว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในมโนทัศน์ต่าง ๆ อันได้แก่ หลักฐานเชิงประจักษ์ การสังเกตและการลงความเห็นข้อมูล กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ความสร้างสรรค์ และภววิสัยและอัตวิสัยในวิทยาศาสตร์ ล้วนแต่อยู่ในร่มของมุมมองความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ โดยมโนทัศน์ดังกล่าวจะเป็นเหตุผลสนับสนุนสาเหตุการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสอดคล้องกับการศึกษาของ Limpanont (2011) ที่เชื่อมโยงมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในมิติต่าง ๆ ได้แก่ มิติญาณวิทยาในวิทยาศาสตร์ มิติบริบททางสังคมและวัฒนธรรมในวิทยาศาสตร์ และมิติปัจเจกบุคคลของนักวิทยาศาสตร์ เป็นปัจจัยที่สามารถส่งผลทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในมุมมองต่าง ๆ ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะไม่มั่นคงถาวร สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามกาลเวลา โดยขึ้นอยู่กับการมีหลักฐานและวิธีการค้นคว้าใหม่ นอกจากนี้อิทธิพลของอัตวิสัยในตัวบุคคล และบทบาทของวัฒธรรมและสังคมอาจมีผลต่อความเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์เช่นกัน

2. ธรรมชาติของการสังเกต (nature of observation)

แม้การสังเกตจะถูกนิยามว่าเป็น การใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 อย่างไรก็ตามการสังเกตอาจถูกรบกวนโดยความตื่นเต้นต่อสิ่งที่สังเกตหรือเหตุการณ์ที่สังเกตอยู่ และอาจถูกรบกวนโดยความเข้าใจคลาดเคลื่อน หรือแม้กระทั่งความรู้เดิมของนักวิทยาศาสตร์เอง ทั้งนี้การสังเกตเป็นจุดเริ่มต้นของความสนใจใคร่รู้ของนักวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การค้นคว้าหาความรู้หรืออาจนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

3. บทบาทการจินตนาการ (role of imagination)

แม้ว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์จะเป็นแนวทางการปฏิบัติในการสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แล้ว นักวิทยาศาสตร์จะใช้จินตนาการ ตรรกะ และความรู้ที่มีเพื่อเป็นแหล่งกำเนิดของความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์

4. วิธีการวิทยาศาสตร์ (scientific method)

แม้ว่านักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะมีแบบแผนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบ อย่างไรก็ตามยังคงมีวิธีการอื่น ๆ เช่น การจินตนาการ การใช้ญาณส่วนตัว หรือความบังเอิญในการค้นหาคำตอบหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5. วิทยาศาสตร์ถือเป็นองค์กรหนึ่งในสังคม ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงเป็นสมาชิกในสังคมเช่นกัน และทำให้นักวิทยาศาสตร์ปฏิเสธความเป็นยึดโยงกับสังคมเช่น ค่านิยม วัฒนธรรม และแม้กระทั่งสังคมในศาสตร์ของตนไม่ได้ ทั้งยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อความคิด ความเชื่อของนักวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดการตีความหมาย การค้นคว้าหาความรู้ที่แตกต่างกัน และอาจทำให้ได้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่

4. วิธีและกลยุทธ์การสอนเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

วิธีและกลยุทธ์การสอนเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทำได้ในหลากหลายรูปแบบแม้กระทั่งการบรรยายก็เป็นวิธีการสอนหนึ่งเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ (Durkee, 1974 cited in Khisfe & Lederman, 2006) โดยนักการศึกษาได้เสนอวิธีและกลยุทธ์การสอนต่าง ๆ โดยนำเสนอดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.1 การอภิปราย

การอภิปรายเป็นวิธีการสอนที่นิยมใช้ในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งมักเป็นกิจกรรมหนึ่งที่พบในแนวคิดการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย เช่น แนวคิดการสอนเชิงประวัติศาสตร์ (historical approach) โดยก่อนการอภิปรายครูอาจมีประเด็นในการอภิปรายเช่น ประเด็นขัดแย้งระหว่าง 2 ทฤษฎี (confrontations) ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม (socioscientific issue) การทดลองเดิมของนักวิทยาศาสตร์ในอดีต (Sadler, Barab, & Scott, 2007; Pekbay & Yilmaz, 2015; Nur & Fitnat, 2015) และในแนวคิดการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (explicit-reflective approach) ซึ่งเป็นแนวคิดการสอนที่มี

การสอดแทรกเนื้อหาสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนและมีการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนความคิดความเข้าใจ โดยครูอาจมีการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนมความเข้าใจและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดร่วมกับนักเรียนหรือครูในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2001) ระหว่างการอภิปรายนักเรียนสามารถชั่งน้ำหนักของหลักฐานที่จะกล่าวอ้าง ค้นคว้าหาข้อมูลเพื่อการอภิปราย ตรวจจับความลำเอียง และนำเสนอมุมมองที่ผ่านการพิจารณาแล้วของตนเองได้ นอกจากนี้สามารถฝึกทักษะการติดต่อสื่อสาร การฟัง การทำงานอย่างรวมพลัง และกระบวนการกลุ่มได้อีกด้วย (wellington & Ireson, 2008)

4.2 การใช้สถานการณ์จำลองและบทบาทสมมติ

นักเรียนสามารถพัฒนาคุณภาพของการเห็นอกเห็นใจและความรู้สึกร่วมกับเรื่องราวหรือผู้คนในอดีตและจากวัฒนธรรมที่แตกต่างกับพวกเขา การแสดงบทบาทสมมติสามารถนำเสนอค่านิยม เจตคติ และความรู้ที่มีอยู่ของกลุ่มนักเรียนในการกำหนดทิศทางของเรื่องราวที่จะนำเสนอ และบางทีอาจะเป็นการสวมบทบาทโดยปิดบังชื่อบุคคลที่แท้จริง ซึ่งการใช้สถานการณ์จำลองและบทบาทสมมติสามารถเร้าความสนใจและจูงใจนักเรียน รวมทั้งยังสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงในมุมมองสำคัญต่างๆ ได้ นอกจากนี้การแสดงบทบาทสมมติในเรื่องที่เกิดขึ้นในอดีตและเป็นเรื่องเกี่ยวข้องกับสังคมและวัฒนธรรม ยังสามารถสะท้อนประเด็นทางคุณธรรมและจริยธรรมที่มีต่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทดลองปลูกฝีดาษในคนของ Edward Jenner ที่มีความเกี่ยวข้องกับวัฒนธรรมในสังคมอังกฤษสมัยนั้น (Wellington & Ireson, 2008)

4.3 การอ่าน การฟัง หรือการรับชมสิ่งที่เกี่ยวข้องกับเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การใช้สื่อเช่น รูปภาพ การ์ตูน หนังสือพิมพ์ หรือภาพหัวเรื่อง ที่ถูกนำเสนอให้นักเรียนได้เห็นเป็นการทดแทนการนำเสนองานเขียนให้แก่นักเรียน เพื่อนำไปสู่การอภิปรายในชั้นเรียนและยังเป็นหลักฐานสำคัญในการอภิปรายอีกด้วย นอกจากนี้การรับชมเรื่องราวเหตุการณ์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่นำเสนอผ่านวิดิทัศน์หรือการ์ตูน ยังสามารถช่วยให้นักเรียนได้รับทราบและมีความรู้สึกร่วมเกี่ยวกับเรื่องราวนั้น จุดประสงค์หลักของกลยุทธ์นี้คือการเป็นหนทางเลือกในกระบวนการการนำเสนอข้อมูล หรือการเล่าเรื่องราวในพฤติกรรมที่แตกต่างออกไป กลยุทธ์นี้อาจถูกใช้เพื่อพัฒนางานเขียนของนักเรียน โดยครูอาจมอบหมายให้นักเรียนเขียนคำหรือความคิดเห็นเกี่ยวกับภาพ หรืออาจให้อธิบายเกี่ยวกับลักษณะสำคัญของภาพที่ครูนำเสนอ เพื่อนำไปสู่กิจกรรมการอภิปราย (Wellington & Ireson, 2008)

4.4. การจัดการประเด็นขัดแย้ง

ประเด็นขัดแย้งเป็นปัญหาที่ไม่มีคำตอบที่ชัดเจนเนื่องจากมีความเกี่ยวข้องกับมุมมองและความคิดเห็น ซึ่งไม่ได้เกี่ยวข้องแค่ข้อเท็จจริงเพียงอย่างเดียว ลักษณะของประเด็นขัดแย้งได้แก่ ประเด็นที่ยังคงมีการโต้วาทีหรือการคัดค้านเกี่ยวกับสาเหตุ ทฤษฎี และหลักฐาน เช่น ประเด็นอาหารที่ผลิตจากสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม (GM foods) หรือ ประเด็นที่ยังคงมีการโต้วาทีหรือการคัดค้านเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มนุษย์ หรือสัตว์ เช่น ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม การใช้พลังงานนิวเคลียร์ การโคลน การใช้สัตว์ทดลอง และการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม โดยเหตุผลที่ควรนำประเด็นขัดแย้งมาร่วมในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์มี 3 ประการดังนี้

1. ประเด็นขัดแย้งจะทำให้เนื้อหาสาระมีความน่าสนใจ มีความหมาย มีความน่าตื่นเต้น และมีความเกี่ยวโยงกับนักเรียนมากขึ้น

2. เป็นหนทางเพื่อแสดงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น การแสดงให้นักเรียนเห็นว่ากิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้ถูกต้องสมบูรณ์ แน่นอน และปราศจากปัญหาเสมอไป

3. นักเรียนสามารถสร้างเจตคติ ทักษะ และความเข้าใจในกระบวนการที่สำคัญ โดยการทดสอบประเด็นขัดแย้งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Wellington & Ireson, 2008)

4.5. การสืบสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การสืบสอบถือเป็นการสอนโดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการทำกิจกรรมการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Orlich, Harder, Callahan, Trevisan, & Brown, 2010) กิจกรรมการสืบสอบสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ด้วยการทำการทดลองซ้ำกับการทดลองในอดีตเช่น การสืบสอบทฤษฎีการมองเห็นโดยให้นักเรียนทำการทดลองซ้ำกับแบบจำลองเพื่ออธิบายเรื่องเงาของ Al-Kindi และแบบจำลองของ Kepler เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างและพัฒนาในวัฒนธรรมและช่วงเวลาที่แตกต่างกัน การสืบสอบการปลูกฝีดาษของ Edward Jenner โดยครูให้นักเรียนวิเคราะห์การทดลองการปลูกฝีดาษในคน เพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้นักเรียนยังสามารถถ่ายโอนรูปแบบการสืบสอบของนักวิทยาศาสตร์สู่การสืบสอบของตนเองได้ (Wellington, 2000) ทั้งนี้การสอนผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก็สามารถช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เช่น กิจกรรม Fragmented Fossil Tales ซึ่งมี

ลักษณะกิจกรรมสืบสอบหาชนิดของสิ่งมีชีวิตจากซากดึกดำบรรพ์ โดยการสอนนี้สามารถช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับการสังเกตและการลงความเห็นข้อมูล (Bell, 2008) นอกจากนี้ครูอาจมีการตั้งคำถามจากนั้นให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อการสืบสวนหาคำตอบที่ครูตั้งไว้ จากนั้นนักเรียนจะทำการอภิปรายเพื่อหาคำตอบหรืออาจมีการปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งนักเรียนจะได้ทราบว่าการสืบเสาะหาความรู้ในวิธีต่าง ๆ อาจไม่เหมาะกับการหาคำตอบของปัญหาทุกชนิด (Sear & Sorensen, 2000)

4.6. การโต้แย้ง

ในกิจกรรมการสอนที่มีการโต้แย้งสามารถเปิดกว้างให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การอ้างอิงหลักฐานและการให้เหตุผล กิจกรรมการโต้แย้งสามารถสะท้อนคุณค่าของนักเรียนในการตัดสินข้อความรู้ เรื่องราว กรณีศึกษา หรือประเด็นขัดแย้งต่างๆ การโต้แย้งสามารถสะท้อนมุมมองความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เช่น ความรู้สึกนึกคิดของนักวิทยาศาสตร์ หลักฐานเชิงประจักษ์ และ สังคมและวัฒนธรรมล้วนแต่มีผลต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (McDonald & McRobbie, 2011; Khisfe, 2014; Soysal, 2015) นอกจากนี้การมีส่วนร่วมในกิจกรรมโต้แย้งจะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับองค์กรทางวิทยาศาสตร์ และความคิดของบุคคลจะขึ้นกับอิทธิพลของบุคคลอื่นเช่นกัน (Boran & Bag, 2016) McDonald and McRobbie (2011) ได้กล่าวอ้างว่าการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเป็นฐานร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งสามารถพัฒนามุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. การวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ทำการสร้างเครื่องมือวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้อย่างหลากหลาย โดยเริ่มสร้างตั้งแต่ในปีค.ศ. 1960 โดยมุ่งเน้นการวัดประเมินผลเชิงปริมาณเป็นหลักและได้มีการพัฒนาให้เหมาะสมขึ้นตามลำดับดังตาราง 2.6

ตาราง 2. 6 เครื่องมือวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Lederman, Wade, & Bell, 1998; Bell, 2008)

ปี	เครื่องมือ	ผู้สร้างเครื่องมือ
1954	Science attitude questionnaire	Wilson
1958	Fact about science test (FAST)	Stice
1959	Science attitude scale	Allen
1961	Test on understanding science (TOUS)	Cooley & Klopfer
1962	Processes of science test	BSCS

ปี	เครื่องมือ	ผู้สร้างเครื่องมือ
1966	Inventory of science attitudes, interests, and appreciations	Swan
1966	Science process inventory (SPI)	Welch
1967	Winconsin inventory of science processes (WISP)	Literacy Research Center
1968	Science support scale	Schwirian
1968	Nature of science scale (NOSS)	Kimball
1969	Test on the social aspects of science (TSAS)	Korth
1970	Science attitude inventory (SAI)	Moorc & Sutman
1974	Science inventory (SI)	Hungerford & Walding
1975	Nature of science test (NOST)	Billeh & Hasan
1975	View of science test (VOST)	Hillis
1976	Nature of scientific knowledge scale (NSKS)	Rubba
1978	Test of science-related attitudes (TOSRA)	Fraser
1980	Test of enquiry skills (TOES)	Fraser
1981	Conception of scientific theories test (COST)	Cotham & Smith
1982	Language of science (LOS)	Ogunniyi
1989	View on science- technology- society (VOSTS)	Aikenhead, Fleming & Ryan
1990	Nature of science survey	Lederman & O'Malley
1992	Modified nature of scientific knowledge scale (MNSKS)	Meichtry
1995	Critical incidents	Nott & Welington
1996	Philosophy of science survey (PSS)	Alters
1998	View of Nature of Science B	Abd- El- Khalick, Bell & Lederman
2002	View of Nature of Science D	Abd- El- Khalick, Bell & Lederman

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปี	เครื่องมือ	ผู้สร้างเครื่องมือ
2004	“Myths of Science” quiz	Chiappetta & Koballa

(อ้างอิงจาก Lederman et al. (1998). Assessing the Nature of science: What is the Nature of Our Assessments? : 595-615)

Lederman et al. (1998) ได้วิพากษ์เครื่องมือวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิมที่มีมาตั้งแต่ปีค.ศ. 1954 ว่ามีความไม่เหมาะสมในการวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในหลากหลายประการเช่น (1) การออกแบบข้อคำถามไม่สอดคล้องกับกรอบแนวคิดของการเป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยบางเครื่องมือวัดอาจมีข้อคำถามที่มุ่งเน้นการวัดทักษะทางวิทยาศาสตร์ หรือเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (2) อคติที่เกิดขึ้นในเครื่องมือวัดโดยเครื่องมือวัดบางชนิดอาจมีการแฝงด้วยอคติของการตีความคะแนนที่ผู้วิจัยหลีกเลี่ยงได้ยาก (3) การออกแบบเครื่องมือวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นการเขียนตอบ (paper-pencil test) ซึ่งพบว่าการตีความคำตอบของนักเรียนด้วยการเขียนตอบและการตีความคำตอบ ของนักเรียนจากการสัมภาษณ์ไม่สอดคล้องกัน ถึงแม้ว่าเครื่องมือ VOSTS จะถือเป็นเครื่องมือวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม แต่มีความแตกต่างจากกระบวนการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม กล่าวคือ มีความชัดเจนในการให้ค่าคะแนนมุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และมีตัวเลือกหรือเหตุผลให้นักเรียนได้เลือกอย่างหลากหลาย

ปัจจุบันเครื่องมือวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกใช้อย่างแพร่หลายคือ View of the Nature of Science (V-NOS) ที่ถูกพัฒนาขึ้นในหลากหลายรูปแบบ (Chen, 2006; Lederman et al., 2002) อย่างไรก็ตาม Chen (2006) ได้วิพากษ์เครื่องมือ V-NOS ไว้ว่าเป็นความท้ายทายอย่างยิ่งในการตอบคำถามปลายเปิดที่มีถึง 10 ข้อโดยใช้ระยะเวลาสอบ 40-60 นาที และอาจเป็นการยากที่จะได้รับข้อมูลที่สอดคล้องกับความคาดหวังของผู้วิจัย โดยเฉพาะข้อคำถามที่ไม่ได้ถามผู้ตอบแบบสอบถามโดยตรง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการโต้แย้ง

Kim et al. (2011) ได้ศึกษาอิทธิพลของบรรทัดฐานทางวัฒนธรรมและการอภิปรายแบบรวมพลังที่มีต่อการเขียนเรียงความเชิงสะท้อนคิด (reflective essay) ในนักเรียนชั้นเกรด 4 ในโรงเรียนที่มีสถานะทางสังคมและเศรษฐกิจที่แตกต่างกันจำนวน 5 โรงเรียน จากประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศเกาหลีใต้ แบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีรูปแบบการอภิปรายการให้เหตุผลแบบรวมพลัง และกลุ่มที่ไม่มีการอภิปรายการให้เหตุผลแบบรวมพลัง ในแต่ละโรงเรียน มีเครื่องรวบรวม

ข้อมูลก่อนเรียนคือ แบบสอบถามมิติสังคม (sociometry questionnaire) แบบสอบวัดความรู้การอ่าน Gates-MacGinite สำหรับนักเรียนประเทศสหรัฐอเมริกา และแบบสอบอักษรศาสตร์มาตรฐานสำหรับนักเรียนประเทศเกาหลีใต้ และเก็บรวบรวมข้อมูลหลังเรียนด้วยการเขียนเรียงความเชิงสะท้อนคิด จากการทดลองพบว่า การอภิปรายการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีผลต่อจำนวนองค์ประกอบของข้อโต้แย้ง เช่น เหตุผล ข้อโต้แย้งค้าน และข้อคัดค้านที่เพิ่มขึ้น ในกลุ่มนักเรียนประเทศเกาหลีใต้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 แต่ไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญในนักเรียนประเทศสหรัฐอเมริกา

Zhang et al. (2013) ได้ทำการศึกษาผลของการอภิปรายการให้เหตุผลแบบรวมพลังในนักเรียนลาตินอเมริกันชั้นเกรด 5 โรงเรียนในเขตพื้นที่รัฐชิคาโกจำนวน 75 คน เพื่อพัฒนาทักษะภาษาอังกฤษของนักเรียน โดยมีเครื่องมือรวบรวมข้อมูลก่อนเรียนคือ แบบสำรวจรายการศัพท์ แบบวัดการตัดสินไวยากรณ์ในประโยค และแบบสอบวัดความรู้การอ่าน Gates-MacGinite เมื่อทำการทดลองแล้วผู้วิจัยจึงได้รวบรวมข้อมูลหลังเรียนโดยมีเครื่องมือรวบรวมข้อมูลคือ แบบสอบการฟังและการอ่าน VST การเล่าเรื่องราวเชิงบรรยาย การเขียนเรียงความเชิงสะท้อนคิด และแบบสอบถามเจตคติ พบว่าการอภิปรายการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีผลต่อจำนวนองค์ประกอบของข้อโต้แย้ง เช่น เหตุผล ข้อโต้แย้งค้าน และการใช้หลักฐานจากเนื้อความที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 นอกจากนี้การอภิปรายการให้เหตุผลแบบรวมพลังยังมีผลต่อความสามารถในการอ่าน และทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนภาษาและมีแรงจูงใจในการเข้าร่วมการอภิปรายอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญกับความสามารถในการอ่านของนักเรียน

จากการสำรวจชั้นเรียนที่มีการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังของ Dong et al. (2008) ของนักเรียนชั้นเกรด 4 จำนวน 16 คนแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 8 คน และกลุ่มควบคุม 8 คน ในโรงเรียนเขตพื้นที่ Ma Anshan และนักเรียนชั้นเกรด 4 32 คน ซึ่งถูกแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 16 คน และกลุ่มควบคุม 16 คนในโรงเรียนเขตพื้นที่ Longshan ประเทศจีน และ นักเรียนชั้นเกรด 4 จำนวน 18 คน โดยมีเครื่องมือรวบรวมข้อมูลคือการเขียนเชิงสะท้อนสะท้อนคิดและการสังเกตการมีส่วนร่วมในการอภิปรายโดยบันทึกภาพเคลื่อนไหว จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีการเขียนเชิงสะท้อนคิด วัดได้จากการสร้างข้อโต้แย้ง ที่ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 แต่ไม่มีนัยสำคัญต่อการสร้างข้อโต้แย้งค้านและข้อคัดค้าน นอกจากนี้การวิจัยยังพบว่าในการเขียนเชิงสะท้อนคิดพบว่านักเรียนประเทศจีนและเกาหลีใต้สามารถอ้างอิงหลักฐาน ที่คิดและสร้างขึ้นในระหว่างการมีส่วนร่วมในการสนทนาโดยผ่านกระบวนการขับเคลื่อนภายในและสามารถถ่ายโอนไปสู่การเขียนเชิงสะท้อนคิดได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

Dass (2005) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ โดยสะท้อนจากความเข้าใจธรรมชาติองค์กรวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการการถกเถียงเกี่ยวกับประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ โดยการวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติขององค์กรวิทยาศาสตร์ โดยมีกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเลือก “An Undergraduate History of Science Course” โดยมีลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้คือ ผู้วิจัยจะจัดกิจกรรมการอภิปรายเกี่ยวกับประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ แต่ก่อนทำการอภิปรายในคาบเรียน นักศึกษาต้องศึกษาข้อมูลและจัดทำใบสรุปความรู้ของตนเอง (Statement of Critical Significant; SOCS) ก่อนเพื่อนำมาใช้ในการอภิปราย รูปแบบการอภิปรายแบ่งออกเป็นสองรูปแบบคือ การอภิปรายกลุ่มย่อย โดยนักศึกษาจะอภิปรายเกี่ยวกับใจความสำคัญของบทเรียนในแบบเรียน โดยอาศัย SOCS ของตนที่ได้ศึกษามาเบื้องต้น และการอภิปรายทั้งชั้นเรียน เป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของนักศึกษาในชั้นเรียนเพื่อนำปสู่การสังเคราะห์ความคิดสำคัญของบทเรียน ซึ่งระหว่างนี้ผู้วิจัย (ในฐานะอาจารย์ผู้สอน) จะทำการอธิบายแทรกด้วยองค์ประกอบสำคัญขององค์กรทางวิทยาศาสตร์ เมื่อท้ายภาคเรียนจึงได้ทำการทดสอบนักเรียนด้วยการเขียน SOCS และแบบวัด View on Science-Technology-Society พบว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติองค์กรวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

Khishfe (2008) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของแนวการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการยึดกิจกรรมการสืบสอบเป็นสำคัญ (explicit and inquiry-oriented approach) ที่สอดแทรกในเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นเกรด 7 จำนวน 18 คน โดยมีเครื่องมือรวบรวมข้อมูลคือ แบบสอบถาม VNOS-C และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยนักเรียนจะได้เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบในหน่วยการเรียนรู้โครงสร้างและหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตเป็นเวลา 8 สัปดาห์ และหน่วยการเรียนรู้ประชากรและระบบนิเวศจำนวน 4 สัปดาห์ ลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้ยึดการสืบสอบเป็นศูนย์กลางในการแก้ปัญหาและสืบค้นข้อมูลเพื่อหาข้อสรุป จากนั้นหลังกิจกรรมแต่ละครั้งนักเรียนจะถูกนำเข้าสู่การอภิปรายเชิงสะท้อนคิดทั้งชั้นเรียนเกี่ยวกับกิจกรรมสืบสอบและมุมมองต่อธรรมชาติวิทยาศาสตร์ใน 4 มุมมองได้แก่ ความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ ความรู้วิทยาศาสตร์อาศัยประจักษ์พยาน ความสร้างสรรค์ และการสังเกตและการลงความเห็นข้อมูลแตกต่างกัน จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าสามารถพัฒนานักเรียนที่มีมุมมองต่อธรรมชาติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนที่เป็นระดับมุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์สู่ระดับที่สูงขึ้น ได้แก่ มุมมองในระยะปรับเปลี่ยนและมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ตามลำดับ และยังแสดงให้เห็นว่าการพัฒนานั้นจะเปลี่ยนเป็นลำดับขั้นโดยมุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยาศาสตร์จะพัฒนาเป็นมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ จะผ่านระดับมุมมองในระยะปรับเปลี่ยนก่อน

Nur and Fitmat (2015) ได้ศึกษาวิจัยและพัฒนาสถานการณ์ทางประวัติศาสตร์เกี่ยวกับเนื้อสมดุลเคมี โดยสอดแทรกเนื้อหาธรรมชาติวิทยาศาสตร์และ เพื่อพิสูจน์ว่าแนวการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดสามารถพัฒนามุมมองต่อธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายได้หรือไม่ โดยมีนักเรียนกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเมือง Ankara จำนวน 17 คน โดยรูปแบบกิจกรรมคือครูจะให้นักเรียนอ่านบทความเกี่ยวกับทฤษฎี 2 ทฤษฎีที่ขัดแย้งกันได้แก่ Theory of Chemical Affinity และ Law of Mass Action เพื่อสะท้อนถึงความไม่แน่นอนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็นข้อมูล และบทบาทของจินตนาการและความสร้างสรรค์ในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้การอภิปรายแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวัดคือ แบบสอบถาม View on Nature of Science – Form C ก่อนและหลังเรียน พบว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์มากขึ้นกว่าก่อนเรียนจากการเทียบความถี่ร้อยละของนักเรียน

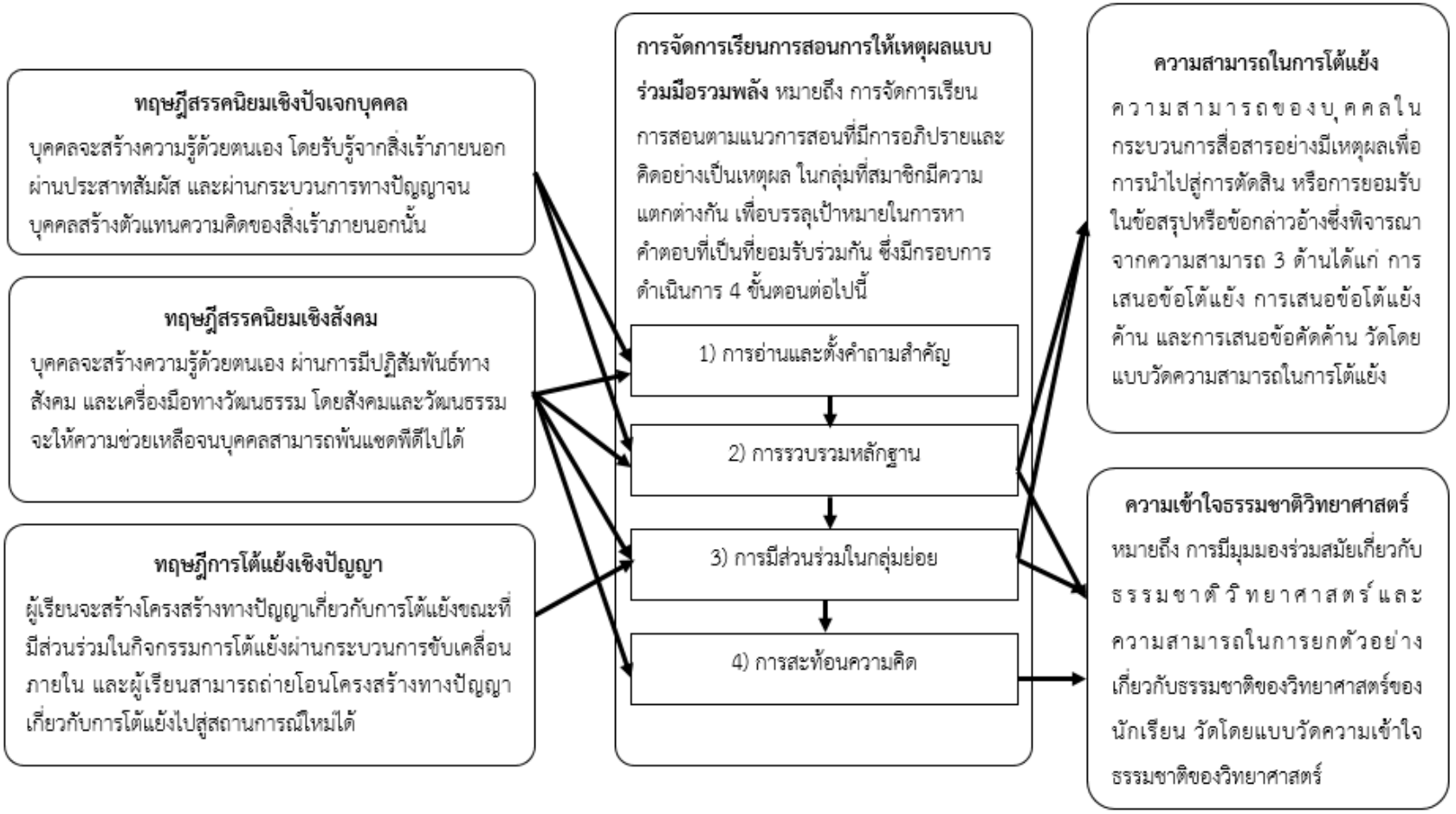
พิมพ์พิรัญ ปัญโญ (2558) ได้ทำการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการอภิปรายแบบชัดแจ้ง ในหน่วยการเรียนรู้ของแข็ง ของเหลว แก๊ส และเพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากได้เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการอภิปรายแบบชัดแจ้ง โดยมีกลุ่มตัวอย่างนักเรียน 30 คนจากโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ในจังหวัดนนทบุรี โดยมีเครื่องมือรวบรวมข้อมูลได้แก่ บันทึกหลังสอน อนุทินบันทึกการเรียนรู้ ใบงานและใบกิจกรรม และแบบวัดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ VNOS-C ก่อนและหลังเรียน และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยครอบคลุมประเด็นธรรมครอบคลุมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 5 ประเด็นได้แก่ กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่แตกต่างกัน วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์ การสังเกตและการลงความเห็นแตกต่างกัน จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ใช้ในทุกขั้นตอนของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์แตกต่างกันแต่สัมพันธ์กัน ข้อมูลที่รวบรวมได้จะถูกวิเคราะห์และแบ่งความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ระดับได้แก่ นักเรียนที่มีความเข้าใจถูกต้อง เข้าใจบางส่วนและเข้าใจคลาดเคลื่อนตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนเรียน และพบว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์คือการบูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์เข้าไปใน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เนื้อหาวิชาอย่างสอดคล้องเหมาะสม กระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนคิดด้วยกิจกรรมที่น่าสนใจ และมีการประเมินความเข้าใจร่วมกันผ่านการอภิปรายโต้แย้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรอบแนวคิดการวิจัย



บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 กำหนดระเบียบวิธีวิจัยดังนี้

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experimental research) โดยมีรูปแบบการวิจัยเป็น pretest-posttest design กลุ่มตัวอย่างแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มนักเรียนที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง และกลุ่มนักเรียนที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนและหลังการทดลอง (วรรณี แกมเกตุ, 2555) ดังภาพ 3.1

ภาพ 4. 1 รูปแบบการวิจัยแบบกึ่งทดลอง

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

O_1 หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง

X หมายถึง การเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง

~X หมายถึง การเรียนการสอนแบบทั่วไป

O_2 หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 37 จังหวัดแพร่ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 2 ห้องเรียน ในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 37 จังหวัดแพร่ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มได้แก่ กลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุแบบรวมพลัง และกลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

2.1 การเลือกโรงเรียน

ใช้วิธีเลือกโรงเรียนแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกคือ โรงเรียนที่เลือกเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ ประเภทสหศึกษาที่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 37 จังหวัดแพร่ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เปิดสอนตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ และผู้บริหารและครูผู้สอนให้ความร่วมมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

2.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) คือเลือกนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 2 ห้องเรียน โดยสืบค้นข้อมูลผลการทดสอบ PISA ในปีค.ศ. 2015 เพื่อศึกษาผลคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งจากการศึกษาพบว่าประชากรและโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบนและอยู่ในโรงเรียนกลุ่มสพฐ. 2 ที่มีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ 438 ซึ่งถือว่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศ และมีแนวโน้มคะแนนที่ลดลงจากปี 2012 จึงสามารถอนุมานได้ว่านักเรียนมีความสามารถในการโต้แย้งต่ำ ไม่มีความแตกต่างกันในระดับชั้นเดียวกัน และไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มประชากร ผู้วิจัยได้รับอนุญาตจากโรงเรียนให้ทำวิจัยกับนักเรียน 2 ห้องจำนวน จากนั้นจึงจับสลากเลือก 1 ห้องเรียนให้เป็นกลุ่มทดลอง มีจำนวนนักเรียน 41 คน และอีกหนึ่งห้องที่เหลือให้เป็นกลุ่มควบคุม มีจำนวนนักเรียน 40 คน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีทั้งหมด 2 ประเภทคือ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง และแผนการจัดการเรียนรู้แบบทั่วไป 2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการโต้แย้ง และแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้การเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง และแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป โดยมีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพดังนี้

1) ศึกษาตำรา เอกสาร วารสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง และการเรียนการสอนแบบทั่วไป ซึ่งได้ทำการเปรียบเทียบการเรียนการสอนทั้ง 2 แบบ ดังตาราง 3.1 รวมถึงศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาวิชาชีววิทยาพื้นฐาน ที่จะใช้ในการเรียนการสอน ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้เรื่องดุลยภาพของสิ่งมีชีวิตและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต โดยเป็นสาระที่หลักสูตรของโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มเป้าหมายในการเก็บข้อมูลครั้งนี้กำหนดไว้

ตาราง 3. 1 การเปรียบเทียบการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังและการเรียนการสอนแบบทั่วไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง	การเรียนการสอนแบบทั่วไป
ขั้นที่ 1 การอ่านบทอ่านและตั้งคำถามสำคัญ 1.1) ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยที่มีนักเรียน 4-6 คนโดยพิจารณาตามความสามารถด้านการพูดและผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยมีนักเรียนกลุ่มเก่งปานกลาง และอ่อนอยู่ร่วมกันในกลุ่ม 1.2) นักเรียนอ่านบทอ่านหรือศึกษาวีดิทัศน์เกี่ยวกับประเด็นขัดแย้งที่มีความเกี่ยวข้องกับมิติด้านสังคม ความเชื่อและวิทยาศาสตร์ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันสรุปใจความสำคัญร่วมกัน	ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน เร้าความสนใจเพื่อให้ผู้เรียนมีความสนใจใคร่รู้ และสอบถามประสบการณ์เดิมของนักเรียน

การเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง	การเรียนการสอนแบบทั่วไป
1.3) นักเรียนในกลุ่มย่อยร่วมกันตั้งคำถามสำคัญที่เกี่ยวข้องกับบทอ่าน และนำเสนอคำถามสำคัญโดยครูจะคัดเลือกคำถามที่มีลักษณะเป็นประเด็นขัดแย้งไม่มีคำตอบที่แน่ชัด เพื่อใช้ในการอภิปรายร่วมกัน	
ขั้นที่ 2 การรวบรวมหลักฐาน 2.1) นักเรียนร่วมกันสร้างความรู้ด้วยการสืบค้นและนำเสนอข้อมูล การทดลอง หรือการสอนโดยครู จากนั้นจึงร่วมกันสรุปเป็นความรู้ของกลุ่ม 2.2) นักเรียนแต่ละคนอาจมีการสืบค้นข้อมูลเพิ่มติมเพื่อจะนำความรู้ที่ได้ หรือประสบการณ์เดิมที่มีความเกี่ยวข้องกับคำถามสำคัญมาเป็นหลักฐานในการอภิปรายร่วมกัน	ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการให้ความรู้แก่ผู้เรียน หรือจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูจัดเตรียมขึ้น
ขั้นที่ 3 การมีส่วนร่วมในกลุ่มย่อย นักเรียนแต่ละคนจะแสดงความคิดเห็นของตนได้อย่างอิสระ นักเรียนสามารถท้าทายความคิดและโน้มน้าวเพื่อนที่มีความคิดเห็นไม่ตรงกันด้วยหลักฐานที่รวบรวมได้ เพื่อสร้างข้อสรุปร่วมกัน ครูสามารถใช้เทคนิคเช่น การเล่าเรื่องรอบวง (round robin) ร่วมด้วย	
ขั้นที่ 4 การสะท้อนคิด 4.1) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปเนื้อหาสาระที่ได้จากการสืบค้นและนำเสนอข้อมูล การทดลอง หรือการสอนจากครู 4.2) นักเรียนในกลุ่มร่วมกันสะท้อนความคิดเกี่ยวกับการโต้แย้ง การทำงานร่วมกัน และร่วมกันให้ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาการอภิปรายครั้งถัดไป 4.3) นักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันสะท้อนความคิดเกี่ยวกับการโต้แย้ง การทำงานร่วมกัน และร่วมกันให้ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาการอภิปรายครั้งถัดไป	ขั้นสรุปการเรียนรู้ เป็นการสรุปความคิดรวบยอดร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนที่ได้จากการเรียนรู้ในกิจกรรมการเรียนรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) เรียบเรียงและจัดเนื้อหาสาระเพื่อใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ โดยแบ่งได้ทั้งหมด จำนวน 5 แผน เป็นเวลา 18 คาบ สรุปได้ดังตาราง 3.2

ตาราง 3. 2 เนื้อหาสาระและจำนวนคาบที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

แผนลำดับที่	เนื้อหาสาระ	จำนวนคาบ
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต		
1	กลไกการรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต	3
2	ภูมิคุ้มกันของร่างกาย	3
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต		
3	สารพันธุกรรมและการแบ่งเซลล์	6
4	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและมิวเทชัน	3
5	การคัดเลือกโดยธรรมชาติ การคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์และเทคโนโลยีชีวภาพ	3
รวม		18

3) ดำเนินการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามสาระและจำนวนคาบที่กำหนด ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง โดยปรับจากการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังของ Waggoner et al. (1995) Clark et al. (2003) และ Soleimanirad and Shangarffam (2016) ซึ่งมีขั้นตอนการสอนจำนวน 4 ขั้นตอนคือ 1) ขั้นการอ่านและตั้งคำถามสำคัญ 2) ขั้นการรวบรวมหลักฐาน 3) ขั้นการมีส่วนร่วมในกลุ่มย่อย และ 4) ขั้นการสะท้อนคิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4) ดำเนินการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามสาระและจำนวนคาบที่กำหนด ด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป ซึ่งยึดตามการจัดการเรียนรู้ของโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยมี 3 ขั้นตอนได้แก่ 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 2) ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ และ 3) ขั้นสรุปกิจกรรมการเรียนรู้

5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสมและความชัดเจนของภาษาที่ใช้ตามองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด วัตถุประสงค์ สาระ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ที่ใช้รวมถึงการวัดและประเมินผล โดยพิจารณาความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้กับวิธีการสอนที่กำหนด จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขเสร็จแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน (ดังภาคผนวก ก) ตรวจพิจารณารายละเอียดต่าง ๆ เช่นเดียวกับการตรวจพิจารณาของอาจารย์ที่ปรึกษาและทำการประเมินดัชนีความตรง (Item Objective Congruence: IOC) โดยผลการประเมินค่าดัชนีจะอยู่ในช่วง 0.67-1.00 มีคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านดังรายละเอียดต่อไปนี้

(1) ด้านการใช้คำ ผู้ทรงคุณวุฒิได้เสนอแนะให้ปรับแก้ไขคำคำศัพท์ที่อาจก่อให้เกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อน เช่น คำว่า “การผ่าตัดยีน” ให้ให้คำว่า “การตัดต่อยีนแทน และได้เสนอแนะให้ใช้คำอย่างสม่ำเสมอของการใช้คำ เนื่องจากในบางจุดใช้คำว่า “การโคลนนิ่ง” และบางจุดใช้คำว่า “การโคลน” นอกจากนี้ได้เสนอแนะให้ปรับแก้ไขความสม่ำเสมอของการใช้หน่วยในการวัด เช่น บางครั้งใช้ cm^3 บางครั้งใช้ลูกบาศก์เซนติเมตร

(2) ด้านเนื้อหาสาระ ผู้ทรงคุณวุฒิแนะนำให้ควรมีคำอธิบายเพิ่มเติมในการยกตัวอย่าง เช่น การดื้อยาปฏิชีวนะ ควรเพิ่มเติมว่า สามารถเกิดขึ้นได้ในการใช้ยาปฏิชีวนะที่ไม่ครบกำหนดระยะเวลาที่แพทย์สั่ง นอกจากนี้ยังได้เสนอแนะให้เนื้อหาสาระในแผนการจัดการเรียนรู้ครอบคลุมถึงเนื้อหาสาระในกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย

(3) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้ทรงคุณวุฒิได้แนะนำให้ทบทวนกิจกรรมที่อาจไม่สอดคล้องกับเวลาที่ได้กำหนดไว้ โดยให้ปรับเพิ่มเวลาที่ใช้ในการเรียนการสอนให้มากขึ้น เนื่องจากกิจกรรมการทดลองของบางแผนการจัดการเรียนรู้ต้องใช้เวลามากรวมทั้งอาจมีปัจจัยภายนอกเช่น การร่นระยะเวลาเรียน กิจกรรมอื่นของทางโรงเรียน นอกจากนี้ยังแนะนำให้ลดทอนใบกิจกรรมสำหรับความสามารถในการโต้แย้งเนื่องจากจะเป็นการรบกวนอิทธิพลของการเรียนการสอน ทั้งยังเสนอแนะให้ทำแบบบันทึกกิจกรรมเป็นแบบบันทึกความรู้แทน

7) นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน และนำเสนอให้กับอาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งแล้วจึงนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เรียนในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ที่เรียนในวิชา ว 30141 ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เพื่อปรับปรุงความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ และจากการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้มีข้อควรปรับปรุงดังนี้

1 กิจกรรมการเรียนรู้ใช้เวลานานกว่าเวลาที่กำหนดในแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบกับเนื้อหาสาระที่ค่อนข้างมากทำให้เนื้อหาบางส่วนไม่ครบถ้วนตามที่ได้กำหนดไว้ จึงต้องเพิ่มระยะเวลาการเรียนการสอน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2 ลักษณะนิสัยของนักเรียนที่ไม่กล้าพูด กล้าแสดงความคิดเห็น ทำให้กิจกรรมล่าช้า จึงต้องกระตุ้นนักเรียนด้วยการเสริมแรง การลดความตึงเครียดของนักเรียนลง สำหรับนักเรียนที่ไม่กล้าแสดงออกครูอาจทำการขานชื่อ

3 การจัดกลุ่มของนักเรียน หากเปิดโอกาสให้นักเรียนจับกลุ่มด้วยตนเองจะพบว่า นักเรียนที่สนิทสนมกันจะจับกลุ่มอยู่ด้วยกันและขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนจะคุยกันเสียงดัง จึงต้องปรับปรุงการจัดกลุ่มโดยครูจะเป็นผู้จัดกลุ่มให้ตามลักษณะการพูดคุยและผลการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบวัดความสามารถในการโต้แย้ง

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการโต้แย้ง เพื่อกำหนดแนวคิด นิยามเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับการพิจารณาความสามารถในการโต้แย้ง รวมทั้งศึกษาแบบวัดความสามารถในการโต้แย้งในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้และออกแบบข้อคำถาม

2) กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและประเด็นการวัดของตัวแปรตาม ดังนี้ การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของความสามารถในการโต้แย้ง และประเด็นการวัดความสามารถในการโต้แย้งโดยพิจารณาจากความสามารถ 3 ด้านดังนี้

1 การเสนอข้อโต้แย้ง หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำเสนอหรือสื่อสารความคิดเห็นส่วนบุคคลต่อประเด็นใด ๆ ซึ่งถูกสนับสนุนโดยสิ่งสนับสนุน ที่อาจเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ คุณค่า หรือความน่าเชื่อถือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2 การเสนอข้อโต้แย้งค้าน หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการสร้างข้อโต้แย้งของฝ่ายตรงข้ามที่จะค้านกับข้อโต้แย้งของนักเรียนเอง

3 การเสนอข้อคัดค้าน หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการสร้างเงื่อนไขหรือข้อโต้แย้งที่ใช้แย้งข้อโต้แย้งค้านของฝั่งตรงข้ามเพื่อให้มีความน่าเชื่อถือลดน้อยลง เพื่อนำไปสู่การยอมรับข้อโต้แย้งของนักเรียนเอง

3) สร้างแบบวัดความสามารถในการโต้แย้ง ตามคุณลักษณะและพฤติกรรมบ่งชี้ โดยใช้เกณฑ์การวัดและประเมินความสามารถในการโต้แย้งและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมของข้อคำถาม ภาษาที่ใช้ และปรับปรุงตามคำแนะนำ

ได้ยึดเกณฑ์การวัดความสามารถในการโต้แย้งเชิงปริมาณตามแนวคิดของ Zohar and Namet (2002) และทำการปรับปรุงเกณฑ์ให้มีรายละเอียดมากขึ้น ดังตาราง 3.3 และให้คำนิยามคำว่าเหตุผลเทียมไว้ว่าเป็นการให้เหตุผลที่ไม่สามารถสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ โดยมีลักษณะเช่น เราไม่ควรฆ่าสัตว์เพราะการฆ่าสัตว์เป็นสิ่งที่ไม่ควรทำ

ตาราง 3. 3 เกณฑ์การวัดความสามารถในการโต้แย้งเชิงปริมาณที่ผ่านการปรับปรุงตามแนวคิดของ Zohar and Namet (2002)

มิติพิจารณา	คะแนน	คำอธิบาย
จำนวนของเหตุผลสนับสนุนข้อสรุป	0	ไม่มีเหตุผล
	1	มี 1 เหตุผล
	2	มี 2 เหตุผลหรือมากกว่า
โครงสร้างของข้อโต้แย้ง	0	ไม่มีข้อโต้แย้ง หรือมีเหตุผลเทียม
	1	ข้อสรุปถูกสนับสนุนด้วยเหตุผลอย่างน้อย 1 เหตุผล
	2	ข้อสรุปถูกสนับสนุนด้วยเหตุผลอย่างน้อย 1 เหตุผล และมีการสนับสนุนเหตุผลอีกขั้นหนึ่ง หรือ ข้อสรุปถูกสนับสนุนด้วยเหตุผลอย่างน้อย 2 เหตุผล แต่ไม่มีการสนับสนุนเหตุผล
	3	ข้อสรุปถูกสนับสนุนด้วยเหตุผลอย่างน้อย 2 เหตุผล และมีการสนับสนุนเหตุผลเพียงเหตุผลเดียว
	4	ข้อสรุปถูกสนับสนุนด้วยเหตุผลอย่างน้อย 2 เหตุผล และมีการสนับสนุนเหตุผลทั้ง 2 เหตุผล

4) นำแบบวัด และเกณฑ์การวัด ที่แก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาให้กับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดด้านความตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาความสอดคล้องและความเหมาะสมของข้อคำถามแต่ละข้อกับนิยามเชิงปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยใช้ดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (Item Objective Congruence: IOC) เกณฑ์การพิจารณาตัดสินความตรงเชิงเนื้อหาคำนวณได้จากผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ แล้วหารด้วยจำนวนของ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผู้เชี่ยวชาญ โดยค่าดัชนี IOC ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า 0.50 สามารถรวบรวมประเด็นการปรับแก้ไขดังนี้

(1) การใช้คำถามไม่ควรใช้คำว่า “จง” และให้เปลี่ยนเป็นคำว่า “ให้” แทน

(2) ควรเน้นคำว่า “ไม่เห็นด้วย” “โน้มน้าว” ให้เป็นตัวหนา

(3) ปรับเกณฑ์ให้มีความเหมาะสมและมีรายละเอียดยิ่งขึ้น

5) ปรับปรุงข้อคำถามตามที่ผู้ทรงคุณวุฒิแนะนำ และให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง แก้ไขอีกครั้งแล้วนำแบบวัดไปใช้ โดยใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่นที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 30 คน เพื่อทดลองตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือทั้งฉบับและวิเคราะห์คุณภาพในแต่ละลักษณะโดยหาค่าความเที่ยง (Reliability) ด้วยวิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach’s alpha coefficient) พบว่ามีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.78 และมีค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง 0.2-0.8

2.2 แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดแนวคิด นิยามเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติ กรอบแนวคิดในการวิจัย รวมทั้งศึกษาแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้และออกแบบข้อคำถาม

2) กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและประเด็นการวัดของตัวแปรตาม ดังนี้

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้ทำการศึกษาความหมายมุมมองต่าง ๆ เพื่อนำมากำหนดเป็นกรอบแนวคิดของตัวแปร ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาจากแนวคิดของ Lederman (2006) และ Bell (2008) มาสร้างตาราง กำหนดมิติและประเด็นที่ต้องการวัด ตามโครงสร้างของตัวแปรที่ต้องการวัด ดังตาราง 3.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตาราง 3. 4 ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงความรู้กับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัยนี้โดยอ้างจิงจาก Lederman (2006) และ Bell (2008)

	มิติและมุมมองที่ศึกษา	**มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยนี้**
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้	**มิติที่ 1** ภูมิหลังของนักวิทยาศาสตร์	- ธรรมชาติของการสังเกต
	มิติที่ 2 การสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	- บทบาทของการจินตนาการ - วิธีการทางวิทยาศาสตร์
	มิติที่ 3 อิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อวิทยาศาสตร์	- อิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อวิทยาศาสตร์

3) สร้างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งวัดใน 5 มุมมองได้แก่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ ธรรมชาติของการสังเกต บทบาทของการจินตนาการ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และ อิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อวิทยาศาสตร์ ตามพฤติกรรมบ่งชี้ ซึ่งเป็นแบบวัดปรนัยจำนวน 12 ข้อ ร่วมกับแบบวัดอัตนัยจำนวน 5 ข้อ โดยเกณฑ์การยกตัวอย่างยึดตามแนวคิดของ Limpanont (2011) ดังตาราง 3.5 จากนั้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมของข้อคำถาม ภาษาที่ใช้ และปรับปรุงตามคำแนะนำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตาราง 3. 5 เกณฑ์การประเมินการยกตัวอย่างเกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อ้างอิงจาก Limpanont (2011)

คะแนน	**คำอธิบาย**
0	ไม่มีการยกตัวอย่าง
1	ยกตัวอย่างได้ แต่ไม่ถูกต้องทั้งหมด
2	ยกตัวอย่างได้และถูกต้อง

4) นำแบบวัด เกณฑ์การวัด และเกณฑ์การพิจารณาที่แก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาให้กับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดด้านความตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาความสอดคล้องและความเหมาะสมของข้อคำถามแต่ละข้อกับนิยามเชิงปฏิบัติการ โดย

ผู้วิจัยใช้ดัชนี IOC เกณฑ์การพิจารณาตัดสินความตรงเชิงเนื้อหาคำนวณได้จากผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ แล้วหารด้วยจำนวนของผู้เชี่ยวชาญ โดยค่าดัชนี IOC ที่คำนวณได้มีค่าระหว่าง 0.33-1.00 สามารถรวบรวมประเด็นเสนอแนะดังนี้

(1) ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับข้อคำถาม เนื่องจากคำถามบางข้ออาจก่อให้เกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อน เช่น เดิมใช้คำถาม “เพราะเหตุใดนักวิทยาศาสตร์จึงต้องดำเนินการตามขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์” ซึ่งเป็นข้อคำถามที่ผู้ทรงคุณวุฒิให้ค่าดัชนี IOC ต่ำกว่า 0.50 จึงปรับตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิเป็น ท่านเห็นด้วยกับคำกล่าวที่ว่า “นักวิทยาศาสตร์ต้องดำเนินการตามขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์” หรือไม่ อย่างไร นอกจากนี้ได้ให้ข้อเสนอแนะการปรับเปลี่ยนคำ เช่น เปลี่ยนจาก ยกตัวอย่างความสำคัญ เป็น อธิบายความสำคัญ และให้เน้นคำว่า เป็น/ไม่เป็น ให้เป็นตัวหนา

(2) ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับตัวเลือก เนื่องจากบางตัวเลือกมีความคลุมเครือ เช่น ค่านิยมทางสังคมจะไม่มีผลต่อการค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แม้ว่าอาจมีอิทธิพลกับตัวนักวิทยาศาสตร์ก็ตาม จึงปรับเป็น ค่านิยมทางสังคมมีผลกับการใช้ชีวิตในสังคมของนักวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่จะไม่มีผลต่อการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5) ปรับปรุงข้อคำถามตามที่ผู้ทรงคุณวุฒิแนะนำ และให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง แก้ไขอีกครั้งแล้วนำแบบวัดไปใช้ โดยใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่นที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย จำนวน 30 คน เพื่อทดลองตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือทั้งฉบับและวิเคราะห์คุณภาพในแต่ละลักษณะโดยหาค่าความเที่ยง (Reliability) ด้วยวิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach’s alpha coefficient) พบว่ามีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.72 ค่าความยากมีค่าระหว่าง 0.30-0.80 และอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง 0.20-0.80

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองสอนและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ตามขั้นตอนดังนี้

1) การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง

แนะนำจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ของการวิจัย จากนั้นนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจะได้ทำแบบวัดความสามารถในการโต้แย้งและแบบวัดความสามารถในการโต้แย้งฉบับก่อนเรียน โดยใช้เวลาทั้งสิ้น 100 นาที

2) การดำเนินการทดลอง

ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้การเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังกับนักเรียนกลุ่มทดลอง และสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไปกับนักเรียนกลุ่มควบคุม เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ จำนวนทั้งสิ้น 18 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

3) การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง

หลังจากดำเนินการทดลองสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้แล้ว จึงได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยการทำแบบวัดความสามารถในการโต้แย้งและแบบวัดความสามารถในการโต้แย้งหลังก่อนเรียน โดยใช้เวลา 100 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ค่าสถิติสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติบรรยายเพื่อบรรยายการแจกแจงของกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ร้อยละ ความถี่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้สถิติทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (pair t-test) ในการเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มเดียวกัน และใช้สถิติทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระจากกัน (independent t-test) ในการเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนต่างกลุ่ม โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลของการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและความเข้าใจธรรชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 4 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการโต้แย้งระหว่างก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังกับกลุ่มที่ได้เรียนรู้ด้วยการสอนแบบทั่วไป

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังกับกลุ่มที่ได้เรียนรู้ด้วยการสอนแบบทั่วไป

ข้อมูลแต่ละตอนสามารถนำเสนอได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการโต้แย้งก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง

การวิเคราะห์ความสามารถในการโต้แย้ง ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการโต้แย้งก่อนเรียนและหลังเรียน ตามองค์ประกอบของการโต้แย้งทั้ง 3 องค์ประกอบ องค์ประกอบละ 12 คะแนน รวมเป็นคะแนนเต็ม 36 คะแนน สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

ตาราง 4. 1 คะแนนความสามารถในการโต้แย้งเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนเฉลี่ยร้อยละ และค่าสถิติทดสอบทีของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนและหลังเรียน

องค์ประกอบ	ก่อนเรียน			หลังเรียน			t
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}_{ร้อยละ}$	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}_{ร้อยละ}$	
การเสนอข้อโต้แย้ง	8.28	2.22	69.00	9.90	2.07	82.50	4.05*
การเสนอข้อโต้แย้งค้าน	6.07	1.62	50.58	8.88	1.95	74.00	9.14*
การเสนอข้อคัดค้าน	7.10	3.14	59.17	8.35	2.88	69.58	2.45*
รวม 3 องค์ประกอบ	21.45	5.50	59.58	27.13	5.75	75.36	6.41*

*$p < 0.05$

จากตาราง 4.1 พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนรวม 3 องค์ประกอบ 21.45 คะแนน (SD 5.50) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 59.58 หลังเรียนนักเรียนกลุ่มทดลองได้คะแนนรวม 3 องค์ประกอบ 27.13 คะแนน (SD 5.75) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 75.36 จากการทดสอบด้วยสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกันพบว่าค่าค่าสถิติทดสอบทีมีค่าเป็น 6.41 ซึ่งพบว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการโต้แย้งรวม 3 องค์ประกอบหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อพิจารณาแต่ละองค์ประกอบย่อยสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

องค์ประกอบการเสนอข้อโต้แย้ง ก่อนที่นักเรียนกลุ่มทดลองจะได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการเสนอข้อโต้แย้ง 8.28 คะแนน (SD 2.22) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 69.00 หลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการเรียนสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังแล้วนักเรียนมีแนวโน้มของคะแนนเฉลี่ยที่สูงขึ้นโดยมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 9.90 คะแนน (SD 2.07) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 82.50 เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการเสนอข้อโต้แย้งระหว่างก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกันพบว่าค่าค่าสถิติทดสอบทีมีค่าเป็น 4.05 ซึ่งพบว่าคะแนนเฉลี่ยการเสนอข้อโต้แย้งหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

องค์ประกอบการเสนอข้อโต้แย้งค้าน ก่อนที่นักเรียนกลุ่มทดลองจะได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการเสนอข้อโต้แย้งค้าน 6.07 คะแนน (SD 1.62) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 50.58 หลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการเรียนสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังแล้วนักเรียนมีแนวโน้มของคะแนนเฉลี่ยที่สูงขึ้นโดยมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 8.88 คะแนน (SD 1.95) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 69.58 เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการเสนอข้อโต้แย้งระหว่างก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกันพบว่าค่าสถิติทดสอบทีมีค่าเป็น 9.14 ซึ่งพบว่าคะแนนเฉลี่ยการเสนอข้อโต้แย้งหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

องค์ประกอบการเสนอข้อคัดค้าน ก่อนที่นักเรียนกลุ่มทดลองจะได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการเสนอข้อคัดค้าน 7.10 คะแนน (SD 3.14) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 59.17 หลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการเรียนสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังแล้วนักเรียนมีแนวโน้มของคะแนนเฉลี่ยที่สูงขึ้นโดยมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 8.35 คะแนน (SD 2.88) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 74.00 เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการเสนอข้อโต้แย้งระหว่างก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกันพบว่าค่าสถิติทดสอบทีมีค่าเป็น 2.45 ซึ่งพบว่าคะแนนเฉลี่ยการเสนอข้อโต้แย้งหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังกับกลุ่มที่ได้เรียนรู้ด้วยการสอนแบบทั่วไป

ตาราง 4. 2 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการโต้แย้งหลังเรียนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนเฉลี่ยร้อยละ และค่าทีของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

องค์ประกอบ	หลังเรียน			t
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$ ร้อยละ	
การเสนอข้อโต้แย้ง				
- กลุ่มทดลอง	9.90	2.07	82.75	5.58 *
- กลุ่มควบคุม	7.28	2.13	60.83	
การเสนอข้อโต้แย้งค้าน				
- กลุ่มทดลอง	8.88	1.95	74.42	6.78 *
- กลุ่มควบคุม	5.65	2.29	46.67	
การเสนอข้อคัดค้าน				
- กลุ่มทดลอง	8.35	2.87	69.75	5.19 *
- กลุ่มควบคุม	5.15	2.62	43.25	
รวม 3 องค์ประกอบ				
- กลุ่มทดลอง	27.13	5.75	75.58	7.12 *
- กลุ่มควบคุม	18.08	5.62	50.25	

$p < 0.05$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตาราง 4.2 พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนรวม 3 องค์ประกอบ 27.13 คะแนน (SD 5.75) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 75.58 และนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนรวม 3 องค์ประกอบนักเรียนกลุ่มทดลองได้คะแนน 18.08 คะแนน (SD 5.62) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 50.25 จากการทดสอบด้วยสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกันพบว่าค่าสถิติทดสอบทีมีค่าเป็น 7.12 ซึ่งพบว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการโต้แย้งรวม 3 องค์ประกอบหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการโต้แย้งรวม 3 องค์ประกอบหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อพิจารณาแต่ละองค์ประกอบย่อยสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

องค์ประกอบการเสนอข้อโต้แย้ง นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยการเสนอข้อโต้แย้งหลังเรียน 9.90 คะแนน (SD 2.07) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 82.75 และนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยการเสนอข้อโต้แย้งหลังเรียน 7.28 คะแนน (SD 2.13) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 60.83 จากการทดสอบด้วยสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระต่อกันพบว่าค่าสถิติทดสอบทีมีค่าเป็น 5.58 จากการเปรียบเทียบพบว่าคะแนนเฉลี่ยการเสนอข้อโต้แย้งหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

องค์ประกอบการเสนอข้อโต้แย้งค้าน นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยการเสนอข้อโต้แย้งค้านหลังเรียน 8.88 คะแนน (SD 2.87) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 74.42 และนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยการเสนอข้อโต้แย้งค้านหลังเรียน 5.65 คะแนน (SD 2.29) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 46.67 จากการทดสอบด้วยสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระต่อกันพบว่าค่าสถิติทดสอบทีมีค่าเป็น 6.78 จากการเปรียบเทียบพบว่าคะแนนเฉลี่ยการเสนอข้อโต้แย้งค้านหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

องค์ประกอบการเสนอข้อคัดค้าน นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยการเสนอข้อคัดค้านหลังเรียน 8.35 คะแนน (SD 1.95) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 69.75 และนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยการเสนอข้อคัดค้านหลังเรียน 5.15 คะแนน (SD 2.62) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 43.25 จากการทดสอบด้วยสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระต่อกันพบว่าค่าสถิติทดสอบทีมีค่าเป็น 6.78 จากการเปรียบเทียบพบว่าคะแนนเฉลี่ยการเสนอข้อคัดค้านหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง

จากการวิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง โดยพิจารณาจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่เป็นปรนัยและส่วนที่เป็นอัตนัย คิดเป็นคะแนนรวม 25 คะแนน โดยคะแนนของทุกองค์ประกอบคือ 5 คะแนน สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตาราง 4. 3 คะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนเฉลี่ยร้อยละ และค่าทีของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนและหลังเรียน

มุมมอง	ก่อนเรียน			หลังเรียน			t
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$ ร้อยละ	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$ ร้อยละ	
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้	3.35	1.87	67.00	4.40	1.08	88.00	3. 51 *
ธรรมชาติของการสังเกต	3.40	0.84	68.00	4.23	0.62	84.60	4.82 *
วิธีการทางวิทยาศาสตร์	1.33	1.02	26.60	3.90	1.03	78.00	11.53 *
บทบาทของการจินตนาการ	3.35	1.09	67.00	4.45	0.71	89.00	6.17 *
อิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1.44	1.15	28.80	4.50	0.91	90.00	12.94 *
รวมทุกมุมมอง	12.83	2.19	51.32	21.48	2.20	85.92	14.45 *

*$p < 0.05$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตาราง 4.3 พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนรวมทุกมุมมอง 11.15 คะแนน (SD 2.46) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 50.68 และหลังเรียนนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์รวมทุกมุมมอง 19.08 คะแนน (SD 1.93) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 86.73 จากการทดสอบด้วยสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกันพบว่าค่าสถิติทดสอบทีมีค่าเป็น 3.34 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเรียนรวมทุกมุมมองมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อพิจารณาแต่ละมุมมองสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

มุมมองความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ ก่อนเรียนนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 3.35 คะแนน (SD 1.87) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 67.00 และหลังเรียนนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 4.40 คะแนน (SD 1.08) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 88.00 จากการทดสอบด้วยสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกันพบว่าค่าสถิติทดสอบทีมีค่าเป็น 3.51 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

มุมมองธรรมชาติของการสังเกต ก่อนเรียนนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 3.40 คะแนน (SD 0.84) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 68.00 และหลังเรียนนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 4.23 คะแนน (SD 0.62) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 84.60 จากการทดสอบด้วยสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกันพบว่าค่าสถิติทดสอบทีมีค่าเป็น 4.82 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

มุมมองวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 1.33 คะแนน (SD 1.02) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 26.60 และหลังเรียนนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 3.90 คะแนน (SD 1.03) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 78.00 จากการทดสอบด้วยสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกันพบว่าค่าสถิติทดสอบทีมีค่าเป็น 11.53 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

มุมมองบทบาทของการจินตนาการ ก่อนเรียนนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 3.35 คะแนน (SD 1.09) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 67.00 และหลังเรียนนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 4.45 คะแนน (SD 0.71) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 89.00 จากการทดสอบด้วยสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกันพบว่าค่าสถิติทดสอบทีมีค่าเป็น 6.17 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

มุมมองอิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 1.44 คะแนน (SD 1.15) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 28.80 และหลังเรียนนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 4.50 คะแนน (SD 0.91) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 90.00 จากการ

ทดสอบด้วยสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกันพบว่าค่าสถิติทดสอบทีมีค่าเป็น 12.94 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังกับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไป

ตาราง 4. 4 การเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเรียนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนเฉลี่ยร้อยละ และค่าทีของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

องค์ประกอบ	หลังเรียน			t
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}_{ร้อยละ}$	
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้				
- กลุ่มทดลอง	4.40	1.08	88.00	3.85 *
- กลุ่มควบคุม	2.80	1.71	56.00	
ธรรมชาติของการสังเกต				
- กลุ่มทดลอง	4.23	0.62	84.60	4.63 *
- กลุ่มควบคุม	3.48	0.82	69.60	
วิธีการทางวิทยาศาสตร์				
- กลุ่มทดลอง	3.90	1.03	78.00	11.22 *
- กลุ่มควบคุม	1.10	1.19	22.00	
บทบาทของการจินตนาการ				
- กลุ่มทดลอง	4.45	0.71	89.00	5.97 *
- กลุ่มควบคุม	3.20	1.11	64.00	
อิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
- กลุ่มทดลอง	4.50	0.90	90.00	10.05 *
- กลุ่มควบคุม	2.08	1.23	41.60	
รวมทุกมุมมอง				
- กลุ่มทดลอง	21.48	2.20	85.92	15.33 *
- กลุ่มควบคุม	12.65	2.90	50.6	

$p < 0.05$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตาราง 4.4 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์รวมทุกมุมมอง นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 21.48 คะแนน (SD 2.20) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 85.92 และนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 12.65 คะแนน (SD 2.90) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 50.6 จากการทดสอบด้วยสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกันพบว่าค่าสถิติทดสอบทีมีค่าเป็น 15.33 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์รวมทุกมุมมองหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อพิจารณาแต่ละองค์ประกอบย่อยสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

มุมมองความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 4.40 คะแนน (SD 1.08) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 88.00 และนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 2.80 คะแนน (SD 1.71) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 56.00 จากการทดสอบด้วยสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกันพบว่าค่าสถิติทดสอบทีมีค่าเป็น 3.85 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

มุมมองธรรมชาติของการสังเกต นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 4.23 คะแนน (SD 0.62) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 84.60 และนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 3.48 คะแนน (SD 0.82) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 69.60 จากการทดสอบด้วยสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกันพบว่าค่าสถิติทดสอบทีมีค่าเป็น 4.63 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05

มุมมองวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 3.90 คะแนน (SD 1.03) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 78.00 และนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 1.10 คะแนน (SD 1.19) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 22.00 จากการทดสอบด้วยสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกันพบว่าค่าสถิติทดสอบทีมีค่าเป็น 11.22 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

มุมมองบทบาทของการจินตนาการ นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 4.45 คะแนน (SD 0.71) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 89.00 และนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 3.20 คะแนน (SD 1.11) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 64.00 จากการทดสอบด้วยสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกันพบว่าค่าสถิติทดสอบทีมีค่าเป็น 5.97 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

มุมมองอิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 4.50 คะแนน (SD 0.90) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 90.00 และนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 2.08 คะแนน (SD 1.23) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 41.60 จากการทดสอบด้วยสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกันพบว่าค่าสถิติทดสอบทีมีค่าเป็น 10.05 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเรื่องผลของการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นการวิจัยกึ่งทดลองมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งหลังเรียนระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนการสอนแบบทั่วไป 3) เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง 4) เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนการสอนแบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 37 จังหวัดแพร่ ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 80 คน โดยกำหนด 2 กลุ่มได้แก่ กลุ่มทดลองคือนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีนักเรียน 40 คน และกลุ่มควบคุมคือนักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบทั่วไปมีนักเรียน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ 1) แบบวัดความสามารถในการโต้แย้งที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ และ 2) แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีค่าความเที่ยงตั้งแต่ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิตส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติทดสอบที (t-test) ได้แสดงรายละเอียดสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะไว้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สรุปผลการวิจัย

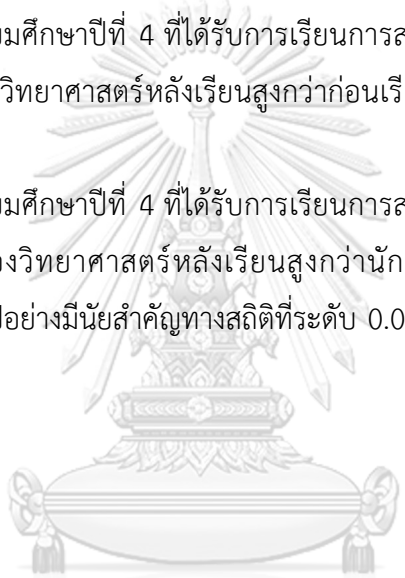
จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสามารถสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีความสามารถในการโต้แย้งหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีความสามารถในการโต้แย้งหลังเรียนสูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อภิปรายผล

การอภิปรายผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอนได้แก่ตอนที่ 1 ความสามารถในการโต้แย้ง และตอนที่ 2 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ข้อมูลการอภิปรายแต่ละตอนสามารถนำเสนอได้ดังนี้

ตอนที่ 1 ความสามารถในการโต้แย้ง

จากการเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง ผลการวิจัยสรุปว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีความสามารถในการโต้แย้งหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 อันเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก การเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกัน ในระหว่างการอภิปรายนักเรียนจะมีโอกาสในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างสมาชิกกลุ่มอย่างอิสระ ทั้งยังได้ใช้ความคิดของตนเอง พิจารณา และสำรวจความคิดเห็นของสมาชิก นอกจากนี้การอภิปรายร่วมกันยังส่งเสริมให้นักเรียนได้วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ความรู้เป็นของตนเอง การอภิปรายในประเด็นขัดแย้งยังเป็นการท้าทายให้นักเรียนได้แก้ปัญหาร่วมกัน ซึ่งทำให้นักเรียนต้องค้นคว้าหาความรู้มาใช้ในการอภิปราย และยังเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเคารพความคิดเห็นของผู้อื่นและมีเหตุผลมากขึ้น (พัชราภรณ์ พสุวัต, 2531) ซึ่งสอดคล้องกับ Kuhn and Udell (2003) ที่มีความคิดเห็นว่า การพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งของนักเรียนสามารถทำได้โดยดารจัดกิจกรรมการอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นปัญหาร่วมกันเพื่อหาข้อสรุป เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างเปิดเผย รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และมีการแย้งความคิดเห็นซึ่งกันและกัน การอภิปรายร่วมกันจะทำให้นักเรียนมีการสร้างตัวแทนความคิดของรูปแบบการโต้แย้งหรืออาจเรียกได้ว่าเป็นโครงสร้างทางปัญญาเชิงการโต้แย้ง (Reznitskaya et al., 2009) ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังของ Reznitskaya et al. (2009) ที่พบว่าการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งของนักเรียนปฐมวัย รวมถึงยังพบว่านักเรียนยังได้รับความรู้ขณะที่มีส่วนร่วมในการโต้แย้งอีกด้วย นอกจากนี้การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของ อัศวิน ธะนะปัด และคณะ (2558) ที่มีกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยมีลักษณะกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้นักเรียนอภิปรายประเด็นขัดแย้งพบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างมีแนวโน้มทักษะการโต้แย้งที่เพิ่มสูงขึ้น อย่างไรก็ตามการเสนอข้อคัดค้านยังคงเป็นองค์ประกอบที่มีคะแนนต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับองค์ประกอบอื่น อาจเป็นผลเนื่องมาจากนักเรียนบางคนอาจยัง

ไม่สามารถหาเหตุผลในการลดความน่าเชื่อถือของข้อโต้แย้งค้านได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Kuhn (1991) Okumusa and Unal (2012) และ Osborne, Eduran, & Simon (2004) ที่กล่าวอ้างว่าการเสนอข้อคัดค้านถือว่าเป็นความสามารถที่มีความซับซ้อน ทำให้การโต้แย้งที่มีการเสนอข้อคัดค้านเป็นการโต้แย้งที่มีคุณภาพสูง

ประการที่สอง นักเรียนห้องทดลองได้ผ่านการอภิปรายในประเด็นขัดแย้งอย่างสม่ำเสมอและบ่อยครั้งตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ การฝึกฝนอภิปรายบ่อยครั้งอาจทำให้นักเรียนมีความมั่นใจ และคุ้นชินกับแนวทางการปฏิบัติตนขณะที่อภิปรายร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม จนกระทั่งนักเรียนมีความสามารถในการโต้แย้งที่ดีขึ้น นอกจากนี้การที่นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุลแบบรวมพลังเป็นระยะเวลาหนึ่งจะส่งผลดีต่อการพัฒนาการโต้แย้งเชิงการพูดแล้วนั้น อาจจะทำให้นักเรียนถ่ายโอนความสามารถนั้นมาสู่การโต้แย้งเชิงการเขียนได้เช่นกัน ซึ่งจากการพิจารณาคำตองของนักเรียนคนหนึ่งซึ่งก่อนเรียนมีคะแนนความสามารถในการโต้แย้ง 11 คะแนน (ต่ำที่สุดในกลุ่มทดลอง) แต่เมื่อหลังจากได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการโต้แย้ง 30 คะแนน โดยมีลักษณะการเขียนตอบของนักเรียนมีการยกเหตุผลมาอธิบายขยายความที่มากขึ้น และสามารถนำเสนอข้อคัดค้านที่สามารถหักล้างกับข้อโต้แย้งค้านได้ พิจารณาได้จากตัวอย่างคำตอบของนักเรียนคนหนึ่งดังนี้

-ก่อนเรียน-

คำถามที่ 1จากสถานการณ์หมอกควันดังกล่าว นักเรียนเห็นด้วยกับความคิดเห็นของใครมากที่สุด ให้อธิบายพร้อมยกเหตุผลหรือหลักฐานประกอบความคิดเห็นของนักเรียน (คำถามวัดความสามารถในการสร้างข้อโต้แย้ง)

“เห็นด้วยกับนายเอี่ยมที่ไม่ให้เผาไร่ เพราะการเผาไร่ทำให้เกิดควัน แล้วควันทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ (เหตุผล)ซึ่งส่งผลต่อผู้คนอีกหลาย ๆ คน เจ็บป่วย เป็นโรค และส่งผลต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ด้วย (ส่วนขยายเหตุผล)”

คำถามที่ 2หากมีบุคคลหนึ่ง**<u>ไม่เห็นด้วยกับนักเรียน</u>** บุคคลนั้นจะอธิบายความคิดเห็นว่าอย่างไร และยกเหตุผลหรือหลักฐานใดบ้าง เพื่อแย้งความคิดเห็นของนักเรียน

“(เห็นด้วยกับการเผาไร่) การเผาไร่ก็เป็นการลดต้นทุนอย่างหนึ่ง และทำได้รวดเร็ว (เหตุผล) หากเตรียมไร่นาไม่ทันน้ำอาจจะท่วมทำให้ขาดทุนอีก (ส่วนขยายเหตุผล)”

คำถามที่ 3นักเรียนจะโน้มน้าวบุคคลที่ไม่เห็นด้วยกับนักเรียน ให้มีความคิดเห็นคล้อยตามกับนักเรียนด้วยหลักฐานหรือเหตุผลใด ให้อธิบาย

“เผาป่ามันไม่ดี”

-หลังเรียน-

คำถามที่ 1 การทำแท้งอาจเหมาะสมกับความจำเป็นของบุคคลแต่อาจก่อผลเสียสภาพสังคมในอนาคต จึงทำให้มีทั้งฝ่ายสนับสนุนและฝ่ายคัดค้าน สำหรับนักเรียนแล้วนักเรียนคิดว่าการทำแท้งเป็นสิ่งที่ควรดำเนินการหรือไม่ เพราะเหตุใด ให้ยกเหตุผลหรือหลักฐานของตนเองประกอบด้วย

"การทำแท้งเป็นสิ่งที่ควรดำเนินการ เพราะ หากคนตั้งครรภ์ต้องการที่จะทำแท้งแล้ว แสดงว่าไม่มีความพร้อมหรือต้องการที่จะมีลูก (เหตุผล) เพราะอาจเกิดจากการท้องที่ไม่ตั้งใจ ถูกข่มขืน ท้องในวัยเรียน (ส่วนขยายเหตุผล) หรืออาจจะเป็นเพราะเป็นโรคที่ไม่สามารถรักษาได้ซึ่งลูกมีโอกาสได้รับการถ่ายทอดสูง จึงจำเป็นต้องทำแท้ง (ส่วนขยายเหตุผล)"

คำถามที่ 2 หากมีบุคคลหนึ่ง**<u>ไม่เห็นด้วยกับนักเรียน</u>** บุคคลนั้นจะอธิบายความคิดเห็นว่าอย่างไร และยกเหตุผลหรือหลักฐานใดบ้าง เพื่อแย้งความคิดเห็นของนักเรียน

"(ไม่เห็นด้วยกับการทำแท้ง) คนที่ทำแท้งเองก็เจ็บปวดทั้งร่างกายและจิตใจ (เหตุผล) เป็นการกระทำที่ผิดจริยธรรม ความเป็นมนุษย์ (เหตุผล) และยังมีอันตรายและการเสี่ยงต่อการติดเชื้อของการทำแท้งเถื่อน เสี่ยงต่อการติดโรค (เหตุผล) เมื่อเราทำให้ลูกเกิดมาได้ก็ต้องพร้อมที่จะเลี้ยงลูกได้"

คำถามที่ 3 นักเรียนจะโน้มน้าวบุคคลที่ไม่เห็นด้วยกับนักเรียน ให้มีความคิดเห็นคล้อยตามกับนักเรียนด้วยหลักฐานหรือเหตุผลใด ให้อธิบาย

"หากไม่ทำแท้ง วัยรุ่นที่ท้องในวัยเรียนก็จะถูกตัดโอกาสทางการศึกษา (เหตุผล) และถูกคนในสังคมมองไม่ดี เป็นปัญหาต่อสังคม (เหตุผล) หากเรียนไม่จบก็ต้องทำงานเป็นแรงงานค่าจ้างต่ำ เงินไม่พอต่อการยังชีพลูก และไม่พร้อมต่อการเลี้ยงลูก เพราะยังไม่โตพอ (ส่วนขยายเหตุผล)"

เมื่อพิจาราณาตัวอย่างคำตอบของนักเรียนคนดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการเขียนตอบคำถามของนักเรียนก่อนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันใน 3 ประเด็นได้แก่ นักเรียนมีการสนับสนุนความคิดเห็นของตนเองด้วยเหตุผลที่มากขึ้น มีการอธิบายขยายความเหตุผลที่อ้างอิงมากขึ้น และนักเรียนได้สร้างข้อคัดค้านที่สามารถคัดค้านกับข้อโต้แย้งค้าน (คำตอบในข้อที่ 2) ได้ดีขึ้น

ประการที่สาม การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของ Dawson and Venville (2010) ที่ใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เช่น การตั้งครรภ์ในภาวะโรคซิสติกไฟโบรซิส (cystic fibrosis) ซึ่งเป็นโรคที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม การปลูกและจำหน่ายพืชดัดแปลงพันธุกรรม พบว่าการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จะทำให้นักเรียนมีความสนใจและแรงจูงใจที่จะมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากขึ้น จึงทำให้นักเรียนมีทักษะในการโต้แย้งที่เพิ่มขึ้น ในการวิจัยครั้งนี้การเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังได้มีขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้อ่านศึกษาบทความที่มีเนื้อหาใกล้ตัว เช่น แยกหมู่บ้านให้ผู้ป่วยเอดส์ เทคโนโลยีชีวภาพควรส่งเสริม หรือคัดค้านการเสริมความงามด้วยสะเต็มเซลล์ดีหรือไม่ เป็นต้น เมื่อนักเรียนอ่านบทความแล้วครูจะมีคำถามสำคัญที่เป็นประเด็นขัดแย้งเช่น นักเรียนจะเห็นด้วยหรือไม่กับการแยกหมู่บ้านให้กับผู้ป่วยเอดส์

เทคโนโลยีชีวภาพมีทั้งข้อดีและข้อเสีย นักเรียนคิดว่าเทคโนโลยีชีวภาพควรส่งเสริมต่อไปหรือคัดค้าน จะเห็นว่าประเด็นดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องกับสังคมไทยและชีวิตประจำวันของนักเรียน ซึ่งทำให้นักเรียนมีความสนใจในประเด็นที่ครูนำเสนอ ด้วยเหตุนี้อาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการโต้แย้งสูงขึ้นมากกว่าก่อนเรียน

จากการเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีความสามารถในการโต้แย้งหลังเรียนสูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 อันเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก การเรียนสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีการอภิปรายประเด็นขัดแย้งร่วมกันในกลุ่มเพื่อนที่มีความคิดเห็นหลากหลาย จึงทำให้นักเรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็น ได้สำรวจและวิเคราะห์ความคิดเห็นของเพื่อน ทั้งยังได้โน้มน้าวเพื่อนที่มีความคิดเห็นไม่สอดคล้องกับตนเอง ประกอบกับการที่นักเรียนกลุ่มทดลองได้ฝึกฝนการอภิปรายกลุ่มร่วมกับเพื่อนบ่อยครั้งจึงทำให้นักรียนมีความกล้าแสดงออกในความคิดเห็นของตนเอง มีความกล้าที่จะแย้งความคิดเห็นของผู้อื่น แม้ว่าการเรียนการสอนแบบทั่วไปจะมีการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนเกี่ยวกับประเด็นขัดแย้งที่ครูนำเสนอในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน แต่การอภิปรายในขั้นสรุปการเรียนรู้เป็นการอภิปรายร่วมกันระหว่างเพื่อนทั้งชั้นเรียนโดยที่ครูมีบทบาทในการอภิปรายเช่น การตั้งคำถามนำการอภิปราย การเสริมแรงเพื่อให้นักเรียนดำเนินการอภิปรายไปอย่างราบรื่น แต่จากการสังเกตพบว่า แม้ว่าครูเป็นผู้นำอภิปรายนักเรียนจะไม่พยายามหาคำตอบที่หลากหลายและมุ่งเน้นการหาคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

ประการที่สอง การที่ครูมีบทบาทหลักในการอภิปรายในห้องควบคุมทำให้นักเรียนไม่กล้าที่จะแสดงความคิดเห็น ในระหว่างการเรียนการสอนแม้ครูจะใช้กลยุทธ์ที่หลากหลายในการเร้าความสนใจของนักเรียนเพื่อให้มีส่วนร่วมในการอภิปรายเช่น การเสริมแรงทางบวก การเสริมแรงทางลบ การสุ่มเลขที่ หรือการขานชื่อ อย่างไรก็ตามกลยุทธ์เหล่านี้ก็ไม่มีประสิทธิภาพเป็นไปตามที่คาดหวังไว้ จึงทำให้นักเรียนไม่ได้ฝึกหัดในการแสดงความคิดเห็นของตนเอง การหาเหตุผลหรือหลักฐานในการสนับสนุนความคิดเห็นหรือไม่มีการพูดหรือตั้งคำถามเพื่อโน้มน้าวนักเรียนร่วมชั้นหรือครูผู้สอน จากการสอบถามอย่างไม่เป็นทางการกับนักเรียนกลุ่มหนึ่งในห้องควบคุมพบว่า นักเรียนกลัวที่ตอบคำถามเพราะกลัวพูดคำตอบที่ไม่ถูกต้อง ทำให้ไม่กล้าแสดงออกจึงเลือกที่จะเงียบและฟังคำตอบที่ถูกต้องจากครูและเพื่อนดีกว่า นอกจากนี้เมื่อครูได้ท้าทายคำตอบของนักเรียนด้วยคำถาม *“เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น”* นักเรียนจะไม่ตอบคำถามหรือจะตอบคำถามด้วยวลี *“ผม/หนูไม่รู้ค่ะ”*

ทำให้บรรยากาศของห้องเรียนมีความตึงเครียดมากขึ้นโดยนักเรียนบางคนเลือกที่จะไม่สบตาครู และนักเรียนส่วนใหญ่ไม่กล้าท้าทายความคิดเห็นของครู แม้ว่าในระหว่างการทำกิจกรรมครูจะใช้การเสริมแรงและเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งคำถามกับความคิดเห็นของครูก็ตาม ดังนั้นจะเห็นว่าบทบาทของครูในการอภิปรายอาจมีผลกระทบเชิงลบกับความกล้าแสดงออกทางความคิดของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับการผลการสำรวจ Gap ในห้องเรียนไทย (สำนักข่าวออนไลน์ไทยพับลิก้า, 2561) พบว่าจุดด้อยหนึ่งของนักเรียนไทยที่ยังคงต้องพัฒนาคือ นิสัยและพฤติกรรมการเรียนของเด็กไม่ว่าจะเป็นพฤติกรรม การอ่านการค้นคว้า การทำการบ้าน ไปจนถึงการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน และสอดคล้องกับ Taylor (n.d.) ที่กล่าวอ้างว่านักเรียนไทยมักจะไม่ตอบคำถามของครู แม้ว่านักเรียนจะมีข้อสงสัย เนื่องจากการที่นักเรียนไม่ต้องการเป็นที่สนใจของชั้นเรียน

ตอนที่ 2 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถดำเนินการได้หลากหลายแนวทาง เช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการสอนแบบมีนัยะ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการสอนด้วยประวัติศาสตร์ หรือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด โดยจากการวิจัยพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดมีประสิทธิภาพในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Khishfe &Abd-El-Khalick, 2002; Flick & Lederman, 2004; Eastwood et al., 2012) ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดนั้นมีการสอดแทรกมุมมองของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าเป็นส่วนหนึ่งของเนื้อหา โดยนักเรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นจะมีการสะท้อนความเข้าใจของนักเรียนด้วยกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การอภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน การใช้คำถามที่เน้นการสืบสอบเป็นสำคัญ ด้วยลักษณะกิจกรรมเช่นนี้จะสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้นได้ เมื่อเปรียบเทียบการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดพบว่า การเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับแนวการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เช่น การสอดแทรกเนื้อหาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหา ทั้งในขั้นการรวบรวมหลักฐาน โดยครูจัดประสบการณ์ให้แก่นักเรียน เช่นการสืบค้นข้อมูล การทดลอง และขั้นการสะท้อนคิด ที่ครูและนักเรียนได้อภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกในเนื้อหา เช่น การสร้างสรรค์ทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติของ Charles Darwin ทฤษฎีวิวัฒนาการของ Lamark เป็นต้นหลังจากนักเรียนได้

จากการเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 อันเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก การเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีกิจกรรมที่เอื้อให้นักเรียนได้ศึกษามุมมองธรรมชาติที่หลากหลายจากเพื่อน บทเรียน หรือจากแหล่งสืบค้นต่าง ๆ ครูได้ทำการสอดแทรกเนื้อหาสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในบทเรียนดังตัวอย่างการจัดการเรียนการสอนของครูในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องระบบภูมิคุ้มกัน โดยการผนวกเนื้อหาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในมุมมองการจินตนาการกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหา โดยครูได้ใช้คำถามนำการอภิปรายไว้ว่า “การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์มักใช้หลักฐานในการอ้างอิง แล้วจินตนาการมีส่วนในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร” จึงขอนำเสนอส่วนหนึ่งของบทสนทนาระหว่างการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังในขั้นการสะท้อนความคิดซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดของเลฟ วีก็อตสกี (Lev Vygotsky) ที่ลักษณะการสอนแบบใช้ประเด็นขัดแย้งร่วมกับการอภิปรายในกลุ่มเพื่อนจะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน โดยมีส่วนหนึ่งของการสนทนาดังนี้

ครู :ถ้านักเรียนจะคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะทำให้ทฤษฎีน่าเชื่อถือได้อย่างไรครับ

นักเรียนห้องทดลองเลขที่ 32: ต้องมีหลักฐานประกอบความคิดค่ะ

นักเรียนห้องทดลองเลขที่ 21: ต้องอธิบายได้ค่ะว่า มันถูกต้องยังไง

ครู : มีคำตอบอื่นอีกไหมครับ

นักเรียน: เงียบ

ครู : ถูกต้องทั้งสองคำตอบเลยนะครับ นักเรียนจะเห็นว่าการคิดทฤษฎีนั้นต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์ และต้องอธิบายให้เห็นชัดด้วยว่ามันถูกต้องยังไง แล้วนักเรียนคิดว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้จินตนาการหรือเปล่า

นักเรียนห้องทดลองเลขที่ 6 : ใช้ค่ะ

ครู: ใช้ยังไงครับ อธิบายเพิ่มเติมหน่อยครับ

นักเรียนห้องทดลองเลขที่ 6 : อันนี้คือหลังจากที่คุยกับเพื่อนในกลุ่มนะคะเพื่อนกับหนูคิดว่า ก็บางอย่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็ไม่ได้มีหลักฐานนะ บางทีเขาเดาเอาก็ได้ค่ะ เหมือนใครนะ ที่คิดทฤษฎีแอนติบอดีอ่ะ ที่ว่ามันหลุดมาจากเยื่อหุ้มเซลล์อ่ะ เขาไม่เห็นด้วยตาด้วยซ้ำแต่ก็คิดมาเป็นทฤษฎีได้อ่ะค่ะ

นักเรียนห้องทดลองเลขที่ 29 : ไม่ ๆ แต่เขาก็มีหลักฐานนะว่าเลือดมันมีสารอะไรไม่รู้เพิ่มขึ้นมา

นักเรียนห้องทดลองเลขที่ 06 : แต่เขาก็มีแค่ว่ามันมีสาร แต่เขาก็ไม่เห็นนี่ว่ามันจะสร้างมายังไง เขารู้ได้ไงว่าสารนั้นมันคืออะไรที่หลุดมาจากเยื่อหุ้มเซลล์

นักเรียนห้องทดลองเลขที่ 24 : ครูขาหนูก็คิดว่าเขาใช้จินตนาการนะคะ แต่มันก็ต้องมีหลักฐานด้วยนะคะ จะว่าไม่ใช้จินตนาการเลยก็ไม่ใช่ และบางทีก็ไม่ได้มีหลักฐานชัดเจนนะคะ อย่างทฤษฎีการกำเนิดของ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โลกอ่ะค่ะ มันก็ใช้จินตนาการ แต่มันก็มีหลักฐานที่เขามีที่จะทำให้คิดแบบนั้นได้ ไม่งั้นมันก็ไม่น่าเชื่อถือใช่มั้ยคะ

นักเรียนห้องทดลองเลขที่ 6 : ค่ะเห็นด้วยกับ เลขที่ 24 เลยค่ะ หัวเราะ มันต้องมีหลักฐานด้วยค่ะ

นักเรียนห้องทดลองเลขที่ 29 : เออค่ะ จริงด้วยมึง ค่ะครูตอนนี้หนูก็คิดคล้ายเขาและ หนูลืมคิดไปทางทฤษฎีทางฟิสิกส์ไปเลยค่ะ (หัวเราะ)

ครู : ครับ มีใครคิดเห็นอย่างอื่นอีกไหม

นักเรียนห้องทดลองเลขที่ 1: ผมก็ว่าเหมือนเพื่อน (นักเรียนห้องทดลองเลขที่ 24) นะครับ การจินตนาการอ่ะ มันเป็นจุดเริ่มต้นของความคิดสร้างสรรค์ มันจะทำให้นักวิทยาศาสตร์คิดนอกกรอบแล้วก็ มันทำให้เกิดทฤษฎีใหม่ ๆ อย่างแอนติบอดีอ่ะ คนแรกบอกหลุดจากเยื่อหุ้มเซลล์ คนที่สองไม่เห็นด้วยคิดว่ามันสร้างจากเชื้อโรค ซึ่งถ้าเขาไม่ใช้จินตนาการและความสร้างสรรค์แหกทฤษฎีของคนแรก ก็ไม่เกิดทฤษฎีที่สองนะผมว่า

จะเห็นว่าการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างเพื่อน ทั้งในขั้นการมีส่วนร่วมในกลุ่มย่อยที่นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นของตนเองได้อย่างอิสระ สำรวจความคิดเห็นและหลักฐานสนับสนุนของเพื่อนร่วมกลุ่ม โน้มน้าวเพื่อนที่ไม่เห็นด้วยด้วยหลักฐาน นอกจากนี้ในขั้นการสะท้อนความคิดครูอาจจะเป็นผู้สนับสนุนในการอภิปรายเช่น การเสริมแรง การตั้งคำถาม การควบคุมประเด็น แม้ว่าการอภิปรายร่วมกันในขั้นนี้เป็นการอภิปรายแบบชั้นเรียน อย่างไรก็ตามครูก็ไม่ได้มีบทบาทมากนัก ซึ่งการอภิปรายเชิงโต้แย้งที่เกิดขึ้นในการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังสามารถเปลี่ยนความเข้าใจหรือเสริมสร้างความเข้าใจของนักเรียนให้มากยิ่งขึ้นได้ ซึ่งสามารถอธิบายได้โดยทฤษฎีการสร้างความรู้ความเข้าใจภายในตน (internalization) กล่าวคือการที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสังคม ด้วยการแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนในชั้นเรียนโดยนักเรียนจะทำการนำเสนอความคิดของตนเอง ทั้งยังได้สำรวจความคิดเห็นของผู้อื่น หากนักเรียนมีความคิดเห็นไม่ตรงกับเพื่อนจะมีการแย้ง และโน้มน้าว ซึ่งกระบวนการเหล่านี้เป็นการท้าทายความคิดเดิมของนักเรียน จึงเกิดเป็นพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (Zone of Proximal Development) นักเรียนจะทำการเรียนรู้จากเพื่อนหรือครู และนำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาปรับเป็นความรู้ความเข้าใจของตนเอง (Schunk, 2012; Moll, 2014; Daniels, 2016)

ลักษณะการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังที่มีการผนวกเนื้อหาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับบทเรียน และมีการอภิปรายเชิงโต้แย้งเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อาจมีส่วนช่วยในการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจของนักเรียนในมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้เป็นไปตามมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของ Khishfe & Lederman (2005) Khisfe (2014) ลลิตา คำแก้ว ชาตรี ฝ่ายคำตา และพจนารถ สุวรรณรุจิ (2015) พิมพ์พิรัญ ปัญโญ และ ชาตรี ฝ่ายคำตา (2559) และ นพักษร สังวาลย์เพ็ชร ชาตรี ฝ่ายคำตา และ

อภิสิฏฐ์ ศงสะเสน (2560) ที่ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์ และพบว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยการอภิปรายกลุ่มย่อยเกี่ยวกับขอบเขตกิจการทางวิทยาศาสตร์ของ Dass (2005) พบว่านักศึกษาปริญญาตรีมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขอบเขตกิจการทางวิทยาศาสตร์ที่มากขึ้น

ประการที่สอง การผนวกเนื้อหาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับบทเรียนชีววิทยาทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมและเป็นเรื่องไกลตัว ให้เป็นเรื่องที่สามารถจับต้องได้ (visible) โดยทำให้เนื้อหาสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นเนื้อหาสาระหนึ่งของการเรียนวิทยาศาสตร์เทียบเท่าได้กับเนื้อหาสาระอื่นของวิทยาศาสตร์เช่น ชีววิทยา ดาราศาสตร์ ฟิสิกส์ และเคมี เป็นต้น (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002) ทั้งยังทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงและขยายโครงสร้างทางปัญญาเกี่ยวกับเนื้อหาสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เช่น การนำเนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์มาเป็นตัวอย่างประกอบความเข้าใจของนักเรียนเองดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดังนี้

“(สังคมและวัฒนธรรม) มีผลต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ในการศึกษาชนิดของนกที่ดาร์วินศึกษา ในตอนแรกเชื่อว่าเกิดจากที่พระเจ้าสร้างขึ้นมา แต่ภายหลังเขาพบว่าไม่ใช่ อีกทั้งการผ่าดูไตของคนเพื่อศึกษาสมัยก่อนก็มักถูกขัดกับความเชื่อทางศาสนาทำให้ความรู้ไม่ก้าวหน้า” นักเรียนห้องทดลองเลขที่ 23

จากตัวอย่างคำตอบจะเห็นได้ว่านักเรียนได้นำเนื้อหาสาระชีววิทยาที่ได้เรียนรู้ระหว่างการวิจัยครั้งนี้มาเป็นตัวอย่างประกอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับการศึกษาวิจัยของ Khishfe & Lederman (2005) ที่ศึกษาผลของการผนวกเนื้อหาสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับบทเรียน พบว่าการผนวกเนื้อหาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับบทเรียนทำให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มากขึ้น เป็นผลจากการที่นักเรียนได้เรียนรู้และเชื่อมโยงเนื้อหาสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ร่วมกับเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์อย่างกลมกลืน ทำให้นักเรียนไม่ละเลยต่อเนื้อหาสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมสูง

จากการเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้ด้วย

การจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 อันเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

ลักษณะการเรียนการสอนแบบทั่วไปจะเน้นการสืบสอบเป็นสำคัญ โดยมุ่งเน้นกิจกรรมเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง เช่น การทดลอง การอภิปรายร่วมชั้นเรียน การสืบค้นข้อมูล หรือ การบรรยายร่วมกับการใช้คำถาม รวมถึงพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามไม่ได้ผนวกเนื้อหาสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาสาระชีววิทยา ดังนั้นลักษณะการเรียนการสอนจะมีความคล้ายคลึงกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการสอนแบบมีนัยะ ซึ่งมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์หรือกิจกรรมที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยไม่ได้หยิบยกเนื้อหาสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาเป็นส่วนหนึ่งของบทเรียน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Bell, Blair, Crawford, & Lederman (2003) ที่ได้ศึกษาผลของการฝึกอบรมต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์สูง โดยลักษณะการฝึกอบรมเป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นการสืบสอบในสภาพจริง (authentic inquiry) พบว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติที่สูงขึ้นจำนวนเล็กน้อย นักเรียนสามารถเข้าใจได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ ความรู้ทางวิทยาศาสาตร์ต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์และมีส่วนเกี่ยวข้องกับความสร้างสรรค์และภววิสัย อย่างไรก็ตามนักเรียนมีความเข้าใจเพียงผิวเผิน เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถอธิบายในมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเชิงลึกได้ อีกทั้งยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เช่น ทฤษฎีสามารถเปลี่ยนเป็นกฎได้หากมีหลักฐานยืนยันมากพอ และนักเรียนเชื่อว่าความสร้างสรรค์ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ข้อมูล เช่นเดียวกับการศึกษาของ Khishfe & Abd-El-Khalick (2002) ที่เปรียบเทียบการเรียนการสอนที่เน้นการสืบสอบเป็นสำคัญ 2 ประเภท ได้แก่ แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดและแบบมีนัยะ พบว่าการเรียนการสอนแบบมีนัยะไม่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความเข่าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากนัก เนื่องด้วยการเรียนการสอนจะมุ่งเน้นการปฏิบัติคล้ายนักวิทยาศาสตร์ มีการเรียนรู้เนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ เสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ก็ไม่ได้เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยแต่อย่างใด

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

การเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังเป็นกิจกรรมที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ การนำผลการวิจัยครั้งนี้ไปใช้ ควรคำนึงถึงรายละเอียดดังนี้

1) ประเด็นขัดแย้งที่ใช้ในการเรียนการสอนขั้นการอ่านและตั้งคำถามสำคัญ ควรเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนทั้งทางตรงหรือทางอ้อมและเป็นประเด็นขัดแย้งที่มีคำตอบได้หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นและให้เหตุผลตามความเข้าใจของนักเรียนทั้งฐานะของนักเรียน นักวิทยาศาสตร์ และพลเมือง ครูอาจเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งคำถามสำคัญและเลือกที่จะอภิปรายคำถามสำคัญเอง ดังนั้นการเสนอบทความให้นักเรียนอ่านนั้นควรเป็นบทความที่ได้รับการเผยแพร่ในสื่อที่เข้าถึงได้ง่าย เช่น กระทู้ถามตอบในเว็บไซต์ หนังสือพิมพ์ หรือบทความออนไลน์ เป็นต้น เพื่อเป็นการฝึกนักเรียนให้อ่านบทความอย่างถี่ถ้วนและตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ในประเด็นขัดแย้งที่เกิดขึ้นจริงสังคม ทั้งยังนำไปสู่การสะท้อนให้เห็นว่าวิทยาศาสตร์ และสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อกัน

2) ครูอาจต้องจำกัดบทบาทของครูโดยเฉพาะในขั้นการมีส่วนร่วมในกลุ่มย่อย และขั้นการสะท้อนความคิด ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เน้นให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน มีการเสนอความคิดเห็นของตนเองได้อย่างอิสระ ท้าทายความคิดเห็นของเพื่อน ดังนั้นครูอาจลดบทบาทในขณะที่นักเรียนสนทนากัน อย่างไรก็ตามครูไม่ควรปล่อยให้นักเรียนดำเนินการสนทนาในกลุ่มย่อยอย่างอิสระจนเกินไป เพราะนักเรียนอาจไม่ได้สนทนาเกี่ยวกับคำถามสำคัญ ครูอาจนั่งหน้าชั้นเรียนเพื่อกำกับเวลาและกำกับนักเรียนให้ยังคงสนทนาเกี่ยวกับคำถามสำคัญต่อไป

3) การสอดแทรกเนื้อหาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระและกิจกรรม เช่น ในมุมมองบทบาทของจินตนาการ ครูอาจเลือกเนื้อหาสาระที่เกี่ยวกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์รวมถึงประวัติศาสตร์และบทบาทของจินตนาการในการค้นพบทฤษฎีนั้น หรือในมุมมองอิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ครูอาจสอดแทรกมุมมองดังกล่าวผ่านประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เป็นคำถามสำคัญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยไปครั้งถัดไป

การวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง ได้พบข้อสังเกตที่อาจนำไปสู่ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งถัดไปดังนี้

1) ในการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง นักเรียนจะถูกฝึกฝนให้แสดงความคิดเห็นของตนเอง สำรวจความคิดเห็นของผู้อื่น ท้าทายความคิดเห็นของผู้อื่น รวมทั้งผู้อื่นสามารถ ท้าทายความคิดเห็นของนักเรียนได้เช่นกัน เป็นการฝึกให้นักเรียนรับฟังความคิดเห็นในมุมมองที่ต่างจากตนเอง ทั้งนี้นักเรียนยังสามารถโน้มน้าวนักเรียนคนอื่นด้วยหลักฐานหรือเหตุผล นอกจากนี้ลักษณะกิจกรรมที่เอื้อให้นักเรียนได้นำความเข้าใจในเนื้อหาชีววิทยาที่ได้เรียนรู้มาใช้ในการสนทนาในกลุ่ม ดังนั้น การวิจัยครั้งถัดไปสามารถศึกษาผลของการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังต่อการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบาย ความสามารถในการให้เหตุผล หรือความใจกว้างของนักเรียน

2) ระหว่างการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง ครูได้สอดแทรกเนื้อหาสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาสาระชีววิทยา เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับมุมมองต่าง ๆ ของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทั้งยังได้มีการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนเพื่อสะท้อนความคิดความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งในระหว่างนี้นักเรียนอาจได้เรียนรู้ผ่านเพื่อนจนนำมาสู่การสร้างความเข้าใจของตนเอง ดังนั้นการวิจัยครั้งถัดไปอาจมุ่งศึกษาผลของการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง ในวิทยาศาสตร์แขนงอื่น เช่น ดาราศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในมุมมองอื่น ๆ เช่น กฎและทฤษฎีมีความแตกต่างกัน การสังเกตและลงความเห็นข้อมูลต่างกัน เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ขวัญหญิง ทิพแก้ว และ พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. (2555). การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์: กรณีศึกษาโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง. *วารสารปาริชาต*, *25*(3), 75-84.

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *สรุปผลการวิจัย PISA 2015*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

ทิศนา แขมมณี.(2545). *ศาสตร์การสอน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นพักษร สังวาลเพ็ชร์, ชาตรี ฝ่ายคำตา และอภิสิฏฐ์ ศงสะเสน. (2560). การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องโครงสร้างอะตอม. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, *8*(2), 271-296.

พัชราภรณ์ พสุวัต. (2531). พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ 2. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์ชวนพิมพ์/ฝ่ายตำราและอุปกรณ์การศึกษามหาวิทยาลัยรามคำแหง.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข. (2558). *การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพ์พิรัญ ปัญโญ. (2558). *การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการอภิปรายสะท้อนความคิดเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พิมพ์พิรัญ ปัญโญ และชาตรี ฝ่ายคำตา (2559). การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการอภิปรายสะท้อนความคิดเรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, *7*(2), 265-284.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ราชบัณฑิตยสภา. (2558). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ร่วมสมัย ฉบับราชบัณฑิตยสภา*. กรุงเทพฯ. ห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคลเจี๊ยฮั้ว.

ลลิตา คำแก้ว, ชาตรี ฝ่ายคำตา และพจนารถ สุวรรณรุจิ. (2016). การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด ผนวกในเนื้อหาเรื่องปฏิกิริยาเคมีและปิโตรเลียม. *วารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา) สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, *3*(2), 25-39.

ลือชา ลดาชาติ, ลฎาภา สุทธกูล และชาตรี ฝ่ายคำตา. (2013). ความแตกต่างที่สำคัญระหว่างการส่งเสริมการเรียนการสอน "ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์" ภายนอกและภายในประเทศไทย. *วารสารวิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์, 34*(2), 269-282.

วรรณี แกมเกตุ. (2555). *วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2559). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักข่าวออนไลน์ไทยพับลิก้า. (2561). *ผลสำรวจต้อนรับวันครู ชี้ "เด็กไทยต้องการความรักก่อนความรู้"- 4 เรื่องใหญ่ในมุมมองเด็ก/ครู/ ผู้ปกครอง*. สืบค้น 6 เมษายน 2561. จาก https://thaipublica.org/2018/01/sqip-reseach-01-2561.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๖๐-๒๕๗๙*. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟิค.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2552). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

อัศวิน ธะนะปัด, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน และ พัฒนี จันทรโรทัย. (2015). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้ทรัพยากรธรรมชาติ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์. *วารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา) สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, *3*(2), 14-24.

อานุภาพ พ่วงสมจิตร และ เอกรัตน์ ทานาค. (2559). การศึกษาทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 54*. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาษาต่างประเทศ

Acar, Ö., Patton, B. R., & White, A. L. (2015). Prospective secondary science teachers' argumentation skills and the interaction of these skills with their conceptual knowledge. *Australian Journal of Teacher Education, 40*(9), 132-156.

Aikenhead, G. S., Ryan, A. G., & Fleming, R. W. (1989). Views on science-technology-society (form CDN. mc. 5). Saskatoon, Canada: *Department of Curriculum Studies, University of Saskatchewan*.

Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of nature of science. *Journal of research in Science Teaching*, *37*(4), 295-317.

American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.

Andrew, T. (2012). What is social constructivism?. *The Grounded Theory Review*, *11*(1), 39-46.

Bell, R. L. (2008). *Teaching the nature of science through process skills: Activities for grades 3-8*. Boston: Pearson Allyn and Bacon.

Bell, R. L., Blair, L. M., Crawford, B. A. and Lederman, N. G. (2003), Just do it? impact of a science apprenticeship program on high school students' understandings of the nature of science and scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching, 40*(5), 487-509.

Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2009). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, *93*(1), 26-55.

Boran, G. H., & Bag, H. (2016). The influence of argumentation on understanding nature of science. *International Journal of Environmental and Science Education*, *11*(6), 1423-1431.

Chen, S. (2006). Development of an instrument to assess views on nature of science and attitudes toward teaching science. *Science Education* 90(5): 803–819.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Chen, S. (2006). Views on science and education (VOSE) questionnaire. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 7*(2), 1-19.

Chiappetta, E. L., & Koballa Jr, T. R. (2010). *Science instruction in the middle and secondary schools*. Boston: Pearson.

Chinn, C. A., & Anderson, R. C. (1998). The structure of discussions that promote reasoning. *Teachers College Record, 100*(2), 315-368.

Chinn, C. A., Anderson, R. C., & Waggoner, M. A. (2001). Patterns of discourse in two kinds of literature discussion. *Reading Research Quarterly*, *36*(4), 378-411.

Clark, A.M., Anderson, R.C., Kuo, L., Kim, I.H., Archodidou, A. & Nguyen-Jahiel, K. (2003). Collaborative reasoning: expanding ways for children to talk and think in school. *Educational Psychology Review, 15*(2), 181-198.

Daniels, H. (2016). *Vygotsky and pedagogy*. New York: Routledge.

Dass, P. M. (2005). Understanding the nature of scientific enterprise (NOSE) through a discourse with its history: The influence of an undergraduate ' history of science' course. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *3*(1), 87-115.

Dawson, V. M., & Venville, G. (2010). Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socioscientific issues in high school genetics. *Research in Science Education*, *40*(2), 133-148.

Dong, T., Anderson, R. C., Kim, I. H., & Li, Y. (2008). Collaborative reasoning in China and Korea. *Reading Research Quarterly*, *43*(4), 400-424.

Driver, R., Leach, J., & Millar, R. (1996). Young people's images of science. In Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. *Handbook of Research on Science Education*, *2*, 831-879.

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

Durkee, P. (1974). An analysis of the appropriateness and utilization of TOUS with special reference to high-ability students studying physics. In Khishfe, R., &

Lederman, N. (2006). Teaching nature of science within a controversial topic: Integrated versus nonintegrated. *Journal of Research in Science Teaching*, *43*(4), 395-418.

Eastwood, J. L., Sadler, T. D., Zeidler, D. L., Lewis, A., Amiri, L., & Applebaum, S. (2012). Contextualizing nature of science instruction in socioscientific issues. *International Journal of Science Education*, *34*(15), 2289-2315.

Eemeren, H.F. & Grootendorst. R. (2004). *A systematic theory of argumentation the pragma-dialectical approach*. London: Cambridge University Press.

Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, *88*(6), 915-933.

Erduran, S., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2008). *Argumentation in science education perspectives from classroom-based research.* Dordecht: Springer.

Eggen, P. D. & Kauchak, D. P. (2016). *Educational psychology: Windows on classrooms*. Boston: Pearson.

Flick, L.B. & Lederman, N.G. (Ed.). *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education*. Dordercht: Springer.

Freeley, J.A. & Steinberg, L.D. (2014). *Argumentation and debate critical thinking for reasoned decision making*. Boston: Wadworth Cengage Learning.

Hoy, A. (2004). *Educational psychology* (9th ed.) . Boston: Allyn and Bacon.

Karpov, Y. V. (2014). *Vygotsky for educators*. London: Cambridge University Press.

Khisfe, R. (2008). the development of seventh graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Education, 45*(4), 470-496.

Khishfe, R. (2012). Relationship between nature of science understandings and Argumentation skills: A role for counterargument and contextual factors. *Journal of Research in Science Teaching*, *49*(4), 489-514.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Khishfe, R. (2014). Explicit nature of science and argumentation instruction in the context of socioscientific issues: an effect on student learning and transfer. *International Journal of Science Education* 36(6): 974-1016.

Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry- oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, *39*(7), 551-578.

Khishfe, R., & Lederman, N. (2006). Teaching nature of science within a controversial topic: Integrated versus nonintegrated. *Journal of Research in Science Teaching*, *43*(4), 395-418.

Kim, I. H., Anderson, R. C., Miller, B., Jeong, J., & Swim, T. (2011). Influence of cultural norms and collaborative discussions on children's reflective essays. *Discourse Processes*, *48*(7), 501-528.

Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, *85*(3), 291-310.

Kuhn, D., & Udell, W. (2003). The development of argument skills. *Child Development*, *74*(5), 1245-1260.

Lederman, N. G. (2006). Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. In *Scientific inquiry and nature of science* (pp. 301-317). Dordrecht: Springer.

Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. *Handbook of research on science education*, *2*, 831-879.

Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, *39*(6), 497-521.

Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2004). Revising instruction to teach nature of science. *The Science Teacher*, *71*(9), 36-39.

Lederman, N.G., Wade. P.D. & Bell, R.L. (1998). Assessing the nature of science - What is the nature of science of our assessment?. *Science and Education*, *7*, 595-615.

Lehesvuori, S., Chan, K. K. H., Ramnarain, U., & Viiri, J. (2017). In search of dialogicity: A comparison of curricular documents and classroom interactions from Finland and Hong Kong. *Education Sciences*, *7*(4), 76.

Limpanont, P. (2011). *The Development of the Integrated Nature of Science Curriculum to Enhance Student Understanding of the Nature of Science and Decision Making on Science- Based Dilemmas* (Doctoral dissertation). Srinakharinwirot University, Bangkok.

Lin, S., & Mintzes, J.J. (2010) Learning argumentation skills through instruction in sosioscientific issue: The effect of ability level. *International Journal of Science and mathematics Education, 8,* 993-1017.

Llewelly, D. (2005). *Teaching high school science through inquiry : A case study approach*. Blairsville: Corwin Press.

Manson, S. & Scirica, F. (2006). Prediction of students' argumentation skills about controversial topics by epistemological understanding. *Learning and Instruction, 16,* 492-509.

Matthews, M. R. (1994). Science teaching: The role of history and philosophy of science. In Dass, P. M. (2005). Understanding the nature of scientific enterprise (NOSE) through a discourse with its history: The influence of an undergraduate 'history of science' course. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *3*(1), 87-115.

Mayr, E. (1991). *One long argument: Charles Darwin and the genesis of modern evolutionary thought* (Vol. 2). Cambridge: Harvard University Press.

McComas, W.F. (2000). *The nature of science in science education: Rationales and strategies*. Dordecht: Springer.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

McDonald, C. V., & McRobbie, C. J. (2012). Utilising argumentation to teach nature of science. In *Second international handbook of science education* (pp. 969-986). Dordecht: Springer.

Means, M. L., & Voss, J. F. (1996). Who reasons well? Two studies of informal reasoning among children of different grade, ability, and knowledge levels. *Cognition and Instruction*, *14*(2), 139-178.

Moll, L. C. (2013). *LS Vygotsky and education*. New York: Routledge.

Moore, N.B. (2012). *Critical thinking*. New York: MCGraw-Hill.

National Research Council. (2012*). A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core Ideas*. Washington D.C: National Academies Press.

National Research Council. (2013). *Next Generation Science Standards: For states, by states*. Washington, D.C: The National Academies Press.

Nur, E. M., & Fitnat, K. (2015). Explicit-reflective teaching nature of science as embedded within the science topic: Interactive historical vignettes technique. *Journal of Education and Training Studies*, *3*(6), 40-49.

Okumusa, S. & Unalb, S. (2012). The effects of argumentation model on student's achievement and argumentation skills in science. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 46*, 457 – 461.

Orlich, D. C., Harder, R. J., Callahan, R. C., Trevisan, M. S., & Brown, A. H. (2012). *Teaching Strategies: A Guide to Effective Instruction*. South Melbourne: Cengage Learning.

Osborne, J. (2010). Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse. *Science*, *328*(5977), 463-466.

Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, *41*(10), 994-1020.

Pekbay, C., & Yilmaz, S. (2015). The effect of explicit-reflective and historical approach on preservice elementary teachers' views of nature of science. *International Journal of Progressive Education*, *11*(1), 113-131.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Reike, D.R., Sillars, O.M. & Peterson, R.T. (2005). *Argumentation and critical decision making.* Boston: Pearson.

Reznitskaya, A., Anderson, R. C., Dong, T., Li, Y., KIM, I. H., & Kim, S. Y. (2008). *Learning to think Well: Application of argument schema theory to literacy instruction*. New York: Guilford Press.

Reznitskaya, A., Hsu, J. Y., & Anderson, R. C. (2015). Using inquiry dialogue to promote the development of argument skills: Possibilities, challenges, and new directions. In S. Parris and K. Headley. *Comprehension instruction: Research-based best practices*. New York: Guilford Press.

Reznitskaya, A., Kuo, L. J., Clark, A. M., Miller, B., Jadallah, M., Anderson, R. C., & Nguyen-Jahiel, K. (2009). Collaborative reasoning: A dialogic approach to group discussions. *Cambridge Journal of Education*, *39*(1), 29-48.

Sadler, T. D., Barab, S. A., & Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry?. *Research in Science Education*, *37*(4), 371-391.

Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2009). Scientific literacy, PISA, and socioscientific discourse: Assessment for progressive aims of science education. *Journal of Research in Science Teaching*, *46*(8), 909-921.

Salmon, M. H. (2012). *Introduction to logic and critical thinking*. South Melbourne: Cengage Learning.

Sears, J., & Sorensen, P. (2000). *Issues in science teaching*. New York: Psychology Press.

Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, *88*(4), 610-645.

Schunk, D. H. (2012). *Learning theories an educational perspective sixth edition*. Boston: Pearson.

Soleimanirad, N., & Shangarffam, N. (2016). The effect of collaborative reasoning discussion on EFL learners' anxiety. *Theory and Practice in Language Studies*, *6*(2), 337-345.

Sumranwanich, W., & Yuenyong, C. (2014). Graduate students' concepts of nature of science (NOS) and attitudes toward teaching NOS. *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, *116*, 2443-2452.

Taylor, A.W.F. (n.d.). *Why Don't Asian Students Ask Questions in Class?*. Retrieved May 18, 2018. from http://www.eslteachersboard.com/cgi-bin/articles/index.pl?read=3197.

Teays, W. (2009). *Second thoughts: Critical thinking for a diverse society*. New York: Mcgraw-Hill Higher Education.

Tindale, W.C. (2004). *Rhetorical argumentation principles of theory and practice*. California: Sage publication.

Toulmin, E.S. (1964). *The uses of argument*. London: Cambridge University Press.

Waggoner, M., Chinn, C., Yi, H., & Anderson, R. C. (1995). Collaborative reasoning about stories. *Language Arts, 72*(8), 582-589.

Wellington, J. (2002). *Secondary science: Contemporary issues and practical approaches*. New York: Routledge.

Wellington, J., & Ireson, G. (2008). *Science learning, science teaching*. New York: Routledge.

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research- based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, *89*(3), 357-377.

Zhang, J., Anderson, R. C., & Nguyen-Jahiel, K. (2013). Language-rich discussions for English language learners. *International Journal of Educational Research*, *58*, 44-60.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Zohar. A & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching, 39*(1), 35-62.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้

ครู สุณิชญา กันทากาศ	ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนนารีรัตน์จังหวัดแพร่
อาจารย์ ดร.พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
รองศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ จันทร์เจ้า	อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบวัดความสามารถในการโต้แย้ง

ครู สมานจิต พงษ์สนาม	ครูเชี่ยวชาญ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย
อาจารย์ ดร.สลา สามิภักดิ์	อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน	อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ครู เพ็ญศรี ธิมา	ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนนารีรัตน์จังหวัดแพร่
อาจารย์ ดร.ลฎาภา ลดาชาติ	อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตร การสอนและการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกพร แสนเพชร	อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข
ตัวอย่างเครื่องมือทดลองที่ใช้ในการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนการจัดการเรียนรู้ในการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง

เรื่อง การคัดเลือกโดยธรรมชาติ การคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ และเทคโนโลยีชีวภาพ

รายวิชา ชีววิทยาพื้นฐาน (ว 30141) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560

ผู้เรียน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (41 คน) เวลา 150 นาที

ผู้สอน นายณภัทร พระโพธิ์วังซ้าย

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

1.2 ม. 4-6/1 อธิบายกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม มิวเทชันและการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ

1.2 ม. 4-6/2 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของเทคโนโลยีชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

1. ว.8.1 4-6/5 รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบถูกต้องครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสมหรือความผิดพลาดของข้อมูล

2. 8.1 ม. 4-6/6 จัดกระทำข้อมูล โดยคำนึงถึงการรายงานผลเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้องและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม

3. ว.8.1 4-6/7 วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป หรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. 8.1 ม. 4-6/8 พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้หลักความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ

5. 8.1 ม. 4-6/9 นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

6. 8.1 ม. 4-6/10 ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบาย การลงความเห็น และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

7. ว.8.1 4-6/11 บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิงหรือค้นคว้าเพื่อเติม เพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิมซึ่งท้าทาย ให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวัง อันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่

ว 8.1 ม.4-6/12 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงงานหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถ

1. อธิบายใจความสำคัญของทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติได้ พร้อมทั้งยกตัวอย่างปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่สอดคล้องได้

2. บอกความหมายและข้อดีข้อเสียของการคัดเลือกพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์ได้

3. ยกตัวอย่างการคัดเลือกพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์ที่เป็นประโยชน์ในปัจจุบันได้

4. อธิบายขั้นตอนและข้อดีข้อเสียของเทคโนโลยีชีวภาพในรูปแบบต่าง ๆ ได้

5. สืบค้นและนำเสนอผลการสืบค้นร่วมกันได้

6. โต้แย้งในประเด็นขัดแย้งเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจร่วมกันได้

7. อธิบายอิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมที่ต่อวิทยาศาสตร์ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้

8. แสดงความเป็นผู้ที่มีความใจกว้าง และมีความสามัคคี

สาระสำคัญ

นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติและปรากฏการณ์ที่สอดคล้อง รวมถึงการสะท้อนอิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมในขณะนั้นต่อการสร้างความรู้ของ Charles Darwin ทั้งยังเรียนรู้เกี่ยวกับการคัดเลือกพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์ และเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งจะสะท้อนถึงข้อดีข้อเสียและการนำความรู้ดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ในปัจจุบัน โดยการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง และใช้การประเมินการเรียนรู้จากชิ้นงาน การนำเสนองาน และการตอบคำถามในชั้นเรียน

สาระการเรียนรู้

การแปรผันทางพันธุกรรมทำให้สิ่งมีชีวิตที่เกิดใหม่มีลักษณะที่แตกต่างกันหลากหลายชนิด ก่อให้เกิดเป็นความหลากหลายทางชีวภาพ โดย Charles Darwin ได้สำรวจและสังเกตความแตกต่างของลักษณะของสิ่งมีชีวิตบนหมู่เกาะกาลาปากอส จึงเสนอทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติเพื่ออธิบายการปรับตัวและการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเช่น ความหลากหลายของนกฟินซ์บนหมู่เกาะกาลากปากอส การดื้อยาปฏิชีวนะของแบคทีเรีย เป็น

มนุษย์นำความรู้ทางเทคโนโลยีชีวภาพด้านพันธุวิศวกรรม การโคลนและการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ มาใช้ในการพัฒนาให้เกิดความก้าวหน้าในด้านต่าง ๆ มากขึ้นและแพร่หลาย การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่สร้างสิ่งมีชีวิตใหม่เกิดขึ้นหรือสิ่งมีชีวิตที่มีการดัดแปรพันธุกรรมส่งผลกระทบทั้งทางด้านที่เป็นประโยชน์และโทษต่อสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม เช่น มะละกอ GMOs การโคลนแกะดอลลี่ ซึ่งความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ก็ทำให้เกิดประเด็นขัดแย้งมากมาย เช่น เทคโนโลยีชีวภาพควรจะดำเนินการต่อไปหรือไม่

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
    - นำเสนอผลการสืบค้นหน้าชั้นเรียน
    - โต้แย้งเกี่ยวกับประเด็นขัดแย้งในกลุ่ม
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา
    - เสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีเหตุผล
    - การแก้ปัญหาขณะสร้างสรรค์ชิ้นงาน
3. ความสามารถในการใช้ชีวิต
    - การแสวงหาข้อมูลในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน
    - กระบวนการกลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

จิตวิทยาศาสตร์

- เป็นคนที่มีเหตุผล
- เป็นคนที่มีความอยากรู้อยากเห็น
- เป็นคนที่มีความใจกว้าง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นการอ่านและตั้งคำถามสำคัญ (15 นาที)

1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คนแบบคละความสามารถในการเรียนซึ่งประกอบด้วยนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน

2. นักเรียนอ่านบทอ่านเรื่อง “มะละกอจีเอ็มโอ: ศึกสิบปีที่มีอธิปไตยทางอาหารเป็นเดิมพัน” และสรุปใจความสำคัญของบทอ่านร่วมกันในกลุ่ม

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตั้งคำถามสำคัญที่ได้จากบทอ่าน และนำเสนอคำถามสำคัญของแต่ละกลุ่ม จากนั้นให้นักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันเลือกคำถามสำคัญที่จะใช้อภิปรายในขั้นการมีส่วนร่วมในกลุ่มย่อย เช่น การดำเนินการเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพควรจะเดินหน้าต่อหรือพอแค่นี้

ขั้นการรวบรวมหลักฐาน (115 นาที)

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายคำถามปลายปิดที่ได้จากขั้นแรก เช่น การมะละกอ GMOs สร้างขึ้นมาได้อย่างไร หรือ วิธีการใดอีกบ้างที่จะได้พืชที่มีลักษณะที่ต้องการโดยไม่ต้องดัดแปลงพันธุกรรม เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมการสืบค้นและนำเสนอ

2. ครูแบ่งหัวข้อนำเสนอออกเป็น 8 หัวข้อได้แก่ 1) ทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ 2) การคัดเลือกพันธุ์ปลาทับทิมโดยมนุษย์ 3) การปรับปรุงพันธุ์ข้าว 4) พันธุวิศวกรรม 5) การโคลน 6) การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ 7) ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ และ 8) ยีนบำบัด โดยกำหนดประเด็นการนำเสนอดังนี้ หัวข้อที่ 1 ให้นำเสนอใจความทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ หลักฐานที่ Charles Darwin ค้นพบและปรากฏการณ์ในธรรมชาติที่สอดคล้อง สำหรับหัวข้อที่ 2-8 ให้นำเสนอความหมาย ขั้นตอน ประโยชน์และโทษ จากนั้นนักเรียนจับสลากเลือกหัวข้อที่จะรับผิดชอบ

3. ครูให้นักเรียนแบ่งหน้าที่ในการทำงานร่วมกันอย่างอิสระ จากนั้นนักเรียนออกมารับวัสดุและอุปกรณ์ที่จะใช้ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานนำเสนอ แล้วจึงร่วมกันสืบค้นข้อมูลและออกแบบสร้างสรรค์ชิ้นงานร่วมกันเป็นเวลา 30 นาที

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการสืบค้น ขณะนั้นนักเรียนในแต่ละกลุ่มจะร่วมกันรวบรวมข้อมูลที่เพื่อนนำเสนอ เมื่อนักเรียนนำเสนอเสร็จสิ้นแล้ว ครูจะให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการค้นคว้าของ Charles Darwin โดยอาศัยวีดิทัศน์เรื่อง ชาร์ล ดาร์วิน คือใคร วิทยาศาสตร์ ม.4-6 (ชีววิทยา) จากสื่อออนไลน์ และใช้คำถามดังนี้

- ความเชื่อในขณะนั้นเกี่ยวกับความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตเป็นอย่างไร (ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตเกิดจากการสร้างสรรค์ของพระเจ้า)

- ความเชื่อของ Charles Darwin สอดคล้องหรือขัดแย้งกับความเชื่อในสมัยนั้นและส่งผลต่อ Charles Darwin อย่างไร (ขัดแย้ง จึงทำให้ Charles Darwin ไม่กล้าเผยแพร่ความรู้ของตน)

- เพราะเหตุใด Charles Darwin จึงมีความคิดที่แปลกแยกกว่าความคิดเรื่องความหลากหลายในสมัยนั้น (Charles Darwin ไม่เชื่อว่าการที่สิ่งมีชีวิตแตกต่างกันจะเกิดจากพระเจ้า และเขาเชื่อในหลักความเป็นเอกภาพที่มีใจความว่า ปัจจุบันเป็นกุญแจสำคัญที่นำไปสู่อดีต)

- วิธีการค้นคว้าหาความรู้ของ Charles Darwin เป็นอย่างไร (Charles Darwin ใช้การสังเกตลักษณะของปากนก จึงทำให้เกิดปัญหาในใจว่าไม่สอดคล้องกับทฤษฎีของ Lamark จึงทำให้เขารวบรวมหลักฐานและใช้เหตุผล ความเชื่อ และจินตนาการในการสร้างทฤษฎี โดยไม่ต้องผ่านการทดลอง)

6. ครูให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการนำเสนอของเพื่อน และร่วมกันทำใบงานเรื่อง การคัดเลือกพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์ และเทคโนโลยีชีวภาพ

7. นักเรียนทั้งชั้นเรียนและครูร่วมกันสรุปความรู้ในประเด็นต่อไปนี้

1. ทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ

2. อิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ

3. การคัดเลือกและการปรับปรุงพันธุ์

4. เทคโนโลยีชีวภาพ

ขั้นการมีส่วนร่วมในกลุ่มย่อย (10 นาที)

ครูให้นักเรียนอภิปรายในกลุ่มย่อยร่วมกันในคำถามสำคัญ “การดำเนินการเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพควรจะเดินหน้าต่อหรือพอแค่นี้ เพราะเหตุใด” โดยครูสร้างเงื่อนไขว่านักเรียนทุกคนในกลุ่มต้องออกความคิดเห็น ด้วยเทคนิคการเล่าเรื่องรอบวง (round robin) และอาจมีการโน้มน้าวความคิดเห็นของเพื่อน ด้วยหลักฐาน เช่น ประสบการณ์เดิม ข้อมูลจากการสืบค้น และข้อมูลที่รวบรวมได้จากการนำเสนอของเพื่อนเช่น ข้อดีข้อเสีย เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปของกลุ่ม

ขั้นการสะท้อนความคิด (10 นาที)

1. ครูใช้คำถามว่า จากคำถามสำคัญ “การดำเนินการเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพควรจะเดินหน้าต่อหรือพอแค่นี้” นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไร เพราะเหตุใด โดยครูให้นักเรียนลงคะแนนเสียงและให้บอกเหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น

2. นักเรียนและครูร่วมกันสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ในครั้งนี้ จากการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนเกี่ยวกับประเด็นต่อไปนี้

1. ทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ

- ทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติมีใจความสำคัญว่าอย่างไร (*สิ่งมีชีวิตแต่ละรุ่นมีการสืบพันธุ์ให้รุ่นลูกจำนวนมากที่มีลักษณะแปรผันแตกต่างกันมากมาย ลูกที่มีลักษณะแตกต่าง*

เหล่านี้ต้องสู้ให้มีชีวิตรอด มีการแก่งแย่งสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตที่มีอยู่อย่างจำกัด ลูกที่อ่อนแอหรือมีลักษณะไม่เหมาะสมจะไม่สามารถอยู่รอด จึงไม่มีการสืบทอดลักษณะทางพันธุกรรมของตนไปยังรุ่นถัดไป ขณะที่ลูกที่สามารถมีชีวิตรอดได้จะถ่ายทอดลักษณะที่เหมาะสมนั้นๆ ไปยังรุ่นต่อไป สิ่งมีชีวิตแต่ละรุ่นจึงมีความแตกต่างจากสิ่งมีชีวิตรุ่นเดิมทีละน้อย กระบวนการนี้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อระยะเวลาผ่านไปจึงเกิดเป็นสิ่งมีชีวิตใหม่ที่แตกต่างจากสิ่งมีชีวิตดั้งเดิม)

- ทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติสามารถอธิบายปรากฏการณ์ใดในปัจจุบัน *(**การดื้อยาของแบคทีเรียบางชนิด** โดยเกิดจากการใช้ยาปฏิชีวนะไม่ครบตามระยะเวลาที่กำหนด จึงทำให้แบคทีเรียบางชนิดเริ่มต้านทานยาชนิดนั้นและสืบทอดลักษณะต้านทานยานั้นได้ แต่แบคทีเรียที่ไม่สามารถต้านทานยาปฏิชีวนะได้ก็จะตายลงไปจึงไม่มีการสืบทอดไปยังรุ่นถัดไป **การต้านทานสารเคมีกำจัดแมลง** การใช้สารเคมีกำจัดแมลงในปริมาณมาก ๆ ในช่วงแรกอาจชักนำให้แมลงบางชนิดก่อให้เกิดความสามารถในการต้านทานสารเคมีกำจัดแมลงได้ และสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นถัดไป จึงทำให้การใช้สารเคมีกำจัดแมลงปริมาณเท่าเดิมไม่ได้ผลอีกต่อไป)*

2. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ครูอ้างอิงวีดิทัศน์เรื่อง “ชาร์ล ดาร์วิน คือใคร วิทยาศาสตร์ ม.4-6 (ชีววิทยา)” และนักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

- นักเรียนคิดว่าสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อความก้าวหน้าหรือการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร *(มีอิทธิพล เพราะ นักวิทยาศาสตร์เป็นบุคคลในสังคม ที่มีวัฒนธรรมและความเชื่อตามสังคมนั้น ๆ ความเชื่อของสังคมจึงมีอิทธิพลต่อการยอมรับและความก้าวหน้าของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงความเชื่อในสังคมนักวิทยาศาสตร์ก็มีความรู้ต่อความคิดของนักวิทยาศาสตร์เช่นกัน)*

- วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ Charles Darwin ใช้ในการค้นคว้าหาความรู้เป็นอย่างไร *(*Charles Darwin *ใช้การสังเกตสำรวจ และรวบรวมข้อมูลในการสร้างทฤษฎีของเขา รวมทั้งอาศัยการจินตนาการโดยไม่จำเป็นต้องผ่านการทดลอง และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่มีแบบแผนที่ตายตัว)*

- การจินตนาการมีบทบาทต่อการสร้างความรู้อย่างไร *(จินตนาการเป็นบ่อเกิดของนวัตกรรมและแรงบันดาลใจในวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์จะใช้จินตนาการ หลักฐาน เหตุผล และความรู้เดิมเพื่อสร้างความคิดใหม่ นักวิทยาศาสตร์อาจใช้จินตนาการในการสืบสอบหาความรู้และเป็นหนทางในการตีความหมายและวิเคราะห์ข้อมูล)*

3. การคัดเลือกและการปรับปรุงพันธุ์

- การคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์หมายถึงอะไร *(การปรับปรุงพันธุ์ หมายถึง การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และศิลปะมาประกอบกับกระบวนการคัดเลือกสิ่งมีชีวิต และแผนการผสม*

พันธุ์ให้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่มุ่งไว้ อาจจะเป็นการสร้างพันธุ์ใหม่ขึ้นมา ส่วนการคัดเลือกพันธุ์ หมายถึง กระบวนการการเลือกสรรสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะต่าง ๆ ตามความต้องการของมนุษย์ จากธรรมชาติหรือแหล่งพันธุกรรมที่รวบรวมไว้)

-ผลดีและผลเสียของการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์คืออะไร *(ผลดี เช่น ได้ผลผลิตทางการเกษตรเพิ่มขึ้น ซึ่งตอบสนองต่อความต้องการของมนุษย์อย่างทันท่วงที หรือ ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพมากขึ้น ผลเสีย เช่น การนำพันธุ์ที่ปรับปรุงไปปลูกจำนวนมากอาจเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์หากมีโรคระบาด หรือการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมอย่างฉับพลัน)*

4. เทคโนโลยีชีวภาพ

- นักเรียนเรียนรู้อะไรจากการนำเสนอเรื่อง เทคโลยีชีวภาพ

- เทคโนโลยีชีวภาพมีผลดีผลเสียอย่างไร *(ผลดี เช่น การเพิ่มคุณค่าโภชนาการของอาหาร รักษาโรคด้วยการสร้างวัคซีน เป็นต้น ผลเสีย เช่น การโคลนนิ่งทำให้เกิดการขาดความหลากหลายทางชีวภาพ ปัญหาเรื่อง ความปลอดภัยต่อผู้บริโภคในการตัดต่อพันธุกรรมในสัตว์อย่างใน วัว หมู ไก่ รวมถึงสัตว์ชนิดอื่นที่จะได้รับ recombinant growth hormone)*

3. นักเรียนในแต่ละกลุ่มสะท้อนความคิดเกี่ยวกับจุดเด่นหรือจุดปรับปรุงของตนเองและสมาชิกในกลุ่ม ครูอาจใช้เทคนิคเพื่อนคู่คิด (think pair share) ร่วมด้วย

4. นักเรียนและครูร่วมกันสะท้อนคิดเกี่ยวกับการอภิปรายและเสนอแนะแนวทางการพัฒนาการการอภิปรายครั้งถัดไป การร่วมกันทำงานในครั้งถัดไปให้ดีขึ้น โดยการใช้คำถามเช่น

- นักเรียนมีความคิดที่เปลี่ยนไปหรือไม่ เช่น เดิมอาจสนับสนุนแต่เมื่อหลังอภิปรายร่วมกับเพื่อนแล้วกลับมีความเห็นให้ยับยั้ง เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเปลี่ยนความคิดนั้น

- การที่เราจะเสนอความคิดเห็นต่อสาธารณชนหรือโน้มน้าวให้ผู้อื่นเห็นด้วยกับเรา นักเรียนคิดว่าปัจจัยใดมีความสำคัญ *(เหตุผลที่ถูกต้องยอมรับได้ การมีหลักฐานที่เพียงพอ)*

- นักเรียนคิดว่าการหาทางออกให้กับปัญหาผ่านการอภิปรายโต้แย้งร่วมกันควรปฏิบัติตนอย่างไร *(นำเสนอด้วยวาจาที่สุภาพ มีเหตุผล ไม่ใช้อารมณ์ในอภิปราย และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น)*

สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนชีววิทยาพื้นฐาน (สสวท.)
2. บทอ่านเรื่อง มะละกอจีเอ็มโอ: ศึกสิบปีที่มีอธิปไตยทางอาหารเป็นเดิมพัน
3. วีดิทัศน์เรื่อง “ชาร์ล ดาร์วิน คือใคร วิทยาศาสตร์ ม.4-6 (ชีววิทยา)”
4. กระดาษฟลิปชาร์ตและปากกาหมึก

5. ใบงานเรื่อง การคัดเลือกโดยธรรมชาติ การคัดเลือกพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์ และเทคโนโลยีชีวภาพ

การวัดและประเมินผล

1. ประเมินความรู้ความเข้าใจเรื่อง ทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ การคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ และเทคโนโลยีชีวภาพ ด้วยการตอบคำถามในชั้นเรียน การทำสื่อนำเสนอ และการทำใบงานได้ถูกต้องร้อยละ 60 ขึ้นไป

2. ประเมินการนำเสนอรายกลุ่มโดยเพื่อนร่วมชั้นด้วยแบบประเมิน

3. ประเมินความสามารถในการโต้แย้งจากการอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปร่วมกัน และได้ระดับดีขึ้นไป

4. ประเมินความสามัคคีจากการร่วมมือกันทำงานกันจนสำเร็จในเวลาที่กำหนด

5. ประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการตอบคำถามในชั้นเรียนได้ถูกต้องร้อยละ 60 ขึ้นไป

6. ประเมินความใจกว้างจากการยอมคำรับข้อทักท้วง หรือคำติชมจากเพื่อนขณะนำเสนอผลงาน

แบบประเมินการนำเสนอผลการสืบค้น

ให้นักเรียนประเมินการนำเสนอของกลุ่มเพื่อนโดยการระบุลำดับการนำเสนอ ลงในระดับต่าง ๆ

ประเด็นประเมิน	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
เนื้อหาสาระ				
ความชัดเจนของสื่อนำเสนอ				
การพูดนำเสนอหน้าชั้นเรียน				
การตอบข้อซักถาม				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เกณฑ์การประเมินการนำเสนอ

ประเด็นประเมิน	ดีมาก	พอใช้	ปรับปรุง
เนื้อหาสาระ	เนื้อหาถูกต้อง ครบถ้วนทุกประเด็นที่กำหนด	มีเนื้อหาบางส่วนไม่ถูกต้องแต่ครบทุกประเด็นที่กำหนด	มีเนื้อหาบางส่วนไม่ถูกต้องและไม่ครบทุกประเด็นที่กำหนด
ความชัดเจนของสื่อนำเสนอ	สื่อมีความชัดเจน อ่านเข้าใจได้ง่าย	สื่อมีความชัดเจน แต่อ่านเข้าใจยาก	สื่อไม่ชัดเจน อ่านเข้าใจได้ยาก
การพูดนำเสนอหน้าชั้นเรียน	พูดนำเสนอได้อย่างเข้าใจไม่ติดขัด	พูดนำเสนอได้เข้าใจแต่ติดขัดเล็กน้อย	พูดนำเสนอไม่ค่อยเข้าใจและติดขัด
การตอบข้อซักถาม	ตอบข้อซักถามได้ถูกต้องเข้าใจ	ตอบข้อซักถามได้ แต่ไม่ชัดเจน	ตอบข้อซักถามไม่ได้

แบบประเมินความสามารถในการโต้แย้งรายกลุ่ม

ระดับ / กลุ่ม	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เกณฑ์การประเมินความสามารถในการโต้แย้งรายกลุ่ม

เกณฑ์	คำอธิบาย
ดีมาก	นักเรียนโต้แย้งกันด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสามารถหาข้อสรุปของกลุ่มได้อย่างสมเหตุสมผล
ดี	นักเรียนโต้แย้งกันด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่อาจมีความคิดเห็นส่วนตัวบ้าง และสามารถหาข้อสรุปของกลุ่มได้อย่างสมเหตุสมผล
พอใช้	นักเรียนโต้แย้งกันด้วยความคิดเห็นส่วนตัว แต่สามารถหาข้อสรุปของกลุ่มได้อย่างสมเหตุสมผล
ปรับปรุง	นักเรียนแต่ละคนไม่พูดคุยกัน หรือคุยกันโดยไม่มีเหตุผลประกอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทอ่าน
เรื่อง มะละกอจีเอ็มโอ: ศึกสิบปีที่มีอธิปไตยทางอาหารเป็นเดิมพัน

โดย รัตนศิริ กิตติก้องนภางค์ (2557)

เกือบสองทศวรรษที่จีเอ็มโอใส่หน้ากากมายาคติความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทำศึกรุกรานพืชพันธุ์การเกษตรของไทยอย่างไม่ชอบธรรม จนกระทั่งนำไปสู่กำหนดวันตัดสินคดีการปนเปื้อนมะละกอจีเอ็มโอในสิ่งแวดล้อมระหว่างกรีนพีซและกรมวิชาการเกษตรในวันนี้ หลังจากที่กรีนพีซเปิดโปงกรมวิชาการเกษตรว่าเป็นต้นเหตุทำมะละกอไทยปนเปื้อนจีเอ็มโอและปล่อยให้มีการทดลองมะละกอจีเอ็มโอในพื้นที่เปิด ที่สถานีวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 ส่วนย่อยพืชสวนอำเภอท่าพระ จังหวัดขอนแก่น เมื่อเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2547 และในที่สุด ศาลปกครองสูงสุดได้พิจารณายกฟ้องกรมวิชาการเกษตร และตัดสินว่าไม่ได้ละเลยต่อหน้าที่ในการจัดการการปนเปื้อนของมะละกอจีเอ็มโอที่ขอนแก่น

เกือบยี่สิบปีก่อน: เมื่อกรมวิชาการเกษตร และบริษัทมอนซานโต้ พาจีเอ็มโอมาสู่ไทย

วันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ.2538 เป็นครั้งแรกที่ประเทศไทยได้ทำความรู้จักกับจีเอ็มโออย่างเป็นทางการ ผ่านการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ฝ้ายดัดแปลงพันธุกรรมของบริษัท มอนซานโต้ (ไทยแลนด์) จำกัด โดยที่กรมวิชาการเกษตรได้อนุญาตให้ปลูกทดสอบในแปลงเปิด และหลังจากนั้นอีกสองปีต่อมา ในวันที่ 15 พฤษภาคม พ.ศ. 2540 กรมวิชาการเกษตรก็ได้เดินหน้าทำการทำลองด้วยตนเอง โดยเป็นผู้นำเข้าต้นกล้าและเนื้อเยื่อมะละกอจีเอ็มโอ จากมหาวิทยาลัยคอร์แนล เข้ามาทดลองในประเทศไทย

หลายคนอาจกำลังสงสัยว่า พืชที่ได้รับการดัดแปลงพันธุกรรม ให้เกิดพืชที่มีคุณลักษณะตามที่ต้องการนั้นน่าจะเป็นผลดีมิใช่หรือ จะเป็นเรื่องเลวร้ายอย่างไร แต่แท้ที่จริงแล้วธรรมชาติได้สร้างสรรค์ทุกอย่างไว้อย่างตั้งใจและทุกสิ่งมีเอกลักษณ์ในตัวเอง มีความแตกต่างหลากหลายเพื่อการดำรงชีวิต การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตจะส่งผลกระทบมหาศาลต่อทุกสรรพสิ่งบนโลกโดยที่มนุษย์ไม่มีทางควบคุมได้

การดัดแปลงพันธุกรรมนี้เป็นการละเมิดธรรมชาติ เช่น กรณีของมะละกอไทยที่มีการทดลองดัดแปลงให้ทนทานกับพาพายา ริงสปอต ไวรัส (Papaya Ring Spot Virus: PRSV) แต่การทดลองตัดต่อยีนส์แบบสุ่มเสี่ยงนี้มีบ่อยครั้งที่ล้มเหลว และถึงแม้สำเร็จก็จะก่อให้เกิดผลกระทบอื่น โดยการทดลองจีเอ็มโอในพื้นที่เปิดหรือในระดับไร่นานั้นไม่สามารถควบคุมการหลุดรอดหรือแพร่กระจายของเมล็ดพันธุ์จีเอ็มโอออกสู่สิ่งแวดล้อมได้ และหลีกไม่พ้นการปนเปื้อนของจีเอ็มโอสู่สิ่งแวดล้อม

สิบห้าปีที่แล้ว: ปนเปื้อนจนได้!

ในที่สุดการปนเปื้อนของพืชจีเอ็มโอออกสู่สิ่งแวดล้อมได้เกิดขึ้นในประเทศไทย โดยมูลนิธิชีววิถี และเครือข่ายเกษตรกรรมทางเลือก รายงานว่า พบการปนเปื้อนของฝ้ายจีเอ็มโอ (บีที) ที่จังหวัดเลย เมื่อวันที่ 22

กันยายน พ.ศ.2542 ซึ่งถือเป็นการปนเปื้อนของพืชจีเอ็มโอออกสู่สิ่งแวดล้อมและแปลงของเกษตรกรเป็นครั้งแรกในประเทศไทย และต่อมาได้รับการยืนยันจากกระทรวงเกษตรฯ ว่ามีการปนเปื้อนของฝ้ายจีเอ็มโอจริง เมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2542 ซึ่งนำไปสู่การเคลื่อนไหวคัดค้านของภาคประชาชนต่อการทดลองจีเอ็มโอในพื้นที่เปิดเมื่อวันที่ 3 เมษายน พ.ศ.2544 และให้มีการร่างกฎหมายความปลอดภัยทางชีวภาพขึ้น

ถึงแม้จะมีมติครม.ห้ามการทดลองจีเอ็มโอในไร่นาน แต่การปนเปื้อนครั้งใหญ่ก็เกิดขึ้นอีกครั้ง โดยเมื่อ 27 กรกฎาคม พ.ศ. 2547 กรีนพีซได้เปิดโปงการพบการปนเปื้อนของมะละกอจีเอ็มโอในสิ่งแวดล้อมและในแปลงของเกษตรกร ซึ่งต้นเหตุมาจากแปลงทดลองแบบเปิดของกรมวิชาการเกษตร ที่สถานีวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 ส่วนย่อยพืชสวน อำเภอท่าพระ จังหวัดขอนแก่น แต่ครั้งนั้น กระทรวงเกษตรฯ ไม่ยอมรับว่าเกิดการปนเปื้อนของมะละกอจีเอ็มโอจริง พร้อมกับกล่าวหาว่า กรีนพีซเป็นผู้ทำให้เกิดการปนเปื้อนเสียเอง จนนำไปสู่การดำเนินคดีอาญากับนักกิจกรรมและเจ้าหน้าที่กรีนพีซในข้อหาอาญาที่ร้ายแรง คือ บุกรุก ลักทรัพย์ และทำให้เสียทรัพย์ ซึ่งยืดเยื้อมาถึงการตัดสินคดีในวันนี้

ห้าปีที่แล้ว: ศาลยกฟ้องนักกิจกรรมกรีนพีซ

เมื่อวันที่ 4 สิงหาคม พ.ศ. 2552 ศาลอุทธรณ์ภาค 4 ได้มีคำพิพากษายืนตามศาลชั้นต้น ยกฟ้องเจ้าหน้าที่กรีนพีซ และระบุว่าการกระทำของกรีนพีซในครั้งนั้นเป็นการแสดงออกที่มีความชอบธรรมเพื่อปกป้องสิ่งแวดล้อมจากการปนเปื้อนของมะละกอจีเอ็มโอในอีกรูปแบบหนึ่ง และภายหลังกระทรวงเกษตรฯ จึงออกมายอมรับการปนเปื้อนของมะละกอจีเอ็มโออย่างเป็นทางการ เพราะจนมุมด้วยหลักฐานจากภาคประชาชนมากมาย แต่กลับไม่มีการดำเนินการเพื่อสืบสวนหาสาเหตุการปนเปื้อน และดำเนินการผลักดันการทดลองจีเอ็มโอสารพัดชนิดโดยไม่มีหน่วยงานเป็นกลางในการตรวจสอบความปลอดภัย กรีนพีซจึงเผยรายงานการปนเปื้อนของมะละกอจีเอ็มโอในหลายพื้นที่ทั่วประเทศ และเมื่อปราศจากการตอบรับจากกระทรวงเกษตรฯในการจัดการการปนเปื้อนอย่างจริงจัง กรีนพีซจึงร้องต่อศาลปกครองกลางเมื่อวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2549 ***เพื่อขอให้ศาลปกครองมีคำพิพากษาหรือคำสั่งให้กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรฯ หยุดการทดลองมะละกอจีเอ็มโอในพื้นที่เปิด และให้กระทรวงเกษตรฯ ดำเนินการตรวจสอบมะละกอจีเอ็มโอในแปลงเกษตรกรที่รับการจำหน่ายจ่ายแจก หรือรับเมล็ดพันธุ์จีเอ็ มโอต่ออีกทอดหนึ่งจากผู้อื่น ซ้ำใหม่ทั้งหมด และให้มีการกำหนดมาตรการในการควบคุมการแพร่กระจายของมะละกอจีเอ็มโอไปสู่แปลงเกษตรกรและสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นรูปธรรมในทันที***

“ถึงแม้ในวันนี้กรมวิชาการเกษตรจะพ้นข้อหาฐานละเลยต่อหน้าที่ในการจัดการการปนเปื้อนของมะละกอจีเอ็มโอที่ขอนแก่น นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 ความจริงก็คือมีการปนเปื้อนของพืชจีเอ็มโอขยายเพิ่มขึ้นในหลายพื้นที่ นี่คือบทเรียนสำคัญของประเทศไทยและเป็นข้อพิสูจน์ว่าการทดลองจีเอ็มโอในพื้นที่เปิดนั้นควบคุมไม่ได้" นายธารา บัวคำศรี ผู้อำนวยการประจำประเทศไทย กรีนพีซ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้กล่าว

ยุติจีเอ็มโอ ก่อนเสียอธิปไตยทางอาหาร

ภัยร้ายจีเอ็มโอนั้นแฝงมากับรูปลักษณ์พืชพันธุ์ที่ภายนอกมิได้แตกต่างกัน แต่เมื่อพืชจีเอ็มโอหลุดรอดออกสู่สิ่งแวดล้อมแล้ว ไม่มีทางที่เราจะกำจัดมันได้หมด เช่น ฝ้ายจีเอ็มโอที่เกิดการปนเปื้อนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 แต่ยังคงตรวจพบตกค้างในสิ่งแวดล้อมหลังจากนั้นอีกกว่า 10 ปี หรือ เมื่อปี พ.ศ. 2550 ที่มูลนิธิชีววิถี หรือไบโอไทย พบการ

ปนเปื้อนของข้าวโพดจีเอ็มโอ ซึ่งปัจจุบันการปนเปื้อนนี้ได้ส่งผลต่อการส่งออกพืชผลการเกษตรของไทย ดังที่เกิดปัญหาการตีกลับมะละกอจากไทยโดยญี่ปุ่น จนกระทั่งเป็นวิกฤตการส่งออกสินค้าอาหารไปสหภาพยุโรปหลังจากตรวจพบสินค้าอาหารปนเปื้อนจีเอ็มโอที่ไทยส่งออกไปยังยุโรปเพิ่มสูงขึ้นอย่างน่าตระหนก โดยเพิ่มขึ้นจาก 11 ตัวอย่างในปีพ.ศ.2555 เป็น 24 ตัวอย่างก่อนสิ้นปีพ.ศ.2556 โดยตัวอย่างทั้งหมดคือมะละกอ จากข้อมูลการตรวจพบของไบโอไทย

"ทางออกที่ดีที่สุดสำหรับผลผลิตทางการเกษตรไม่ใช่การดัดแปลงพันธุกรรม แต่เป็นเกษตรกรรมแบบยั่งยืน การห้ามการทดลองปลูกพืชจีเอ็มโอในไร่นาจะทำให้รัฐบาลสามารถกำหนดนโยบายที่เหมาะสมกับระบบนิเวศ สังคม เศรษฐกิจ และวัฒนธรรมของประเทศที่มีความเฉพาะแบบของตน และปกป้องอธิปไตยทางอาหารจากการครอบงำและผูกขาดของบรรษัทอุตสาหกรรมเกษตรขนาดใหญ่ ไม่ใช่การผลักดันการทดลองปลูกพืชจีเอ็มโอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อต้นเดือนตุลาคมนี้ที่รัฐมนตรีกระทรวงเกษตรและสหกรณ์กำลังพิจารณาว่าจีเอ็มโอนั้นช่วยพัฒนาพืชเศรษฐกิจสี่ชนิด ได้แก่ ข้าวโพด มันสำปะหลัง ปาล์ม และอ้อย แม้จะมีผลการศึกษาว่าการปลูกพืชจีเอ็มโอไม่ได้ทำให้เพิ่มผลผลิต แต่จะทำให้ต้นทุนสูงและใช้สารเคมีในการผลิตมากขึ้นก็ตาม"

การรุกรานของจีเอ็มโอทำให้คนไทยกลายเป็นหนูทดลอง และแหล่งอาหารอันอุดมสมบูรณ์ของเราปนเปื้อนไปด้วยพืชที่ไม่มีความชัดเจนเรื่องความปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้บริโภคในระยะยาว เกษตรกรไทยจะกลายเป็นทาสของบรรษัทข้ามชาติรายใหญ่ของโลกอย่างเช่น มอนซานโต้ ด้วยเหตุที่เมล็ดพันธุ์จีเอ็มโอนั้นมีเจ้าของและถูกจดสิทธิบัตรไว้แล้วทั้งสิ้น เมื่อจีเอ็มโอแพร่กระจายปนเปื้อนอยู่ในแปลงของเกษตรกร เกษตรกรจะต้องเผชิญกับปัญหาการฟ้องร้องฐานละเมิดสิทธิบัตรจีเอ็มโอ ซึ่งทั่วโลกมีเกษตรกรที่ถูกฟ้องร้องและแพ้คดีความ ต้องจ่ายค่าเสียหายจากการละเมิดสิทธิบัตรให้กับบรรษัทเหล่านี้ นับพันคดี และสุดท้าย ประเทศไทยจะสูญเสียอธิปไตยทางอาหาร เพราะการผลิตอาหารของเราได้ถูกครอบงำโดยบรรษัทข้ามชาติทั้งทางตรงและทางอ้อมอย่างสิ้นเชิง

"ในน้ำมีปลา ในนามีข้าว" แผ่นดินไทยของเราอุดมสมบูรณ์เป็นอู่น้ำอู่ข้าวเสมอมา แม้คำตัดสินของศาลปกครองจะออกมาเช่นนี้ อย่างไรก็ตามการอ้างว่าจีเอ็มโอคือความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีนั้นเป็นเพียงมายาคติที่กำลังพรากความอุดมสมบูรณ์อันเป็นเอกลักษณ์ของไทยไป ร่วมกันยุติจีเอ็มโอ เพื่อรักษาความมั่นคงทางอาหารของไทย ความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และอธิปไตยทางอาหารของชาวไทยทุกคน

เข้าถึงได้จาก http://www.greenpeace.org/seasia/th/news/blog1/blog/51023/

-ใบงาน-

เรื่อง การคัดเลือกพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์ และเทคโนโลยีชีวภาพ

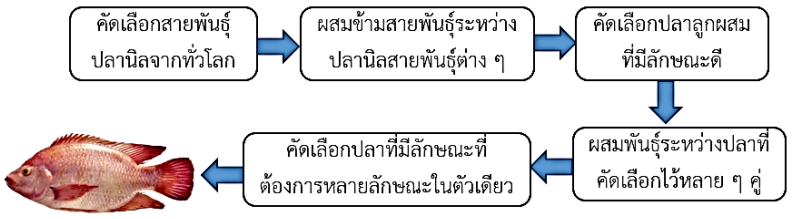
<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ให้ถูกต้อง

1. ให้นักเรียนบอกความหมายของการคัดเลือกพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์

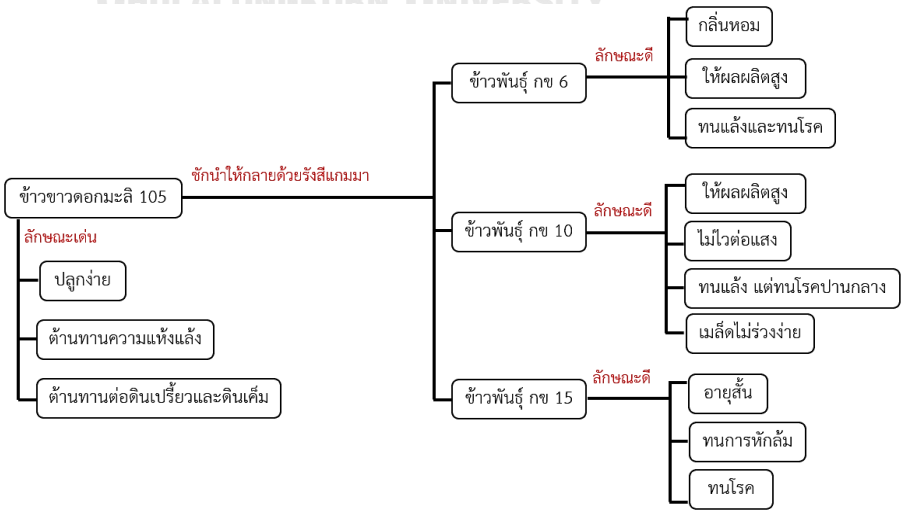
การคัดเลือกพันธุ์ หมายถึง กระบวนการการเลือกสรรสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะต่าง ๆ ตามความต้องการของมนุษย์ จากธรรมชาติหรือแหล่งพันธุกรรมที่รวบรวมไว้

การปรับปรุงพันธุ์ หมายถึง การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และศิลปะมาประกอบกับกระบวนการคัดเลือกสิ่งมีชีวิต และแผนการผสมพันธุ์ให้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่มุ่งไว้ อาจจะเป็นการสร้างพันธุ์ใหม่ขึ้นมา ส่วน

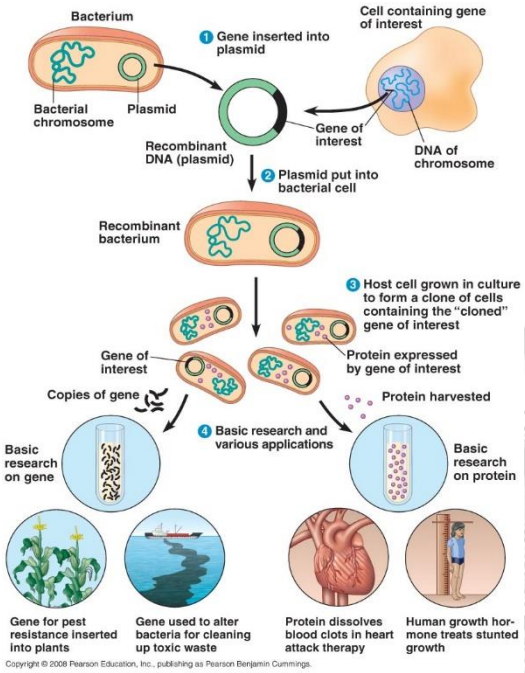
2. ให้นักเรียนอธิบายขั้นตอนการคัดเลือกพันธุ์ปลาทับทิมด้วยแผนภาพกระบวนการ



3. เขียนผังความคิดเกี่ยวกับ ลักษณะพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ที่ปรับปรุงด้วยการชักนำด้วยรังสีแกมมา



<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนสืบค้น วาดและอธิบายแผนภาพ การใช้ประโยชน์ ข้อดีและข้อเสียของเทคโนโลยีชีวภาพรูปแบบต่าง ๆ



(ภาพจากหนังสือ Biology 8th ed.: Campbell et al., 2008)

คำอธิบายแผนภาพพันธุวิศวกรรม

พันธุวิศวกรรม คือ การตัดต่อยีนหรือดีเอ็นเอจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปเชื่อมต่อกับยีนหรือดีเอ็นเอของอีกสิ่งมีชีวิตหนึ่ง เพื่อให้เกิดดีเอ็นเอสายผสม มีขั้นตอนดังนี้

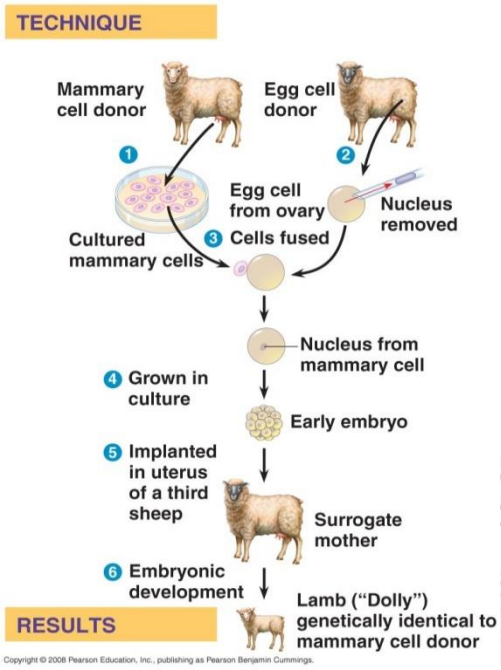
1. นำตัดยีนที่สนใจด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะแล้วนำไปแทรกในดีเอ็นเอพาหะเช่น พลาสมิด
2. ย้ายดีเอ็นเอสายผสมเข้าสู่เซลล์เป้าหมาย
3. เพาะเลี้ยงเซลล์ที่ได้รับดีเอ็นเอสายผสมเพื่อใช้ในการสร้างโปรตีน เช่น อินซูลิน หรือโกรทฮอร์โมนบางหรือเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอสายผสม

<u>การใช้ประโยชน์</u>

1. ดัดแปลงพันธุกรรมฝ้ายหรือข้าวโพดบีทีที่ต้านทานแมลงศัตรูพืช ทำให้เพิ่มผลผลิตมากขึ้น
2. เพิ่มผลผลิตทางการเกษตรเช่น ปลาที่ได้รับยีนโกรทฮาร์โมนจะมีขนาดตัวที่ใหญ่ขึ้น ข้าวสีทองที่มีวิตามิน เอ ที่เพิ่มขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อดี	ข้อเสีย
1. เกษตรกรได้ผลผลิตมากขึ้น 2. ผู้บริโภคได้รับสารอาหารที่มากขึ้น 3. เพิ่มมูลค่าของพันธุ์	1. ส่งผลต่อระบบนิเวศเพราะแมลงบางชนิดลดลง 2. ตลาดสินค้า GMOs อาจยังไม่ถูกยอมรับ 3. การปนเปื้อนของยีนในบริเวณทดลองสู่สิ่งแวดล้อมทำให้ควบคุมได้ยาก



(ภาพจากหนังสือ Biology 8th ed.: Campbell et al., 2008)

คำอธิบายแผนภาพการโคลนแกะดอลลี่

การโคลน หมายถึง การสร้างสิ่งมีชีวิตใหม่ซึ่งมีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกับตัวต้นแบบทุกประการ มีขั้นตอนดังนี้

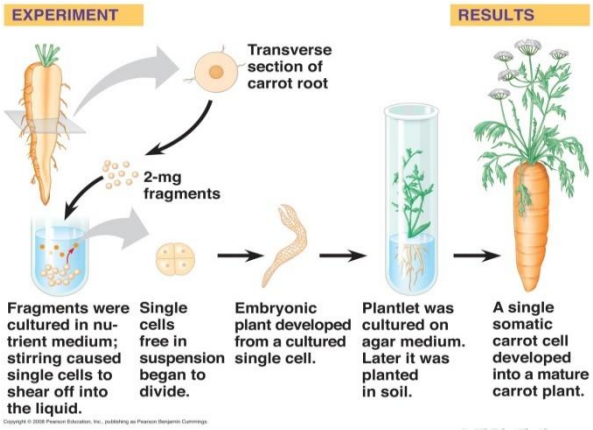
1. เพาะเลี้ยงสเต็มเซลล์ของแกะต้นแบบ
2. กำจัดนิวเคลียสออกจากเซลล์ไข่
3. นำนิวเคลียสจากเซลล์ต้นแบบใส่ในเซลล์ที่ไม่มีนิวเคลียส
4. กระตุ้นและเพาะเลี้ยงในอาหารเพาะเลี้ยง จนเป็นเอมบริโอ
5. ปลูกถ่ายเอมบริโอเข้าสู่มดลูกของแม่ผู้รับ เพื่อตั้งท้อง
6. เมื่อครบกำหนดจะได้ลูกแกะที่มีลักษณะเหมือนเซลล์ต้นแบบทุกประการ

<u>การใช้ประโยชน์</u>

1. เพิ่มจำนวนสัตว์ที่เสี่ยงต่อสูญพันธุ์ เช่น แรดขาวแอฟริกา
2. ใช้ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้สัตว์ทดลองที่มีพันธุกรรมเหมือนกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อดี	ข้อเสีย
1. คงรักษาสัตว์ไม่ให้สูญพันธุ์ 2. ใช้สำหรับการรักษาโรคบางชนิดที่ต้องปลูกถ่ายอวัยวะ 3. เกิดความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์	1. การโคลนนิ่งไม่อาจทำได้ในมนุษย์ 2. ขัดต่อบางความเชื่อของคนในสังคม 3. ขาดความหลากหลายทางชีวภาพ



(ภาพจากหนังสือ Biology 8th ed.: Campbell et al., 2008)

คำอธิบายแผนภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช คือ วิธีการโคลนพืชหรือการนำส่วนหนึ่งของพืชมาเพาะเลี้ยงในสภาวะที่เหมาะสม มีขั้นตอนดังนี้

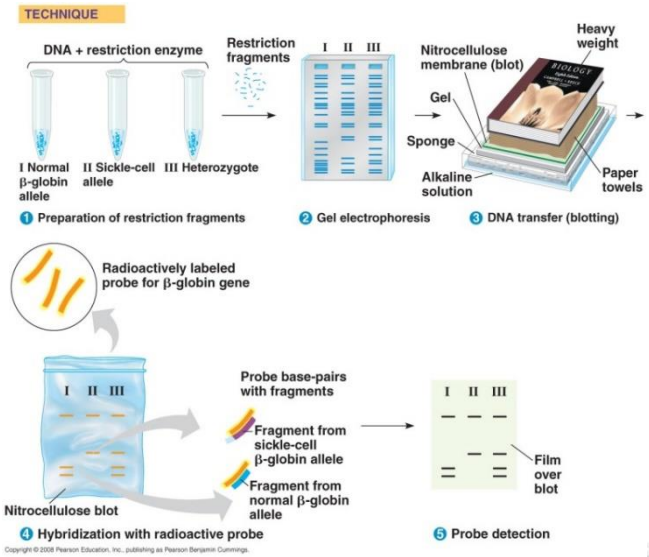
1. นำส่วนหนึ่งของพืชมาเพาะเลี้ยงในอาหาร
2. ชักนำให้เกิดอวัยวะด้วยสารเคมี
3. เพาะเลี้ยงจนเป็นต้นพืชที่มีอวัยวะครบถ้วน

<u>การใช้ประโยชน์</u>

1. เก็บรักษาสายพันธุ์เพื่อการอนุรักษ์สายพันธุ์พืชที่ใกล้สูญพันธุ์ เช่น กล้วยไม้ฟ้ามุ่ย
2. ใช้ขยายพันธุ์พืชอย่างรวดเร็ว เป็นประโยชน์ทางการค้า เช่น กล้วยไม้บางชนิด

ข้อดี	ข้อเสีย
1. คงรักษาพืชไม่ให้สูญพันธุ์	1. ราคาพืชที่ได้มีราคาสูง
2. ก่อมูลค่าทางเศรษฐกิจ	2. ขาดความหลากหลายทางชีวภาพ
3. เกิดความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



(ภาพจากหนังสือ Biology 8th ed.: Campbell et al., 2008)

คำอธิบายแผนภาพการทำลายพิมพ์ดีเอ็นเอ

ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ หมายถึง ลำดับเบสที่เป็นเอกลักษณ์ในสิ่งมีชีวิตแต่ละตัวตนหรือบุคคล มีขั้นตอนการตรวจสอบดังนี้

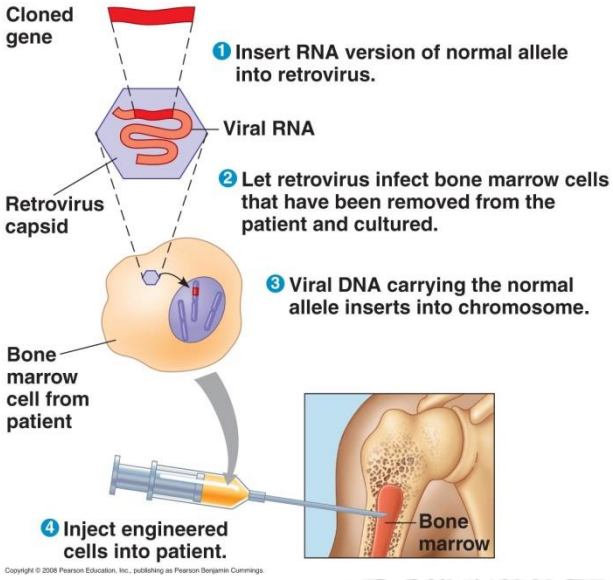
1. เก็บตัวอย่างส่งตรวจ เช่น เส้นผม หรือเล็บ เศษผ้าที่เปื้อนเลือด คราบอสุจิ ซึ่งต้องเป็นตัวอย่างที่มีคุณภาพ
2. สกัดดีเอ็นเอจากเซลล์ของตัวอย่างที่เก็บมาและใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะในการย่อย
3. ตรวจสอบขนาดของดีเอ็นเอด้วย เจลอิเล็คโตรโฟริสิสแล้วย้ายดีเอ็นเอสู่เยื่อ
4. ย้อมดีเอ็นเอบนเยื่อด้วยสารกัมมันตรังสี จากนั้นจึงอ่านผล

<u>การใช้ประโยชน์</u>

1. ใช้ตรวจสอบทางนิติวิทยาศาสตร์
2. ใช้ในการวินิจฉัยโรคการเกิดโรคทางพันธุกรรมบางชนิด เช่น ฮีโมฟีเลีย

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ได้ผลการพิสูจน์ที่แม่นยำ เพราะแต่ละบุคคลดีเอ็นเอจะไม่เหมือนกันยกเว้นแฝดแท้ 2. มีความไวสูงแม้ใช้ตัวอย่างเพียงเล็กน้อย	1. อาจเกิดความคลาดเคลื่อนในการแปลผลได้ 2. มีเทคโนโลยีที่ทันสมัยและแม่นยำกว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



(ภาพจากหนังสือ Biology 8th ed.: Campbell et al., 2008)

คำอธิบายแผนภาพยีนบำบัด

ยีนบำบัด หมายถึง ปืนการบรรเทาหรือรักษาโรคด้วยเทคโนโลยีชีวภาพ โดยการใส่ยีนที่ดีมีความสมบูรณ์พร้อมและแข็งแรงเข้าไปแทนยีนที่เกิดปัญหาในร่างกายมนุษย์ มีขั้นตอนดังนี้

1. นำยีนที่ปกติเข้าแรกในดีเอ็นของพาหะเช่น ไวรัสบางชนิด
2. กระตุ้นให้ไวรัสถ่ายโอนยีนเข้าแทรกในดีเอ็นเอในสะเต็มเซลล์ของมนุษย์
3. นำเซลล์ที่มียีนปกติกลับเข้าสู่ร่างกายเพื่อให้เซลล์แสดงออกซึ่งลักษณะปกติ

<u>การใช้ประโยชน์</u>

1. ใช้เพื่อรักษาโรคที่เกิดจากความผิดปกติทางพันธุกรรม เช่น ธาลัสซีเมีย
2. ใช้ในการส่งเสริมระบบภูมิคุ้มกันเพื่อทำลายเซลล์บางชนิด เช่น เซลล์มะเร็ง

ข้อดี	ข้อเสีย
1. เป็นการรักษาโรคทางพันธุกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ 2. เป็นความก้าวหน้าทางการแพทย์ในการรักษาแนวใหม่	1. ยีนนั้นอาจมีการแพร่กระจายและแทรกตัวสู่ยีนอื่นที่เราไม่ต้องการทำให้เกิดผลข้างเคียง 2. การบรรจุยีนไม่เหมาะกับยีนที่มีขนาดใหญ่ 3. ข้อจำกัดทางด้านศีลธรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การคัดเลือกโดยธรรมชาติ

หลักฐานที่ Charles Darwin รวบรวมได้

เขาได้สังเกตลักษณะทางกายภาพบริเวณหมู่เกาะกาลาปากอส พบว่านกฟินช์แต่ละชนิดมีขนาดและรูปร่างของจงอยปากแตกต่างกัน ตามความ เหมาะสมแก่การที่จะใช้กินอาหารแต่ละประเภท รวมถึงเขาเชื่อในหลักความเป็นเอกภาพ (uniformitarianism)

วิธีการค้นคว้าหาความรู้ที่ Charles Darwin ใช้

การสังเกตของเขาเป็นจุดเริ่มต้นของการค้นคว้าหาความรู้ โดยเขาได้ทำการสำรวจรวบรวมหลักฐานร่วมกับการใช้จินตนาการเพื่อสร้างทฤษฎี โดยไม่ผ่านการทดลองแต่อย่างใด

ใจความของทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ

สิ่งมีชีวิตแต่ละรุ่นมีการสืบพันธุ์ให้รุ่นลูกจำนวนมากที่มีลักษณะแปรผันแตกต่างกันมากมาย ลูกที่มีลักษณะแตกต่างเหล่านี้ต้องสู้ให้มีชีวิตรอด มีการแก่งแย่งสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตที่มีอยู่อย่างจำกัด ลูกที่อ่อนแอหรือมีลักษณะไม่เหมาะสมจะไม่สามารถอยู่รอด จึงไม่มีการสืบทอดลักษณะทางพันธุกรรมของตนไปยังรุ่นถัดไป ขณะที่ลูกที่สามารถมีชีวิตรอดได้จะถ่ายทอดลักษณะที่เหมาะสมนั้นๆ ไปยังรุ่นต่อไป สิ่งมีชีวิตแต่ละรุ่นจึงมีความแตกต่างจากสิ่งมีชีวิตรุ่นเดิมทีละน้อย กระบวนการนี้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อระยะเวลาผ่านไปจึงเกิดเป็นสิ่งมีชีวิตใหม่ที่แตกต่างจากสิ่งมีชีวิตดั้งเดิม

ปรากฏการณ์ที่สามารถอธิบายได้โดยทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ

1. การดื้อยาของแบคทีเรียบางชนิด โดยเกิดจากการใช้ยาปฏิชีวนะไม่ครบตามระยะเวลาที่กำหนด จึงทำให้แบคทีเรียบางชนิดเริ่มต้านทานยาชนิดนั้นและสืบทอดลักษณะต้านทานยานั้นได้ แต่แบคทีเรียที่ไม่สามารถต้านทานยาปฏิชีวนะได้ก็จะตายลงไปจึงไม่มีการสืบทอดไปยังรุ่นถัดไป
2. การต้านทานยาฆ่าแมลง การใช้ยาฆ่าแมลงในปริมาณมาก ๆ ในช่วงแรก อาจชักนำให้แมลงบางชนิดเกิดความสามารถในการต้านทานยาฆ่าแมลงได้ และสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นถัดไป จึงทำให้การใช้ยาฆ่าแมลงปริมาณเท่าเดิมไม่ได้ผลอีกต่อไป
3. ปรากฏการณ์ industrial melanism ในช่วงการปฏิวัติอุตสาหกรรมมีการสร้างโรงงานอุตสาหกรรมมากมายในพื้นที่ เขม่าควันจากโรงงานเหล่านี้ทำลายไลเคนที่เจริญเติบโตอยู่ตามลำต้น สีของลำต้นจึงเปลี่ยนเป็นสีเข้มขึ้น สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปนี้ส่งผลให้ผีเสื้อที่มีลำตัวและปีกสีดำมีความได้เปรียบในการอยู่รอด เพราะสีกลมกลืนกับลำต้นของต้นไม้ ขณะที่พวกที่มีลำตัวและปีกสีเทาจางถูกจับกินได้ง่ายขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คู่มือการใช้แผนการจัดการเรียนรู้สำหรับครู

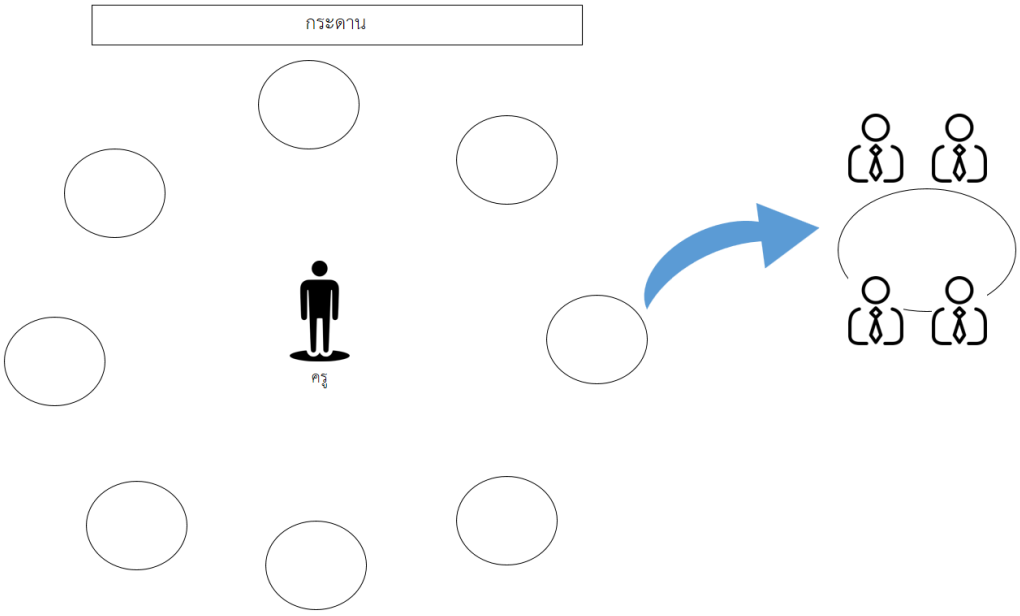
แผนการจัดการเรียนรู้ในการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังดำเนินการตามกิจกรรม 4 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นที่ 1 การอ่านบทอ่านและตั้งคำถามสำคัญ (reading story and big question posing) ขั้นที่ 2 การรวบรวมหลักฐาน (gathering evidence) ขั้นที่ 3 การมีส่วนร่วมในกลุ่มย่อย (participating in group) และขั้นที่ 4 การสะท้อนคิด (reflecting) เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพอย่างสูงสุด จึงมีข้อเสนอแนะดังนี้

ระยะก่อนเริ่มกิจกรรม

1) การจัดกลุ่มนักเรียน ครูควรจัดนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยให้มีจำนวนสมาชิก 4-6 คน เพื่อให้นักเรียนได้ทำงานและเรียนรู้ร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน หรือให้เพื่อนทำหน้าที่เป็นนั่งร้านหรือเครื่องช่วยสร้างการเรียนรู้ (scaffolding) ครูควรจัดกลุ่มนักเรียนแบบคละความสามารถกล่าวคือในกลุ่มควรประกอบด้วยนักเรียนกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน

2) การเตรียมนักเรียนให้คุ้นเคยกับการอภิปราย ผู้สอนควรชี้แจงจุดมุ่งหมายของกิจกรรมให้นักเรียนทราบอย่างชัดเจน ให้นักเรียนและข้อควรปฏิบัติ ในการจัดการเรียนการสอนในระยะเริ่มต้นหากผู้เรียนไม่มีคุ้นชินกิจกรรมที่ต้องมีการอภิปรายร่วมกันครูอาจจัดกิจกรรมที่มีการอภิปรายร่วมกันในประเด็นที่ไม่ซับซ้อนและไม่อิงเนื้อหาเพื่อให้ได้ข้อสรุปร่วมกัน

3) การจัดบรรยากาศชั้นเรียน ครูไม่ควรจัดห้องเรียนแบบนั่งบรรยาย หากพื้นที่เหมาะสมต่อการจัดรูปแบบห้องเรียนครูควรจัดห้องเรียนดังภาพต่อไปนี้



4) การจัดเตรียมสื่อการเรียนรู้ การจัดเตรียมบทอ่านนั้นครูต้องพิจารณาบทอ่านที่มีตัวละคร ข่าว หรือบทความที่แฝงด้วยประเด็นขัดแย้งที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ค่านิยมทางสังคม และวัฒนธรรมเพื่อให้ผู้อ่านตระหนักถึงข้อดีและข้อเสียของวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่การตั้งคำถามำคัญและอภิปรายคำถามสำคัญเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปร่วมกันในกลุ่มของนักเรียน

ระยะการทำกิจกรรม

1) ลักษณะคำถามสำคัญ คำถามสำคัญที่ได้จากบทอ่านนั้นจะเป็นคำถามที่เป็นประเด็นขัดแย้งมีคำตอบได้หลากหลาย หรือไม่มีคำตอบที่ถูกต้องตายตัว คำถามในลักษณะนี้จะกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นที่หลากหลาย และนักเรียนจะได้เรียนรู้มุมมองคำตอบที่หลากหลายผ่านเพื่อน ทั้งนี้เมื่อการอภิปรายจะนำไปสู่การลงข้อสรุปร่วมกันนักเรียนที่มีความคิดเห็นไม่ตรงกันอาจมีการโน้มน้าวซึ่งกันและกันด้วย แต่หากคำถามสำคัญมีคำตอบที่แน่ชัดแต่นักเรียนยังไม่ทราบ นักเรียนจะพยายามสืบค้นแหล่งข้อมูลเพื่อตอบคำถามสำคัญซึ่งอาจไม่เกิดการอภิปรายเชิงโต้แย้ง

2) บทบาทของครู ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมในขั้นเรียนครูควรลดบทบาทของตนเองลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นการมีส่วนร่วมในกลุ่มย่อยที่ครูไม่ควรมีอิทธิพลต่อการอภิปรายของนักเรียน เพราะเมื่อครูเข้าใกล้กลุ่มนักเรียนหรือเข้าไปร่วมแสดงความคิดเห็นขัดแย้ง ท้าทายความคิดนักเรียนอาจไม่กล้าแสดงความคิดเห็นที่แท้จริง และนักเรียนจะมีแนวโน้มที่จะเลือกเชื่อความคิดเห็นของครูเป็นหลัก ดังนั้นครูควรเป็นผู้สังเกตการณ์และควบคุมชั้นเรียนเท่านั้น ส่วนในขั้นอื่นครูอาจมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกเช่น จัดเตรียมอุปกรณ์ แนะนำแหล่งสืบค้นข้อมูล แนะนำในการแก้ปัญหา หรือใช้คำถามเพื่อเร้าความสนใจ ลงข้อสรุป หรือสะท้อนคิด

3) การใช้เทคนิคการสอน ครูอาจใช้เทคนิคการสอนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียนมากขึ้นเช่น การเสริมแรง การลงโทษ และในขณะที่นักเรียนมีการอภิปรายร่วมกันครูอาจใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมด้วยเช่น เทคนิคการเล่าเรื่องรอบวง หรือในการสะท้อนคิดในกลุ่มอาจใช้เทคนิคเพื่อนคู่คิด เป็นต้น

ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหา

การเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังครูจะมีบทบาทไม่มากนักเมื่อเทียบกับการเรียนการสอนแบบทั่วไป หรือการสอนที่เน้นครูเป็นศูนย์กลาง ดังนั้นอาจพบปัญหาในการทำกิจกรรมดังนี้

1) นักเรียนไม่พูดคุยกัน พฤติกรมของนักเรียนเมื่อครูทำการจัดกลุ่มให้และมีความแตกต่างจากการจัดกลุ่มแบบเดิมอาจทำให้นักเรียนที่ไม่สนิทสนมกันมากนักไม่กล้าที่จะแสดงความคิดเห็นให้กับเพื่อนอย่างตรงไปตรงมา ครูอาจแก้ไขด้วยการใช้เทคนิคการเล่าเรื่องรอบวง (round robin) เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้แสดงความคิดเห็นของตนเองให้กับสมาชิกในกลุ่ม

2) นักเรียนไม่สนใจการทำงานร่วมกันในกลุ่ม ด้วยธรรมชาติของนักเรียนที่หลากหลายในชั้นเรียนมีทั้งนักเรียนที่มีลักษณะเก็บตัว (introvert) ดังนั้นครูจึงควรคละความสามารถของนักเรียนในสมาชิกลุ่มให้ประกอบด้วยกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนทำงานร่วมกันได้อย่างราบรื่นครูอาจให้นักเรียนแบ่งภาระหน้าที่ในการทำงานภายในกลุ่ม เช่น ผู้นำ ผู้บันทึก ผู้สังเกตการณ์ ผู้ช่วยเหลือ เป็นต้น จะทำให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มยังคงมีบทบาทและมีส่วนร่วมในกลุ่ม

3) นักเรียนไม่คุ้นเคยกับลักษณะกิจกรรม ในรายวิชาที่มีเนื้อหาสาระมากเช่น ชีววิทยา ซึ่งเดิมนักเรียนอาจคุ้นเคยกับการสอนในลักษณะบรรยาย หรือการเป็นผู้เรียนเชิงรับ อาจพบปัญหาที่นักเรียนไม่ชอบทำกิจกรรมที่เน้นให้เป็นผู้เรียนเชิงรุก ครูจึงควรชี้แจงถึงความสำคัญจำเป็นของกิจกรรม ชี้แจงข้อดีหรือประโยชน์ของกิจกรรมในการศึกษาในระดับสูงต่อไป หรือประโยชน์ต่อการใช้ชีวิตประจำวันของนักเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนการจัดการเรียนรู้ในการเรียนการสอนแบบทั่วไป

เรื่อง การคัดเลือกโดยธรรมชาติ การคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ และเทคโนโลยีชีวภาพ

รายวิชา ชีววิทยาพื้นฐาน (ว 30141) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560

ผู้เรียน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (40 คน) เวลา 150 นาที

ผู้สอน นายณภัทร พระโพธิ์วังซ้าย

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

1.2 ม. 4-6/1 อธิบายกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม มิวเทชันและการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ

1.2 ม. 4-6/2 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของเทคโนโลยีชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

1. ว.8.1 4-6/5 รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบถูกต้องครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสมหรือความผิดพลาดของข้อมูล

2. 8.1 ม. 4-6/6 จัดกระทำข้อมูล โดยคำนึงถึงการรายงานผลเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้องและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม

3. ว.8.1 4-6/7 วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป หรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. 8.1 ม. 4-6/8 พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้หลักความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ

5. 8.1 ม. 4-6/9 นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

6. 8.1 ม. 4-6/10 ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบาย การลงความเห็น และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

7. ว.8.1 4-6/11 บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิงหรือค้นคว้าเพื่อเติม เพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิมซึ่งท้าทาย ให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวัง อันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่

ว 8.1 ม.4-6/12 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงงานหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถ

1. อธิบายใจความสำคัญของทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติได้ พร้อมทั้งยกตัวอย่างปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่สอดคล้องได้

2. บอกความหมายและข้อดีข้อเสียของการคัดเลือกพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์ได้

3. ยกตัวอย่างการคัดเลือกพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์ที่เป็นประโยชน์ในปัจจุบันได้

4. อธิบายขั้นตอนและข้อดีข้อเสียของเทคโนโลยีชีวภาพในรูปแบบต่าง ๆ ได้

5. ค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้

6. แสดงความเป็นผู้ที่มีความใจกว้าง และมีความสามัคคี

สาระสำคัญ

นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติและปรากฏการณ์ที่สอดคล้อง รวมถึงการสะท้อนอิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมในขณะนั้นต่อการสร้างความรู้ของ Charles Darwin ทั้งยังเรียนรู้เกี่ยวกับการคัดเลือกพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์ และเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งจะสะท้อนถึงข้อดีข้อเสียและการนำความรู้ดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ในปัจจุบัน โดยการเรียนการสอนแบบสืบสอบ 3 ขั้นตอน และใช้การประเมินการเรียนรู้จากชิ้นงาน การนำเสนองาน และการตอบคำถามในชั้นเรียน

สาระการเรียนรู้

การแปรผันทางพันธุกรรมทำให้สิ่งมีชีวิตที่เกิดใหม่มีลักษณะที่แตกต่างกันหลากหลายชนิด ก่อให้เกิดเป็นความหลากหลายทางชีวภาพ โดย Charles Darwin ได้เสนอทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติเพื่ออธิบายการปรับตัวและการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเช่น ความหลากหลายของนกฟินซ์บนหมู่เกาะกาลากปากอส การดื้อยาปฏิชีวนะของแบคทีเรีย เป็นต้น มนุษย์นำความรู้ทางเทคโนโลยีชีวภาพด้านพันธุวิศวกรรม การโคลนและการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ มาใช้ในการพัฒนาให้เกิดความก้าวหน้าในด้านต่าง ๆ มากขึ้นและแพร่หลาย การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่สร้างสิ่งมีชีวิตใหม่เกิดขึ้นหรือสิ่งมีชีวิตที่มีการดัดแปรพันธุกรรม ส่งผลกระทบทั้งทางด้านที่เป็นประโยชน์และโทษต่อสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม เช่น มะละกอ GMOs การโคลนแกะดอลลี่

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
    - นำเสนอผลการสืบค้นหน้าชั้นเรียน
    - โต้แย้งเกี่ยวกับประเด็นขัดแย้งในกลุ่ม
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา
    - เสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีเหตุผล
    - การแก้ปัญหาขณะสร้างสรรค์ชิ้นงาน
3. ความสามารถในการใช้ชีวิต
    - การแสวงหาข้อมูลในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน
    - กระบวนการกลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

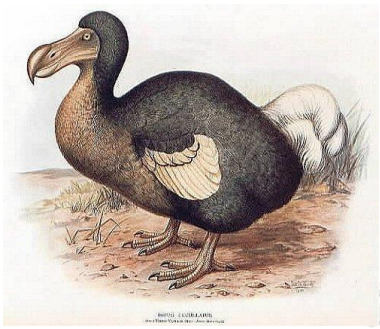
จิตวิทยาศาสตร์

- เป็นคนที่มีเหตุผล
- เป็นคนที่มีความอยากรู้อยากเห็น
- เป็นคนที่มีความใจกว้าง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (10 นาที)

1. นักเรียนศึกษาภาพนกโดโด้ (dodo) จากนั้นตอบคำถามต่อไปนี้



1.1 นกชนิดนี้คือนกอะไร (นกโดโด้)

1.2 นกชนิดนี้พบได้ที่ใดบ้าง (เกาะมอริเชียส)

1.3 นกชนิดนี้ยังคงมีชีวิตอยู่ในปัจจุบันหรือไม่ (ไม่/สูญพันธุ์แล้ว)

1.4 สาเหตุของการสูญพันธุ์ของนกโดโด้คืออะไร (เนื่องจากนกโดโด้เป็นนกที่ไม่สามารถบินได้ นกโดโด้จึงถูกล่าโดยมนุษย์และสุนัขที่อพยพมาจากต่างถิ่น อีกทั้งหนูบ้านที่มากับมนุษย์ยังกัดทำลายไข่ของนกโดโด้)

1.5 หากนกโดโด้สามารถปรับตัวให้บินได้ ปกป้องไข่ได้ นักเรียนคิดว่านกโดโด้จะสูญพันธุ์หรือไม่ (นักเรียนตอบตามคิดเห็นของตนเอง เช่น ไม่สูญพันธุ์เพราะหากมีปีกบินนกโดโด้สามารถอพยพไปยังเกาะอื่นๆ ได้)

2. นักเรียนเสนอแนวทางการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในยุคหรือสภาพแวดล้อมต่าง ๆ หน้าชั้นเรียน

ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ (100 นาที)

1. นักเรียนศึกษาประวัติและการค้นพบของ Charles Darwin จากวีดิทัศน์เรื่อง “ชาร์ล ดาร์วิน คือใคร วิทยาศาสตร์ ม.4-6 (ชีววิทยา)” (สืบค้นจาก www.youtube .com) จากนั้นตัวแทนนักเรียนกล่าวสรุปประวัติการค้นพบของ Charles Darwin

2. นักเรียนสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับหัวข้อต่อไปนี้ จากนั้นเสนอความรู้ที่สืบค้นได้หน้าชั้นเรียน

2.1 Charles Darwin ได้ความรู้อะไรจากเกาะกาลาปากอส (Charles Darwin ได้สังเกตถึงความแตกต่างของจงอยปากนกฟินช์ว่ามีความแตกต่างกันในแต่ละหมู่เกาะรวมทั้งพฤติกรรมการกินของนกฟินช์ จึงได้สร้างทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติขึ้น)

2.2 ความรู้ของ Charles Darwin สามารถอธิบายปรากฏการณ์ใดบ้างในปัจจุบัน (การดื้อยา DDT ของแมลงบางชนิด และการมียีนดื้อยาของแบคทีเรียบางชนิด)

3. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปใจความของทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ และปรากฏการณ์ในปัจจุบันที่สอดคล้องกับทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ ลงในแบบบันทึก

4. นักเรียนสืบค้นข้อมูลเรื่อง การคัดเลือกและการปรับปรุงพันธุ์ และเทคโนโลยีชีวภาพรูปแบบต่าง ๆ จากนั้นนำเสนอผลการสืบค้นหน้าชั้นเรียน โดยแบ่งเป็นหัวข้อนำเสนอดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.1 การคัดเลือกพันธุ์ปลาทับทิม และการปรับปรุงพันธุ์ข้าว

4.2 พันธุวิศวกรรม

4.3 การโคลน

4.4 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

4.5 ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ

4.6 ยีนบำบัด

5. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการคัดเลือกและการปรับปรุงพันธุ์ และเทคโนโลยีชีวภาพ

6. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายร่วมกันในกลุ่มย่อยในประเด็นดังนี้

6.1 ผลดีและผลเสียของการคัดเลือกและการปรับปรุงพันธุ์ (ผลดี เช่น ได้ผลผลิตทางการเกษตรเพิ่มขึ้น ซึ่งตอบสนองต่อความต้องการของมนุษย์อย่างทันท่วงที หรือ ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพมากขึ้น ผลเสีย เช่น การนำพันธุ์ที่ปรับปรุงไปปลูกจำนวนมากอาจเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์หากมีโรคระบาด หรือการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมอย่างฉับพลัน)

6.2 ผลดีและผลเสียของเทคโนโลยีชีวภาพ (ผลดี เช่น การเพิ่มคุณค่าโภชนาการของอาหาร รักษาโรคด้วยการสร้างวัคซีน เป็นต้น ผลเสีย เช่น การโคลนนิ่งทำให้เกิดการขาดความหลากหลายทางชีวภาพ ปัญหาเรื่อง ความปลอดภัยต่อผู้บริโภคในการตัดต่อพันธุกรรมในสัตว์ อย่างใน วัว หมู ไก่ รวมถึงสัตว์ชนิดอื่นที่จะได้รับ recombinant growth hormone)

6.3 นักเรียนคิดเห็นอย่างไรต่ออาหารที่ได้จากการ GMOs

ขั้นสรุปการเรียนรู้

1. นักเรียนตอบคำถามในประเด็นต่อไปนี้

1.1 ทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ

- ทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติมีใจความสำคัญอย่างไร (สิ่งมีชีวิตแต่ละรุ่นมีการสืบพันธุ์ให้รุ่นลูกจำนวนมากที่มีลักษณะแปรผันแตกต่างกันมากมาย ลูกที่มีลักษณะแตกต่างเหล่านี้ต้องสู้ให้มีชีวิตรอด มีการแก่งแย่งสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตที่มีอยู่อย่างจำกัด ลูกที่อ่อนแอหรือมีลักษณะไม่เหมาะสมจะไม่สามารถอยู่รอด จึงไม่มีการสืบทอดลักษณะทางพันธุกรรมของตนไปยังรุ่นถัดไป ขณะที่ลูกที่สามารถมีชีวิตรอดได้จะถ่ายทอดลักษณะที่เหมาะสมนั้นๆ ไปยังรุ่นต่อไป สิ่งมีชีวิตแต่ละรุ่นจึงมีความแตกต่างจากสิ่งมีชีวิตรุ่นเดิมทีละน้อย กระบวนการนี้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อระยะเวลาผ่านไปจึงเกิดเป็นสิ่งมีชีวิตใหม่ที่แตกต่างจากสิ่งมีชีวิตดั้งเดิม

- ทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติสามารถอธิบายปรากฏการณ์ใดในปัจจุบัน (การดื้อยาของแบคทีเรียบางชนิด โดยเกิดจากการใช้ยาปฏิชีวนะอย่างพร่ำเพรื่อ จึงทำให้แบคทีเรียบางชนิดสามารถต้านทานยาชนิดนั้นได้ จากนั้นจึงสืบทอดลักษณะต้านทานยานั้นได้ แต่แบคทีเรียที่ไม่

สามารถต้านทานยาปฏิชีวนะได้ก็จะตายลงไป อีกทั้งจะไม่มีการสืบทอดไปยังรุ่นถัดไป การต้านทานยาฆ่าแมลง การใช้ยาฆ่าแมลงในปริมาณมากๆอาจชักนำให้แมลงบางชนิดก่อยีนที่สามารถต้านทานยาฆ่าแมลงได้ และสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นถัดไป จึงทำให้การใช้ยาฆ่าแมลงไม่ได้ผลอีกต่อไป)

1.2 การคัดเลือกและการปรับปรุงพันธุ์

- การคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์หมายถึงอะไร (การปรับปรุงพันธุ์ หมายถึง การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และศิลปะมาประกอบกับกระบวนการคัดเลือกสิ่งมีชีวิต และแผนการผสมพันธุ์ให้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่มุ่งไว้ อาจจะเป็นการสร้างพันธุ์ใหม่ขึ้นมา

การคัดเลือกพันธุ์ หมายถึง กระบวนการการเลือกสรรสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะต่าง ๆ ตามความต้องการของมนุษย์ จากธรรมชาติหรือแหล่งพันธุกรรมที่รวบรวมไว้)

-ผลดีและผลเสียของการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์คืออะไร (ผลดี เช่น ได้ผลผลิตทางการเกษตรเพิ่มขึ้น ซึ่งตอบสนองต่อความต้องการของมนุษย์อย่างทันท่วงที หรือ ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพมากขึ้น ผลเสีย เช่น การนำพันธุ์ที่ปรับปรุงไปปลูกจำนวนมากอาจเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์หากมีโรคระบาด หรือการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมอย่างฉับพลัน)

1.3 เทคโนโลยีชีวภาพ

- นักเรียนเรียนรู้อะไรจากการนำเสนอเรื่อง เทคโนโลยีชีวภาพ (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตน)

- เทคโนโลยีชีวภาพมีผลดีผลเสียอย่างไร (ผลดี เช่น การเพิ่มคุณค่าโภชนาการของอาหาร รักษาโรคด้วยการสร้างวัคซีน เป็นต้น ผลเสีย เช่น การโคลนนิ่งทำให้เกิดการขาดความหลากหลายทางชีวภาพ ปัญหาเรื่อง ความปลอดภัยต่อผู้บริโภคในการตัดต่อพันธุกรรมในสัตว์ อย่างในวัว หมู ไก่ รวมถึงสัตว์ชนิดอื่นที่จะได้รับ recombinant growth hormone)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนชีววิทยาพื้นฐาน (สสวท.)
2. สื่อออนไลน์ต่าง ๆ
3. วีดิทัศน์เรื่อง “ชาร์ล ดาร์วิน คือใคร วิทยาศาสตร์ ม.4-6 (ชีววิทยา)”
4. กระดาษฟลิปชาร์ตและปากกาหมึก
5. ใบงานเรื่อง การคัดเลือกโดยธรรมชาติ การคัดเลือกพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์ และเทคโนโลยีชีวภาพ

การวัดและประเมินผล

1. ประเมินความรู้ความเข้าใจเรื่อง ทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ การคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ และเทคโนโลยีชีวภาพ ด้วยการตอบคำถามในชั้นเรียน การทำสื่อนำเสนอ และการทำใบงานได้ถูกต้องร้อยละ 60 ขึ้นไป

2. ประเมินการนำเสนอรายกลุ่มโดยเพื่อนร่วมชั้นด้วยแบบประเมิน

3. ประเมินความสามัคคีจากการร่วมมือกันทำงานกันจนสำเร็จในเวลาที่กำหนด

4. ประเมินความใจกว้างจากการยอมคำรับข้อทักท้วง หรือคำติชมจากเพื่อนขณะนำเสนอผลงาน

แบบประเมินการนำเสนอผลการสืบค้น

ให้นักเรียนประเมินการนำเสนอของกลุ่มเพื่อนโดยการระบุลำดับการนำเสนอ ลงในระดับต่าง ๆ

ประเด็นประเมิน	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
เนื้อหาสาระ				
ความชัดเจนของสื่อนำเสนอ				
การพูดนำเสนอหน้าชั้นเรียน				
การตอบข้อซักถาม				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เกณฑ์การประเมินการนำเสนอ

ประเด็นประเมิน	ดีมาก	พอใช้	ปรับปรุง
เนื้อหาสาระ	เนื้อหาถูกต้อง ครบถ้วนทุกประเด็นที่กำหนด	มีเนื้อหาบางส่วนไม่ถูกต้องแต่ครบทุกประเด็นที่กำหนด	มีเนื้อหาบางส่วนไม่ถูกต้องและไม่ครบทุกประเด็นที่กำหนด
ความชัดเจนของสื่อนำเสนอ	สื่อมีความชัดเจน อ่านเข้าใจได้ง่าย	สื่อมีความชัดเจน แต่อ่านเข้าใจยาก	สื่อไม่ชัดเจน อ่านเข้าใจได้ยาก

การพูดนำเสนอหน้าชั้นเรียน	พูดนำเสนอได้อย่างเข้าใจไม่ติดขัด	พูดนำเสนอได้เข้าใจแต่ติดขัดเล็กน้อย	พูดนำเสนอไม่ค่อยเข้าใจและติดขัด
การตอบข้อซักถาม	ตอบข้อซักถามได้ถูกต้องเข้าใจ	ตอบข้อซักถามได้ แต่ไม่ชัดเจน	ตอบข้อซักถามไม่ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

-ใบงาน-

เรื่อง การคัดเลือกพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์ และเทคโนโลยีชีวภาพ

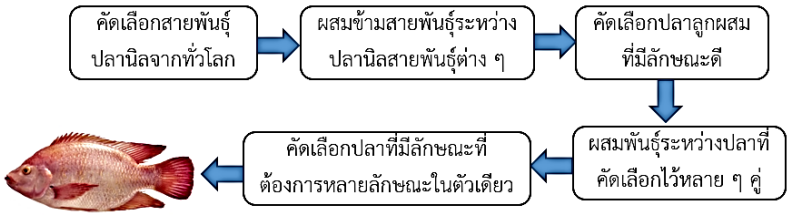
<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ให้ถูกต้อง

1. ให้นักเรียนบอกความหมายของการคัดเลือกพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์

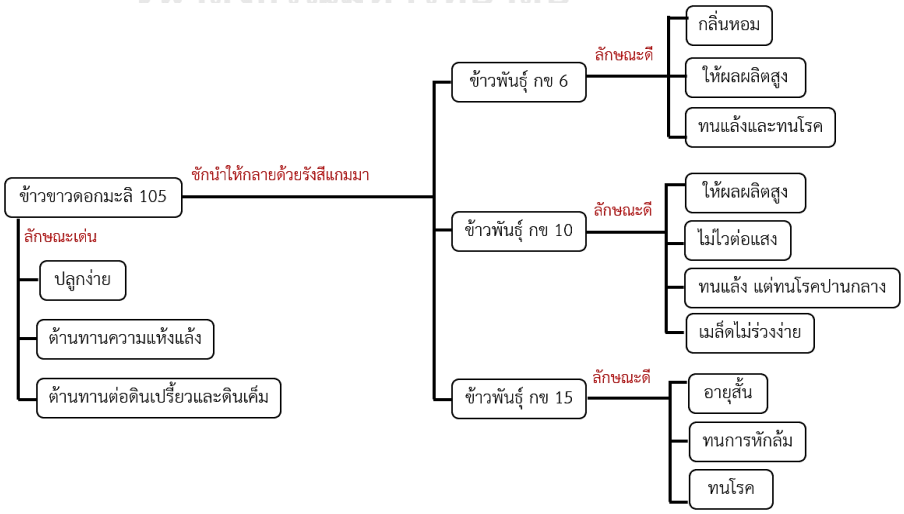
การคัดเลือกพันธุ์ หมายถึง กระบวนการการเลือกสรรสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะต่าง ๆ ตามความต้องการของมนุษย์ จากธรรมชาติหรือแหล่งพันธุกรรมที่รวบรวมไว้

การปรับปรุงพันธุ์ หมายถึง การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และศิลปะมาประกอบกับกระบวนการคัดเลือกสิ่งมีชีวิต และแผนการผสมพันธุ์ให้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่มุ่งไว้ อาจจะเป็นการสร้างพันธุ์ใหม่ขึ้นมา ส่วน

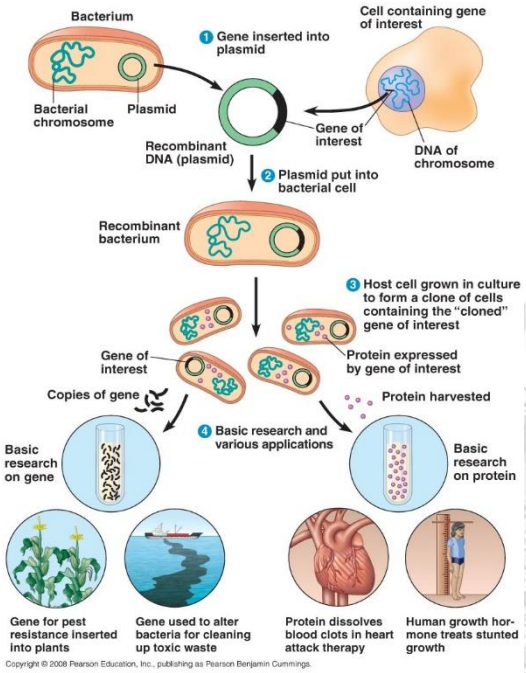
2. ให้นักเรียนอธิบายขั้นตอนการคัดเลือกพันธุ์ปลาทับทิมด้วยแผนภาพกระบวนการ



3. เขียนผังความคิดเกี่ยวกับ ลักษณะพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ที่ปรับปรุงด้วยการชักนำด้วยรังสีแกมมา



<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนสืบค้น วาดและอธิบายแผนภาพ การใช้ประโยชน์ ข้อดีและข้อเสียของเทคโนโลยีชีวภาพรูปแบบต่าง ๆ



คำอธิบายแผนภาพพันธุวิศวกรรม

พันธุวิศวกรรม คือ การตัดต่อยีนหรือดีเอ็นเอจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปเชื่อมต่อกับยีนหรือดีเอ็นเอของอีกสิ่งมีชีวิตหนึ่ง เพื่อให้เกิดดีเอ็นเอสายผสม มีขั้นตอนดังนี้

1. นำตัดยีนที่สนใจด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะแล้วนำไปแทรกในดีเอ็นเอพาหะเช่น พลาสมิด
2. ย้ายดีเอ็นเอสายผสมเข้าสู่เซลล์เป้าหมาย
3. เพาะเลี้ยงเซลล์ที่ได้รับดีเอ็นเอสายผสมเพื่อใช้ในการสร้างโปรตีน เช่น อินซูลิน หรือโกรทฮอร์โมนบาง หรือเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอสายผสม

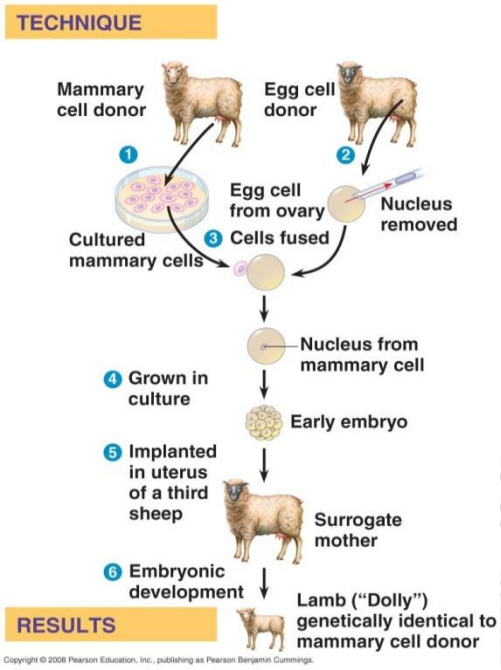
(ภาพจากหนังสือ Biology 8th ed.: Campbell et al., 2008)

<u>การใช้ประโยชน์</u>

1. ดัดแปลงพันธุกรรมฝ้ายหรือข้าวโพดบีทีที่ต้านทานแมลงศัตรูพืช ทำให้เพิ่มผลผลิตมากขึ้น
2. เพิ่มผลผลิตทางการเกษตรเช่น ปลาที่ได้รับยีนโกรทฮาร์โมนจะมีขนาดตัวที่ใหญ่ขึ้น ข้าวสีทองที่มีวิตามิน เอ ที่เพิ่มขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อดี	ข้อเสีย
1. เกษตรกรได้ผลผลิตมากขึ้น 2. ผู้บริโภคได้รับสารอาหารที่มากขึ้น 3. เพิ่มมูลค่าของพันธุ์	1. ส่งผลต่อระบบนิเวศเพราะแมลงบางชนิดลดลง 2. ตลาดสินค้า GMOs อาจยังไม่ถูกยอมรับ 3. การปนเปื้อนของยีนในบริเวณทดลองสู่สิ่งแวดล้อมทำให้ควบคุมได้ยาก



(ภาพจากหนังสือ Biology 8th ed.: Campbell et al., 2008)

คำอธิบายแผนภาพการโคลนแกะดอลลี่

การโคลน หมายถึง การสร้างสิ่งมีชีวิตใหม่ซึ่งมีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกับตัวต้นแบบทุกประการ มีขั้นตอนดังนี้

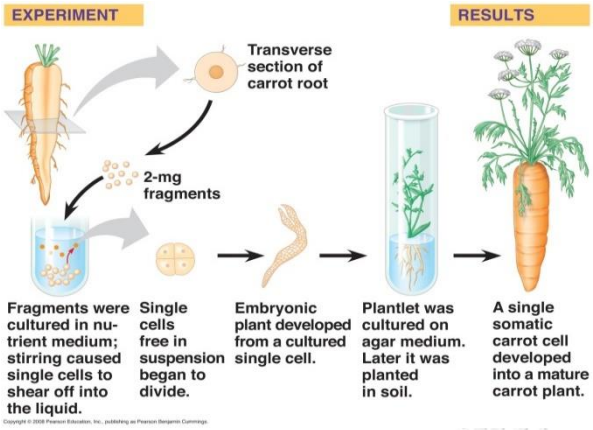
1. เพาะเลี้ยงสะเต็มเซลล์ของแกะต้นแบบ
2. กำจัดนิวเคลียสออกจากเซลล์ไข่
3. นำนิวเคลียสจากเซลล์ต้นแบบใส่ในเซลล์ที่ไม่มีนิวเคลียส
4. กระตุ้นและเพาะเลี้ยงในอาหารเพาะเลี้ยง จนเป็นเอมบริโอ
5. ปลูกถ่ายเอมบริโอเข้าสู่มดลูกของแม่ผู้รับ เพื่อตั้งท้อง
6. เมื่อครบกำหนดจะได้ลูกแกะที่มีลักษณะเหมือนเซลล์ต้นแบบทุกประการ

<u>การใช้ประโยชน์</u>

1. เพิ่มจำนวนสัตว์ที่เสี่ยงต่อสูญพันธุ์ เช่น แรดขาวแอฟริกา
2. ใช้ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้สัตว์ทดลองที่มีพันธุกรรมเหมือนกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อดี	ข้อเสีย
1. คงรักษาสัตว์ไม่ให้สูญพันธุ์ 2. ใช้สำหรับการรักษาโรคบางชนิดที่ต้องปลูกถ่ายอวัยวะ 3. เกิดความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์	1. การโคลนนิ่งไม่อาจทำได้ในมนุษย์ 2. ขัดต่อบางความเชื่อของคนในสังคม 3. ขาดความหลากหลายทางชีวภาพ



(ภาพจากหนังสือ Biology 8th ed.: Campbell et al., 2008)

คำอธิบายแผนภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช คือ วิธีการโคลนพืชหรือการนำส่วนหนึ่งของพืชมาเพาะเลี้ยงในสภาวะที่เหมาะสม มีขั้นตอนดังนี้

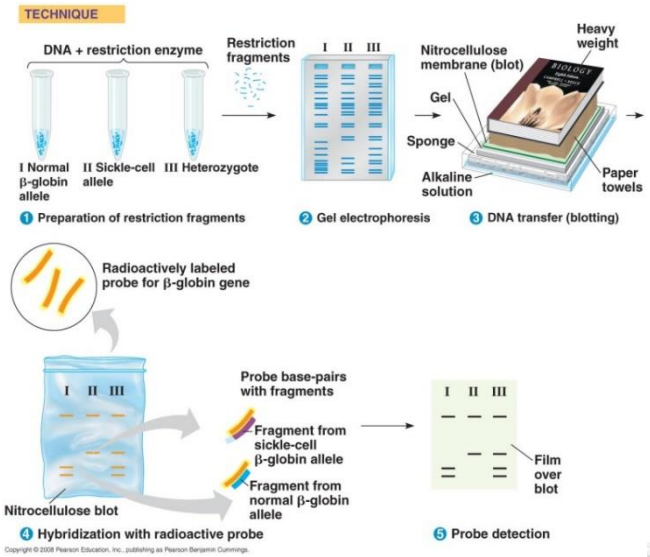
1. นำส่วนหนึ่งของพืชมาเพาะเลี้ยงในอาหาร
2. ชักนำให้เกิดอวัยวะด้วยสารเคมี
3. เพาะเลี้ยงจนเป็นต้นพืชที่มีอวัยวะครบถ้วน

<u>การใช้ประโยชน์</u>

1. เก็บรักษาสายพันธุ์เพื่อการอนุรักษ์สายพันธุ์พืชที่ใกล้สูญพันธุ์ เช่น กล้วยไม้ฟ้ามุ่ย
2. ใช้ขยายพันธุ์พืชอย่างรวดเร็ว เป็นประโยชน์ทางการค้า เช่น กล้วยไม้บางชนิด

ข้อดี	ข้อเสีย
1. คงรักษาพืชไม่ให้สูญพันธุ์	1. ราคาพืชที่ได้มีราคาสูง
2. ก่อมูลค่าทางเศรษฐกิจ	2. ขาดความหลากหลายทางชีวภาพ
3. เกิดความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



(ภาพจากหนังสือ Biology 8th ed.: Campbell et al., 2008)

คำอธิบายแผนภาพการทำลายพิมพ์ดีเอ็นเอ

ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ หมายถึง ลำดับเบสที่เป็นเอกลักษณ์ในสิ่งมีชีวิตแต่ละตัวตนหรือบุคคล มีขั้นตอนการตรวจสอบดังนี้

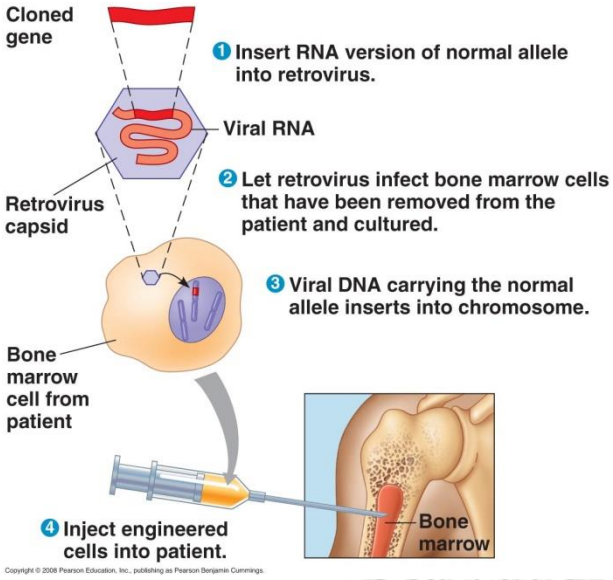
1. เก็บตัวอย่างส่งตรวจ เช่น เส้นผม หรือเล็บ เศษผ้าที่เปื้อนเลือด คราบอสุจิ ซึ่งต้องเป็นตัวอย่างที่มีคุณภาพ
2. สกัด DNA จากเซลล์ของตัวอย่างที่เก็บมาและใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะในการย่อย
3. ตรวจสอบขนาดของดีเอ็นเอด้วย เจลอิเล็คโตรโฟริสิสแล้วย้ายดีเอ็นเอสู่เมมเบรน
4. ย้อมดีเอ็นเอบนเมมเบรนด้วยสารกัมมันตรังสี จากนั้นจึงอ่านผล

<u>การใช้ประโยชน์</u>

1. ใช้ตรวจสอบทางนิติวิทยาศาสตร์
2. ใช้ในการวินิจฉัยโรคการเกิดโรคทางพันธุกรรมบางชนิด เช่น ฮีโมฟีเลีย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ได้ผลการพิสูจน์ที่แม่นยำ เพราะแต่ละบุคคลดีเอ็นเอจะไม่เหมือนกันยกเว้นแฝดแท้ 2. มีความไวสูงแม้ใช้ตัวอย่างเพียงเล็กน้อย	1. อาจเกิดความคลาดเคลื่อนในการแปลผลได้ 2. มีเทคโนโลยีที่ทันสมัยและแม่นยำกว่า



(ภาพจากหนังสือ Biology 8th ed.: Campbell et al., 2008)

คำอธิบายแผนภาพยีนบำบัด

ยีนบำบัด หมายถึง ปีนการบรรเทาหรือรักษาโรคด้วยเทคโนโลยีชีวภาพ โดยการใส่ยีนที่ดีมีความสมบูรณ์พร้อมและแข็งแรงเข้าไปแทนยีนที่เกิดปัญหาในร่างกายมนุษย์ มีขั้นตอนดังนี้

1. นำยีนที่ปกติเข้าแรกในดีเอ็นของพาหะเช่น ไวรัสบางชนิด
2. กระตุ้นให้ไวรัสถ่ายโอนยีนเข้าแทรกในดีเอ็นเอในสะเต็มเซลล์ของมนุษย์
3. นำเซลล์ที่มียีนปกติกลับเข้าสู่ร่างกายเพื่อให้เซลล์แสดงออกซึ่งลักษณะปกติ

<u>การใช้ประโยชน์</u>

1. ใช้เพื่อรักษาโรคที่เกิดจากความผิดปกติทางพันธุกรรม เช่น ธาลัสซีเมีย
2. ใช้ในการส่งเสริมระบบภูมิคุ้มกันเพื่อทำลายเซลล์บางชนิด เช่น เซลล์มะเร็ง

ข้อดี	ข้อเสีย
1. เป็นการรักษาโรคทางพันธุกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ 2. เป็นความก้าวหน้าทางการแพทย์ในการรักษาแนวใหม่	1. ยีนนั้นอาจมีการแพร่กระจายและแทรกตัวสู่ยีนอื่นที่เราไม่ต้องการทำให้เกิดผลข้างเคียง 2. การบรรจุยีนไม่เหมาะกับยีนที่มีขนาดใหญ่ 3. ข้อจำกัดทางด้านศีลธรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การคัดเลือกโดยธรรมชาติ

หลักฐานที่ Charles Darwin รวบรวมได้

เขาได้สังเกตลักษณะทางกายภาพบริเวณหมู่เกาะกาลาปากอส พบว่านกฟินช์แต่ละชนิดมีขนาดและรูปร่างของจงอยปากแตกต่างกัน ตามความ เหมาะสมแก่การที่จะใช้กินอาหารแต่ละประเภท รวมถึงเขาเชื่อในหลักความเป็นเอกภาพ (Uniformitarianism)

วิธีการค้นคว้าหาความรู้ที่ Charles Darwin ใช้

การสังเกตของเขาเป็นจุดเริ่มต้นของการค้นคว้าหาความรู้ โดยเขาได้ทำการสำรวจรวบรวมหลักฐานร่วมกับการใช้จินตนาการเพื่อสร้างทฤษฎี โดยไม่ผ่านการทดลองแต่อย่างใด

ใจความของทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ

สิ่งมีชีวิตแต่ละรุ่นมีการสืบพันธุ์ให้รุ่นลูกจำนวนมากที่มีลักษณะแปรผันแตกต่างกันมากมาย ลูกที่มีลักษณะแตกต่างเหล่านี้ต้องสู้ให้มีชีวิตรอด มีการแก่งแย่งสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตที่มีอยู่อย่างจำกัด ลูกที่อ่อนแอหรือมีลักษณะไม่เหมาะสมจะไม่สามารถอยู่รอด จึงไม่มีการสืบทอดลักษณะทางพันธุกรรมของตนไปยังรุ่นถัดไป ขณะที่ลูกที่สามารถมีชีวิตรอดได้จะถ่ายทอดลักษณะที่เหมาะสมนั้นๆ ไปยังรุ่นต่อไป สิ่งมีชีวิตแต่ละรุ่นจึงมีความแตกต่างจากสิ่งมีชีวิตรุ่นเดิมทีละน้อย กระบวนการนี้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อระยะเวลาผ่านไปจึงเกิดเป็นสิ่งมีชีวิตใหม่ที่แตกต่างจากสิ่งมีชีวิตดั้งเดิม

ปรากฏการณ์ที่สามารถอธิบายได้โดยทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ

1. การดื้อยาของแบคทีเรียบางชนิด โดยเกิดจากการใช้ยาปฏิชีวนะไม่ครบตามระยะเวลาที่กำหนด จึงทำให้แบคทีเรียบางชนิดเริ่มต้านทานยาชนิดนั้นและสืบทอดลักษณะต้านทานยานั้นได้ แต่แบคทีเรียที่ไม่สามารถต้านทานยาปฏิชีวนะได้ก็จะตายลงไปจึงไม่มีการสืบทอดไปยังรุ่นถัดไป
2. การต้านทานยาฆ่าแมลง การใช้ยาฆ่าแมลงในปริมาณมาก ๆ ในช่วงแรก อาจชักนำให้แมลงบางชนิดเกิดความสามารถในการต้านทานยาฆ่าแมลงได้ และสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นถัดไป จึงทำให้การใช้ยาฆ่าแมลงปริมาณเท่าเดิมไม่ได้ผลอีกต่อไป
3. ปรากฏการณ์ industrial melanism ในช่วงการปฏิวัติอุตสาหกรรมมีการสร้างโรงงานอุตสาหกรรมมากมายในพื้นที่ เขม่าควันจากโรงงานเหล่านี้ทำลายไลเคนที่เจริญเติบโตอยู่ตามลำต้น สีของลำต้นจึงเปลี่ยนเป็นสีเข้มขึ้น สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปนี้ส่งผลให้ผีเสื้อที่มีลำตัวและปีกสีดำมีความได้เปรียบในการอยู่รอด เพราะสีกลมกลืนกับลำต้นของต้นไม้ ขณะที่พวกที่มีลำตัวและปีกสีเทาจางถูกจับกินได้ง่ายขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่**ตรงกับความคิดเห็นของตนเองมากที่สุด** และ**เขียนคำตอบลงในกระดาษคำตอบเท่านั้น**

1) หากนักวิทยาศาสตร์สองท่านได้สังเกตเหตุการณ์ดังภาพ นักเรียนคิดว่าข้อมูลที่ได้จากนักวิทยาศาสตร์ทั้งสองท่านเหมือนหรือแตกต่างกัน เพราะเหตุใด

A. เหมือนกัน เพราะ นักวิทยาศาสตร์เรียนรู้ ฝึกสังเกต และ ลงความเห็นข้อมูลมาอย่างชำนาญ

B. เหมือนกัน เพราะ นักวิทยาศาสตร์สังเกตและลงความเห็นข้อมูลจากสิ่งที่ประสาทสัมผัสรับรู้เท่านั้น

C. ต่างกัน เพราะ การสังเกตของนักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ใช้เพียงประสาทสัมผัสทั้ง 5

D. ต่างกัน เพราะ พื้นฐานความเชื่อของนักวิทยาศาสตร์อาจแตกต่างกัน และความเชื่อเหล่านั้นจะส่งผลต่อการลงความเห็นข้อมูล

2) จินตนาการของนักวิทยาศาสตร์มีผลต่อการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่

A. ไม่มีผล เพราะจินตนาการเป็นกระบวนการทางความรู้สึกนึกคิด ไม่น่าเชื่อถือ

B. ไม่มีผล เพราะการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์เท่านั้น

C. มีผล เพราะจินตนาการเป็นบ่อเกิดของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งทำให้ได้ความรู้ใหม่

D. มีผล เพราะการได้มาซึ่งความรู้ต้องอาศัยจินตนาการ และไม่จำเป็นต้องอาศัยหลักฐานสนับสนุน

3) นักเรียนคิดว่า ค่านิยมทางวัฒนธรรมและสังคมมีอิทธิพลต่อการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่

A. ไม่มีอิทธิพล โดยนักวิทยาศาสตร์ที่ถูกฝึกฝนมาอย่างดีเยี่ยม การหาความรู้จะไม่ถูกครอบงำโดยค่านิยมใด ๆ จากสังคม

B. ไม่มีอิทธิพล โดยวิทยาศาสตร์ยึดถือในหลักฐานเชิงประจักษ์เท่านั้น โดยไม่ยึดถือค่านิยมทางวัฒนธรรมและสังคม

C. มีอิทธิพล โดยค่านิยมทางวัฒนธรรมและสังคมมีผลกับการใช้ชีวิตในสังคมของนักวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ไม่มีผลต่อการค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

D. มีอิทธิพล โดยนักวิทยาศาสตร์เป็นประชาชนในสังคมอาจมีความเชื่อตามสังคม ดังนั้นค่านิยมทางวัฒนธรรมและสังคมย่อมมีผลต่อการค้นคว้าหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ด้วย

4) “ทฤษฎีวิวัฒนาการของดาร์วิน เกิดจากการจินตนาการ” นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่

A. เห็นด้วย เพราะ ดาร์วินจินตนาการเพื่อเชื่อมโยงความเป็นไปได้ของทฤษฎีร่วมกับหลักฐานจากการสำรวจ

B. เห็นด้วย เพราะ การจินตนาการจะถูกใช้เพียงช่วงเริ่มต้นของการค้นคว้าวิจัยของดาร์วินเท่านั้น

C. ไม่เห็นด้วย เพราะ ทฤษฎีวิวัฒนาการของดาร์วินได้จากการทดลองและมีหลักฐานเชิงประจักษ์ที่น่าเชื่อถือ

D. ไม่เห็นด้วย เพราะ ดาร์วินเป็นนักวิทยาศาสตร์ และไม่ยอมรับจินตนาการที่เป็นเรื่องเพ้อฝัน

5) นักเรียนเห็นด้วยกับคำกล่าวที่ว่า “นักวิทยาศาสตร์ต้องดำเนินการตามขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์” หรือไม่ อย่างไร

A. เห็นด้วย เพราะ การที่จะได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง และน่าเชื่อถือ ต้องดำเนินการตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ให้ครบทุกขั้นตอน

B. เห็นด้วย เพราะ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ใช้ได้ดีกับงานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีการที่ถูกสอนในสถานศึกษา

C. ไม่เห็นด้วย เพราะ นักวิทยาศาสตร์อาจไม่ทำตามขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์แต่ต้องมีการทดลองเสมอ

D. ไม่เห็นด้วย เพราะ นักวิทยาศาสตร์อาจหาความรู้โดยไม่จำเป็นต้องดำเนินการตามขั้นตอนหรือแบบแผน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6) ข้อใดต่อไปนี้**<u>ไม่เป็นปัจจัย</u>**ที่ลามาร์ค และดาร์วินอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเดียวกัน ด้วยทฤษฎีที่แตกต่างกัน

A. สภาพแวดล้อมของโลกอาจเปลี่ยนแปลงไปทำให้อธิบายแตกต่างกัน

B. ความรู้เดิม และความเชื่อของทั้งสองท่านแตกต่างกัน

C. สังคมและวัฒนธรรมที่ทั้งสองท่านอาศัยอยู่แตกต่างกัน

D. การสังเกตและลงความเห็นข้อมูลปรากฏการณ์ในแง่มุมต่างกัน

7) จากคำกล่าวต่อไปนี้ ข้อใดน่าจะเป็นคำนิยามของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method)

A. การค้นคว้าหาความรู้ที่ได้จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ

B. การค้นคว้าหาความรู้ที่ไม่มีแบบแผนแน่ชัด ขึ้นอยู่กับนักวิทยาศาสตร์ว่าดำเนินการอย่างไร

C. วิธีการค้นหาความจริงของนักวิทยาศาสตร์ที่มีขั้นตอนตายตัว และนักวิทยาศาสตร์ทุกคนต้องปฏิบัติตาม

D. การค้นหาความรู้ที่มีลำดับ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน และสรุปผล

8) ในระหว่างที่นักวิทยาศาสตร์ทำการวิจัยเพื่อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์จะใช้จินตนาการหรือไม่

A. ใช้ แต่นักวิทยาศาสตร์จะใช้จินตนาการในบางขั้นตอนของการค้นคว้าเท่านั้น

B. ใช้ แต่จะนักวิทยาศาสตร์ใช้มากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่นักวิทยาศาสตร์แต่ละบุคคล

C. ไม่ใช้ เพราะ จินตนาการไม่เกี่ยวข้องกับตรรกะซึ่งเป็นพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

D. ไม่ใช้ เพราะ จินตนาการอาจกลายเป็นสิ่งขัดแย้งกับงานวิจัยของนักวิทยาศาสตร์เสียเอง

9) “ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความเป็นสากลและแยกออกจากความเชื่อทางสังคม” นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่

A. เห็นด้วย เพราะ วิทยาศาสตร์ยึดถือความจริงแท้ แต่ความเชื่อทางสังคมเกี่ยวกับความเชื่อที่ต่างกันในแต่ละบุคคล

B. เห็นด้วย เพราะ นักวิทยาศาสตร์จะทำงานเป็นอิสระ แยกตัวออกจากสังคมและไม่เกี่ยวข้องกับวัฒนธรรม

C. ไม่เห็นด้วย เพราะ วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคมและวัฒนธรรมซึ่งมีอิทธิพลต่อกันและกัน

D. ไม่เห็นด้วย เพราะ ทุกงานวิจัยในสังคมหากจะทำให้น่าเชื่อถือต้องดำเนินการตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

10) การสังเกตและลงความเห็นข้อมูลส่งผลให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ อย่างไร

A. ไม่ได้ เพราะ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกพิสูจน์มาอย่างยาวนานจึงเปลี่ยนแปลงไม่ได้อีก

B. ไม่ได้ เพราะ ผลการสังเกตและลงความเห็นข้อมูลจะไม่ถูกยอมรับ หากไม่สอดคล้องกับทฤษฎีเดิมที่กล่าวไว้

C. ได้ เพราะ การสังเกตเท่านั้นที่ทำให้ความรู้เปลี่ยนแปลงได้ ไม่เกี่ยวข้องกับการลงความเห็นข้อมูล

D. ได้ เพราะ ผลการสังเกตและลงความเห็นข้อมูลใหม่อาจได้ความรู้ใหม่ที่แตกต่างจากทฤษฎีเดิม

11) นักวิทยาศาสตร์อาจมีการติดต่อในสังคม นักเรียนคิดว่าการติดต่อทางสังคมมีผลต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

A. มีผล เพราะ การติดต่อกับคนอื่นในสังคมทำให้ได้ความคิดเห็นแปลกใหม่ นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงความรู้

B. มีผล เพราะ สังคมทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความถาวรเปลี่ยนแปลงไม่ได้อีก

C. ไม่มีผล เพราะ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือความจริงแท้ ที่อิทธิพลทางสังคมไม่สามารถส่งผลกระทบได้

D. ไม่มีผล เพราะ วิทยาศาสตร์แยกขาดจากสังคม ดังนั้นจึงไม่มีผลใด ๆ ต่อกันอีก

12) นักวิทยาศาสตร์ค้นหาความรู้ด้วยวิธีการที่เหมือนกัน หรือไม่ อย่างไร

A. เหมือนกัน เพราะ การค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องทำตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

B. เหมือนกัน เพราะ นักวิทยาศาสตร์ต้องทำการทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์

C. ไม่เหมือนกัน เพราะ นักวิทยาศาสตร์สามารถสร้างความรู้ขึ้นมาได้โดยไม่ต้องทำการทดลอง

D. ไม่เหมือนกัน เพราะ นักวิทยาศาสตร์อาจจะดัดแปลงบางขั้นตอน แต่ต้องมีการทดลองเสมอ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ชื่อ..... เลขที่..... ห้อง.....

ตอนที่ 1

ข้อ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A				X		X					X	
B							X	X				
C		X							X			X
D	X		X		X					X		

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง ครบถ้วน ด้วยลายมือเรียบร้อย

1. จากการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ (ไม่จำกัดแค่ชีววิทยา) ที่ผ่านมานักเรียนคิดว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ ด้วยสาเหตุใด และยกตัวอย่างความรู้อย่างน้อย 1 ข้อความรู้ ที่มีการเปลี่ยนแปลง (หากคิดว่าเปลี่ยนแปลงไม่ได้ให้เขียนคำว่า “เปลี่ยนแปลงไม่ได้”)

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เปลี่ยนแปลงได้เช่น แต่เดิมนักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าหลอดเลือดอาร์เตอรีมีหน้าที่ทำลำเลียงอากาศ แต่ปัจจุบันค้นพบหน้าที่แล้วว่าหลอดเลือดอาร์เตอรีทำหน้าที่ลำเลียงเลือดออกจากหัวใจ โดยมีสาเหตุการเปลี่ยนแปลงความรู้ในหลายสาเหตุ เช่น ตีความข้อมูลเดิมซ้ำ โดยการตีความข้อมูลซ้ำจะทำให้ได้ข้อสังเกตใหม่ ซึ่งอาจทำให้ได้ความรู้ใหม่ที่หักล้างความรู้เดิม

2. ให้อธิบายความสำคัญของการสังเกตต่อการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างข้อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการสังเกต (ไม่จำกัดแค่ชีววิทยา) อย่างน้อย 1 ตัวอย่าง

การสังเกตเป็นจุดเริ่มต้นแห่งความสนใจใคร่รู้ จึงเป็นเสมือนสิ่งเร้าให้นักวิทยาศาสตร์ค้นหาคำตอบของปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น ดาร์วินทำการสังเกตจะงอยปากนกฟินซ์บนเกาะกาลาปากอส จึงนำมาสู่การสร้างทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการในการสร้างความรู้หรือการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ หากคิดว่ามี และยกตัวอย่างอย่างน้อย 1 ข้อความรู้

จินตนาการมีผลในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์เช่น ทฤษฎีวิวัฒนาการของลามาร์ก โดยลามาร์กได้ทำการจินตนาการว่าการที่ยีราฟคอยาวเนื่องจากอาหารบนพื้นเริ่มหมด จึงทำให้ยีราฟต้องยืดคอยาวเพื่อกินใบไม้บนต้น ประกอบจากหลักฐานที่อ้างอิงได้แก่การซากดึกดำบรรพ์ของยีราฟที่แสดงให้เห็นว่าเดิมยีราฟขาและคอสั้น

4. ให้ยกตัวอย่างวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอย่างน้อย 1 วิธีการ

วิธีการทางวิทยาศาสตร์อาจมีได้หลากหลายวิธีในการสืบสอบหาความรู้เช่น การสำรวจและรวบรวมข้อมูล การจินตนาการ การตีความหมายข้อมูล เช่น ในการสืบสอบหาความรู้ของดาร์วินอาศัยการสังเกต การรวบรวมหลักฐาน และใช้จินตนาการในการสร้างทฤษฎีวิวัฒนาการ

5. จากการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ (ไม่จำกัดแค่ชีววิทยา) ที่ผ่านมานักเรียนคิดว่าความรู้ ทฤษฎี กฎ หรือการค้นคว้าหาความรู้ใดบ้างของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับอิทธิพลจากวัฒนธรรมและสังคม จงยกตัวอย่างอย่างน้อย 1 ข้อความรู้ที่ได้รับอิทธิพลจากวัฒนธรรมและสังคม (หากคิดว่าไม่ได้รับอิทธิพลให้เขียนคำว่าไม่ได้รับอิทธิพล)

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับอิทธิพลจากสังคม เช่น การค้นพบการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเมนเดลที่อธิบายว่าลักษณะทางพันธุกรรมถูกกำหนดโดยยีน โดยท้าทายความเชื่อของศาสนาที่เชื่อว่าลักษณะของมนุษย์ถูกกำหนดโดยพระเจ้า ดังนั้นความรู้ของเมนเดลจึงถูกต่อต้านจากสังคมเป็นระยะหนึ่ง

เกณฑ์การวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

เกณฑ์การประเมินการยกตัวอย่างเกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อ้างอิงจาก Limpanont (2011)

คะแนน	คำอธิบาย
0	ไม่มีการยกตัวอย่าง
1	ยกตัวอย่างได้ แต่ไม่ถูกต้องทั้งหมด
2	ยกตัวอย่างได้และถูกต้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบวัดความสามารถในการโต้แย้ง (หลังเรียน)

คำชี้แจงเกี่ยวกับการสอบ

1. ข้อสอบชุดนี้มีทั้งหมด 2 บทความ ข้อสอบรวม 6 ข้อ
2. ระยะเวลาในการทำข้อสอบ 50 นาที โดยห้ามออกห้องสอบจนกว่าจะครบ 35 นาที
3. **ห้ามกระทำการทุจริตโดยเด็ดขาด**

คำชี้แจงการตอบคำถาม

1. ให้นักเรียนอ่านบทความในกระดาษคำถาม จากนั้นตอบคำถามในกระดาษคำตอบโดยปฏิบัติดังนี้

1.1 อ่านบทความที่ 1 แล้วตอบคำถามข้อ 1.1 – 1.3

1.2 อ่านบทความที่ 2 แล้วตอบคำถามข้อ 2.1 – 2.3

2. ให้เขียนอธิบายด้วยความคิดเห็นของตนเอง ด้วยลายมือที่เรียบร้อย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทความที่ 1 เรื่อง โคลนนิ่งมนุษย์ กับชีวจริยธรรม

จากการสำรวจความคิดเห็นของประชาชนว่าด้วย “การรับรู้ ความเข้าใจ และการยอมรับเทคโนโลยีชีวภาพในด้านที่เกี่ยวกับพันธุกรรมมนุษย์” โดยการสนับสนุนทุนจากมูลนิธิสาธารณสุขแห่งชาติ หนึ่งในประเด็นที่พิจารณาคือ เรื่อง “การยอมรับในเทคโนโลยีการโคลนนิ่งมนุษย์ : Human Cloning” ทั้งนี้ คำว่าโคลนนิ่งมนุษย์หมายถึง “การใช้เทคโนโลยีชีวภาพสร้างมนุษย์คนใหม่ขึ้นมาที่มีลักษณะทางพันธุกรรม (DNA) เหมือนมนุษย์ต้นแบบทุกประการ ซึ่งมีกรรมวิธีหลัก ๆ คือ การเอาเซลล์จากร่างกายมนุษย์ต้นแบบแล้วทำการปลูกถ่ายใส่เข้าไปในไข่ของมนุษย์เพศหญิง จากนั้นจึงเอาไข่ที่มีเซลล์ใหม่นี้ใส่ไปในมดลูกของหญิงที่จะอุ้มท้อง และเมื่อครบกำหนดคลอดก็จะได้ทารกโคลนนิ่งที่มีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกับมนุษย์ต้นแบบทุกประการ”

จริงอยู่แม้ว่าในปัจจุบันจะยังไม่ปรากฏอย่างแน่ชัดว่า มนุษย์โคลนนิ่งคนแรกของโลกมีแล้วหรือยัง แต่ก็ทราบกันดีว่าเทคโนโลยีโคลนนิ่งมีความก้าวหน้าอย่างมาก เพราะสามารถโคลนนิ่งสัตว์ได้แล้วหลายชนิด นับจาก แกะดอลลี่ แกะโคลนนิ่งตัวแรกของโลก และตามมาด้วย วัว หมู แมว ฯลฯ ซึ่งแน่นอนเมื่อกระทำในบรรดาสัตว์เหล่านี้ได้ การทำโคลนนิ่งมนุษย์ จึงดูเหมือนเป็นเป้าหมายที่ท้าทายความสามารถของบรรดาเหล่านักวิทยาศาสตร์ ซึ่งแท้ที่จริงความก้าวหน้าทางวิทยาการในปัจจุบัน อาจจะถือได้ว่ามีขีดความสามารถในการโคลนนิ่งมนุษย์ได้แล้ว แต่เนื่องจากการโคลนนิ่งมนุษย์เป็นเรื่องที่ละเอียดอ่อน ดังนั้นหลายประเทศจึงมีกฎหมายห้ามวิจัยค้นคว้าเพื่อการทำโคลนนิ่งมนุษย์ ในขณะที่หลายประเทศไม่มีกฎหมายห้ามดำเนินการ แต่ก็ยังไม่มีนักวิทยาศาสตร์คนใด กล้าที่จะทำโดยเปิดเผย เนื่องจากยังมีข้อถกเถียงที่ยังไม่มีข้อยุติในด้านชีวจริยธรรม (Bio-ethic) ว่าเหมาะสมหรือไม่ที่มนุษย์จะก้าวล่วงไปถึงการคัดเลือกหรือกำหนดลักษณะความเป็นไปในพันธุกรรมของมนุษย์ ตลอดจนยังคงมีข้อกังวลเกี่ยวกับผลดีผลเสียที่จะเกิดขึ้นกับมวลมนุษยชาติ

จากผลการสำรวจความคิดเห็นเมื่อปี พ.ศ.2546 มีผู้ให้ข้อมูล 2,516 ราย มีข้อค้นพบที่น่าสนใจหลายประการเริ่มจาก ความเข้าใจในความหมายของคำว่า “โคลนนิ่ง” ซึ่งปรากฏว่า มีผู้ตอบถูก 1,686 ราย คิดเป็นร้อยละ 67.0 (ผู้ศึกษาตั้งเป็นคำถามวัดความรู้ความเข้าใจ 2 ข้อและถือว่าผู้ตอบถูกทั้ง 2 ข้อเป็นผู้เข้าใจในความหมายของคำนั้น) ทั้งนี้ผู้ที่มีระดับการศึกษาสูงจะมีแนวโน้มในการตอบถูก ส่วนผู้ที่การศึกษาต่ำกว่ามีแนวโน้มที่จะตอบผิด

เมื่อพิจารณาถึงประเด็น “การยอมรับการโคลนนิ่ง” จำแนกตามประโยชน์และภาพรวม ซึ่งมีข้อให้เลือกตอบมากกว่าหนึ่งข้อ พบว่าเกือบครึ่งไม่อาจยอมรับการโคลนนิ่งมนุษย์ได้ในทุกกรณี (ร้อยละ 44.6 ที่เหลือไม่ออกความเห็นและให้การยอมรับ) สำหรับผู้ที่ยอมรับการโคลนนิ่งมนุษย์ได้โดยอิงกับประโยชน์ที่ได้รับลำดับแรกคือการโคลนนิ่งมนุษย์เพื่อใช้เป็นอวัยวะสำรอง เพื่อการปลูกถ่ายและเปลี่ยนอวัยวะ (ร้อยละ 28.9) ลดหลั่นลงมาได้แก่การโคลนนิ่งมนุษย์สำหรับผู้ที่มีบุตรยากและใช้วิธีอื่นไม่ประสบความสำเร็จ (ร้อยละ 26.6) การโคลนนิ่งมนุษย์เพื่อรักษาคนดี คนเก่ง คนสวย อัจฉริยะไว้ (ร้อยละ 14.6) การโคลนนิ่งมนุษย์เพื่อผู้หญิงที่ไม่มีสามีจะได้มีทายาทไว้เลี้ยงดูยามแก่เฒ่าและรับมรดกตกทอด (ร้อยละ 14.6) และการโคลนนิ่งเพื่อทดแทนคนรักที่ตายจากไป (ร้อยละ 11.5)

สำหรับเหตุผลที่กำกับการตัดสินใจ พบว่า ในส่วนของผู้ที่เห็นด้วยกับการโคลนนิ่งมนุษย์ ให้เหตุผลสำคัญว่าเป็นเรื่องของสิทธิส่วนบุคคล การไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อผู้อื่นแต่ประการใด เป็นความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และ เหตุผลของผู้ที่ไม่เห็นด้วยประกอบด้วย การโคลนนิ่งมนุษย์เป็นการกระทำที่ผิดธรรมชาติ มนุษย์ยังสามารถดำรงเผ่าพันธุ์ได้ด้วยวิธีอื่นที่เหมาะสม การไม่มั่นใจว่ามนุษย์โคลนนิ่งจะมีชีวิตที่ยืนยาวเท่ากับมนุษย์ปกติ หากมีการทดลองที่ผิดพลาดย่อมก่อปัญหาสังคมได้ และการเป็นผลประโยชน์ส่วนบุคคลโดยเฉพาะผู้ที่มีเงินมากที่ไม่อยากสิ้นอายุขัย

เป็นที่น่าสังเกตว่า เมื่อมองในภาพรวมด้านยอมรับจำแนกตามประโยชน์ของการโคลนนิ่งโดยไม่นำจำนวนของผู้ที่ไม่แสดงความเห็นที่มีอยู่จำนวนหนึ่งมาวิเคราะห์ร่วมด้วย พบว่าผู้ให้ข้อมูลยอมรับให้มีการโคลนนิ่งมนุษย์ได้ระหว่าง ร้อยละ 11.5 ถึง 28.9 ในขณะที่ผู้ให้ข้อมูลที่ไม่อาจยอมรับการโคลนนิ่งมนุษย์ได้ในทุกกรณีมีถึงร้อยละ 44.6 จากข้อมูลดังกล่าวเมื่อเทียบเคียงกับฐานความรู้พบว่า สังคมไทยยังมีการรับรู้ข่าวสารที่ขาดความครบถ้วนและรอบด้าน มีความเข้าใจที่จำกัด และ มีระดับการยอมรับที่ค่อนข้างต่ำ ย่อมเป็นดัชนีชี้ว่า ณ เวลาปัจจุบันสังคมไทยยังไม่พร้อมต่อการเปิดกว้างรับการโคลนนิ่งมนุษย์ให้เป็นส่วนหนึ่งของสังคมไทย

แต่กฎเกณฑ์อย่างหนึ่งของความเป็นมนุษย์คือ สิ่งใดก็ตามที่มนุษย์ศักยภาพในการดำเนินการแล้วต้องมีการดำเนินการ ดังนั้น การโคลนนิ่งมนุษย์จึงเป็นเรื่องที่ต้องเกิดขึ้นอย่างแน่นอน ส่วนจะเป็นที่ประเทศใด โดยใคร หรือเพื่อวัตถุประสงค์ใดเป็นหลักอาจจะไม่ใช่เรื่องสำคัญ แต่ความสำคัญอยู่ที่เราจะมีมาตรการใดในการเตรียมความพร้อมให้คนในสังคม รับรู้ เข้าใจถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้นและผลกระทบที่จะตามมา ถือเป็นหนทางที่ดีหนทางหนึ่งในขณะนี้ เพราะอย่างน้อยถือเป็นการให้โอกาสที่จะมีส่วนร่วมตัดสินใจในชะตากรรมของตนเอง

อ้างอิงจาก Khetpakorn (2007) ; OK nation blog

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.1. การโคลนนิ่งมนุษย์มีทั้งข้อดีและข้อเสียต่อมนุษยชาติ จึงทำให้มีทั้งฝ่ายสนับสนุนและฝ่ายคัดค้าน สำหรับนักเรียนแล้วนักเรียนคิดว่าการโคลนนิ่งมนุษย์เป็นสิ่งที่ควรดำเนินการหรือไม่ เพราะเหตุใด ให้ยกเหตุผลหรือหลักฐานของตนเองประกอบ

-ตัวอย่างข้อโต้แย้งสำหรับนักเรียนที่เห็นด้วยกับการโคลนนิ่งมนุษย์-

โคลนนิ่งมนุษย์ควรดำเนินการ (ข้อกล่าวอ้าง) เพราะ การโคลนนิ่งมนุษย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในกรณีที่การทดแทนอวัยวะที่ใช้งานไม่ได้ (เหตุผล) โดยหากการเปลี่ยนถ่ายอวัยวะจากผู้อื่นอาจมีความเสี่ยงจากการต่อต้านอวัยวะนั้นจากระบบภูมิคุ้มกันทำให้เป็นอันตรายต่อชีวิต (ส่วนขยายความ) นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในกรณีการศึกษาเกี่ยวกับการรักษาโรคต่าง ๆ (เหตุผล) โดยหากใช้ยาหรือการรักษาที่ทดลองกับมนุษย์โดยตรง ไม่ต้องใช้สัตว์ทดลองอาจได้ผลที่ถูกต้องและแม่นยำ ทำให้ได้แนวทางการรักษาโรคที่ถูกต้องแม่นยำได้เช่นเดียวกัน (ส่วนขยายความ)

-ตัวอย่างข้อโต้แย้งสำหรับนักเรียนที่ไม่เห็นด้วยกับการโคลนนิ่งมนุษย์-

ไม่ควรดำเนินการการโคลนนิ่งมนุษย์ เพราะ การโคลนนิ่งมนุษย์ขัดต่อศีลธรรม (เหตุผล) โดยเฉพาะการทดลองกับมนุษย์ที่โคลนนิ่งได้ เนื่องจากเขาก็ถือเป็นมนุษย์คนหนึ่งมีร่างกายและจิตใจ การปฏิบัติการทดลองโดยที่เขาไม่เต็มใจจะถือว่าเป็นการละเมิดทั้งกฎหมายและกฎศีลธรรม (ส่วนขยายความ) นอกจากนี้การโคลนนิ่งมนุษย์อาจถูกนำไปใช้ประโยชน์ในทางลบ (เหตุผล) เช่น การสร้างกองทัพมนุษย์เพื่อทำสงคราม จะส่งผลให้โลกไม่สงบสุขได้ในอนาคต (ส่วนขยายความ)

1.2. หากมีบุคคลหนึ่งคัดค้านความคิดเห็นของนักเรียน นักเรียนคิดว่าเขาจะมีความคิดเห็นว่าอย่างไร และมีเหตุผลหรือหลักฐานใดที่คัดค้านความคิดเห็นของนักเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

-ตัวอย่างข้อโต้แย้งค้านของนักเรียนที่เห็นด้วยกับการโคลนนิ่งมนุษย์-

ไม่ควรดำเนินการการโคลนนิ่งมนุษย์ เพราะ การโคลนนิ่งมนุษย์ขัดต่อศีลธรรม (เหตุผล) โดยเฉพาะการทดลองกับมนุษย์ที่โคลนนิ่งได้ เนื่องจากเขาก็ถือเป็นมนุษย์คนหนึ่งมีร่างกายและจิตใจ การปฏิบัติการทดลองโดยที่เขาไม่เต็มใจจะถือว่าเป็นการละเมิดทั้งกฎหมายและกฎศีลธรรม (ส่วนขยายความ) นอกจากนี้การโคลนนิ่งมนุษย์อาจถูกนำไปใช้ประโยชน์ในทางลบ (เหตุผล) เช่น การสร้างกองทัพมนุษย์เพื่อทำสงคราม จะส่งผลให้โลกไม่สงบสุขได้ในอนาคต (ส่วนขยายความ)

-ตัวอย่างข้อโต้แย้งค้านของนักเรียนที่ไม่เห็นด้วยกับการโคลนนิ่งมนุษย์-

โคลนนิ่งมนุษย์ควรดำเนินการ (ข้อกล่าวอ้าง) เพราะ การโคลนนิ่งมนุษย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในกรณีที่การทดแทนอวัยวะที่ใช้งานไม่ได้ (เหตุผล) โดยหากการเปลี่ยนถ่ายอวัยวะจาก

ผู้อื่นอาจมีความเสี่ยงจากการต่อต้านอวัยวะนั้นจากระบบภูมิคุ้มกันทำให้เป็นอันตรายต่อชีวิต (ส่วนขยายความ) นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในกรณีการศึกษาเกี่ยวกับการรักษาโรคต่าง ๆ (เหตุผล) โดยหากใช้ยาหรือการรักษาที่ทดลองกับมนุษย์โดยตรง ไม่ต้องใช้สัตว์ทดลองอาจได้ผลที่ถูกต้องและแม่นยำ ทำให้ได้แนวทางการรักษาโรคที่ถูกต้องแม่นยำได้เช่นเดียวกัน (ส่วนขยายความ)

1.3. นักเรียนจะโน้มน้าวความคิดของบุคคลในข้อที่ 1.2 ให้มีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกับนักเรียน นักเรียนจะโน้มน้าวด้วยเหตุผลหรือหลักฐานใด ให้นักเรียนอธิบาย

-ตัวอย่างข้อคัดค้านของนักเรียนที่เห็นด้วยกับการโคลนนิ่งมนุษย์-

ผม/ดิฉันคิดว่าอย่างไรก็ตามการโคลนนิ่งมนุษย์เป็นเรื่องที่ควรดำเนินการ (ข้อกล่าวอ้าง) เพราะ ปัจจุบันมนุษย์ไม่สามารถสร้างแผนที่ยีนของมนุษย์เองได้อย่างสมบูรณ์ (เหตุผล) หากเราใช้วิธีการโคลนนิ่งมนุษย์ในปริมาณที่จำกัดอาจส่งผลดีต่อการทำแผนที่ยีนที่จะทำให้เราได้ทราบว่าแต่ละยีนทำหน้าที่อย่างไร (ส่วนขยายความ) นอกจากนี้การขอรับบริจาคอวัยวะมีมากขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อใช้ทดแทนอวัยวะที่บกพร่อง (เหตุผล) โดยปัจจุบันมีผู้ต้องการรับบริจาคอวัยวมากขึ้นเช่น ดวงตา ไต จะเห็นว่าการโคลนมนุษย์สามารถลดปัญหาการปลูกถ่ายอวัยวะที่เข้ากันไม่ได้อีกด้วย (ส่วนขยายความ)

-ตัวอย่างข้อคัดค้านของนักเรียนที่ไม่เห็นด้วยกับการโคลนนิ่งมนุษย์-

ผม/ดิฉันคิดว่าอย่างไรก็ตามการโคลนนิ่งมนุษย์เป็นเรื่องที่ไม่ควรดำเนินการ (ข้อกล่าวอ้าง) เพราะ จะเป็นการสนับสนุนการขโมยอวัยวะโดยที่อีกฝ่ายไม่เต็มใจ (เหตุผล) การจะนำอวัยวะของมนุษย์ที่ถูกโคลนซึ่งเป็นผู้ที่มีความเป็นมนุษย์อย่างสมบูรณ์ถือว่าเป็นการละเมิดอย่างรุนแรง (ส่วนขยายความ) นอกจากนี้อาจก่อให้เกิดสงครามจากมนุษย์ที่โคลนนิ่งได้ (เหตุผล) เพราะปัจจุบันการแสวงหาอำนาจของชาติมหาอำนาจเริ่มมากขึ้น และต้องการกำลังมนุษย์ในการทำสงคราม หากมีการโคลนนิ่งมนุษย์อีกก็เท่ากับการสนับสนุนให้เกิดสงคราม และอาจมีการปลูกฝังให้มนุษย์ที่โคลนนิ่งได้ไร้จริยธรรม ไม่มีความเมตตา (ส่วนขยายความ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทความที่ 2 เรื่อง "การทำแท้ง" ในทัศนคติของผู้หญิงอย่างฉัน

เมื่อวันที่ 13 กุมภาพันธ์ที่ผ่านมา มีโพสต์หนึ่งบนโซเชียลเน็ตเวิร์คอย่าง Facebook ถูกแชร์อย่างแพร่หลายพร้อมกับเสียงวิพากษ์วิจารณ์มากมาย โพสต์นั้นเป็นโพสต์ของคุณ Ratthapol Supasopon ว่าด้วยการจับประเด็นการทำแท้งมาเป็นสีสันในการเดินขบวนของมหาวิทยาลัยชื่อดังแห่งหนึ่งแถวสามย่าน โดยใช้คำพูดว่า พ่อแม่ผิดหวัง ไม่ใส่ถุง คนที่พลาดไม่ได้ง่ายแต่เป็นคนโง่ ดาราเป็นไอดอล อย่าทำแท้ง แสดงถึงทัศนคติที่มีต่อการทำแท้งและคนที่ทำแท้งอย่างชัดเจน

ในฐานะลูกผู้หญิงคนหนึ่งซึ่งมีมดลูกและอยู่ในวัยเจริญพันธุ์ที่สามารถตั้งครรภ์มีบุตรได้แล้ว (ไม่เกี่ยวกับเป็นเฟมินิสต์หรือไม่เป็น) ผู้เขียนมีความเห็นว่า

“การทำแท้งหรือการยุติการตั้งครรภ์ควรเป็นสิทธิขั้นพื้นฐานที่ผู้หญิงทุกคนพึงมี”

ไม่ว่าการตั้งครรภ์จะเกิดขึ้นเพราะความผิดพลาด ความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ การถูกข่มขืนกระทำชำเรา หรือเกิดขึ้นโดยคู่รักที่ยังไม่พร้อม จะด้วยสถานะทางการเงินก็ดี หรือโอกาสในการทำงานก็ดี ทุกคนควรมีสิทธิ์ในการยุติการตั้งครรภ์อย่างเสมอภาค รัฐหรือสังคมไม่ควรมีอำนาจเหนือร่างกายของบุคคลใดบุคคลหนึ่ง

อันที่จริงปัญหาเรื่องการยุติการตั้งครรภ์เป็นปัญหาที่ถกเถียงและวิพากษ์วิจารณ์กันมาเนิ่นนานในสังคมทั้งไทยและต่างประเทศ ผู้ใหญ่ในบ้านเมืองเราบางคนมีความเห็นว่า การยุติการตั้งครรภ์เสรีจะเป็นเหตุให้เกิดการตั้งครรภ์โดยไม่พร้อม หรือการตั้งครรภ์ในวัยเรียนมากขึ้น เพราะเด็กวัยรุ่นอาจคิดว่า ท้องก็ไม่เห็นจะเป็นไรไป แค่ไปเอาออกก็สิ้นเรื่องสิ้นราว------ทัศนคติแบบนี้ผู้เขียนมองว่าเป็นเรื่องตลก

การยุติการตั้งครรภ์มันไม่ได้ง่ายดาย สะดวกสบายเหมือนการเดินเข้าร้านสะดวกซื้ออะไรแบบนั้น คนที่ทำเองก็เจ็บปวดทางกาย ทรมานกับบาดแผลทางใจ นี่ขนาดยังไม่รวมถึงอันตรายและการเสี่ยงต่อการติดเชื้อของการยุติการตั้งครรภ์เถื่อนนะ มันก็ชัดเจนอยู่แล้วว่าการยุติการตั้งครรภ์ไม่ใช่เรื่องสนุกที่ใครจะอยากกลับไปทำซ้ำแล้วซ้ำเล่า นอกจากจะหาทางออกให้กับชีวิตไม่ได้แล้วจริงๆ

ปฏิเสธไม่ได้ว่าในบ้านเรา การตั้งครรภ์อย่างไม่พร้อมของวัยรุ่นคือการตัดโอกาสทางการศึกษาและการทำงานของแม่ๆวัยรุ่นเหล่านั้นอย่างแท้จริง วัยรุ่นที่ตั้งครรภ์ระหว่างเรียน มักลงเอยด้วยการลาออกหรือถูกให้ออกจากสถานศึกษากลางคัน บางรายเรียนไปไม่ถึงการศึกษาขั้นพื้นฐานที่รัฐกำหนดไว้ด้วยซ้ำ ผลสุดท้ายก็ต้องจบลงด้วยการใช้แรงงาน อาศัยเพียงค่าแรงขั้นต่ำหรือมากกว่าเล็กน้อยในการยังชีพ ซึ่งเท่ากับว่า ตัวแม่เองก็ยังอยู่ได้อย่างลำบาก ไม่ต้องพูดถึงการเลี้ยงดูเด็กที่เป็นงานละเอียดซับซ้อน อาศัยทั้งเงินทั้งเวลา เรื่องนี้เป็นไปไม่ได้เลย นอกจากจะให้ผู้ปกครองช่วยอีกแรง

ซึ่งที่กล่าวมานั้นก็แสดงว่า หากเราต้องการแบนการยุติการตั้งครรภ์โดยเสรีไม่ให้เกิดขึ้นจริงในสังคมไทย เราก็ต้องย้อนกลับมาถามตัวเราเองและรัฐบาลของเราว่ามีความพร้อมในการรับมือกับปัญหาในส่วนนี้มากน้อยแค่ไหน? รัฐจะมีส่วนร่วมในการรับผิดชอบเลี้ยงดูเด็กคนนั้นอย่างไร? สถานรับเลี้ยงเด็กกำพร้าในบ้านเรามีมาตรฐานแค่ไหนหากเทียบกับมาตรฐานในระดับสากล? การันตีได้หรือไม่ว่าเด็กทุกคนจะได้รับการศึกษาขั้นพื้นฐานหรือสูงกว่าอย่างเท่าเทียม? ได้รับการดูแลเอาใจใส่อย่างดีพอที่จะไม่เติบโตมาก่อปัญหาอื่นๆให้กับสังคม? ปัญหาการตั้งครรภ์และการยุติการตั้งครรภ์ แม้ฟังดูเป็นเรื่องส่วนบุคคล ทว่าแท้จริงแล้วเป็นเรื่องใหญ่กว่าที่เราคิดมาก

บางครั้งผู้เขียนก็อดสงสัยไม่ได้ว่า เราเอาศาสนาเข้ามาผูกโยงกับกฎหมายมากเกินไปจนล่วงล้ำสิทธิมนุษยชนหรือเปล่า? เราสำเร็จความใคร่ทางศีลธรรมของเราเองด้วยการชี้หน้าด่าคนอื่นและตัดสินเขาอย่างนั้นอย่างนี้... จนหลงลืมว่าเขาเองก็เป็นมนุษย์ปุถุชนคนหนึ่งเหมือนกันกับเราหรือเปล่า?

บางทีหากเราลด "ความเป็นไทยและวัฒนธรรมอันดีงาม" ลงเสียบ้าง แล้วหันมาเพิ่มความเป็นมนุษย์และความเคารพในสิทธิการตัดสินใจในฐานะปัจเจกบุคคลของกันและกันให้มากขึ้น ใส่ใจใน Planned parenthood (การวางแผนครอบครัว) ตลอดจนถึงการสอน Sex education (เพศศึกษา) อย่างถูกต้องตรงไปตรงมาให้กับเด็กรุ่นใหม่ แทนที่จะปิดบังอำพรางแล้วทำให้มันเป็นเรื่องน่าอาย จนเด็กต้องไปหาทางเรียนรู้อย่างผิดๆด้วยตนเอง ปัญหาอะไรต่อมิอะไรในบ้านเมืองนี้ก็คงลดน้อยลง หรืออย่างน้อย... เราก็คงดูถูกดูแคลนความเป็นมนุษย์ของกันและกันน้อยลงกว่าที่เป็นอยู่ตอนนี้

อ้างอิงจาก Pattarain (2007) ; storylogs.co

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1. การทำแท้งอาจเหมาะสมกับความจำเป็นของบุคคลแต่อาจก่อผลเสียต่อสภาพสังคมในอนาคต จึงทำให้มีทั้งฝ่ายสนับสนุนและฝ่ายคัดค้าน สำหรับนักเรียนแล้วนักเรียนคิดว่าการทำแท้งเป็นสิ่งที่ควรดำเนินการหรือไม่ เพราะเหตุใด ให้ยกเหตุผลหรือหลักฐานของตนเองประกอบ

-ตัวอย่างข้อโต้แย้งสำหรับนักเรียนที่เห็นด้วยกับการทำแท้ง-

การทำแท้งสามารถดำเนินการได้ (ข้อกล่าวอ้าง) เพราะ ไม่ควรกำเนิดลูกที่มีความผิดปกติที่รุนแรงทางพันธุกรรม (เหตุผล) หากผู้หญิงคนนั้นตั้งครรภ์ลูกที่เป็นโรคทางพันธุกรรม ซึ่งเป็นโรคที่ไม่สามารถรักษาให้หายได้ อาจเป็นภาระของสังคมและพ่อแม่ในอนาคต (ส่วนขยายความ) อีกทั้งการทำแท้งถือว่าเป็นสิทธิส่วนบุคคล (เหตุผล) หากแม่ไม่สามารถตั้งครรภ์ลูกได้เช่น ท้องในวัยเรียน ครรภ์เป็นพิษ แม่ก็ย่อมมีสิทธิที่จะทำแท้งเพื่อรักษาตัวของแม่ไว้ได้ (ส่วนขยายความ)

-ตัวอย่างข้อโต้แย้งสำหรับนักเรียนที่ไม่เห็นด้วยกับการทำแท้ง-

ไม่ควรให้ทำแท้ง (ข้อกล่าวอ้าง) เพราะ การทำแท้งเป็นการทำลายชีวิตมนุษย์ (เหตุผล) แม้ว่าแม่หลาย ๆ ท่านอาจตั้งครรภ์เนื่องจากความไม่พร้อม เช่นการตั้งครรภ์ในวัยเรียน แต่การที่เด็กคนหนึ่งได้ถือกำเนิดขึ้นจะถือว่าเขามีชีวิตและเป็นมนุษย์แล้ว การทำแท้งจึงถือว่าเป็นการทำลายชีวิตมนุษย์ซึ่งผิดศีลธรรมอย่างรุนแรง (ส่วนขยายความ) นอกจากนี้การทำแท้งอาจเป็นการสนับสนุนให้คนทำผิดและไม่มีความยับยั้งชั่งใจมากขึ้น (เหตุผล) อาจทำให้คนตั้งท้องและทำแท้งได้อย่างเสรี โดยไร้ความยับยั้งชั่งใจมากขึ้น อาจส่งผลร้ายต่อสังคมอีกมากมาย (ส่วนขยายความ)

2.2. หากมีบุคคลหนึ่งคัดค้านความคิดเห็นของนักเรียน นักเรียนคิดว่าเขาจะมีความคิดเห็นว่าอย่างไรและมีเหตุผลหรือหลักฐานใดที่คัดค้านความคิดเห็นของนักเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

-ตัวอย่างข้อโต้แย้งค้านของนักเรียนที่เห็นด้วยกับการทำแท้ง-

ไม่ควรให้ทำแท้ง (ข้อกล่าวอ้าง) เพราะ การทำแท้งเป็นการทำลายชีวิตมนุษย์ (เหตุผล) แม้ว่าแม่หลายๆ ท่านอาจตั้งครรภ์เนื่องจากความไม่พร้อม เช่นการตั้งครรภ์ในวัยเรียน แต่การที่เด็กคนหนึ่งได้ถือกำเนิดขึ้นจะถือว่าเขามีชีวิตและเป็นมนุษย์แล้ว การทำแท้งจึงถือว่าเป็นการทำลายชีวิตมนุษย์ซึ่งผิดศีลธรรมอย่างรุนแรง (ส่วนขยายความ) นอกจากนี้การทำแท้งอาจเป็นการสนับสนุนให้คนทำผิดและไม่มีความยับยั้งชั่งใจมากขึ้น (เหตุผล) อาจทำให้คนตั้งท้องและทำแท้งได้อย่างเสรี โดยไร้ความยับยั้งชั่งใจมากขึ้น อาจส่งผลร้ายต่อสังคมอีกมากมาย (ส่วนขยายความ)

-ตัวอย่างข้อโต้แย้งค้านของนักเรียนที่ไม่เห็นด้วยกับการทำแท้ง-

การทำแท้งสามารถดำเนินการได้ (ข้อกล่าวอ้าง) เพราะ ไม่ควรกำเนิดลูกที่มีความผิดปกติที่รุนแรงทางพันธุกรรม (เหตุผล) หากผู้หญิงคนนั้นตั้งครรภ์ลูกที่เป็นโรคทางพันธุกรรม ซึ่งเป็นโรคที่ไม่สามารถรักษาให้หายได้ อาจเป็นภาระของสังคมและพ่อแม่ในอนาคต (ส่วนขยายความ) อีกทั้งการทำแท้งถือว่าเป็นสิทธิส่วนบุคคล (เหตุผล) หากแม่ไม่สามารถตั้งครรภ์ลูกได้เช่น ท้องในวัยเรียน ครรภ์เป็นพิษ แม่ก็ย่อมมีสิทธิที่จะทำแท้งเพื่อรักษาตัวของแม่ไว้ได้ (ส่วนขยายความ)

2.3. นักเรียนจะโน้มน้าวความคิดของบุคคลในข้อที่ 2.2 ให้มีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกับนักเรียน นักเรียนจะโน้มน้าวด้วยเหตุผลหรือหลักฐานใด ให้นักเรียนอธิบาย

-ตัวอย่างข้อคัดค้านของนักเรียนที่เห็นด้วยกับการทำแท้ง-

ผม/ดิฉันคิดว่าอย่างไรก็ตามการทำแท้งเป็นเรื่องที่ควรดำเนินการ (เหตุผล) เพราะ โรคทางพันธุกรรมเป็นโรคที่รักษาไม่หาย (เหตุผล) การให้เด็กที่มีความผิดปกติทางพันธุกรรมอยู่ในโลกปัจจุบันจะเป็นภาระของพ่อแม่ และสังคมในอนาคต และยังเป็นอุปสรรคต่อตัวเขาเองในการดำรงชีวิตในวันที่ไม่มีผู้ดูแลอีกด้วย (ส่วนขยายความ) ในกรณีที่แม่ครรภ์เป็นพิษที่เสี่ยงต่อชีวิตก็สามารถทำแท้งได้ (เหตุผล) ซึ่งเป็นการรักษาชีวิตของแม่ไว้ได้ แม้ว่าบางคนอาจกล่าวว่าแม่เสียชีวิตแต่รักษาลูกไว้ดีกว่า แต่การที่ลูกไม่มีแม่คอยดูแลก็อาจเป็นปัญหาของสังคมต่อไปในอนาคต (ส่วนขยายความ)

-ตัวอย่างข้อคัดค้านของนักเรียนที่ไม่เห็นด้วยกับการทำแท้ง-

ผม/ดิฉันคิดว่าอย่างไรก็ตามการทำแท้งเป็นเรื่องที่ไม่ควรดำเนินการ (ข้อกล่าวอ้าง) เพราะเป็นการส่งเสริมให้มนุษย์ขาดจิตสำนึกและความรับผิดชอบมากขึ้น (เหตุผล) การทำแท้งนั้นอาจมีความจำเป็นก็จริงแต่เมื่อมีลูกซึ่งเป็นมนุษย์แล้วก็ต้องพร้อมยอมรับผลที่ตามมา โดยเฉพาะการท้องในวัยเรียนและลูกไม่ได้มีความผิดปกติใด ๆ มนุษย์ทุกคนย่อมอยากมีชีวิตรอดและเด็กในครรภ์ซึ่งไม่มีความสามารถในการเรียกร้องใด ๆ อาจจะอยากอยู่รอดก็ได้ (ส่วนขยายความ) นอกจากนี้การทำแท้งเถื่อนอาจก่ออันตรายให้แม่อีกด้วย (เหตุผล) โดยจากการรายงานข่าวหลายครั้งที่ผ่านมาที่แม่ไปทำแท้งเถื่อน แล้วตกเลือดเกิดความทรมานจากการใช้สารเคมีที่มีความเป็นพิษสูง จนที่สุดอาจนำไปสู่การเสียชีวิตได้ (ส่วนขยายความ)

เกณฑ์การประเมินความสามารถในการโต้แย้ง

เกณฑ์การให้คะแนนข้อโต้แย้ง ในแต่ละองค์ประกอบของการโต้แย้งปรับปรุงจากแนวคิดของ Zohar and Namet (2002)

มิติพิจารณา	คะแนน	คำอธิบาย
จำนวนของเหตุผลสนับสนุนข้อสรุป	0	ไม่มีเหตุผล
	1	มี 1 เหตุผล
	2	มี 2 เหตุผลหรือมากกว่า
โครงสร้างของข้อโต้แย้ง	0	ไม่มีข้อโต้แย้ง หรือมีเหตุผลเทียม
	1	ข้อสรุปถูกสนับสนุนด้วยเหตุผลอย่างน้อย 1 เหตุผล
	2	ข้อสรุปถูกสนับสนุนด้วยเหตุผลอย่างน้อย 1 เหตุผล และมีการสนับสนุนเหตุผลอีกขั้นหนึ่ง หรือ ข้อสรุปถูกสนับสนุนด้วยเหตุผลอย่างน้อย 2 เหตุผล แต่ไม่มีการสนับสนุนเหตุผล
	3	ข้อสรุปถูกสนับสนุนด้วยเหตุผลอย่างน้อย 2 เหตุผล และมีการสนับสนุนเหตุผลเพียงเหตุผลเดียว
	4	ข้อสรุปถูกสนับสนุนด้วยเหตุผลอย่างน้อย 2 เหตุผล และมีการสนับสนุนเหตุผลทั้ง 2 เหตุผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค

คุณภาพเครื่องมือวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คุณภาพแบบวัดความสามารถในการโต้แย้ง (ฉบับหลังเรียน)

คำถามที่	องค์ประกอบที่ต้องการวัด	ค่า IOC	ค่าอำนาจจำแนก	ความหมาย
1.1	การเสนอข้อโต้แย้ง -ข้อคำถามชัดเจน -สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1 1	0.47	จำแนกได้
1.2	การเสนอข้อโต้แย้งค้าน -ข้อคำถามชัดเจน -สอดคล้องกับพฤติกรรม ที่ต้องการวัด	1 1	0.55	จำแนกได้
1.3	การเสนอข้อคัดค้าน -ข้อคำถามชัดเจน -สอดคล้องกับพฤติกรรม ที่ต้องการวัด	1 1	0.47	จำแนกได้
2.1	การเสนอข้อโต้แย้ง -ข้อคำถามชัดเจน -สอดคล้องกับพฤติกรรม ที่ต้องการวัด	1 1	0.41	จำแนกได้
2.2	การเสนอข้อโต้แย้งค้าน -ข้อคำถามชัดเจน -สอดคล้องกับพฤติกรรม ที่ต้องการวัด	1 1	0.37	จำแนกได้
2.2	การเสนอข้อคัดค้าน -ข้อคำถามชัดเจน -สอดคล้องกับพฤติกรรม ที่ต้องการวัด	1 1	0.55	จำแนกได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คุณภาพของแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (ฉบับหลังเรียน)

ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ข้อที่	ค่า IOC	หมายเหตุ
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้	1 (อัตนัย)	1	สอดคล้อง
ข้อคำถามสอดคล้องกับพฤติกรรมชี้วัด			
ธรรมชาติของการสังเกต	1	0.67	สอดคล้อง
ข้อคำถามสอดคล้องกับพฤติกรรมชี้วัด	6	0.67	สอดคล้อง
	10	0.67	สอดคล้อง
	2 (อัตนัย)	1	สอดคล้อง
วิธีการทางวิทยาศาสตร์	7	0.67	สอดคล้อง
ข้อคำถามสอดคล้องกับพฤติกรรมชี้วัด	5	0.33 *	ปรับแก้ไข
	12	0.67	สอดคล้อง
	4 (อัตนัย)	1	สอดคล้อง
อิทธิพลของวัฒนธรรมและสังคมที่มีต่อความรู้	3	0.67	สอดคล้อง
ทางวิทยาศาสตร์	9	0.67	สอดคล้อง
ข้อคำถามสอดคล้องกับพฤติกรรมชี้วัด	11	1	สอดคล้อง
	5 (อัตนัย)	1	สอดคล้อง
บทบาทของจินตนาการ	2	1	สอดคล้อง
ข้อคำถามสอดคล้องกับพฤติกรรมชี้วัด	4	1	สอดคล้อง
	8	1	สอดคล้อง
	3 (อัตนัย)	1	สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยาก	ความหมาย	ค่าอำนาจจำแนก	ความหมาย
1	0.63	ง่าย	0.3	จำแนกได้
2	0.67	ง่าย	0.2	
3	0.47	พอเหมาะ	0.3	
4	0.67	ง่าย	0.3	
5	0.37	ยาก	0.4	
6	0.47	พอเหมาะ	0.4	
7	0.37	ยาก	0.4	
8	0.60	ง่าย	0.3	
9	0.33	ยาก	0.4	
10	0.70	ง่าย	0.3	
11	0.63	ง่าย	0.3	
12	0.47	พอเหมาะ	0.4	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สถิติที่ใช้การวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (Item Objective Congruence: IOC)

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

$\sum R$ หมายถึง ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

N หมายถึง จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

ค่าความยากสำหรับข้อสอบปรนัย (Item Difficulty: P)

$$P = \frac{\text{จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูก}}{\text{จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นทั้งหมด}}$$

ค่าอำนาจจำแนกสำหรับข้อสอบปรนัย (Item Discrimination: R)

$$\boldsymbol{R = \frac{R_h - R_l}{N_h}}$$

$\boldsymbol{R_h}$ หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

$\boldsymbol{R_l}$ หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

$\boldsymbol{N_h}$ หมายถึง จำนวนผู้ตอบทั้งหมดในกลุ่มสูง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ค่าอำนาจจำแนกสำหรับข้อสอบอัตนัย (Item Discremination: R)

$$\boldsymbol{R = \frac{S_h - S_l}{N_h\ (X_{max} - X_{min})}}$$

$\boldsymbol{S_h}$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง

$\boldsymbol{S_l}$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ

$\boldsymbol{N_h}$ หมายถึง จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง

$\boldsymbol{X_{max}}$ หมายถึง คะแนนสูงสุดที่เป็นไปได้ในข้อนั้น

$\boldsymbol{X_{min}}$ หมายถึง คะแนนต่ำสุดที่เป็นไปได้ในข้อนั้น

ค่าความเที่ยง (Reliabilitty)

งานวิจัยนี้ได้วัดความเที่ยงจากการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบราค

$$a = \frac{k}{k-1}\left[\frac{1-\sum_{i=1}^{k} S_i^2}{S_t^2}\right]$$

k หมายถึง จำนวนข้อสอบทั้งหมด

S_i^2 หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการสอบรายข้อของผู้สอบทั้งหมด

S_t^2 หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนรวมของผู้สอบทั้งหมด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายณภัทร พระโพธิ์วังซ้าย เกิดเมื่อวันที่ 7 ธันวาคม พ.ศ. 2535 ณ จังหวัดแพร่ สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา จากภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในปีการศึกษา 2557 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2558 โดยได้รับทุนการศึกษาจากโครงการส่งเสริมการผลิครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากมูลนิธิพระบรมราชานุสรณ์พระบาทสมเด็จพระปกเกล้าเจ้าอยู่หัวและสมเด็จพระนางเจ้ารำไพพรรณี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University