ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทที่มีต่อมโนทัศน์เรื่อง
การรักษาดุลยภาพของร่างกายและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

นายพงศ์พรหม พรเพิ่มพูน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2556
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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.

EFFECTS OF USING THE DUAL-SITUATED LEARNING MODEL ON THE CONCEPTS OF HOMEOSTASIS AND SCIENTIFIC REASONING ABILITIES OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Mr. Pongprom Pornpermpoon

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 2013

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
โดย	นายพงศ์พรหม พรเพิ่มพูน
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.วัชราภรณ์ แก้วดี

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชนิตา รักษ์พลเมือง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ ดร.วัชราภรณ์ แก้วดี)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน : ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (EFFECTS OF USING THE DUAL-SITUATED LEARNING MODEL ON THE CONCEPTS OF HOMEOSTASIS AND SCIENTIFIC REASONING ABILITIES OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ. ดร.วัชราภรณ์ แก้วดี, 156 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษามโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท 2) เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป 3) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการ ให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท 4) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีตอนปลายสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือ 1) แบบวัดมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือดมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.83 และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.85 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติดังต่อไปนี้ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ชีววิทยาเรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายเท่ากับร้อยละ 67.00 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ร้อยละ 70

2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ชีววิทยาเรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาควิชา หลักสูตรและการสอน ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2556

5383366027 : MAJOR SCIENCE EDUCATION
KEYWORDS: DUAL-SITUATED LEARNING MODEL / HOMEOSTASIS CONCEPT / SCIENTIFIC REASONING ABILITIES

PONGPROM PORNPERMPOON: EFFECTS OF USING THE DUAL-SITUATED LEARNING MODEL ON THE CONCEPTS OF HOMEOSTASIS AND SCIENTIFIC REASONING ABILITIES OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. ADVISOR: PH.D.WATCHARAPORN KAEWDEE, 156 pp.

The purposes of this study were 1) to study the concept of Homeostasis of upper secondary school students by using the dual-situated learning model. 2) to compare the concept of Homeostasis of the students who learned through dual-situated learning model and those who learned through the conventional teaching method. 3) to compare the ability in scientific reasoning of the students before and after learning through the dual-situated learning model. 4) to compare the ability in scientific reasoning of the students who learned through the dual-situated learning model and those who learned through the conventional teaching method. The samples of this study were two classrooms of upper secondary school students of the Secondary Educational Service Area Office 2 who studied in the First semester of the academic year 2014. The research instruments were included 1) the homeostasis concept test with the level of reliability at 0.83 and 2) the scientific reasoning test with the level of reliability at 0.85.The research instruments were included 1) the homeostasis concept test and 2) the scientific reasoning test.

The results demonstrated that

1) the students who learned through dual-situated learning model had a mean score of concepts of homeostasis at 67.00 percent which lower than the criterion score set at 70 percent

2) the students who learned through the dual-situated learning model had a mean score of concepts of homeostasis higher than those who learned through the conventional teaching method at .05 level of significance,

3) the students who learned through the dual-situated learning model had a mean score of scientific reasoning ability higher than before the experiment at .05 level of significance,

4) the students who learned through the dual-situated learning model had a mean score of reasoning thinking higher than those who learned through the conventional teaching method at .05 level of significance.

Department: Curriculum and Instruction Student's Signature .....

Field of Study: Science Education Advisor's Signature .....

Academic Year: 2013

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากผู้วิจัยได้รับทุนอุดหนุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาทุน 72 พรรษาฯ จากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้กรุณาพิจารณาและมอบทุนให้ผู้วิจัยสามารถศึกษาและดำเนินการทำวิทยานิพนธ์มาจนสำเร็จได้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ที่ปรึกษาอาจารย์ ดร.วัชราภรณ์ แก้วดี ที่ให้การอบรม สั่งสอน ให้คำแนะนำและข้อคิดที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัยและการทำงาน ให้กำลังใจ ตลอดจนการให้ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงมาได้ในที่สุด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้คอยดูแล และให้โอกาสในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนลุล่วง อีกทั้งยังได้ให้กำลังใจ ข้อคิด และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำงาน ตลอดจนยังเป็นครูต้นแบบให้ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงหลักในการทำงาน หลักในการสอน รวมทั้งเป็นต้นแบบให้ผู้วิจัยได้เรียนรู้ว่า “การเป็นครูด้วยจิตวิญญาณ” นั้นเป็นเช่นไร ทำให้ตลอดระยะเวลาที่ศึกษามาเป็นช่วงเวลาที่มีคุณค่าอย่างยิ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านซึ่งได้แก่ อาจารย์ ดร.พิรุณ ศิริศักดิ์ อาจารย์น้ำผึ้ง ศุภอุทุมพร ที่ได้สละเวลามาตรวจเครื่องมือวิจัย และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ รวมทั้งท่านผู้อำนวยการโรงเรียนปทุมคงคา ตลอดจนครูมานิตย์ ออพานิชกิจ ครูอารียา บุณทวีคูณ ครูวนาภรณ์ ลออสุวรรณ และครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โรงเรียนปทุมคงคา ทุกท่านที่ได้ให้กำลังใจ ช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนลุล่วง ทำให้ผู้วิจัยซาบซึ้งในไมตรีที่ทุกท่านมีให้เป็นอย่างยิ่ง และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 และ 5/4 รวมทั้ง 6/2 ที่ได้มาเป็นกลุ่มตัวอย่างและเป็นกลุ่มทดลองใช้เครื่องมือในการวิจัยในครั้งนี้ที่ได้ให้ความร่วมมือและทำกิจกรรมเป็นอย่างดี

เหนือสิ่งอื่นใด ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจที่สำคัญของผู้วิจัยในยามที่ผู้วิจัยท้อและถอยมาโดยตลอด ขอขอบคุณสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ทำให้ผู้วิจัยได้เติบโตและสามารถฟันฝ่าอุปสรรคต่างๆ จนมาถึงวันนี้ได้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 1

บทนำ 1

ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

คำถามการวิจัย 10

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 10

สมมติฐานการวิจัย 11

ขอบเขตการวิจัย 12

ข้อตกลงเบื้องต้นในการวิจัย 13

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 14

บทที่ 2 17

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 17

1. มโนทัศน์เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกาย 18

1.1. ความสำคัญของมโนทัศน์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ 18

1.2 ความหมายและองค์ประกอบของมโนทัศน์ 19

1.3. แนวทางการสร้างมโนทัศน์ 24

1.4. มโนทัศน์เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกาย 29

1.5 มโนทัศน์เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด 33

1.6. แนวทางการวัดมโนทัศน์ 44

2. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 48

2.1 ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 48

2.2 ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 49

หน้า

2.3. แนวทางการเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 51
2.4. แนวทางการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 53
3. รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท สู่การพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 58
3.1 ความเป็นมาของรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท..... 58
3.2 แนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานของรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท..... 58
3.3. ลักษณะสำคัญของรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท..... 65
แผนภาพที่ 1 แสดงกลไกของลักษณะรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท 66
3.4.ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท..... 67
แผนภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท..... 69
3.5. บทบาทครู และบทบาทนักเรียนในการปฏิบัติตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้..... 69
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 72
4.1.งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท 72
4.2.งานวิจัยที่เกี่ยวกับมโนทัศน์..... 75
4.3.งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 77
บทที่ 3..... 79
วิธีการดำเนินการวิจัย..... 79
1. รูปแบบการวิจัย 79
แผนภาพที่ 3 แสดงรูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design 79
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย 80
2.1 ประชากรในงานวิจัย..... 80
2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย 80
3. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย 82
3.1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 82
3.2 การสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล 84
2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง..... 86
3. แผนการดำเนินการวิจัย..... 90
4. ขั้นเก็บรวมรวมข้อมูล..... 94

หน้า

การวิเคราะห์ข้อมูล 95
บทที่ 4 96
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 96
บทที่ 5 100
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 100
สรุปผลการวิจัย 100
การอภิปรายผล 101
1. มโนทัศน์ชีววิทยาเรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย 101
2. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 104
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป 106
1. ข้อเสนอแนะสาหรับการนาผลการวิจัยไปใช้ 106
2. ข้อเสนอแนะสาหรับการวิจัยในครั้งต่อไป 107
รายการอ้างอิง 108
ภาคผนวก ก 116
ภาคผนวก ข 119
แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 124
ภาคผนวก ค 127
เครื่องมือที่ใช้ทดลอง 127
1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบ 127
2. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาแบบทั่วไป 127
ภาคผนวก ง 149
ภาคผนวก จ 154
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 156

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 แสดงการวิเคราะห์มโนทัศน์จากหลักสูตรประเทศแคนาดา 31
ตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์มโนทัศน์จากหลักสูตรประเทศสิงคโปร์ 31
ตารางที่ 3 แสดงการวิเคราะห์มโนทัศน์จากหลักสูตรประเทศอังกฤษ 31
ตารางที่ 4 แสดงการวิเคราะห์มโนทัศน์จากหลักสูตรประเทศไทย 32
ตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์มโนทัศน์จากหลักสูตรประเทศต่างๆ 32
ตารางที่ 6 แสดงการวิเคราะห์บทบาทครู และบทบาทนักเรียน ของขั้นตอนตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท..... 70
ตารางที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทกับวิธีการสอนชีววิทยาแบบทั่วไป 87
ตารางที่ 8 แสดงสาระการเรียนรู้ และจำนวนคาบที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ 90
ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนมโนทัศน์เรื่อง เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกายหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สถานการณ์สองบทบาทของนักเรียนกลุ่มทดลอง 97
ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที (t) ของคะแนนมโนทัศน์เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกาย หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม 97
ตารางที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที (t) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนเรียน และหลังเรียน 98
ตารางที่ 12 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที (t) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมหลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท..... 99

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

แผนภาพที่ 1 แสดงกลไกของลักษณะรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท 66
แผนภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท 69
แผนภาพที่ 3 แสดงรูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design 79

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based Society) UNESCO ซึ่งเป็นองค์การการศึกษา วิทยาศาสตร์ และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ ได้กำหนดเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์จะช่วยพัฒนาให้ประชาชนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ (Science Education for Citizenship) ซึ่งเป็นรากฐานในการดำเนินชีวิตได้อย่างรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติ สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล ประยุกต์ความรู้ไปดูแลสุขภาพของตนเองได้ นอกจากนี้วิทยาศาสตร์ยังเป็นองค์ความรู้ที่สำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีที่สามารถนำมาแก้ปัญหาความยากจน ปัญหาโรคระบาด ซึ่งองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์จะส่งเสริมให้มาตรฐานความเป็นอยู่ของประชาชนให้สูงขึ้นทำให้การดำเนินชีวิตเป็นไปอย่างมีความหมาย (Meaningful Life) ระบบทางเศรษฐกิจเกิดการเปลี่ยนแปลงไปในทางสร้างสรรค์และมีคุณธรรมมากขึ้นทำให้สังคมเกิดความสันติสุข ประชาชนปราศจากความยากจน และเป็นการพัฒนาที่ยั่งยืน (UNESCO, 2011; Economic & Social Research Council, 2006: 2; กรมวิชาการ, 2546: 1)

จากกรอบเป้าหมายการจัดการศึกษาของ UNESCO ที่มุ่งให้การศึกษาเกิดขึ้นเพื่อช่วยให้มนุษย์สามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข นั่นแสดงว่าประชาชนทุกคนต้องรับการจัดการศึกษาที่ดีและมีคุณภาพ คือเป็นการศึกษาเพื่อปวงชน (Education For All) และสิ่งที่เป็นประจักษ์พยานถึงการที่การศึกษามีคุณภาพทำให้ประชาชนมีความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการดำรงชีวิตนั่นคือความรอบรู้ (Literacy) จากการตระหนักถึงความสำคัญของความรอบรู้ดังที่กล่าวมาแล้วสนับสนุนให้เกิดโครงการประเมินผลผู้เรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment หรือ PISA) ที่ทำการประเมินผลการศึกษาของประเทศสมาชิกองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจว่าระบบการศึกษาได้เตรียมความพร้อมให้ประชาชนสำหรับการใช้ชีวิตและการมีส่วนร่วมในสังคมในอนาคต โดยเน้นการประเมินความรอบรู้ทางด้านการอ่าน ความรอบรู้ด้านการเขียน ความรอบรู้ด้านคณิตศาสตร์ และความรอบรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ (OECD, 2009 อ้างถึงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554)

เมื่อพิจารณาการจัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศไทยตั้งแต่ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานปีพุทธศักราช 2544 และตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานปีพุทธศักราช 2551 ได้ให้ความสำคัญกับความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยปรากฏคำว่า “ความรอบรู้วิทยาศาสตร์สำหรับทุกคน (Scientific Literacy for All)” ในหลักสูตร (กรมวิชาการ, 2546: 1; สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551: 1) นอกจากนี้ยังพบว่ากรอบในการจัดการศึกษาของประเทศไทยก็ได้อิงตามแนวทางของนานาชาติเพื่อพัฒนาให้เด็กไทยมีศักยภาพที่จะสามารถแข่งขันได้ในเวทีโลก ดังจะพบได้ว่าในเป้าหมายยุทธศาสตร์และตัวบ่งชี้การปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (พ.ศ.2552-2561) มีกำหนดไว้ว่าคนไทยและการศึกษาไทยมีคุณภาพและได้มาตรฐานระดับสากล โดยหนึ่งตัวบ่งชี้และค่าเป้าหมายในการประเมิน คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาหลักจากการทดสอบระดับชาติมีคะแนนเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 50 ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นเป็นไม่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติ (ผลทดสอบ PISA) (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาแห่งชาติ, 2552 อ้างถึงในสำนักงานเลขานุการกองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา, 2552)

จากผลการประเมินของ PISA ในปีค.ศ.2000 2003 2006 และ 2009 พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนผลการประเมินในด้านการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติ กล่าวคือนักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ย คะแนนเฉลี่ย 421 432 429 และ 425 ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานที่กำหนดคะแนนไว้ที่ระดับ 500 (OECD, 2009; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) นอกจากนี้หากพิจารณาในกรอบของการประเมินผลภายในประเทศ โดยการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน O-NET (Ordinary National Test) ซึ่งเป็นการวัดและประเมินผลความรู้ตามหลักสูตรการศึกษาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยเฉพาะจากรายงานผลการดำเนินงานประจำปีงบประมาณ 2554-2556 ที่ผ่านมาของนักเรียนไทยพบว่ามีค่าเฉลี่ยที่ต่ำกว่าร้อยละ 50 และเมื่อพิจารณาค่าคะแนน O-NET ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพฯ (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2, 2556) ซึ่งเป็นกลุ่มประชากรในการวิจัยในครั้งนี้พบว่าคะแนน O-NET ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ปีการศึกษา 2553 จนถึงปีการศึกษา 2555 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 35.18, 30.91, 36.11 คะแนนตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 50 ไม่เป็นไปตามยุทธศาสตร์ที่กำหนดไว้

สภาพการข้างต้นแสดงให้เห็นว่า การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบในพัฒนาและขับเคลื่อนการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยให้ความเห็นเกี่ยวกับผลการประเมินของ PISA ว่าสาเหตุที่ทำให้คะแนนของการประเมินของประเทศไทยไม่ถึงคะแนนเฉลี่ยที่ระดับ 500 เป็นเพราะนักเรียนไทยไม่เคยชินกับข้อสอบ 2 ประการด้วยกัน คือ (1) การเขียนตอบหรือให้คำอธิบาย และ (2) การตีความ คิดวิเคราะห์ และสะท้อนความคิดหรือปฏิกิริยาของตนที่ตอบสนองต่อข้อความที่ได้อ่านหรือข้อมูลที่ให้มา สิ่งเหล่านี้แทบจะไม่เคยปรากฏในการสอบของประเทศไทย และนี่คือประเด็นที่จะต้องรีบดำเนินการปรับปรุง เพื่อให้ประชากรของชาติทัดเทียมและมีสมรรถนะพอที่จะแข่งขันได้ในอนาคต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554)

นอกจากนี้หากวิเคราะห์และพิจารณาตามกรอบนิยามของการประเมินความรอบรู้วิทยาศาสตร์ ของ PISA ได้พิจารณาใน 4 ด้านคือ (1) บริบทของการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การรับรู้ถึงสถานการณ์ในชีวิตที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสามารถใช้มโนทัศน์ (Concepts) มาอธิบายสถานการณ์ได้ (2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือ ความเข้าใจในธรรมชาติของโลกซึ่งอยู่บนพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (3) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ คือ การแสดงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และการสร้างข้อสรุปบนพื้นฐานของหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ (4) เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ คือการแสดงความสนใจในวิทยาศาสตร์ มีส่วนสนับสนุนในการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และมีแรงจูงใจในการแสดงความรับผิดชอบต่อสิ่งต่างๆ เช่น เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น (OECD, 2009)

กรอบนิยามดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าในการพัฒนานักเรียนให้เกิดการรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องส่งเสริม สนับสนุน และกระตุ้นให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นอันดับแรก เพราะการที่นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ที่ถูกต้องจะช่วยให้สามารถระบุวัตถุที่อยู่รอบตัวในสิ่งแวดล้อมได้ เกิดการจัดประเภทของข้อมูลของสิ่งเร้าจากสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบ สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีเหตุผล และผลที่เกิดขึ้นนี้นำไปสู่การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูงขึ้นโดยอาจเกิดการพัฒนาเป็น หลักการ หรือ

ทฤษฎีได้ในที่สุด (Özdemir and Clark, 2007: 351; Martin et al., 2005: 21; DeCecco, 1968: 397-398; Woolfolk, 2004: 276; Bass, Contant and Carin, 2009: 13)

จากการสืบค้นและประมวลข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางชีววิทยาพบว่ามโนทัศน์ทางชีววิทยาที่ช่วยทำให้เกิดกรอบแนวคิดในการทำความเข้าใจความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในเชิงลึก และช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจรูปแบบและความเชื่อมโยงของเนื้อหาภายในวิทยาศาสตร์ ซึ่งหนึ่งในมโนทัศน์ที่มีคามสำคัญต่อการทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตนั้นคือมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย (Ontario Ministry of Education, 2008; สถาบันสงเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554: 1-3)

การรักษาดุลยภาพของร่างกาย (Homeostasis) เป็นมโนทัศน์ที่สำคัญเรื่องหนึ่งในการศึกษาชีววิทยา ทั้งนี้เพราะการศึกษาในเรื่องรักษาดุลยภาพของร่างกาย เป็นมโนทัศน์พื้นฐานที่สำคัญในการทำความเข้าใจองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะเป็นในบริบทของสังคมหรือวัฒนธรรมใดก็ตาม (Ontario Ministry of Education, 2008) ทั้งนี้เพราะมโนทัศนีเรื่องการรักษาสมดุลของร่างกายเป็นกลไกที่อธิบายให้เราทราบถึงกระบวนการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต กระบวนการควบคุมการทำงานของร่างกาย กระบวนการลำเลียงสารทั้งที่เป็นสารที่เป็นประโยชน์และของเสียของร่างกาย ทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถรักษาสมดุลของสภาวะแวดล้อมภายในร่างกายให้เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมภายนอกเพื่อให้การทำงานของร่างกายเป็นไปอย่างปกติ ภายในร่างกายสิ่งมีชีวิตประกอบด้วยของเหลวเป็นหลัก ดังนั้นการเปลี่ยนของเหลวภายในร่างกายจะมีความสำคัญต่อการทำงานของหน่วยย่อยในร่างกายคือเซลล์ยกตัวอย่างเช่น เซลล์ได้รับสารอาหารและแก๊สจากการแพร่ผ่านเหลว อุณหภูมิของของเหลวภายนอกเซลล์ ค่าความเป็นกรด-เบส ส่งผลต่อการการเกิดปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ หรือการที่เซลล์เกิดกระบวนการทำงานและเกิดขับของเสียออกมาที่ของเหลวภายนอกเซลล์ แต่หากเซลล์ไม่สามารถลำเลียงเพื่อไปกำจัดก็จะทำให้เซลล์ไม่สามารถทำงานได้ ดังนั้นในการที่จะทำการรักษาดุลยภาพที่เหมาะสมต่อการทำงานของเซลล์จึงจำเป็นต้องอาศัยระบบหมุนเวียนสารที่ดีและมีประสิทธิภาพ (สถาบันสงเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554: 20; Johnson, 2002: 378; Starr and McMillan, 2007:789; Kent, 2000: 547)

ระบบหมุนเวียนสารในร่างกายสิ่งมีชีวิตที่สำคัญคือ ระบบหมุนเวียนเลือด ทั้งนี้เพราะระบบหมุนเวียนเวียนเลือด เป็นระบบที่เป็นศูนย์กลางการประสานการทำงานของระบบต่างๆในร่างกาย ไม่ว่าจะเป็น ระบบหายใจ ระบบย่อยอาหาร ระบบขับถ่าย ระบบการรักษาสมดุลกรด-เบส ระบบฮอร์โมน รวมทั้งระบบภูมิคุ้มกัน (สถาบันสงเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) ดังนั้นหากนักเรียนไม่สามารถเรียนรู้มโนทัศน์ของระบบไหลเวียนเลือดได้อย่างถูกต้อง ก็จะส่งผลให้การศึกษาในระบบต่างๆดังที่กล่าวเป็นไปได้ยาก ระบบหมุนเวียนเลือดจึงเป็นมโนทัศน์ที่สำคัญที่ควรทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจอย่างถูกต้อง

จากการสืบค้นและวิเคราะห์ลักษณะกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นการศึกษาเชิงประจักษ์ (Empirical Study) และมักเป็นการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล (Economic & Social Research Council, 2006: 8) โดยครูมีหน้าที่คอยช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้รับไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่ และเกิดการหาคำตอบ จากการทำความเข้าใจด้วยตนเองผ่านการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง เกิดการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล แต่ข้อมูล ที่นักเรียนได้ค้นพบนั้นมีค่อนข้างมาก และการที่นักเรียนพยายามทำความเข้าใจข้อมูลเพื่อหาคำตอบนั้นอาจทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ (Misconceptions) (Shulman, 1986 อ้างถึงใน Economic & Social Research Council, 2006: 9; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554: 60-83)

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นสิ่งที่สามารถปรับให้เกิดความถูกต้องได้ยาก และเมื่อเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแล้วจะคงอยู่กับนักเรียนเป็นเวลานาน ซึ่งหากไม่ทำการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะส่งผลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเกิดการยอมรับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องในระดับมโนทัศน์ที่สูงขึ้นลดลง (Treagust and Duit, 2008: 397; Zhou, 2010: 102) การจะทำการปรับแก้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจึงจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ที่สำคัญจำเป็น และเกิดจากการที่นักเรียนนั้นใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตข้อเท็จจริง รวบรวมข้อมูลจากประสบการณ์ที่นักเรียนได้พบในชีวิตประจำวัน รวมทั้งมีกระบวนการจัดกระทำข้อมูลอธิบายข้อมูลที่ได้พบเจออย่างมีเหตุผลเพื่อสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Martin et al., 2005: 21; She, 2002: 2)

นักการศึกษาจึงได้พยายามนำทฤษฎี และแนวคิดทางจิตวิทยามาปรับใช้ในการเรียนการสอนเพื่อเกิดการสร้างมโนทัศน์ ไม่ว่าจะเป็นทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget's theory of cognitive development อ้างถึงใน Woolfolk, 2004: 30-31) หรือแนวทางในการสอนเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ (Concept Formation) ซึ่งสามารถประมวลสรุปได้ว่าการสร้างมโนทัศน์นั้นประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอนคือ (1) ขั้นการสังเกตข้อมูลของมโนทัศน์ (2) ขั้นการรวบรวมลักษณะของมโนทัศน์ (3) ขั้นการจัดหมวดหมู่ของมโนทัศน์ (4) ขั้นการระบุชื่อมโนทัศน์ และ (5) ขั้นการตรวจสอบการสร้างมโนทัศน์ (Lapp *et all*,1975: 178; Joyce and Weil,1980: 29-30; Klausmeier and Sipple, 1980 อ้างถึงใน Crowl et all, 1997: 147; Arends, 1998: 299; สุวัฒน์ นิยมค้า, 2517: 17; ประสาน ทิพย์ธารา, 2521: 157)

นอกจากนี้ Posner และคณะ (1982: 214-218) ยังได้เสนอว่าเงื่อนไขของการเกิดการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องนั้นประกอบด้วย 4 เงื่อนไขคือ (1) นักเรียนต้องเกิดความไม่พอใจในมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่ (Dissatisfaction) (2) มโนทัศน์ใหม่ต้องสามารถเกิดการเข้าใจอย่างชัดเจน (Intelligible) (3) มโนทัศน์ใหม่ต้องมีความน่าเชื่อถือ (Plausible) โดยมโนทัศน์นั้นต้องมีความสอดคล้องกับหลักความเชื่อและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีความสอดคล้องกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน สามารถเกิดการสร้างภาพของการสร้างมโนทัศน์นั้นได้ และ (4) มโนทัศน์ใหม่ต้องมีประโยชน์สำหรับการใช้ในบริบทอื่น (Fruitful)

แม้ว่าจะมีการเสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างมโนทัศน์ไว้มากมาย หากแต่เมื่อนักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์แล้วยากต่อการเปลี่ยนในการสอนในชั้นเรียน (Osborne and Gilbert, 1980; Osborne and Cosgrove, 1983; Carey 1986 อ้างถึงใน She, 2002: 981) และการทำการเรียนการสอนเพื่อปรับแก้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการที่เน้นให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ที่สำคัญด้วยตนเอง ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตข้อเท็จจริง รวบรวมข้อมูลจากประสบการณ์ที่นักเรียนได้พบ ในชีวิตประจำวัน รวมทั้งมีกระบวนการจัดกระทำข้อมูลอธิบายข้อมูลที่ได้พบเจออย่างมีเหตุผลเพื่อสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการเรียนการสอนที่จะทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนจาก มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องไม่สามารถใช้วิธีการสอนแบบปกติที่เคยมีมาได้ (TI Fisher, 1985 อ้างถึงใน Uzuntiryaki and Geban, 2005: 311; Martin et al., 2005: 21; She, 2002: 2) ดังนั้น

ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาและสืบค้นรูปแบบและวิธีการสอนที่พัฒนาขึ้นเพื่อนำมาใช้ในการพัฒนามโนทัศน์ของนักเรียนและพบว่ารูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท (Dual-Situated Learning Model: DSLM) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อศึกษาและตรวจสอบการเปลี่ยนมโนทัศน์ (Conceptual Change) โดยอาศัยหลักการและแนวความรู้ทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็นทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ แนวคิดการเปลี่ยนมโนทัศน์ของ Posner และคณะ ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท (Dual-Situated Learning Model: DSLM) มีลักษณะเด่นที่สำคัญคือ นักเรียนจะต้องเกิดการเผชิญสถานการณ์การเรียนรู้โดยในแต่ละสถานการณ์จะมีบทบาทหน้าที่ 2 ประการคือ (1) ในสถานการณ์นั้นจะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความไม่สอดคล้องทางปัญญา และ (2) ในสถานการณ์เดียวกันนั้นจะช่วยทำให้นักเรียนได้รับข้อมูลที่สามารถช่วยให้เกิดการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้ โดยมีขั้นตอนในการสอนทั้งหมด 6 ขั้นคือคือ (1) ขั้นตรวจสอบลักษณะของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Examining the attributes of science concept) เป็นการวิเคราะห์คุณลักษณะของมโนทัศน์ที่ จะจัดการเรียนรู้ เพื่อกำหนดชุดความคิดที่จำเป็นสำหรับการเกิดการสร้างมโนทัศน์ (2) ขั้นตรวจสอบมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน (Probing Student's Misconceptions of Scientific Concepts) เป็นการตรวจสอบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องใดบ้าง (3) ขั้นวิเคราะห์ชุดความคิดที่นักเรียนขาด (Analyzing which Mental Sets that Students Lack) เป็นการวิเคราะห์ว่าชุดความคิดใดที่จำเป็นในการสร้าง มโนทัศน์ของนักเรียน (4) ออกแบบเหตุการณ์ของสถานการณ์การเรียนรู้แบบสองบทบาท (Designing Dual Situated Learning Events) เป็นการออกแบบสถานการณ์การเรียนรู้ซึ่งแต่ละสถานการณ์นั้นจะมีบทบาทหน้าที่ 2 คือในแต่ละสถานการณ์จะต้องส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความไม่สมดุลทางปัญญา และต้องช่วยเกิดการสร้างชุดความคิดใหม่แก่นักเรียน ซึ่งในแต่ละสถานการณ์อาจมีเหตุการณ์ย่อย ๆ ได้หลายเหตุการณ์ขึ้นอยู่กับชุดความคิดที่จำเป็นในการเกิดการสร้างมโนทัศน์ (5) จัดการสอนด้วยสถานการณ์การการเรียนรู้แบบสองบทบาท (Instruction with Dual-Situated Learning Events) เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม มีการอธิบายและสร้างข้อสรุปด้วยตนเองอย่างมีเหตุผลในทุกขั้นตอน (6) ขั้นจัดการสอนด้วยสถานการณ์ใหม่ที่ท้าทาย (Instruction with Challenging Situated Learning Events)

เป็นการนำเสนอสถานการณ์ใหม่ที่มีความท้าทาย และเปิดโอกาสให้นักเรียนคาดคะเนเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น โดยประยุกต์มโนทัศน์ที่เกิดขึ้นในขั้นที่ 5 มาอธิบายเพื่อเป็นการยืนยันว่านักเรียนได้เกิดการเปลี่ยนมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องแล้ว

เมื่อวิเคราะห์จากลักษณะของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แล้วจะพบว่าในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท นักเรียนจำเป็นที่จะต้องมีการอธิบาย และคาดคะเนผลการศึกษาอย่างมีเหตุผลตลอดเวลา ซึ่งแสดงว่ากระบวนการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์นั้นมีความสัมพันธ์กับ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning) เพราะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จะช่วยให้เกิดจากการประมวลหลักการทั่วไปกับตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม มีการประเมิน สารสนเทศทางวิทยาศาสตร์ ในระหว่างทำการศึกษา จนเกิดเป็นเหตุผลที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์หรือตัวอย่างนั้นได้ (Giere, 1991: 312) หรือใช้การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้นว่ามีความถูกต้องในการทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้มากน้อยเพียงใด (Lawson, 2009: 336) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Joyce and Weil (1996: 149-159) ที่ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยกล่าวว่าความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในองค์ประกอบด้านการคิด และการจะพัฒนาให้เกิดขึ้นจะต้องเริ่มจากการสร้างมโนทัศน์ (Concept Formation) แล้วจึงเกิดการตีความหมายข้อมูลและสรุป (Interpretation of Data) หลังจากนั้นนำข้อสรุปที่ได้ไปประยุกต์ใช้ (Application of Principles) ซึ่งวิธีการที่ช่วยสนับสนุนให้เกิดกระบวนการเกิดการให้เหตุผลได้คือ วิธีการให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) และวิธีการให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning)

จากที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่าการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้นมีความเกี่ยวเนื่องสัมพันธ์กับการสร้างมโนทัศน์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และเมื่อศึกษาค้นคว้าจากกรอบการประเมินในระดับนานาชาติของ PISA พบว่ามีการกล่าวถึง ความสามารถที่สำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) คือ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Science Competencies) ซึ่ง PISA 2006 ได้ให้คำนิยามไว้ว่าเป็นความสามารถระบุบอกประเด็นทางวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ได้ระบุว่าการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง

วิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับประจักษ์พยาน สามารถบรรยายหรือตีความปรากฏการณ์และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถระบุบอกได้ว่าคำบอกเล่า บรรยาย คำอธิบาย และการพยากรณ์ใดที่สมเหตุสมผล (PISA, 2006 อ้างถึงในสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551: 11-13, 110-111) ซึ่งหากพิจารณาวิเคราะห์แล้วให้ความหมายที่สอดคล้อง และเทียบเคียงได้กับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากข้อมูลข้างต้นจะพบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทนั้นมีขั้นตอนที่มีการตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และมีการอธิบายผลจากเหตุการณ์ด้วยตนเอง จากการวิจัยของ She (2002a, 2002b, 2004 และ 2009 พบว่ารูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง และส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Akpinar (2007: 16-26) และ Hamzah and Mdzian (2010: 1-10) ที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทในการศึกษาการเปลี่ยนมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนการวัดมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้นจากเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนของนานาประเทศที่มุ่งพัฒนาให้นักเรียนเกิดการรู้วิทยาศาสตร์มีศักยภาพในการดำรงชีวิตได้ในโลกปัจจุบัน ซึ่งประเทศไทยได้มี การวางนโยบายเพื่อจะพัฒนาให้นักเรียนไทยมีศักยภาพทัดเทียมกับนักเรียนในระดับนานาชาติ ดังเห็นจากมีการกำหนดกรอบเป้าหมายเป้าหมายของยุทธศาสตร์ในการปฏิรูปการศึกษาของไทยในช่วงทศวรรษที่ 2 ที่มุ่งพัฒนาให้นักเรียนไทยมีค่าคะแนนการประเมินในระดับนานาชาติเกินค่าเฉลี่ยมาตรฐาน และมีค่าเฉลี่ยการวัดและประเมินผลในระดับชาติเกินร้อยละ 50 แต่ในปัจจุบันพบว่าการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถพัฒนาให้นักเรียนไทยไปถึงเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้ ทั้งนี้เพราะการจะพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นจำเป็นต้องพัฒนาให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดการสร้าง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์นั้นอาจทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ และเมื่อเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

แล้วจะขัดขวางการเรียนรู้มโนทัศน์ที่มีระดับสูงขึ้นได้ การเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท (Dual-Situated Learning Model : DSLM) ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการที่มีการตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเพื่อออกแบบกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้เผชิญสถานการณ์โดยในแต่ละสถานการณ์มีการให้นักเรียนได้อธิบายผลที่เกิดขึ้นอย่างเป็นเหตุผล

จากสภาพการณ์ปัญหา ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท มาใช้ในการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยเปรียบเทียบกับวิธีการเรียนการสอนแบบทั่วไป เพื่อพัฒนานักเรียนให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ซึ่งถือเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมให้เกิดการรู้วิทยาศาสตร์อันเป็นเป้าหมายสูงสุดของการศึกษาวิทยาศาสตร์ทั้งของไทยต่อไป

คำถามการวิจัย

นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท มีมโนทัศน์ และความสามารถในการให้เหตุผลแตกต่างกับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปหรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.เพื่อศึกษาโนทัศน์หลังเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท

2. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์หลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป

3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท

4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท กับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบทวิสถานะมีขั้นตอนที่ช่วยส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้ ดังผลการวิจัยของ She (2002b, 2003, 2004) ที่ได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท ในการเกิดการเปลี่ยนมโนทัศน์ซึ่งผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทสามารถส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้ร้อยละ 60 นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบการเรียนการสอนด้วยวิธีปกติกับการเรียนการสอนแบบสถานการณ์สองบทบาทในการศึกษาของ Akpinar (2007: 16-26) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท ที่ส่งผลต่อความเข้าใจมโนทัศน์เรื่องการหายใจระดับเซลล์และกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลพบว่ากลุ่มกลุ่มทดลองมีความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ในเรื่องการหายใจระดับเซลล์ และการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้จากการวิจัยของ Hamzah and Mdzian (2010: 1-10) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท ที่ส่งผลต่อความเข้าใจมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์ที่มีระดับแรงจูงใจต่างกัน ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท และการเรียนรู้แบบร่วมมือมีคะแนนการเปลี่ยนมโนทัศน์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งก็สอดคล้องกับผลการวิจัยก่อนหน้า

จากงานวิจัยและเกณฑ์การประเมินดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐาน ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1 และ 2 ดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท จะมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางชีววิทยาหลังเรียนอยู่ในระดับร้อยละ 70

สมมติฐานข้อที่ 2 คะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยาเรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายของกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป

CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ดังเช่นงานวิจัยของ Lawson (1985) พบว่าความสามารถในการให้เหตุผล มีความสัมพันธ์กับการเกิดมโนทัศน์ทั้งนี้เพราะการเกิดมโนทัศน์มีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการพัฒนาสภาวะสมดุล เนื่องจากการซึมซับเข้าสู่ชุดความคิด และการปรับชุดความคิด ซึ่งจะมีผลต่อแบบแผนการให้เหตุผล ซึ่งแนวคิดดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท ที่มุ่งให้นักเรียนเกิดความไม่สอดคล้องทางปัญญาและเกิดการสร้างโครงสร้างความคิดใหม่ (She 2002a, 2002b, 2004, 2009) ซึ่งผลการวิจัยนั้นเป็นไปในทิศทางเดียวกับ เกรียงไกร อภัยวงศ์ (2548) ที่ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายและพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ สูงกว่าร้อยละ 60 นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ดังนั้นจากกงานวิจัย ดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐาน ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 3 และ 4 ดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 3 นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมมติฐานข้อที่ 4 กลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ขอบเขตการวิจัย

1.ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เขตกรุงเทพมหานครฯ เขต 2

2. ตัวแปรในการวิจัย ประกอบด้วย

2.1 ตัวแปรจัดกระทำ คือ การเรียนการสอนชีววิทยา ได้แก่

2.1.1 การเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบแบบสถานการณ์สองบทบาท

2.1.2 การเรียนการสอนชีววิทยาแบบทั่วไป

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 มโนทัศน์เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกาย ได้แก่ ระบบหมุนเวียนเลือด

2.2.2 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2.3 ตัวแปรควบคุม ได้แก่

2.3.1 จำนวนเรื่องที่ใช้ในการเรียนการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีจำนวนเท่ากัน

2.3.2 ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.3.3 ระยะเวลาที่สอน โดยมีจำนวนคาบเรียนที่ใช้ในการเรียนการสอนเท่ากันทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ เนื้อหาวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ของโรงเรียนปทุมคงคา

ข้อตกลงเบื้องต้นในการวิจัย

การเรียนการสอนทั้ง 2 แบบ คือ (1) การจัดการเรียนการสอนโดยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท และ (2) การจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป ในช่วงเวลาที่ต่างกัน และเพศของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ถือว่าไม่มีผลต่อคะแนนมโนทัศน์ชีววิทยาเรื่องการรักษาสมดุลของร่างกาย และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท หมายถึง รูปแบบการเรียนรู้ที่มุ่งให้เกิดการเปลี่ยนจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง โดยใช้สถานการณ์ที่มีบทบาท 2 บทบาทคือ กระตุ้นให้เกิดความไม่สอดคล้องทางปัญญา (Creative Dissonance) และสร้างชุดความคิด (Mental Set) ให้กับนักเรียน มีขั้นตอนในการสอนทั้งหมด 6 ขั้นคือ คือ

1) ขั้นตรวจสอบคุณลักษณะของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Examining the attributes of science concept) เป็นการวิเคราะห์คุณลักษณะของมโนทัศน์ที่จะจัดการเรียนรู้ เพื่อกำหนดชุดความคิดที่จำเป็นสำหรับการเกิดการสร้างมโนทัศน์

2) ขั้นตรวจสอบมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน (Probing Student's Misconceptions of Scientific Concepts) เป็นการตรวจสอบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องใด

3) ขั้นวิเคราะห์ชุดความคิดที่นักเรียนขาด (Analyzing which Mental Sets that Students Lack) เป็นการวิเคราะห์ว่าชุดความคิดใดที่จำเป็นในการสร้าง มโนทัศน์ของนักเรียน

4) ออกแบบเหตุการณ์ของสถานการณ์การเรียนรู้แบบสองบทบาท (Designing Dual Situated Learning Events) เป็นการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนโดยกิจกรรมที่ออกแบบนั้นจะต้องเป็นกิจกรรมที่มี 2 บทบาท คือในแต่ละกิจกรรมจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความไม่สมดุลทางปัญญา และต้องช่วยเกิดการสร้างชุดความคิดใหม่แก่นักเรียน

5) จัดการสอนด้วยสถานการณ์การการเรียนรู้แบบสองบทบาท (Instruction with Dual-Situated Learning Events) ในขั้นตอนนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เผชิญเหตุการณ์ในบริบทจริง โดยเน้นให้นักเรียนคาดคะเนเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น คาดคะเนผลที่เกิดขึ้น และอธิบายได้อย่างมีเหตุผลก่อนและหลังการเรียนรู้จากเหตุการณ์ โดยในเหตุการณ์นั้นจะต้องทำหน้าที่ 2 บทบาทคือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.1. เมื่อนักเรียนเผชิญในสถานการณ์บริบทจริงที่สามารถสังเกตได้ เหตุการณ์นั้นต้องสามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความไม่สอดคล้องกับมโนทัศน์เดิมที่นักเรียนมีอยู่ได้

5.2. หลังจากที่นักเรียนเกิดความไม่สอดคล้องขึ้นแล้ว ในเหตุการณ์เดิมนั้น จะต้องให้ข้อมูลที่ช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถสร้างโครงสร้างทางความคิดที่นักเรียนขาด ซึ่งส่งผลต่อการเกิดสร้างมโนทัศน์ที่ต้องการได้

6) ขั้นจัดการสอนด้วยสถานการณ์ใหม่ที่ท้าทาย (Instruction with Challenging Situated Learning Events) เป็นการนำเสนอสถานการณ์ใหม่ที่มีความท้าทาย และเปิดโอกาสให้นักเรียนคาดคะเนเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น โดยประยุกต์มโนทัศน์ที่เกิดขึ้นในขั้นที่ 5 มาอธิบายเพื่อเป็นการยืนยันว่านักเรียนได้เกิดการเปลี่ยนมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องแล้ว

2. การเรียนการสอนแบบทั่วไป หมายถึง การเรียนการสอนที่ครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยทั่วไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่

(1) ขั้นนำ เป็นการกระตุ้นความสนใจหรือทบทวนและตรวจสอบความรู้ที่มีอยู่เดิมของนักเรียน โดยการนาสนทนา หรือใช้คาถาม เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนมีความพร้อมในการเรียน

(2) ขั้นกิจกรรม เป็นการให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูล สำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาข้อมูลจากครู เอกสาร หรือทำกิจกรรมการทดลอง

(3) ขั้นสรุป เป็นการให้นักเรียนได้นาข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า มาอภิปรายร่วมกันกับครู เพื่อนาไปสู่ข้อสรุปเป็นความคิดสำคัญของบทเรียนและนาความคิดสำคัญดังกล่าวไปประยุกต์ใช้

3. มโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย หมายถึง ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย ซึ่งผู้วิจัยมุ่งศึกษาในมโนทัศน์เรื่องระบบไหลเวียนเลือด วัดได้จากแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยสังเกตเหตุการณ์ย่อยเฉพาะหน่วย แล้วสรุปเป็นข้อสรุป แนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือ กฎ โดยมีการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดโดยแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการคือ

1) สามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐานหรือประจักษ์พยานได้ กล่าวคือ สามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการค้นคว้า การเก็บข้อมูลรองรับ หรือระบุข้อมูลที่เป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าว การกล่าวอ้าง ข้อสรุป

2) สามารถการสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน ข้อมูล ได้ หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่ กล่าวคือสามารถใช้ข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานที่พบมาใช้ในการประกอบเพื่อสร้างข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลหรือ หลักฐานที่ได้เลือกมา

3) สามารถในการคาดคะเน หรือการพยากรณ์ จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลดังกล่าวได้ กล่าวคือ สามารถใช้ข้อสรุป ที่ได้จากข้อมูล หลักฐาน และประจักษ์พยานมาคาดคะเน หรือพยากรณ์ แนวโน้มของเหตุการณ์ที่เกิดจากข้อสรุป ข้อมูล หรือหลักฐานได

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในครั้งนี้มุ่งศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท มโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายและความสามารถในการให้เหตุผล โดยนำเสนอรายละเอียดเป็นหัวข้อตามลำดับดังต่อไปนี้

1. มโนทัศน์เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกาย
    1.1. ความสำคัญของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
    1.2 ความหมายและองค์ประกอบของมโนทัศน์
    1.3 แนวทางการสร้างมโนทัศน์
    1.4. มโนทัศน์เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกาย
    1.5. มโนทัศน์เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด
    1.6 แนวทางการวัดมโนทัศน์
2. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
    2.1 ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
    2.2 ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
    2.3. แนวทางการเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
    2.4 แนวทางการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
3.รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท (Dual-Situated Learning Model)
    3.1. ความเป็นมาของรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท
    3.2. แนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานของรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท
    3.3. ลักษณะสำคัญของรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท
    3.4. ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท
    3.5. บทบาทครู และบทบาทนักเรียนในการปฏิบัติตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท

4.2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์

4.2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1. มโนทัศน์เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกาย

1.1. ความสำคัญของมโนทัศน์ในการเรียนวิทยาศาสตร์

มโนทัศน์มีความสำคัญกับการเรียนวิทยาศาสตร์เพราะ ในการเรียนวิทยาศาสตร์นักเรียนจะต้องเกิดการสร้างความรู้ที่สำคัญจำเป็นซึ่งเกิดจากการที่นักเรียนนั้นใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตข้อเท็จจริง รวบรวมข้อมูลจากประสบการณ์ที่นักเรียนได้พบในชีวิตประจำวัน รวมทั้งมีกระบวนการจัดกระทำข้อมูล (Martin *et al*., 2005: 21; She, 2002) เพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการที่นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ได้จะช่วยให้สามารถระบุวัตถุที่อยู่รอบตัวในสิ่งแวดล้อมได้ เกิดการจัดประเภทของข้อมูลของสิ่งเร้าต่างๆ จากสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบ สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อมได้ (DeCecco, 1968: 397-398; Woolfolk, 2004: 276) ซึ่งผลที่เกิดขึ้นนี้จะนำไปสู่การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูงขึ้นโดยอาจเกิดการพัฒนาเป็น หลักการ หรือทฤษฎี ได้ในที่สุด(Bass, Contant and Carin, 2009: 13) ดังนั้นมโนทัศน์จึงเป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญที่ครูจะต้องมุ่งเน้นให้เกิดขึ้นเพื่อให้นักเรียนเกิดการพัฒนาในการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้การสร้างมโนทัศน์ที่ถูกต้องนั้นยังช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดังที่ Joyce and Weil (1996: 149-159) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยกล่าวว่าความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในองค์ประกอบด้านการคิด และการจะพัฒนาให้เกิดขึ้นจะต้องเริ่มจากการสร้างมโนทัศน์ (Concept Formation) แล้วจึงเกิดการตีความหมายข้อมูลและสรุป (Interpretation of Data) หลังจากนั้นนำข้อสรุปที่ได้ไปประยุกต์ใช้ (Application of Principles) ซึ่งวิธีการที่ช่วยสนับสนุนให้เกิดกระบวนการเกิดการให้เหตุผลได้คือ วิธีการให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) และวิธีการให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) ดังนั้นมโนทัศน์เป็นพื้นฐานที่สำคัญทั้งในการเรียนรู้ในเชิงสาระ และยังเป็นหนึ่งในองค์ประกอบที่สำคัญของการพัฒนาความสามารถทางวิทยาศาสตร์ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

1.2 ความหมายและองค์ประกอบของมโนทัศน์

มโนทัศน์ เป็นคำที่แปลมาจากคำภาษาอังกฤษ คำว่า Concept โดยจาการสืบค้นพบว่าในประเทศไทยได้มีการแปลคำว่า Concept เป็นภาษาไทยคำอื่น ๆ อีกหลายคำ เช่น สังกัป มโนภาพ มโนคติ หรือมโนมติ หรือความคิดรวบยอด ซึ่งนักจิตวิทยาการศึกษาและนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้ให้ความหมายของคำว่า มโนทัศน์ ประมวลสรุปได้ดังนี้

McDonald (1960: 134) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า "มโนทัศน์ คือการจำแนก หรือการจัดระบบของสิ่งเร้า หรือเหตุการณ์ที่มีลักษณะเฉพาะร่วมกัน ทั้งนี้มโนทัศน์ไม่ใช่ตัวของสิ่งเร้าหรือเหตุการณ์และไม่ใช่ประสบการณ์ที่เกี่ยวกับสิ่งเร้านั้น ๆ แต่เป็นการจัดจำแนกประเภทของสิ่งเร้าและเหตุการณ์"

Good (1973: 124) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ 3 ประการ คือ

1. ความเห็น หรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบ หรือลักษณะร่วม ที่สามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มเป็นพวกได้
2. ความคิดทั่วไปเชิงนามธรรมเกี่ยวกับสถานการณ์ กิจการ หรือวัตถุ
3. ความคิดเห็น ความคิด ความเห็น หรือมโนภาพ

DeCecco and Crawford (1974: 124) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์"มโนทัศน์คือกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกัน ซึ่งสิ่งเร้านั้นอาจเป็นวัตถุ เหตุการณ์ หรือบุคคล"

Child (1981: 137) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ "มโนทัศน์คือ ความคิดเชิงนามธรรมที่เกิดการสรุปรวมและจัดประเภทจากเหตุการณ์ และการพิจารณาลักษณะเฉพาะของสิ่งเหล่านั้น มโนทัศน์ไม่ใช่เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง แต่เป็นเพียงตัวแทนความคิดที่เกี่ยวกับสิ่งนั้น"

Woolfolk (2004: 276) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ "มโนทัศน์คือ ประเภทของเหตุการณ์ ความคิด วัตถุ หรือบุคคล ที่จำแนกโดยอาศัยลักษณะที่มีความคล้ายกันในการจำแนก"

Chiappetta and Koballa (2010: 113) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า "มโนทัศน์คือ ความคิดเกี่ยวกับเหตุการณ์ วัตถุ หรือปรากฏการณ์ ที่มีคุณลักษณะหรือคุณสมบัติร่วมกัน"

สุวัฒก์ นิยมค้า (2517: 17) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า “มโนทัศน์ของสิ่งใด คือ Main idea ที่เรามีต่อสิ่งนั้น เป็นความคิดโดยสรุปต่อสิ่งนั้น เป็นจินตภาพที่เกิดขึ้นในใจของเราต่อสิ่งนั้นเป็นจุดสำคัญของสิ่งนั้น เป็นคุณสมบัติหรือลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้น ซึ่งแต่ละคนอาจสร้างมโนทัศน์ของสิ่งเดียวกันได้แตกต่างกัน”

ภพ เลาหไพบูลย์ (2534: 3, 2537:3) ได้กล่าวถึงมโนทัศน์ว่า “มโนทัศน์ คือ ความรู้ความเข้าใจของแต่ละบุคคลที่เกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยการนำความรู้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม”

ธีระชัย ปูรณโชติ (2537: 41) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์“มโนทัศน์คือ ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกิดจากการสังเกตหรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น แล้วนำคุณลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งนั้นมาประมวลกันเข้าด้วยกันเป็นความคิดโดยสรุปของสิ่ง ๆ นั้น”

จากความหมายของคำว่ามโนทัศน์ ข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความเข้าใจโดยสรุปที่เกิดจากการจัดประเภทของความคิด เหตุการณ์ วัตถุ หรือบุคคล ที่มีลักษณะเฉพาะร่วมกัน โดยอาศัยการสังเกตและประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคลในการประมวลและสร้างเป็นตัวแทนทางความคิดของสิ่งนั้น

ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

Jacobson and Bergman (1980: 140,452) ได้กล่าวถึงมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า “มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดสำคัญทางวิทยาศาสตร์ (big ideas) ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ทางธรรมชาติรอบตัว สามารถพัฒนาผ่าน ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย โดยผู้เรียนจะพัฒนามโนทัศน์เมื่อเขาเข้าใจสิ่งที่เกิดขึ้นจากสิ่งที่เขาสำรวจตรวจสอบ ปฏิบัติทดลอง และประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ และเชื่อมโยงสัมพันธ์ความเข้าใจนี้ไปยังประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สามารถประยุกต์ใช้ได้ในหลายสถานการณ์”

Bass และคณะ (2009: 13) ได้กล่าวว่า “มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดเชิงนามธรรมที่เกิดขึ้นจากประสบการณ์รอบตัวโดยการสังเกต และข้อมูลที่ได้จากการสังเกตจะสะท้อนถึงความคิดทางวิทยาศาสตร์”

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสินและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525: 28-30 อ้างถึงใน ภพ เลาหไพบูลย์, 2534: 3) ได้กล่าวถึงมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า “มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งอันเกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นหลายๆแบบแล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นนำมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง มโนทางวิทยาศาสตร์อาจเกิดจากการนำมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลายๆมโนทัศน์มาสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล”

จากความหมายของคำว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิด ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งที่อยู่รอบตัวซึ่งอาจเป็น วัตถุ หรือสถานการณ์ที่เกิดจากการสังเกต ศึกษา สำรวจ ผ่านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย แล้วนำมาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม จนเกิดเป็นความคิดโดยสรุปต่อสิ่งนั้น

องค์ประกอบของมโนทัศน์

Bruner, Goodnow and Astin (1956) อ้างถึงใน Chiappetta and Koballa (2010); ภพ เลาหไพบูลย์ (2534: 3) ได้อธิบายถึงองค์ประกอบ 5 ประการคือ ชื่อ (Name) คำนิยาม (Definition) คุณลักษณะ (Attribute) ค่าของลักษณะ (Attributes Values) และตัวอย่าง (Examples) ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ชื่อมโนทัศน์ เป็นคำ หรือ กลุ่มคำที่ใช้แทนกลุ่ม หรือหมวดหมู่ของประสบการณ์ โดยใช้ลักษณะร่วมในการจำแนก เป็นการช่วยให้ทราบว่าผู้เรียนกำลังศึกษาเรื่องอะไร และช่วยให้สามารถเชื่อมโยงถึงเนื้อหาที่เรียนไปแล้วได้

2) คำนิยาม เป็นการให้คำนิยาม คำจำกัดความ หรือข้อความที่เป็นลักษณะสำคัญของมโนทัศน์นั้นๆเช่น นิยามของหลอดเลือด คือ โครงสร้างที่นำเลือดออกจากหัวใจหรือเข้าสู่หัวใจ เป็นต้น

3) ลักษณะ หมายถึง ลักษณะเฉพาะที่สำคัญที่ใช้เป็นลักษณะร่วมหรือเกณฑ์ในการจำแนกสิ่งต่างๆ ให้เป็นหวดหมู่เดียวกัน ซึ่งความสามารถในการเรียนรู้เกี่ยวกับคุณลักษณะนั้นขึ้นอยู่กับการพัฒนาการทางสติปัญญา

4) ค่าของลักษณะ ในการจำแนกสิ่งต่างๆนั้นบางลักษณะเฉพาะอาจมีการแปรค่าได้หลายระดับ ดังนั้นในการพิจารณาเพื่อจัดหมวดหมู่ของลักษณะเฉพาะจำเป็นต้องพิจารณาคุณค่านั้นด้วยเช่น ลักษณะเฉพาะของหลอดเลือดคือลำเลียงเลือดเข้าหรือออกจากหัวใจ ซึ่งหลอดเลือดนี้อาจมีได้ 2 คุณค่าคือลำเลียงเลือดที่มีออกซิเจนสูง กับลำเลียงเลือดที่มีออกซิเจนต่ำ

5) ตัวอย่าง ของมโนทัศน์ หมายถึง การที่ผู้เรียนเกิดการรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์นั้น (Knowing Concept) สามารถที่จะยกตัวอย่างมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้องและสามารถยกตัวอย่างสิ่งที่ไม่ใช่มโนทัศน์ได้อย่างถูต้อง

DeCecco (1968: 388-390) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของมโนทัศน์ไว้ 4 องค์ประกอบคือ ลักษณะ (Attribute) ค่าของลักษณะ (Attributes Values) จำนวนของลักษณะ (Number of Attributes) และความเด่นของลักษณะ (Dominance of the Attributes) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ลักษณะ (Attribute) หมายถึงลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ซึ่งมีความแตกต่างกันในแต่ละมโนทัศน์เช่น สี่เหลี่ยมสีฟ้า มีลักษณะเฉพาะคือ สีและรูปร่าง

2) ค่าของลักษณะ (Attributes Values) หมายถึง ค่าความแปรผันของลักษณะนั้นเช่น สี มีได้หลายสีคือ สีฟ้า สีเขียว สีแดง สีเหลือง เป็นต้น

3) จำนวนของลักษณะ (Number of Attributes) หมายถึงจำนวนของคุณลักษณะในแต่ละมโนทัศน์ เช่น สี่เหลี่ยมสีฟ้า มีจำนวนคุณลักษณะ 2 คุณลักษณะคือสี และรูปร่าง หรือ สี่เหลี่ยมสีฟ้าขนาดเล็ก มีจำนวนคุณลักษณะ 3 คุณลักษณะคือ สี รูปร่าง และขนาด

4) ความเด่นของลักษณะ (Dominance of the Attributes) ความเด่นหมายถึงการที่คุณลักษณะบางประการสามารถสังเกตได้มากกว่าคุณลักษณะอื่น เช่น รูปสี่เหลี่ยมสีแดง ย่อมมีความเด่นมากกว่าคุณลักษณะของมโนทัศน์สีแดง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Woolfolk (2004: 276-277) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของมโนทัศน์ไว้ 3 องค์ประกอบคือ ลักษณะ (Attribute) ตัวแบบทางความคิด (Prototype) ตัวอย่าง (Exemplars) และโครงสร้างทางความคิด (Schemas) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ลักษณะ (Attribute) คือ กลุ่มของลักษณะที่มีความเฉพาะของสิ่งนั้นหรือเหตุการณ์นั้น แต่ถ้าบางเหตุการณ์ไม่สามารถที่จะระบุลักษณะเฉพาะได้อาจใช้ตัวแบบทางความคิด (Prototype) ซึ่งเป็นตัวแทนทางความคิดที่ดีที่สุดที่สามารถอธิบายประเภทของสิ่งนั้นมาอธิบายได้

2) ตัวอย่าง (Exemplars) คือ ความทรงจำที่แท้จริงเกี่ยวกับสิ่งนั้น ซึ่งเมื่อมีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับตัวอย่างที่หลากหลายจะช่วยส่งเสริมให้เกิดการสร้างเป็นตัวแบบทางความคิดที่มีประสิทธิภาพได้

3) โครงสร้างทางความคิด (Schemas) คือ องค์ความรู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับมโนทัศน์นั้นๆ

จากองค์ประกอบของมโนทัศน์ที่ได้กล่าวมาข้างต้นสามารถประมวลและสรุปได้ว่าองค์ประกอบของมโนทัศน์นั้นประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 5 องค์ประกอบดังนี้คือ

1) ชื่อมโนทัศน์ (Name) เป็นคำ หรือ กลุ่มคำที่ใช้แทนกลุ่ม หรือหมวดหมู่ของประสบการณ์ โดยใช้ลักษณะร่วมในการจำแนกหมวดหมู่ของประสบการณ์นั้นๆ

2) คำนิยาม (Definition) เป็นการให้คำนิยาม คำจำกัดความ หรือข้อความที่เป็นลักษณะสำคัญของมโนทัศน์นั้นๆ โดยเกิดจากการพิจารณาลักษณะร่วมหลาย ๆ ลักษณะมาประมวลและสรุปเป็นคำนิยาม

3) ลักษณะ (Attributes) คือลักษณะร่วมหรือเกณฑ์ร่วมในการจำแนกสิ่งต่าง ๆ ให้เป็นหวดหมู่เดียวกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันในแต่ละมโนทัศน์ และหากมโนทัศน์ใดยากแก่การระบุคุณลักษณะอาจใช้ตัวแบบทางความคิด (Prototype) ซึ่งเป็นตัวแทนทางความคิดที่ดีที่สุดของมโนทัศน์นั้นในการอธิบายคุณลักษณะ

4) โครงสร้างทางความคิด (Schemas) องค์ความรู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับมโนทัศน์นั้นๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5) ตัวอย่าง (Examples) คือความทรงจำเกี่ยวกับสิ่งนั้น ซึ่งเกิดจากประสบการณ์ที่หลากหลายเพื่อเกิดเป็นตัวแบบทางความคิดสามารถใช้ในการระบุว่าสิ่งใดคือมโนทัศน์ที่ถูกต้องหรือไม่ถูกต้องได้

1.3. แนวทางการสร้างมโนทัศน์

การสร้างมโนทัศน์ (Concept Formation) คือ กระบวนการที่ทำให้เกิดการจัดหมวดหมู่ของความคิดที่เกิดจากเหตุการณ์หรือประสบการณ์ที่แต่ละบุคคลได้พบเจอ เพื่อสร้างเป็นมโนทัศน์ รวมทั้งสามารถระบุและโต้แย้งได้ว่าเหตุการณ์หรือประสบการณ์ใดที่สอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่เกิดขึ้น (Joyce and Weil, 1980: 28-29) ซึ่งจากการสืบค้นพบว่าได้มีนักการศึกษาทั้งในประเทศ และต่างประเทศได้เสนอแนวทางในการสร้างมโนทัศน์ไว้อย่างหลากหลายสามารถประมวลสรุปมาดังนี้

Lapp *et all* (1975: 178) ได้เสนอกระบวนการสร้างมโนทัศน์ของนักเรียนไว้ซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1) ขั้นการระบุหรือการเขียนรายการ (Enumeration or Listing) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะได้พบกับข้อมูล และได้สังเกตลักษณะความเหมือนและความต่างของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยครูครูอาจใช้คำถามเป็นกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการแสดงข้อมูลที่สังเกตได้ เช่น นักเรียนสังเกตพบอะไรบ้าง นักเรียนได้ยินเสียงอะไรบ้าง เป็นต้น

2) ขั้นการจัดกลุ่ม (Grouping) เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนนั้นได้พิจารณาข้อมูลที่ได้จากการสังเกต และให้นักเรียนทำการจัดกลุ่มของสิ่งที่นักเรียนได้พบ โดยครูอาจใช้คำถามเช่น นักเรียนคิดว่าสิ่งของชนิดใดควรจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

3) ขั้นการระบุชื่อ หรือการจัดหมวดหมู่ (Labeling or Categorizing) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องทำการจัดหมวดหมู่ของสิ่งที่นักเรียนจัดกลุ่มไว้แล้ว โดยต้องพิจารณาว่าลักษณะใดที่นักเรียนระบุไว้เป็นลักษณะสำคัญที่ใช้ในการจัดกลุ่ม และลักษณะใดเป็นลักษณะรองที่ใช้พิจารณา พร้อมทั้งนักเรียนต้องสามารถกำหนดชื่อเพื่อใช้เรียกกลุ่มของสิ่งของที่นักเรียนจัดกลุ่มไว้ได้ โดยครูอาจใช้คำถามกระตุ้น เช่น สิ่งของกลุ่มนี้ควรมีชื่อเรียกว่าอย่างไร

Joyce and Weil (1980: 29-30) ได้กล่าวถึงแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างมโนทัศน์ ซึ่งสามารถประมวลสรุปมาได้ 3 ขั้นตอนคือ

1) การจำแนกและการจัดหมวดหมู่ทางความคิด (Category Formation) เป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นเป็นขั้นตอนแรกในการเกิดการสร้างมโนทัศน์ โดยการที่นักเรียนจะเกิดการสร้างมโนทัศน์ได้นั้นจำเป็นต้องเกิดการจำแนกและการจัดหมวดหมู่ของสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ที่พบ โดยพิจารณาลักษณะร่วมของสิ่งนั้น เช่น การจำแนกสิ่งต่าง ๆ ที่พบออกเป็นกลุ่ม โดยใช้ลักษณะที่เหมือนและต่างกัน โดยใช้เกณฑ์ในการแบ่ง ซึ่งหากนำมาปรับใช้ในกระบวนการเรียนการสอนในขั้นตอนนี้ครูควรนำเสนอตัวอย่างทั้งตัวอย่างที่ถูกต้องของเนื้อหาที่จะทำการสอน และมีตัวอย่างที่ไม่ถูกต้อง หลังจากนั้นให้นักเรียนพิจารณาลักษณะของตัวอย่างที่ครูนำเสนอพร้อมทั้งจำแนกและจัดหมวดหมู่ของตัวอย่าง

2) การสรุปรวบยอด (Conceptualizing) เป็นขั้นตอนที่เมื่อนักเรียนเกิดการจำแนกและจัดหมู่โดยพิจารณาจากลักษณะร่วมที่มีความเหมือนและความต่างของสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว จะทำให้เกิดการสร้างเป็นมโนทัศน์ที่เป็นตัวแทนของสิ่งของหรือเหตุการณ์นั้น ๆ ซึ่งเกิดจากการสรุปรวมลักษณะร่วมของสิ่งของหรือเหตุการณ์ ซึ่งเมื่อครูนำขั้นตอนนี้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนครูควรให้นักเรียนนั้นสามารถระบุเกณฑ์ โดยใช้ลักษณะที่นักเรียนพิจารณาในการจำแนกและจัดหมวดหมู่ตัวอย่างในขั้นตอนก่อนหน้า

3) การเกิดมโนทัศน์ (Concept Attainment) หลังจากที่นักเรียนได้ทำการจำแนกและจัดหมวดหมู่ตัวอย่าง รวมทั้งเกิดการสรุปรวบยอดและสร้างเกณฑ์ขึ้นมาแล้ว ในขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนที่แสดงให้ทราบว่าการเกิดการสร้างมโนทัศน์นั้นเกิดขึ้นสำเร็จหรือไม่ โดยมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นนี้จะสามารถใช้ตรวจสอบลักษณะของสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ว่าสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่ได้สร้างขึ้น ซึ่งครูอาจใช้วิธีการยกตัวอย่างและให้นักเรียนระบุหรือหรืออธิบายลักษณะของมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นได้ หรือครูอาจให้นักเรียนยกตัวอย่างใหม่ที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนเกิดการสร้างมโนทัศน์ได้แล้ว

Klausmeier and Sipple (1980 อ้างถึงใน Crowl *et all*, 1997: 147) ได้นำเสนอกระบวนการสร้างมโนทัศน์ของนักเรียนไว้ ซึ่งมีทั้งหมด 4 ขั้นตอนซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1) การพิจารณาสิ่งที่เป็นรูปธรรม (Concrete) การสร้างมโนทัศน์ในระดับนี้เป็นระดับที่ต่ำที่สุดโดยเป็นการที่นักเรียนทำการพิจารณาวัตถุ หรือสิ่งของที่เป็นรูปธรรม

2) การระบุลักษณะ (Identity) เป็นการที่นักเรียนสามารถระบุลักษณะของสิ่งของหรือวัตถุ รวมทั้งจดจำลักษณะของวัตถุ หรือสิ่งของ ในตอนที่ 1 ได้ แม้ว่าสิ่งของหรือวัตถุเหล่านั้นจะไปอยู่ในสถานการณ์ใหม่ หรือตำแหน่งใหม่ก็ตาม

3) การจัดจำแนก (Classificatory) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนั้นสามารถจัดจำแนกประเภทของสิ่งของ วัตถุ หรือตัวอย่างตั้งแต่สองชนิด หรือมากกว่าสองชนิดได้ตามลักษณะที่ระบุไว้ได้

4) การจัดรูปแบบ (Format) เป็นขั้นตอนที่เมื่อนักเรียนเกิดการจัดจำแนกประเภทของสิ่งของ วัตถุ หรือตัวอย่าง ตามลักษณะที่ได้ระบุไว้แล้ว ในขั้นตอนนี้นักเรียนจะต้องมีคำที่ใช้เรียกประเภทของสิ่งของเหล่านั้น สามารถระบุรายละเอียดของลักษณะเฉพาะของสิ่งของหรือวัตถุต่าง ๆ ในแต่ละกลุ่ม และสามารถระบุได้ว่าสิ่งของใดที่ควรจัดจำแนกอยู่ในกลุ่มเดียวกัน และต่างกลุ่มกัน เมื่อนักเรียนสามารถระบุได้แสดงว่านักเรียนสามารถเกิดการสร้างมโนทัศน์ได้

Arends (1998: 299) ได้เสนอแนวทางในการสร้างมโนทัศน์ให้กับนักเรียนไว้ ซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ 4 ขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นนำเสนอตัวอย่าง เป็นขั้นตอนที่ครูนำเสนอตัวอย่างที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องของมโนทัศน์ โดยตัวอย่างที่ครูนำเสนอจะต้องมีความชัดเจนว่าตัวอย่างใดที่เป็นตัวอย่างที่ถูกต้องของมโนทัศน์ และตัวอย่างใดเป็นตัวอย่างที่ไม่ถูกต้องของมโนทัศน์นั้น

2) ขั้นการระบุลักษณะของมโนทัศน์ เป็นที่ครูให้นักเรียนคาดคะเนลักษณะของมโนทัศน์นั้น ๆ และให้เหตุผลประกอบเกี่ยวกับการคาดคะเนลักษณะของมโนทัศน์นั้น และให้นักเรียนระบุและเปรียบเทียบลักษณะของมโนทัศน์ ผ่านการพิจารณาลักษณะของตัวอย่างที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องของมโนทัศน์นั้นๆ โดยครูใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนนั้นสามารถคิดได้ตรงประเด็น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3) ขั้นการระบุชื่อมโนทัศน์ เป็นขั้นตอนที่เมื่อนักเรียนได้พบกับตัวอย่าง และทำการระบุลักษณะของตัวอย่างของมโนทัศน์ ในขั้นตอนนี้นักเรียนทำการระบุชื่อมโนทัศน์พร้อมระบุรายละเอียดของมโนทัศน์ โดยพิจารณาจากลักษณะของตัวอย่างที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องของมโนทัศน์ โดยในขั้นตอนนี้ครูอาจจำเป็นต้องนำเสนอตัวอย่างเพิ่มเติมจนกระทั่งนักเรียนสามารถระบุชื่อมโนทัศน์ได้

4) ขั้นการตรวจสอบการสร้างมโนทัศน์ เป็นขั้นตอนที่ครูนำเสนอตัวอย่างใหม่ของมโนทัศน์เรื่องนั้น ๆ โดยตัวอย่างที่นำเสนอนั้นต้องมีทั้งตัวอย่างที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องของมโนทัศน์ พร้อมทั้งให้นักเรียนอธิบายและระบุเหตุผลว่าเพราะเหตุใดตัวอย่างดังกล่าวจึงเป็นตัวอย่างที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องของมโนทัศน์ และครูอาจให้นักเรียนลองยกตัวอย่างที่เป็นตัวอย่างที่ถูกต้องตามมโนทัศน์ และตัวอย่างที่ไม่ถูกต้องตามมโนทัศน์

สุวัฒน์ นิยมค้า (2517: 17) ได้กล่าวถึงการสร้างมโนทัศน์ไว้ว่า เมื่อพบข้อมูลชุดใดชุดหนึ่งหรือเมื่อพบปรากฏการณ์ใดปรากฏการณ์หนึ่ง จำเป็นที่จะต้องสร้างมโนทัศน์ของสิ่งนั้นได้ ซึ่งการจะสร้างมโนทัศน์มโนทัศน์ได้นั้นต้องอาศัยการพิจารณาลักษณะของสิ่งของหรือปรากฏการณ์ 3 ประการ คือ

1) พิจารณาสมบัติร่วมของข้อมูลหรือประสบการณ์

2) พิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือประสบการณ์

3) พิจารณาแนวโน้มของข้อมูลหรือประสบการณ์

และเมื่อสามารถพิจารณาทั้งสามประการข้างต้นได้ จะทำให้สามารถเกิดการสร้างมโนทัศน์ของสิ่งนั้นได้

ประสาน ทิพย์ธารา (2521: 157) ได้กล่าวถึงกระบวนการที่จะทำให้เกิดการสร้างมโนทัศน์

1) ขั้นการรับรู้โดยใช้ประสาทสัมผัส (Sensation) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้า และใช้ประสาทสัมผัสในการรับสัมผัสกับสิ่งเร้านั้น

2) ขั้นการรับรู้ (Sensation) เป็นขั้นตอนที่เมื่อนักเรียนเกิดการรับสัมผัสจากสิ่งเร้าแล้วเกิดการตีความหมายสิ่งเร้าโดยอาศัยความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมเกิดเป็นการรับรู้

3) ขั้นการจดจำ (Memory) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะนำข้อมูลจากสิ่งเร้าที่รับรู้ได้มาจัดเก็บเป็นความเข้าใจ และเกิดเป็นการจดจำข้อมูลจากสิ่งเร้านั้น

4) ขั้นการจัดระเบียบความคิด (Generalization) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนเกิดการจำแนกความแตกต่างของข้อมูลจากสิ่งเร้า และเกิดการจัดระเบียบความคิดให้เป็นหมวดหมู่ จนเกิดความเข้าใจและเกิดเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

จากการศึกษาแนวทางการสร้างมโนทัศน์ข้างต้น สามารถประมวลสรุปกระบวนการสร้างมโนทัศน์ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นการสังเกตข้อมูลของมโนทัศน์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้พบกับข้อมูลของมโนทัศน์ ซึ่งข้อมูลมโนทัศน์ที่นำเสนออาจอาจเป็นตัวอย่าง หรือสถานการณ์ และนักเรียนจำเป็นต้องใช้ประสาทสัมผัสในการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากสิ่งเร้านั้น โดยครูอาจจะนำเสนอสิ่งเร้าที่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ถูกต้อง และมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้อง หรือนำเสนอสถานการณ์ที่สามารถเร้าให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ต้องการได้

2) ขั้นการรวบรวมลักษณะของมโนทัศน์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะนำข้อมูลของมโนทัศน์ที่รวบรวมได้จากตัวอย่าง หรือสถานการณ์ แล้วนำมาเขียนระบุลักษณะความเหมือนและความต่างของข้อมูล

3) ขั้นการจัดหมวดหมู่ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะนำข้อมูลที่รวบรวมได้ มาทำการจำแนกและจัดหมวดหมู่ข้อมูลสิ่งเร้าออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยนักเรียนต้องสามารถอธิบายเหตุผลที่ใช้ในการจัดหมวดหมู่

4) ขั้นการระบุชื่อมโนทัศน์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทำการตั้งชื่อเรียกมโนทัศน์ ซึ่งเป็นคำที่ใช้แทนลักษณะร่วมของข้อมูลของมโนทัศน์นั้น ๆ โดยเมื่อนักเรียนระบุชื่อมโนทัศน์แล้ว นักเรียนต้องสามารถอธิบายลักษณะของมโนทัศน์ที่นักเรียนระบุชื่อได้

5) ขั้นการตรวจสอบการสร้างมโนทัศน์ เป็นขั้นตอนที่ครูนำเสนอตัวอย่างใหม่ของมโนทัศน์เรื่องนั้น ๆ หรือสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์นั้น ๆ โดยตัวอย่างที่นำเสนอนั้นต้องมีทั้งตัวอย่างที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องของมโนทัศน์ พร้อมทั้งให้นักเรียนอธิบายและระบุเหตุผลว่าเพราะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เหตุใดตัวอย่างดังกล่าวจึงเป็นตัวอย่างที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องของมโนทัศน์ และครูอาจให้นักเรียนลองยกตัวอย่างที่เป็นตัวอย่างที่ถูกต้องตามมโนทัศน์ และตัวอย่างที่ไม่ถูกต้องตามมโนทัศน์

1.4. มโนทัศน์เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกาย

ความสำคัญของมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย

การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิตเป็นมโนทัศน์ที่สำคัญเรื่องหนึ่งในการศึกษาทางชีววิทยาทั้งนี้เพราะการศึกษาในเรื่องรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต (Homeostasis) นั้นเป็นกลไกที่สำคัญที่ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นสามารถรักษาสมดุลของสภาวะแวดล้อมภายในร่างกายให้เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมภายนอกเพื่อให้การทำงานของเซลล์ในร่างกายเป็นไปอย่างปกติ ซึ่งสภาวะแวดล้อมภายในร่างกายที่มีความสำคัญมากคือของเหลวภายนอกเซลล์ (Extracellular Fluid)

ของเหลวภายนอกเซลล์อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงจากสภาวะแวดล้อมภายนอกเช่น อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-เบส ความเข้มข้นของของน้ำและแร่ธาตุ เป็นต้น การเปลี่ยนของเหลวที่อยู่รอบๆ เซลล์นี้มีความสำคัญต่อการทำงานของเซลล์ เพราะเซลล์จะได้รับสารอาหารและแก๊สจากการแพร่ผ่านเหลวรอบเซลล์ อุณหภูมิของของเหลวภายนอกเซลล์ ค่าความเป็นกรด-เบส ส่งผลต่อการทำงานของเอนไซม์ภายในเซลล์ (Rosos et al., 2008; Kent, 2000; Starr and McMillan, 2007; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554)

การวิเคราะห์มโนทัศน์เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกาย

ในการศึกษาจากงานวิจัยจากต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันพบว่ามีคำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์อยู่หลากหลาย ซึ่งบางคำนั้นมีการใช้ในบริบทที่คล้ายคลึงกัน และส่งผลต่อการศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์ได้แก่ Fundamental Concepts, Big Ideas, Core Ideas, Conceptual Ideas, Essential Understanding, Enduring Understanding (Erickson, 2007; Ontario Ministry of Education, 2008; National Research Council of The Nation Academies,2011) ซึ่งจากการประมวลความหมายของคำศัพท์จากเอกสารที่เกี่ยวข้องได้ให้ความหมายของคำศัพท์ดังกล่าวไว้ดังนี้

Ontario Ministry of Education (2008) ได้ให้ความหมายของคำว่ามโนทัศน์พื้นฐาน (Fundamental Concepts) ว่าหมายถึง "มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาและเป็นเรื่องพื้นฐานสำหรับทุกวัฒนธรรม ซึ่งช่วยให้เกิดกรอบแนวคิดในการทำความเข้าใจความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เกิดการบูรณาการความคิด และช่วยให้สามารถทำความเข้าใจรูปแบบและความเชื่อมโยงของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้ง"

Wiggins and Mctighe (1998: 10; อ้างถึงใน Ontario Ministry of Education, 2008) ได้ให้ความหมายของคำว่า แนวคิดหลัก (Big Ideas) ว่าหมายถึง “สิ่งที่เป็นมากกว่าข้อเท็จจริงหรือทักษะซึ่งให้ความสำคัญกับมโนทัศน์ที่ใหญ่กว่า หลักการ หรือกระบวนการ”

Ontario Ministry of Education (2008) ได้ให้ความหมายของคำว่าแนวคิดหลัก (Big Ideas) ว่าหมายถึง "ความเข้าใจอย่างกว้างๆ ที่ยังคงกับนักเรียนอยู่แม้รายละเอียดอื่นอาจลืมไปหลังจากการเรียนในห้องเรียน" ซึ่งการพัฒนาให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์หลักนั้นจำเป็นต้องให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ขั้นพื้นฐาน (Basic Concepts)

มโนทัศน์ขั้นพื้นฐาน (Basic Concept) หมายถึง มโนทัศน์หรือแนวความคิดย่อยที่ประกอบขึ้นเป็นแนวความคิดหลัก (Big Ideas) และเมื่อศึกษาจาก National Research Council of The Nation Academies (2011) ได้กล่าวถึงคำว่าแนวคิดหลัก (Core Ideas) สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันโดยสรุปคือ "แนวคิดหลัก (Core Ideas) จะช่วยให้เกิดการจัดระบบโครงสร้างสำหรับการเรียนรู้ความรู้ใหม่ ซึ่งการทำความเข้าใจแนวคิดหลักนั้นจะต้องทำความเข้าใจกลุ่มมโนทัศน์ย่อยที่มีความสัมพันธ์กัน"

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะพบว่า มโนทัศน์พื้นฐาน แนวความคิดหลัก และมโนทัศน์ที่เป็นพื้นฐาน มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันคือ มโนทัศน์พื้นฐาน (Fundamental Concept) คือ มโนทัศน์ที่ประกอบขึ้นจากแนวความคิดหลักหรือกลุ่มแนวความคิดหลัก และแนวความคิดหลักนั้นเกิดมาจากมโนทัศน์ขั้นพื้นฐานหลายมโนทัศน์ประกอบกัน

ในการศึกษาหลักสูตรของประเทศแคนาดา (Ontario Ministry of Education, 2008) พบว่ามโนทัศน์ที่ผู้วิจัยจะทำการศึกษาในครั้งนี้คือมโนทัศน์เรื่อง การรักษาดุลยภาพ (Homeostasis)

ปรากฏอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนเตรียมอุดมศึกษา (University Preparation) ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการวิเคราะห์มโนทัศน์จากหลักสูตรประเทศแคนาดา

มโนทัศน์พื้นฐาน (Fundamental Concept)	แนวความคิดหลัก (Big Ideas)	มโนทัศน์ขั้นพื้นฐาน (Basic Concepts)
มโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย (Homeostasis)	• กายวิภาคและสรีรวิทยาของระบบต่อมไร้ท่อ • กายวิภาคและสรีรวิทยาของระบบขับถ่าย • กายวิภาคและสรีรวิทยาของระบบประสาท • การทำงานประสานกันของระบบเพื่อรักษาดุลยภาพ • กลไกการเกิดการควบคุมแบบย้อนกลับของฮอร์โมนที่มีผลต่อการรักษาดุลยภาพ • กระบวนการรักษาดุลยภาพของน้ำ แร่ธาตุ อุณหภูมิ กรด-เบส • บทบาทของการรักษาดุลยภาพของน้ำ แร่ธาตุ อุณหภูมิ กรด-เบส ที่ช่วยให้ร่างกายตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม	• กายวิภาพและสรีรวิทยาของระบบแลกเปลี่ยนแก๊ส • กายวิภาพและสรีรวิทยาของระบบย่อยอาหาร กายวิภาพและสรีรวิทยาของระบบไหลเวียนเลือด • ความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับระบบหายใจ ระบบย่อยอาหาร ระบบหมุนเวียนเลือดเช่น โรคหอบหืด โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ เป็นต้น

นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์จากหลักสูตร และเนื้อหาที่ใช้ในการประเมินผลในระดับชาติของประเทศสิงคโปร์โดย Singapore Examinations and Assessment Board (2012) ได้มีการกล่าวถึงมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายไว้ดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์มโนทัศน์จากหลักสูตรประเทศสิงคโปร์

มโนทัศน์พื้นฐาน (Fundamental Concept)	แนวความคิดหลัก (Big Ideas)	มโนทัศน์ขั้นพื้นฐาน (Basic Concepts)
มโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย (Homeostasis)	• กระบวนการรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิของสิ่งมีชีวิต • กระบวนการรักษาดุลยภาพของน้ำและการขับถ่าย • กลไกการควบคุมแบบย้อนกลับ	• การทำงานของระบบร่างกายซึ่งได้แก่ โครงสร้างและการทำงานของเซลล์ระบบประสาท ระบบต่อมไร้ท่อ ระบบไหลเวียนสาร ระบบหายใจ ระบบขับถ่าย

จากการศึกษาและวิเคราะห์หนังสือเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเพื่อเตรียมความพร้อมของนักเรียนในการทดสอบเข้าในระดับมหาวิทยาลัยของมหาวิทยาลัยของประเทศอังกฤษ (Kent, 2000) ได้กล่าวถึงมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย ดังรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงการวิเคราะห์มโนทัศน์จากหลักสูตรประเทศอังกฤษ

มโนทัศน์พื้นฐาน (Fundamental Concept)	แนวความคิดหลัก (Big Ideas)	มโนทัศน์ขั้นพื้นฐาน (Basic Concepts)
มโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย (Homeostasis)	• การควบคุมการรักษาดุลยภาพของร่างกาย • การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดและโรคเบาหวาน • โครงสร้างและการทำงานของไตในการรักษาดุลยภาพ • กระบวนการรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิของสัตว์ • กระบวนการรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิของสิ่งมีชีวิต	• โครงสร้างและการทำงานของเซลล์ • การลำเลียงสารของเซลล์ • โครงสร้างและการทำงานของระบบไหลเวียนสาร และการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิต

เมื่อพิจารณาจากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางพุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) มีการกล่าวถึงมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย ว่าเป็นหนึ่งในมโนทัศน์ที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้โดยอยู่ในมาตรฐานการเรียนรู้ ว 1.1 ซึ่งสาระการเรียนรู้ดังกล่าวอยู่ในระดับชั้นม.4-6 ดังแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงการวิเคราะห์มโนทัศน์จากหลักสูตรประเทศไทย

มโนทัศน์พื้นฐาน (Fundamental Concept)	แนวความคิดหลัก (Big Ideas)	มโนทัศน์ขั้นพื้นฐาน (Basic Concepts)
มโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย (Homeostasis)	• กระบวนการรักษาดุลยภาพของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต • กระบวนการรักษาดุลยภาพของน้ำในพืช • กระบวนการรักษาดุลยภาพของน้ำและแร่ธาตุในมนุษย์และสัตว์อื่น • กระบวนการรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิในมนุษย์และสัตว์อื่น • การประยุกต์ความรู้เกี่ยวกับการรักษาดุลยภาพไปใช้ในการดูแลสุขภาพของตนเอง	• การลำเลียงสารของเซลล์ ได้แก่ การแพร่ การออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต การลำเลียงสารแบบใช้พลังงาน การลำเลียงสารขนาดใหญ่ • การควบคุมการเปิดปิดของปากใบของพืช • โครงสร้างและการทำงานของไต • โครงสร้างและการทำงานของระบบหายใจ ระบบไหลเวียน ระบบน้ำเหลือง ระบบภูมิคุ้มกัน ที่ส่งผลต่อการดูแลสุขภาพของตน

จากที่การวิเคราะห์ข้างต้นพบว่ามโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายนั้นมีมโนทัศน์ที่เป็นพื้นฐานที่สำคัญคือ เรื่องการไหลเวียนสาร ซึ่งในมโนทัศน์ที่กล่าวมานี้มีการจัดเรียงหัวข้อของมโนทัศน์ที่มีความแตกต่างกันไปซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์มโนทัศน์จากหลักสูตรประเทศต่างๆ

ประเทศแคนาดา	ประเทศสิงคโปร์	ประเทศอังกฤษ	ประเทศไทย
• โครงสร้างหัวใจและการไหลเวียนเลือดผ่านหัวใจ • โครงสร้างและหน้าที่ของหลอดเลือดเวน หลอดเลือดอาร์เทอร์รี หลอดเลือดฝอย • โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์เม็ดเลือด และเกร็ดเลือด • กลไกในการเกิดความดันเลือด • ความสัมพันธ์ของหน้าที่ของระบบไหลเวียนเลือดต่อการแลกเปลี่ยนแก๊ส • ความความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับระบบหายใจ และระบบไหลเวียนเลือด	• องค์ประกอบของระบบไหลเวียนเลือด • ความสำคัญของระบบไหลเวียนเลือด • โครงสร้าง ประเภทของหลอดเลือด และหน้าที่ของหลอดเลือด • องค์ประกอบของเลือด • หน้าที่ของเลือดในการลำเลียงสาร • การแลกเปลี่ยนสารของหลอดเลือดฝอย • กระบวนการแข็งตัวของเลือด • โครงสร้างของหัวใจ • การไหลเวียนเลือดผ่านหัวใจ • วัฏจักรของหัวใจ • โรคที่เกี่ยวข้อง เช่น Coronary Heart Disease	• ความสำคัญของระบบไหลเวียนเลือด • ประเภทของระบบไหลเวียนเลือด • โครงสร้างของหัวใจมนุษย์ • วัฏจักรของหัวใจ • การควบคุมการเต้นของหัวใจ • องค์ประกอบของเลือด • กระบวนการแข็งตัวของเลือด • รงควัตถุภายในเลือดกับการแลกเปลี่ยนแก๊ส • องค์ประกอบและหน้าที่ของเหลวรอบเซลล์และน้ำเหลือง	• ความสำคัญของระบบไหลเวียนเลือดของสิ่งมีชีวิต • การลำเลียงสารในร่างกายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและของสัตว์ • การลำเลียงสารในร่างกายของคน • โครงสร้างและการทำงานของหัวใจ • การตรวจคลื่นไฟฟ้าของหัวใจ • โรคหัวใจ • โครงสร้างและประเภทของหลอดเลือด • ส่วนประกอบของเลือด • หมู่เลือดและการให้เลือด • ระบบน้ำเหลือง

1.5 มโนทัศน์เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

จากข้อมูลที่นำเสนอข้างต้นพบว่า การทำความเข้าใจมโนทัศน์พื้นฐาน (Fundamental Concept) เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย นั้นจำเป็นต้องทำความเข้าใจมโนทัศน์ขั้นพื้นฐาน (Basic Concept) เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด เพราะระบบหมุนเวียนเลือดเป็นมโนทัศน์ขั้นพื้นฐานที่จะประกอบขึ้นเป็นแนวความคิดหลักของการรักษาดุลยภาพของร่างกาย ซึ่งจากการประมวลสรุปพบว่ามโนทัศน์ขั้นพื้นฐานเรื่องระบบหมุนเวียนเลือด มีลำดับของมโนทัศน์ดังนี้

1) ความสำคัญของระบบหมุนเวียนเลือดต่อการรักษาดุลยภาพของร่างกาย

2) การลำเลียงสารในร่างกายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและของสัตว์

3) โครงสร้างในการลำเลียงสารของมนุษย์

4) โครงสร้างและหน้าที่ของระบบหลอดเลือด

5) โครงสร้างและการทำงานของหัวใจ

6) องค์ประกอบของเลือด

7) การแข็งตัวของเลือด

8) การให้และรับเลือด

9) ระบบน้ำเหลืองกับการไหลเวียนสาร

10) ความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับระบบไหลเวียนเลือด

ความสำคัญของมโนทัศน์เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่ามโนทัศน์เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด(Circulatory System) เป็นมโนทัศน์ขั้นพื้นฐาน ที่สำคัญของมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย ซึ่งจากการศึกษาจากเอกสารทางสรีรวิทยา และหนังสือเรียนชีววิทยา สามารถประมวลข้อมูลเกี่ยวกับความสำคัญของมโนทัศน์เรื่องระบบหมุนเวียนเลือดได้ดังนี้

Johnson (2002) ได้กล่าวว่าระบบไหลเวียนเลือดมีหน้าที่ที่สำคัญต่อการรักษาดุลยภาพดังนี้

1) ทำหน้าที่ในการลำเลียงสารในร่างกาย

ระบบไหลเวียนเลือดทำหน้าที่ในการลำเลียงสารอาหารจากระบบย่อยอาหาร ลำเลียงแก๊สออกซิเจนจากรระบบหายใจ รวมทั้งลำเลียงของเสียที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์ไปที่ไตเพื่อกำจัดออก

2) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของร่างกาย

นอกจากระบบไหลเวียนเลือดจะทำหน้าที่ลำเลียงสารแล้วระบบไหลเวียนเลือดยังทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของร่างกายผ่านทางการลำเลียงฮอร์โมน รวมทั้งควบคุมค่าความเป็นกรด-เบสของของเหลวภายในร่างกาย

3) ทำหน้าที่ป้องกันสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกาย

ภายในเลือดจะประกอบด้วยเซลล์ที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันสิ่งแปลกปลอม รวมทั้งมีโปรตีนที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดสิ่งแปลกปลอมต่างๆ รวมทั้งมีสารที่ช่วยทำให้เลือดแข็งตัวเวลาเกิดบาดแผลได้

Starr and McMillan (2007) ได้กล่าวถึงหน้าที่ของระบบไหลเวียนเลือดที่ช่วยในการรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิตไว้ว่า "ระบบไหลเวียนเลือดเปรียบเสมือนสายธารแห่งชีวิต (The River of Life) เพราะช่วยในการลำเลียงสารที่จำเป็นต่างๆ ซึ่งหากร่างกายไม่มีระบบไหลเวียนเลือดจะทำให้ไม่สามารถรักษาดุลยภาพไว้ได้ส่งผลให้ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้"

Martini and Nath (2009) ได้กล่าวถึงความสำคัญของระบบไหลเวียนเลือดที่มีต่อการรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิตไว้ 5 ประการดังนี้

1) ช่วยในการลำเลียงแก๊สออกซิเจน สารอาหาร ฮอร์โมน และของเสียที่เกิดจากเมแทบอลิซึม ระบบไหลเวียนเลือดช่วยลำเลียงแก๊สออกซิเจนที่ได้รับจากที่ปอดมายังเนื้อเยื่อต่างๆ และลำเลียงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากเนื้อเยื่อไปที่ปอด นอกจากนี้ยังทำการลำเลียงสารอาหารที่ดูดซึมมาจากระบบย่อยอาหารไปยังเซลล์ต่าง รวมทั้งลำเลียงฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อไปยังอวัยวะเป้าหมายเพื่อควบคุมการทำงานของร่างกายและลำเลียงของเสียที่เกิดจากเมแทบอลิซึมเพื่อนำไปกำจัดผ่านระบบขับถ่าย

2) ควบคุมค่าความเป็นกรด-เบส และความเข้มข้นของไอออนของสารบริเวณของเหลวที่อยู่รอบเซลล์ (Interstitial Fluid) การเกิดการแพร่ของสารจากเลือดและของเหลวรอบเซลล์ช่วยส่งผลให้เกิดการปรับสภาพของความเข้มข้นและค่าความเป็นกรด-เบสได้ เช่น การเกิดการแพร่ของแคลเซียมไอออน และโพแทสเซียมไอออน ระหว่างเลือดกับของเหลวรอบเซลล์หรือการแพร่ของกรดแลกติกจากในเซลล์กล้ามเนื้อเพื่อรักษาค่าความเป็นกรด-เบส เป็นต้น

3) ช่วยป้องกันการสูญเสียของเหลวภายในร่างกายเนื่องมาจากการได้รับบาดเจ็บ เลือดที่ไหลอยู่ภายในร่างกายจะมีเอนไซม์ที่สำคัญในกระบวนการแข็งตัวของเลือดเวลาเกิดบาดแผล ซึ่งจะช่วยให้ร่างกายสามารถป้องกันไม่ให้ของเหลวภายในร่างกายสูญเสียได้

4) ช่วยป้องกันสารพิษ และสารก่อโรค (Pathogen) การไหลเวียนของเลือดจะช่วยทำให้เกิดการลำเลียงเซลล์เม็ดเลือดขาวซึ่งเป็นเซลล์ที่ต่อสู้กับสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกายไปยังบริเวณต่างๆของร่างกาย นอกจากนี้ยังลำเลียงสารแอนติบอดี (Antibody) ซึ่งเป็นโปรตีนที่ช่วยทำหน้าที่ในการกำจัดสิ่งแปลกปลอมต่างๆได้

5) ช่วยในการรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่ ระบบไหลเวียนเลือดมีส่วนในการรักษาอุณหภูมิของร่างกายโดยการดูดซับความร้อนที่เกิดขึ้นจากเนื้อเยื่อมาที่เลือด และลำเลียงไปปล่อยที่บริเวณผิวหนัง หรือช่วยในการรักษาความร้อนให้กับส่วนที่สำคัญของร่างกายเช่น สมอง ในกรณีที่ร่างกายอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่ำลงได้

Raven and Johnson (2006) ได้กล่าวถึงความสำคัญของระบบไหลเวียนเลือดที่มีผลต่อการรักษาดุลยภาพของร่างกายไว้ 3 ประการคือ

1) หน้าที่ในการลำเลียงสาร

ระบบไหลเวียนเลือดทำหน้าที่ในการลำเลียงสารที่สำคัญในร่างกายคือ ลำเลียงออกซิเจน ลำเลียงสารอาหารและลำเลียงสารที่เป็นของเสียจากการทำงานของเซลล์

2) หน้าที่ในการควบคุม

ระบบไหลเวียนเลือดทำหน้าที่ช่วยในการควบคุมการทำงานของร่างกายในสองประเด็นที่สำคัญคือ ควบคุมการทำงานของอวัยวะต่างๆผ่านระบบฮอร์โมน และช่วยควบคุมอุณหภูมิของร่างกายได้โดยเฉพาะในกลุ่มสัตว์ที่มีอุณหภูมิภายในคงที่ (Endotherm)

3) ทำหน้าที่ในการป้องกัน

ระบบไหลเวียนโลหิตทำหน้าที่ป้องกันสิ่งแปลกปลอมที่จะเข้าสู่ร่างกายเมื่อเกิดบาดแผล รวมทั้งป้องกันการสูญเสียน้ำออกจากร่างกายโดยเกิดการแข็งตัวของเลือด นอกจากนี้ส่วนประกอบของเลือดภายในระบบไหลเวียนเลือดยังประกอบด้วยสารที่สำคัญในระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย เช่น เซลล์เม็ดเลือดขาว แอนติบอดี ซึ่งมีหน้าที่ช่วยในระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ซึ่งสามารถประมวลและสรุปได้ว่า ระบบหมุนเวียนเลือด ช่วยในการลำเลียงสารไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้อย่างทั่วถึงและรวดเร็ว ทั้งนี้เพราะเมื่อสัตว์มีโครงสร้างร่างกายที่ซับซ้อน การแลกเปลี่ยนสารระหว่างระกายและสิ่งแวดล้อมจำเป็นต้องใช้วิธีการที่ซับซ้อนมากกว่าการแพร่ เพื่อให้การลำเลียงสารเกิดได้อย่างทั่วถึง

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าระบบหมุนเวียนเลือดมีหน้าที่ที่สำคัญในการรักษาดุลยภาพของร่างกาย ทำให้ช่วยในการลำเลียงสารไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้อย่างทั่วถึงและรวดเร็ว ซึ่งสามารถสรุปความสำคัญของระบบหมุนเวียนเลือดได้ใน 4 ประเด็นดังนี้

1) ทำหน้าที่ลำเลียงสารในระบบต่างๆของร่างกาย เช่น ลำเลียงแก๊สออกซิเจนให้กับระบบหายใจ ลำเลียงสารอาหารให้กับระบบย่อยอาหาร ลำเลียงของเสียที่เกิดจากเมแทบอลิซึมให้กับระบบขับถ่าย และลำเลียงฮอร์โมนเพื่อไปควบคุมอวัยวะต่างๆของร่างกายให้ทำงานเป็นปกติ

2) ทำหน้าที่ควบคุมความเข้มข้นของไอออนของสาร อุณหภูมิ และความกรด-เบสภายในร่างกาย

3) ทำหน้าที่ป้องกันการสูญเสียน้ำและป้องกันสิ่งแปลกปลอมจากภายนอกร่างกาย โดยเกิดกระบวนการแข็งตัวของเลือด

4) ทำหน้าที่ในระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย โดยการลำเลียงเม็ดเลือดขาวและแอนติบอดี

เมื่อพิจารณาจากหน้าที่ของระบบไหลเวียนดังที่กล่าวจะพบว่าระบบไหลเวียนเลือดถือได้ว่าเป็นระบบที่เป็นศูนย์กลางการทำงานของร่างกายในระบบต่างๆไม่ว่าจะเป็น ระบบหายใจ ระบบย่อยอาหาร ระบบขับถ่าย ระบบการรักษาสมดุลกรด-เบส ระบบฮอร์โมน รวมทั้งระบบภูมิคุ้มกัน ซึ่งหากนักเรียนไม่สามารถเรียนรู้มโนทัศน์ของระบบไหลเวียนเลือดได้อย่างถูกต้อง ก็จะส่งผลให้การศึกษาในระบบต่างๆดังที่กล่าวเป็นไปได้ยากขึ้น ดังนั้นในการศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยจึงเลือกมโนทัศน์ในเรื่องการไหลเวียนเลือดและระบบขับถ่ายซึ่งเป็นมโนทัศน์ที่ความต่อเนื่องกันเป็นเนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาเพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษามโนทัศน์ทางชีววิทยาเรื่องอื่นๆต่อไป

การวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับระบบไหลเวียนเลือด

ในการออกแบบกิจกรรมสถานการณ์สองบทบาทนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องอาศัยข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน มาประกอบในการดำเนินกิจกรรมซึ่งในการสืบค้น ตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้นอาจทำได้โดยการสืบค้นจากเอกสารงานวิจัย ครู นักวิทยาศาสตร์ หรือจากนักเรียน (She, 2009) ซึ่งจากการประมวลของผู้วิจัยสามารถรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ในประเด็นต่างๆดังนี้

Barass (1984) ได้ศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากครูและเอกสารในการเรียนชีววิทยาซึ่งสามารถสรุปเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยได้ระบุว่า “น้ำเหลืองเป็นของเหลวที่อยู่รอบเซลล์ (Tissue Fluid) และท่อน้ำเหลืองพบที่วิลไล (Villi) ในลำไส้เล็กเท่านั้น โดยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนี้เกิดจากการที่นักเรียนมักจะเข้าใจว่าของเหลวรอบเซลล์นั้นเป็นสารชนิดเดียวกับน้ำเหลือง (Lymph) ซึ่งในความเป็นจริงแล้วของเหลวรอบเซลล์นั้นจะมีความเข้มข้น และชนิดของสารที่ละลายอยู่คล้ายกับเลือด เพราะของเหลวรอบเซลล์คือของเหลวที่แพร่ออกมาจากหลอดเลือดฝอย แต่แตกต่างจากเลือดคือไม่มีโปรตีนที่พบในเลือด เช่น อัลบูมิน (Albumin) ไฟบริโนเจน (Fibrinogen) เป็นต้น นอกจากนี้ในของเหลวรอบเซลล์ยังไม่พบเม็ดเลือดชนิดต่างๆ ส่วนคำว่า

น้ำเหลือง (Lymph) นั้นจะมีความต่างจากของเหลวรอบเซลล์คือ น้ำเหลืองคือของเหลวที่ไหลเวียนอยู่ภายในท่อน้ำเหลืองซึ่งกระจายอยู่ตามร่างกาย นอกจากนี้ในน้ำเหลืองยังมีสารจำพวกไขมันและมีองค์ประกอบของเม็ดเลือด

Din-yan Yip (1998) ได้ทำการตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของครูที่สอนชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีประสบการณ์สอน 0-3 ปีจำนวน 26 คนผลการศึกษาพบว่าครูมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนโลหิตดังนี้

1) อัตราการไหลของเลือดในหลอดเลือดฝอยของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมมีค่าน้อยที่สุดเพราะขนาดของหลอดเลือดฝอยมีขนาดเล็กจึงทำให้เกิดความต้านทานในการไหลของเลือดสูง ซึ่งในความเป็นจริงแล้วในระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดปริมาณเลือดที่ไหลผ่านหน้าตัดของหลอดเลือดใดๆต่อหนึ่งหน่วยเวลาย่อมคงที่ ดังนั้นอัตราการไหล ณ จุดใดจุดหนึ่งจึงแปรผกผันกับพื้นที่หน้าตัดทั้งหมดที่เลือดนั้นไหลผ่าน และหลอดเลือดฝอยเป็นหลอดเลือดที่มีพื้นที่หน้าตัดรวมมากที่สุดดังนั้นอัตราการไหลจึงมีค่าน้อยที่สุดไม่ได้เกี่ยวข้องกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ส่วนการที่หลอดเลือดฝอยมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็กนั้นย่อมจะส่งผลต่อการเพิ่มความดันในหลอดเลือดซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่ควรเน้นให้นักเรียนว่าอัตราการไหลของเลือด ณ จุดใดจุดหนึ่งนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับความดันเลือด แต่ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของพื้นที่หน้าตัดรวม ณ จุดจุดนั้น ในอีกทางหนึ่งการที่หลอดเลือดฝอยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กและมีจำนวนมากจะส่งผลให้ความดันเลือดลดลงอย่างรวดเร็วซึ่งจำเป็นที่จะต้องใช้พลังงานมากในการดันเลือดให้ผ่านไปได้

2) การสร้างและดูดซึมของของเหลวรอบเซลล์ภายในร่างแหของหลอดเลือดฝอยเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการแลกเปลี่ยนสารอาหารและของเสียระหว่างเลือดและเซลล์ ครูส่วนใหญ่เกิดความเข้าใจผิดเกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนสารระหว่างเลือดและเซลล์ร่างกาย โดยครูส่วนใหญ่เข้าใจว่าที่บริเวณปลายของหลอดเลือดอาร์เทอร์รีในส่วนหลอดเลือดฝอยพลาสมาบางส่วนจะแพร่ออกมาเป็นของเหลวรอบเซลล์ซึ่ง ออกซิเจน และสารอาหารต่างๆจะแพร่ออกมาภายนอกเช่นกัน ในขณะเดียวกันที่บริเวณของเหลวรอบเซลล์ ของเสียจากเมแทบอลิซึม จะแพร่กลับเข้าสู่หลอดเลือดฝอยทางด้านหลอดเลือดเวน ซึ่งการที่ครูเกิดความเข้าใจเช่นนี้จะส่งผลให้นักเรียนเข้าใจว่าการแพร่ของของเหลวรอบเซลล์เป็นปัจจัยสำคัญในการเกิดการแลกเปลี่ยนของสารระหว่างเลือดและเซลล์ร่างกาย ซึ่งโดยความเป็นจริง

แล้วปัจจัยสำคัญในการแลกเปลี่ยนสารระหว่างหลอดเลือดฝอยและเซลล์ร่างกายคือกระบวนการแพร่ผ่านผนังของหลอดเลือดฝอยที่มีผนังบางมาก ไม่ใช่เกิดจากของเหลวรอบเซลล์เป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนสาร

Sugur, Tekkaya and Geban (2001) ได้ทำการสำรวจตรวจสอบการเปลี่ยนมโนทัศน์เกี่ยวกับระบบการไหลเวียนเลือดของมนุษย์ โดยการใช้ผังมโนทัศน์ในการเรียนการสอนองนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยกาสัมภาษณ์นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 10 คนเพื่อตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเบื้องต้น หลังจากนั้นนำข้อมูลดังกล่าวมาจัดการเรียนการสอนโดยสอนเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ดำเนินการสอนเพื่อการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์โดยใช้ผังมโนทัศน์ และการสอนแบบปกติ และทดสอบนักเรียนด้วยแบบทดสอบมโนทัศน์ระบบไหลเวียนเลือดของมนุษย์ ประกอบการสัมภาษณ์นักเรียนผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ทำการศึกษามีมโนทัศน์ที่คาดเคลื่อนเกี่ยวกับระบบไหลเวียนเลือดของมนุษย์ดังนี้

1) ไขมัน (Fat) วิตามิน และกรดยูริก ไม่พบในพลาสมา (Plasma)

2) โปรตีนที่พบในพลาสมา (Plasma Protein) ทั้งหมดจะถูกเซลล์นำไปใช้ในสภาพปกติ

3) โปรตีนที่พบในพลาสมา (Plasma Protein) ทั้งหมดช่วยในการลำเลียงสารผ่านหลอดเลือดฝอยในสภาวะปกติ

4) โปรตีนที่พบในพลาสมา (Plasma Protein) ทั้งหมดเป็นสารเร่งปฏิกิริยา (Catalyze) ในสภาวะปกติ

5) รูปร่างของเม็ดเลือดแดงมีส่วนช่วยในการยึดเกาะของฮีโมโกลบิน

6) รูปร่างของเม็ดเลือดแดงมีส่วนช่วยให้สามารถเกิดการติดต่อกับเซลล์ได้มากขึ้น

7) รูปร่างของเม็ดเลือดแดงช่วยให้สามารถเคลื่อนที่ผ่านหลอดเลือดฝอยได้ง่ายขึ้น

8) เซรุ่ม (Serum) คือส่วนของพลาสมาที่มีสารอาหารที่จำเป็นสำหรับผู้ป่วย

9) เซรุ่มเป็นสารที่รวบรวมได้จากพลาสมา

10) เซรุ่มคือส่วนของพลาสมาของม้า

11) ผนังหลอดเลือดอาร์เทอร์รีที่มีความหนาและความยืดหยุ่นช่วยรักษาระดับของความดันเลือดให้มีค่าสูง

12) ผนังหลอดเลือดอาร์เทอร์รีที่มีความหนาและความยืดหยุ่นช่วยป้องกันการสูญเสียเลือด

13) ผนังหลอดเลือดอารีเทอร์รีที่มีความหนาและความยืดหยุ่นช่วยในการสูบฉีดเลือดในสภาพที่มีความดันเลือดสูง

14) กลูโคสลำเลียงออกจากเลือดในหลอดเลือดผ่าน Endothelial cell โดยใช้กระบวนการแพร่

15) กลูโคสลำเลียงออกจากเลือดในหลอดเลือดผ่าน Endothelial cell โดยการไหลของของเหลว

16) กลูโคสลำเลียงออกจากเลือดในหลอดเลือดผ่าน Endothelial cell โดยใช้กระบวนการแพร่แบบอาศัยพลังงาน (Active Transport)

17) ถ้าความดันภายในหลอดเลือดฝอยเพิ่มขึ้นจากระดับปกติจะส่งผลให้เนื้อเยื่อได้รับสารอาหารน้อยลง

18) ถ้าความดันภายในหลอดเลือดฝอยเพิ่มขึ้นจากระดับปกติจะส่งผลให้เกิดการสะสมคาร์บอนไดออกไซด์ในเซลล์

19) ถ้าความดันภายในหลอดเลือดฝอยเพิ่มขึ้นจากระดับปกติจะส่งผลให้ปริมาณของออกซิเจนแพร่ออกจากหลอดเลือดฝอยเพิ่มขึ้น

20) การเต้นของหัวใจเป็นรีเฟลกซ์ (Reflex)

21) สมองส่งสัญญาณกระตุ้นการทำงานของ Sinoatrial nodeในการเริ่มเกิดการบีบตัวของหัวใจ

22) การเต้นของหัวใจเกิดขึ้นเมื่อเกิดการหายใจ

23) หลอดเลือดเวนมีความดันเลือดต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับหลอดเลือดอื่นๆเพราะผนังหลอดเลือดเวนบางที่สุด

24) หลอดเลือดเวนมีความดันเลือดต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับหลอดเลือดอื่นๆเพราะปฏิกิริยาระหว่างแรงโน้มถ่วงกับการไหลของเลือด

25) หลอดเลือดเวนมีความดันเลือดต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับหลอดเลือดอื่นๆเพราะความเร็วของเลือดในหลอดเลือดเวนมีค่าน้อยที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

26) ความเร็วของเลือดในหลอดเลือดฝอยมีค่าน้อยเนื่องมาจากมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็ก

27) ความเร็วของเลือดในหลอดเลือดฝอยมีค่าน้อยเนื่องมาจากมีการแลกเปลี่ยนของสารผ่านหลอดเลือดฝอย

28) ความเร็วของเลือดในหลอดเลือดฝอยมีค่าน้อยเนื่องมาจากหลอดเลือดฝอยอยู่ไกลจากหัวใจ

29) ในระบบไหลเวียนเลือดผ่านร่างกาย (Systemic Circulation) ปริมาตรของเลือดในหลอดเลือดอาร์เทอร์รี หลอดเลือดฝอย และหลอดเลือดเวน คิดเป็นร้อยละที่เท่ากัน

30) ในระบบไหลเวียนเลือดผ่านร่างกาย (Systemic Circulation) ปริมาตรของเลือดในหลอดเลือดอาร์เทอร์รี หลอดเลือดฝอย คิดเป็นร้อยละแล้วเท่ากัน และเป็นค่าร้อยละที่มากกว่าหลอดเลือดเวน

31) ในระบบไหลเวียนเลือดผ่านร่างกาย (Systemic Circulation) ปริมาตรของเลือดในหลอดเลือดอาร์เทอร์รีคิดเป็นค่าร้อยละได้มากที่สุด ในขณะที่หลอดลเลือดเวนมีค่าร้อยละของปริมาตรของเลือดน้อยที่สุด

32) การบีบตัวของหัวใจเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ทำให้เลือดไหลกลับสู่หัวใจได้

33) การสร้างแรงดันที่เกิดขึ้นจากการทำงานของลิ้นภายในหลอดเลือดเวนเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ทำให้เลือดไหลกลับสู่หัวใจได้

34) แรง Cohesion ระหว่างเลือดและหลอดเลือดเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ทำให้เลือดไหลกลับสู่หัวใจได้

35) เมื่ออุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมภายนอกเพิ่มขึ้นผิวหนังจะแดงขึ้นเพราะความเร็วของเลือดภายในหลอดเลือดสูงขึ้น

36) เมื่ออุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมภายนอกเพิ่มขึ้นผิวหนังจะแดงขึ้นเพราะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดเลือดฝอยเพิ่มมากขึ้น

37) เลือดที่ผ่านหัวใจห้องขวาและซ้ายแบ่งไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกายเท่ากัน

38) เลือดด้านหนึ่งจากหัวใจจะสูบฉีดไปยังร่างกายทางด้านขวา ส่วนเลือดอีกด้านหนึ่งของหัวใจจะสูบฉีดไปยังร่ากายทางด้านซ้าย

39) เลือดจะเข้าสู่หัวใจทางด้านใดด้านหนึ่งและออกจากหัวใจเพื่อไปยังทุกส่วนของร่างกายอีกด้านหนึ่ง

40) เมื่อเลือดลำเลียงมาที่เซลล์เลือดจะเคลื่อนที่จากในหลอดเลือดไปที่เซลล์และเคลื่อนที่กลับมาจากเซลล์

41) เมื่อเลือดลำเลียงมาที่เซลล์เลือดจะเคลื่อนที่จากในหลอดเลือดเลือดจะออกจากหลอดเลือดและอาบอยู่รอบๆเซลล์

Quinn (2010) สรีรวิทยาการออกกำลังกาย (Clinical Exercise Physiologist) ของ The American College of Sports Medicine ได้เขียนบทความเกี่ยวกับหลอดเลือดลงในสื่อออนไลน์ และได้กล่าวถึงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับหลอดเลือดไว้ดังนี้ “มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่พบได้บ่อยคือนักเรียนจะมีความเข้าใจว่าหลอดเลือดอาร์เทอร์รี (Artery) จะเป็นหลอดเลือดที่ลำเลียงเลือดที่มีออกซิเจนสูง ในขณะที่หลอดเลือดเวนเป็นหลอดเลือดที่ลำเลียงเลือดที่มีออกซิเจนต่ำ ทั้งที่ความจริงแล้วการเรียกชื่อหลอดเลือดว่าอาร์เทอร์รีหรือเวนนั้นยึดหลักของทิศทางการไหลของเลือดที่สัมพันธ์กับหัวใจ”

Din-yan Yip (2010) ได้เขียนบทความเกี่ยวกับการศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของครูเกี่ยวกับระบบไหลเวียนเลือดของโดยได้นำเสนอข้อมูลมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนพร้อมอธิบายสาเหตุและความเข้าใจที่ถูกต้องของในแต่ละมโนทัศน์ซึ่งสามารถประมวลสรุปได้ดังนี้

1) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับอัตราการไหลของเลือดในหลอดเลือด ความดันเลือดและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดเลือด โดยครูส่วนใหญ่จะเข้าใจผิดว่า “ในระบบไหลเวียนเลือดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม อัตราการไหลของเลือดภายในหลอดเลือดฝอยจะไหลช้าที่สุด เพราะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดเลือดฝอยมีขนาดเล็กทำให้มีแรงต้นทานภายในหลอดเลือดฝอยสูง” ซึ่ง Yip ได้อธิบายว่าการทำความเข้าใจมโนทัศน์ดังกล่าวต้องอาศัยความเข้าใจในหลักการทางฟิสิกส์ในเรื่อง การไหลของของไหลภายในท่อ โดยในหลอดเลือดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมเป็นระบบปิด ดังนั้นปริมาตรเลือดที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดทุกตำแหน่งในหนึ่งหน่วยเวลา (V) ย่อมเท่ากัน ดังนั้นอัตราการไหลของเลือดจึงมีความสัมพันธ์กันดังสมการ $V = A \times R$ นั่นคืออัตราการเร็วของเลือด (R) จะแปรผกผันกับพื้นที่หน้าตัดรวม (A) ของหลอดเลือด

นอกจากนี้ Yip ยังได้แสดงความเห็นว่าในการเรียนการสอนเพื่อสร้างความเข้าใจให้กับนักเรียนครูควรเน้นความสำคัญเพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่า อัตราการไหลของเลือดในระบบหมุนเวียนเลือดที่ตำแหน่งใดๆ ไม่ได้ถูกกำหนดจากความดันที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่ง แต่มีความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่หน้าตัดรวมของหลอดเลือด และในกรณีของหลอดลเลือดฝอยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็ก ทำให้เกิดแรงต้านทานภายในหลอดเลือดสูงไม่ได้ส่งผลให้หลอดเลือดฝอยมีอัตราการไหลช้าที่สุด แต่ส่งผลให้หลอดเลือดฝอยเป็นตำแหน่งที่ความดันภายในหลอดเลือดจะลดลงอย่างรวดเร็ว

2) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการสร้างและการดูดซึมของของเหลวรอบเซลล์ภายในร่างแหของหลอดเลือดฝอยเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการแลกเปลี่ยนสารอาหารและของเสียระหว่างเลือดและเซลล์ ซึ่งครูส่วนใหญ่เข้าใจว่าที่บริเวณปลายของหลอดเลือดอาร์เทอร์รีในส่วนหลอดเลือดฝอยพลาสมาบางส่วนจะแพร่ออกมาเป็นของเหลวรอบเซลล์ซึ่ง ออกซิเจน และสารอาหารต่างๆจะแพร่ออกมาภายนอกเช่นกัน ในขณะเดียวกันที่บริเวณของเหลวรอบเซลล์ ของเสียจากเมแทบอลิซึมจะแพร่กลับเข้าสู่หลอดเลือดฝอยทางด้านหลอดเลือดเวน การที่ครูเกิดความเข้าใจเช่นนี้จะส่งผลให้นักเรียนเข้าใจว่าการแพร่ของของเหลวรอบเซลล์เป็นปัจจัยสำคัญในการเกิดการแลกเปลี่ยนของสารระหว่างเลือดและเซลล์ร่างกาย

เมื่อพิจารณาจากความเป็นจริงแล้วปัจจัยสำคัญในการแลกเปลี่ยนสารระหว่างหลอดเลือดฝอยและเซลล์ร่างกายคือกระบวนการแพร่ผ่านผนังของหลอดเลือดฝอยที่มีผนังบางมาก ไม่ใช่เกิดจากของเหลวรอบเซลล์เป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนสาร ทั้งที่กลไกสำคัญในการแลกเปลี่ยนสารระหว่างเลือดและเซลล์ร่างกายคือกระบวนการแพร่ ส่วนการที่ของเหลวภายในเลือดนั้นเคลื่อนที่ออกมาจากเซลล์เป็นผลมาจากความแตกต่างของค่าแรงดันของเหลว (Hydrostatic Pressure) และค่าแรงดันออสโมติก (Osmotic Pressure) ระหว่างเลือดและของเหลวรอบเซลล์ และการที่ของเหลวบางส่วนในเลือดเคลื่อนที่ออกมารอบเซลล์ หรือการที่ของเหลวรอบเซลล์เคลื่อนที่กลับเข้าสู่เลือดเกิดขึ้นเพื่อรักษาปริมาตรและความเข้มข้นของเลือด ซึ่งทำให้ค่าแรงดันของเหลว (Hydrostatic Pressure) และค่าแรงดันออสโมติก (Osmotic Pressure) มีความสมดุลโดยไม่ได้เป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนสารแต่อย่างใด

1.6. แนวทางการวัดมโนทัศน์

Jenkins and Deno (1971 อ้างถึงใน Nitko, 2007) ได้เสนอแนวทางการวัดมโนทัศน์ของนักเรียน คือ

1)ให้คำนิยามที่ถูกต้องของมโนทัศน์ (Correct Definition) ซึ่งอาจวัดโดยทำแบบสอบอัตนัยหรือการพูดอธิบาย

2) สามารถยกตัวอย่างของมโนทัศน์

3) สามารถจำแนกว่าสิ่งใดที่เป็นตัวอย่างและสิ่งใดที่ไม่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์

4) นักเรียนสามารถวิเคราะห์คำนิยามของมโนทัศน์เพื่อระบุองค์ประกอบและสิ่งที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์

Anderson and Faust (1973: 345) ได้เสนอแนวทางในการวัดมโนทัศน์ไว้ ดังนี้

1) สามารถให้คำนิยามของมโนทัศน์ได้

2) สามารถแยกระหว่างคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ได้

3) ควรมีการเขียนอธิบายลักษณะของคำถามที่ใช้ตรวจสอบมโนทัศน์ที่เรียนได้

Kılıç and Sağlam (2009) ได้พัฒนาแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาเรื่อง พันธุศาสตร์ (Genetics) โดยใช้รูปแบบของ The two-tier test มีขั้นตอนการพัฒนา ดังนี้

1) การกำหนดเนื้อหา

(1) ระบุเนื้อหาในเรื่องนั้น

(2) สร้างผังมโนทัศน์ของเนื้อหานั้น

(3) ตรวจสอบความสัมพันธ์ของเนื้อหาในผังมโนทัศน์

(4) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ

2) สำรวจข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน

(5) สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

(6) ทำการสัมภาษณ์ผู้เรียน

(7) สร้างและพัฒนาข้อคำถามในแบบวัด

3) พัฒนา The two-tier diagnostic test

(8) พัฒนาแบบวัดแบบ the two-tier multiple-choice test

(9) ออกแบบจำนวนข้อคำถามในการวัดแต่ละมโนทัศน์

(10) ทำการปรับปรุงข้อคำถามให้มีความชัดเจนมากขึ้น

Anderson, Fisher, and Norman (2002) ได้พัฒนาแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาเรื่องการคัดเลือกทางธรรมชาติ (Natural selection) โดยมีขั้นตอนการพัฒนา ดังนี้

1) ประเมินความรู้เกี่ยวกับการคัดเลือกทางธรรมชาติของนักศึกษาที่ไม่ได้เรียนวิชาเอกชีววิทยา โดยให้ทำแบบสอบที่มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดที่พัฒนามาจากแบบวัดของ Bishop and Anderson เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับความเชื่อในเรื่องการคัดเลือกตามธรรมชาติที่ครอบคลุม

2) ศึกษา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคัดเลือกทางธรรมชาติ

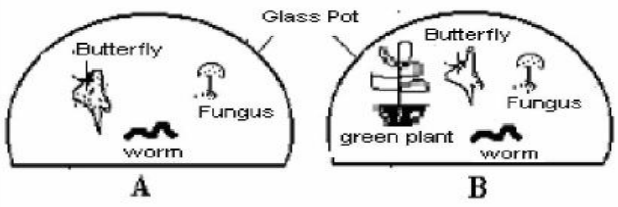
3) สัมภาษณ์เชิงลึกนักศึกษาที่เรียนวิชาเอกชีววิทยา สาขานิเวศวิทยา เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับความเข้าใจมโนทัศน์เกี่ยวการคัดเลือกทางธรรมชาติและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

4) กำหนดเนื้อหาที่ต้องการวัดมโนทัศน์

5) เลือกประเภทและรูปแบบของแบบวัดมโนทัศน์

6) สร้างแบบวัดมโนทัศน์รูปแบบ One-tier multiple choice โดยกำหนดสถานการณ์ (distracter) ให้ เพื่อนำไปสู่ข้อคำถามที่สะท้อนความคิด

Akpinar (2007) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนมโนทัศน์และสร้างเครื่องมือในการวัดมโนทัศน์ที่นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแล้วในลักษณะของการเขียนอธิบายภาพ ดังตัวอย่าง



จากภาพสิ่งมีชีวิตในภาพ A หรือ B ที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้เพราะเหตุใด.....

.....

Mintzes et al. (2011: 119-123) ได้เสนอแนวทางการประเมินความเข้าใจมโนทัศน์ทางชีววิทยา 8 วิธี ดังนี้

1) ผังมโนทัศน์ (Concept maps) ผังมโนทัศน์ใช้ประเมินการสรุปความรู้หลักของเรื่องนั้นๆ ในผังผังมโนทัศน์จะนำเสนอส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ มโนทัศน์ที่สำคัญ และความเชื่อมโยงของมโนทัศน์

2) ผังแนวคิดรูปตัว V (V diagrams) ผังแนวคิดรูปตัว V ใช้ประเมินการเรียนรู้ การสร้างความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยในการสอนนั้นผู้สอนจะเริ่มต้นประเมินโดยใช้ผังมโนทัศน์ก่อน และประเมินกระบวนการโดยใช้ผังแนวคิดรูปตัววีหลังจากเสร็จภาระงานซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของการค้นพบปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เข้าใจการสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการออกแบบการสืบค้นข้อมูล

3) โปรแกรม SemNet (SemNet software) ใช้ประเมินความเชื่อมโยงของมโนทัศน์ที่ศึกษาเป็นเครื่องมือที่ให้นักเรียนนำเสนอความรู้โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เรียกว่า "SemNet" ซึ่งพัฒนาโดย Kathleen Fisher จากมหาวิทยาลัย San Diego เป็น Macintosh-based program ที่สร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนระบุมโนทัศน์ที่สำคัญๆ ในการเรียน และแสดงความเชื่อมโยงของมโนทัศน์เหล่านั้นโดยโปรแกรม SemNet ได้ถูกนำมาใช้ในการทดสอบนานาชาติในปัจจุบันและในอนาคต ซึ่งจะเป็นเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกต่อการเรียนในชั้นเรียน และมีประสิทธิภาพในการประเมินชั้นเรียนสูง (The SemNet program สามารถเข้าไปที่ http://trumpet.sdsu.edu/semnet.html)

4) แบบทดสอบโดยใช้รูปภาพเป็นฐาน (Image-based Test Items) ใช้ประเมินการนำเสนอกราฟิก รูปภาพที่หลากหลาย พัฒนาจากงานวิจัยของ Wandersee จากมหาวิทยาลัย Louisiana ซึ่งเกิดจากการตระหนักว่าสาขาชีววิทยารวมทั้งสาขาอื่นๆ สามารถนำเสนอความรู้โดยใช้รูปภาพ ซึ่งเชื่อว่าเป็นหลักฐานความเข้าใจของนักเรียนได้ ดังนั้นการประเมินรูปภาพจะประเมินความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อีกทางหนึ่ง โดยให้นักเรียนเลือกรูปที่แสดงออกถึงความเข้าใจในหัวข้อทางชีววิทยา ซึ่ง Wandersee ได้สร้างแบบประเมินเรียกว่า 20 คำถาม (Twenty Question (20-Q) Model) โดยคำถามแต่ละข้อจะเป็นการติดตามความเข้าใจจากภาพที่ผ่านมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5) การสัมภาษณ์แบบวินิจฉัยปัญหา (Clinical Interviews) การสัมภาษณ์แบบวินิจฉัยปัญหาประเมินความเข้าใจมโนทัศน์รวมทั้งปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบวินิจฉัยปัญหา (Clinical Interviews) เป็นการสอบถามเพื่อสืบความเข้าใจ และวิธีการคิดของแต่ละคนในกิจกรรมที่ได้มีส่วนร่วม หัวข้อหรือมโนทัศน์ต่างๆ พัฒนาโดย Piaget ซึ่งเป็นเทคนิคที่ช่วยให้ครูเข้าใจปัญหาของแต่ละคนได้ชัดเจนขึ้น เทคนิคนี้ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน โดยจะใช้เวลาในการสัมภาษณ์ประมาณ 5-10 นาที สามารถสัมภาษณ์ได้ทั้งแบบตัวต่อตัว หรือสัมภาษณ์เป็นกลุ่มขนาดเล็ก ซึ่งการสัมภาษณ์นี้จะเป็นการประเมินแบบ formative assessment โดยผลการประเมินจะขึ้นอยู่กับความเชี่ยวชาญของผู้สัมภาษณ์ด้วย

6) แฟ้มสะสมผลงาน (Portfolios) ใช้ประเมินความเข้าใจของนักเรียน โดยดูจากแฟ้มสะสมงานซึ่งเป็นหลักฐานแสดงถึงความเข้าใจ และหลักฐานการสร้างความรู้ของนักเรียน เนื่องจากเป็นการประเมินผลการปฏิบัติงานในชั้นเรียน ซึ่งรวบรวมจากกิจกรรมนอกสถานที่ งานศิลปะ รูปภาพ เพลง กลอน ผังมโนทัศน์ แผนผังวี flow charts กระดาษจดบันทึก ฯลฯ

7) การเขียน (Written Product) ใช้ประเมินความเข้าใจในเชิงวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการใช้เหตุผลและการศึกษาค้นคว้าของนักเรียนได้ เนื่องจากการประเมินการเขียน เช่น การเขียนรายงาน การเขียนบันทึก ฯลฯ เนื่องจากการเขียนเป็นการแสดงออกถึงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

8) แบบวัดการปฏิบัติการ (Performance Measures) ใช้ประเมินความรู้และกระบวนการได้มาซึ่งความรู้ของนักเรียน โดยเป็นการประเมินการปฏิบัติทดลองเป็นฐาน (laboratory-based) เนื่องจากเห็นความสำคัญของการปฏิบัติที่มีผลต่อความเข้าใจของนักเรียน โดยการประเมินการปฏิบัติจึงเป็นการประเมินทั้งโครงสร้างและหน้าที่ เช่น การใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ การออกแบบการทดลองและการแปลผลข้อมูล ซึ่งนักเรียนจะต้องใช้ความรู้เพื่อวางแผนและแปลผลให้ผู้อื่นเข้าใจได้

จากการศึกษาแนวทางในการวัดมโนทัศน์ชีววิทยาที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ดังนี้

1) ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบอัตนัย หรือการเขียนอธิบาย

2) ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบ One-tier multiple choice format โดยกำหนดสถานการณ์ (distracter) ให้เพื่อนำไปสู่ข้อคำถาม

3) ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบ Two-tier multiple choice format โดยตอนที่หนึ่งเป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหา (content question) และตอนที่สอง เป็นส่วนของเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่หนึ่ง

4) ใช้วิธีการสอบปากเปล่า (oral test) หรือการสัมภาษณ์

2. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

Shuttleworth (2008) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดพื้นฐานที่สนับสนุนการวิจัยเชิงตรรกะทางวิทยาศาสตร์”

Giere (1991: 2) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การคิดที่เกิดจากการประมวลหลักการทั่วไปกับตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม จนเกิดเป็นเหตุผลที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์หรือตัวอย่างนั้นๆได้”

Lawson (1985: 571) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การให้เหตุผลแบบนามธรรม ซึ่งเป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ในการค้นหา และประเมินหลักฐานต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐาน”

Friedler et al. (1990: 173) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่บุคคลมีไว้ใช้เพื่อบ่งชี้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์สถานการณ์ กำหนดสมมติฐานออกแบบการทดลอง สังเกตรวบรวม วิเคราะห์และตีความหมายข้อมูล นำผลที่ได้ไปประยุกต์ และนำไปใช้เพื่อทำนายผลสถานการณ์อื่นต่อไป

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542: 71) ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการหนึ่งที่จะได้แนวคิดซึ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเริ่มต้นศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้วิธีการคิดหาเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้แนวทางในการค้นคว้าทดลอง ซึ่งการคิดหาเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ปรากฏอยู่กับสิ่งที่มนุษย์ต้องการจะรู้ หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าเป็นการสรุปความรู้ใหม่จากสิ่งที่รู้อยู่โดยใช้เหตุใช้ผล ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่มีอยู่”

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถของบุคคลที่เกิดจากการประมวลความสัมพันธ์ของหลักการกับตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมโดยใช้วิธีการอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ได้ข้อมูลข้อมูลหรือหลักฐานที่สามารถนำมาสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐานและสามารถอธิบายปรากฏการณ์ทำนายผลสถานการณ์อื่นได้อย่างมีเหตุผล

2.2 ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศพบว่าได้มีการแบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งสามารถประมวลสรุปได้ดังนี้

Lawson (2009) แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ประเภทคือ

1) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบ Abduction เป็นการให้เหตุผลที่เกิดขึ้นจากเปรียบเทียบกับสมมติฐานของตนเองโดยอาศัยความรู้เชิงปัจจัย (Declarative Knowledge) ที่ตนมีอยู่

2) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบ Retroduction การทดสอบสมมติฐานที่เกิดขึ้นจากการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบ Abduction เป็นครั้งแรกโดยอาศัยการอนุมาน

3) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้นว่ามีความถูกต้องในการทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยผลที่ได้จะเป็นสิ่งยืนยันว่าสมติฐานนั้นมีความถูกต้อง

4) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่ช่วยเพิ่มความมั่นใจในข้อสรุปใดข้อสรุปหนึ่งด้วยการเพิ่มส่วนที่สนับสนุนหรือส่วนที่ขัดแย้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542: 71-75) ได้จำแนกประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อาจแบ่งได้เป็น 3 แบบ ตามลักษณะของความรู้ที่ปรากฏและลักษณะของความรู้ใหม่ที่มนุษย์ต้องการศึกษา ดังนี้

1) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นกระบวนการคิดเชื่อมโยงจากความรู้ทั่วไป ไปสู่เรื่องที่เฉพาะเจาะจง หรือความรู้เฉพาะหน่วย โดยใช้หลักการทางตรรกนั่นก็คือ การใช้แนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือกฎ อธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือหาข้อสรุป ซึ่งเป็นเรื่องเฉพาะหน่วยคำอธิบาย หรือข้อสรุปที่ได้รับคือ ความรู้ใหม่

2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นกระบวนการคิดเชื่อมโยงเพื่อหาข้อสรุป ที่เป็นหลักการทั่วไปจากความจริงที่รวบรวมได้จากการสังเกตโดยตรง นั่นก็คือ การสรุปอ้างอิงจากเหตุการณ์เฉพาะหน่วยเพื่อให้ได้หลักการทั่วไป ซึ่งเป็นกระบวนการที่กลับกันกับการให้เหตุผลเชิงนิรนัย

3) การให้เหตุผลแบบอุปนัย-นิรนัย (Inductive-Deductive Method) หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method) เป็นกระบวนการคิดเพื่อหาข้อสรุป ที่เริ่มจากการสังเกต แล้วสรุปความรู้จากการสังเกต นั่นก็คือ การคิดหรือให้เหตุผลเชิงอุปนัยแล้วตั้งสมมติฐานตามข้อสรุปที่อุปนัยได้ แล้วทำการทดสอบสมมติฐานโดยการรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อพิจารณาว่าข้อมูลที่ได้จะสนับสนุนสมมติฐานหรือไม่ นั่นก็คือถ้าสมมติฐานเป็นจริงเราจะพบอะไร เป็นการลงความเห็นโดยพิจารณาจากหลักการทั่วไปไปสู่เรื่องเฉพาะ ตัวสมมติฐานคือหลักการทั่วไปที่จะต้องทดสอบว่าจริงหรือไม่ ข้อมูลที่รวบรวมไว้เพื่อทดสอบสมมติฐานคือ ข้อสรุปเฉพาะหน่วย นั่นก็คือการให้เหตุผลเชิงนิรนัย

กีรติ บุญเจือ (2547: 21,63) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลแบบนิรนัยและอุปนัย ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1) การให้เหตุผลแบบนิรนัย คือ การแสดงออกของการอ้างเหตุผลอย่างตรง ๆ โดยต้องมี 3 ประโยคตรรกวิทยา เป็นองค์ประกอบ จะมีมากหรือน้อยกว่านี้ไม่ได้ เพราะการอ้างเหตุผลครั้งหนึ่ง ๆจะต้องมีการตัดสินอยู่ก่อน 2 ครั้ง ซึ่งในการตัดสินทั้ง 2 ครั้งนี้จะต้องมีมโนทัศน์เดียวกันอยู่ส่วนหนึ่งหมายความว่าในการตัดสินเดิม 2 ครั้งนั้นมีมโนทัศน์อยู่ 3 หน่วย ไม่มากน้อยกว่านั้น เมื่อตัดสินครั้งที่ 3ก็นำมโนทัศน์อีก 2หน่วยที่เหลือมาตัดสิน ไม่ได้มีมโนทัศน์ใหม่เพิ่มขึ้น

2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย คือ การพิสูจน์โดยอ้างประสบการณ์เฉพาะหน่วยสนับสนุนข้อความทั่วไปที่เรายังไม่แน่ใจ เช่น เรา เคยเห็นต้นมะพร้าวมาจำนวนมากแล้ว ปรากฏว่าไม่แตกกิ่งก้านเหมือนต้นไม้อื่น ๆ เราก็อุปนัยเป็นกฎทั่วไปว่า “ต้นมะพร้าวทุกต้นไม่แตกกิ่งก้าน”

ชัชชัย คุ้มทวีพร (2539: 14-15) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลแบบนิรนัยและอุปนัย สรุปได้ดังนี้

1) การให้เหตุผลแบบนิรนัย คือ การอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปเป็นจริง เพราะการยอมรับข้ออ้าง (ว่าเป็นจริง) ซึ่งหมายความว่า ถ้าข้ออ้างทุกข้อของการอ้างเหตุผลเป็นจริงแล้ว ข้อสรุป

ก็จำเป็นต้องเป็นจริงด้วย หรืออาจกล่าวสั้น ๆ ว่า การอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปเป็นจริงตามเงื่อนไขของข้ออ้างการให้เหตุผลแบบอุปนัย คือ การอ้างเหตุผลที่ข้ออ้างจริงทุกข้อ แต่ข้ออ้างสนับสนุนข้อสรุปเพียงบางส่วน ดังนั้นข้อสรุปจึงยังมีโอกาสที่จะเป็นเท็จได้ หรืออาจกล่าวได้ว่าถ้าข้ออ้างทุกข้อเป็นจริงข้อสรุปจะมีโอกาสเป็นจริงสูง

2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย คือ การอ้างเหตุผลที่ข้ออ้างจริงทุกข้อ แต่ข้ออ้างสนับสนุนข้อสรุปเพียงบางส่วน ดังนั้นข้อสรุปจึงยังมีโอกาสที่จะเป็นเท็จได้ หรืออาจกล่าวได้ว่าถ้าข้ออ้างทุกข้อเป็นจริงข้อสรุปจะมีโอกาสเป็นจริงสูง

จากที่กล่าวมาสามารถประมวลสรุปได้ว่าประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มี 3 ประเภทได้แก่

1) การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยการใช้หลักการทั่ว ๆ ไปอธิบายเหตุการณ์ย่อย ๆ เฉพาะหน่วย โดยใช้หลักการทางตรรก นั่นก็คือ การใช้แนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือกฎ อธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือหาข้อสรุป

2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยสังเกตเหตุการณ์ย่อย เฉพาะหน่วย แล้วสรุปเป็นแนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือ กฎ

3) การให้เหตุผลโดยวิธีอุปนัย-นิรนัย เป็นการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้การให้เหตุผลเชิงนิรนัยและอุปนัยร่วมกัน หรือเรียกว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์

2.3. แนวทางการเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากการสืบค้น รวบรวมและประมวลสรุป พบว่าได้มีนักการศึกษานำเสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ ซึ่งนำเสนอได้ดังนี้

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้นเป็นส่วนหนึ่งในองค์ประกอบด้านการคิดหรือการใช้สติปัญญา (Cognitive Domain) ซึ่งตามนิยามของ TIMSS (อ้างถึงในสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551: 11-13, 110-111) กล่าวว่าความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้นประกอบด้วยความสามารถหลายรูปแบบ ได้แก่ การรู้ (Knowing) การประยุกต์ (Applying) และการให้เหตุผล (Reasoning) หรือการวิเคราะห์ (Analyzing) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Joyce and Weil (1996: 149-159) ที่ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยกล่าวว่าความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่ง

ในองค์ประกอบด้านการคิด และการจะพัฒนาให้เกิดขึ้นจะต้องเริ่มจากการสร้างมโนทัศน์ (Concept Formation) แล้วจึงเกิดการตีความหมายข้อมูลและสรุป (Interpretation of Data) หลังจากนั้นนำข้อสรุปที่ได้ไปประยุกต์ใช้ (Application of Principles) ซึ่งวิธีการที่ช่วยสนับสนุนให้เกิดกระบวนการเกิดการให้เหตุผลได้คือ วิธีการให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) และวิธีการให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning)

Joyce and Weil (1996: 149-159) ได้นำเสนอแนวทางในการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัยไว้ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1) ขั้นการสร้างมโนทัศน์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องเกิดกระบวนการสร้างมโนทัศน์ก่อนที่จะนำมโนทัศน์ที่เกิดขึ้นไปใช้ในการสรุปอ้างอิงต่อไป

2) ขั้นการตีความหมายและสรุปข้อมูล ในขั้นตอนนี้นักเรียนจะได้ระบุความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยนักเรียนต้องศึกษาความสัมพันธ์ของข้อมูลในลักษณะต่าง ๆ เช่น ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผล ความสัมพันธ์ของข้อมูลชุดนี้กับหมวดอื่น จนนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าข้อมูลมีความสัมพันธ์อย่างไร จนทำให้นักรียนสามารถสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่พบเป็นข้อสรุป แนวคิดหรือหลักการ

3) ขั้นการประยุกต์ใช้ข้อสรุปหรือหลักการ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำข้อสรุปมาใช้ในการทำนายหรืออธิบายปรากฏการณ์ สามารถให้เหตุผล และข้อมูลเพื่อสนับสนุนการทำนาย และสามารถพิสูจน์ ทดสอบ การทำนายของตนเองได้

ทิศนา แขมณี (2552: 337-339) ได้กล่าวถึงวิธีการสอนแบบอุปนัยและนิรนัยไว้ซึ่งสามารถประมวลสรุปได้ดังนี้

วิธีการสอนแบบนิรนัย (Deduction) เป็นกระบวนการที่ครูใช้ในการช่วยพัฒนาให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้หลักการ กฎ ทฤษฎี และช่วยให้นักเรียนสามารถนำหลักการ กฎ ทฤษฎี ไปใช้อธิบายสถานการณ์ใหม่ได้ ซึ่งมีขั้นตอน 5 ขั้นตอนคือ

1) ครูนำเสนอความรู้ ทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ ด้วยวิธีการต่าง ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) ครูนำเสนอตัวอย่างสถานการณ์ที่หลากหลาย ที่สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาใช้ได้

3) ครูให้นักเรียนฝึกนำความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นไปใช้ในสถาการณ์ใหม่

4) ครูให้นักเรียนวิเคราะห์และอภิปรายการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น

5) ครูวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

วิธีการสอนแบบอุปนัย (Induction) เป็นกระบวนการที่ครูใช้เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยการนำตัวอย่าง ข้มูล เหตุการณ์ สถานการณ์ ปรากฏการณ์ ที่สอดคล้องกับแนวคิดหรือหลักการที่ต้องการสอนแก่นักเรียน จนนักเรียนสามารถสรุปเป็นข้อสรุป หรือหลักการ หรือแนวคิด และสามารถนำไปข้อสรุปนั้นไปใช้ในการอธิบายเหตุการณ์หรือสถานการณ์อื่นได้ ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1) ครูนำเสนอตัวอย่างของข้อมูล สถานการณ์ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ที่เป็นลักษณะย่อยของมโนทัศน์ที่จะเรียนรู้

2) นักเรียนทำการศึกษาวิเคราะห์เพื่อหาหลักการที่แฝงอยู่ในตัวอย่างนั้น

3) นักเรียนสรุปหลักการ แนวคิด ที่ได้จากการยกตัวอย่างนั้น

4) นักเรียนนำข้อสรุปไปใช้ และครูวัดและประเมินผลการเรียนรู้

2.4. แนวทางการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย

การใช้เหตุผลแบบตรรกบท (Syllogism) เป็นการคิดให้เหตุผลแบบนิรนัยตามแนวคิดของอริสโตเติล (Aristotle) ซึ่งการคิดให้เหตุผลแบบตรรกบทเป็นการคิดให้ เหตุผลจากประโยคอ้างไปยังข้อสรุปเป็นการอ้างเหตุผลที่มีโครงสร้างหรือแบบแผนตายตัวประกอบด้วยประโยคตรรกศาสตร์ 3 ประโยคโดยสองประโยคแรกที่มาจากการตัดสิน 2 ครั้งเดิม เรียกว่า ประโยคอ้าง (Premises) ส่วนประโยคที่สามที่มาจากการตัดสินสุดท้ายเรียกว่า ประโยคสรุป (Conclusion) (กีรติ บุญเจือ, 2547: 21,63)

การวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย

การวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัยจะอาศัยหลักการสรุปรวบยอดและหลักการคิดให้เหตุผลแบบ Mill's Method อ้างถึงใน เอมอร จังศิริพรปกรณ์ (มปป: ออนไลน์) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) วิธีของความสอดคล้อง (Agreement) หมายถึงสิ่งที่เกิดขึ้นร่วมตั้งแต่ 2 อย่าง และสิ่ง 2 อย่างที่เกิดขึ้นจะเป็นเหตุ หรือผลของเหตุการณ์นั้น

2) วิธีของความแตกต่าง (Difference) หมายถึงสิ่งแตกต่าง 2 สิ่ง เกิดขึ้นในเรื่องที่ต่างกัน ทำให้ผลแตกต่างกัน เช่น นิสิต 2 คน คนหนึ่งเรียนพื้นฐานวิชาวาดเส้นมามาก อีกคนหนึ่งมิได้เรียนมาเลย ก็อาจสรุปได้ว่า คนที่เรียนพื้นฐานวิชา วาดเส้นมามากจะมีพื้นฐานที่ดีกว่าอีกคนที่ไม่เคยเรียนมาเลยก็ได้

3) วิธีของความสอดคล้อง และไม่สอดคล้อง (Agreement and Disagreement) คือ การผสมผสานกันระหว่าง วิธีที่ 1 และ 2 เช่น ในการออกแบบนั้น แบ่งนิสิตออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเรียนวิชา Creative Design ซึ่งเป็นพื้นฐาน ของการออกแบบที่สำคัญ ส่วนอีกกลุ่มนั้นไม่ได้เรียน Creative Design เมื่อให้นิสิตทั้ง 2 กลุ่มออกแบบงาน 2 มิติ กลุ่มที่เรียน Creative Design นั้นทำได้ดีกว่ามาก จึงสรุปได้ว่าวิชา Creative Design นั้นเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการเรียนการออกแบบ

4) วิธีของส่วนที่เหลือ (Residue) วิธีการนี้จะพิจารณาเงื่อนไขบางข้อที่น่าสงสัยว่าจะมีความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น แล้วพยายามขจัดเงื่อนไขอื่นๆออกไปให้หมด จนเหลือเงื่อนไขสุดท้าย ถ้าหากยังมีเงื่อนไขสุดท้ายแล้วยังมีปรากฏการณ์นั้นๆเกิดขึ้น ก็สรุปได้ว่าเงื่อนไขสุดท้ายเป็นมูลเหตุหรือเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เช่นจากการหาสาเหตุของการที่สัตว์ในสวนสัตว์เกิดไข้หวัดนก

5) วิธีการแปรผันของตัวแปรร่วมกัน (Concomitant Variation) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงของสิ่งหนึ่ง ขึ้นอยู่กับการ เปลี่ยนแปลงของอีกสิ่งหนึ่งในสถานภาพเดียวกัน การ

เปลี่ยนแปลงของอีกสิ่งหนึ่งที่มีลักษณะเหมือนกัน ย่อมมีการเปลี่ยนแปลงร่วมกัน เช่น การเกิดของเด็กขึ้นอยู่กับจำนวนคู่แต่งงาน ถ้าแต่งงานมากเด็กก็เกิดมาก

แนวทางการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามกรอบของ PISA 2006 TIMSS **2003** (อ้างถึงในสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551: 11-13, 110-111) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้นเป็นส่วนหนึ่งในองค์ประกอบด้านการคิดหรือการใช้สติปัญญา (Cognitive Domain) ตามนิยามของ TIMSS ซึ่งประกอบด้วยความสามารถหลายรูปแบบ ได้แก่ การรู้ (Knowing) การประยุกต์ (Applying) และการให้เหตุผล (Reasoning) หรือการวิเคราะห์ โดย TIMSS การใช้เหตุผลจากหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบด้วยวิธีการที่หลากหลาย ต้องอาศัยทักษะต่างๆ ดังนี้

1) การวิเคราะห์ / การแก้ปัญหา
2) การบูรณาการ / การสังเคราะห์
3) การตั้งสมมติฐาน / การคาดการณ์
4) การออกแบบ / วางแผน
5) การสรุป
6) การสร้างกฎเกณฑ์ทั่วไป
7) การประเมิน
8) การให้เหตุผลยืนยันคำอธิบาย

นอกจากนี้การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้นยังเทียบได้กับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Science Competencies) ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ตามนิยามของ PISA โดยการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบดังนี้

1) ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับประจักษ์พยาน
2) บรรยายหรือตีความปรากฏการณ์และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์
3) ระบุบอกได้ว่าคำบอกเล่า บรรยาย คำอธิบาย และการพยากรณ์ใดที่สมเหตุสมผล

ส่วนการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องมีความรู้และทักษะ 4 ด้าน ได้แก่

1) การรู้ว่าจะต้องใช้ประจักษ์พยาน แสดงว่ามีความเข้าใจว่าจะต้องมีข้อมูล หลักฐานใดจากการค้นคว้า การเก็บข้อมูล รองรับหรือเป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าว การกล่าวอ้างข้อสรุป หรือการพยากรณ์ หรือคาดการณ์ล่วงหน้า

2) การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล บนพื้นฐานของประจักษ์พยาน ข้อมูล หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่

3) การสื่อสารข้อสรุป การสื่อสารข้อมูลเฉพาะ หรือข้อสรุปจากประจักษ์พยานและข้อมูลจะเกี่ยวข้องกับการสร้างคำอธิบายและข้อโต้แย้งจากสถานการณ์และข้อมูลที่กำหนดให้ โดยสื่อสารออกมาอย่างชัดเจนให้ผู้รับข่าวสารเข้าใจได้

4) การแสดงออกว่ามีความเข้าใจในแนวคิดทาง โดยการนำแนวคิด (Concept) นั้นๆ ไปใช้ได้ในสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยมีการอธิบายถึงความสัมพันธ์หรือสาเหตุของการเปลี่ยนแปลง คาดการณ์ว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นบ้างถ้ามีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรบางอย่าง หรือระบุว่าตัวแปรหรือปัจจัยใดมีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดผลตามที่กำหนดให้ โดยให้นำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้

จากกรอบของแนวทางการสัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ PISA 2006 TIMSS 2003 หากวิเคราะห์แล้วพบว่ามีความคล้ายคลึงกับแนวทางของการให้เหตุผลแบบอุปนัยซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ดังสามารถประมวลสรุปได้ดังนี้คือ

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542: 71-75) ได้กล่าวถึง การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นกระบวนการคิดเชื่อมโยงเพื่อหาข้อสรุป ที่เป็นหลักการทั่วไปจากความจริงที่รวบรวมได้จากการสังเกตโดยตรง นั่นก็คือ การสรุปอ้างอิงจากเหตุการณ์เฉพาะหน่วยเพื่อให้ได้หลักการทั่วไป

กีรติ บุญเจือ (2547: 21,63) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลแบบนิรนัยและอุปนัย สรุปได้ว่า การให้เหตุผลแบบอุปนัย คือ การพิสูจน์โดยอ้างประสบการณ์เฉพาะหน่วยสนับสนุนข้อความทั่วไปที่เรายังไม่แน่ใจ เช่น เรา เคยเห็นต้นมะพร้าวมาจำนวนมากแล้ว ปรากฏว่าไม่แตกกิ่งก้านเหมือนต้นไม้อื่น ๆ เราก็อุปนัยเป็นกฎทั่วไปว่า “ต้นมะพร้าวทุกต้นไม่แตกกิ่งก้าน”

ชัชชัย คุ้มทวีพร (2539: 14-15) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลแบบอุปนัย สรุปได้ดังนี้ การให้เหตุผลแบบอุปนัย คือ การอ้างเหตุผลที่ข้ออ้างจริงทุกข้อ แต่ข้ออ้างสนับสนุนข้อสรุปเพียงบางส่วน

ดังนั้นข้อสรุปจึงยังมีโอกาสที่จะเป็นเท็จได้ หรืออาจกล่าวได้ว่าถ้าข้ออ้างทุกข้อเป็นจริงข้อสรุปจะมีโอกาสเป็นจริงสูง

Lawson (2009: 336-340) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลแบบการให้เหตุผลแบบอุปนัย กล่าวโดยสรุปว่า เป็นการให้เหตุผลที่ช่วยเพิ่มความมั่นใจในข้อสรุปใดข้อสรุปหนึ่งด้วยการเพิ่มส่วนที่สนับสนุนหรือส่วนที่ขัดแย้ง

จากข้อมูลประมวลสรุปมาข้างต้นการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยซึ่งเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับการศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบกับการให้เหตุผลแบบอุปนัยเป็นการให้เหตุผลที่พบได้อยู่บ่อยครั้งในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลแบบอุปนัยยังสอดคล้องกับแนวทางที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะของนักเรียนในระดับนานาชาติ ซึ่งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยในการทดลองนี้หมายถึง ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยสังเกตเหตุการณ์ย่อยเฉพาะหน่วย แล้วสรุปเป็นข้อสรุป แนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือ กฎ โดยมีการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยนี้ประกอบด้วยลำดับขั้นที่สำคัญ 3 ประการคือ

1) สามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐานหรือประจักษ์พยานได้ กล่าวคือ สามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการค้นคว้า การเก็บข้อมูลรองรับ หรือระบุข้อมูลที่เป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าว การกล่าวอ้าง ข้อสรุป

2) สามารถการสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน ข้อมูล ได้ หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่ กล่าวคือสามารถใช้ข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานที่พบมาใช้ในการประกอบเพื่อสร้างข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลหรือ หลักฐานที่ได้เลือกมา

3) สามารถในการคาดคะเน หรือการพยากรณ์ จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลดังกล่าวได้ กล่าวคือ สามารถใช้ข้อสรุป ที่ได้จากข้อมูล หลักฐาน และประจักษ์พยานมาคาดคะเน หรือพยากรณ์ แนวโน้มของเหตุการณ์ที่เกิดจากข้อสรุป ข้อมูล หรือหลักฐานได้

3. รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท สู่การพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

3.1 ความเป็นมาของรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท

รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท Dual-Situated Learning Model (DSLM) เป็นรูปแบบที่พัฒนาขึ้นโดย Prof. Hsiao-Ching She สถาบันการศึกษาแห่งมหาวิทยาลัยแห่งชาติเชียวตุง (Institute of Education, National Chio Tung University) ซึ่งได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้เพื่อเกิดการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ของนักเรียนทั้งนี้ เพราะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์เมื่อเกิดขึ้นแล้วยากต่อการเปลี่ยนในการสอนในชั้นเรียน (Osborne and Gilbert, 1980; Osborne and Cosgrove, 1983; Carey 1986 อ้างถึงใน She, 2002: 981) เนื่องมาจากเหตุผลคือ มโนทัศน์ที่นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองนั้นเกิดมาจากประสบการณ์ที่พบในชีวิตประจำวัน และการทำความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์เชิงนามธรรม (Abstract Concept) ของนักเรียนกระทำได้ยาก ดังนั้นจึงได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท ขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา และตรวจสอบการเปลี่ยนมโนทัศน์ (Conceptual Change) โดยอาศัยความรู้ของนักเรียนที่จะทำความเข้าใจในมโนทัศน์ และลักษณะของมโนทัศน์ (Attributes of Concept) เป็นพื้นฐานในการศึกษาการเปลี่ยนมโนทัศน์และใช้การจัดสถานการณ์กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความไม่พอใจในมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่จนเกิดกระบวนการเปลี่ยนจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (She, 2002: 983)

3.2 แนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานของรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท

จากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทได้กล่าวถึงแนวคิดและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของรูปแบบการเรียนรู้ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ทฤษฎีการเปลี่ยนมโนทัศน์ (Conceptual Change Theory)

Posner, Strike และ Hewson (1982) ได้พัฒนาทฤษฎีการเปลี่ยนมโนทัศน์ (Conceptual Change Theory) เพื่อศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconceptions) ของนักเรียน (หรือกล่าวในความหมายกว้างคือมโนทัศน์ทางเลือก (Alternative Conceptions) โดยอาศัยแนวคิดโครงสร้างการปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ (The Structure of Scientific Revolution) ของ Thomus Kuhn (1970) และทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget's theory of cognitive development) เป็นพื้นฐานในการพัฒนาทฤษฎี

แนวคิดโครงสร้างการปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ (The Structure of Scientific Revolution)

Thomus Kuhn (1970) เป็นนักปรัชญาวิทยาศาสตร์ที่นำเสนอแนวคิดว่าการพัฒนา องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นจากการปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกระบวนการของการปฏิวัตินั้นสามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้คือ ขั้นกระบวนทัศน์เดิม (Pre-Paradigm) เป็นขั้นที่กลุ่มคนในสังคมนั้นมีการศึกษาค้นคว้าในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่คล้ายกัน จนกระทั่งเกิดการยอมรับกระบวนทัศน์ (Paradigm) ใดกระบวนทัศน์หนึ่ง เรียกขั้นนี้ว่าขั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Normal Science) ซึ่งเมื่อมีการยอมรับกระบวนทัศน์นั้นนั้นเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Normal Science) ก็จะมีการใช้กระบวนทัศน์นั้นในการแก้ปัญหา (Puzzle Solving) แต่เมื่อมีการศึกษาและพบปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อนแต่ยังสามารถอธิบายได้ ด้วยกระบวนทัศน์เดิมเรียกว่าขั้นการพบความผิดปกติ (Anomaly) และเมื่อปัญหาที่พบมีความซับซ้อนมากขึ้นจนกระบวนทัศน์เดิมไม่สามารถแก้ปัญหานั้นได้จะเข้าสู่ขั้นวิกฤตการณ์ (Crisis) เมื่อเกิดวิกฤตการณ์จะส่งผลให้เกิดการปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Revolution) และเข้าสู่กระบวนทัศน์ใหม่ (New paradigm) ซึ่งกระบวนทัศน์ใหม่นี้อาจเกิดจากเปลี่ยนวิธีการมองกระบวนทัศน์จากเดิม (World view) หรืออาจเกิดมาจากเปลี่ยนกระบวนทัศน์ก็ได้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget's theory of cognitive development)

Jean Piaget นักจิตวิทยาได้อธิบายวิธีการรวบรวมและจัดระบบข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ทางธรรมชาติของมนุษย์ และสร้างทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์ตั้งแต่วัยแรกเกิดจนถึงวัยผู้ใหญ่ โดยเพียเจต์เชื่อว่ามนุษย์ทุกคนมีลักษณะพื้นฐานที่มีมาแต่กำเนิด 2 ลักษณะ คือ การจัดระบบโครงสร้างทางความคิด (Organization) และ การปรับโครงสร้างทางความคิด (Adaptation) (Woolfolk, 2004: 30-31)

1) การจัดระบบโครงสร้างทางความคิด (Organization) เป็นกระบวนการจัดและรวบรวมความรู้เข้าสู่ชุดความคิด (Schema) อย่างเป็นระเบียบและต่อเนื่อง ซึ่งอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดตราบเท่าที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โดยโครงสร้างทางความคิด (Schema)

เป็นส่วนประกอบพื้นฐานของความคิดที่จัดระบบและเก็บรวบรวมประสบการณ์ และความรู้ในอดีต (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2544: 48)

2) กระบวนการปรับตัว (Adaptation) เป็นกระบวนการที่จะทำให้เกิดการปรับโครงสร้างทางความคิดให้สอดคล้องกับประสบการณ์และความรู้ใหม่ที่ได้รับเพื่อให้เกิดภาวะสมดุล ซึ่งกระบวนการปรับตัวนั้นมีกระบวนการพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง 2 กระบวนการคือการซึมซาบประสบการณ์ (Assimilation) และการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2544: 48)

กระบวนการการปรับตัวนี้สำคัญมากกล่าวคือ เมื่อบุคคลได้รับสิ่งเร้า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลนั้นมีการนำสิ่งเร้านั้นไปเชื่อมโยงกับข้อมูลเดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางสติปัญญาของตน (Schema) ซึ่งบุคคลนั้นได้เกิดกระบวนการดูดซึมประสบการณ์ (Assimilation) มาแล้วหากสิ่งเร้าใหม่ที่ได้รับนั้นสามารถเชื่อมโยงได้กับข้อมูลเดิมอย่างลงตัว จะทำให้บุคคลนั้นเกิดภาวะสมดุล (Equilibrium) มีความเข้าใจสิ่งเร้า เกิดเป็นประสบการณ์ และความรู้ใหม่ในโครงสร้างทางสติปัญญา สามารถอธิบายและแสดงออกมาได้ แต่เมื่อสิ่งเร้าที่ได้รับใหม่นั้นไม่สอดคล้องกับข้อมูลเดิมในโครงสร้างทางปัญญาจะทำให้บุคคลนั้นเกิดภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium) เกิดความขัดแย้งขึ้นภายในโครงสร้างทางปัญญา ซึ่งจะต้องอาศัยกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) โดยการใช้กระบวนการทางสติปัญญาของตน (Cognitive process)ในการปรับทำให้เกิดภาวะสมดุลขึ้นอีกครั้งจนกลายเป็นประสบการณ์ใหม่ในโครงสร้างทางสติปัญญา (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2544: 48; ทิศนา แขมณี, พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และ ชนาธิป พรกุล, 2545: 7-10)

จากแนวคิดและทฤษฎีทางจิตวิทยาดังกล่าว Posner และคณะ (1982: 214-218) ได้พัฒนาเป็นเงื่อนไขในการอธิบายว่าการเกิดการเปลี่ยนมโนทัศน์นั้นต้องเกิดจากเงื่อนไขที่สำคัญ 4 ประการคือ

1) ความไม่พอใจในมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่ (Dissatisfaction) กล่าวคือ นักเรียนมักจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์จนกระทั่งมโนทัศน์ที่นักเรียนเชื่อนั้นไม่สามารถอธิบายสิ่งต่างๆได้ ซึ่งการเกิดความไม่พอใจในมโนทัศน์เดิมนี้จะทำให้นักเรียนพบกับปัญหาที่ไม่สามารถแก้ไขได้ (Unsolved Puzzles) หรือพบความผิดปกติ (Anomalies) และทำให้เกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) ในลำดับต่อไป

2) มโนทัศน์ใหม่ต้องสามารถเกิดการเข้าใจอย่างชัดเจน (Intelligible) กล่าวคือ นักเรียนแต่ละคนต้องสามารถทำความเข้าใจว่า มโนทัศน์ใหม่ที่เกิดขึ้นสามารถอธิบายสิ่งที่เกิดในธรรมชาติได้ โดยต้องสามารถนำเสนอออกมาเป็นแบบจำลองทางความคิด (Mental Model) ซึ่งอาจเป็นภาพหรือข้อความ หรือแสดงความสัมพันธ์ของภาพหรือข้อความ หรือผังกราฟฟิก ที่เกี่ยวกับมโนทัศน์นั้นๆได้

3) มโนทัศน์ใหม่ต้องมีความน่าเชื่อถือ (Plausible) กล่าวคือ ความน่าเชื่อถือของมโนทัศน์นั้นคือ เมื่อเปรียบเทียบกับความรู้ในเรื่องอื่นๆแล้วมโนทัศน์ดังกล่าวมีความสอดคล้องกับความรู้ในประเด็นอื่นอย่างไร อย่างน้อยที่สุดคือ มโนทัศน์ใหม่ที่เกิดขึ้นต้องสามารถแก้ปัญหาที่มีความคล้ายคลึงกันโดยทั่วไปได้ ซึ่งมีแนวทางในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของมโนทัศน์ 5 ประเด็นคือ

(1) ความสอดคล้องของมโนทัศน์ กับหลักความเชื่อและความรู้ทางวิทยาศาสตร์

(2) ความสอดคล้องของมโนทัศน์ กับทฤษฎีหรือความรู้อื่น

(3) ความสอดคล้องของมโนทัศน์ กับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน

(4) สามารถเกิดการสร้างภาพของการสร้างมโนทัศน์นั้นได้

(5) มโนทัศน์ใหม่ที่สร้างขึ้นสามารรถนำมาแก้ปัญหาได้

4) มโนทัศน์ใหม่ต้องมีประโยชน์สำหรับการใช้ในบริบทอื่น (Fruitful) กล่าวคือ มโนทัศน์ใหม่ที่เกิดการสร้างขึ้นต้องมีศักยภาพในการประยุกต์ หรือโน้มน้าวในการเปิดประเด็นสู่การสืบสอบความรู้ในประเด็นอื่น ดังนี้คือ

(1) มโนทัศน์ใหม่เป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือทางวิศวกรรม

(2) มโนทัศน์ใหม่เป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือในการสร้างเทคโนโลยี

(3) มโนทัศน์ใหม่เป็นเป็นตัวอย่างทางทฤษฎีและสามารถใช้เป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือทางคณิตศาสตร์

(4) มโนทัศน์ใหม่เป็นตัวอย่างทางทฤษฎีและสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยีได้

(5) มโนทัศน์ใหม่เป็นพื้นฐานของทฤษฎีที่สามารถพัฒนาเป็นทฤษฎีใหม่ได้

โดยสรุป ทฤษฎีการเปลี่ยนมโนทัศน์นั้นเป็นทฤษฎีที่พัฒนาขึ้นเพื่อทำความเข้าใจในการเกิดการเปลี่ยนมโนทัศน์ โดยอาศัยพื้นฐานจากแนวความคิดของการปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ และทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ซึ่ง Posner และคณะพัฒนาขึ้นโดยมีความเชื่อว่าการเกิดการ

เปลี่ยนมโนทัศน์นั้นจะต้องอาศัยเงื่อนไขที่สำคัญ 4 ประการคือ ประการแรก ต้องทำให้นักเรียนเกิดความไม่พอใจในมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่ (Dissatisfaction) เพราะเมื่อเกิดขึ้นแล้วก็จะทำให้เกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) ซึ่งการปรับโครงสร้างทางปัญญานั้นนักเรียนจะเกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญาได้ต้องอาศัย ประการที่สองคือ มโนทัศน์ใหม่ต้องสามารถเกิดการเข้าใจอย่างชัดเจน (Intelligible) เมื่อนักเรียนสามารถอธิบายมโนทัศน์ได้อย่างชัดเจนด้วยแบบจำลองทางความคิดในรูปแบบต่างๆ ประการที่สาม การที่นักเรียนจะเลือกที่จะเชื่อและยึดถือ และตระหนักถึงความสำคัญของมโนทัศน์ใหม่ได้ต้องอาศัยเงื่อนไขประการที่สามคือ มโนทัศน์ใหม่ต้องมีความน่าเชื่อถือ (Plausible) และประการสุดท้ายคือ มโนทัศน์ใหม่ต้องมีประโยชน์สำหรับการใช้ในบริบทอื่น (Fruitful) ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท ได้ใช้แนวคิดและทฤษฎีดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นในการออกแบบขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้

แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์ (Situated Learning)

ในการจัดการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์นั้นมีผู้วิจัยที่ทำการศึกษาและมีนักการศึกษาได้ให้คำจำกัดความไว้ดังนี้

Brown, Collins & Duguid (1989) ได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์ (Situated Learning) กล่าวคือ “การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่สอดคล้องกับบริบท และวัฒนธรรมในชีวิตจริง ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นตามสภาพจริง (Authentic Activity) โดยเกิดการฝึกหัดทางปัญญา (Cognitive Apprenticeship) นอกจากนี้ยังต้องอาศัยการเจรจาต่อรอง (Negotiate) และการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเพื่อสนับสนุนในการทำกิจกรรม”

Lave and Wenger, 1991 cited in Smith M. K. (2009: online) กล่าวถึง การเรียนรู้ด้วยสถานการณ์คือ “การเรียนรู้ที่มีการกำหนดสถานการณ์ที่สอดคล้องกับความรู้ตามบริบทตามสภาพจริง (Authentic contexts) อาศัยปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social interaction) และการร่วมแรงร่วมใจ (Collaboration) โดยผู้เรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในสังคมการฝึกฝน (Community of Practice) ผ่านกระบวนการการมีส่วนร่วมจากโดยรอบ (Legitimate Peripheral Participation) จากบริบทโดยรอบเพื่อให้สามารถเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในวัฒนธรรม (Culture) ของสังคมในที่สุด”

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า การเรียนรู้ด้วยสถานการณ์ (Situated Learning) คือ การจัดสถานการณ์ที่มีความสอดคล้องกับบริบทตามสภาพจริง (Authentic context) สอดคล้อง

กับวัฒนธรรมในชีวิตจริง โดยใช้กิจกรมที่เน้นสภาพจริง (Authentic Activity) และการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Interaction) เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และสามารถเป็นส่วนหนึ่งของสังคมได้

องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์

จากการศึกษางานวิจัยพบว่าองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์มีผู้วิจัยและนำเสนอดังนี้

Brown, Collins & Duguid (1989); Lave and Wenger (Lave and Wenger, 1991 cited in Smith, 2009: online) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์ดังนี้

1) สถานการณ์การเรียนรู้ ได้แก่สถานการณ์ที่สอดคล้องกับสภาพจริง (Real world)

2) บริบทของเนื้อหาตามสภาพจริง (Authentic Context) และเป็นบริบทที่เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัฒนธรรมที่นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ได้

3) กิจกรรมตามสภาพจริง (Authentic activity)

4) การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เช่น การเจรจาต่อรอง เพื่อผู้เรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในสังคมการฝึกฝน (Community of Practice)

Herrington and Oliver (1995, 2000) ได้นำเสนอองค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์ไว้ดังนี้

1) มีการจัดเตรียมบริบทตามสภาพจริง ที่สะท้อนถึงแนวทางในการนำความรู้จากการเรียนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

2) เตรียมกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นสภาพจริง

3) เตรียมการประเมินผลการปฏิบัติงานและกระบวนการปฏิบัติงาน

4) มีการวางหน้าที่ของนักเรียนอย่างหลากหลาย

5) มีการสนับสนุนให้เกิดการร่วมมือร่วมในกันในการทำงาน (Collaborative)

6) มีการสะท้อนความรู้ในสิ่งที่เป็นนามธรรม

7) มีการสนับสนุนการสนทนาเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนขึ้น

8) มีการเสริมศักยภาพ (Scaffolding) อย่างเหมาะสม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

9) มีการบูรราการการประเมินผลการเรียนรู้ในขอบเขตของภาระงาน

Johnson, Junglas, and Ives (2010) ได้นำเสนอองค์ประกอบที่สะท้อนถึงการจัดการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์ไว้ดังนี้

1) การเน้นที่หัวข้อเรื่อง (Thematic focus) ที่จะใช้ในการเกิดการอภิปรายร่วมกัน

2) ระดับของความรู้ที่เกิดขึ้นจากประสบการณ์ของนักเรียนแต่ละคน (The level of cognitive absorption experienced by an individual)

3) ระดับของการมีส่วนร่วมของนักเรียนแต่ละคน (The level of participation by an individual)

4) การรับรู้โครงสร้างทางสังคมของกลุ่ม (The perceived social structure of the group)

จากการศึกษาเอกสารที่กล่าวมาสามารถสรุปเป็นองค์ประกอบของการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์ได้ดังนี้

1) สถานการณ์การเรียนรู้ ได้แก่ สถานการณ์ที่สอดคล้องกับสภาพความจริง (Real world) ในชีวิตประจำวัน

2) บริบทของเนื้อหาตามสภาพจริง (Authentic Context) และเป็นบริบทที่เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัฒนธรรมที่นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ได้

3) กิจกรรมตามสภาพจริง (Authentic activity)

4) คำนึงถึงระดับความรู้ของผู้เรียน

5) มีการกำหนดบทบาทหน้าที่ของนักเรียน

6) การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เช่น การเจรจาต่อรอง การอภิปรายร่วมกัน

7) มีการเสริมศักยภาพ (Scaffolding) อย่างเหมาะสม

8) มีการบูรราการการประเมินผลการเรียนรู้ในขอบเขตของภาระงาน

จากหลักแนวคิดการปฏิวัติโครงสร้างทางวิทยาศาสตร์ และทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาและแนวคิดการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์ ที่กล่าวมาแล้วจะเป็นแนวคิดและทฤษฎีที่นำมาสู่การกำหนดลักษณะของรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท ซึ่งกล่าวในรายละเอียดต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3. ลักษณะสำคัญของรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท

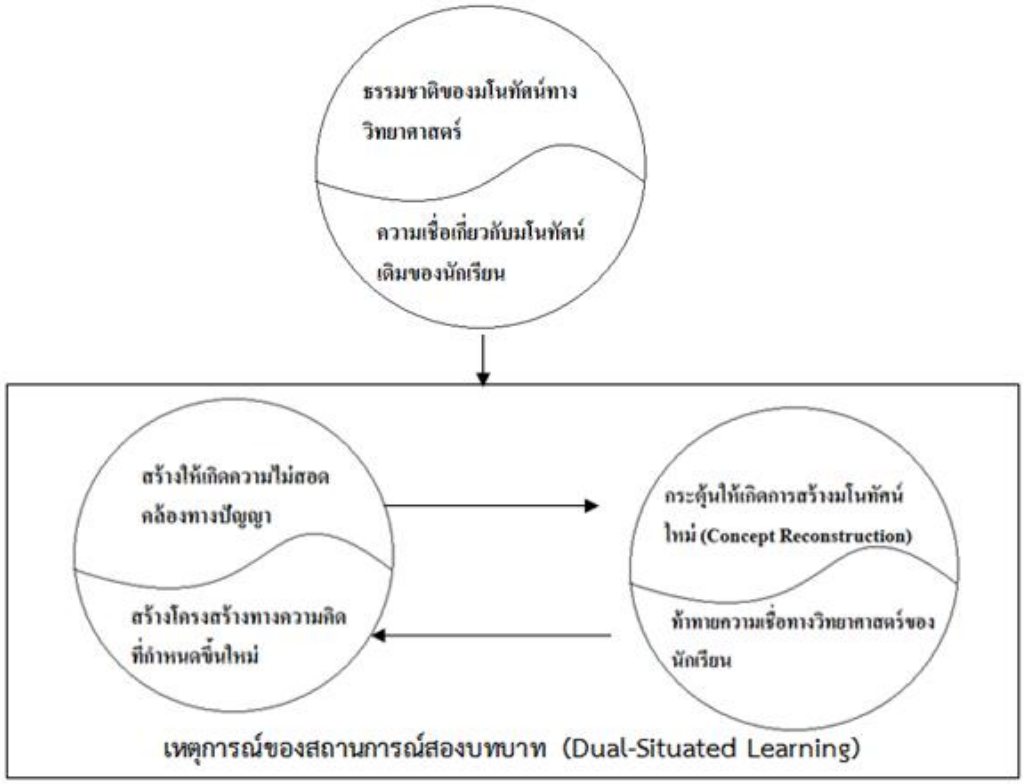
She (2004: 146-148) ได้อธิบายถึงลักษณะที่สำคัญของรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทนั้นจะเน้นที่บทบาทของสถานการณ์แต่ละสถานการณ์ที่ ซึ่งสามารถพิจารณาได้ใน 4 ประเด็นคือกล่าวคือ ประเด็นแรก ในการเลือกเหตุการณ์ของสถานการณ์ ควรพิจารณาจากในบริบทจริงคือ เหตุการณ์ในแต่ละสถานการณ์ควรเป็นเหตุการณ์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของการเกิดมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ และเหตุการณ์นั้นต้องเป็นเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อเกี่ยวกับมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกี่ยวข้องกับความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน

ประเด็นที่สองในแต่ละเหตุการณ์ของสถานการณ์นั้นต้องกระตุ้นให้เกิดการสร้างความไม่สอดคล้องทางปัญญา (Create Dissonance) กับความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อการกระตุ้นความอยากรู้ และความสนใจของผู้เรียนพร้อมทั้งให้นักเรียนเกิดความท้าทายในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการออกแบบกระบวนการเรียนรู้ควรให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการคาดคะเนเหตุการณ์ และสังเกตเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามความเป็นจริง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีโอกาสเพิ่มขึ้นที่จะเกิดการสร้างมโนทัศน์ขึ้นใหม่ (Restructuring)

ประการที่สาม ในการเตรียมชุดความคิด (Mental set) ควรอยู่บนพื้นฐานที่จะสามารถทำให้เกิดการสร้างความรู้ใหม่ได้จากความรู้เดิม และเป็นไปตามทฤษฎีการเปลี่ยนมโนทัศน์ของ Posner และคณะ (1982) ที่ทำให้นักเรียนเห็นว่ามโนทัศน์ใหม่นั้นสามารถทำความเข้าใจได้อย่างชัดเจน (Intelligible) มีความน่าเชื่อถือ (Plausible) และมีประโยชน์ (Fruitful) จึงจะทำให้เกิดการสร้างชุดความคิดที่ถูกต้องขึ้นใหม่ และเกิดการเปลี่ยนมโนทัศน์ได้ ซึ่งสามารถกระทำได้โดยผ่านกิจกรรมเช่น การเทียบเคียง (Analogy) การสร้างโมเดล เหตุการณ์ที่มีความขัดแย้ง (Discrepant Events) และกิจกรรมสืบสอบ นอกจากนี้กิจกรรมที่จัดควรเป็นเหตุการณ์ที่นักเรียนสามารถสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นได้ในบริบทจริง

ประเด็นสุดท้าย ควรเปิดโอกาสให้เกิดความท้าทายกับนักเรียนในการประยุกต์ชุดความคิดที่เกิดการปรับหรือสร้างขึ้น ไปอธิบายสถานการณ์อื่น เพื่อเป็นการยืนยันว่านักเรียนเกิดการเปลี่ยนมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ซึ่งสถานการณ์ที่ท้าทายนี้ควรมีทั้งเหตุการณ์ที่แสดงชุดความคิดเดิมก่อนเกิดการปรับ และชุดความคิดใหม่ที่ปรับแล้ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



แผนภาพที่ 1 แสดงกลไกของลักษณะรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท **(She, 2004: 148)**

She She (2004: 146) ได้กล่าวว่าคำว่า สถานการณ์การเรียนรู้ (Situated Learning) หมายถึง กระบวนการที่ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ โดยสถานการณ์การเรียนรู้นั้นควรเป็นสถานการณ์ที่อยู่บนพื้นฐานของธรรมชาติของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความเชื่อทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งทั้งสองประการนี้จะเป็นสิ่งที่กำหนดว่าชุดความคิด (Mental Set) ที่มีความสำคัญในการสร้างมโนทัศน์คืออะไร การวิเคราะห์ธรรมชาติของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จะทำให้ทราบว่าชุดความคิดที่จำเป็นในการสร้างมโนทัศน์เรื่องนั้น ๆ มีมากน้อยเพียงใด นอกจากนี้การวิเคราะห์ความเชื่อเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะช่วยทำให้ทราบข้อมูลเชิงลึกว่านักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องอะไร และสาเหตุที่เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนคืออะไร

คำว่าสองบทบาท (Dual) มีความหมายถึง ในขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้สถานการณ์นั้นจะทำหน้าที่ 2 ประการ ประการที่หนึ่งคือกระบวนการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ (Conceptual Change) ควรเป็นกระบวนการที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิด (Dissonance) กับความรู้เดิม

ของนักเรียน หน้าที่ประการที่สองคือ ในกระบวนการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์จะต้องช่วยให้นักเรียนเกิดการสร้างชุดความคิดใหม่และทำให้นักเรียนเกิดการสร้างธรรมชาติของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเกิดการสร้างความเชื่อทางวิทยาศาสตร์ใหม่ให้กับนักเรียน

3.4.ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบทวิสถานะมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นตรวจสอบลักษณะของมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ (Examining the attributes of science concept)

ขั้นนี้เป็นขั้นเตรียมข้อมูลเกี่ยวกับชุดความคิดที่จำเป็น (Mental Sets) ในการเกิดการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (She, 2002a, 2004, 2009) โดยทำการตรวจสอบลักษณะ (Attribute) ของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จากความคิดเห็นของครู ผู้เชี่ยวชาญ หรือ นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ ในการระบุชุดความคิดที่จำเป็น ขั้นตอนนี้ส่งผลกระทบต่อทุกขั้นตอนต่อไปและส่งผลต่อความสำเร็จของการใช้รูปแบบนี้ ดังนั้นจึงควรตรวจสอบ และศึกษาอย่างละเอียด (Akpinar, 2007)

2) ขั้นตรวจสอบมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน (Probing Student's Misconceptions of Scientific Concepts)

ขั้นตอนเป็นการตรวจสอบความเชื่อของนักเรียนที่มีต่อมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ ความเชื่อของนักเรียนที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญในการระบุว่าสามารถเกิดการเปลี่ยนมโนทัศน์ได้ (Conceptual change) การตรวจสอบมโนทัศน์จะให้ความสำคัญกับมโนทัศน์ที่นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (Misconception) โดยสามารถระบุได้จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ระบุจากประสบการณ์ครูผู้สอน (She, 2002a) ทำการทดสอบความรู้เดิมของนักเรียน หรือทำการสัมภาษณ์นักเรียน (Akpinar, 2007)

3) ขั้นวิเคราะห์ชุดความคิดที่นักเรียนขาด (Analyzing which Mental Sets that Students Lack)

ในขั้นตอนนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อวิเคราะห์ว่าชุดความคิด (Mental Sets) ที่จำเป็นสำหรับการสร้างมโนทัศน์โครงสร้างใดที่นักเรียนขาด การทำความเข้าใจในประเด็นนี้เป็นประโยชน์ต่อ

การออกแบบสถานการณ์การเรียนรู้ที่เหมาะสมต่อการเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ โดยอาศัยข้อมูลจากที่ได้ในขั้นตอนที่ 1 และ 2 (She 2002a, 2004, 2009) ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้จะช่วยยืนยันว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงเกิดความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง (Ercan Akpinar, 2007)

4) ออกแบบเหตุการณ์ของสถานการณ์การเรียนรู้แบบสองบทบาท (Designing Dual Situated Learning Events)

ในขั้นตอนนี้เป็นการออกแบบลำดับสถานการณ์การเรียนรู้แบบสองบทบาท (Series of Dual-Situated Learning) มีจากผลที่เกิดในขั้นตอนที่ 3 ซึ่งสถานการณ์ที่ออกแบบนั้นต้องมีบทบาท 2 ประการ (She, 2002a,b, 2004, 2009; Ercan Akpinar, 2007) คือ (1) ทำให้เกิดความไม่สมดุลทางปัญญา (Create Dissonance) ซึ่งเป็นการเกิดความไม่สมดุลทางปัญญาระหว่างเหตุการณ์ และความรู้เดิมของนักเรียน (2) ในสถานการณ์นั้นจะต้องสนับสนุนให้เกิดการสร้างชุดความคิดที่เกิดใหม่ (New Mental Sets) ซึ่งจะช่วยให้เกิดการสร้างมโนทัศน์ใหม่แก่นักเรียน

5. จัดการสอนด้วยสถานการณ์การการเรียนรู้แบบสองบทบาท (Instruction with Dual-Situated Learning Events)

ในขั้นตอนนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เผชิญเหตุการณ์ในบริบทจริง โดยเน้นให้นักเรียนคาดคะเนเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น คาดคะเนผลที่เกิดขึ้น และอธิบายได้อย่างมีเหตุผล ก่อนและหลังการเรียนรู้จากเหตุการณ์ (She, 2002a,b) โดยในเหตุการณ์นั้นจะต้องทำหน้าที่ 2 บทบาทคือ

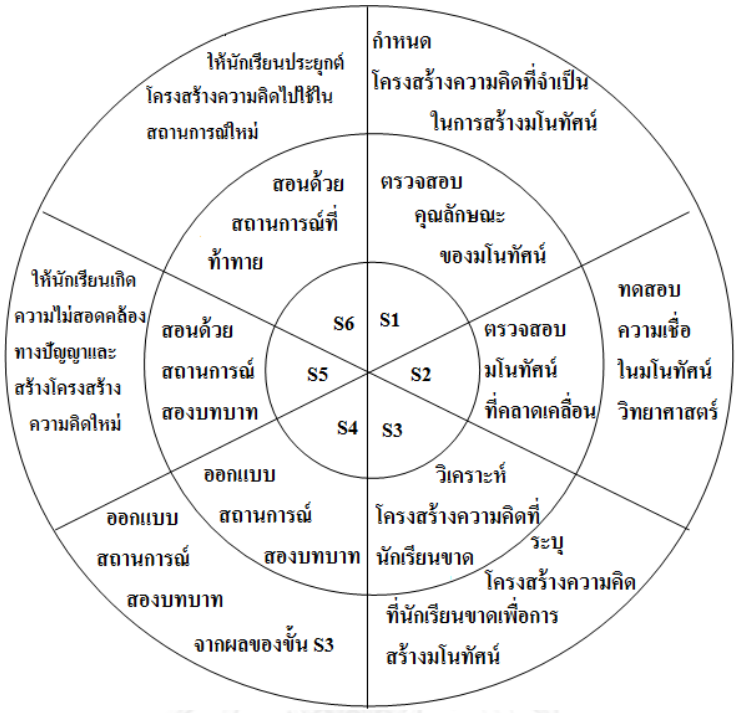
5.1. เมื่อนักเรียนเผชิญในสถานการณ์บริบทจริงที่สามารถสังเกตได้ เหตุการณ์นั้นต้องสามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความไม่สอดคล้องกับมโนทัศน์เดิมที่นักเรียนมีอยู่ได้

5.2. หลังจากที่นักเรียนเกิดความไม่สอดคล้องขึ้นแล้ว ในเหตุการณ์เดิมนั้นจะต้องให้ข้อมูลที่ช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถสร้างโครงสร้างทางความคิดที่นักเรียนขาด ซึ่งส่งผลต่อการเกิดสร้างมโนทัศน์ที่ต้องการได้

6. จัดการสอนด้วยสถานการณ์ใหม่ที่ท้าทาย (Instruction with Challenging Situated Learning Events)

ขั้นตอนสุดท้ายนี้เป็นการนำเสนอสถานการณ์ใหม่ที่มีความท้าทาย และเปิดโอกาสให้นักเรียนคาดคะเนเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น โดยเหตุการณ์นี้นี้ต้องเป็นเหตุการณ์ที่สามารถ

กระตุ้นให้นักเรียนเลือกใช้ได้ทั้งทั้งชุดความคิดเดิม และชุดความคิดที่ได้สร้างขึ้นหม่ มาอธิบายเพื่อเป็นการยืนยันว่านักเรียนได้เกิดการเปลี่ยนมโนทัศน์แล้ว (She, 2002a,b 2004)



แผนภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท

(She, 2004: 148)

3.5. บทบาทครู และบทบาทนักเรียนในการปฏิบัติตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้

หากพิจารณาจากลักษณะของการดำเนินการในแต่ละขั้นแล้วจะพบว่าสามารถแบ่งขั้นตอนในการดำเนินการตามรูปแบบออกได้เป็น 2 ระยะคือ

1) ระยะการเตรียมการก่อนดำเนินการจัดการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนที่ 1-4

2) ระยะดำเนินการจัดการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วยขั้นที่ 5-6

ดังนั้นบทบาทของครูและนักเรียนในการปฏิบัติตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้ จึงมีความแตกต่างกันดังสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 6 แสดงการวิเคราะห์บทบาทครู และบทบาทนักเรียน ของขั้นตอนตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท

1) ระยะเตรียมการก่อนดำเนินการจัดการเรียนการสอน

ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้	บทบาทครู
ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบคุณลักษณะของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Examining the Attributes of Science Concept)	● วิเคราะห์คุณลักษณะของมโนทัศน์และชุดความคิดที่จำเป็นสำหรับการเกิดการสร้างมโนทัศน์
ขั้นที่ 2 ตรวจสอบมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนวิทยาศาสตร์ (Probing Student's Misconceptions of Scientific Concepts)	● ระบุมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนโดยอาจใช้วิธีการดังนี้ - ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง - ระบุมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากประสบการณ์การสอน - สัมภาษณ์นักเรียนโดยใช้คำถาม หรือกำหนดสถานการณ์และให้นักเรียนอธิบายผลที่เกิดขึ้น
ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ชุดความคิดที่นักเรียนขาด (Analyzing which Mental Sets that Students Lack)	● วิเคราะห์ชุดความคิดที่นักเรียนขาด เพื่อออกแบบสถานการณ์สองบทบาท
ขั้นที่ 4 ออกแบบเหตุการณ์ของสถานการณ์การเรียนรู้แบบสองบทบาท (Designing Dual Situated Learning Events)	● รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อมูลชุดความคิดที่นักเรียนขาดอยู่ ● กำหนดจำนวนสถานการณ์สองบทบาทที่ต้องจัดให้กับนักเรียน จากข้อมูลของชุดความคิดที่นักเรียนขาด ● ออกแบบเหตุการณ์การเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท

2) ระยะดำเนินการจัดการเรียนการสอน

ขั้นตอนรูปแบบการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 5 จัดการสอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท (Instruction with Dual-Situated Learning Events)	● จัดสถานการณ์ตามที่ได้ออกแบบไว้ ● กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคาดคะเนผลของเหตุการณ์นั้นพร้อมอธิบายเหตุผลประกอบก่อนทำการศึกษา เพื่อกระตุ้นให้เกิดความไม่สอดคล้องทางปัญญา ● กระตุ้นให้นักเรียนสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์ เพื่อให้เกิดความไม่สอดคล้องทางปัญญามากขึ้น ● กระตุ้นให้นักเรียนสังเกต และอธิบายผลของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นพร้อมสรุป ● กระตุ้นให้นักเรียนเปรียบเทียบผลการคาดคะเนหรืออธิบายที่เกิดหลังจากเผชิญเหตุการณ์กับก่อนเผชิญเหตุการณ์แสดงความเห็นเกี่ยวกับความน่าเชื่อถือของผลการคาดคะเนของตนเองกระตุ้นให้นักเรียนใช้วิธีการข้างต้นในการศึกษาเหตุการณ์ต่างๆ จนครบตามจำนวนของชุดความคิดที่ต้องการให้นักเรียนเกิดการสร้างขึ้น ● เหตุการณ์ที่ใช้อาจใช้วิธีการสอนหรือเทคนิคการสอนต่างๆดังนี้ ใช้คำถาม ใช้ผังกราฟฟิก (Graphic Organizer) ข้อความรูปภาพ (Illustrations) แอนนิเมชันจำลองปรากฏการณ์ การทดลอง / การสาธิตการวิเคราะห์เปรียบเทียบ (Analogies) กิจกรรมสืบสอบ (Inquiry Activity	● สังเกต ศึกษา วิเคราะห์ อธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นทั้งก่อนปฏิบัติกิจกรรมและหลังปฏิบัติกิจกรรมอย่างมีเหตุผล ● รวบรวมข้อมูลจากเหตุการณ์ต่าง ๆ เพื่อสรุปและเกิดการ ปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนรูปแบบการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 6 จัดการสอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์ที่ท้าทาย (Instruction with Challenging Situated Learning Events)	● กระตุ้นให้นักเรียนคาดคะเนผล หรืออธิบายสถานการณ์ใหม่ที่ท้าทายโดยในสถานการณ์ใหม่นี้จะต้องเป็นสถานการณ์ที่ต้องมีทั้งชุดความคิดเดิมและชุดความคิดใหม่ เพื่อให้เกิดการประยุกต์ชุดความคิดใหม่	● วิเคราะห์ และอธิบายสถานการณ์ใหม่โดยใช้ชุดความคิดที่สร้างขึ้นในการอธิบาย

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1.งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท

จากการศึกษางานวิจัยที่มีการอ้างถึงการนำรูปแบบคู่สถานการณ์ไปใช้สามารถส่งผลต่อตัวแปรตามได้ดังต่อไปนี้

She (2002a) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท ผ่านการจัดการเรียนรู้บนเว็บที่ส่งผลต่อการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning) และการเปลี่ยนมโนทัศน์ (Conceptual change) เกี่ยวกับเรื่องอะตอมซึ่งทำวิจัยในรูปแบบ Two group posttest design โดยศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจำนวน 197 คนเป็นกลุ่มทดลอง 108 คนทำการสอนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท และกลุ่มควบคุม 89 คนทำการสอนด้วยวิธีการสอนแบบปกติทำการทดสอบหลังเรียนและทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ของทั้งสองกลุ่ม ผลการศึกษาพบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองสามารถเกิดการเปลี่ยนมโนทัศน์ได้ในร้อยละ 60 และการเกิดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

She (2002b) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพิสูจน์ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบทวิสถานะช่วยทำให้เกิดการ

เปลี่ยนมโนทัศน์ และมโนทัศน์ที่ที่มีระดับสูงกว่าต้องใช้สถานการณ์การเรียนรู้ที่มากกว่าโดยศึกษาเกี่ยวกับเนื้อหาเรื่อง แรงดันอากาศ และแรงลอยตัว กลุ่มตัวอย่างคือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 20 คน โดยใช้วิธีการในการสอนนักเรียนแบบตัวต่อตัว (one-to-one instruction procedure) และเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เกี่ยวกับสถานการณ์ที่นักเรียนได้พบ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยอาศัยข้อมูลจากการบันทึกการสัมภาษณ์ของนักเรียน ผลการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีดังกล่าวสามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการสร้างโครงสร้างทางความคิด (Mental Set) ที่สามารถใช้ในการทำความเข้าใจมโนทัศน์ได้อย่างชัดเจน และพบว่าการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ที่มีระดับความซับซ้อนมากในการศึกษาครั้งนี้คือเรื่องแรงลอยต้องใช้สถานการณ์มากกว่ามโนทัศน์เรื่องความกดอากาศ

She (2003) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท ที่ส่งผลต่อการกระบวนการเปลี่ยนมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องการขยายตัวของสารเนื่องจากความร้อน (Thermal Expansion) โดยศึกษากับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 32 คนที่ได้มาจากการสุ่มนักเรียนจากห้องที่มีผลการเรียนใกล้เคียงกัน โดยครูสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท เก็บข้อมูลจากการเขียนคำตอบที่จะเกิดขึ้นก่อนและหลังทำกิจกรรมของนักเรียน ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่านักเรียนมากกว่าร้อยละ 60 สามารถเกิดการเปลี่ยนมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องการขยายตัวเนื่องจากความร้อนได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

She (2004) ได้ศึกษาเพื่อขยายผลของการเรียนการสอนโดยใช้ขั้นตอนตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท ที่มีต่อการเปลี่ยนมโนทัศน์ในระดับลึกโดยศึกษากับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 27 คนที่ได้มาจากการสุ่มนักเรียนจากห้องที่มีผลการเรียนใกล้เคียงกันและใช้การสัมภาษณ์โดยการบันทึกเทปนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนร้อยละ 92-95 สามารถอธิบายการถ่ายเทความร้อนได้อย่างถูกต้อง และนักเรียนยังสามารถประยุกต์มโนทัศน์ที่สร้างขึ้นไปใช้อธิบายในสถานการณ์ใหม่ได้ แสดงว่าขั้นตอนทุกขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท สามารถช่วยสนับสนุนให้เกิดการเปลี่ยนมโนทัศน์ได้

She (2009) ได้ทำการศึกษาศึกษาความสามารถในการเปลี่ยนมโนทัศน์ (Conceptual Change) และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning) ที่เกิดจากการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท โดยกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 108 คน เก็บและวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Mixed method ออกแบบการวิจัยในลักษณะงานวิจัยกึ่งทดลองแบบ One Group Pre-Post Quasi-Experimental Design เก็บข้อมูลก่อนเรียนเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอม (Atomic Achievement) ข้อมูลความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning) และการให้เหตุผลเกี่ยวกับเรื่องของอะตอม และเก็บข้อมูลหลังจากเรียนด้วยรูปแบบที่ผู้วิจัยออกแบบ 1 และ 8 สัปดาห์ เก็บข้อมูลเชิงคุณภาพโดยเก็บข้อมูลจากนักเรียนทั้งหมด 18 คนจากทั้ง 3 ชั้นเรียน โดยการสัมภาษณ์ครั้งละ 1 ชั่วโมง ก่อนเริ่มทำการวิจัย ขณะทำการวิจัย และหลังจากการเรียนรู้ด้วยรูปแบบที่ผู้วิจัยออกแบบเป็นเวลา 2 เดือน ผลการวิจัยพบว่ามโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องอะตอม การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และการเปลี่ยนมโนทัศน์ สามารถพัฒนาได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Akpinar (2007) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท ที่ส่งผลต่อความเข้าใจมโนทัศน์เรื่องการหายใจระดับเซลล์และกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 61 คนทำการวิจัยในรูปแบบ Quasi-experimental pretest-posttest control group design โดยมีกลุ่มทดลอง 30 คนได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท และกลุ่มควบคุม 31 คน สอนโดยใช้วิธีการสอนแบบปกติ เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบที่เป็นแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และแบบสอบที่เป็นข้อคำถามปลายเปิด วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติค่า t ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มกลุ่มทดลองมีความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ในเรื่องการหายใจระดับเซลล์ และการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Hamzah and Mdzian (2010) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท ที่ส่งผลต่อความเข้าใจมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์ที่มีระดับแรงจูงใจต่างกัน ใช้รูปแบบการวิจัยแบบ Qusi-experimental Pretest-Posttest/ Control group 3x2 Factorial designโดยทำการสุ่มนักเรียนแบบแบ่งชั้น ทำการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 8 สัปดาห์ เก็บข้อมูล

โดยใช้แบบสอบที่เป็นแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และแบบสอบที่เป็นข้อคำถามปลายเปิด วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติค่า MANCOVA ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท และการเรียนรู้แบบร่วมมือมีคะแนนการเปลี่ยนมโนทัศน์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศิริวรรณ แก้วฟอง (2549) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์การวิจัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจปริมาณมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์การวิจัยของนิสิตคณะครุศาสตร์ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงสำรวจและกึ่งทดลอง โดยสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนกับนิสิต 88 คนและศึกษาการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์การวิจัยกับนิสิต 42 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการทดสอบค่าที (t-test) และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนิสิตโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ผลการวิจัยพบว่า นิสิตส่วนใหญ่มีมโนทัศน์การวิจัยที่คลาดเคลื่อน 3 มโนทัศน์ขึ้นไปจากมโนทัศน์ทั้งหมด 5 มโนทัศน์ และกลุ่มทดลองที่มีการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท สามารถเกิดการเปลี่ยนมโนทัศน์การวิจัยที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์การวิจัยที่ถูกต้องได้ร้อยละ 90.91

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาททั้งต่างประเทศและในประเทศ สรุปได้ว่า การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท ส่วนใหญ่เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาการเกิดการเปลี่ยนมโนทัศน์ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

4.2.งานวิจัยที่เกี่ยวกับมโนทัศน์

Inel and Balim (2010) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) ในการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและระดับของมโนทัศน์เรื่องโครงสร้างร่างกายทำการวิจัยประเภทงานวิจัยกึ่งทดลอง โดยมีกลุ่มควบคุม 21 คนและกลุ่มทดลอง 20 คนมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เก็บ

ข้อมูลโดยใช้แบบสอบที่เป็นคำถามปลายเปิดนักเรียนกลุ่มทดลองมีระดับมโนทัศน์เรื่องโครงสร้างร่างกายสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

Lauer (2003) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้วงจรการเรียนรู้ร่วมกับการใช้เกมและสถานการณ์จำลองที่มีต่อมโนทัศน์ในชีววิทยา เรื่อง ระบบนิเวศ ผลการวิจัยพบว่าคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายเรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ร่วมกับการใช้เกมและสถานการณ์จำลองสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

Odum and Kelly (2001) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการอธิบาย วิธีการสร้างผังมโนทัศน์ วงจรการเรียนรู้ และวิธีผสมผสานระหว่างวิธีการสร้างผังมโนทัศน์กับวงจรการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนวิชาชีววิทยา 4 ห้องเรียน โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มทดลอง ตามวิธีการสอน 4 วิธีผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสร้างผังมโนทัศน์และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีผสมผสานระหว่างวิธีการสร้างผังมโนทัศน์กับวงจรการเรียนรู้ได้คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแพร่และออสโมซิสสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการอธิบาย

ปิยะณัฐ นันทการณ์ (2551) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้ด้วยการออกแบบที่มีผลต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยาและความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยทำการวิจัยประเภทกึ่งทดลองมีกลุ่มทดลอง 36 คนเก็บข้อมูลโดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางชีววิทยา แบบประเมินกระบวนการสร้างแบบจำลอง และแบบประเมินแบบจำลอง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนมโนทัศน์ทางชีววิทยาเฉลี่ยร้อยละ 70.62 มีค่าคะแนนเฉลี่ยของกระบวนการสร้างแบบจำลองในระดับดีมาก และมีค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบจำลองในระดับดีมาก

ชุติมา รอดสุข (2550) ได้ศึกษาผลของการสอนตามแนวคอนสตรักติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยทำการทดลองในรูปแบบการวิจัยกึ่งทดลองโดยมีกลุ่มทดลองจำนวน 47 คนเก็บข้อมูลโดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาและแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที (t-test) นักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบคอนสตรักติวิสต์มีคะแนนมโนทัศน์ทางชีววิทยาเฉลี่ยร้อยละ 71.81 สูงกว่าคะแนนที่กำหนด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

และมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยเฉลี่ยร้อยละ 74.79 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และนักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบคอนสตรักติวิสต์มีคะแนนเมโนทัศน์ทางชีววิทยาและคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัยสูงกว่ากลุ่มที่สอนด้วยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง เพื่อศึกษาเปรียบเทียบมโนทัศน์ของนักเรียนด้วยแนวคิดและวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในรูปแบบต่างๆ เช่น วิธีการสร้างผังมโนทัศน์ การสอนโดยใช้แนวคิดแบบสรรคนิยม การใช้วงจรการเรียนรู้ เป็นต้น

4.3.งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

Lawson (1985) ได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการให้เหตุผลเชิงนามธรรม (Formal Reasoning) พบว่า 1) ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงนามธรรม มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 2) การเกิดมโนทัศน์มีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการพัฒนาสภาวะสมดุล เนื่องจากการซึมซับเข้าสู่โครงสร้างทางความคิด และการปรับโครงสร้างทางความคิด มีความสัมพันธ์กับแบบแผนการให้เหตุผล 3) การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนวงจรการเรียนรู้ เป็นวิธีการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ที่ช่วยส่งเสริมการพัฒนาแบบแผนการให้เหตุผล

Lawson (2009) ได้ทำการศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สี่แบบคือ Abduction Retroduction Deduction และ Induction โดยทำการศึกษาและสังเคราะห์กรณีศึกษาจากประวัตินักวิทยาศาสตร์ที่มีการใช้การเหตุผลดังกล่าว ซึ่งพบว่าในแต่ละกรณีศึกษานั้นมีรูปแบบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบของ If/Then/Therefore ซึ่งผลที่เกิดขึ้นจะนำไปประยุกต์ในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนต่อไป

เกรียงไกร อภัยวงศ์ (2548) ได้ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการ

ตั้งสมมติฐานนิรนัยเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ชีววิทยาระหว่างก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยและกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง เก็บข้อมูลด้วยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยา วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติค่าที ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ สูงกว่าร้อยละ 60 นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความสามารถของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรียนด้วยแนวคิดและวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในรูปแบบต่างๆ เช่น การสอนโดยใช้แนวคิดแบบสรรคนิยม การใช้วงจรการเรียนรู้ เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
3. การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท
4. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Research) โดยมีรูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design ประกอบด้วยกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่เรียนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท และกลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่เรียนชีววิทยาแบบทั่วไป โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งสองกลุ่มก่อนและหลังการทดลอง (Campbell and Stanley, 1963) ดังแผนภาพ

แผนภาพที่ 3 แสดงรูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design

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

O_1 หมายถึงการเก็บข้อมูลก่อนการทดลองซึ่งเก็บข้อมูลความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

X หมายถึงการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท

~X หมายถึงการเรียนการสอนชีววิทยาแบบทั่วไป

O_2 หมายถึงการเก็บข้อมูลหลังการทดลองซึ่งเก็บข้อมูลมโนทัศน์ชีววิทยาเรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ประชากรในงานวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนมัธยมศึกษา ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนปทุมคงคา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 โดยดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนดังนี้

2.2.1 การเลือกโรงเรียน

ผู้วิจัยเลือกโรงเรียนโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คือ เลือกโรงเรียนปทุมคงคา เป็นแหล่งของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากเนื่องจากเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร ที่มีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เช่นเดียวกันกับโรงเรียนในเขต 2กรุงเทพมหานครโรงเรียนอื่น และโรงเรียนปทุมคงคา เป็นโรงเรียนมัธยมที่มีขนาดใหญ่มีจำนวนนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายมากเพียงพอต่อการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสถานการณ์สองบทบาทประกอบกับทางโรงเรียนจัดให้มีสิ่งอานวยความสะดวกและแหล่งเรียนรู้ที่เอื้อต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบสอบ ได้แก่ วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์และโปรเจคเตอร์ มีห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่มีความพร้อมและเพียงพอในการใช้ดำเนินการเรียนการสอน และเป็นโรงเรียนที่ให้การสนับสนุนและร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

2.2.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คือ เลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนได้เรียนรู้มโนทัศน์พื้นฐานที่ครอบคลุม และเพียงพอในการเรียนรู้มโนทัศน์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ซึ่งเป็นมโนทัศน์ที่ทำการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ นักเรียนกลุ่มนี้จึงมีความพร้อมและเหมาะสมต่อการเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

2.2.3 การคัดเลือกกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

การคัดเลือกกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกนักเรียนมีจำนวนห้องเรียนทั้งหมด 4 ห้องเรียน จากนั้นเลือกเป็นเป็นกลุ่มตัวอย่าง 2 ห้องเรียนโดยทำการดำเนินการทดสอบความเท่าเทียมกันของกลุ่มตัวอย่าง ด้วยการทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

1) นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาในภาคการศึกษาก่อนหน้าของนักเรียนที่จะนำมาพิจารณาเป็นกลุ่มตัวอย่าง คือคะแนนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ของนักเรียนสายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ทั้ง 4 ห้องคือ ห้อง ม.4/1-ม.4/4 มาหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2) ผู้วิจัยดำเนินการเลือกห้องเรียนโดยนักเรียนห้องม.5/1 เป็นห้องเรียนพิเศษจึงไม่เลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง หลังจากนั้นพิจารณาเลือกห้องนักเรียนที่มีจำนวนนักเรียนใกล้เคียงกัน และมีค่าคะแนนเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันมาก คือหองม.5/2 และ ม.5/4 ซึ่งมี 40 คนและ 37 คนตามลำดับ โดยนำคะแนนเฉลี่ยของทั้งสองห้องไปทดสอบทางสถิติด้วยการทดสอบ Independent t-test พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน

3) ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับสลากในการเลือกห้องที่ใช้เป็นกลุ่มทดลองซึ่งได้แก่ห้องม. 5/2 และห้องที่เป็นกลุ่มควบคุมได้แก่ห้องม. 5/4

3. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ประเภท คือ

3.1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ

3.1.1 แบบวัดมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย

3.1.2 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

3.2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยา มี 2 แบบ ดังนี้

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท

3.2.2 แผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาแบบทั่วไป

3.1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลอยู่ 2 เครื่องมือ คือ 1) แบบวัดมโนทัศน์ทางชีววิทยาเรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย และ 2) แบบวัดในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

3.1.1 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยา

แบบวัดมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายเป็นแบบวัดความคิด ความเข้าใจโดยสรุปในเนื้อหาชีววิทยาเรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหา และตอนที่ 2 เป็นเหตุผลสนับสนุนการเลือกคำตอบในตอนที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1) ศึกษาหนังสือ เอกสาร งานวิจัยทั้งในประเทศ และในต่างประเทศเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย โดยในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้มุ่งศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและมโนทัศน์พื้นฐานเรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

2) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

3) นำข้อมูลมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือดที่ได้รวบรวมจากการตรวจคำตอบและสัมภาษณ์ผู้เชียวชาญนำมาระบุพฤติกรรมบ่งชี้ที่สอดคล้องตามนิยามขององค์ประกอบของมโนทัศน์

4) นำข้อมูลมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมาออกแบบและสร้างแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่ต้องการจะวัด โดยสร้างเป็นแบบปรนัยแบบสองตอนชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ คือ ถ้าตอบถูกทั้งในส่วนข้อคำถามเชิงเนื้อหาและส่วนเหตุผลสนับสนุน ได้ 1 คะแนน ถ้าตอบถูกในส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือ ไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อในแต่ละส่วนให้ 0 คะแนน โดยนำข้อมูลมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมาเป็นข้อมูลในการออกแบบและสร้างตัวลวงในส่วนข้อคำถามเชิงเนื้อหาในปรนัยส่วนที่ 1 และใช้ข้อมูลความเข้าใจของนักเรียนที่ก่อให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมาออกแบบและสร้างตัวเลือกในส่วนเหตุผลที่สนับสนุนในปรนัยส่วนที่ 2

5) นำแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบภาษา และความครอบคลุมตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ชีววิทยาในเนื้อหาเรื่องการรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต นำไปแก้ไขปรับปรุง จากนั้นนำแบบวัดไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ตัวลวง และความถูกต้องของภาษา พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการแก้ไขปรับปรุงแบบวัด

6) นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขแบบวัดที่สร้างขึ้น

7) นำแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนปทุมคงคา ซึ่งได้ผ่านการเรียนรู้เนื้อหาชีววิทยา เรื่อง การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิตมาแล้ว แล้วนำผลที่ได้มาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์หาคุณภาพของ เพื่อหาความเที่ยงของแบบวัด ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8) พิจารณาผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดและคุณภาพข้อสอบรายข้อแล้วทำการเลือกข้อสอบเพื่อสร้างเป็นแบบวัด โดยเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากที่อยู่ในช่วง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และแก้ไขปรับปรุงข้อสอบที่ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกไม่เป็นไปตามเกณฑ์

9) นำแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาที่แก้ไขปรับปรุงแล้วจำนวน 15 ข้อ ไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนกลุ่มใหม่ที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มที่ทดสอบเครื่องมือในครั้งแรก แล้วนำผลที่ได้มาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัด เพื่อหาความเที่ยง โดยเลือกใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์- ริชาร์ดสัน โดยผลจากการนำแบบวัดมโนทัศน์ไปทดลองใช้พบว่ามีค่าความเที่ยงอยู่ที่ 0.83

3.2 การสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบปรนัยตัวเลือกซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น โดยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1) ศึกษาความหมาย และแนวคิดเกี่ยวกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาหลักการและลักษณะของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย

2) กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดรูปแบบของสถานการณ์ที่จะนำมาสร้างเป็นข้อคำถามทั้งสิ้น 5 สถานการณ์ ซึ่งปรับมาจากแนวทางการประเมินผลของ PISA, 2006 (อ้างถึงในสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) จำนวน 5 สถานการณ์แต่ละสถานการณ์มีคำถาม 3 ข้อ ตามกรอบนิยามเชิงปฏิบัติการที่ได้กำหนดไว้ รวมเป็นข้อสอบ 15 ข้อ

3) สร้างข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ข้อสอบแต่ละข้อถามเกี่ยวกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ทั่วไป โดยกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้ โดยเป็นลักษณะบทความเชิงวิทยาศาสตร์ รูปภาพ หรือคำอธิบายประกอบภาพเพื่อเพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหานั้น ซึ่งนำไปสู่ข้อ

คำถามนักเรียนต้องเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อคือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิด หรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อให้ 0 คะแนน

4) นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบภาษา และความครอบคลุมรูปแบบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 แบบ แล้วนำไปแก้ไขปรับปรุง จากนั้นนำแบบวัดไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ตรวจพิจารณาความครอบคลุมรูปแบบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 แบบ ลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ตัวลวง ตลอดจนความชัดเจนของภาษาแล้วนำมาแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ จากนั้นพิจารณาข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ทรงคุณวุฒิ มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 (Revinelli and Hambleton, 1977 อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552: 239) โดยผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาพบว่า ข้อสอบทั้ง 15 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ระหว่าง 0.67-1 ทั้งนี้นีผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสรุปได้ดังนี้

(1) ปรับแก้ข้อมูลในสถานการณ์ที่ 1 เรื่องการปลูกกุหลาบ โดยตัดข้อมูลส่วนที่ระบุว่า “กุหลาบชอบเจริญในดินที่มีความพรุน” ออกและควรมาตั้งเป็นข้อคำถามในการสรุป

(2) ปรับข้อมูลในสถานการณ์ที่ 5 โดยควรทำให้กราฟแสดงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และอุณหภูมิมาอยู่ในกราฟเดียวกัน หรือแสดงให้เห็นว่าการทดลองดังกล่าวมีผู้วิจัยเป็นคนเดียวกัน เพื่อความชัดเจนในการสรุปข้อมูลในข้อคำถาม

(3) ปรับตัวเลือกในข้อที่ 2 ควรปรับตัวเลือกที่ถูกต้องว่า “แบคทีเรียที่ใช้น้ำตาลและสร้างกรดได้” เพื่อความชัดเจน

5) นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2557 กับนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำผลที่ได้มาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัด

6) พิจารณาผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดและคุณภาพข้อสอบรายข้อแล้วทำการเลือกข้อสอบเพื่อสร้างเป็นแบบวัด โดยเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายที่อยู่ในช่วง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยจากและแก้ไขปรับปรุงข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกไม่เป็นไปตามเกณฑ์ โดยปรับข้อคำถามและตัวลวงให้เหมาะสม

7) นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว จำนวน 50 ข้อ ไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนกลุ่มใหม่ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน แล้วนำผลที่ได้มาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัดโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์แบบสอบเพื่อหาความเที่ยง โดยเลือกใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

โดยจากผลการทดลองใช้เครื่องมือพบว่าแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ทดลองกับนักเรียนชั้นม.6 โรงเรียนปทุมคงคาแบบวัดมีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.42-0.60 และค่าอำนาจจำแนกมีค่า 0.43-0.57 และพบว่าแบบวัดฉบับนี้มีค่ามีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.85

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.1 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท มีขั้นตอนดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพดังนี้

1) ศึกษาเอกสาร ตำรา วารสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสถานการณ์สองบทบาท และทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์สองบทบาทและวิธีการสอนชีววิทยาแบบทั่วไปซึ่งได้รายละเอียดดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทกับวิธีการสอนชีววิทยาแบบทั่วไป

ลักษณะกิจกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นของรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท	ลักษณะกิจกรรมที่เกิดขึ้นในวิธีการสอนชีววิทยาแบบทั่วไป
ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบคุณลักษณะของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Examining the Attributes of Science Concept) วิเคราะห์คุณลักษณะของมโนทัศน์และชุดความคิดที่จำเป็นสำหรับการเกิดการสร้างมโนทัศน์ **ขั้นที่ 2** ตรวจสอบมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนวิทยาศาสตร์ (Probing Student's Misconceptions of Scientific Concepts) ระบุมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน **ขั้นที่ 3** วิเคราะห์ชุดความคิดที่นักเรียนขาด (Analyzing which Mental Sets that Students Lack) วิเคราะห์ชุดความคิดที่นักเรียนขาดอยู่ เพื่อออกแบบสถานการณ์สองบทบาท **ขั้นที่ 4** ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท (Designing Dual Situated Learning Events) รวบรวมข้อมูลจากขั้น 1-3 เพื่อเตรียมออกแบบสถานการณ์สองบทบาท	● ครูทำการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ ตามมาตรฐาน และตัวชี้วัด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลักษณะกิจกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นของรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท	ลักษณะกิจกรรมที่เกิดขึ้นในวิธีการสอนชีววิทยาแบบทั่วไป
ขั้นที่ 5 จัดการสอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท (Instruction with Dual-Situated Learning Events) **5.1 ขั้นสร้างความขัดแย้งทางความคิด** ● **ครูจัดสถานการณ์การเรียนรู้ที่นำเอาข้อมูลของ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่รวบรวมและวิเคราะห์แล้วมาเป็นหนึ่งในองค์ประกอบของสถานการณ์เพื่อทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิด** ● กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคาดคะเนผลของสถานการณ์ที่ครูนำเสนอ พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบการคาดคะเนก่อนทำการศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดการทำกิจกรรมในขั้นตอนต่อไป 5.2.ขั้นการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ ● ครูจัดสถานการณ์การเรียนรู้ที่ในสถานการณ์ประกอบด้วยข้อมูลของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องนั้นและต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์หลักหรือมโนทัศน์พื้นฐานที่จะช่วยให้นักเรียนนั้นสามารถเกิดการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ได้ โดยสถานการณ์อาจใช้ประกอบกับการใช้คำถาม การใช้ผังกราฟฟิก(Graphic Organizer) การใช้รูปภาพ (Illustrations) แอนนิเมชันจำลองปรากฏการณ์ การทดลอง การสาธิต การวิเคราะห์เปรียบเทียบ (Analogies) หรืออาจจัดสถานการณ์ กิจกรรมสืบสอบ	**ขั้นนำ** เป็นการกระตุ้นความสนใจหรือทบทวนและตรวจสอบความรู้ที่มีอยู่เดิมของนักเรียน โดยการนาสนทนา หรือใช้คาถาม เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนมีความพร้อมในการเรียน **ขั้นกิจกรรม** เป็นการให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูล สำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาข้อมูลจากครู เอกสาร หรือทำกิจกรรมการทดลอง

ลักษณะกิจกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นของรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท	ลักษณะกิจกรรมที่เกิดขึ้นในวิธีการสอนชีววิทยาแบบทั่วไป
• ครูกระตุ้นให้นักเรียนสังเกต และอธิบายผลของสถานการณ์ที่เกิดขึ้น แสดงเหตุผลประกอบในการอธิบายผล และกระตุ้นให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ต่างๆ จนนักเรียนสามารถเกิดการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ได้ • ครูกระตุ้นให้นักเรียนสรุปมโนทัศน์ที่นักเรียนเกิดการปรับเปลี่ยนแล้ว โดยเปรียบเทียบผลการคาดคะเนหรืออธิบายที่เกิดหลังจากเผชิญสถานการณ์กับก่อนเผชิญสถานการณ์ พร้อมทั้งแสดงความเห็นเกี่ยวกับความน่าเชื่อถือของผลการคาดคะเนของตนเองครูนำเสนอสถานการณ์ใหม่ที่ท้าทาย อาจมีลักษณะคล้ายคลึงกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่ครูเลือกนำมาใช้ในกิจกรรม **ขั้นที่ 6** จัดการสอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์ที่ท้าทาย(Instruction with Challenging Situated Learning Events) ครูกระตุ้นให้นักเรียนคาดคะเนผล หรืออธิบายสถานการณ์ใหม่ที่ท้าทายโดยในสถานการณ์ใหม่นี้เพื่อเป็นการตรวจสอบว่านักเรียนนั้นเกิดการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์แล้ว และเพื่อให้เกิดการประยุกต์ใช้มโนทัศน์ที่เกิดการปรับเปลี่ยนนี้ไปใช้กับสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกันได้	**ขั้นสรุป** เป็นการให้นักเรียนได้นาข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า มาอภิปรายร่วมกันกับครู เพื่อนาไปสู่ข้อสรุปเป็นความคิดสำคัญของบทเรียนและนาความคิดสำคัญดังกล่าวไปประยุกต์ใช้

2) คัดเลือกเนื้อหาที่จะใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งเหมาะสม

3) กำหนดเนื้อหา จำนวนคาบเรียน วัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน เพื่อจัดทำแผนระยะยาวสำหรับการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้ใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 8 แสดงสาระการเรียนรู้ และจำนวนคาบที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

แผนลำดับที่	สาระที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	จำนวนคาบ
1	ความสำคัญและองค์ประกอบของระบบหมุนเวียนเลือด	2
2	โครงสร้างและหน้าที่ของหัวใจ หลอดเลือด และเลือด	2
3	อัตราการไหล อัตราเร็ว และความดันเลือด	2
4	การไหลเวียนเลือดของคน	2
5	การให้เลือดและรับเลือด	2
	รวม	**10**

4) ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้รายวันตามจำนวนที่กำหนด จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนการรู้แบบคู่สถานการณ์ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้แก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ตรวจพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหาและกิจกรรมที่ใช้ว่าสามารถส่งเสริมให้เกิดมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ตรวจสอบความถูกต้องของสาระที่สอน ตลอดจนภาษาที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วจึงนำผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มทดลอง

2.2 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาแบบทั่วไป

ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาเช่นเดียวกับแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท เพียงแต่เป็นการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบสอบ

3. แผนการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยแบ่งการดำเนินการวิจัยออกเป็นสองระยะคือ ระยะที่ 1 ระยะดำเนินการก่อนการจัดการเรียนการสอน ซึ่งเป็นการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยแบ่งขั้นตอนในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์สองบทบาทซึ่งประกอบขั้นตอนทั้งหมด 4 ขั้นตอนคือ (1) ขั้นตรวจสอบลักษณะของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Examining the attributes of science concept) (2) ขั้นตรวจสอบมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน (Probing Student's Misconceptions of Scientific

Concepts) (3) ขั้นวิเคราะห์ชุดความคิดที่นักเรียนขาด (Analyzing which Mental Sets that Students Lack) (4) ออกแบบเหตุการณ์ของสถานการณ์การเรียนรู้แบบสองบทบาท (Designing Dual Situated Learning Events) และระยะที่ 2 คือระยะดำเนินการจัดการเรียนการสอน ซึ่งจะเป็นระยะที่สอดคล้องกับขั้นตอนที่ 5 และขั้นตอนที่ 6 ของรูปแบบการเรียนรู้ โดยขั้นที่ (5) จัดการสอนด้วยสถานการณ์การการเรียนรู้แบบสองบทบาท (Instruction with Dual-Situated Learning Events) (6) ขั้นจัดการสอนด้วยสถานการณ์ใหม่ที่ท้าทาย (Instruction with Challenging Situated Learning Events) ซึ่งมีรายละเอียดในการดำเนินงานดังนี้

ระยะที่ 1ระยะดำเนินการก่อนการจัดการเรียนการสอน

ในระยะนี้คือระยะที่ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนที่ 1 -4 ตามข้อกำหนดของรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท โดยข้อมูลที่สำคัญคือ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ดังนั้นก่อนที่ผู้วิจัยจะดำเนินการจัดการเรียนการสอน จึงได้มีการศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่สำคัญคือ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือด และมโนทัศน์พื้นฐานเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือด เพื่อนำข้อมูลมาประกอบในการออกแบบสถานการณ์การเรียนรู้แบบสองบทบาทต่อไปซึ่ง มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ศึกษาหลักสูตร หนังสือเรียน ทั้งในประเทศ และในต่างประเทศเพื่อวิเคราะห์มโนทัศน์พื้นฐานเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือด ตามขั้นตอนในการตรวจสอบลักษณะของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Examining the attributes of science concept)

2 ขั้นตรวจสอบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน (Probing Student's Misconceptions of Scientific Concepts) ทำการศึกษาหนังสือ เอกสาร งานวิจัยต่างประเทศเกี่ยวกับ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องระบบหมุนเวียนเลือด เพื่อกำหนดกรอบในการออกแบบข้อคำถามและตัวลวงในการสร้างแบบวัดมโนทัศน์

3) นำข้อมูลมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่ประมวลสรุปมาจากการศึกษาเอกสารมาออกแบบและสร้างแบบตรวจคำตอบ (Check list) เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในบริบทประเทศไทย โดยทำการแจกแบบสอบถามให้กับนักวิทยาศาสตร์ทางสาขาชีววิทยา และครูในโรงเรียนมัธยมศึกษา ที่ดำเนินการสอนในโรงเรียนที่มีความคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่าง และสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่ได้รับแบบตรวจคำตอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เพื่อรวบรวมข้อมูลในรายละเอียดเกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนที่ก่อให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในแต่ละมโนทัศน์ให้มากขึ้น โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาในการแจกแบบสอบถามดังนี้

(1) สำหรับนักวิทยาศาสตร์ทางสาขาชีววิทยาจะต้องสำเร็จการศึกษาในระดับดุษฎีบัณฑิต ทางสาขาชีววิทยา และมีประสบการณ์ในการทำงาน หรือเกี่ยวข้องกับการสอนเรื่องระบบหมุนเวียนเลือดจำนวน 1 ท่าน

(2) สำหรับครูต้องเป็นครูที่มีประสบการณ์ในการสอนเนื้อหาเรื่องระบบหมุนเวียนเลือดมาอย่างน้อยไม่น้อยกว่า 3 ปี และสอนอยู่ในบริบทที่ใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือสอนอยู่ในโรงเรียนมัธยมในเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร หรือมีบริบทของโรงเรียนที่ใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างคือเป็นโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่จำนวน 2 ท่าน

4) ดำเนินการส่งแบบตรวจคำตอบที่มีข้อมูลมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่ผู้วิจัยได้ติดต่อไว้แล้วซึ่งผู้วิจัยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญดังนี้ นักวิทยาศาสตร์ทางสาขาชีววิทยาจะต้องสำเร็จการศึกษาในระดับดุษฎีบัณฑิตทางสาขาชีววิทยา และมีประสบการณ์ในการทำงาน หรือเกี่ยวข้องกับการสอนเรื่องระบบหมุนเวียนเลือดจำนวน 1 ท่าน และครูระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่มีประสบการณ์ในการสอนเนื้อหาเรื่องระบบหมุนเวียนเลือดมาอย่างน้อยไม่น้อยกว่า 3 ปี และสอนอยู่ในบริบทที่ใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือสอนอยู่ในโรงเรียนมัธยมในเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร หรือมีบริบทของโรงเรียนที่ใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างคือเป็นโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่ จำนวน 2 ท่านเพื่อให้ผู้เชียวชาญได้ตรวจสอบข้อมูลมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและความเข้าใจของนักเรียนที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในแต่ละมโนทัศน์

5) ขั้นวิเคราะห์โครงสร้างทางความคิดที่นักเรียนยังไม่มี (Analyzing which Mental Sets that Students Lack) ดำเนินการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่ตอบแบบตรวจคำตอบทั้ง 3 ท่าน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความละเอียดมากขึ้น โดยรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ความเข้าใจของนักเรียนที่ก่อให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ที่ผู้เชี่ยวชาญพบเพิ่มเติมจากที่ผู้วิจัยได้รวบรวมไว้ รวมทั้งให้ผู้เชียวชาญระบุมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่พบได้บ่อยในบริบทของนักเรียนไทย

ซึ่งจาการตอบแบบตรวจคำตอบและการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญพบว่ามโนทัศน์ที่คาดเคลื่อนเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือด มีทั้งหมด 13 มโนทัศน์ดังนี้

(1) หลอดเลือดอาร์เทอร์รี คือหลอดเลือดที่ลำเลียงเลือดที่มีออกซิเจนสูง ในขณะที่หลอดเลือดเวนคือหลอดเลือดที่ลำเลียงเลือดที่มีออกซิเจนต่ำ

(2) ผนังหลอดเลือดอาร์เทอรีมีความหนาและความยืดหยุ่นเพื่อช่วยรักษาความดันเลือดให้มีค่าสูงตลอดเวลา และช่วยในการสูบฉีดเลือดในสภาพที่มีความดันเลือดสูง

(3) หลอดเลือดเวนมีความดันเลือดต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับหลอดเลือดอื่นๆ เพราะผนังหลอดเลือดเวนบางที่สุด และเป็นผลมาจากแรงโน้มถ่วงของโลก

(4) หลอดเลือดฝอยเป็นหลอดเลือดที่มีขนาดเล็กกว่าหลอดเลือดเวน ค่าความดันเลือดจึงสูงกว่าหลอดเลือดเวน

(5) อัตราการไหลของเลือดในหลอดเลือดฝอยมีค่าน้อยที่สุดเพราะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กที่สุดและอยู่ห่างจากหัวใจ

(6) ค่าความดันเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดการแพร่ของแก๊ส และสารอื่นที่บริเวณหลอดเลือดฝอย โดยเมื่อหลอดเลือดฝอยมีความดันมากขึ้นจะส่งผลให้เกิดการสะสมคาร์บอนไดออกไซด์ภายในในเซลล์มากขึ้น เกิดการแพร่ของแก๊สออกซิเจนได้มากขึ้น และทำให้เซลล์ได้รับสารต่างๆจากภายในเลือด

(7) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนคือ ในพลาสมาจะไม่พบ ไขมัน (Fat) วิตามิน และกรดยูริก ความเข้าใจของนักเรียนที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนี้คือ นักเรียนมักจะเข้าใจว่าในพลาสมาประกอบไปด้วยน้ำ น้ำตาลกลูโคส สารอาหารที่ดูดซึม และแก๊ส

(8) ซีรัม (Serum) คือส่วนที่รวบรวมได้จากพลาสมาของม้าที่มีสารอาหารที่จำเป็นสำหรับผู้ป่วยความเข้าใจของนักเรียนที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนี้คือ นักเรียนมักจะนำความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทำ Serum ในเรื่องภูมิคุ้มกันแบบรับมา (Passive Immunization) มาใช้อธิบาย

(9) รูปร่างของเม็ดเลือดแดงมีส่วนช่วยในการยึดเกาะของฮีโมโกลบินสามารถเกิดการติดต่อกับเซลล์ได้มากขึ้น

(10) ในระบบหมุนเวียนเลือดผ่านร่างกาย (Systemic Circulation) ปริมาณของเลือดในหลอดเลือดอาร์เทอรี หลอดเลือดฝอย และหลอดเลือดเวนมีปริมาตรเท่ากัน

(11) การที่เกิดการรับเลือดมาแล้วเกิดการตกตะกอนเนื่องจากปฏิกิริยาของแอนติเจนบนผิวเม็ดเลือดแดงที่ไม่ตรงกัน

(12) น้ำเหลืองเป็นของเหลวที่อยู่รอบเซลล์ พบว่ามีสารต่างเหมือนกับในพลาสมาช่วยในการแลกเปลี่ยนสารระหว่างเลือดและเซลล์

(13) สัตว์ที่มีระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดจะพบเฉพาะแค่หลอดเลือด ส่วนของเหลวที่ใช้ในการลำเลียงสารคือน้ำเหลือง

6) ขั้นออกแบบสถานการณ์สองบทบาท (Designing Dual Situated Learning Events) ดำเนินการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อกำหนดแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทโดยในแต่ละสถานการณ์จะต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิดและสามารถใช้สถานการณ์ที่นักเรียนเผชิญอยู่นั้นในการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้

ระยะที่ 2 ระยะดำเนินการจัดการเรียนการสอนด้วยสถานการณ์สองบทบาท เป็นการดำเนินงานตามขั้นตอนที่ 5 และ 6 ของรูปแบบการเรียนรู้ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5) ขั้นจัดการสอนด้วยสถานการณ์การเรียนรู้ (Instruction with Dual-Situated Learning Events) เป็นขั้นตอนที่มีการจัดสถานการณ์ที่ได้ออกแบบไว้แล้วในขั้นตอนที่ 4 และให้นักเรียนได้เผชิญสถานการณ์ ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิด และเป็นการช่วยให้นักเรียนเกิดการตั้งสมมติฐาน โดยให้นักเรียนอธิบายข้อสมมติฐานที่ตนเองคิดทุกครั้งที่มีการเผชิญสถานการณ์ ซึ่งสถานการณ์นี้อาจเป็นภาพ ข่าวสารสนเทศ การทดลอง หรืออื่นๆตามบริบทของมโนทัศน์ หลังจากที่นักเรียนได้เผชิญสถานการณ์แล้วใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลทั้งหมดและสรุปเป็นมโนทัศน์โดยต้องมีการอธิบายอย่างเป็นเหตุและผล โดยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทกับกลุ่มทดลอง และดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาแบบทั่วไปกับกลุ่มควบคุม โดยใช้เวลาในการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทั้งสิ้น 10 คาบๆ ละ 50 นาที

6) ขั้นจัดการสอนด้วยสถานการณ์ใหม่ที่ท้าทาย (Instruction with Challenging Situated Learning Events) เป็นขั้นตอนที่นำเสนอสถานการณ์ใหม่ที่มีความคล้ายคลึงกับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในขั้นตอนที่ 5 เพื่อเป็นการท้าทายให้นักเรียนอธิบายสถานการณ์ดังกล่าว และเป็นการตรวจสอบด้วยว่านักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ได้แล้ว

ในการดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท กับกลุ่มทดลอง และดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาแบบปกติกับกลุ่มควบคุม โดยใช้เวลาในการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบทั้งสิ้น 10 คาบๆ ละ 50 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. ขั้นเก็บรวมรวมข้อมูล

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง ผู้วิจัยทดสอบก่อนการเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ใช้เวลา 50 นาที ในสัปดาห์แรกก่อนทำการทดลอง

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง หลังจากดำเนินการสอนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยทดสอบหลังการเรียนกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้เวลา50 นาที และทดสอบด้วยแบบวัดมโนทัศน์

เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายเรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด หลังเรียนเฉพาะนักเรียนกลุ่มทดลองฉบับเดิม โดยใช้เวลา 50 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ทำการวิเคราะห์โดยใช้สถิติ ดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละของค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนหลังเรียนของมโนทัศน์ชีววิทยาเรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย และนำมาเทียบกับเกณฑ์ตามแนวทางการประเมินผลของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2552:18) ดังนี้

ร้อยละ 80 ขึ้นไป	มีคะแนนอยู่ในระดับ	ดีมาก
ร้อยละ 70-79	มีคะแนนอยู่ในระดับ	ดี
ร้อยละ 60-69	มีคะแนนอยู่ในระดับ	พอใช้
ร้อยละ 50-59	มีคะแนนอยู่ในระดับ	ผ่านเกณฑ์

2. หาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละของค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนมโนทัศน์ชีววิทยาเรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยสถิติค่าที (Independent t-test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ (α) ที่ระดับ .05

3. หาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละของค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองด้วยสถิติทดสอบที (Dependent t-test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ (α) ที่ระดับ .05

4. หาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละของค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยสถิติทดสอบที (Independent t-test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ (α) ที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกายและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มัธยมศึกษาตอนปลาย ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งวัตถุประสงค์การวิจัยไว้ 4 ข้อดังนี้คือ

1.เพื่อศึกษามโนทัศน์หลังเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท

2. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์หลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท กับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป

3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท

4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท กับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ครั้งนี้จะขอแบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์ชีววิทยาเรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกาย

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์ชีววิทยาเรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

มโนทัศน์ชีววิทยาเรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกาย ของนักเรียนพิจารณาจากผลการวัดด้วยแบบวัดมโนทัศน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

แบบวัดมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายมีลักษณะเป็นแบบวัดแบบปรนัย สองตอน 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ คิดเป็น 15 คะแนนโดยทำการทดสอบหลังเรียน จากนั้นนำคะแนนมาวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1

1) นำคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายหลังเรียนของกลุ่มทดลองมาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 70 (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา,2552:18) ได้ผลแสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนมโนทัศน์เรื่อง เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สถานการณ์สองบทบาท ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n = 40)

มโนทัศน์เรื่อง	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ		
		ค่าเฉลี่ย	S.D.	ร้อยละของค่าเฉลี่ย
การรักษาดุลยภาพของร่างกาย	15	10.05	1.26	67.00

จากตารางที่ 9 พบว่าหลังจากที่นักเรียนได้เรียนด้วยรูปแบบสถานการณ์สองบทบาท นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์การรักษาดุลยภาพของร่างกาย คิดเป็นร้อยละ 67.00 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับพอใช้ซึ่งน้อยกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ร้อยละ 70 ซึ่งหมายถึงระดับดี

2) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์มโนทัศน์หลังเรียนเรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกายหลังเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทกับกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป ได้ผลแสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t) ของคะแนนมโนทัศน์เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกาย หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลอง (n = 40) และกลุ่มควบคุม (n=37)

มโนทัศน์เรื่อง	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ				ค่า t
		กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		
		ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.	
การรักษาดุลยภาพของร่างกาย	15	10.05	1.26	8.94	1.15	3.85*

*P < 0.05

จากตารางที่ 10 พบว่าเมื่อวัดมโนทัศน์ชีววิทยาเรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายหลังเรียนของกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.05 คะแนนซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปที่ได้ 8.94 คะแนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พิจารณาจากผลการวัดด้วยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นแบบวัดที่ประกอบด้วยสถานการณ์ทั้งหมด 5 สถานการณ์โดยเป็นสถานการณ์ที่เป็นเนื้อหาวิทยาศาสตร์ทั่วไป และสถานการณ์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม โดยในแต่ละสถานการณ์จะมีคำถามย่อยสถานการณ์ละ 3 คำถาม โดยในส่วนของคำถามนั้นจะเป็นลักษณะแบบวัด แบบปรนัยตอนเดียว 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ คิดเป็น 15 คะแนนโดยทำการทดสอบหลังเรียน จากนั้นนำคะแนนมาวิเคราะห์ดังนี้

1) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทก่อนเรียนและหลังเรียน โดยได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนเรียน และหลังเรียน

ความสามารถที่วัด	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ				ค่า t
		ก่อนทดลอง		หลังทดลอง		
		ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.	
ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	15	5.20	1.98	6.40	2.13	-5.73*

*P < 0.05

จากตารางที่ 11 พบว่าเมื่อค่าของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์สองบทบาทก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5.20 คะแนน แต่เมื่อนักเรียนกลุ่มนี้ได้เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทและทำการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.40 คะแนนซึ่งมีคะแนนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป ดังแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตารางที่ 11

ตารางที่ 12 แสดงค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมหลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท

ความสามารถที่วัด	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ				ค่า t
		กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		
		ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.	
ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	15	6.40	2.13	5.38	2.27	2.17*

*P < 0.05

จากตารางที่ 12 พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.40 คะแนน ส่วนคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปพบว่ามีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.38 คะแนน ซึ่งพบว่าคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทมีค่าสูงกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองเพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนที่รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยาเรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปทุมคงคา กรุงเทพมหานคร ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 77 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่เรียนชีววิทยาด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบสถานการณ์สองบทบาท จำนวน 40 คนและกลุ่มควบคุมที่เรียนชีววิทยาด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีสอนแบบทั่วไป จานวน 37 คน เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในการวิจัยครั้งนี้ คือ 10 คาบ มีการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลองด้วยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลองด้วยแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาเรื่องการรักษาดุลยภาพ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละของค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบที (t-test)

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มุ่งศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนที่รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยาเรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งจากการวิจัยได้ผลการวิจัยดังนี้

1) นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทจะมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายหลังเรียนเท่ากับ ร้อยละ 67.00 ซึ่งอยู่ในระดับพอใช้ โดยได้น้อยกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ร้อยละ 70

2) นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4) กลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การอภิปรายผล

จากผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่าการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทสามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบดังกล่าวยังส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งมีการอภิปรายผลการทดลองเป็น 3 ประเด็น คือ 1) มโนทัศน์ชีววิทยาเรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย 2) ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1. มโนทัศน์ชีววิทยาเรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย

จากผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทมีค่าเฉลี่ยมโนทัศน์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปซึ่งเป็นไปตามสมตติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ซึ่งสามารถอภิปรายผลได้ 3 ประเด็นดังนี้

ประเด็นที่ 1 คือ ในขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทมีขั้นตอนในการเตรียมการสำหรับการดำเนินการสอนอย่างชัดเจน กล่าวคือ มีการดำเนินการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์อย่างเป็นระบบช ทั้งข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของมโนทัศน์เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และข้อมูลเกี่ยวกับชุดความคิด (Mental Set) ที่จำเป็นสำหรับการสร้างมโนทัศน์ ทำให้การดำเนินการในขั้นดำเนินการสอนมีความชัดเจน และตรงกับบริบทของนักเรียนมากขึ้น ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่ามีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน 13 มโนทัศน์ โดยในที่นี้จะขอยกตัวอย่างมโนทัศน์เกี่ยวกับอัตราการไหล อัตราเร็ว และความดันเลือด เพื่อประกอบการอภิปรายดังนี้

จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญพบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนคือ “อัตราการไหลของเลือดในหลอดเลือดฝอยมีค่าน้อยที่สุดเพราะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กที่สุด อยู่ไกลหัวใจ” และ “หลอดเลือดเวนมีความดันเลือดต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับหลอดเลือดอื่นๆเพราะผนังหลอดเลือดเวนบางที่สุด และเป็นผลมาจากแรงโน้มถ่วงของโลก” และเมื่อทำการวิเคราะห์ชุดความคิด (Mental Set) ที่มีความจำเป็นสำหรับการเกิดการสร้างมโนทัศน์ดังกล่าวพบว่าชุดความคิดที่สำคัญสำหรับการสร้างมโนทัศน์เกี่ยวกับอัตราการไหลคือคือ 1) ขนาดพื้นที่หน้าตัดของหลอดที่มีผลต่ออัตราการไหล 2) ความยาวของหลอด ส่วนชุดความคิดที่สำคัญในการสร้างมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องความดันคือ 1) แรงดันของของเหลว 2) ขนาดพื้นที่หน้าตัดของหลอด 3) ความยาวของหลอด จากการดำเนินการในสองขั้นตอนนี้ทำให้มีข้อมูลในการออกแบบวิธีการในการจัดสถานการณ์การรเยนรู้แบบสองบทบาทได้ชัดเจนขึ้นว่าในการสร้างมโนทัศน์เพื่อปรับมโนทัศน์ในเรื่องอัตราการไหล นักเรียนต้องการชุดความคิดที่สำคัญในการสร้างมโนทัศน์คือเรื่องของขนาดพื้นที่หน้าตัดของหลอด และความยาวของหลอด ส่วนในเรื่องความดันนักเรียนต้องการชุดความคิดในเรื่องแรงดันของของเหลว ขนาดพื้นที่หน้าตัดของหลอด และความยาวของหลอด จึงจะเกิดการสร้างมโนทัศน์ได้ตรงตามบริบทของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Posner และคณะ (1982: 214-218) ที่ได้เสนอไว้ว่าการที่นักเรียนจะเกิดการปรับมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้ต้องอาศัยความชัดเจนของมโนทัศน์ที่จะสอน และมโนทัศน์ที่จะสอนนั้นจะต้องสอดคล้องกับกับหลักความเชื่อ

และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับทฤษฎีหรือความรู้อื่น สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน

ประเด็นที่ 2 คือ ลักษณะขั้นตอนในการดำเนินการสอนของรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท มีส่วนช่วยพัฒนากระบวนการสร้างมโนทัศน์ของนักเรียนได้ชัดเจน กล่าวคือ ในขั้นตอนการดำเนินการของรูปแบบการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 5 คือการจัดการสอนด้วยเหตุการณ์การเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท ซึ่งในขั้นดำเนินการในสองขั้นนี้จะเป็นขั้นที่นักเรียนจะเผชิญกับเหตุการณ์ของสถานการณ์การเรียนรู้ที่ครูออกแบบขึ้น ซึ่งสถานการณ์การเรียนรู้ที่กำหนดขึ้นในแต่ละสถานการณ์นั้นจะมีสองบทบาทคือ ต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิด และบทบาทที่สอง คือต้องช่วยให้ชุดความคิดที่จำเป็นที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนสามารถเกิดการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ได้ ตัวอย่างจากการดำเนินการในครั้งนี้ ได้มีการจัดสถานการณ์จำลองการไหลของเลือดในหลอดเลือดต่าง ๆ โดยได้มีการกำหนดเหตุการณ์ย่อย 3 เหตุการณ์คือ ศึกษาอัตราการไหลของของเหลวจากแก้วที่ต่อกับท่อที่มีพื้นที่หน้าตัดขนาดต่างกัน 3 ขนาดคือขนาดเล็ก ขนาดใหญ่ และหลอดที่มีการแตกแขนง ซึ่งเมื่อนักเรียนได้พบกับเหตุการณ์ และมีการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคาดคะเนว่าเมื่อเทของเหลวลงในแก้วด้วยปริมาตรที่เท่ากัน ของเหลวในแก้วใดจะไหลออกมาได้ในเวลาที่น้อยที่สุด เพราะเหตุใด นักเรียนเริ่มเกิดความขัดแย้งทางความคิดว่าในแก้วใดที่ของเหลวจะไหลโดยใช้เสลาน้อยที่สุด โดยเฉพาะในเหตุการณ์ที่มีหลอดที่แตกแขนง และหลอดขนาดเล็กที่ไม่แตกแขนง ซึ่งความขัดแย้งที่เกิดขึ้นนี้จะยิ่งกระตุ้นให้นักเรียนพยายามค้นหาคำตอบผ่านการดำเนินกิจกรรม ซึ่งเป็นบทบาทที่ 1 ตามรูปแบบการเรียนรู้ นอกจากนี้เมื่อนักเรียนได้ศึกษา สังเกต และปฏิบัติการแล้วนักเรียนจะพบว่าขนาดพื้นที่หน้าตัดมีความสัมพันธ์กับอัตราการไหล โดยหลอดที่มีพื้นที่หน้าตัดรวมมากที่สุดจะไหลโดยใช้เวลามากที่สุด ซึ่งหลอดที่พื้นที่หน้าตัดรวมมากที่สุดในเหตุการณ์คือหลอดขนาดเล็กที่มีการแตกแขนง ซึ่งเมื่อนักเรียนศึกษาแล้วก็จะทำให้นักเรียนได้รับชุดความคิดว่า พื้นที่หน้าตัดของหลอดมีผลต่ออัตราการไหล ซึ่งเป็นบทบาทที่ 2

หากวิเคราะห์ลักษณะการดำเนินการตามรูปแบบการเรียนรู้พบว่า เมื่อพิจารณาตามแนวทาง Kuhn (1970) ที่เสนอแนวคิดว่าเมื่อมีการศึกษาและพบปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อนจนไม่สามารถใช้ความรู้เดิมที่มีในแก้ปัญหานั้นได้จะส่งผลให้เกิดการปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์จนเกิดเป็นกระบวนทัศน์ใหม่ขึ้นในที่สุดและ Posner และคณะ (1982: 214-218) ที่กล่าวว่าการเกิดการปรับเปลี่ยนมโนทัศนีที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ต้องกระตุ้นให้เกิดความไม่พอใจในมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่ (Dissatisfaction) จึงจะทำให้เกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) และเกิดเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องในลำดับต่อไป

ประเด็นที่ 3 ที่ทำให้คะแนนมโนทัศน์ของกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติเพราะ ในขั้นตอน 6 ของรูปแบบการเรียนรู้มีการจัดการสอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์ที่ท้าทาย เพื่อเป็นการตรวจสอบว่านักเรียนเกิดการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องแล้วหรือไม่ โดยการให้นักเรียนอธิบายสถานการณ์ที่มีความคล้ายคลึงกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของ

นักเรียนในเรื่องนั้น ยกตัวอย่างเช่นในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ได้มีการยกตัวอย่างสถานการณ์ใหม่ คือ ยกตัวอย่างของภาวะหัวใจวายที่เกิดจากไขมันอุดตันในหลอดเลือด โดยให้นักเรียนคิดและอธิบายว่าเพราะเหตุใดการเกิดไขมันอุดตันในหลอดเลือดจึงส่งผลให้เกิดหัวใจวายได้ ซึ่งหากนักเรียนเกิดการสร้างมโนทัศน์ที่ถูกต้องแล้วนักเรียนจะต้องสามารถระบุไดว่าเพราะอัตราการไหลของหลอดเลือดในหลอดเลือดที่นำเลือดมาเลี้ยงหัวใจมีค่าลดลง เพราะขนาดพื้นที่หน้าตัดของหลอดเลือดมีขนาดเล็กลงเนื่องมาจากเกิดการสะสมของไขมันที่ผนัง จึงทำให้หัวใจได้รับเลือดลงลดจนกล้ามเนื้อหัวใจไม่สามารถทำงานเป็นปกติได้ ซึ่งการอธิบายของนักเรียนจะเป็นการตรวจสอบว่านักเรียนเกิดการสร้างมดฯทัศน์ที่ถูกต้องแล้วหรือไม่ ซึ่ง Joyce and Weil (1980: 29-30) ก็ได้มีการกล่าวถึงการตรวจสอบมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นว่าเป็นขั้นตอนหนึ่งของการเกิดการสร้างมโนทัศน์ โดยได้เสนอว่า เมื่อนักเรียนเกิดการสร้างมโนทัศน์แล้วจำเป็นต้องมีการตรวจสอบมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้นซึ่งอาจใช้การตรวจสอบลักษณะของสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ว่าสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่ได้สร้าง ซึ่งจะเป็นการยืนยันว่านักเรียนเกิดการสร้างมโนทัศน์นั้นแล้ว

แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในประเด็นของค่าคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์หลังเรียนของกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทพบว่ามีค่าคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์อยู่ที่ร้อยละ 67.00 อยู่ในระดับพอใช้โดยได้น้อยกว่ากว่าเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ที่ร้อยละ 70.00 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมตฐานการวิจัยในข้อที่ 1 อย่างไรก็ดีหากพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนน O-NET วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัยศึกษาเขต 2 ซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับร้อยละ 30 ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้มีค่าคะแนนเฉลี่ยของมดนทัศน์ที่สูงกว่า ซึ่งการที่คะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์มีค่าได้ไม่ถึงร้อยละ 70 สามารถอภิปรายผลที่เกิดขึ้นได้ 2 ประเด็นคือ

ประเด็นที่ 1 คือ มโนทัศน์เรื่องระบบหมุนเวียนเลือดมีบางมโนทัศน์ที่เป็นมโนทัศน์ที่มีลักษณะความเป็นนามธรรม ทำให้นักเรียนทำความเข้าใจได้ยาก เช่นมโนทัศน์เรื่องอัตราเร็วของเลือด การลำเลียงเลือดผ่านระบบต่างๆในร่างกาย ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของนักการศึกษาหลายท่านที่กล่าวไว้ในลักษณะที่คล้ายคลึงกันคือ การจัดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องนั้นสามารถทำได้ยากเพราะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์เมื่อเกิดขึ้นแล้วยากต่อการเปลี่ยนในการสอนในชั้นเรียน เนื่องมาจากเหตุผลคือ มโนทัศน์ที่นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองนั้นเกิดมาจากประสบการณ์ที่พบในชีวิตประจำวัน และการทำความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์เชิงนามธรรม (Abstract Concept) ของนักเรียนกระทำได้ยาก (Osborne and Gilbert, 1980; Osborne and Cosgrove, 1983; Carey 1986 อ้างถึงใน She, 2002: 981)

ประเด็นที่ 2 คือ ระยะเวลาในการวิจัยในครั้งนี้อาจยังไม่เพียงพอที่จะทำให้นักเรียนเกิดการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ได้ จากที่กล่าวมาแล้วว่ามโนทัศน์เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด เป็นมโนทัศนีที่มีความซับซ้อน และต้องอาศัยมดนทัศน์พื้นฐานหลายมโนทัศน์ ซึ่งในการดำเนินการเรียนการสอนนั้น ด้วยการดำเนินการในระยะเวลาอันสั้นจึงยังไม่เพียงพอให้เกิดการสร้างมโนทัศน์ได้ นอกจากนี้จากการวิจัยที่ผ่านมาที่มีการนำรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณีสองบทบาทไปใช้และสามารถพัฒนามโนทัศน์ของนักเรียนได้นั้นพบว่า ในการดำเนินงานจัดการเรียนการสอนนั้นมักจะดำเนินการในกรอบระยะเวลาประมาณ 8 สัปดาห์หรือ 2 เดือนดังเช่น She (2002a) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท ผ่านการจัดการเรียนรู้บนเว็บที่

ส่งผลต่อการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning) และการเปลี่ยนมโนทัศน์ (Conceptual change) เกี่ยวกับเรื่องอะตอมซึ่งทำวิจัยด้วยรูปแบบ Two group posttest design ทำการเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 2 เดือนพบว่าสามารถพัฒนามโนทัศน์ของนักเรียนได้ นอกจากนี้ในการวิจัยของ She (2009) และ Hamzah and Mdzian (2010) ก็ได้ทำการศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท และสามารถพัฒนามโนทัศน์ของนักเรียนได้ ก็พบว่ามีการดำเนินการทำการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 8 เช่นกัน

2. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์สองบทบาทนั้นช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้โดยในกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทพบว่ามีค่าเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนชีววิทยาแบบทั่วไปก็พบว่ามีค่าสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นตามสมติฐานการทดลองข้อที่ 3 และ 4 ซึ่งสามารถอภิปรายได้ดังนี้

ลักษณะของกิจกรรมในรูปแบบการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 5 คือขั้นจัดการสอนด้วยสถานการณ์การเรียนรู้แบบสองบทบาท เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม มีการอธิบายและสร้างข้อสรุปด้วยตนเองอย่างมีเหตุผลในทุกขั้นตอน โดยนักเรียนต้องมีการคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้นก่อนที่นักเรียนจะเผชิญสถานการณ์ และในขณะที่นักเรียนเผชิญสถานการณ์ก็มีการอธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างเป็นเหตุผล เพื่อสร้างข้อสรุป นอกจากนี้ยังพบว่าในขั้นตอนที่ (6) ขั้นจัดการสอนด้วยสถานการณ์ใหม่ที่ท้าทาย เป็นการนำเสนอสถานการณ์ใหม่ที่มีความท้าทาย และเปิดโอกาสให้นักเรียนคาดคะเนเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น ดังตัวอย่างช่น ในการศึกษาเพื่อแก้ไขมโนทัศนเรื่องอัตราการไหล อัตราเร็ว และความดันเลือด โดยได้มีการกำหนดเหตุการณ์ย่อย 3 เหตุการณ์คือ ศึกษาอัตราการไหลของของเหลวจากแก้วที่ต่อกับท่อที่มีพื้นที่หน้าตัดขนาดต่างกัน 3 ขนาดคือขนาดเล็ก ขนาดใหญ่ และหลอดขนาดเล็กที่มีการแตกแขนง โดยก่อนที่นักเรียนจะมีการดำเนินการทดอลงในสถานการณีนั้น นักเรียนต้องร่วมกันคาดคะเนผลที่เกิดขึ้น พร้อมต้องระบุด้วยว่าปัจจัยใดในแต่ละเหตุการณ์ที่ส่งผลต่อการไหลของของเหลวในแก้ว โดยในระหว่างศึกษานักเรียนต้องมีการบันทึกผลต่าง ๆ มีการวิเคราะห์ข้อมูลและตีความหมายจากตารางบันทึกผลของนักเรียน และหลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาและทำกิจกรรมเสร็จนักเรียนต้องอธิบายว่าผลที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับการคะเนของนักเรียนหรือไม่ และถ้าไม่สอดคล้องนักเรียนคิดว่าเป็นเพราะปัจจัยใดบ้าง และนักเรียนจะสรุปผลที่เกิดขึ้นนี้ได้ว่าอย่างไร ประกอบกับในขั้นตอนที่ 6 ของรูปแบบการเรียนรู้มีการจัดสถาการณ์ใหม่ที่ท้าทาย โดยเมื่อนักเรียนพบสถานการณ์ใหม่คือ ภาวะหัวใจวายจากการเกิดไขมันอุดตันในหลอดเลือด นักเรียนก็ยังคง

ต้องอธิบายว่าภาวะดังกล่าวเกิดขึ้นมาได้เพราะมีปัจจัยใดเป็นปัจจัยที่สคัญ และนักเรียนคาดการณ์ความรุนแรงของอาการที่เกิดขึ้นได้ว่าอย่างไร ซึ่งจะพบว่าลักษณะการดำเนินการสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ Joyce and Weil (1996: 149-159) ได้กล่าวถึงว่าการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ว่าต้องต้องเริ่มจากการสร้างมโนทัศน์ (Concept Formation) แล้วจึงเกิดการตีความหมายข้อมูลและสรุป (Interpretation of Data) หลังจากนั้นนำข้อสรุปที่ได้ไปประยุกต์ใช้ (Application of Principles) นอกจากนี้หากวิเคราะห์องค์ประกอบในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามกรอบกรอบของการประเมินของ PISA 2006 (อ้างถึงในสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551: 11-13, 110-111) ก็ได้มีการระบุว่าการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการรู้ว่าจะต้องใช้ประจักษ์พยานจากข้อมูล มีการแสดงหลักฐานใดจากการค้นคว้า มีการสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล บนพื้นฐานของประจักษ์พยาน ข้อมูล หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่ มีการสื่อสารข้อสรุป และมีการนำข้อสรุปหรือมโนทัศน์ (Concept) นั้น ๆ ไปใช้ได้ในสถานการณ์ที่กำหนดให้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

จากผลการนำรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทไปทดลองใช้ในการจัดการเรียนการสอนชีววิทยา เพื่อพัฒนามโนทัศน์ชีววิทยาเรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสาหรับการนาผลการวิจัยไปใช้และการวิจัยในครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสาหรับการนาผลการวิจัยไปใช้

การจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาได้ ทั้งนี้เพราะด้วยขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้มีการดำเนินงานที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งครูควรทำความเข้าใจและเตรียมการในประเด็นต่อไปนี้

1.1. ก่อนดำเนินการรวบรวมข้อมูลมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนครูควรสำรวจว่าครูมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือไม่ เพราะจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญพบว่ามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนส่วนหนึ่งมาจากครู ส่วนหนึ่งมากจากครูอาจเกิดจากการสอนของครู

> *“ในการเรียนของเด็กไทยมีหลายเรื่องที่ครูจำเป็นต้องอธิบายและบางครั้งการอธิบายของครูบางครั้งก็อาจเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ หากครูไม่เข้าใจมโนทัศน์นั้นจริงหรือบางครั้งครูใช้คำศัพท์ที่เด็กเขาเข้าใจยาก”*
>
> ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1

1.2. ในขั้นการออกแบบสถานการณ์การเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทในบางมโนทัศน์อาจต้องมีการออกแบบสถานการณ์ให้มีสถานการณ์มากกว่าหนึ่งสถานการณ์ เพราะบางครั้งในการดำเนินการเรียนการสอนสถานการณ์เพียงสถานการณ์เดียวไม่พอที่จะทำให้นกเรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิด หรือไม่สามารถให้ชุดความคิดแก่นักเรียนอย่างเพียงพอจนสามารถนำมาสร้างเป็นมโนทัศน์ได้

1.3. ในการดำเนินการเรียนการสอนด้วยรู)แบบสถานการณ์สองบทบบาทครั้งนี้ได้ให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มเร่วมกันคิดและเขียนเพื่อคาดคะเนผลที่จะเกิดก่อนการทำกิจกรรม ซ ฺงพบว่าข้อมูลที่ได้มาอาจจะไม่ได้ตรงกับบริบทของนักเรียนแต่ละคน ดังนั้นเมื่อดำเนินการเรียนการสอนแล้วควรมีการให้นักเรียนทุกคนได้เขียน หรือแสดงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หรืออธิบายมโนทัศน์ที่นักเรียนเชื่อในครั้งแรกให้ครบทุกคน ซึ่งจะช่วยในการยืนยันได้ว่านักเรียนเกิดการปรับมโนทัศน์ได้จริง และยังสามารถรวบรวมเป็นข้อมูลมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการศึกษาในครั้งต่อไปได้

1.4 ในการดำเนินการสอนในครั้งนี้พบว่านักเรียนที่ไม่สามารถสร้างมโนทัศน์ได้สาเหตุหนึ่งมาจากการที่นักเรียนขาดความรู้พื้นฐานที่สำคัญสำหรับการทำความเข้าใจมโนทัศน์โดยเฉพาะมโนทัศน์ในเชิงทฤษฎี หรือนิยาม อาจต้องทำการสอนพื้นฐานความรู้ให้แก่นักเรียนก่อนเริ่ม

Chulalongkorn University

ดำเนินการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท หรืออาจมีการบูรณาการหรือวางโครงสร้างเนื้อหากับรายวิชาอื่น เพื่อให้นักเรียนสามารถมีมโนทัศน์พื้นฐานเพียงพอ

1.5. ในรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท ในขั้นตอนสุดท้ายต้องมีการจัดสถานการณ์ใหม่ที่ท้าทายเพื่อให้นักเรียนอธิบาย และเป็นการตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งจากการที่ผู้วิจัยได้ทดลองนำประเด็นของความผิดปกติในระบบหมุนเวียนเลือดที่สอดคล้อง หรือใกล้ตัวกับนักเรียน เช่น เป็นโรคหรือความผิดปกติที่อาจพบได้ในคนในครอบครัวของนักเรียน มาสร้างเป็นสถานการณ์จำลองพบว่านักเรียนให้ความสนใจและร่วมกันคาดคะเนผล และอภิปรายอย่างกว้างขวาง ทำให้นักเรียนเกิดการนำมโนทัศน์ที่สร้างขึนมาอธิบายได้อย่างเห็นภาพ ซึ่งอาจใช้เป็นแนวทางหนึ่งในการออกแบบลักษณะของสถานการณ์ในขั้นนี้ได้

1.6. ในการออกแบบแบบวัดมโนทัศน์ ควรนำข้อมูลมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หรือมโนทัศน์ทางเลือกอื่น ๆ ที่นักเรียนมีมาประกอบในการออกแบบโดยจากการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยนำข้อมูลดังกล่าวมาเป็นข้อมูลสำคัญในการออกแบบตัวลวง ซึ่งพบว่าสามารถเป็นอีกหนึ่งตัวชี้วัดที่มีประสิทธิภาพในการยืนยันว่านักเรียนในแต่ละคนเกิดการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ได้จริง นอกจากนี้ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการใช้แบบวัดเป็นแบบปรัยนัยสองตอน และเมื่อทำการสอบวัดมโนทัศน์โดยอนุญาตให้นักเรียนเขียนข้อความลงไปแบบทดสอบได้พบว่า มีนักเรียนบางคนที่เขียนแสดงเหตุผลที่ถูกต้องแต่ไม่มีในตัวเลือกในแบบวัด ซึ่งในครั้งต่อไปอาจมีการพัฒนาแบบวัดโดยอาจให้นักเรียนได้เขียนแสดงเหตุผลประกอบจะช่วยให้การวัดมโนทัศน์มีความตรงกับบริบทของรักเรียนมากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสาหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

จากการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยพบว่ามีบางประเด็นที่สามารถนำไปศึกษาต่อได้ในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไปดังมีรายละเอียดดังนี้

2.1. ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้พบว่าคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ของนักเรียนมีคะแนนอยู่ในระดับพอใช้ซึ่งน้อยกว่าเกณฑ์ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ในระดับดี ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าเหตุผลเรื่องระยะเวลาในการดำเนินการวิจัยมีผล ดังนั้นในการดำเนินการวิจัยในครั้งหน้าควรมีการศึกษาในเรื่องกรอบระยะเวลาว่าในการเกิดการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์นั้นควรใช้ระยะเวลาอย่างน้อยเท่าใดจึงจะเพียงพอให้นักเรียนเกิดการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ได้

2.3. ในการวิจัยในครั้งนี้เลือกศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยยาศาสตร์ในเชิงอุปนัย ซึ่งจากการดำเนินการที่ผ่านพบว่าในบางมโนทัศน์จำเป็นที่นักเรียนต้องมีความเข้าใจในทฤษฎี หรือหลักการเบื้อต้นก่อน ซึ่งจะมีความคล้ายคลึงกับการให้เหตุผลเชิงนิรนัย ในการวิจัยครั้งต่อไปจึงอาจศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงนิรนัยร่วมด้วย

รายการอ้างอิง

Akpinar. (2007). The Effect of Dual Situated Learning Model on Students' Understanding of Photosynthesis and Respiration Concept. *Journal of Baltic Science Education, 6*(3), 16-26.

American Association for The Advancement of Science. (2011). Project 2061. Retrieved July 26, 2011 http://www.project2061.org/research/assessment.htm

Anderson, Fisher, & Norman. (2002). Development and Evaluation of the Conceptual Inventory of Natural Selection. *Journal of Research in Science Teaching, 39*(10), 952-978.

Anderson R C., & Fust, G. W. (1973). *Educational Psychology: The Science of Instruction &Learning*. New York: Harper&Row Publisher.

Basri Atasoy, Huseyin Akkus, & Hakki Kadayifci. (2009). The effect of a conceptual change approach on understanding of students' chemical equilibrium concepts. *Research in Science & Technological Education, 27*(3), 267–282.

Bass, Contant, & Carin. (2009). *Teaching Science as Inquiry*: Pearson Education,Inc.

Bloom, B. S. (1959). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals*. New York: David McKay.

Bloom, B. S. (1972). Taxonomy of Education Objectives *Handbook I : Cognitive Domain.17th ed*. New York: David Makay Company. Inc.

Brown, Collins, & Duguid. (1989). Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher, 18*(1), 32-42.

Carin, A. A. (1989). *Teaching Science Through Discovery*. New York: Macmillan.

Chiappetta Eugene L, & Koballa Thomas R. (2010). *Science Instruction in the Middle and Secondary School: Developing Fundamental Knowledge and skills* (7 ed.). Pearson Education,Inc.

Crowl, T. K., Kaminsky, S., & Podell, D. M. (1997). *Educational Psycology: Windows on Teaching*: Time Mirror Higher Education Group.

David F Treagust, & Reinders Duit. (2003). Conceptual change: A discussion of theoretical, methodological and practical challenges for science education. Retrieved July 3, 2011 http://education2.uvic.ca/chat/Springer/Treagust_Duit200b.pdf

DeCecco J. P., & Crawford, W. R. (1974). *The Psychology of Learning and Instruction: Educational Psychology*. Englewood: Pentice-Hall.

DeCecco, J. P. (1968). *The Psychology of Learning and Instruction: Educational Psychology*. Englewood: Pentice-Hall.

Dennis Child. (1981). *Psychology and the Teacher*. London: Butler & Tanner Ltd.

Economic & Social Research Council. (2006). *Science Education in Schools Issue, Evidence and Proposal : a Commentary by The Teaching and Learning Research Program*. London.

Economic Co-operation and Development (OECD). (2010). *PISA 2009 Results: Executive Summary*: OECD publications.

George F Kneller. (1964). *Introduction to the philosophy of education*. New York Wiley.

George Zhou. (2010). Conceptual Change in Science: A Process of Argumentation. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*(6), 101-110.

Giere, R. N. (1991). *Understanding Scientific Reasoning*. Florida: Holt, Rinehart and Winston, Inc.

Good, C. V. (1973). *Dictionary of Education*. New York: McGraw-Hill Company.

Hamzah M.S., & A.N. Md Zain. (2010). The Effect of Cooperative Learning with DSLM on Conceptual Understanding and Scientific Reasoning among Form Four Physics Students with DifferentMotivation Levels. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy (BJSEP), 4*, 2.

Herriton J., & Oliver R. (2000). Towards a New Tradition of Online Instruction: Using Situated Learning Theory to Design Web-Based Units. Retrieved July 11, 2011 www.ascilite.org.au/conferences/coffs00/papers/jan_herrington.pdf

Herriton. J., & Oliver. R. (1995). Critical characteristic of situated Learning: Implication for the instructional design of multimedia. Retrieved July 11, 2011 http://www.ascilite.org.au/conferences/melbourne95/smtu/papers/herrington.pdf

Jacobson W. J., & Bergman, A. B. (1980). *Science for Children A book for Teachers* (3 ed.). Englewood Cliffts, New Jersey: Prentice Hall.

Kılıç, & Sağlam. (2009). Development of a Two-Tier Diagnostic Test to Determine Students' Understanding of Concepts in Genetics. *Eurasian Journal of Educational Research*(36).

Lapp, D., Bender, H., Ellenwood, S., & John, M. (1975). *Teaching and learning: philosophical,psychological,curricular applications*. New York: Macmillan.

Lawson, A. E. (1985). A Review of Research on Formal Reasoning and Science Teaching. *Journal of Research in Science Teaching, 22*, 569-617.

Lawson, A. E. (2009). Basic Inferences of Scientific Reasoning, Argumentation, and Discovery. *Journal of Research in Science Teaching, 94*, 336-364

Martin et al. (2005). Teaching Science for All Childeren: Inquiry Method for constructing Understanding.

Martyn Shuttleworth. (2008). SCIENTIFIC REASONING. Retrieved 2011, August 28 http://www.experiment-resources.com/scientific-reasoning.html

McDonald, F. J. (1960). *Educational Psychology* (2 ed.). San Francisco: Wadsworth Publishing.

Mclnerney, D. M., & Mclnerney, V. (2002). *Educational psychology: constructing learning* (3 ed.). Australia: Peason Education Australia Pty Limited.

Nitko, A. J., & Brookhart, S. M. (2007). *Educational Assessment of Students* (5 ed.). New Jersey: Pearson Merrill Prentice Hall.

Norman Johnson, Iris Junglas, & Blake Ives. (2010). Situated Learning: Conceptualization and Measurement. *Journal of Innovative Education, 8*(1), 215-239.

Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How Literacy in Its Fundamental Sense Is Central to Scientific Literacy. *Science Education, 87*, 224-240.

North Central Regional Education Laboratory, & Metiri group. (2003). he enGauge 21st Century Skills for 21st Century Learners. Retrieved 2011, July 30 www.ncrel.org/engauge

Ontario Ministry of Education. (2008). he Ontario Curriculum, Grades 11 and 12: Science, 2008 (revised). Retrieved 18, January 2013 http://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/secondary/science.html

Organization for Economic Co-operation and Development. (2003). PISA 2003 Assessment Framework: Key competencies in reading, mathematics and science. Retrieved August 6, 2011 http://www.oecd.org/dataoecd/38/29/33707226.pdf

Organization for Economic Co-operation and Development. (2009). PISA 2009 AssessmentFramework: Key competencies in reading, mathematics and science. Retrieved 2011, August 3 http://www.oecd.org/dataoecd/11/40/44455820.pdf

Özdemir, & Clark. (2007). An Overview of Conceptual Change Theories. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 3*(4), 351-361.

Posner Strike, & Hewson. (1982). Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Journal of Science Education, 66*(2), 211-227.

Reilly, D. E., & Oermann, M. H. (1999). *Clinical Teaching in Nursing Education. Boston: Jones and Bartlett*.

Sandra K., Enger, & Robert E. Yager. (2001). *Assessing student understanding in science*. California: Corwin Press, Inc.

She. (2002). Concepts of a higher hierarchical level require moredual situated learning events for conceptual change: a study of air pressure and buoyancy. *International Journal of Science Education, 24*(9), 981-996.

She. (2002). Research of Students' Scientific Knowledge Construction and Conceptual Change in Digital Learning Environment. *Executive Yuan National Science Council Research Project Progress Report*, 1-14.

She, & Ya-Wen Liao. (2009). Bridging Scientific Reasoning and Conceptual Change Through Adaptive Web-Based Learning. *Journal of Research in Science Teaching, 47*(1), 91-119.

Smith, M. K. (2009). Communities of practice. *The encyclopedia of informal education*.

Treagust, & Duit. (2008). Conceptual change: a discussion of theoretical, methodological and practical challenges for science education. *Cultural Studies of Science Education, 3*, 297–328.

UNESCO. (2011). SCIENCE EDUCATION POLICY-MAKING Retrieved August 10, 2011 http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001567/156700e.pdf

Uzuntiryaki, & Geban. (2005). *Effect of conceptual change approach accompanied with concept mapping on understanding of solution concepts* (Vol. 33): Instructional Science

Weil, M., & Joyce, B. (1980). *Information processing model of teaching*. New Jersey: Prentice-Hall.

Woolfolk, A. E. (2004). Educational Psychology. Ohio: A Simon & Schuster Company.

กีรติ บุญเจือ. (2547). *ตรรกวิทยาและตรรกวิทยาสัญลักษณ์เบื้องต้น*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เกรียงไกร อภัยวงศ์. (2548). *ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. .* จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. (2525). ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ทบวงมหาวิทยาลัย.

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2542). แนวคิดทางวิทยาศาสตร์: กระบวนการพื้นฐานในการวิจัย. In จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช & สร้อยสน สกลรักษ์ (Eds.), *ประมวลบทความการเรียนการสอนและการวิจัยระดับมัธยมศึกษา* (pp. 69-83). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัชชัย คุ้มทวีพร. (2539). *ตรรกวิทยา*. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์วิจัยและผลิตตำรามหาวิทยาลัยเกริก.

ชุติมา รอดสุข. (2550). *ผลของการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรักติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย* (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมณี. (2553). *ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี, พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, & ชนาธิป พรกุล. (2545). *กระบวนการเรียนรู้ ความหมาย แนวทางการพัฒนา และปัญหาข้องใจ*. บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ กรุงเทพมหานคร.

ธีระชัย ปูรณโชติ. (2537). หน่วยที่ 1 ประวัติ ปรัชญา และวัฒนธรรมทางวิทยาศาสตร์ *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1-4*. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

นิติกร อ่อนโยน. (2551). *ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบโดยใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และคิดสังเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญชม ศรีสะอาด. (2537). *การพัฒนาการสอน*. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยสาสน์.

ประสาร ทิพย์ธารา. (2521). *คู่มือประกอบการศึกษาวิชาจิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: อักษรบัณฑิต.

ปิยะณัฐ นันทการณ์. (2551). *ผลของการเรียนรู้ด้วยการออกแบบที่มีต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยาและความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. (มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2534). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: เชียงใหม่คอมเมอร์เชียลจำกัด.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2537). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2554). ค่าสถิติพื้นฐานของการทดสอบ GAT-PAT ครั้งที่ 1 /2544. Retrieved 10 มิถุนายน 2554 http://www.niets.or.th/index2.php.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ OECD/PISA. Retrieved 3 สิงหาคม 2554 http://www.ipst.ac.th/pisa/index.html

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ บทสรุปเพื่อการบริหาร. Retrieved 1 สิงหาคม 2554 http://www3.ipst.ac.th/files/PISA2009_A.pdf

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2544). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวัฒก์ นิยมค้า. (2530). *ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้*. กรุงเทพมหานคร: เจเนอรัลบุ๊คส์ เซ็นเตอร์.

สุวัฒก์ นิยมค้า. (2517). *การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด*. กรุงเทพมหานคร: วัฒนาพานิช.

เอมอร จังศิริพรปกรณ์. เอกสารประกอบการเรียนการสอนรายวิชาระเบียบวิธีการวิจัยทางการศึกษา. Retrieved 28 สิงหาคม 2554 http://pioneer.netserv.chula.ac.th/~jaimorn/

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการรวบรวมข้อมูลมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
- รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาเรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย
- รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการรวบรวมข้อมูลมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

1. อาจารย์ ดร.ธนะกุล วรรณประเสริฐ
   อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ครูมานิย์ ออพานิชกิจ
   ครูชำนาญการ โรงเรียนปทุมคงคา
3. ครูอารียา บุณทวีคุณ
   ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนปทุมคงคา

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาเรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย

1. อาจารย์ ธนะกุล วรรณประเสริฐ
   อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ครูมานิย์ ออพานิชกิจ
   ครูชำนาญการ โรงเรียนปทุมคงคา
3. ครูอารียา บุณทวีคุณ
   ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนปทุมคงคา

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1. อาจารย์ ดร.พิรุณ ศิริศักดิ์
   ผู้ช่วยอำนวยการฝ่ายวิชาการ โรงเรียนราชินีบน
2. อาจารย์น้ำผึ้ง ศุภอุทุมพร
   อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยา ฝ่ายมัธยม
3. ครูมานิย์ ออพานิชกิจ
   ครูชำนาญการ โรงเรียนปทุมคงคา
4. ครูอารียา บุณทวีคุณ
   ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนปทุมคงคา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท

1. อาจารย์น้ำผึ้ง ศุภอุทุมพร

   อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยา ฝ่ายมัธยม

2. ครูมานิย์ ออพานิชกิจ

   ครูชำนาญการ โรงเรียนปทุมคงคา

3. ครูอารียา บุณทวีคุณ

   ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนปทุมคงคา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาเรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกาย
2. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาเรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

คำชี้แจงในการทำแบบวัด

1. แบบวัดนี้มีทั้งหมด จำนวนข้อสอบ 15 ข้อคะแนนเต็ม 15 คะแนน เวลาที่ใช้ในการสอบ 50 นาที

2. ข้อสอบทุกข้อเป็นแบบเลือกตอบ โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ส่วนที่ 1 แสดงข้อคำถาม ซึ่งให้นักเรียนพิจารณาคำถาม และเลือกตัวเลือกที่คิดว่าถูกต้องที่สุด และส่วนที่ 2 เป็นส่วนที่แสดงเหตุผลในการที่สนับสนุนคำตอบของข้อคำถามนั้น ให้นักเรียนอ่านคำถามให้เข้าใจแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ให้ตรงกับตัวอักษรและตัวเลขที่เลือกลงในกระดาษคำตอบ และเมื่อจะแก้ให้ทำสัญลักษณ์ดังตัวอย่าง

3. นักเรียนจะต้องตอบถูกทั้งสองส่วนจึงจะได้คะแนนเต็ม 1 คะแนน

กระดาษคำตอบ

	คำตอบของข้อถาม				**คำตอบส่วนเหตุผล**			
ข้อ	**ก**	**ข**	**ค**	**ง**	**ก**	**ข**	**ค**	**ง**
0	~~X~~		X					X

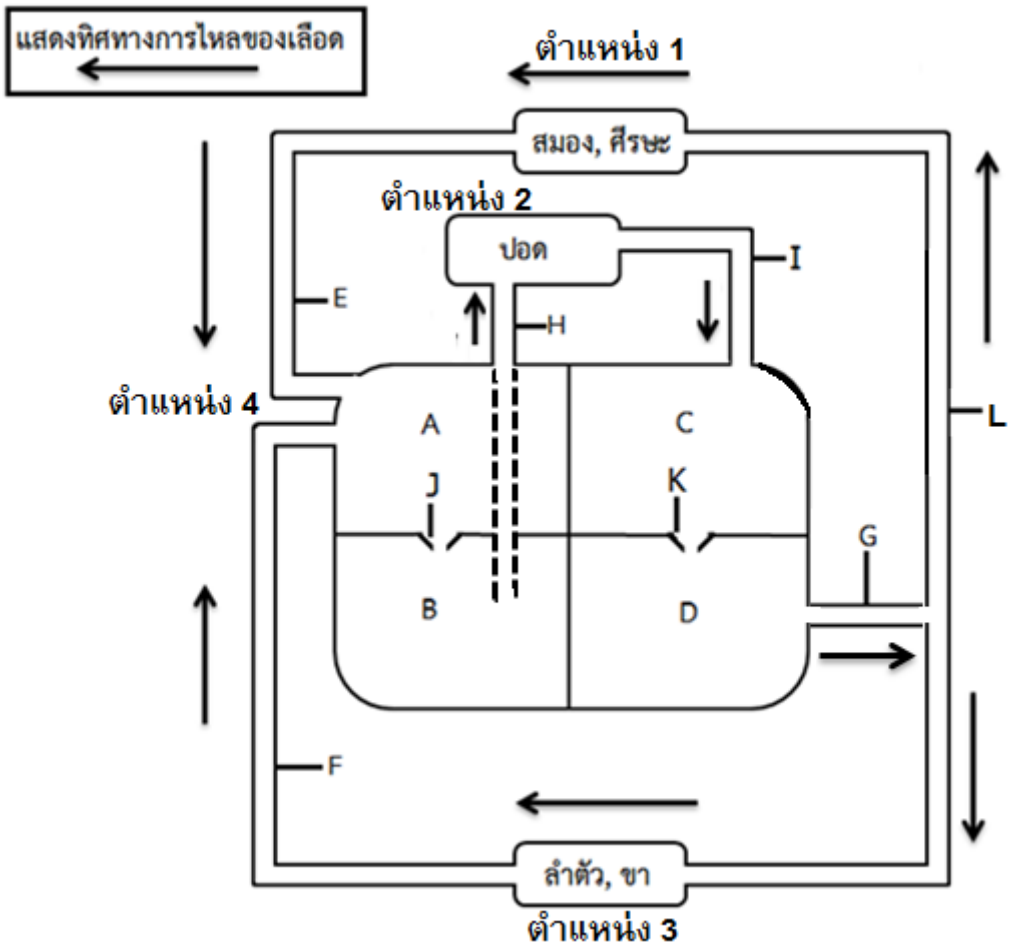
3. ไม่สามารถขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบวัดฉบับนี้ได้

4. ให้นักเรียนส่งแบบวัดและกระดาษคำตอบคืนผู้คุมสอบ เมื่อครบเวลาที่กำหนด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้อง

จงใช้แผนภาพแสดงการไหลเวียนเลือดต่อไปนี้ตอบคำถามในข้อที่ 1-3



1. จากภาพหลอดเลือดในตัวอักษรใดควรเป็นหลอดเลือดอาร์เทอร์รี

ก. H และ G ข. H และ I ค. E และ F ง. G และ F

เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกตัวเลือกดังกล่าว

ก.เพราะหลอดเลือดอาร์เทอร์รีลำเลียงเลือดที่มีปริมาณแก๊สออกซิเจนสูง

ข. เพราะหลอดเลือดอาร์เทอร์รีลำเลียงเลือดที่มีปริมาณแก๊สออกซิเจนต่ำ

ค. เพราะหลอดเลือดอาร์เทอร์รีเป็นหลอดเลือดที่ลำเลียงเลือดออกจากหัวใจ

ง. เพราะหลอดเลือดอาร์เทอร์รีเป็นหลอดเลือดทีลำเลียงเลือดในทิศกลับเข้าสู่หัวใจ

2. จากภาพหลอดเลือดในข้อใดที่มีอัตราเร็วของเลือดเร็วที่สุด

ก. E และ G ข. F และ H ค. E และ H ง. G และ L

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกตัวเลือกดังกล่าว

ก. เพราะหลอดเลือดอาร์เทอร์รีมีพื้นที่หน้าตัดน้อยอัตราเร็วของเลือดจึงสูง

ข. เพราะหลอดเลือดอาร์เทอร์รีมีความดันในหลอดเลือดมากอัตราเร็วจึงสูง

ค. เพราะหลอดเลือดเวนมีขนาดใหญ่ทำให้ความดันมีค่าน้อยเลือดจึงไหลเร็ว

ง. เพราะหลอดเลือดเวนเป็นหลอดเลือดที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดมากเลือดจึงไหลเร็ว

3. ความดันเลือดที่บริเวณใดในภาพมีค่าน้อยที่สุด

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

เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกตัวเลือกดังกล่าว

ก. เพราะตำแหน่งที่อยู่ใกล้หัวใจเลือดจะไหลด้วยอัตราเร็วสูงทำให้ค่าความดันเลือดต่ำ

ข. เพราะตำแหน่งที่อยู่ไกลหัวใจจะไม่มีแรงดันเลือดที่ส่งมากจากหัวใจค่าความดันเลือดจึงต่ำ

ค. เพราะตำแหน่งที่อยู่ใกล้หัวใจหลอดเลือดบริเวณนั้นจะมีพื้นที่หน้าตัดมากส่งผลให้ความดันเลือดต่ำ

ง. เพราะตำแหน่งที่อยู่ไกลหัวใจหลอดเลือดบริเวณนั้นจะมีพื้นที่หน้าตัดน้อยส่งผลให้ความดันเลือดต่ำ

จงใช้ข้อมูลในตารางต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 4

ปริญได้ทำการตรวจสอบและพบว่าเลือดของตนนั้นจะตกตะกอนเมื่อหยดสารเคมี anti-A เท่านั้น หลังจากนั้นเขาจึงแอบนำเลือดของตัวเขาเองและของเพื่อนอีกสองคนคือ ธนวรรธน์ และก้องภพ มาแยกเป็นสองส่วนคือ ส่วนที่เป็นซีรัม และส่วนที่เป็นเม็ดเลือด หลังจากนั้นนำส่วนที่ได้มาผสมกันเป็นคู่ได้ผลดังตาราง

คู่ของบุคคลตัวอย่างที่นำซีรัมและเม็ดเลือดมาผสมกัน		ผลลัพธ์
ซีรัม (Serum)	เม็ดเลือดแดง	
ปริญ	ธนวรรธน์	จับกลุ่มเกิดการตกตะกอน
ปริญ	ก้องภพ	ไม่จับกลุ่มตกตะกอน
ธนวรรธน์	ปริญ	ไม่จับกลุ่มตกตะกอน
ธนวรรธน์	ก้องภพ	ไม่จับกลุ่มตกตะกอน
ก้องภพ	ปริญ	จับกลุ่มเกิดการตกตะกอน
ก้องภพ	ธนวรรธน์	จับกลุ่มเกิดการตกตะกอน

4. จากการทดลองดังกล่าวนี้นักเรียนคิดว่าก้องภพน่าจะมีหมู่เลือดใด

ก. B ข. O ค. AB ง. A

เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกตัวเลือกดังกล่าว

ก. เพราะแอนติบอดี b ของปริญไม่ทำปฏิกิริยากับแอนติเจนของก้องภพ

ข. เพราะแอนตบอดี a ของปริญทำปฏิกิริยากับแอนติเจน a ของก้องภพ

ค. เพราะเลือดของก้องภพไม่มีแอนติเจนจึงไม่ทำปฏิกิริยากับแอนติบอดี a ของปริญ

ง. เพราะเลือดของก้องภพไม่มีแอนติเจนจึงไม่ทำปฏิกิริยากับแอนติบอดี b ของปริญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบวัดนี้เป็นแบบวัดเพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแบบวัดจะกำหนดข้อมูลซึ่งเป็นสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน สถานการณ์ที่มีความน่าสนใจ และปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

2. แบบวัดนี้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ เพื่อให้นักเรียนเลือกคำตอบจาก 4 ตัวเลือก โดยที่แบบวัดฉบับนี้เป็นแบบวัดที่ประกอบด้วย 5 สถานการณ์ จำนวน 15 ข้อ ทั้งหมด 9 หน้า ใช้เวลา 50 นาที ดังนี้

3. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น และเลขที่ ลงในข้อสอบ

4. กรุณาทำแบบวัดนี้ทุกข้อ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ข้อมูลสูงสุด อ่านคำถามในแต่ละข้อให้เข้าใจ แล้วเลือกคำตอบที่นักเรียนเห็นว่าถูกต้องหรือเหมาะสมที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (x) ลงในข้อสอบในตัวเลือกที่คิดว่าถูกมากที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>สถานการณ์ที่ 1</u>

ปรากฏการณ์โพลาร์ วอเท็กซ์ (Polar Vortex) เป็นปรากฏการณ์ที่ทำให้เปลี่ยนแปลงทางอากาศที่เกิดขึ้นอย่างรุนแรงในประเทศแคนาดา ทางตะวันตกกลางไปจนถึงทางตะวันออกเฉียงเหนือของอเมริกา ทำให้อุณหภูมิลดลงต่ำกว่าจุดเยือกแข็งและต่ำที่สุดในรอบ 20 ปี โดยบางพื้นที่มีอุณหภูมิต่ำว่า -50 องศาเซลเซียส ปรากฏการณ์โพลาร์วอเท็กซ์ (Polar Vortex) เกิดจากกระแสลมกำลังแรงหลายลูก ไหลวนรวมกันในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาสูงขึ้นไปในชั้นบรรยากาศ ประกอบกับบริเวณขั้วโลกเหนือมีความกดอากาศต่ำจึงกักอากาศหนาวเย็นไว้ในบริเวณนี้ แต่เนื่องจากกระแสลมขั้วโลกนี้ไม่ได้เกิดจากกระแสลมเพียงลูกเดียวบางครั้งอาจเกิดการบิดเบี้ยวและเคลื่อนตัวต่ำลงมาทางใต้พาอากาศหนาวเย็นลงมาในพื้นที่ด้วย สาเหตุที่กระแสลมเกิดการบิดเบี้ยวและขยายตัวนี้เกิดขึ้นเพราะความกดอากาศบริเวณขั้วโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้ความหนาแน่นของกระแสลมไม่คงที่และเคลื่อนตัวออกนอกทิศทาง ซึ่งอาจเกิดมาได้จากหลายสาเหตุคือ อาจเกิดจากความกดอากาศสูงที่เกิดบริเวณแปซิฟิกตะวันออกกระจายตัวขึ้นไปแทรกบนขั้วโลกเหนือ หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงของกระแสน้ำอุ่นที่ได้รับอิทธิพลมาจากภาวะโลกร้อน เพราะน้ำแข็งขั้วโลกละลายมากขึ้น ค่าความเค็มในมหาสมุทรเริ่มเกิดการเปลี่ยนแปลง กระแสน้ำอุ่นไหลจึงเกิดการเปลี่ยนแปลง ทำให้ไม่มีกระแสลมอุ่นที่เกิดจากกระแสน้ำอุ่นคอยพยุงความสมดุลของมวลอากาศในความกดอากาศต่ำ ทำให้ปรากฏการณ์โพลาวอร์เท็กซ์เกิดความรุนแรงมากขึ้น

คำถามที่ 1.1 ข้อใดคือปัจจัยที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์โพลาร์วอเท็กซ์ (Polar Vortex)

ก. ภาวะโรคร้อนทำให้กระแสน้ำอุ่นเกิดการเปลี่ยนแปลง

ข. เกิดจากกระแสความกดอากาศต่ำเกิดการรวมตัวกันมากขึ้น

ค. น้ำแข็งขั้วโลกละลายมากขึ้นทำให้ค่าความเค็มของน้ำในมหาสมุทรเปลี่ยนแปลง

ง. เกิดการเคลื่อนตัวของกระแสลมแรงที่รวมกันในบริเวณความกดอากาศต่ำจากขั้วโลก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำถามที่ 1.2 จากข้อมูลข้างต้นข้อสรุปในข้อใดที่***ไม่ได้เกี่ยวข้อง***กับการที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมโพลาร์วอเท็กซ์

ก. การเปลี่ยนแปลงของกระแสน้ำอุ่นทำให้เกิดการแทรกตัวของกระแสความกดอากาศสูงมากขึ้นส่งผลให้เกิดการเคลื่อนตัวของกระแสลมโพลาร์วอร์เท็กซ์ได้มากขึ้น

ข. การที่อุณหภูมิของโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นส่งผลต่อการละลายของน้ำแข็งบริเวณขั้วโลกทำให้กระแสน้ำอุ่นเกิดการเปลี่ยนแปลงส่งผลให้กระแสลมอุ่นที่คอยจำกัดการกระจายของโพลาร์วอร์เท็กซ์ลดลง

ค. การแทรกตัวของความกดอากาศสูงจากแปซิฟิกเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ทำให้กระแสลมบริเวณขั้วดลกมีความกดอากาศเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ทำให้การเกิดปรากกฎการณ์โพลาร์วอร์เท็กซ์ขยายบริเวณมากขึ้น

ง. การรวมตัวกันของกระแสลมที่มีความกดอากาศต่ำในบริเวณขั้วโลกเกิดความผิดปกติ ทำให้เกิดกระแสการไหลของลมมีทิศทางที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ทำให้ปรากฏการณ์โพลาร์วอร์เท็กซ์เกิดความรุนแรงมากขึ้น

คำถามที่ 1.3 ข้อใด***ไม่ใช่ผลกระทบ***ที่เกิดขึ้นจากปรากฏการณ์ของโพลาร์วอเท็กซ์ในอนาคต

ก. อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของประเทศอเมริกาได้เพิ่มมากขึ้น

ข. ทำให้กระแสกระแสความกดอากาศต่ำ และความกดอากาศสูงในแถบยุโรปเปลี่ยนทิศทาง

ค. ทำให้ผลของภาวะโลกร้อนนั้นแสดงอิทธิพลได้รุนแรง และแสดงผลได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ง. ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพนิเวศทางธรรมชาติได้มากขึ้นจนอากาศทำให้สิ่งมีชีวิตได้รับผลกระทบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ทดลอง

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบ
2. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาแบบทั่วไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราการไหล อัตราเร็ว และค่าความดันของเลือด (แผนทดลอง)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	**โรงเรียนปทุมคงคา**
รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม	**ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**
เวลา 100 นาที	**ผู้สอน นายพงศ์พรหม พรเพิ่มพูน**

แนวคิดหลัก

อัตราการไหลของเลือด เป็นค่าที่แสดงถึงปริมาตรเลือดที่ไหลผ่านหลอดเลือดในหน่วยเวลา มีหน่วยเป็น ปริมาตรต่อเวลา หรือเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า อัตราการไหล = พื้นที่หน้าตัดของหลอดเลือด x อัตราเร็วของเลือด ซึ่งในร่างกายของมนุษย์ระบบหมุนเวียนเลือดเป็นระบบปิด ดังนั้น อัตราการไหลของของเหลวที่ผ่านตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งของหลอดเลือดจึงมีค่าคงที่ แสดงว่าอัตราเร็วของเลือดในหลอดเลือดที่มีพื้นที่หน้าตัดมากเลือดจะไหลได้ช้าเมื่อเทียบกับหลอดเลือดที่มีพื้นที่หน้าตัดน้อยกว่า ส่วนการพิจารณาค่าความดันในหลอดเลือดนั้นพิจารณาจาก ความดันของเลือดในหลอดเลือด ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของแรงดันเลือดที่กระทำกับผนังของหลอดเลือด ซึ่งหากหลอดเลือดใดอยู่ไกลหัวใจมากจะส่งผลให้ค่าแรงดันเลือดมีแนวโน้มลดลง

วัตถุประสงค์การเรียนรู้ เมื่อนักเรียนเรียนจบนักเรียนสามารถ

1. ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง
2. บอกความหมายของอัตราการไหล และความดันเลือดได้
3. อธิบายถึงความสัมพันธ์ของขนาดของหลอดเลือดที่ผลต่ออัตราการไหล อัตราเร็วของเลือดได้
4. อธิบายถึงความสัมพันธ์ของระยะทางที่มีผลต่อความดันในหลอดเลือดได้
5. มีความรับผิดชอบในการปฏิบัติงาน

สาระการเรียนรู้

อัตราการไหลของเลือด คือ ค่าปริมาตรของเลือดที่ไหลได้ในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นปริมาตรต่อหน่วยเวลา เช่น m^3/s ซึ่งอัตราการไหลนั้นมีความสัมพันธ์กับพื้นที่หน้าตัดของหลอดเลือดและอัตราเร็วของเลือด เขียนแสดงรูปแบบความสัมพันธ์ได้คือ อัตราการไหล(Q) = พื้นที่หน้าตัดของหลอดเลือด(A) x อัตราเร็วของเลือด (v)

ค่าความดันเลือด คือ ค่าที่แสดงอัตราส่วนของแรงดันเลือดที่ส่งมาจากหัวใจกระทำกับผนังของหลอดเลือด

ความสัมพันธ์ของโครงสร้างหลอดเลือดต่ออัตราการไหล ความดัน และอัตราเร็วของเลือด

- หลอดเลือดที่มีพื้นที่หน้าตัดมากเลือดจะมีอัตราเร็วในการไหลช้า
- ขนาดพื้นที่หน้าตัดของหลอดเลือดและอัตราเร็วมีผลต่ออัตราการไหลของเลือด
- ระยะห่างของหลอดเลือดจากหัวใจมีผลต่อความดันเลือด

สื่อการเรียนรู้

1. ชุดการทดลองเรื่อง อัตราการไหล อัตราเร็ว และค่าความดันของเลือด

2. แบบปฏิบัติการและแบบบันทึกผลการทดลอง การทดลองเรื่อง อัตราการไหล อัตราเร็ว และค่าความดันของเลือด

3. สถานการณ์ข่าว

4. สื่อ PowerPoint

5. สมุดบันทึกข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนการดำเนินการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท

ขั้นเตรียมการก่อนการสอน

1) ขั้นตรวจสอบลักษณะของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Examining the attributes of science concept) ครูวิเคราะห์คุณลักษณะของมโนทัศน์ที่จะจัดการเรียนรู้ เพื่อกำหนดโครงสร้างในการจัดการเรียนรู้

2) ขั้นตรวจสอบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน (Probing Student's Misconceptions of Scientific Concepts) ครูตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซึ่งได้ข้อมูลดังนี้

- อัตราการไหลของเลือดในหลอดเลือดฝอยมีค่าน้อยที่สุดเพราะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กที่สุด อยู่ไกลหัวใจ
- หลอดเลือดเวนมีความดันเลือดต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับหลอดเลือดอื่นๆเพราะผนังหลอดเลือดเวนบางที่สุด และเป็นผลมาจากแรงโน้มถ่วงของโลก
- หลอดเลือดฝอยเป็นหลอดเลือดที่มีขนาดเล็กกว่าหลอดเลือดเวน ค่าความดันเลือดจึงต่ำกว่าหลอดเลือดเวน

3) ขั้นวิเคราะห์ชุดความคิดที่นักเรียนขาด (Analyzing which Mental Sets that Students Lack) ครูวิเคราะห์มโนทัศน์พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนเรื่องอัตราการไหล อัตราเร็ว และความดันเลือด

- ความหมายของความดัน อัตราการไหล และอัตราเร็ว (บูรณาการความรู้จากวิชาฟิสิกส์)
- ขนาดพื้นที่หน้าตัดของหลอดกับอัตราการไหลของเลือด
- ขนาดพื้นที่หน้าตัดของหลอดกับอัตราเร็วของเลือด
- ขนาดพื้นที่หน้าตัดของหลอดกับความดันเลือด
- ความยาวของหลอดกับค่าความดันเลือด

4) ในขั้นออกแบบสถานการณ์ในการเรียนรู้ (Designing Dual Situated Learning Events) ครูออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนจากข้อมูลในขั้นที่ 1-3 โดยจากข้อมูลในขั้นที่ 3 พบว่าชุกความคิดที่สำคัญสำหรับการสร้างมโนทัศน์มีทั้งหมด 5 ชุดความคิด โดยกำหนดให้สถานการณ์มีทั้งหมด 3 สถานการณีคือ สถานการณ์ที่ 1 ศึกษาเรื่องอัตราการไหล สถานการณ์ที่ 2 ศึกษาเรื่องอัตราเร็ว และสถานการณ์ที่ 3 ศึกษาเรื่องความดัน โดยในแต่ละสถานการณ์จะมี 2-3

เหตุการณ์ย่อยตามชุดความคิดที่เกี่ยวข้อง โดยในการออกแบบเหตุการณ์ต้องกระตุ้นให้เกิดความขัดแย้งทางความคิดของนักเรียนและช่วยให้นักเรียนได้รับชุดความคิดที่สามารถนำมาสร้างมโนทัศน์ได้

ขั้นดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

5) ขั้นจัดการสอนด้วยสถานการณ์การเรียนรู้ (Instruction with Dual-Situated Learning Events)

ขั้นสร้างความขัดแย้งทางความคิด **(10 นาที)**

ครูนำเสนอสถานการณ์ข่าวเกี่ยวกับเรื่องของการสูญเสียเลือดหลังจากนั้นใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิด ดังนี้

สถานการณ์ข่าว “เมื่อกลางดึกวันที่ 28 มิถุนายน 2557 ผู้สื่อข่าวรายงานว่า พ.ต.ท. นุวัตร จัตุรัส สารวัตรเวร สภ.ศรีมหาโพธิ จ.ปราจีนบุรี รุดไปตรวจสอบที่ปากซอยกำนันหมอ ตลาดคลองรั้ง หลังได้รับแจ้งมีเหตุทะเลาะวิวาทและใช้มีดฟันกันจนมือขาด เมื่อไปถึงพบเพียงกองเลือดนองพื้นและบนรถจักรยานยนต์ของ นายสายันต์ ศรีมงคล อายุ 35 ปี พ่อค้าขายก๋วยเตี๋ยวที่ถูกฟันแขนซ้ายขาด โดยญาตินำส่งโรงพยาบาลศรีมหาโพธิไปก่อนหน้านี้ โดยทางด้านแพทย์ได้เร่งยื้อชีวิตและทำการต่อข้อมือให้ แต่แพทย์ไม่รับรองผลจะสามารถใช้ข้อมือดังกล่าวได้เหมือนเดิมหรือไม่เนื่องจากก่อนมาถึงโรงพยาบาลผู้ป่วยได้เสียเลือดมาจำนวนมากเนื่องจากหลอดเลือดใหญ่ที่บริเวณข้อมือเกิดการฉีกขาด ซึ่งอาจส่งผลต่อการเกิดการประสานของเนื้อเยื่อเกิดได้ช้า”

หลังจากนั้นครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิดดังนี้

1.1 จากสถานการณ์ข่าวข้างต้นเล่าถึงสถานการณ์ใด (เกิดเหตุทะเลาะวิวาทและมีการใช้อาวุธทำร้ายกันจนข้อมือของนายสายันต์ ศรีมงคล ขาด)

1.2. ญาติของสายันต์ พาไปรักษาที่โรงพยาบาลแต่แพทย์ไม่รับรองผลการรักษาเพราะเหตุใด (แพทย์ระบุว่าผู้ป่วยได้เสียเลือดมาจำนวนมากจึงอาจส่งผลต่อการรักษา)

1.3. จากสถานการณ์ดังกล่าวเพราะเหตุใดนายสายันต์จึงสูญเสียเลือดมาก (เกิดการฉีกขาดของหลอดเลือด)

1.4. เพราะเหตุใดเมื่อหลอดเลือดขนาดใหญ่เกิดการฉีกขาดจึงเกิดการสูญเสียเลือดได้มาก (แนวคำตอบของนักเรียนอาจมีความหลากหลายเช่น หลอดเลือดขนาดใหญ่มีเลือดอยู่ปริมาณมากเมื่อหลอดเลือดขาดจึงทำให้เลือดไหลออกมามาก ทั้งนี้นักเรียนอาจตอบแล้วมีคำที่เกี่ยวข้อง หรือเป็นคำที่แสดงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนออกมาด้วยเช่น หลอดเลือดขนาดใหญ่มีความเร็วของเลือดมากทำให้เลือดไหลออกมาได้มาก)

1.5. ครูถามเพื่อให้นักเรียนได้ตั้งสมมติฐานเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมดังนี้ “นักเรียนคิดว่าค่าปริมาณใดบ้างที่ทำให้นายสายันต์เกิดการสูญเสียเลือดจากหลอดเลือด และค่าเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กับขนาดของหลอดเลือดอย่างไร” โดยให้นักเรียนแต่ละคนจดบันทึกข้อสมมติฐานของตนเองลงในสมุดหลังจากนั้นกล่าวเข้าสู่การทำกิจกรรมการเรียนรู้ในลำดับต่อไป

ขั้นปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ **(75 นาที)**

1. ครูอธิบายขั้นตอนในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบปฏิบัติการทดลอง

2. นักเรียนเริ่มปฏิบัติการทดลองตามเวลาที่กำหนด

3.. เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมเรียบร้อยแล้วให้นักเรียนนำเสนอผลการทดลองของแต่ละกลุ่ม หลังจากนั้นครูนำนักเรียนอภิปรายสรุปกิจกรรมโดยใช้คำถามดังนี้

1) จากการทดลองในการศึกษาตอนที่ 1 เมื่อเรากำหนดเวลาที่ทำการทดลองคงที่ขนาดของหลอดที่ใช้มีผลต่อปริมาตรของน้ำในแก้วอย่างไร (ขนาดของหลอดที่ใหญ่จะทำให้น้ำในแก้วไหลออกมาได้มากกว่าหลอดที่มีขนาดเล็ก)

2) จากการศึกษาตอนที่ 1 เพราะเหตุใดขนาดหลอดที่ใหญ่จึงทำให้น้ำในแก้วไหลออกมาได้มาก (เพราะหลอดที่มีขนาดใหญ่แสดงว่ามีขนาดพื้นที่หน้าตัดให้ของเหลวในแก้วไหลผ่านได้มาก ทำให้ปริมาตรของเลือดที่ไหลออกจากแก้วมีค่ามาก ถ้าท่อมีขนาดเล็กแสดงว่ามีขนาดพื้นที่หน้าตัดให้ของเหลวในแก้วไหลผ่านได้น้อย ทำให้ปริมาตรของเลือดที่ออกจากแก้วมีค่าน้อย)

3) จากการทดลองชุดการทดลองที่ 2 ที่มีหลอดขนาดใหญ่กับหลอดขนาดเล็กชุดการทดลองใดที่ของเหลวในหลอดไหลได้เร็วที่สุด (ชุดที่หลอดขนาดเล็กจะไหลได้เร็วที่สุด)

4) จากการทดลองแสดงว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรของของเหลวในหลอดคืออะไร (ขนาดพื้นที่หน้าตัดของหลอด และอัตราเร็วของเหลวที่ไหลอยู่ในหลอด)

5) จากการทดลองที่ 1 และ 2 หากจะสรุปความหมายของคำว่า อัตราการไหล นักเรียนจะสรุปได้ว่าอย่างไร (อัตราการไหล คือ การเปลี่ยนแปลงของปริมาตรของเหลวที่ไหลไปในหลอดในช่วงเวลาหนึ่ง)

6) จากการทดลองที่ 3 เมื่อฉีดน้ำจากกระบอกฉีดยาไปตามหลอด ขระดับของเหลวในหลอดจะสูงที่สุดเมื่อใด (เมื่อหลอดมีความยาวน้อย)

7) การที่ของเหลวจากในหลอดฉีดยาสามารถไหลขึ้นไปในหลอดงอได้เพราะอะไร (ของเหลวที่ไหลมาจากแก้วมีค่าแรงดันผลักให้ของเหลวไหลขึ้นไปในหลอดงอ)

8) เพราะเหตุใดเมื่อวัดความสูงของของเหลวในหลอดงอที่ต่อกับหลอดขนาดยาวจึงมีค่าน้อย (เพราะแรงดันที่ดันของเหลวออกมาจากแก้วมีค่าลดลง จึงทำให้ดันของเหลวขึ้นไปในหลอดงอได้ไม่สูงมากเมื่อเทียบกับตำแหน่งที่อยู่ใกล้กับแก้ว)

9) แรงดันของของเหลวที่มาจากแก้วแล้วทำให้ของเหลวไหลไปตามท่อที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดแตกต่างกัน เราเรียกค่านี้ว่าอะไร (ความดัน)

10) หากเทียบชุดการทดลองเป็นโครงสร้างของระบบหมุนเวียนเลือด ชุดการทดลองในวันนี้เทียบได้กับโครงสร้างใดในระบบหมุนเวียนเลือด (แก้วน้ำคือหัวใจ หลอดที่ต่อออกมาจากแก้วคือหลอดเลือด)

11) จากการทดลองของนักเรียนอัตราการไหลของเลือดในหลอดเลือดในร่างกายมีความสัมพันธ์กับขนาดของเลือดอย่างไร (ถ้าหลอดเลือดมีขนาดพื้นที่หน้าตัดมากอัตราการไหลก็จะมาก ถ้าลอดเลือดมีขนาดพื้นที่หน้าตัดน้อยอัตราการไหลจะน้อย)

12) นอกจากพื้นที่หน้าตัดจะส่งผลต่ออัตราไหลแล้วยังส่งผลต่อค่าปริมาณใด และส่งผลอย่างไร (ส่งผลต่ออัตราเร็ว คือ ถ้าขนาดพื้นที่หน้าตัดมากจะทำให้อัตราเร็วช้า แต่ถ้าพื้นที่หน้าตัดน้อยจะทำให้อัตราเร็วเพิ่มขึ้น)

13) จากการทดลองดังกล่าว หลอดเลือดชนิดใดในร่างกายที่มีอัตราการไหลช้าที่สุดในหลอดเลือด (หลอดเลือดฝอยเพราะหลอดเลือดฝอยเป็นหลอดเลือดที่มีพื้นที่หน้าตัดมากเมื่อเทียบกับหลอดเลือดอาร์เทอร์รีและหลอดเลือดเวน)

14) หากพิจารณาในเรื่องความดัน หลอดเลือดชนิดใดในร่างกายที่มีค่าความดันต่ำที่สุดเพราะเหตุใด (หลอดเลือดเวนเพาะเป็นหลอดเลือดที่มีระยะห่างออกมาจากหัวใจมากที่สุดจึงไม่มีแรงดันที่มาจากหัวใจทำให้ค่าความดันต่ำที่สุด)

15) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปความรู้ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับอัตราการไหลของเลือด อัตราเร็วของเลือด และความดันเลือด (ค่าความดันเลือด คือ ค่าที่แสดงอัตราส่วนของแรงดันเลือดที่ส่งมาจากหัวใจกระทำกับผนังของหลอดเลือด ซึ่งหากหลอดเลือดใดอยู่ไกลหัวใจมากจะส่งผลให้ค่าแรงดันเลือดมีแนวโน้มลดลง อัตราการไหลของเลือด คือ ค่าปริมาตรของเลือดที่ไหลได้ในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็น ปริมาตรต่อหน่วยเวลา อัตราเร็วของเลือดในหลอดเลือดจึงแปรผกผันกับพื้นที่หน้าตัด กล่าวคือหลอดเลือดที่มีพื้นที่หน้าตัดมากเลือดจะไหลได้ช้า)

16) จากสถานการณ์ของนายสายันต์ที่ถูกฟันจนแขนขาด ที่นักเรียนได้ตั้งสมมติฐานไว้ในตอนแรก สมมติฐานของนักเรียนสอดคล้องกับที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมในวันนี้หรือไม่อย่างไร (แนวคำตอบของนักเรียนอาจมีทั้งสอดคล้องและ)

6) ขั้นจัดการสอนด้วยสถานการณ์ใหม่ที่ท้าทาย (Instruction with Challenging Situated Learning Events) 10 นาที

ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ของผู้ป่วยที่เกิดภาวะไขมันอุดตันที่หลอดเลือดโคโรนารี อาร์เทอร์รี แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิด และให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่ออธิบายว่าเพราะเหตุใดผู้ป่วยที่มีไขมันอุดตันในหลอดเลือดจึงเกิดภาวะหัวใจขาดเลือด

(เพราะเมื่อเกิดการอุดตันของหลอดเลือดแล้วจะทำให้พื้นที่หน้าตัดของหลอดเลือดลดลง ทำให้ปริมาตรของเลือดที่ไหลในหลอดเลือดนั้นลดลงด้วย ส่งผลให้กล้ามเนื้อหัวใจได้รับเลือดไม่เพียงพอทำให้เกิดอาการกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด)

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัดและประเมินผล

1) วัดจาการตอบคำถามในชั้นเรียน

2) วัดจากแบบบันทึกผลปฏิบัติการ

เครื่องมือวัดผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1) ข้อคำถามที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้

2) แบบบันทึกผลปฏิบัติการ

เกณฑ์การประเมินผล

1) นักเรียนมีส่วนร่วมในการตอบคำถามในชั้นเรียนอย่างน้อยร้อยละ 70

2) นักเรียนสามารถอธิบายบอกความหมายของอัตราการไหลได้อย่างถูกต้อง

3) อธิบายถึงความสัมพันธ์ของขนาดของหลอดเลือดที่ผลต่ออัตราการไหล อัตราเร็วของเลือดได้อย่างถูกต้อง

4) อธิบายถึงความสัมพันธ์ของระยะทางที่มีผลต่อความดันในหลอดเลือดได้อย่างถูกต้อง

5) บันทึกผลการปฏิบัติการได้ถูกต้องและสอดคล้องตามหลักการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบปฏิบัติการทดลองเรื่อง อัตราการไหล อัตราเร็ว และค่าความดันของเลือด

วัตถุประสงค์ในการทดลอง

เพื่อศึกษา อัตราการไหล อัตราเร็ว และความดัน ของของเหลวในหลอดเลือด

วัสดุ/อุปกรณ์

1. ชุดการทดลอง อัตราเร็ว และความดัน ของของเหลว ซึ่งมีรายละเอียดในการเตรียมดังนี้

1.1. แก้วพลาสติกที่เจาะรูห่างจากก้นแก้วเป็นระยะที่เท่ากัน 3 แก้ว

1.2. นำหลอดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน 2 ขนาดมาตัดให้มีความยาวประมาณ 25 cm

1.3. นำท่อยางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใกล้เคียงกับหลอดขนาดกลางพร้อมข้อต่อท่อยางมาต่อให้มีการแตกแขนงมากขึ้นโดยให้มีความยาว 25 cm เท่ากับข้อ 1.2

1.4. นำอุปกรณ์ในข้อ 1.2 และ 1.3 มาใส่ในแก้วที่เจาะรูเตรียมไว้

1.2. นำดินน้ำมันมาอุดตรงรอยเจาะรูที่ใส่หลอดกาแฟเพื่อไม่ให้เกิดรูรั่วเวลาใส่น้ำ

1.3. หลอดกาแฟแบบงอเพื่อใช้ประกอบในการวัดความดัน

1.4. เชือกวัดระยะ

2. บีกเกอร์ขนาด 250 ml หรือ 500 ml จำนวน 3 บีกเกอร์
3. สีผสมอาหาร จำนวน 1 ขวด
4. กระดาษทิชชู จำนวน 1 ม้วน
5. ไม้บรรทัด จำนวน 1 อัน
6. กระบอกฉีดยา ขนาด 30 ml จำนวน 1 อัน
7. กรวยพลาสติก จำนวน 1 อัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิธีดำเนินกิจกรรม

ตอนที่ 1 ศึกษาขนาดของท่อที่มีผลต่อการไหล (20 นาที)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสังเกตชุดการทดลองพร้อมตั้งสมมติฐานก่อนการทดลองลงในแบบบันทึกผล

2. ให้นักเรียนนำบีกเกอร์ใส่น้ำประมาณ 250 ml พร้อมผสมสีผสมอาหารมาเตรียมไว้ 3 บีกเกอร์

3. นำน้ำทั้งสามบีกเกอร์เทลงในชุดการทดลองที่มีหลอดแตกต่างกันทั้ง 3 ชุดโดยเทให้พร้อมกันและเทในระดับความสูงที่เท่ากันทั้งสามแก้ว

4. จับเวลา 15 วินาที พร้อมสังเกตว่าชุดการทดลองใดที่ของเหลวภายในแก้วลดปริมาตรลงมากที่สุด

5. ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2-3 และจับเวลาไปจนกว่าของเหลวจะหยุดไหลและบันทึกผลลงในแบบบันทึกผล

ตอนที่ 2 ศึกษาอัตราเร็วในการไหล (20 นาที)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสังเกตชุดการทดลองพร้อมตั้งสมมติฐานก่อนการทดลองลงในแบบบันทึกผล

2. ให้นักเรียนนำบีกเกอร์ใส่น้ำประมาณ 500 ml พร้อมผสมสีผสมอาหารมาเตรียมไว้ 1 บีกเกอร์

3. นำวัสดุผงขนาดเล็กใส่ลงไปในบีกเกอร์คนให้กระจายทั่วบีกเกอร์

4. นำกรวยพลาสติกมาต่อกับหลอดที่มีพื้นที่หน้าตัดขนาดใหญ่ ขนาดกลาง ขนาดเล็ก และขนาดเล็กที่แตกแขนงให้ได้ความยาว 30-35 cm หลังจากนั้นเทของเหลวในบีกเกอร์ ให้นักเรียนสังเกตว่าอัตราเร็วของวัสดุผงที่เคลื่อนที่ในหลอดการทดลองแต่ละช่วงเป็นอย่างไร พร้อมจับเวลาที่ของเหลวไหลออกมาจากท่อจนหมด

5. บันทึกผลเวลาที่ของเหลวไหลออกมาจากหลอดลงในแบบบันทึกผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 3 ศึกษาความดันของของเหลว (10 นาที)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสังเกตชุดการทดลองพร้อมตั้งสมมติฐานก่อนการทดลองลงในแบบบันทึกผลการทดลอง

2. ให้นักเรียนนำบีกเกอร์ใส่น้ำประมาณ 250 ml พร้อมผสมสีผสมอาหารมาเตรียมไว้

3. นำหลอดขนาดประมาณ 10 cm มาสวมกับหลอดแก้วแบบงอที่ต่อออกมาจากแก้วโดยใช้แก้วที่มีหลอดขนาดกลาง ระวังอย่าให้เกิดรอยรั่ว

4. นำหลอดฉีดยาขนาด 30 ml มาดูดของเหลวในบีกเกอร์ที่เตรียมไว้และฉีดเข้าไปในหลอดที่เตรียมไว้และฉีดเข้าไปในท่อ สังเกตว่าของเหลวในหลอดฉีดยาเพิ่มสูงขึ้นเท่าใด

5. วัดระดับความสูงของของเหลวที่ดันขึ้นมาภายในหลอดแบบงอที่ต่อโดยใช้เชือกวัดระดับแล้วนำเชือกดังกล่าวมาวัดด้วยไม้บรรทัดอีกครั้ง

6. ทำการทดองซ้ำแต่เปลี่ยนขนาดของท่อจาก 20 cm และ 30 cm ตามลำดับ ข้อควรระวังในการเปลี่ยนความยาวของหลอดควรใช้การวัดขนาดด้วยเชือกวัดระยะก่อนแล้วจึงนำไปเทียบที่ท่อพร้อมตัดออกให้ได้ความยาวตามที่กำหนด

**********ทุกการทดลองให้ทำซ้ำการทดลองละ 3 ครั้ง**********

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบบันทึกผลการปฏิบัติการทดลอง

ชื่อสมาชิกภายในกลุ่ม

ชื่อ ..... นามสกุล ..... เลขที่ .....

ชื่อ ..... นามสกุล ..... เลขที่ .....

ชื่อ ..... นามสกุล ..... เลขที่ .....

ชื่อ ..... นามสกุล ..... เลขที่ .....

ชื่อ ..... นามสกุล ..... เลขที่ .....

ชื่อ ..... นามสกุล ..... เลขที่ .....

ชื่อ ..... นามสกุล ..... เลขที่ .....

ตอนที่ 1

1.1 จากชุดการทดลองที่นักเรียนสังเกตได้ชุดการทดลองใดที่ของเหลวภายในแก้วจะลดลงมากที่สุด

..... เพราะเหตุใด .....

.....

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ชุดการทดลอง	เปรียบเทียบปริมาตรการไหลทั้งสามแก้ว ในเวลา 15 วินาทีผลที่เกิดขึ้น			เวลาที่ของเหลวไหลออกจากแก้วจนหยุด		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่3
1. ชุดแก้วที่มีหลอดขนาดใหญ่						
2. ชุดแก้วที่มีหลอดขนาดเล็ก						
3. ชุดแก้วที่มีหลอดแตกแขนง						

ผลที่เกิดขึ้นแตกต่างจากสมมติฐานที่นักเรียนตั้งไว้อย่างไร

.....

.....

.....

ตอนที่ 2

2.1 จากชุดการทดลองที่นักเรียนสังเกตนักเรียนคิดว่าวัสดุผงจะเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุดเมื่อเคลื่อนที่อยู่ในช่วงหลอดที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดขนาดใด

.....เพราะเหตุใด.....

.....

ตารางบันทึกผลการทดลอง

	ลักษณะการไหลของวัสดุผงในหลอด	เวลาที่ของเหลวไหลจนหมด (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
ช่วงหลอดที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดใหญ่					
ช่วงหลอดที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดขนาดกลาง					
ช่วงหลอดที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดขนาดเล็ก					
ช่วงหลอดที่มีการแตกแขนง					

ผลที่เกิดขึ้นแตกต่างจากสมมติฐานที่นักเรียนตั้งไว้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 3

3.1 นักเรียนคิดว่าการฉีดของเหลวเข้าไปในหลอดที่ระยะใดจะทำให้ของเหลวเคลื่อนไปในหลอดตัวงอได้สูงสุด

.....เพราะเหตุใด.....

.....

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ชุดการทดลอง	ความสูงที่บันทึกได้ (cm)			ความสูงเฉลี่ย (cm)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่3	
1. ชุดแก้วที่มีหลอดขนาดใหญ่ ขนาด 10 cm				
2. ชุดแก้วที่มีหลอดขนาดใหญ่ ขนาด 20 cm				
3. ชุดแก้วที่มีหลอดขนาดใหญ่ ขนาด 30 cm				
4. ชุดแก้วที่มีหลอดขนาดเล็ก ขนาด 10 cm				
5. ชุดแก้วที่มีหลอดขนาดเล็ก ขนาด 20 cm				
6. ชุดแก้วที่มีหลอดขนาดเล็ก ขนาด 30 cm				

ผลที่เกิดขึ้นแตกต่างจากสมมติฐานที่นักเรียนตั้งไว้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>คำถามหลังการทดลอง</u>

1. จากการทดลองในตอนที่ 1 ของเหลวในแก้วจะลดปริมาตรลงมากที่สุดและน้อยที่สุดในหลอดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเท่าใด และเพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

2. จากการทดลองในตอนที่ 2 วัสดุผงจะไหลได้เร็วมากที่สุดในช่วงใดของหลอดและช่วงใดที่ของเหลวจะไหลช้าที่สุด เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

3. จากการทดลองในตอนที่ 3 ของเหลวจากกระบอกฉีดยาจะไหลเข้าไปในหลอดงอได้สูงที่สุดเมื่อใช้หลอดที่มีความยาวเท่าใด และเพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

4. จากการทำการทดลองนักเรียนคิดว่าปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อ

4.1. อัตราการไหลของน้ำจากในแก้ว

.....

.....

4.2. ความเร็วของน้ำที่ไหลภายในหลอด

.....

.....

4.3. ความสูงของน้ำที่ไหลเข้าไปในท่อที่ต่อในแนวตั้ง

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราการไหล อัตราเร็ว และค่าความดันของเลือด (แผนทั่วไป)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	**โรงเรียนปทุมคงคา**
รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม	**ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**
เวลา 100 นาที	**ผู้สอน นายพงศ์พรหม พรเพิ่มพูน**

แนวคิดหลัก

อัตราการไหลของเลือด เป็นค่าที่แสดงถึงปริมาตรเลือดที่ไหลผ่านหลอดเลือดในหน่วยเวลา มีหน่วยเป็น ปริมาตรต่อเวลา หรือเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า อัตราการไหล = พื้นที่หน้าตัดของหลอดเลือด x อัตราเร็วของเลือด ซึ่งในร่างกายของมนุษย์ระบบหมุนเวียนเลือดเป็นระบบปิด ดังนั้น อัตราการไหลของของเหลวที่ผ่านตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งของหลอดเลือดจึงมีค่าคงที่ แสดงว่าอัตราเร็วของเลือดในหลอดเลือดที่มีพื้นที่หน้าตัดมากเลือดจะไหลได้ช้าเมื่อเทียบกับหลอดเลือดที่มีพื้นที่หน้าตัดน้อยกว่า ส่วนการพิจารณาค่าความดันในหลอดเลือดนั้นพิจารณาจาก ความดันของเลือดในหลอดเลือด ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของแรงดันเลือดที่กระทำกับผนังของหลอดเลือด ซึ่งหากหลอดเลือดใดอยู่ไกลหัวใจมากจะส่งผลให้ค่าแรงดันเลือดมีแนวโน้มลดลง

วัตถุประสงค์การเรียนรู้ เมื่อนักเรียนเรียนจบนักเรียนสามารถ

1. สังเกตเพื่อรวบรวมข้อมูลจากสื่อการเรียนรู้ได้
2. บอกความหมายของอัตราการไหล และความดันเลือดได้
3. อธิบายถึงความสัมพันธ์ของขนาดของหลอดเลือดที่ผลต่ออัตราการไหล อัตราเร็วของเลือดได้
4. อธิบายถึงความสัมพันธ์ของระยะทางที่มีผลต่อความดันในหลอดเลือดได้
5. มีความรับผิดชอบในการปฏิบัติงาน

สาระการเรียนรู้

อัตราการไหลของเลือด คือ ค่าปริมาตรของเลือดที่ไหลได้ในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นปริมาตรต่อหน่วยเวลา เช่น m^3/s ซึ่งอัตราการไหลนั้นมีความสัมพันธ์กับพื้นที่หน้าตัดของหลอดเลือดและอัตราเร็วของเลือด เขียนแสดงรูปแบบความสัมพันธ์ได้คือ อัตราการไหล(Q) = พื้นที่หน้าตัดของหลอดเลือด(A) x อัตราเร็วของเลือด (v)

ค่าความดันเลือด คือ ค่าที่แสดงอัตราส่วนของแรงดันเลือดที่ส่งมาจากหัวใจกระทำกับผนังของหลอดเลือด

ความสัมพันธ์ของโครงสร้างหลอดเลือดต่ออัตราการไหล ความดัน และอัตราเร็วของเลือด

- หลอดเลือดที่มีพื้นที่หน้าตัดมากเลือดจะมีอัตราเร็วในการไหลช้า
- ขนาดพื้นที่หน้าตัดของหลอดเลือดและอัตราเร็วมีผลต่ออัตราการไหลของเลือด
- ระยะห่างของหลอดเลือดจากหัวใจมีผลต่อความดันเลือด

สื่อการเรียนรู้

1. สถานการณ์ข่าว
2. สื่อแอนนิเมชันจำลองการไหลของเลือดในหลอดเลือด
3. สื่อ PowerPoint
4. สมุดบันทึกข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กิจกรรมการเรียนรู้ (100 นาที)

ขั้นนำ (10 นาที)

ครูนำเสนอสถานการณ์ข่าวเกี่ยวกับเรื่องของการสูญเสียเลือดหลังจากนั้นใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิด ดังนี้

สถานการณ์ข่าว “เมื่อกลางดึกวันที่ 28 มิถุนายน 2557 ผู้สื่อข่าวรายงานว่า พ.ต.ท. นุวัตร จัตุรัส สารวัตรเวร สภ.ศรีมหาโพธิ จ.ปราจีนบุรี รุดไปตรวจสอบที่ปากซอยกำนันหมอ ตลาดคลองรั้ง หลังได้รับแจ้งมีเหตุทะเลาะวิวาทและใช้มีดฟันกันจนมือขาด เมื่อไปถึงพบเพียงกองเลือดนองพื้นและบนรถจักรยานยนต์ของ นายสายันต์ ศรีมงคล อายุ 35 ปี พ่อค้าขายก๋วยเตี๋ยวที่ถูกฟันแขนซ้ายขาด โดยญาตินำส่งโรงพยาบาลศรีมหาโพธิไปก่อนหน้านี้ โดยทางด้านแพทย์ได้เร่งยื้อชีวิตและทำการต่อข้อมือให้ แต่แพทย์ไม่รับรองผลจะสามารถใช้ข้อมือดังกล่าวได้เหมือนเดิมหรือไม่เนื่องจากก่อนมาถึงโรงพยาบาลผู้ป่วยได้เสียเลือดมาจำนวนมากเนื่องจากหลอดเลือดใหญ่ที่บริเวณข้อมือเกิดการฉีกขาด ซึ่งอาจส่งผลต่อการเกิดการประสานของเนื้อเยื่อเกิดได้ช้า”

หลังจากนั้นครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิดดังนี้

1.1 จากสถานการณ์ข่าวข้างต้นเล่าถึงสถานการณ์ใด (เกิดเหตุทะเลาะวิวาทและมีการใช้อาวุธทำร้ายกันจนข้อมือของนายสายันต์ ศรีมงคล ขาด)

1.2. ญาติของสายันต์ พาไปรักษาที่โรงพยาบาลแต่แพทย์ไม่รับรองผลการรักษาเพราะเหตุใด (แพทย์ระบุว่าผู้ป่วยได้เสียเลือดมาจำนวนมากจึงอาจส่งผลต่อการรักษา)

1.3. จากสถานการณ์ดังกล่าวเพราะเหตุใดนายสายันต์จึงสูญเสียเลือดมาก (เกิดการฉีกขาดของหลอดเลือด)

1.4. เพราะเหตุใดเมื่อหลอดเลือดขนาดใหญ่เกิดการฉีกขาดจึงเกิดการสูญเสียเลือดได้มาก (แนวคำตอบของนักเรียนอาจมีความหลากหลายเช่น หลอดเลือดขนาดใหญ่มีเลือดอยู่ปริมาณมากเมื่อหลอดเลือดขาดจึงทำให้เลือดไหลออกมามาก ทั้งนี้นักเรียนอาจตอบแล้วมีคำที่เกี่ยวข้อง หรือเป็นคำที่

แสดงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนออกมาด้วยเช่น หลอดเลือดขนาดใหญ่มีความเร็วของเลือดมากทำให้เลือดไหลออกมาได้มาก)

1.5. ครูถามเพื่อให้นักเรียนได้ตั้งสมมติฐานเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมดังนี้ “นักเรียนคิดว่าค่าปริมาณใดบ้างที่ทำให้นายสายันต์เกิดการสูญเสียเลือดจากหลอดเลือด และค่าเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กับขนาดของหลอดเลือดอย่างไร” โดยให้นักเรียนแต่ละคนจดบันทึกข้อสมมติฐานของตนเองลงในสมุดหลังจากนั้นกล่าวเข้าสู่การทำกิจกรรมการเรียนรู้ในลำดับต่อไป

ขั้นสอน (75 นาที)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มและเข้ากลุ่มเพื่อเตรียมดำเนินกิจกรรม
2. ครูเปิดสื่อแอนิเมชัน จำลองการไหลของเลือดในหลอดเลือดต่างๆ ให้นักเรียนสังเกต โดยครูให้นักเรียนสังเกตในประเด็นต่อไปนี้
    2.1. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการไหลของเลือด
    2.2. เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของขนาดของหลอดเลือดส่งผลอย่างไรต่อการไหลของเลือด
    2.3. ปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อค่าอัตราการไหล อัตราเร็ว และความดันเลือด
3. หลังจากที่นักเรียนสังเกตสื่อแอนนิเมชันแล้วครูให้นักเรียนสรุปข้อมูลของตนเอง

4. ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มร่วมกันอภิปรายโดยใช้ข้อมูลของตนเองในการร่วมอภิปรายกับเพื่อน เพื่อสรุปคำตอบในประเด็นที่ครูกำหนดไว้

5. หลังจากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแสดงข้อสรุปของตนเอง พร้อมออกมานำเสนอข้อสรุปของตนเองหน้าห้อง

6. เมื่อนักเรียนทุกกลุ่มนำเสนอครบแล้วครูนำอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อการสรุปบทเรียนดังนี้

6.1. จากสื่อแอนิเมชั่นนักเรียนคิดว่าปริมาณของเลือดที่ไหลผ่านหลอดเลือดในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งมีค่าเท่ากันหรือไม่เพราะเหตุใด (มีค่าเท่ากันเพราะระบบหมุนเวียนเลือดเป็นระบบปิด)

6.2. เมื่อเลือดที่ไหลมีปริมารตเท่ากันนักเรียนคิดว่าปัจจัยของโครงสร้างหลอดเลือดปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อการไหลของเลือด (ขนาดของหลอดเลือด ความยาวของหลอดเลือด)

6.3. ขนาดของของเลือดมีลักษณะเป็นท่อยาวดังนั้นเวลาที่เลือดไหลผ่านปริมาตรของเลือดที่ไหลผ่านท่อได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งใด (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.4. หากจะทำการหาปริมาตรของเลือดในหลอดเลือดที่มีขนาดเส้นผ่านศุนย์กลางค่าหนึ่งจะหาได้อย่างไร (ปริมาณของเลือดที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดของหลอดเลือด)

6.5. นักเรียนคิดว่าอัตราการไหลหมายถึงอะไร (ปริมาตรของเลือดที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดของหลอดเลือดในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง)

6.6. จากสื่อแอนเมชันหากเกิดการเปลี่ยนแปลงของขนาดพื้นที่หน้าตัดของหลอดเลือดจะส่งผลอย่างไร (พื้นที่หน้าตัดมากจะทำให้มีอัตราการไหลของเลือดน้อยเพราะเลือดไหลช้าลง)

6.7. จากสื่อแอนิเมชันหากทำการเพิ่มแรงดันให้กับเลือดค่าความดันที่วัดได้มีค่าเป็นเช่นไร (มีค่าเพิ่มขึ้น)

6.8. เลือดที่มีแรงดันเมื่อไหลผ่านไปในหลอดเลือดค่าความดันที่วัดได้เป็นอย่างไร (มีค่าลดลง)

6.9. นักเรียนคิดว่าแรงดันที่ส่งมาในเลือดมีผลต่อโครงสร้างใดของหลอดเลือดมากที่สุด (ผนังหลอดเลือด)

6.10. นักเรียนคิดว่าความดันเลือดคืออะไร (แรงดันที่เลือดกระทำกับผนังโครงสร้างของหลอดเลือด)

6.11. นักเรียนคิดว่าความดันของเลือดขึ้นอยู่กับปัจจัยใดเป็นสำคัญ (ระยะห่างจากจุดกำเนิดแรงดัน)

ขั้นสรุป (15)

ครูนำอภิปรายสรุปโดยใช้สื่อ Powerpoint

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัดและประเมินผล

1) วัดจาการตอบคำถามในชั้นเรียน

2) วัดจากแบบบันทึกข้อมูลจากสื่อแอนิเมชัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เครื่องมือวัดผล

1) ข้อคำถามที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้

2) ข้อมูลที่นักเรียนสังเกตได้จากสื่อแอนิเมชัน

3) วัดจากการนำเสนอข้อมูลของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

เกณฑ์การประเมินผล

1) นักเรียนมีส่วนร่วมในการตอบคำถามในชั้นเรียนอย่างน้อยร้อยละ 70

2) นักเรียนสามารถอธิบายบอกความหมายของอัตราการไหลได้อย่างถูกต้อง

3) อธิบายถึงความสัมพันธ์ของขนาดของหลอดเลือดที่ผลต่ออัตราการไหล อัตราเร็วของเลือดได้อย่างถูกต้อง

4) อธิบายถึงความสัมพันธ์ของระยะทางที่มีผลต่อความดันในหลอดเลือดได้อย่างถูกต้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบบัน**ทึก**การสังเกตจากสื่อแอนิเมชัน

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....

ประเด็นที่กำหนดในการศึกษาสื่อแอนิเมชันในครั้งนี้คือ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อมูลที่นักเรียนสังเกตได้คือ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ง

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในระบบหมุนเวียนเลือด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการรวบรวมมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยการให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่ผู้วิจัยรวบรวมไว้ และจากการสัมภาษณ์ได้ข้อมูลมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมาดังนำเสนอต่อไปนี้

ตารางแสดงข้อมูลมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือด และความเข้าใจของนักเรียนที่ที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ความเข้าใจของนักเรียนที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
1. หลอดเลือดอาร์เทอร์รี คือหลอดเลือดที่ลำเลียงเลือดที่มีออกซิเจนสูง ในขณะที่หลอดเลือดเวนคือหลอดเลือดที่ลำเลียงเลือดที่มีออกซิเจนต่ำ	นักเรียนมักจะเกิดความเข้าใจว่า หลอดเลือดอาร์เทอร์รีโดยส่วนใหญ่นั้นลำเลียงเลือดที่มีออกซิเจนสูง ในขณะเดียวกันหลอดเลือดเวนส่วนใหญ่ลำเลียงเลือดที่มีออกซิเจนต่ำ ดังนั้นจึงทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจว่าการเรียกชื่อหลอดเลือดนั้นพิจารณาจากปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในเลือด
2. หลอดเลือดอาร์เทอรีมีความหนาและความยืดหยุ่นเพื่อช่วยรักษาความดันเลือดให้มีค่าสูง และช่วยในการสูบฉีดเลือดในสภาพที่มีความดันเลือดสูง	นักเรียนมักจะเกิดความเข้าใจว่า หลอดเลือดอาร์เทอรีเป็นหลอดเลือดที่ลำเลียงเลือดออกจากหัวใจจึงต้องมีผนังที่หนาเพื่อให้สามารถรองรับแรงบีบที่ส่งมาจากหัวใจได้และช่วยให้ความดันในหลอดเลือดไม่เกิดการสูญเสียไปในระหว่างการลำเลียงเลือด จึงทำให้ความดันเลือดมีค่าสูงอยู่เสมอ
3. หลอดเลือดเวนมีความดันเลือดต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับหลอดเลือดอื่นๆเพราะผนังหลอดเลือดเวนบางที่สุด และเป็นผลมาจากแรงโน้มถ่วงของโลก	นักเรียนมักจะเกิดความเข้าใจว่า หลอดเลือดเวนมีผนังบางทำให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดเลือดที่ใช้ลำเลียงเลือดได้มาก (มีขนาดช่องว่างที่ใช้ลำเลียงเลือดขนาดใหญ่) จึงทำให้ท่อมีขนาดใหญ่ขึ้นความดันจึงลดลงประกอบกับแรงโน้มถ่วงของโลกที่ดึงโมเลกุลของของเหลวให้มีค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นความดันจึงต่ำ ทั้งๆที่ความดันขึ้นอยู่กับระยะทางและแรงดันที่ส่งมาจากหัวใจ

ตารางแสดงข้อมูลมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือด และความเข้าใจของนักเรียนที่ที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ความเข้าใจของนักเรียนที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
4. หลอดเลือดฝอยเป็นหลอดเลือดที่มีขนาดเล็กกว่าหลอดเลือดเวน ค่าความดันเลือดจึงสูงกว่าหลอดเลือดเวน	นักเรียนมักจะเข้าใจว่าหลอดฝอยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่าหลอดเลือดเวนจึงทำให้เมื่อเลือดผ่านมาที่หลอดเลือดฝอยจะทำให้เกิดค่าความดันเลือดสูงในขณะที่หลอดเลือดเวนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่าหลอดเลือดฝอยจึงมีค่าความดันเลือดต่ำกว่า
5. อัตราการไหลของเลือดในหลอดเลือดฝอยมีค่าน้อยที่สุดเพราะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กที่สุด อยู่ไกลหัวใจ	นักเรียนจะเข้าใจว่าหลอดฝอยมีขนาดเล็กและเกิดการแตกแขนงมากมายทำให้ความดันเลือดภายในหลอดเลือดฝอยลดลง ประกอบกับอยู่ห่างจากหัวใจทำให้ไม่มีแรงส่งมาจากหัวใจ การไหลของเลือดจึงไหลช้าที่สุด
6. ค่าความดันเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดการแพร่ของแก๊ส และสารอื่นที่บริเวณหลอดเลือดฝอย โดยเมื่อหลอดเลือดฝอยมีความดันมากขึ้นจะส่งผลให้เกิดการสะสมคาร์บอนไดออกไซด์ภายในในเซลล์มากขึ้น เกิดการแพร่ของแก๊สออกซิเจนได้มากขึ้น และทำให้เซลล์ได้รับสารต่างๆจากภายในเลือดน้อยลง	นักเรียนเข้าใจว่าหลอดเลือดฝอยมีขนาดเล็กทำให้มีค่าความดันเลือดสูง ค่าความดันเลือดที่สูงขึ้นจะช่วยให้เกิดการผลักของโมเลกุลของสาร เช่น แก๊ส สารอาหาร ไอออน จากภายในหลอดเลือดฝอยออกมาได้มากขึ้น ส่งผลต่อการแลกเปลี่ยนสารระหว่างเลือดและเซลล์ให้เกิดได้ดีมากขึ้น นอกจากนี้นักเรียนที่เรียนเรื่องการทำงานของโกลเมอรูลัสที่ท่อหน่วยไต แล้วอาจเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้ว่า เมื่อแรงดันของเลือดที่ไหลผ่านโกลเมอรูลัสเพิ่มมากขึ้น จะทำให้เกิดการกรองของสารจากเลือดได้มากขึ้น ดังนั้นถ้าในหลอดเลือดฝอยมีค่าความดันเลือดมากก็จะทำให้เกิดการสำเสียงสารได้มากเช่นเดียวกัน

ตาราง แสดงข้อมูลมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือด และความเข้าใจของนักเรียนที่ที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ความเข้าใจของนักเรียนที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
7. ในระบบหมุนเวียนเลือดผ่านร่างกาย (Systemic Circulation) ปริมาตรของเลือดในหลอดเลือดอาร์เทอรี หลอดเลือดฝอย และหลอดเลือดเวนมีปริมาตรเท่ากัน	ระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์เป็นระบบปิด ดังนั้นปริมาณเลือดที่ผ่านในระบบหมุนเวียนเลือดผ่านร่างกาย และระบบหมุนเวียนเลือดผ่านปอดย่อมเท่ากัน
8. ในพลาสมาจะไม่พบ ไขมัน (Fat) วิตามิน และกรดยูริก	นักเรียนมักจะเข้าใจว่าในพลาสมาประกอบไปด้วยน้ำ น้ำตาลกลูโคส สารอาหารที่ดูดซึม และแก๊ส
9. ซีรัม (Serum) คือส่วนที่รวบรวมได้จากพลาสมาของม้าที่มีสารอาหารที่จำเป็นสำหรับผู้ป่วย	นักเรียนมักจะนำความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทำ Serum ในเรื่องภูมิคุ้มกันแบบรับมา (Passive Immunization) มาใช้อธิบาย
10. รูปร่างของเม็ดเลือดแดงมีส่วนช่วยในการยึดเกาะของฮีโมโกลบินสามารถเกิดการติดต่อกับเซลล์ได้มากขึ้น และช่วยให้สามารถเคลื่อนที่ผ่านหลอดเลือดฝอยได้ง่ายขึ้น	นักเรียนมักจะเข้าใจว่ารูปร่างของเม็ดเลือดแดงมีลักษณะเป็นรูปทรงกลมบุ๋มเว้าตรงกลางจึงน่าจะช่วยให้สามารถเคลื่อนที่ได้ง่ายขึ้น ทำให้ฮีโมโกลบินยึดเกาะกับเม็ดเลือดแดงได้ดีขึ้น เกิดการแลกเปลี่ยนสารได้มากขึ้น
.11. น้ำเหลืองเป็นของเหลวที่อยู่รอบเซลล์ พบว่ามีสารต่างเหมือนกับในพลาสมา ช่วยในการแลกเปลี่ยนสารระหว่างเลือดและเซลล์	นักเรียนมักเข้าใจว่า น้ำเหลืองเป็นสารที่แพร่ออกมาจากเลือดจึงมีโครงสร้างคล้ายเลือด มีสารอาหารเช่นเดียวกับในเลือด และน้ำเหลืองอยู่รอบๆเซลล์จึงน่าจะช่วยในการแลกเปลี่ยนสารระหว่างเลือดและเซลล์
12.สัตว์ที่มีระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดจะพบเฉพาะแค่หลอดเลือด ส่วนของเหลวที่ใช้ในการลำเลียงสารคือน้ำเหลือง	นักเรียนมักจะเข้าใจว่า โครงสร้างของระบบเลือดแบบเปิด ใช้ น้ำเหลือง ในการลำเลียงสาร เนื่องจา กมีการปะปนของน้ำเหลืองเข้าสู่ภายในหลอดเลือด น้ำเหลืองจึงทำหน้าที่ในการลำเลียงสาร และ อาศัยการบีบตัวของกล้ามเนื้อรอบหลอดเลือดจึงไม่จำเป็นต้องมีหัวใจ

ตารางแสดงข้อมูลมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือด และความเข้าใจของนักเรียนที่ที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ความเข้าใจของนักเรียนที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
13. การที่เกิดการรับเลือดมาแล้วเกิดการตกตะกอนเนื่องจากปฏิกิริยาของแอนติเจนบนผิวเม็ดเลือดแดงที่ไม่ตรงกัน	มักจะเข้าใจว่าเมื่อเกิดการให้เลือดข้ามหมู่จะทำให้แอนติเจนบนผิวเม็ดเลือดแดงของเลือดทั้งสองหมู่เกิดการทำปฏิกิริยากันและเกิดการตกตะกอน

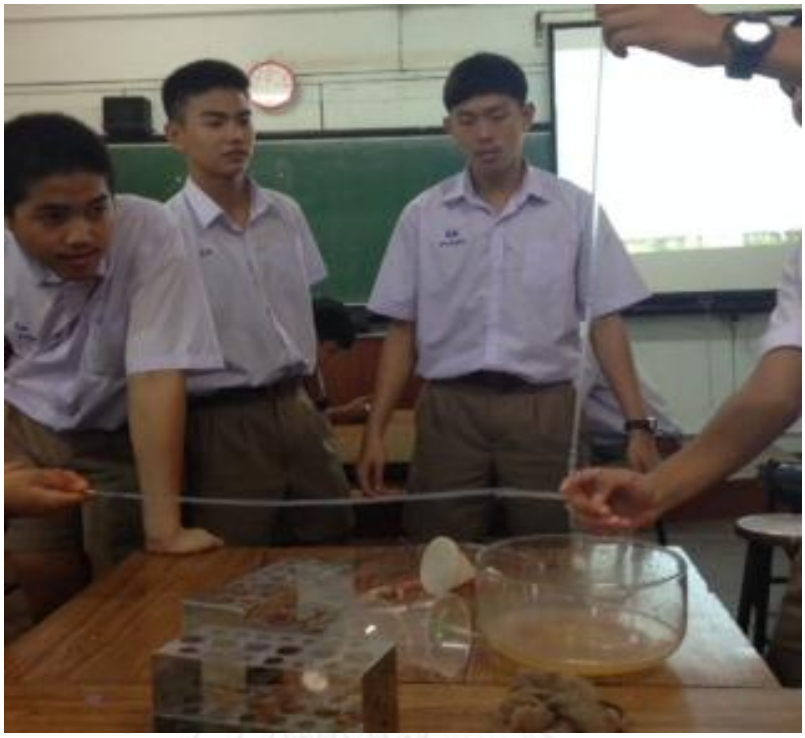
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์สองบทบาท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวอย่างภาพกิจกรรมของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายพงศ์พรหม พรเพิ่มพูน เกิดวันที่ 11 มกราคม พ.ศ. 2530 ภูมิลาเนาจังหวัดราชบุรี สาเร็จการศึกษาครุศาสตรบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2552 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2553 และได้รับทุนอุดหนุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ทุน 72 พรรษาฯ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University