

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา
กรกฎาคม 2560

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา
กรกฎาคม 2560
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา
กรกฎาคม 2560

จินตนา แยมคงเมือง. (2560). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (ชีววิทยา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาปรินญานิพนธ์: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความก้าวหน้าทางการเรียน และแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย ในหัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และ ระบบภูมิคุ้มกันของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ณ โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นแบบตัวเลือกพร้อมให้เหตุผลประกอบ และ 3) แบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบคำถามปลายเปิด จากนั้นวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยเปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ t -test for dependent samples หาดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนโดยใช้สูตรของ Hake (1998) และ จัดกลุ่มแนวคิดวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Haider (1997) ผลการศึกษา พบว่า หลังจากการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย ทั้งสามหัวข้อ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < .05$) โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ระดับสูง และมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องมากขึ้นกว่าก่อนเรียน ($p < .05$)

DEVELOPMENT OF LEARNING ACHIEVEMENT AND SCIENTIFIC CONCEPTIONS IN
HOMEOSTASIS OF UPPER SECONDARY STUDENTS THROUGH
MODEL-BASED LEARNING



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Biology
at Srinakharinwirot University
July 2017

Jintana Yamkongmueng. (2017). *Development of Learning Achievement and Scientific Conceptions in Homeostasis of Upper Secondary Students through Model-Based Learning*. Master thesis, M.Ed (Biology). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Asst. Prof. Dr.Somkiat Phornphisutthimas

This research aimed at developing the learning achievement of students, learning progression and scientific conceptions about homeostasis on the topic of the circulatory system, the lymphatic system and the immune system of upper secondary students after learning through the model-based learning. This research was the classroom action type. The participants consisted of thirty Grade Ten students in the 2016 academic year at a large-sized school in Bangkok. The research instruments were as follows: 1) lesson plans using model-based learning; 2) a two-tier diagnostic test; and 3) an open-ended conceptual test. The data were analysed by a comparison between the pretest and the posttest using a *t*-test for dependent samples, calculating the gain progression using Hake's formula (1998), and grouping concepts using Haidar's criteria (1997). The findings revealed that the posttest scores of all topics regarding homeostasis after using model-based learning management were higher than those before using model-based learning ($p < .05$). In addition, most students's scores progressed, and more correct scientific concepts than previously using model-based learning management ($p < .05$).

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงด้วยดี เนื่องจากความกรุณาและการให้คำปรึกษารวมถึงแนะนำแนวทางในการทำวิจัยจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ที่ให้กำลังใจ อบรมสั่งสอน สนับสนุน และแนะนำแนวทางในการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ดร.ฐาปนา ชลธนานารถ ดร.วุฒิพงษ์ ทองใบ ดร.มนตรี มณีภาค ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ และ คุณครูภูษณิศ ภูณสิทธิ์ ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนให้คำแนะนำและแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยจนสามารถนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ได้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน และ ดร.รักษนก โคโต ที่ให้ความกรุณาเป็นกรรมการสอบปากเปล่า พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่มีคุณค่าทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ดร.อนิษฐาน ศรีนวล อาจารย์ที่ปรึกษา ที่อบรมสั่งสอน ให้คำปรึกษา และให้กำลังใจในการเรียนและการทำปริญญานิพนธ์ตลอดมา

ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่กรุณาให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการของโรงเรียนกลุ่มเป้าหมาย และผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่อำนวยความสะดวก และให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัยอย่างดียิ่ง และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่เคยอบรมสั่งสอน และให้ความรู้แก่ผู้วิจัยนับตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และขอขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัว ที่สนับสนุนและส่งเสริมด้านการเรียนให้แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด นอกจากนี้ยังเป็นกำลังใจสำคัญในการเรียนและการทำงานวิจัยตลอดมา ประโยชน์ของงานปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบให้บิดามารดา และคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้แก่ผู้วิจัย

จินตนา แยมคงเมือง

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
ของ
จินตนา แยมคงเมือง

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษา ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ) (อาจารย์ ดร.รักษนก โคโต)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน)

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายการวิจัย	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา (เพิ่มเติม)....	7
การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน.....	10
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	18
แนวคิดวิทยาศาสตร์.....	21
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ.....	27
3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	28
กลุ่มที่ศึกษาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล.....	28
เนื้อหาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล.....	28
ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล.....	29
แบบแผนที่ใช้ในการเก็บข้อมูล.....	29
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	31
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	38
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	39
จริยธรรมในการวิจัย.....	40

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการศึกษาและอภิปรายผล.....	41
การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน.....	41
ผลการศึกษาของกลุ่มที่ศึกษา.....	43
อภิปรายผลการศึกษา.....	58
แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การรักษาตุลย- ภาพในร่างกาย.....	61
5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	67
สรุปผลการศึกษา.....	67
ข้อเสนอแนะ.....	70
บรรณานุกรม.....	72
ภาคผนวก.....	80
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	117

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและสาระการเรียนรู้.....	9
2 การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 4 กลุ่ม.....	24
3 การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 5 กลุ่ม.....	25
4 การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 6 กลุ่ม.....	26
5 แบบแผนการทดลอง.....	29
6 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่ศึกษา โดยทดสอบ t -test for dependent samples ที่ $p = 0.05$	44
7 ความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่ศึกษา.....	46
8 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามประเภทแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในหัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน ก่อนเรียนและ หลังเรียนของกลุ่มที่ศึกษา.....	48
9 ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน.....	55

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 วงจรเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis; & McTaggart (1998).....	30
2 คะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) ก่อนและหลังเรียนในหัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และ ระบบภูมิคุ้มกัน (คะแนนเต็ม 10 คะแนน).....	45
3 ค่าความก้าวหน้าทางการเรียน ในหัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และ ระบบภูมิคุ้มกัน.....	46
4 ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน $\langle g \rangle$ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใน ก) หัวข้อ ระบบหมุนเวียนเลือด ข) หัวข้อระบบน้ำเหลืองและ ค) หัวข้อระบบภูมิคุ้มกัน.....	47
5 เปรียบเทียบแบบจำลอง ก) ก่อนเรียน และ ข) หลังเรียน หัวข้อโครงสร้างของหัวใจ ของนักเรียน 020.....	50
6 ระดับแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายบุคคล ก่อนและหลังการเรียนรู้โดยใช้ แบบจำลองเป็นฐาน ใน ก) หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ข) หัวข้อระบบน้ำเหลือง และ ค) หัวข้อระบบภูมิคุ้มกัน.....	52
7 เปรียบเทียบคะแนนหลังเรียน (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) กับค่าดัชนีความก้าวหน้า ทางการเรียน $\langle g \rangle$ ใน ก) หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ข) หัวข้อระบบน้ำเหลือง และ ค) หัวข้อระบบภูมิคุ้มกัน.....	54

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความเจริญก้าวหน้า มีบทบาท และความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ และการพัฒนาประเทศในด้านต่าง ๆ ช่วยให้ผู้มีความสะดวกสบาย ประชาชนสามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารได้ง่าย และรวดเร็ว แม้อาศัยอยู่ที่บ้านก็สามารถเรียนรู้ได้จากทั่วโลก ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงต้องมีการปรับเปลี่ยนไปตามสภาพสังคม ให้มีความเหมาะสมกับลักษณะการดำรงชีวิตของนักเรียนที่เปลี่ยนแปลงไป ครูผู้สอนต้องนำเอาศักยภาพที่มีอยู่ในตัวนักเรียนออกมาใช้ และพัฒนาศักยภาพนั้นให้ดีขึ้นโดยผ่านการจัดการเรียนรู้แบบต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจหลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และสามารถใช้กระบวนการคิด การให้เหตุผล ประสบการณ์ ในการแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวันได้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551) ที่สำคัญการจัดการเรียนรู้ที่นำมาใช้แก้ปัญหาต้องสัมพันธ์กับการดำรงชีวิต และชีวิตประจำวันของนักเรียนด้วย เพื่อป้องกันไม่ให้นักเรียนไม่อยากเรียนวิทยาศาสตร์ (ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. 2558) จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนต้องศึกษา ค้นคว้า และนำแนวทางการจัดการเรียนรู้วิธีต่าง ๆ มาใช้โดยให้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาสาระ เพื่อส่งเสริมศักยภาพของนักเรียนให้ได้ตามมาตรฐาน และให้นักเรียนมีสมรรถนะสำคัญ คือ สามารถนำความรู้เดิมจากประสบการณ์ที่มีอยู่มาสร้างองค์ความรู้ใหม่ ตามบริบทที่แตกต่างกันได้ (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. 2556)

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนท่องจำ และครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย (lecture method) อาจไม่เพียงพอที่จะใช้เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในด้านต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม แม้ว่าการสอนแบบบรรยายยังใช้ได้กับวิทยาศาสตร์บางหัวข้อ แต่สำหรับบางหัวข้อ พบว่า การสอนแบบบรรยายไม่อาจทำให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างสรรค์ และคิดแบบเป็นระบบได้ จึงต้องใช้ทฤษฎีหรือวิธีการสอนอื่น ๆ มาช่วย รวมถึงควรนำเอาเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาใช้อีกด้วย (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. 2557) ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้ที่มีความหลากหลาย และมีประสิทธิภาพสามารถนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศที่ได้กำหนดไว้

การจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมทักษะ และพัฒนาศักยภาพของนักเรียนนั้นมีหลากหลายวิธีหนึ่งในนั้น คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองและการสร้างแบบจำลอง ซึ่งได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Gobert; & Buckley. 2000) เนื่องจากแบบจำลอง และการสร้างแบบจำลองในการเรียนวิทยาศาสตร์ จะให้ความสำคัญกับการคิด และการปฏิบัติอย่างนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสำรวจตรวจสอบ การสร้างความเข้าใจ และการสื่อสาร

ความรู้ความเข้าใจ (Harrison; & Treagust. 2000) จากความสำคัญดังกล่าวได้ก่อให้เกิดวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (model-based learning; MBL) ซึ่งมีแนวคิดสำคัญที่อธิบายกระบวนการเรียนรู้ ดังนี้ 1) ความเข้าใจเกิดจากการสร้างแบบจำลองทางความคิดจากปรากฏการณ์ที่ได้ศึกษาหลังจากได้แก้ไขปัญหาลงข้อสรุป หรือให้เหตุผลด้วยแบบจำลอง 2) นักเรียนสร้างแบบจำลองจากความรู้เดิม และความรู้ใหม่ที่ได้รับระหว่างการสร้างแบบจำลอง เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองทางความคิด (mental model) ของปรากฏการณ์นั้น และ 3) เมื่อนักเรียนประเมินแบบจำลองแล้วพบว่าไม่สอดคล้อง อาจปรับปรุงแก้ไข หรือสร้างแบบจำลองขึ้นใหม่ แต่ถ้าแบบจำลองมีความถูกต้องจะคงแบบจำลองไว้ (โกเมศ นาแจ้ง. 2554) ลักษณะแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ สามารถแบ่งได้หลายแบบ เช่น แบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาด แบบจำลองที่แสดงด้วยกราฟิก หรือแบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความแนวคิด (Guttersrud. 2007)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนิยมนำมาใช้ในเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นนามธรรมหรือเนื้อหาที่นักเรียนไม่สามารถเห็นได้เชิงประจักษ์ ซึ่งในการเรียนวิทยาศาสตร์ มีหลายรายวิชาที่เนื้อหาที่มีลักษณะเช่นนี้ เช่น เคมีที่นักเรียนต้องอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมีที่เกิดขึ้นจริงแต่ไม่สามารถมองเห็นได้ นักเคมีจึงมักสร้างแบบจำลอง (models) ขึ้นมาเพื่ออธิบาย และทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ (Justi; & Gilbert. 2002) โดยในศตวรรษที่ผ่านมาการสร้างและใช้แบบจำลองทางเคมีได้รับความสนใจอย่างมากก่อให้เกิดความรู้ทางเคมีมากมาย (ชาติรี ฝ่ายคำตา. 2558) หรือแม้แต่ในวิชาชีววิทยา ที่เนื้อหาที่มีความหลากหลาย และลักษณะเนื้อหาบางหัวข้อไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน เป็นนามธรรม ซับซ้อน (ขวัญชนก ศรีทาสุษ. 2557) ทำให้เกิดความเข้าใจได้ยาก เช่น เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกาย ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ และความสัมพันธ์ของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย การทำความเข้าใจเรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกายทำได้ยากเนื่องจากหลาย ๆ เหตุผล ทั้งเนื้อหาที่มีความซับซ้อนของระบบต่าง ๆ ไส้ระดับตั้งแต่ระดับง่ายไประดับยาก (Chi; et al. 1991) ดังนั้นชีววิทยาจึงจำเป็นต้องนำการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจ และเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมมาใช้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นวิธีที่เหมาะสม และช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจปรากฏการณ์ เหตุการณ์หรือเนื้อหาสาระที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ (วิทยา อินโท. 2559)

จากการสืบค้นข้อมูลงานวิจัย และการสังเกตในระหว่างการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนชีววิทยา พบว่า ปัญหาภายในชั้นเรียน คือ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในเนื้อหาน้อย และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ อีกทั้งเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ ที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกายแสดงให้เห็นถึงแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในหลายด้าน ซึ่งปัญหานี้เกิดขึ้นกับนักเรียนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจนถึงระดับอุดมศึกษา นอกจากนี้พบว่าแม้แต่ในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 ก็ยังพบนักเรียนที่มีแนวคิดที่ผิดพลาดและคลาดเคลื่อนในหลาย ๆ แนวคิด เช่น โครงสร้างและหน้าที่ของเลือด โครงสร้างและหน้าที่ของหัวใจ รูปแบบหรือลักษณะการไหลเวียนของเลือด ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดและแบบปิด รวมถึงความสัมพันธ์ของระบบหมุนเวียนเลือด

กับระบบอื่น (Arnaudin. 1983; Arnaudin; & Mintzes. 1985, 1986) หรือแม้กระทั่งนักศึกษาแพทย์ ก็ยังพบแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเนื้อหาในเรื่องนี้ (Petal; et al. 1991)

จากแนวคิด งานวิจัย และสภาพปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษา และนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมาใช้ในการจัดการเรียนรู้กับเรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย รายวิชาชีววิทยา เพื่อแก้ปัญหาด้านการเรียนรู้ และพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย อันเป็นแนวทางหนึ่งที่จะส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความก้าวหน้าทางการเรียนที่สูงขึ้น อีกทั้งช่วยพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนให้ถูกต้องมากขึ้นด้วย

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ความมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้ มีดังนี้

- 1) ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย หลังได้รับการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
- 2) ประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย หลังได้รับการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
- 3) พัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย หลังได้รับการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ความสำคัญของการวิจัย

ในปัจจุบันครูผู้สอนจำเป็นต้องปรับการเรียนการสอนให้เข้ากับยุคสมัยที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งการพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อนักเรียน คือ วิธีการสอนหรือการจัดการเรียนรู้ของครู ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ต้องมีความหลากหลาย และมีความเหมาะสมกับเนื้อหา

การวิจัยในครั้งนี้ทำให้ได้แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อใช้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความก้าวหน้าทางการเรียน และแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากในแต่ละวันที่นักเรียนได้เรียน และพบเจอประสบการณ์ต่าง ๆ นักเรียนจะสร้างแนวคิดผ่านทางประสบการณ์ที่นักเรียนได้รับอยู่เสมอ อีกทั้งการวิจัยนี้ยังเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครู และผู้สนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไปปรับใช้ต่อไปในอนาคต

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตของงานวิจัยประกอบด้วย กลุ่มที่ศึกษา เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ตัวแปรที่ศึกษา และนิยามศัพท์เฉพาะ มีรายละเอียดดังนี้

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 1 กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียน (ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์) มีนักเรียนจำนวนทั้งสิ้น 30 คน เป็นนักเรียนชาย 14 คน และนักเรียนหญิง 16 คน โดยกลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ได้จากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เนื่องจากผู้วิจัยรับหน้าที่สอนวิชาชีววิทยาให้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รวมทั้งสิ้น 3 ห้อง เป็นห้องเรียนปกติ 2 ห้องเรียน และห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ 1 ห้องเรียน ซึ่งเป็นห้องที่เลือกเป็นกลุ่มที่ศึกษา เพราะเมื่อได้ จัดการเรียนรู้ และสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ รวมถึงการพิจารณาผลการเรียนที่ผ่านมาของนักเรียนทั้ง 3 ห้อง พบว่า ห้องเรียนที่เลือกเป็นกลุ่มที่ศึกษามีการคละกันของนักเรียนทั้งกลุ่มอ่อน กลุ่มปานกลาง และกลุ่มเก่ง ในสัดส่วนที่เหมาะสม ซึ่งแตกต่างจากห้องเรียนปกติที่นักเรียนส่วนใหญ่เป็นกลุ่มอ่อน และกลุ่มปานกลาง

เนื้อหาที่นำมาใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้จัดอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต หน่วยที่ 2 การรักษาคุณภาพของร่างกาย สัตว์และมนุษย์ บทที่ 6 การรักษาคุณภาพในร่างกาย โดยมีหัวข้อดังนี้

- 1) ระบบหมุนเวียนเลือด
- 2) ระบบน้ำเหลือง
- 3) ระบบภูมิคุ้มกัน

สิ่งที่ศึกษา

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
- 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 3) ความก้าวหน้าทางการเรียน
- 4) แนวคิดวิทยาศาสตร์

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการทำวิจัย 1 ปี 5 เดือน (กุมภาพันธ์ 2559-กรกฎาคม 2560) และระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยใช้เวลาในการสอน 12 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที โดยระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้แต่ละหัวข้อมีดังนี้ หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือดใช้เวลา 4 คาบเรียน หัวข้อระบบน้ำเหลืองใช้เวลา 4 คาบเรียน และ หัวข้อระบบภูมิคุ้มกันใช้เวลา 4 คาบเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองในการทำความเข้าใจ และอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยนักเรียนเป็นผู้สร้างแบบจำลองออกมาเป็นแบบจำลองทางความคิด และทำการประเมิน และปรับปรุงแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ ขั้นการสร้างแบบจำลองทางความคิด ขั้นแสดงแบบจำลอง ขั้นประเมินแบบจำลอง และ ขั้นขยายแบบจำลอง

แบบจำลอง หมายถึง สิ่งที่ใช้อธิบายแนวคิด หลักการ ทฤษฎี กฎ หรือใช้เป็นตัวแทนของวัตถุ แนวคิด กระบวนการหรือระบบที่ทำให้นักเรียนเข้าใจง่ายขึ้น โดยเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความเป็นจริง

แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง สิ่งที่ใช้เป็นตัวแทนแสดงความรู้ความเข้าใจในปรากฏการณ์ทางกายภาพและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ที่ถูกต้องตามหลักทฤษฎีหรือหลักวิทยาศาสตร์ อีกทั้งเป็นที่ยอมรับในกลุ่มของนักวิทยาศาสตร์

แนวคิดวิทยาศาสตร์ (scientific conception) หมายถึง ความคิดหรือความเข้าใจที่เกิดจากการสรุปลักษณะที่สำคัญของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้บทสรุปที่น่าเชื่อถือมากที่สุด ซึ่งแนวคิดวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาในบทเรียน และความรู้ระดับสูงที่ชัดเจนมากขึ้น

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ความรู้หรือความสามารถของนักเรียนในการเรียนวิชาชีววิทยาที่เกิดขึ้นกับนักเรียน โดยสามารถวัดด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถแบ่งเป็นด้านต่าง ๆ (ดัดแปลงจาก Klopfer. 1974) ดังนี้

- 1) ความรู้-ความจำ
- 2) ความเข้าใจ
- 3) ด้านการนำไปใช้
- 4) ด้านการวิเคราะห์
- 5) ด้านการสังเคราะห์

ความก้าวหน้าทางการเรียน หมายถึง ระดับผลสัมฤทธิ์การเรียนของนักเรียนที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่สามารถส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความก้าวหน้าทางการเรียน และแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในรายวิชาชีววิทยาได้ โดยในการวิจัยต้องอาศัยข้อมูลพื้นฐานเพื่อนำมาประกอบในการวิจัย ซึ่งผู้วิจัยตรวจสอบเอกสารต่าง ๆ และนำมาเรียบเรียงตามลำดับ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา (เพิ่มเติม)

1.1 สาระสำคัญ

1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

2.1 ความหมายและลักษณะของแบบจำลอง

2.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

2.3 กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

2.4 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2 การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. แนวคิดวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายและองค์ประกอบของแนวคิดวิทยาศาสตร์

4.2 การวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์

4.3 การจัดกลุ่มแนวคิดวิทยาศาสตร์

5. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ

1. การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา (เพิ่มเติม)

1.1 สาระสำคัญ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อโลกและมนุษย์เป็นอย่างยิ่ง เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคน ทั้งในชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้ และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิต และการทำงาน ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ที่ถูกนำมาผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์ และศาสตร์อื่น ๆ นอกจากนี้วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์เพื่อที่จะมีความรู้ ความเข้าใจในธรรมชาติ และเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น อีกทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม ดังนั้น หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จึงกำหนดวิชาวิทยาศาสตร์ให้เป็นหนึ่งในสาระการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานที่นักเรียนทุกคนต้องได้เรียนรู้ตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2553)

1.1.1 ระบบหมุนเวียนเลือด

ระบบหมุนเวียนเลือด เป็นระบบในร่างกายที่เกี่ยวข้องกับลำเลียงสารต่าง ๆ เช่น ลำเลียงสารอาหารที่ถูกย่อยแล้ว ลำเลียงออกซิเจนจากปอดไปสู่เซลล์ ลำเลียงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากเซลล์ไปยังปอด ระบบหมุนเวียนเลือดมีสองระบบ ได้แก่ ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด พบในแมลง กุ้ง หอย และระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด พบในไส้เดือนดิน หมึก และสัตว์มีกระดูกสันหลัง โดยเนื้อหาในหัวข้อนี้ประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1) หัวใจ (heart)

หัวใจเป็นอวัยวะที่ประกอบด้วยกล้ามเนื้อหัวใจ (cardiac muscle) ที่ภายในกลวง หัวใจอยู่ภายในเยื่อหุ้มหัวใจ เรียกว่า เยื่อเพอริคาร์เดียม (pericardium) ตำแหน่งของหัวใจจะอยู่บริเวณระหว่างปอดทั้งสองข้างค่อนไปทางซ้ายเล็กน้อย หัวใจมีหลอดเลือดนำเลือดมาเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจ เรียกว่า โคโรนารีอาร์เทอรี (coronary artery) ซึ่งมีทั้งด้านซ้ายและด้านขวา และแตกแขนงไปเลี้ยงทั่วทุกส่วนของเนื้อเยื่อหัวใจ

2) วงจรการหมุนเวียนเลือดของคน

เลือดที่มีออกซิเจนต่ำหรือเลือดดำจะเข้าสู่หัวใจทางห้องบนขวา (right atrium หรือ right auricle) โดยหลอดเลือดซูปรีเวนาคา (superior venacava) และหลอดเลือดอินฟีเรียเวนาคา (inferior venacava) ในขณะเดียวกันเลือดที่มีออกซิเจนสูงหรือเลือดแดงจากปอดเข้าสู่หัวใจทางห้องบนซ้าย (left atrium หรือ left auricle) โดยหลอดเลือดพัลโมนารี (pulmonary)

หัวใจห้องบนทั้งสองห้องเริ่มบีบตัวในขณะที่ห้องล่างยังคงคลายตัวอยู่ เลือดจึงไหลผ่านลิ้นหัวใจ ได้แก่ ลิ้นไบคัสพิด (bicuspid valve) และลิ้นไตรคัสพิด (tricuspid valve) ลงสู่หัวใจห้องล่างทั้งสองห้องในระยะเวลาใกล้เคียงกันมาก และเมื่อหัวใจห้องล่างเริ่มบีบตัว ทำให้ลิ้นไบคัสพิดและลิ้นไตรคัสพิดปิด ขณะเดียวกันลิ้นเซมิลูนา (semilunar valve) ที่เส้นเลือดเอออร์ตา (aorta) และพัลโมนารีอาร์เตอรี (pulmonary artery) เปิด เลือดจึงไหลเข้าสู่หลอดเลือดเอออร์ตาไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และไหลเข้าสู่พัลโมนารีอาร์เตอรีไปปอด การทำงานของหัวใจจะเกิดเป็นจังหวะสลับกันระหว่างการบีบตัว (systole) และการคลายตัว (diastole) เรียกว่า “วงจรการทำงานของหัวใจ หรือ cardiac cycle” เลือดที่ออกจากห้องล่างข้างหนึ่งจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับอัตราการเต้นของหัวใจ (heart rate) ซึ่งผู้ใหญ่ปกติมีค่าประมาณ 72 ครั้ง/นาที

3) หลอดเลือด (blood vessel)

หลอดเลือดในร่างกายทำหน้าที่เป็นท่อทางผ่านของเลือดจากหัวใจไปสู่อวัยวะต่าง ๆ และเซลล์ทั่วร่างกาย ประกอบด้วยหลอดเลือดหลักได้ 2 ชนิด ได้แก่ อาร์เตอรี (arterial blood vessel) ทำหน้าที่นำเลือดออกจากหัวใจไปยังหลอดเลือดฝอย และเวน (venous blood vessel) ทำหน้าที่นำเลือดเข้าสู่หัวใจ โดยภายในหลอดเลือดมีลิ้น (valve) กันเพื่อป้องกันการไหลย้อนกลับของเลือด

4) เลือด (blood)

เลือดเป็นของเหลวที่สำคัญในร่างกายของสิ่งมีชีวิต มนุษย์มีเลือดประมาณร้อยละ 7-8 ของน้ำหนักตัว มีค่า pH ประมาณ 7.3-7.4 โดยประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ไม่ใช่ของเหลว (formed elements หรือ corpuscle) มีอยู่ร้อยละ 45 ของเลือดทั้งหมด ประกอบด้วย เซลล์เม็ดเลือดแดง (red blood cells (RBC) หรือ erythrocytes) เซลล์เม็ดเลือดขาว (white blood cells (WBC) หรือ leukocytes) และเกล็ดเลือด (platelets หรือ thrombocyte) และส่วนที่เป็นของเหลวหรือพลาสมา (plasma) ที่มีอยู่ประมาณร้อยละ 55 ของเลือดทั้งหมด ประกอบด้วยน้ำเป็นส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 90 นอกจากนี้ยังมีสารอื่นอีก เช่น พลาสมาโปรตีนต่าง ๆ

1.1.2 ระบบน้ำเหลือง

ระบบน้ำเหลืองเป็นระบบที่มีหน้าที่หลากหลาย เช่น เป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนสาร และแก๊สระหว่างเซลล์กับเส้นเลือดฝอย เพราะน้ำเหลืองแทรกอยู่ระหว่างเซลล์ นอกจากนี้ น้ำเหลืองยังช่วยทำลายแบคทีเรีย และสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกาย เนื่องจากน้ำในน้ำเหลืองมีเซลล์เม็ดเลือดขาวอยู่ด้วย นอกจากนี้ยังช่วยในการลำเลียงไขมันจากผนังลำไส้เข้าสู่กระแสเลือด และช่วยในการสร้างโปรตีน และสารอื่นๆ ที่หลุดออกมาจากเส้นเลือดฝอยกลับเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือดอีกครั้งหนึ่ง ระบบน้ำเหลืองประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้ น้ำเหลือง (lymph) หลอดน้ำเหลือง (lymph vessel) และอวัยวะน้ำเหลือง (lymphatic organ)

1.1.3 ระบบภูมิคุ้มกัน

เมื่อร่างกายได้รับสิ่งแปลกปลอม หรือเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกายแล้ว บางคนอาจเกิดโรคหรือบางคนไม่เกิดโรค ตามปกติร่างกายมีวิธีป้องกัน และกำจัดสิ่งแปลกปลอมที่เป็นอันตรายแก่ร่างกาย โดยระบบภูมิคุ้มกัน (immunity) ด้านแรกของการป้องกันมีหลากหลาย เช่น ผิวหนังซึ่งประกอบด้วยเซลล์หลายชั้น และมีการผลิตกรดแลคติก (lactic acid) ปะปนมากับเหงื่อซึ่งช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย กรดไฮโดรคลอริกในกระเพาะอาหารมีฤทธิ์ทำลายจุลินทรีย์ที่ติดมากับอาหารที่เรารับประทาน นอกจากนี้ น้ำตาและน้ำลายก็มีฤทธิ์ในการทำลายจุลินทรีย์บางชนิดได้เช่นกัน ถ้าหากผิวหนังเกิดบาดแผล และจุลินทรีย์เข้าสู่ร่างกาย ร่างกายจะมีกลไกในการต่อต้าน คือการทำลายจุลินทรีย์โดยเม็ดเลือดขาวกลุ่มฟาโกไซต์ ซึ่งกำจัดสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกายด้วยวิธีฟาโกไซโทซิส เซลล์เม็ดเลือดขาวจะเล็ดลอดออกจากผนังหลอดเลือด หลอดน้ำเหลือง อวัยวะน้ำเหลืองเข้าสู่เนื้อเยื่อต่างๆ เพื่อทำลายจุลินทรีย์และสิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ

1.2 สารและมาตรฐานการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ต้องการการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ มีความมุ่งมั่นให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยรู้จักการแก้ปัญหา การวิเคราะห์ การสังเกต การสำรวจ และความเข้าใจโดยมีลักษณะที่เป็นจิตวิทยาศาสตร์ และเป็นการสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ด้วย (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551)

ความมุ่งมั่นของการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาชีววิทยานั้น มุ่งเน้นตามสารและมาตรฐานการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง คือ สารที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต หน่วยที่ 2 การรักษาสุขภาพของร่างกายสัตว์และมนุษย์ ซึ่งการจัดการเรียนรู้สำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยได้กำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและสาระการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2554) ดังในตาราง 1

ตาราง 1 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและสาระการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	สาระการเรียนรู้
สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับการรักษาสุขภาพของร่างกายสัตว์และมนุษย์ โดยการทำงานของระบบหายใจ ระบบขับถ่าย ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน	การรักษาสุขภาพของร่างกายสัตว์และมนุษย์ จำเป็นต้องอาศัยการทำงานของระบบหายใจ ระบบขับถ่าย ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

2.1 ความหมายและลักษณะของแบบจำลอง

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายและอธิบายลักษณะของแบบจำลองไว้ดังนี้ Johnson-Laird (1980) ได้ศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองและการสร้างแบบจำลอง (model and modeling) และอธิบายว่าแบบจำลอง คือ สิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้นจากการพัฒนา และปรับปรุงแบบจำลองทางความคิดของตน ซึ่งได้จากการเชื่อมโยงความคิดภายในขณะที่บุคคลกำลังแก้ปัญหา บุคคลนั้นจะสร้างแบบจำลองขึ้นมาและตรวจสอบความถูกต้อง

Bardo; & Hartman (1982) อธิบายว่า แบบจำลองเป็นสิ่งที่ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อบรรยายคุณลักษณะที่สำคัญของปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจแบบจำลองจึงมิใช่การบรรยายหรืออธิบายปรากฏการณ์อย่างละเอียดทุกแง่มุม เพราะการกระทำเช่นนั้นจะทำให้แบบจำลองนั้นด้อยลงไป ส่วนการที่จะระบุว่าแบบจำลองใด ๆ จะต้องประกอบด้วยรายละเอียดมากน้อยเพียงใดจึงจะเหมาะสมและแบบจำลองนั้น ๆ ควรมีส่วนประกอบอะไรบ้าง ไม่ได้มีการกำหนดตายตัว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปรากฏการณ์แต่ละอย่าง และวัตถุประสงค์ของผู้สร้างแบบจำลองนั้นว่าต้องการจะอธิบายปรากฏการณ์นั้น ๆ อย่างไร

Nersesian (1990) อธิบายเกี่ยวกับกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ว่า เริ่มต้นจากนักวิทยาศาสตร์สร้างแบบจำลองทางความคิดที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระบบและเพื่อทำให้เกิดทฤษฎีใหม่ แบบจำลองเชิงทฤษฎีต่าง ๆ เหล่านี้ จึงเป็นสิ่งที่สามารถอธิบายข้อสรุปต่าง ๆ ได้หรือไม่ถ้าไม่ได้ แบบจำลองนั้นจะถูกปรับปรุงหรือสร้างขึ้นใหม่ ดังนั้นแบบจำลองไม่เพียงแต่เป็นสิ่งที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์เห็นภาพได้ชัดเจน แต่ยังเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการสร้างทฤษฎีใหม่เพื่อใช้อธิบายกระบวนการต่าง ๆ ด้วย

Gilbert (2005) อธิบายความหมายทั่วไปของแบบจำลองไว้ว่า หมายถึง วัตถุหรือความคิดที่เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ ซึ่งในทางวิทยาศาสตร์แบบจำลองเป็นความคิดหรือสิ่งที่ใช้แสดงออกหรืออธิบาย ปรากฏการณ์ต่าง ๆ

Rea-Ramirez; Clement; & Nunez-Oviedo (2008) อธิบายว่า แบบจำลองถูกสร้างขึ้นจากแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน เพื่อใช้เปรียบเทียบหรือจำลองโลกแห่งความเป็นจริง

ปิยะนัฐ นันทการณ (2551) ได้ให้ความหมายของแบบจำลองไว้ว่า หมายถึง สิ่งที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์เกี่ยวกับโลก ซึ่งจะเป็น กฎ ทฤษฎี แนวคิด กระบวนการ และหลักการทำงานต่างๆของระบบ โดยนำเสนอออกมาในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ วัสดุรูปทรง 3 มิติ ภาพร่าง หรือสมการ

ชาตรี ฝ่ายคำตา (2558) ได้อธิบายเกี่ยวกับแบบจำลองและลักษณะของแบบจำลองไว้ว่า แบบจำลองคือ สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อใช้อธิบายแนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือกฎ และเป็นสิ่งเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความเป็นจริงทำให้สามารถเข้าใจทฤษฎีได้ง่าย

ขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยทำให้มองเห็นภาพปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และอธิบายลักษณะของแบบจำลอง ไว้ดังนี้

- แบบจำลองมีความสัมพันธ์กับเป้าหมาย ซึ่งเป้าหมายนั้นอาจเป็นสิ่งที่ปรากฏการณ์ เหตุการณ์ กระบวนการ ระบบ ข้อเท็จจริง แนวคิด ทฤษฎีหรือกฎ
 - แบบจำลองสามารถอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้
 - แบบจำลองสามารถถูกปรับปรุงให้ดีขึ้นได้
 - แบบจำลองอาจแสดงลักษณะของปรากฏการณ์ หรือวัตถุทั้งหมด เช่น ภาพวาดของโครงสร้างหัวใจ
 - แบบจำลองอาจแสดงเพียงบางส่วนของปรากฏการณ์หรือวัตถุ เช่น ภาพวาดอธิบายการแข็งตัวของเลือด
 - แบบจำลองอาจเล็กหรือใหญ่กว่าของจริงก็ได้ เช่น แบบจำลองหัวใจ
 - แบบจำลองบางชนิดจะแสดงตัวแทนของสิ่งที่เป็นนามธรรม
 - แบบจำลองสามารถแสดงทั้งสิ่งที่ป็นรูปธรรมและนามธรรมในแบบจำลองเดียวได้
 - แบบจำลองสามารถแสดงระบบหรือลำดับของสิ่งต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันได้
 - แบบจำลองสามารถแสดงเหตุการณ์ต่าง ๆ ในระบบได้ เช่น แบบจำลองแสดงการไหลเวียนของเลือดภายในหัวใจ
 - แบบจำลองสามารถแสดงกระบวนการที่มีเพียงหนึ่งองค์ประกอบหรือมากกว่าได้
- กล่าวโดยสรุป แบบจำลอง หมายถึง สิ่งที่ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่ออธิบายหรือแสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบสำคัญ ของเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ทำให้ผู้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น และสามารถนำไปใช้อธิบายทฤษฎีต่าง ๆ ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

2.1.1 ประเภทของแบบจำลอง

Keeves (1988) ได้แบ่งประเภทของแบบจำลองที่ใช้ในทางการศึกษาไว้ ดังนี้

- 1) แบบจำลองเชิงเปรียบเทียบ (analogue model) เป็นแบบจำลองเชิงกายภาพส่วนใหญ่ใช้ในด้านวิทยาศาสตร์ เช่น แบบจำลองโครงสร้างอะตอม สร้างขึ้นโดยใช้หลักการเปรียบเทียบโครงสร้างของแบบจำลองให้สอดคล้องกับลักษณะที่คล้ายกันทางกายภาพ สอดคล้องกับข้อมูลและความรู้ที่มีอยู่ในขณะนั้นด้วย แบบจำลองที่สร้างขึ้นต้องมีองค์ประกอบชัดเจนสามารถนำไปทดสอบด้วยข้อมูลเชิงประจักษ์ได้ และสามารถนำไปใช้ทำการหาข้อสรุปของปรากฏการณ์ได้อย่างกว้างขวาง และ 2) แบบจำลองเชิงอธิบาย (semantic model) เป็นแบบจำลองที่ใช้ภาษาเป็นสื่อในการบรรยายหรืออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา ด้วยภาษา แผนภูมิ หรือรูปภาพ เพื่อให้เห็นแนวคิดโครงสร้าง องค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ

Harrison; & Treagust (2000) ได้ศึกษาและแบ่งประเภทแบบจำลองตามลักษณะและการใช้งาน 4 กลุ่มใหญ่ซึ่งประกอบด้วยแบบจำลอง 10 ชนิด ดังนี้

- 1) แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และแบบจำลองที่ใช้ในการเรียนการสอน
 - แบบจำลองที่เพิ่มหรือลดขนาด เช่น แบบจำลองลูกโลก
 - แบบจำลองสื่อการสอน เช่น แบบจำลอง ball and stick
- 2) แบบจำลองสำหรับเปรียบเทียบเพื่อสร้างความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์
 - สัญลักษณ์สัญลักษณ์ เช่น ลักษณะของธาตุ สมการเคมี
 - แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เช่น กฎของบอยล์
 - แบบจำลองทางทฤษฎีคำ เช่น อธิบายทฤษฎีจลน์ของแก๊ส
- 3) แบบจำลองที่ใช้นำเสนอแนวคิด หรือกระบวนการ
 - แผนที่ แผนภาพ ตาราง เช่น ตารางธาตุ แผนภาพห่วงโซ่อาหาร
 - แบบจำลองกระบวนการ เช่น แบบจำลองกระบวนการรีดอกซ์
 - สถานการณ์จำลอง เช่น เหตุการณ์จำลองปฏิกิริยานิวเคลียร์
- 4) แบบจำลองที่แสดงมุมมองของแต่ละบุคคลที่มีต่อเหตุการณ์ ทฤษฎี หรือกระบวนการ
 - Mental models เช่น แนวคิดของนักเรียน
 - แบบจำลองที่สังเคราะห์ขึ้น เช่น แนวคิดที่คลาดเคลื่อน

กระบวนการ

จากการศึกษาความคิดเห็นของนักวิชาการดังกล่าวข้างต้น สรุปว่า การแบ่งประเภทของแบบจำลอง ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการอธิบายแบบจำลองนั้น ๆ

Gilbert (2005) แบ่งประเภทของแบบจำลองออกเป็น 8 ประเภท โดยใช้ลักษณะของแบบจำลองเป็นเกณฑ์ ดังนี้

- 1) แบบจำลองทางความคิด (mental models) เป็นแบบจำลองเฉพาะของแต่ละคนที่สร้างขึ้นเพื่ออธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ
- 2) แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (scientific models) หรือแบบจำลองแนวคิด (conceptual model) เป็นแบบจำลองที่ได้รับการยอมรับจากประชาคมวิทยาศาสตร์ซึ่งสามารถแสดงออกได้หลายรูปแบบ เช่น ไดอะแกรมแผนผังหรือสมการ
- 3) แบบจำลองประวัติศาสตร์ (historical models) เป็นแบบจำลองที่เคยได้รับการยอมรับจากประชาคมวิทยาศาสตร์ในอดีต
- 4) แบบจำลองที่แสดงออก (expressed models) เป็นการนำเสนอแบบจำลองทางความคิด เพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นรับรู้ทำให้แบบจำลองทางความคิดชัดเจนมากขึ้น
- 5) แบบจำลองมติของกลุ่ม (consensus models) เป็นแบบจำลองที่ได้รับการยอมรับจากกลุ่มผู้ที่ศึกษาเรื่องนั้น ๆ เช่นแบบจำลองที่ได้รับจากการลงมติของนักเรียนในชั้นเรียน

6) แบบจำลองหลักสูตร (curricular model) เป็นแบบจำลองที่อยู่ในรูปแบบที่ง่ายขึ้นมีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

7) แบบจำลองการสอน (teaching model) เป็นแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจแบบจำลองหลักสูตรมากขึ้น

8) แบบจำลองผสม (hybrid model) เป็นแบบจำลองที่เกิดจากการใช้ลักษณะของแบบจำลองหลาย ๆ ประเภทร่วมกัน

Frigg; & Hartmann (2006) แบ่งประเภทของแบบจำลองที่นำเสนอปรากฏการณ์ได้ 4 ประเภท ดังนี้

1) แบบจำลองมาตราส่วน (scale models) เป็นแบบจำลองพื้นฐานซึ่งคัดลอกกับเป้าหมายอาจมีขนาดเล็กหรือใหญ่กว่าก็ได้เป็นรูปจำลองที่เหมือนจริง

2) แบบจำลองแนวคิด (idealized model) เป็นแบบจำลองที่นำเสนอสิ่งที่ซับซ้อนให้ดูง่ายขึ้น

3) แบบจำลองเปรียบเทียบ (analogical models) เป็นแบบจำลองเปรียบเทียบปรากฏการณ์การเปรียบเทียบอยู่บนพื้นฐานของสิ่งที่เหมือนกันหรือคล้ายกันของความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ระบบ

4) แบบจำลองปรากฏการณ์ (phenomenological models) เป็นแบบจำลองที่บ่งชี้ความแตกต่าง ความสัมพันธ์ ทิศทาง ทั้งสิ่งที่สังเกตได้และกลไกภายใน แบบจำลองนี้ได้มาจากทฤษฎี หลักการ และกฎที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎี

กล่าวโดยสรุป ประเภทของแบบจำลองสามารถแบ่งได้หลากหลาย ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง นอกจากนี้การแบ่งประเภทของแบบจำลองยังขึ้นอยู่กับการนำไปใช้

2.2 ความหมายของการเรียนจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

Gilbert; et al. (2002) อธิบายว่า การจัดการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนคิดและค้นหาแบบจำลองต่างเพื่อนำมาอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและทำการประเมินแบบจำลองที่ได้สร้างขึ้น และรู้จักปรับปรุงแบบจำลองหากไม่สามารถอธิบายผลการศึกษาได้

Buckley; et al. (2004) อธิบายว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง กระบวนการที่ใช้ในการทำความเข้าใจเหตุการณ์ หรือสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยการสร้างและปรับปรุงแบบจำลองของสิ่งเหล่านั้น หลักการจัดการเรียนรู้จะเริ่มจากตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อสร้างแบบจำลองทางความคิด เกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ ทั้งนี้สามารถสร้างออกมาได้หลายลักษณะ เช่น ภาพวาด สัญลักษณ์ จากนั้นมีการประเมินแบบจำลองเพื่อนำไปทดลองใช้ และปรับปรุงแก้ไขต่อไป

Windschitl (2006) อธิบายว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นวิธีการหนึ่ง ที่ทำให้นักเรียนได้นำความรู้เกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไปใช้สร้างแบบจำลองทางความคิดในรูปแบบที่หลากหลายเพื่อนำเสนอแนวคิดร่วมกับการมีโอกาสได้เรียนรู้ร่วมกัน การอภิปรายร่วมกัน การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนเพื่อให้ได้รับความรู้จากการเข้าใจสิ่งใหม่ๆ และแบบจำลองช่วยให้นักเรียนได้นำเสนอความคิดของตน แสดงออกในสิ่งที่เป็นรูปธรรม สามารถทำให้มองเห็นความคิดอย่างเป็นระบบ

Windschitl; et al. (2008) อธิบายว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ แบบการสืบสอบที่เน้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดทางวิทยาศาสตร์ออกมาเป็นแบบจำลอง

Baek; et al. (2010) อธิบายว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานอยู่บนพื้นฐานของกรอบแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ที่สำคัญคือ ทฤษฎีสร้างความรู้ (constructivism) ทฤษฎีการสร้างแบบจำลอง (modeling theory) และการเรียนรู้ที่มีแบบจำลองเป็นฐาน มีวัตถุประสงค์ 3 ข้อ ได้แก่ 1) เพื่อให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ สืบรวจตรวจสอบ ปรัชญาหรือ ประเมินโดยเพื่อน โตแย้งเพื่อลงมติสร้างแบบจำลองและให้เหตุผลด้วยแบบจำลอง 2) เพื่อให้นักเรียนสร้างแบบจำลองที่แสดงการตั้งสมมติฐานการให้เหตุผล และความเข้าใจรวมทั้งปรับปรุงแบบจำลองเพื่อสะท้อนความเข้าใจที่เพิ่มขึ้น และ 3) เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ซึ่งการได้มาของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และสะท้อนความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในขณะที่สร้างแบบจำลอง

Groesser; & Gallen (2012) อธิบายว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองต่าง ๆ โดยมีจุดประสงค์เพื่อการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแบบจำลองนั้นจะถูกใช้อ้างถึงโครงสร้างหรือนำไปสู่กระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ชาติรี ฝ่ายคำตา (2558) อธิบายว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นวิธีที่ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดขึ้นมาโดยผ่านกระบวนการสร้าง การใช้ การปรับปรุงแก้ไข และขยายแบบจำลอง โดยเชื่อว่าก่อนเรียนเรื่องใดเรื่องหนึ่งนักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดซึ่งเป็นความรู้เดิมของนักเรียนอยู่แล้ว แบบจำลองทางความคิดของนักเรียนมักแตกต่างจากแบบจำลองวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนจึงต้องพัฒนาให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อปรับแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนให้เป็นแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง กิจกรรมหรือกระบวนการที่ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเอง โดยผ่านกระบวนการสร้าง การประเมิน และปรับปรุงแบบจำลอง เพื่อให้แบบจำลองที่สร้างขึ้นมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือมากที่สุด และใช้แบบจำลองเป็นตัวแทนในการเรียนรู้ ทำความเข้าใจ และอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ

2.3 กระบวนการเรียนจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

กระบวนการหรือขั้นตอนเรียนจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานถูกกล่าวถึงโดยนักการศึกษาหลายท่าน ซึ่งมีกรอบแนวคิด ขั้นตอน และกระบวนการแตกต่างกันไป ดังมีรายละเอียดดังนี้

Gobert; & Buckley (2000) อธิบายไว้ว่า เริ่มต้นนักเรียนจะสร้างแบบจำลองทางความคิดของสิ่งที่ศึกษา หรือเนื้อหาความรู้ นั้น ๆ และครูผู้สอนประเมินแบบจำลองที่นักเรียนสร้าง จากนั้นนักเรียนจะสร้างแบบจำลองอีกครั้ง โดยใช้การรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อเขียนเป็นแผนผังแนวคิด (concept mapping) โดยเปรียบเทียบจากสิ่งที่คล้ายคลึงกัน เมื่อสร้างแบบจำลองเสร็จจึงนำไปทดลองใช้และประเมิน ซึ่งหากแบบจำลองที่สร้างถูกปฏิเสธ เนื่องจากอาจมีแนวคิดหรือเนื้อหาที่ไม่ถูกต้องหรือไม่ดีพอ นักเรียนจะต้องนำกลับไปปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลองนั้น เพื่อให้สามารถนำมาใช้อธิบายสิ่งที่ศึกษา หรือเนื้อหาความรู้ นั้น ๆ ได้ถูกต้อง

Khan (2007) เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในการสืบเสาะ (model-based inquiries) ซึ่งเป็นวิธีการสอนแบบ generating evaluating and modifying cycle (gem cycle) เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน มีขั้นตอนดังนี้

1) นักเรียนสร้างความสัมพันธ์ (generating) เกี่ยวกับตัวแปรที่นักเรียนต้องการศึกษาโดยครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนทำนาย เปรียบเทียบ และอธิบายความสัมพันธ์นั้น ๆ เช่น เรื่องแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล ครูให้ข้อมูลนักเรียนเกี่ยวกับน้ำหนักโมเลกุล และจุดเดือดของสาร จากนั้นให้นักเรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักโมเลกุลกับจุดเดือดของสาร เช่น นักเรียนอาจทำนายว่าหากน้ำหนักโมเลกุลเพิ่มขึ้น จุดเดือดของสารจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

2) ประเมินความสัมพันธ์ (evaluating) เป็นการให้นักเรียนตรวจสอบข้อมูลหรือทำการประเมินความสัมพันธ์ของข้อมูลว่ามีสิ่งไหนที่ไม่ถูกต้อง โดยครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนค้นหาข้อมูล และออกแบบการทดลองใหม่ เช่น เมื่อครูนำเสนอข้อมูลใหม่เกี่ยวกับน้ำหนักโมเลกุล และจุดเดือดของสารประกอบประเภทแอลเคน แอลกอฮอล์ และเอไมด์ จากนั้นให้นักเรียนนำสมมติฐานที่สร้างขึ้นมาตรวจสอบกับข้อมูลเหล่านี้เพื่อประเมินความสัมพันธ์

3) ปรับปรุงความสัมพันธ์ (modifying) เป็นการปรับปรุงความสัมพันธ์ที่ได้จากการประเมิน เพื่อให้นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ และสามารถแก้ปัญหาได้

Baek; et al. (2010) อธิบายขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไว้ 9 ขั้น ดังนี้

1) ขั้นการมุ่งปรากฏการณ์และการตั้งคำถามสำคัญ ขั้นนี้ครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยเหตุการณ์ ปรากฏการณ์สำคัญหรือน่าสนใจ ที่สามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน โดยใช้บทความ วิดีทัศน์ ภาพเคลื่อนไหว หรือการสาธิต เพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัยและตั้งคำถาม จนนำไปสู่การหาคำตอบ

2) ขั้นการสร้างแบบจำลองเบื้องต้น คือ การให้นักเรียนสร้างแบบจำลองของตนเองเพื่อแสดงความเข้าใจในเรื่องที่กำลังศึกษาออกมา โดยนักเรียนแสดงแบบจำลองเบื้องต้นด้วยภาพวาด

3) ขั้นการสำรวจตรวจสอบเชิงประจักษ์ เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เปิดโอกาสให้แลกเปลี่ยนความรู้ สมมติฐานต่าง ๆ รวมถึงแสดงแบบจำลองเบื้องต้นที่สร้างขึ้นกับสมาชิกในกลุ่ม และมีการวางแผนร่วมกัน สำรวจ ตรวจสอบ วิเคราะห์ และนำเสนอโดยสร้างแบบจำลองของกลุ่มที่เป็นตัวแทนของความคิดที่มีร่วมกัน

4) ขั้นการประเมินและปรับปรุงแบบจำลองเบื้องต้น ในขั้นตอนนี้ให้นักเรียนนำข้อมูล และหลักฐานที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ ศึกษาค้นคว้า มาพิจารณาเพื่อประเมินแบบจำลองเบื้องต้นที่เป็นตัวแทนของความคิดและปรับปรุงแบบจำลองของตนเอง

5) ขั้นการแนะนำความคิดทางวิทยาศาสตร์และสถานการณ์จำลอง ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์หรือแบบจำลองที่นักเรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้หรือเรียนรู้ได้ไม่ชัดเจนจากการสำรวจ ตรวจสอบ และมีการอภิปรายร่วมกันเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์จำลองกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา

6) ขั้นประเมินและปรับปรุงแบบจำลอง เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนนำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาสถานการณ์จำลองมาใช้ประเมินและปรับปรุงแบบจำลองของตนเอง เพื่อสนับสนุนความสอดคล้องระหว่างข้อสรุปแนวคิดวิทยาศาสตร์กับปรากฏการณ์ที่ศึกษา

7) ขั้นการประเมินโดยเพื่อน คือ การให้นักเรียนนำเสนอแบบจำลองของตนเอง และให้ภายในกลุ่มร่วมกันอภิปราย เพื่อช่วยกันประเมินแบบจำลองของแต่ละคน ทั้งนี้ให้ใช้เกณฑ์การประเมินแบบจำลองวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีการให้ผลสะท้อนกลับซึ่งกันและกัน

8) ขั้นลงมติแบบจำลองที่สร้าง การให้นักเรียนตัวแทนของแต่ละกลุ่มนำเสนอแบบจำลองต่อชั้นเรียน จากนั้นอภิปรายร่วมกันเพื่อนำลักษณะสำคัญของแบบจำลองที่อาจแตกต่างกันมาพิจารณาเพื่อสร้างแบบจำลองที่เป็นมติร่วมกันของชั้นเรียน และให้นักเรียนสรุปแนวคิดสำคัญของบทเรียนโดยเขียนแบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความเป็นรายบุคคล

9) ขั้นการใช้แบบจำลองเพื่อทำนายหรืออธิบาย การให้นักเรียนนำแบบจำลองที่เป็นมติไปใช้ทำนาย หรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดขึ้นหรือปรากฏการณ์ที่มีความสัมพันธ์กันกับปรากฏการณ์ที่ได้ศึกษา

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่านักการศึกษาและนักวิจัยได้อธิบายถึงกระบวนการหรือขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไว้หลากหลาย งานวิจัยครั้งนี้จึงปรับใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมาใช้โดยประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการสร้างแบบจำลองทางความคิด ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองรายบุคคลโดยผู้วิจัยใช้คำถามนำหรือกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย และพยายามหาคำตอบ โดยนักเรียนแสดงคำตอบออกมาเป็นแบบจำลอง ในขั้นนี้นักเรียนต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์เดิมที่มีอยู่

ขั้นที่ 2 ขั้นแสดงแบบจำลอง ให้นักเรียนรวมกลุ่มกัน และแสดงแบบจำลองที่ตนเองสร้างให้เพื่อนคนอื่นช่วยกันตรวจสอบ และแลกเปลี่ยนความรู้หรือแนวคิดซึ่งกันและกัน รวมถึงร่วมกันค้นคว้าหาข้อมูล

ขั้นที่ 3 ขั้นประเมินแบบจำลอง ให้นักเรียนประเมินและปรับปรุงแบบจำลองเบื้องต้นของตนเอง โดยใช้หลักฐานหรือข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้ามาพิจารณา

ขั้นที่ 4 ขั้นการขยายแบบจำลอง นักเรียนนำแบบจำลองไปสร้างเพิ่มเติม หรือนำไปรวมกับแบบจำลองอื่น เพื่อขยายแนวคิดให้กว้างขึ้น หรือให้นักเรียนนำแบบจำลองไปใช้ในการอธิบาย ทำนาย หรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดขึ้น

2.4 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ชาตรี ฝ่ายคำตา (2558) ได้อธิบายบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไว้ ดังนี้

- 1) กระตุ้นนักเรียนให้คิด และสะท้อนความคิดของตนเองว่ามีจุดเด่น-จุดด้อยอะไรบ้างเกี่ยวกับการเรียนรู้ของตนเอง
- 2) กระตุ้นและพยายามให้นักเรียนแสดงแบบจำลองทางความคิดของตนเองออกมาโดยใช้การสัมภาษณ์สั้น ๆ อภิปรายหรือสาธิตเหตุการณ์ที่นักเรียนคุ้นเคย แล้วอธิบายเกี่ยวกับเหตุการณ์ดังกล่าว
- 3) ส่งเสริมให้นักเรียนปรับแบบจำลองทางความคิดของตนเองให้เป็นรูปธรรมขึ้น
- 4) ในระหว่างกิจกรรมควรแสดงความคิดเห็น และสาธิตการเรียนรู้รวมถึงการแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้นักเรียนได้เห็น
- 5) สนับสนุนให้นักเรียนแสดงปัญหาในหลาย ๆ รูปแบบ เช่น การเขียน การวาดรูป
- 6) ให้นักเรียนแสดงบทบาทเป็นครูเพื่อถ่ายทอดความรู้ให้เพื่อนร่วมชั้นเข้าใจ
- 7) ใช้วิธีการอ่าน เขียน อภิปรายและโต้วาทีเพื่อส่งเสริมความสนใจ เจตคติและความเชื่อของนักเรียน

8) ถามคำถามนักเรียนว่า ใคร อะไร เมื่อไหร่ ที่ไหน ทำไม และอย่างไร โดยถามเพื่อให้ นักเรียนอธิบายคำตอบที่ถูกและผิด ถามนักเรียนว่าทำไมจึงคิดเช่นนั้น ให้ นักเรียนอธิบายแนวคิดของตนเองด้วยภาษาของนักเรียนเอง และให้นักเรียนสื่อสารความเข้าใจของตนเองออกมาด้วยการวาดรูป

9) เริ่มต้นบทเรียนด้วยแนวคิดที่ง่ายและปัญหาที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวคิดดังกล่าว

10) กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ด้วยตัวเอง สร้างสมมติฐาน ค้นหาคำตอบ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริง โดยให้นักเรียนเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของตนเองได้

11) ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนประเมินแบบจำลองที่สร้างขึ้น เพื่อให้สามารถปรับปรุงแบบจำลองนั้น ๆ ได้

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องได้มีนักวิชาการได้ให้คำนิยามความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงลักษณะและความสามารถที่เกิดขึ้นกับนักเรียนเมื่อได้รับการเรียนการสอน ซึ่งนักเรียนอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นพฤติกรรมและเป็นประสบการณ์ที่เกิดจากการสอน อบรม หรือการทดลอง (สมใจ ฤทธิ์สนธิ. 2537) และมีการวัดความเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรม สถิติปัญหา และสมรรถภาพของสมอง เช่น ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนผ่านมามีความรู้น้อยเพียงใด (บังอร ภัทรโกมล. 2541) และสามารถด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในแต่ละด้าน (ศุภพงศ์ คล้ายคลึง. 2548)

จากความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นักวิชาการกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยสรุปว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถในการเรียน ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน สามารถวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในรูปแบบต่างๆ

3.2 การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวัดความรู้นักเรียน ผู้ประเมินต้องวางแผนอย่างเป็นระบบ การประเมินมักใช้ข้อสอบที่ถูกรวบรวมขึ้นอย่างเป็นระบบ (อุทุมพร จามรمان. 2540)

Bloom; et al. (1956) แบ่งลำดับชั้นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียนได้เป็น 6 ระดับ ดังนี้

1) ความรู้ความจำ เป็นความสามารถในการเก็บรักษาประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับรู้ และสามารถระลึกสิ่งนั้นได้เมื่อต้องการ

2) ความเข้าใจ เป็นความสามารถในการจับใจความสำคัญของสาระได้ โดยแสดงออกมาในรูปการแปลความ ตีความ หรือขยายความ

3) การนำไปใช้ เป็นความสามารถของนักเรียนที่สามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา สถานการณ์ต่างๆ ได้ โยอาศัยความรู้ความจำ และความเข้าใจเป็นฐาน

4) การวิเคราะห์ เป็นความสามารถของนักเรียนในการคิด แยกแยะเรื่องราวสิ่งต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อยหรือองค์ประกอบที่สำคัญได้ และมองเห็นความสัมพันธ์ของส่วนที่เกี่ยวข้องกัน ความสามารถในการวิเคราะห์จะแตกต่างกันไปแล้วแต่ความคิดของแต่ละคน

5) การสังเคราะห์ เป็นความสามารถของนักเรียนในการผสมผสานส่วนย่อย ๆ เข้าด้วยกันให้เป็นเรื่องเดียวในลักษณะการจัดเรียงรวบรวมเป็นรูปแบบหรือโครงสร้างใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อน

6) การประเมินค่า เป็นความสามารถของนักเรียนในการตัดสินคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ ทั้งเนื้อหาและวิธีการที่เกิดขึ้น อาจจะกำหนดขึ้นเองจากความรู้ประสบการณ์ หรือนำมาจากที่อื่นก็ได้ ขั้นนี้ถือเป็นการเรียนรู้ขั้นสูงสุดของความรู้ความจำ

3.2.1 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. 2553) โดยทั่วไปแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบ่งได้ 2 ชนิด ได้แก่

1) แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง คือ แบบทดสอบที่มุ่งหวังวัดผลสัมฤทธิ์เฉพาะกลุ่มนักเรียนที่ครูสอน โดยแบบทั่วไปที่สร้างในสถานศึกษามีลักษณะเป็นข้อเขียน ซึ่งแบ่งออกได้อีก 2 ชนิด ได้แก่ แบบทดสอบแบบเขียนตอบ เป็นแบบที่ทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้ผู้เขียนตอบได้แสดงความรู้ ความคิดเห็น ความคิด เจตคติ และแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้เขียนตอบสั้น ๆ หรือมีแบบทดสอบมีตัวเลือกจำกัด ส่งผลให้ผู้ตอบไม่ได้มีโอกาสแสดงความรู้หรือความคิดอย่างกว้างขวาง เหมือนแบบทดสอบแบบเขียนตอบ โดยแบบทดสอบแบบเลือกตอบแบ่งออกเป็น 4 แบบ ได้แก่ แบบถูก-ผิด แบบเติมคำ แบบจับคู่ และแบบเลือกตอบ

2) แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ ที่มุ่งหวังวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนโดยทั่วไป มีการวิเคราะห์อย่างดี และปรับปรุงจนมีคุณภาพ มีมาตรฐาน มีการแปลความหมายของคะแนน

3.2.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. 2553)

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีขั้นตอนในการดำเนินงานดังนี้

1) วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและกำหนดพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด ตารางวิเคราะห์หลักสูตรมักใช้เป็นกรอบในการออกข้อสอบ ซึ่งจะมีการระบุจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่องและพฤติกรรมว่าจะต้องการวัดกี่ข้อ

2) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

เป็นพฤติกรรมที่ผู้สอนมุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับนักเรียน โดยจะต้องมีการกำหนดไว้ล่วงหน้าเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน รวมถึงการออกข้อสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3) กำหนดชนิดข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง

โดยการศึกษารายละเอียดหลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้สอนต้องออกข้อสอบโดยพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดข้อสอบว่าจะเป็นอย่างใด โดยต้องให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการเรียนรู้ตามวัยของนักเรียน แล้วศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบตามหลักเกณฑ์

4) เขียนข้อสอบ

ผู้ออกข้อสอบเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดในตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่กำหนดไว้ และต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

5) ตรวจสอบข้อสอบ

นำข้อสอบที่เขียนไว้แล้ว ที่มีความถูกต้องตามหลักวิชา และสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางหลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวนก่อนจัดพิมพ์และนำไปใช้

6) จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง

เมื่อตรวจสอบเสร็จ ต่อมาจัดพิมพ์แบบทดสอบให้เป็นฉบับทดลอง โดยมีคำชี้แจงและคำอธิบาย รวมถึงการจัดรูปแบบให้เหมาะสม

7) ทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ

เป็นการตรวจสอบก่อนนำไปใช้จริงอีกครั้ง โดยนำไปทดลองกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มที่จะนำไปทดสอบจริง แล้วนำผลไปวิเคราะห์ผลและปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ

8) จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง

จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากมีการพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพให้ตัดออก หรือปรับปรุงให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น แล้วจึงไปจัดทำเป็นข้อสอบฉบับจริง

4. แนวคิดวิทยาศาสตร์

แนวคิดวิทยาศาสตร์ (scientific conception) เป็นแนวคิดสำคัญและจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในโลกสมัยใหม่ที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทมากขึ้น แนวคิดวิทยาศาสตร์ช่วยให้บุคคลสามารถดำเนินชีวิตอย่างมีความสุขได้ในสังคมที่แวดล้อมไปด้วยวิทยาศาสตร์หรือผลผลิตจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และช่วยให้บุคคลสามารถปรับตัวให้อยู่ได้ในสภาพแวดล้อมใหม่ที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม หากคนไทยมีแนวคิดวิทยาศาสตร์และมีความรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐานแล้ว จะช่วยให้สามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในการตัดสินใจเกี่ยวกับนโยบายสาธารณะในด้านต่าง ๆ ของประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักงานและกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 2541)

แนวคิดวิทยาศาสตร์ เป็นความคิดที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการทำงานวิทยาศาสตร์ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสำรวจ สืบเสาะหาเรื่องราวธรรมชาติหรือจักรวาลโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นหากมีการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ศึกษาเรื่องราวธรรมชาติหรือจักรวาล จึงเป็นการฝึกคิดวิทยาศาสตร์ไปด้วย (Schafersman. 1997) ในการบรรยายและอธิบายเหตุการณ์ธรรมชาติได้อย่างถูกต้องนั้น นักวิทยาศาสตร์ใช้ทักษะการคิดและแบบแผนการคิดสำคัญ 7 กลุ่ม ได้แก่ 1) การอธิบายหลักธรรมชาติที่ถูกต้อง 2) การระบุสาเหตุของปัญหาในลักษณะเชิงธรรมชาติ 3) การตั้งสมมติฐานและทฤษฎีอื่น 4) การทำนายโดยใช้ตรรกะ 5) การวางแผนและทดลองโดยมีการควบคุมตัวแปรเพื่อทดสอบสมมติฐาน 6) การรวบรวม จัดระเบียบ และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองและข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน และ 7) การลงข้อสรุปและประยุกต์ใช้ข้อสรุปอย่างมีเหตุผล (Lawson. 1995)

หลักการพื้นฐานของแนวคิดวิทยาศาสตร์ ซึ่งถือเป็นหลักสากลทางวิทยาศาสตร์ มี 3 ประการ (Schafersman. 1997) ได้แก่ 1) การใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ (empiricism) เป็นการใช้หลักฐานที่สามารถรับรู้ได้โดยตรง ด้วยประสาทสัมผัส เช่น มองเห็นได้ ได้ยิน รู้รส ได้กลิ่น การใช้หลักฐานเชิงประจักษ์สามารถกระทำได้ด้วยตนเองหรือบุคคลอื่น จึงถือได้ว่าเป็นหลักฐานสำคัญประเภทเดียวที่นำไปสู่ข้อสรุปที่มีเหตุผล 2) การใช้เหตุผล (rationalism) การใช้เหตุผลเป็นทักษะที่ไม่ได้ติดตัวมาแต่กำเนิด หรือพัฒนาขึ้นได้เอง ต้องศึกษาและเรียนรู้ในระบบโรงเรียน อย่างไรก็ตาม การใช้เหตุผลอาจเรียนรู้นอกระบบโรงเรียนได้จากการลองผิดลองถูก แต่มักจะเสียเวลา ไม่มีประสิทธิผล และบางครั้งไม่ประสบผลสำเร็จ และ 3) การมีเจตคติเชิงสงสัย (skepticism) เป็นการสร้างคำถามในความเชื่อและข้อสรุปของตนเองอยู่เสมอ จึงต้องใช้หลักฐานและเหตุผลตรวจสอบความเชื่อของตน บุคคลที่มี เจตคติเชิงสงสัยหรือเป็นคนช่างสงสัย จะไม่เชื่อหากไม่มีหลักฐานและเหตุผลที่เพียงพอ ไม่ยึดติดกับความเชื่อของตน เป็นคนใจกว้าง และยินดีเปลี่ยนความเชื่อเมื่อพบหลักฐานใหม่ที่เชื่อถือได้มากกว่า

4.1 ความหมายและองค์ประกอบของแนวคิดวิทยาศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับความหมายและองค์ประกอบของแนวคิดวิทยาศาสตร์ จากเอกสาร ตำรา บทความ งานวิจัย และนักวิชาการต่าง ๆ พบว่า มีการใช้คำว่า แนวคิดวิทยาศาสตร์ (scientific conception) ในความหมายทำนองเดียวกันกับคำอื่น เช่น การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (scientific thinking) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และการคิดเชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525) ได้ให้ความหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ว่า แนวคิดวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งอันเกิดจากการสังเกต หรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น หลาย ๆ แบบ แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น นามาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุป หรือคำจำกัดความของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง แนวคิดวิทยาศาสตร์มีทั้งระดับที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมมีความเชื่อมโยงต่อเนื่องกัน แนวคิดหนึ่ง ๆ อาจเกิดมาจากการนำเอาแนวคิดหลาย ๆ แนวคิดมาสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล แนวคิดวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นสากล แนวคิดวิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนและมีความรู้ระดับที่สูงชัดเจนดีขึ้น

นันทิธา รัตน์พิทักษ์ (2556) อธิบายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ว่า แนวคิดวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ ในการแก้ไขปัญหา หรือหาคำตอบของปัญหา โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์เป็นฐานในการคิด เพื่อให้ได้ความรู้ หรือคำตอบที่ถูกต้อง และน่าเชื่อถือมากที่สุด

Glynn; Yeany; & Briton. (1991); Schaferman (1997) อธิบายความหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ว่า แนวคิดวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญของนักวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ในการระบุปัญหา ตรวจสอบสภาพแวดล้อม

Schaferman (1997) อธิบายความหมายแนวคิดวิทยาศาสตร์ว่า แนวคิดวิทยาศาสตร์ หมายถึง เป็นการคิดที่นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง และเชื่อถือได้ แนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกนำมาใช้ในการอธิบายถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ทำให้ได้ความรู้เกี่ยวกับโลกของธรรมชาติ ประกอบด้วย 1) การระบุปัญหา 2) การตั้งสมมติฐาน 3) การทดสอบสมมติฐาน และ 4) การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

Dunbar (1999) อธิบายความหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ว่า แนวคิดวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดที่ใช้ในทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย 1) การเก็บรวบรวมข้อมูล 2) การออกแบบการทดลอง 3) การตรวจสอบสมมติฐานและ 4) การตีความหมายข้อมูล

จากความหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า แนวคิดวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดหรือความเข้าใจที่เกิดจากการสรุปลักษณะที่สำคัญของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสรุปเพื่อให้ได้ความรู้หรือคำตอบที่น่าเชื่อถือมากที่สุด ซึ่งแนวคิดวิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนและมีความรู้ระดับที่สูงชัดเจนมากขึ้น

4.2 การวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับวิธีการหรือเครื่องมือที่ใช้ในการวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์พบว่า มีหลากหลายวิธีด้วยกัน ได้แก่ แบบทดสอบชนิดคำถามปลายเปิด ข้อสอบแบบเลือกตอบ พร้อมให้เหตุผลประกอบการเลือกตอบ และการสัมภาษณ์ โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

4.2.1 แบบทดสอบชนิดคำถามปลายเปิด (open-ended questions)

แบบทดสอบชนิดคำถามปลายเปิดหรือแบบทดสอบอัตนัย (essay tests) เป็นแบบทดสอบที่เขียนคำถามโดยกำหนดเป็นสถานการณ์หรือปัญหาในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง เพื่อใช้วัดความสามารถของนักเรียนในการสร้าง รวบรวม และเขียนแสดงแนวคิดนั้น โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตอบอย่างเป็นอิสระตามความคิดเห็นและความเข้าใจของตนเอง ข้อมูลที่ได้จะแสดงให้เห็นแนวคิดของผู้ตอบคำถามได้อย่างชัดเจน และประหยัดเวลาในการสร้างแบบทดสอบ แต่ต้องใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล และนอกจากนี้ในการตรวจให้คะแนนต้องใช้ความละเอียดรอบคอบในการตรวจ (ขวลิต ชูกำแพง. 2550); (ภพ เลหาไพบูลย์. 2542)

4.2.2 ข้อสอบเลือกตอบแบบคำถาม 2 ชั้น (two-tier diagnostic test)

แบบทดสอบแบบเลือกตอบพร้อมให้เหตุผลประกอบการเลือกตอบเป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบแนวคิดของนักเรียนที่สามารถระบุได้ว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนหรือไม่ อย่างไร โดยลักษณะของแบบทดสอบมี 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรกเป็นข้อสอบแบบหลายตัวเลือก (ส่วนใหญ่มี 2-4 ตัวเลือก) และส่วนที่สองเป็นกลุ่มของเหตุผลต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับข้อคำถามในส่วนแรก แบบทดสอบ แบบทดสอบแบบเลือกตอบพร้อมให้เหตุผลประกอบการเลือกตอบเป็นเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลได้รวดเร็ว และสะดวกสำหรับครูในการตรวจคำตอบ สามารถใช้ได้กับนักเรียนจำนวนมาก (Bennett. 2005); (Treagust. 2006)

4.2.3 การสัมภาษณ์ (interview)

การสัมภาษณ์เป็นวิธีการตรวจสอบว่านักเรียนมีแนวคิดในเรื่องนั้น ๆ หรือไม่ อย่างไร โดยถามคำถามให้นักเรียนอธิบายโดยใช้ภาษาและความคิดของตนเอง โดยการสัมภาษณ์จะทำเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ ซึ่งวิธีการดังกล่าวทำให้ผู้สัมภาษณ์ได้ข้อมูลที่มีรายละเอียดมากกว่าวิธีอื่น ๆ แต่ค่อนข้างใช้เวลานานในการสัมภาษณ์ จึงเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนไม่มากนักเกินไป (นุชลี อุปนัย. 2551) วิธีการสัมภาษณ์เพื่อให้ทราบแนวคิดที่ถูกต้องและชัดเจนของนักเรียนนั้นควรใช้วิธีการที่เรียกว่า การสัมภาษณ์โดยใช้ตัวอย่าง และการสัมภาษณ์โดยใช้เหตุการณ์ วิธีดังกล่าวทำได้โดยให้นักเรียนดูรูปภาพที่เกี่ยวข้องเหตุการณ์ สถานการณ์ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หลังจากนั้นถามคำถามเพื่อให้นักเรียนได้ใช้แนวคิดของตนเองในการอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น (Bennett. 2005)

ในงานวิจัยครั้งนี้แบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบพร้อมให้เหตุผลประกอบการเลือกตอบ ซึ่งเป็นข้อสอบที่ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรก เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีคำถามและตัวเลือกจำนวน 4 ตัวเลือก และ ส่วนที่สองเป็นคำถาม

ที่ต่อเนื่องกับการเลือกคำตอบจากส่วนแรก โดยเป็นการให้เหตุผลของการเลือกคำตอบในส่วนแรก ซึ่งจะชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์หรือไม่ (สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2555)

4.3 การจัดกลุ่มแนวคิดวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายท่านได้กำหนดแนวทางในการจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนไว้แตกต่างกัน สามารถสรุปได้เป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 4 กลุ่ม การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 5 กลุ่ม และการจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 6 กลุ่ม โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.3.1 การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 4 กลุ่ม มีแนวทางในการจัดกลุ่มแนวคิด ดังในตาราง 2

ตาราง 2 การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 4 กลุ่ม

ระดับของแนวคิด	เกณฑ์ที่ใช้
1. แนวคิดถูกต้อง (sound understanding)	คำตอบที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิด วิทยาศาสตร์ทั้งหมด
2. แนวคิดถูกต้องบางส่วน (partial understanding)	คำตอบที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิด วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์
3. แนวคิดคลาดเคลื่อน (limited misunderstanding)	คำตอบบางคำตอบมีแนวคิดที่ถูกต้องและ บาง คำตอบมีแนวคิดที่ไม่ถูกต้องตามแนวคิด วิทยาศาสตร์
4. แนวคิดไม่ถูกต้อง (misunderstanding)	คำตอบที่แสดงถึงความไม่เข้าใจแนวคิด วิทยาศาสตร์

ที่มา : Marek; et al. (1990)

4.3.2 การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 5 กลุ่ม มีแนวทางในการจัดกลุ่มแนวคิด ดังในตาราง 3

ตาราง 3 การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 5 กลุ่ม

ระดับของแนวคิด	เกณฑ์ที่ใช้
1. แนวคิดถูกต้อง (sound understanding หรือ complete understanding)	คำตอบที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ทั้งหมด
2. แนวคิดถูกต้องบางส่วน (partial understanding)	คำตอบทุกคำตอบสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์แต่ไม่ครบถ้วน
3. แนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดที่คลาดเคลื่อน (partial understanding with specific misunderstanding)	คำตอบบางคำตอบสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์และบางคำตอบไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์
4. แนวคิดคลาดเคลื่อน (specific misunderstanding)	คำตอบทุกคำตอบไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์
5. แนวคิดไม่ถูกต้อง (misunderstanding)	ไม่ตอบคำถาม หรือไม่อธิบายคำตอบ หรือตอบในลักษณะทวนคำถาม หรือตอบไม่ตรงประเด็น

ที่มา : Haidar (1997); Westbrook; & Marek (1992)

4.3.3 การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 6 กลุ่ม มีแนวทางในการจัดกลุ่มแนวคิด ดังในตาราง 4

ตาราง 4 การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 6 กลุ่ม

ระดับของแนวคิด	เกณฑ์ที่ใช้
1. แนวคิดถูกต้อง (sound understanding หรือ complete understanding)	คำตอบที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิด วิทยาศาสตร์ทั้งหมด
2. แนวคิดถูกต้องบางส่วน (partial understanding)	คำตอบทุกคำตอบสอดคล้องกับแนวคิด วิทยาศาสตร์แต่ไม่ครบถ้วน
3. แนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดที่ คลาดเคลื่อน (partial understanding with specific misunderstanding)	คำตอบบางคำตอบสอดคล้องกับแนวคิด วิทยาศาสตร์และบางคำตอบไม่สอดคล้องกับ แนวคิดวิทยาศาสตร์
4. แนวคิดคลาดเคลื่อน (specific misunderstanding)	คำตอบทุกคำตอบไม่สอดคล้องกับแนวคิด วิทยาศาสตร์
5. ไม่มีแนวคิด (no understanding)	ไม่ตอบคำถาม หรือไม่อธิบายคำตอบ หรือตอบ ในลักษณะทวนคำถาม หรือตอบไม่ตรงประเด็น
6. ไม่มีคำตอบ (no response)	ไม่ตอบคำถาม หรือตอบว่าไม่ทราบ หรือตอบว่า ไม่เข้าใจ

ที่มา : Abraham; et al. (1992)

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์การจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้ แนวคิดถูกต้อง (sound understanding: SU) แนวคิดถูกต้องบางส่วน (partial understanding: PU) แนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดที่คลาดเคลื่อน (partial understanding with specific misunderstanding: PU/SM) แนวคิดคลาดเคลื่อน (specific misunderstanding: SM) และไม่มีแนวคิด (no understanding: NU) เนื่องจากสามารถทำการจัดกลุ่มได้ง่าย และเนื่องจากกลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้มีการละกันทุกกลุ่ม คือ กลุ่มอ่อน กลุ่มปานกลาง และกลุ่มเก่ง ซึ่งวิเคราะห์และแบ่งกลุ่มนักเรียนโดยใช้ผลการเรียนและพฤติกรรมในห้องเรียน ทำให้ในการวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ อาจพบนักเรียนที่ไม่มีแนวคิดด้วย จึงได้เลือกการจัดกลุ่มแบบ 5 กลุ่มดังแสดงข้างต้น

5. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งใน และต่างประเทศเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สามารถสรุปได้ดังนี้

ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2556) ศึกษาการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่องโครงสร้างอะตอมด้วยการจัดกิจกรรมเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดถูกต้องมากยิ่งขึ้น รวมถึงมีความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองที่สอดคล้องกับแนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนมีความเข้าใจในระดับคุณภาพมากยิ่งขึ้นอีกด้วย

รวีวรรณ เมืองรามัญ; และศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2556) ศึกษาการส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกของเราของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 47 คน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์และมีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์บางส่วนเพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนไม่มีนักเรียนคนใดไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนมีความเห็นว่าการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งช่วยส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น

ละมัย โชคชัย; เอกรัตน์ ทานาค; และพรรณนภา ศักดิ์สูง (2557) ศึกษาการพัฒนาแนวคิดเรื่อง เซลล์ ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม จากนั้นคำนวณหาร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ร้อยละ 62 รองลงมา คือ มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ไม่สมบูรณ์ ร้อยละ 20 ทั้งนี้เนื้อหาที่นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องมากที่สุด คือ เซลล์ หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต และเนื้อหาที่นักเรียนมีความคลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ เซลล์พืชและเซลล์สัตว์

Campbell; Zhang; & Neilson (2011) ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง พุน้ำลอยน้ำ วัดและประเมินโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น โดยทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความเข้าใจในเนื้อหาสูงกว่าก่อนเรียน

Beaumie; et al. (2015) ศึกษาการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสอนแบบปกติของครูใน เรื่อง พันธุศาสตร์ ด้วยวิธีการให้นักเรียนสำรวจความเข้าใจของตัวเอง และพูดคุยปรึกษากับเพื่อนในกลุ่มหรือในห้อง สุดท้ายให้ครูเป็นผู้นำการอภิปรายและสรุป ซึ่งผลการศึกษา พบว่า สามารถช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น และมีการแสดงออกทางความคิดร่วมกับเพื่อนในห้องมากขึ้นผ่านการปรึกษาหารือกันเพื่อหาคำตอบหรือแก้ไขข้อผิดพลาดของอีกฝ่าย รวมถึงผ่านการอภิปรายร่วมกันกับเพื่อนคนอื่น กลุ่มอื่น หรือทั้งห้องเรียน โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ช่วยให้คำแนะนำและตั้งคำถามเพื่อดำเนินกิจกรรมการอภิปรายและสรุปความคิดในห้องเรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยครั้งนี้มีรายละเอียด และขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

1. กลุ่มที่ศึกษาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล
2. เนื้อหาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล
4. แบบแผนที่ใช้ในการเก็บข้อมูล
5. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. กลุ่มที่ศึกษาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 1 กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 30 คน เป็นเพศชาย 14 คน และเพศหญิง 16 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เนื่องจากผู้วิจัยรับหน้าที่สอนวิชาชีววิทยาให้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รวมทั้งสิ้น 3 ห้อง เป็นห้องเรียนปกติ 2 ห้องเรียน และห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ 1 ห้องเรียน ซึ่งเป็นห้องที่เลือกเป็นกลุ่มที่ศึกษา เพราะเมื่อสังเกตพฤติกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ รวมถึงผลการเรียนที่ผ่านมาของนักเรียนทั้ง 3 ห้อง พบว่า ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์มีการคล่องตัวของนักเรียนทั้งกลุ่มอ่อน กลุ่มปานกลาง และกลุ่มเก่ง ในสัดส่วนที่เหมาะสม ซึ่งแตกต่างจากห้องเรียนปกติที่นักเรียนส่วนใหญ่เป็นกลุ่มอ่อน และกลุ่มปานกลาง

2. เนื้อหาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

เนื้อหาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต หน่วยที่ 2 การรักษาดุลยภาพของร่างกายสัตว์และมนุษย์ บทที่ 6 การรักษาดุลยภาพในร่างกาย ซึ่งอ้างอิงจากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 2 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ โดยหัวข้อที่เก็บข้อมูล มีดังนี้ 1) ระบบหมุนเวียนเลือด 2) ระบบน้ำเหลือง และ 3) ระบบภูมิคุ้มกัน

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

เก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยใช้เวลาในการเก็บข้อมูลทั้งสิ้น 12 คาบ คาบละ 50 นาที เป็นเวลา 3 สัปดาห์ โดยผู้วิจัยดำเนินการสอน และเก็บข้อมูลเอง

4. แบบแผนที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าดำเนินการทดลองโดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ One-Group pretest-posttest design ซึ่งมีรูปแบบวิจัยดังในตาราง 5

ตาราง 5 แบบแผนการทดลอง

กลุ่มที่ศึกษา	สอบก่อน	ตัวแปรอิสระ	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

E หมายถึง กลุ่มที่ศึกษา

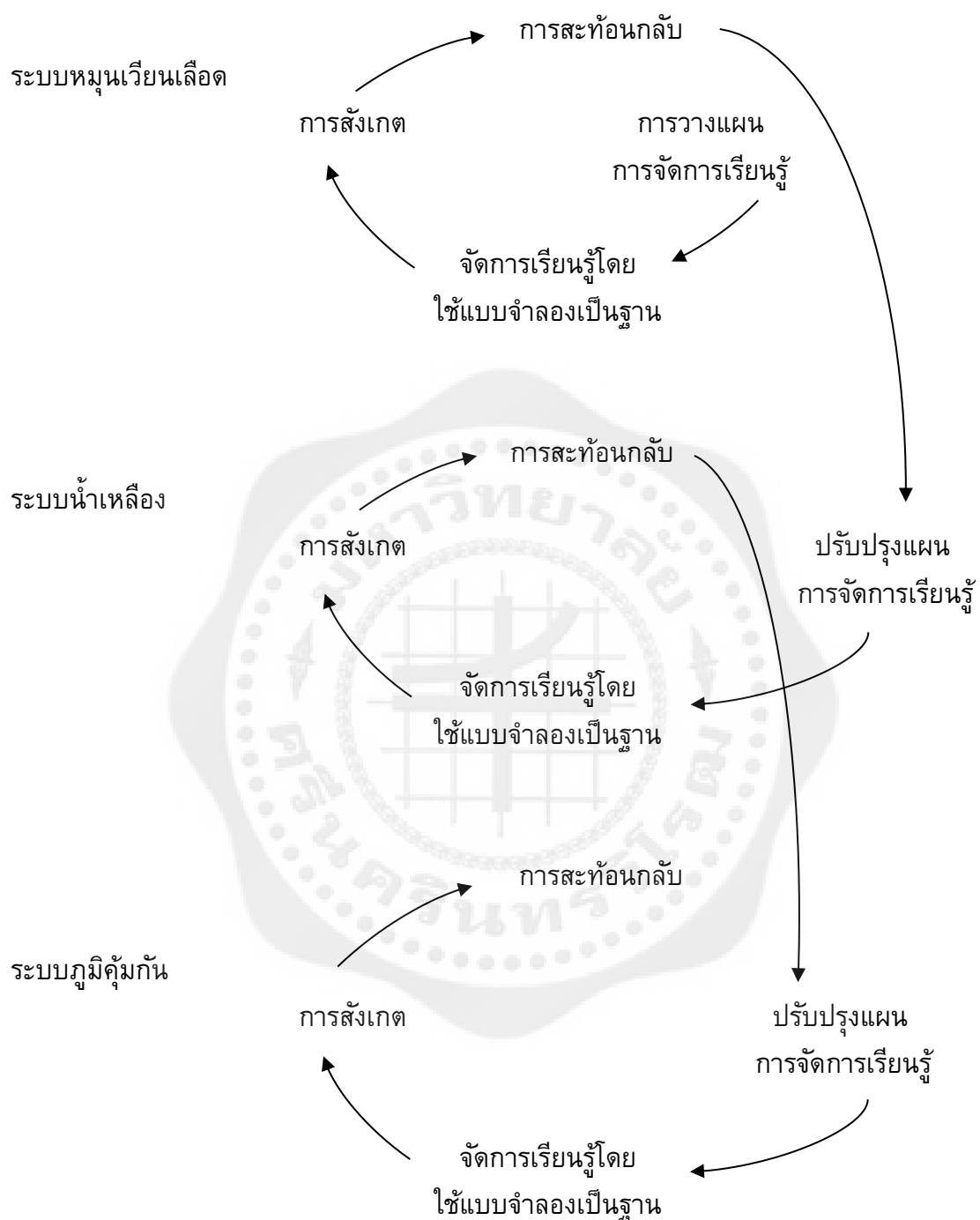
T₁ หมายถึง การสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มที่ศึกษา

T₂ หมายถึง การสอบหลังการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มที่ศึกษา

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (classroom action research) โดยมีการวางแผนเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงออกทางความคิด และแนวคิดที่มีอยู่ อีกทั้งเพื่อหาแนวทางพัฒนาแนวคิดของนักเรียนด้วย ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แล้วนำไปใช้ หลังจากนั้นเก็บข้อมูล และสะท้อนการสอนเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขไปเรื่อย ๆ เป็นวงจร (Kemmis; & McTaggart. 1998) เรียกว่า วงจรแบบเกลียว หรือวงจร PAOR จนกว่าจะได้ข้อสรุป

ขั้นตอนการวิจัยตามวงจรการวิจัยแบบเกลียว ซึ่งเป็นขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มี 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นการวางแผน (plan) เป็นการวางแผนหลังจากการวิเคราะห์ปัญหา กำหนดประเด็น และวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา 2) การลงมือปฏิบัติ (act) เป็นการปฏิบัติตามแผนที่กำหนดเอาไว้ 3) การสังเกต (observe) เป็นการสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติ และ 4) การสะท้อนความคิด (reflect) การสะท้อนผลหลังจากการปฏิบัติงานให้ผู้ที่มีส่วนร่วมได้วิพากษ์วิจารณ์ ซึ่งนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขการปฏิบัติต่อไป ดังในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 วงจรเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis; & McTaggart (1998)

5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาตุลยภาพในร่างกาย จำนวนทั้งสิ้น 3 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยสอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาตุลยภาพในร่างกายที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 3 หัวข้อย่อย ได้แก่ หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด หัวข้อระบบน้ำเหลือง และหัวข้อระบบภูมิคุ้มกัน โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งสิ้น 12 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

ขั้นตอนการสร้าง และพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1) ศึกษา และวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และศึกษาเนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้เพื่อนำไปสร้างกรอบแนวคิด และเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา

2) ศึกษาเอกสาร ตำราเรียน และรายงานการวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อกำหนดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาตุลยภาพในร่างกาย โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

3) วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และหน่วยการเรียนรู้ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต หน่วยที่ 2 การรักษาตุลยภาพของร่างกายสัตว์ และมนุษย์ บทที่ 6 การรักษาตุลยภาพในร่างกาย และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละเนื้อหา

4) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาตุลยภาพในร่างกาย โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งในแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบไปด้วย

- มาตรฐานการเรียนรู้
- ตัวชี้วัด
- สาระสำคัญ
- จุดประสงค์การเรียนรู้
- กระบวนการจัดการเรียนรู้
- สื่อการเรียนรู้ และแหล่งเรียนรู้
- การวัด และประเมินผลการเรียนรู้

5) นำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสมของเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้หลังจากนั้นนำมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ แล้วจึงนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านพิจารณาความสอดคล้องระหว่างรูปแบบการสอนกับจุดประสงค์

การเรียนรู้ เนื้อหา ขั้นตอนการดำเนินการจัดการเรียนรู้ ความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษา และ กิจกรรมต่าง ๆ ในเอกสารประกอบการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยการประเมินระดับความเหมาะสม

6) ทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ปรับปรุงแล้ว กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา ก่อนนำมาใช้กับกลุ่มที่ศึกษา

7) นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ผ่านการทดลองใช้แล้ว มาปรับปรุงให้เหมาะสมกับเวลาและบริบทของโรงเรียน

8) นำแผนที่ได้ไปใช้จริงกับกลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

การหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1) นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย ที่สร้างขึ้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจ และประเมินคุณภาพ โดยพิจารณาจากความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษา และเวลาที่ใช้ในการเรียน เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในลักษณะมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีการกำหนดคะแนนของระดับความคิดเห็นแต่ละช่วง ดังนี้

ระดับคะแนน 5	หมายถึง	ดีมาก
ระดับคะแนน 4	หมายถึง	ดี
ระดับคะแนน 3	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับคะแนน 2	หมายถึง	พอใช้
ระดับคะแนน 1	หมายถึง	ควรปรับปรุง

กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00	หมายถึง	ดีมาก
คะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50	หมายถึง	ดี
คะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50	หมายถึง	ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50	หมายถึง	พอใช้
คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50	หมายถึง	ควรปรับปรุง

5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

5.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย จำนวน 30 ข้อ ประกอบด้วยหัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด จำนวน 10 ข้อ หัวข้อระบบน้ำเหลือง จำนวน 10 ข้อ และหัวข้อระบบภูมิคุ้มกัน จำนวน 10 ข้อ โดยแบบทดสอบมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบพร้อมให้เหตุผลประกอบ (two-tier diagnostic test) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ประกอบไปด้วย ส่วนแรก คือ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เพื่อวัดความรู้ และความเข้าใจในเนื้อหา เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน ส่วนที่สอง เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลที่สัมพันธ์กับส่วนแรก โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนอธิบายเหตุผลของตนเอง ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีขั้นตอนการดำเนินการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

- 1) ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวกับการวัดและประเมินผล การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2) ทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร โดยทำการวิเคราะห์วัตถุประสงค์ และเนื้อหาในการเรียนรู้ มาวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน
- 3) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้มีความสอดคล้องตรงกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และสร้างกรอบของคำตอบ
- 4) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของคำถาม และกรอบคำตอบ จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไข
- 5) นำแบบทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน ที่ผ่านการตรวจจากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ตรวจ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ
- 6) นำแบบทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว มาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC
- 7) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา แล้วเลือกข้อสอบข้อที่เหมาะสมไปใช้กับ

กลุ่มที่ศึกษาโดยพิจารณาค่าดังต่อไปนี้ ค่าอำนาจจำแนก : ≥ 0.2 , ค่าความยากง่าย : $0.2-0.8$ และค่าความเชื่อมั่นของคอนบราค: ≥ 0.5

8) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน ไปใช้จริงกับกลุ่มที่ศึกษา

การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1) ประเมินองค์ประกอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่ ทำการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยแบบประเมินมีลักษณะเป็นแบบมาตราประมาณค่า 3 ระดับ คือ สอดคล้อง ไม่แน่ใจ ไม่สอดคล้อง เพื่อทำการปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมีหลักการให้คะแนนดังต่อไปนี้

ให้	+1	คะแนน	แน่ใจว่าสอดคล้อง
ให้	0	คะแนน	ไม่แน่ใจ
ให้	-1	คะแนน	แน่ใจว่าไม่สอดคล้อง

จากนั้นก็นำผลที่ได้มาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of item objectives congruence; IOC) ระหว่างวัตถุประสงค์ ตัวเลือก คำถาม และพฤติกรรมที่ต้องการวัด แล้วทำการคัดตัวเลือกที่มีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ; & อังคณา สายยศ. 2539)

2) นำแบบทดสอบที่แก้ไข ปรับปรุงตามคำแนะนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เคยเรียน เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกันมาแล้ว

3) นำมาตรวจให้คะแนน หากตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน หลังจากนั้นนำมาหาค่าความยากง่าย (p) โดยต้องมีค่าความยากง่ายอยู่ในเกณฑ์ $0.2-0.8$ และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในเกณฑ์ 0.2 ขึ้นไป

4) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของคอนบราค โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ต้องมีค่าความเชื่อมั่นไม่ควรต่ำกว่า 0.5

5) นำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา หลังจากกลุ่มที่ศึกษาทำการทดสอบเสร็จแล้ว จึงนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าพัฒนาการของนักเรียน โดยคำนวณจากค่าร้อยละของคะแนนหลังเรียนเปรียบเทียบกับค่าร้อยละของคะแนนก่อนเรียน

5.2.2 แบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย จำนวน 30 ข้อ ประกอบด้วยหัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด จำนวน 10 ข้อ หัวข้อระบบน้ำเหลือง จำนวน 10 ข้อ และ หัวข้อระบบภูมิคุ้มกัน จำนวน 10 ข้อ โดยแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์นี้มีลักษณะเป็นแบบปลายเปิด (open-ended test) ซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงคำตอบ และแบบจำลองทางความคิดออกมาได้ในหลากหลายลักษณะ เช่น การอธิบาย การวาดภาพ

การสร้างแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

- 1) ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์
- 2) วิเคราะห์วัตถุประสงค์และเนื้อหาในการเรียนรู้ เพื่อสร้างแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน
- 3) สร้างแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกันให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์การเรียนรู้ แล้วจึงสร้างกรอบของคำตอบ
- 4) นำแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของคำถาม และกรอบคำตอบ และนำมาปรับปรุงแก้ไข
- 5) นำแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน ที่ผ่านการตรวจจากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทแล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ตรวจ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ
- 6) แบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกันที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว มาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC
- 7) นำแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกันที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา แล้วเลือกข้อสอบข้อที่เหมาะสมไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา
- 8) นำแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกันไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มที่ศึกษา

การหาคุณภาพของแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1) ประเมินองค์ประกอบของแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่ ทำการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยแบบประเมินมีลักษณะเป็นแบบมาตราประมาณค่า 3 ระดับ คือ สอดคล้อง ไม่แน่ใจ ไม่สอดคล้อง โดยมีหลักการให้คะแนน ดังต่อไปนี้

ให้ +1	คะแนน	แน่ใจว่าสอดคล้อง
ให้ 0	คะแนน	ไม่แน่ใจ
ให้ -1	คะแนน	แน่ใจว่าไม่สอดคล้อง

จากนั้นก็นำผลที่ได้มาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of item objectives congruence; IOC) ระหว่างวัตถุประสงค์ ตัวเลือก คำถาม และพฤติกรรมที่ต้องการวัด แล้วทำการคัดตัวเลือกที่มีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539)

2) นำแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ ที่แก้ไข ปรับปรุงตามคำแนะนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เคยเรียน เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกันมาแล้ว

3) นำแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ มาตรวจให้คะแนน หากตอบถูกต้อง 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน หลังจากนั้นนำมาหาค่าความยากง่าย (p) โดยต้องมีค่าความยากง่ายอยู่ในเกณฑ์ 0.2-0.8 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในเกณฑ์ 0.2 ขึ้นไป

4) นำแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของครอนบาค โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ต้องมีค่าความเชื่อมั่นไม่ควรต่ำกว่า 0.5

5) นำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา หลังจากกลุ่มที่ศึกษาทำการทดสอบเสร็จแล้ว จึงนำผลการทดสอบมาจัดกลุ่มของแนวคิดตามเกณฑ์ของ Haidar (1997)

5.2.3 แบบสำรวจความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นลักษณะแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ โดยกำหนดค่าระดับความพึงพอใจ/ความคิดเห็นแต่ละช่วงคะแนนและความหมาย ดังนี้

ระดับ 1	หมายถึง	เหมาะสม/เห็นด้วย/พึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด
ระดับ 2	หมายถึง	เหมาะสม/เห็นด้วย/พึงพอใจอยู่ในระดับน้อย
ระดับ 3	หมายถึง	เหมาะสม/เห็นด้วย/พึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
ระดับ 4	หมายถึง	เหมาะสม/เห็นด้วย/พึงพอใจอยู่ในระดับมาก
ระดับ 5	หมายถึง	เหมาะสม/เห็นด้วย/พึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

การสร้างแบบสำรวจความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

- 1) กำหนดวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบสำรวจ
- 2) กำหนดแผนผังการสร้างแบบสำรวจ ตามประเด็นที่ต้องการสอบถามความพึงพอใจและกำหนดรูปแบบการถามเป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ
- 3) ร่างแบบสำรวจตามประเด็นที่กำหนดไว้ในแผนผังการสร้าง
- 4) จัดพิมพ์แบบสอบถามความพึงพอใจฉบับร่าง
- 5) นำไปตรวจสอบคุณภาพแบบสำรวจ โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมของข้อความถามกับแผนผังการสร้างแบบสำรวจ
- 6) จัดพิมพ์แบบสำรวจฉบับสมบูรณ์ และสำเนาเพื่อนำไปใช้
- 7) นำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มที่ศึกษา

การหาคุณภาพแบบสำรวจความพึงพอใจ ดำเนินการโดยนำแบบสำรวจความพึงพอใจเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (content validity) ภาษาที่ใช้และการประเมินที่ถูกต้อง แล้วจึงปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ จากนั้นนำแบบสำรวจความพึงพอใจและความคิดเห็นที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา แล้วจึงนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.2.4 แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

การสร้างแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

- 1) ศึกษาเอกสาร ตำรา ที่เกี่ยวกับการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง
- 2) วิเคราะห์วัตถุประสงค์และเนื้อหาในการเรียนรู้ เพื่อสร้างแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน
- 3) สร้างแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างให้มีความสอดคล้องตรงกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์การเรียนรู้
- 4) นำแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา และความเหมาะสมของคำถาม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข
- 5) นำแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ที่ผ่านการตรวจจากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทแล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ
- 6) นำแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC และหาค่าความเที่ยงตรง
- 7) นำแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างไปใช้จริงกับกลุ่มที่ศึกษา

5.2.5 บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยทำการบันทึกด้วยตนเองภายหลังการสอนในแต่ละคาบเรียนเสร็จ โดยบันทึกพฤติกรรมของนักเรียน ปัญหาในห้องเรียน การแก้ปัญหาในห้องเรียน รวมถึงคำถามต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำมาใช้วิเคราะห์ และหาแนวทางการแก้ไขปัญหา รวมถึงการพัฒนานักกิจกรรมสำหรับการสอนครั้งต่อไป

6. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการทดลองกับกลุ่มที่ศึกษา ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพียงกลุ่มเดียว จำนวนทั้งสิ้น 30 คน โดยผู้วิจัยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

การกำหนดระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยทำการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อใช้ในการสอนเรื่องการรักษาคุณภาพในร่างกาย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ใช้เวลาในการสอน 12 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที โดยแบ่งเนื้อหาเป็นดังนี้ 1) ระบบหมุนเวียนเลือด 2) ระบบน้ำเหลือง และ 3) ระบบภูมิคุ้มกัน

การกำหนดแบบแผนในการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ดำเนินการตามขั้นตอนของการวิจัย (Kemmis; & McTaggart. 1998) ได้แก่ ขั้นวางแผน (plan) ขั้นปฏิบัติตามแผน (act) ขั้นสังเกต (observe) และขั้นสะท้อนการปฏิบัติ (reflect) ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1) ทดสอบก่อนเรียน (pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดแบบเลือกตอบพร้อมให้เหตุผลประกอบ และแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์

2) ดำเนินการทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้ หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด พร้อมแนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรม และบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ ระยะเวลาทั้งสิ้น 12 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที เป็นเวลา 3 สัปดาห์

3) ทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มที่ศึกษา โดยแบ่งออกเป็น 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ทดสอบด้วยแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 2 ทดสอบด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รวมถึงให้ทำแบบสำรวจความพึงพอใจ

4) ตรวจสอบผลการทดสอบแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รวมถึงแบบสำรวจความพึงพอใจ แล้วนำผลคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ

7. การจัดการทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

7.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่ศึกษา โดยใช้ *t-test* for dependent samples

7.2 ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจัดการทำข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่

- 1) ค่าความเที่ยงตรงของของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
- 2) ค่าความยากง่าย (*p*) และค่าอำนาจจำแนก (*r*) ของแบบทดสอบ
- 3) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
- 4) วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน ด้วยวิธี average normalized gain (Hake, 1998) จากสูตร

$$\text{gain percentage } <g> = \frac{(\% \text{posttest} - \% \text{pretest})}{(100 - \% \text{pretest})}$$

ค่าเฉลี่ย 0.00–0.29 แปลว่า ความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ

ค่าเฉลี่ย 0.30–0.69 แปลว่า ความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 0.70–1.00 แปลว่า ความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง

7.3 จัดกลุ่มแนวคิดวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ศึกษา ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนโดยวิเคราะห์จากแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน โดยจัดเป็น 5 กลุ่ม ตามแนวคิดของ Haidar (1997) ดังนี้ 1) กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (sound understanding: SU) คือ นักเรียนสามารถตอบคำถามหรือแสดงแบบจำลองได้ถูกต้อง และครบถ้วน 2) แนวคิดถูกต้องบางส่วน (partial understanding: PU) คือ นักเรียนสามารถตอบหรือแสดงแบบจำลองได้ถูกต้อง แต่อาจอธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง หรือไม่ครบถ้วน 3) แนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน (partial understanding with specific misunderstanding: PU/SM) คือ นักเรียนตอบได้ถูกต้อง แต่มีการอธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง หรือ นักเรียนแสดงแบบจำลองที่มีทั้งส่วนที่ถูกต้อง และไม่ถูกต้องปะปนกันอยู่ 4) แนวคิดคลาดเคลื่อน (specific misunderstanding: SM) คือ นักเรียนตอบไม่ถูกต้องและอธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง หรือ แสดงออกแบบจำลองไม่ถูกต้อง และ 5) ไม่มีแนวคิด (no understanding: NU) คือ นักเรียนไม่เขียนตอบหรือเขียนกำกับไว้ว่าไม่ทราบ ไม่แน่ใจ จำไม่ได้ จากนั้นหาความถี่ และร้อยละโดยเฉลี่ยของความเข้าใจของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

7.4 วิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ด้วยค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จริยธรรมในการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยที่ใช้คนเป็นกลุ่มเป้าหมายในการวิจัย โดยก่อนทำการศึกษาวิจัย ผู้วิจัยได้รับความยินยอมจากผู้อำนวยการโรงเรียน ผู้สอนในชั้นเรียน และกลุ่มที่ศึกษา ทั้งนี้ก่อนทำการวิจัย และเก็บข้อมูลวิจัย ผู้วิจัยแจ้งชื่อ-นามสกุล เบอร์โทรศัพท์ แก่นักเรียนทุกคน รวมถึงแจ้งเหตุผล จุดประสงค์ และความจำเป็นในการทำงานวิจัยครั้งนี้ให้ทราบก่อนล่วงหน้า ทั้งนี้ตลอดระยะเวลาการวิจัย การตอบแบบสำรวจ และการให้สัมภาษณ์ ผู้วิจัยให้สิทธิในเข้า หรือออกจากการเข้าร่วมงานวิจัยครั้งนี้ได้ตลอดเวลา โดยในการรายงานผลการศึกษา การตีความหมายข้อมูลต่าง ๆ ผู้วิจัยปกปิดชื่อของนักเรียนเป็นความลับ โดยใช้การให้นามสมมติ (pseudonym) ในการตีพิมพ์ และผู้วิจัยเท่านั้นที่มีรหัส (password) การเข้าถึงข้อมูล ของงานวิจัยที่จัดเก็บในคอมพิวเตอร์เพื่อนำมาใช้ประโยชน์



บทที่ 4

ผลการศึกษาและการอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความก้าวหน้าทางการเรียน และแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การรักษาตุลยภาพในร่างกาย รายวิชาชีววิทยา ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผู้วิจัยขอเสนอผลการศึกษา ดังนี้

ตอนที่ 1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

1.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้

1.2 การนำเครื่องมือวัดผลไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มศึกษา

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาของกลุ่มที่ศึกษา

2.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

2.2 การเปรียบเทียบค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน

2.3 การจัดกลุ่มแนวคิดวิทยาศาสตร์

2.4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับความก้าวหน้าทางการเรียน

2.5 การประเมินระดับความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

2.6 การประเมินระดับความพึงพอใจโดยการสัมภาษณ์

ตอนที่ 1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

1.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้

จากการศึกษาเอกสารและแนวทางในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในหัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน ตามรูปแบบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นการสร้างแบบจำลองทางความคิด ขั้นที่ 2 ขั้นแสดงแบบจำลอง ขั้นที่ 3 ขั้นประเมินแบบจำลอง และขั้นที่ 4 ขั้นการขยายแบบจำลอง โดยผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยประเมิน 4 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านความสอดคล้องขององค์ประกอบของแผน 2) ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ 3) ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้ และ 4) ด้านการวัดและประเมินผล พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมในทุกด้านอยู่ในระดับมาก

จากการนำเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ต่าง ๆ ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความก้าวหน้าทางการเรียน แบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านเพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่จะนำไปใช้ และประเมินค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบ พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความก้าวหน้าทางการเรียน จำนวนทั้ง 3 หัวข้อ หัวข้อละ 10 ข้อ รวมทั้งสิ้น 30 ข้อ แบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 หัวข้อ หัวข้อละ 10 ข้อ รวมทั้งสิ้น 30 ข้อ และแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ขึ้นไป

1.2 การนำเครื่องมือในงานวิจัยไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มศึกษา

ข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา

งานวิจัยครั้งนี้ทดลองใช้เครื่องมือในงานวิจัยกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 30 คน จากโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร

การทดลองใช้เครื่องมือในงานวิจัยกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา

จากการนำเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา พบว่า นักเรียนสามารถดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม และเมื่อนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความก้าวหน้าทางการเรียน มาวิเคราะห์ความยาก-ง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อ ดังนี้ หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด พบว่า ข้อคำถามมีค่าความยาก-ง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.2-0.8 มีจำนวน 15 ข้อ และมีค่าอำนาจจำแนก (r) มากกว่า 0.2 ขึ้นไป จำนวน 14 ข้อ จากนั้นคัดเลือกข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ สำหรับนำไปวัดผลสัมฤทธิ์ และความก้าวหน้าทางการเรียน

หัวข้อระบบน้ำเหลือง พบว่า ข้อคำถามมีค่าความยาก-ง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.2-0.8 มีจำนวน 15 ข้อ และมีค่าอำนาจจำแนก (r) มากกว่า 0.2 ขึ้นไป จำนวน 13 ข้อ จากนั้นคัดเลือกข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ สำหรับนำไปวัดผลสัมฤทธิ์ และความก้าวหน้าทางการเรียน

หัวข้อระบบภูมิคุ้มกัน พบว่า ข้อคำถามมีค่าความยาก-ง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.2-0.8 มีจำนวน 15 ข้อ และมีค่าอำนาจจำแนก (r) มากกว่า 0.2 ขึ้นไป จำนวน 12 ข้อ จากนั้นคัดเลือกข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ สำหรับนำไปวัดผลสัมฤทธิ์ และความก้าวหน้าทางการเรียน

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาของกลุ่มที่ศึกษา

ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มที่ศึกษา

ในการศึกษาโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในหัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน โดยกลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 30 คน จากโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร มีนักเรียนทั้งหมด 3,001 คน เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 1,478 คน และระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 1,523 คน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีจำนวนทั้งหมด 500 คน ประกอบด้วย 13 ห้องเรียน โดย 10 ห้องเรียนเป็นห้องเรียนวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งตามหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของโรงเรียน นักเรียนทั้ง 10 ห้องเรียนนี้ต้องเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 วิชา ประกอบด้วยวิชาฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา โดยเรียนสัปดาห์ละ 9 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที ซึ่ง 3 คาบเป็นวิชาชีววิทยา ดังนั้นโดยรวมแล้วใน 1 ภาคเรียนนักเรียนทุกคนต้องเรียนวิชาชีววิทยารวมทั้งสิ้น 60 คาบเรียน สำหรับในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 นักเรียนต้องเรียนวิชาชีววิทยา จำนวน 4 หน่วย ได้แก่ ระบบหายใจ ระบบขับถ่าย ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกันตามลำดับ โดยนักเรียนทั้งหมดมีอายุอยู่ในช่วง 15-16 ปี และมีความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี ทั้งนี้ในการเรียนการสอนผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเอง

ผลการศึกษาของกลุ่มที่ศึกษา

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความก้าวหน้าทางการเรียน และแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยา กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต หน่วยที่ 4 การรักษาสุขภาพร่างกายสัตว์และมนุษย์ บทที่ 6 การรักษาสุขภาพในร่างกาย โดยเก็บข้อมูลในหัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน โดยผู้วิจัยตรวจสอบความรู้เดิมของกลุ่มที่ศึกษาโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ในการตรวจสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยได้ทดลองให้กลุ่มที่ศึกษาสร้างแบบจำลองในเนื้อหาอื่นที่เรียนก่อนหน้านี้อยู่แล้ว เพื่อให้กลุ่มที่ศึกษาเข้าใจและสามารถสร้างแบบจำลองได้ ผู้วิจัยตรวจสอบความรู้ของกลุ่มที่ศึกษาอีกครั้งภายหลังจากได้รับการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน และหลังเรียนของกลุ่มที่ศึกษา ด้วยการทดสอบ t -test for dependent samples ที่ $p = 0.05$ ผู้วิจัยขอเสนอผลการศึกษา ดังนี้

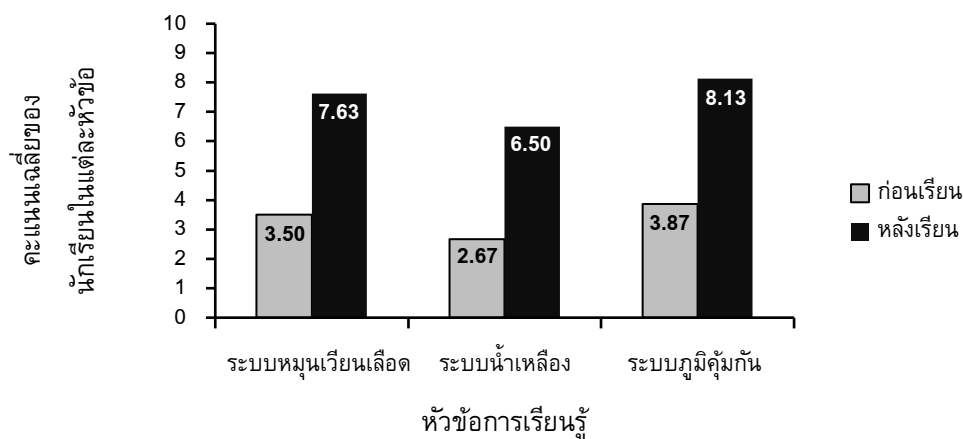
2.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่ศึกษา พบว่า คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในหัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด เท่ากับ 3.50 ± 1.43 ในหัวข้อระบบน้ำเหลือง เท่ากับ 2.67 ± 0.37 และในหัวข้อระบบภูมิคุ้มกัน เท่ากับ 3.87 ± 1.29 ตามลำดับ ดังในภาพประกอบ 2 และหลังเรียนคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในหัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด เท่ากับ 7.63 ± 0.86 ในหัวข้อระบบน้ำเหลือง เท่ากับ 6.50 ± 0.88 และในหัวข้อระบบภูมิคุ้มกัน เท่ากับ 8.13 ± 0.74 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่ศึกษามาทดสอบ *t*-test for dependent samples ที่ $p = 0.05$ แบบกลุ่มที่ศึกษาไม่เป็นอิสระต่อกัน พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกหัวข้อ ($t = 16.37$ และ $p < 0.0001$ ในหัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด, $t = 22.10$ และ $p < 0.0001$) ในหัวข้อระบบน้ำเหลือง และ $t = 17.15$ และ $p < 0.0001$ ในหัวข้อระบบภูมิคุ้มกัน) ดังในตาราง 6

ตาราง 6 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่ศึกษาโดยทดสอบ *t*-test for dependent samples ที่ $p = 0.05$

หัวข้อ	คะแนน* ($\bar{x} \pm SD$) (เต็ม 10 คะแนน)		<i>t</i>
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	
ระบบหมุนเวียนเลือด	3.50 ± 1.43	7.63 ± 0.86	16.37*
ระบบน้ำเหลือง	2.67 ± 0.37	6.50 ± 0.88	22.10*
ระบบภูมิคุ้มกัน	3.87 ± 1.29	8.13 ± 0.74	17.15*

*คะแนนมีความแตกต่างกันที่ $p = 0.05$



ภาพประกอบ 2 คะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) ก่อนและหลังเรียนในหัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และ ระบบภูมิคุ้มกัน (คะแนนเต็ม 10 คะแนน)

2.2 ผลการเปรียบเทียบค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน

จากการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ในหัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด นักเรียนมีดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยจัดอยู่ในระดับปานกลาง ($<g> = 0.63$) ดังในตาราง 7 จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด มีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงถึงร้อยละ 63 เมื่อหาดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 30 คน พบว่า มีนักเรียนที่มีดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ (0.25) จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.33 ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (0.33-0.67) จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 53.33 และค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (0.71-0.86) จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 43.33 ดังในภาพประกอบ 4

ในหัวข้อระบบน้ำเหลือง พบว่า นักเรียนมีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยจัดอยู่ในระดับปานกลาง ($<g> = 0.52$) ดังในตาราง 7 จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หัวข้อระบบน้ำเหลือง มีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงถึงร้อยละ 52 เมื่อหาดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 30 คน พบว่า มีนักเรียนที่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ (0.29) จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 10 ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (0.38-0.63) จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 80 และค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (0.71) จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 10 ดังในภาพประกอบ 4

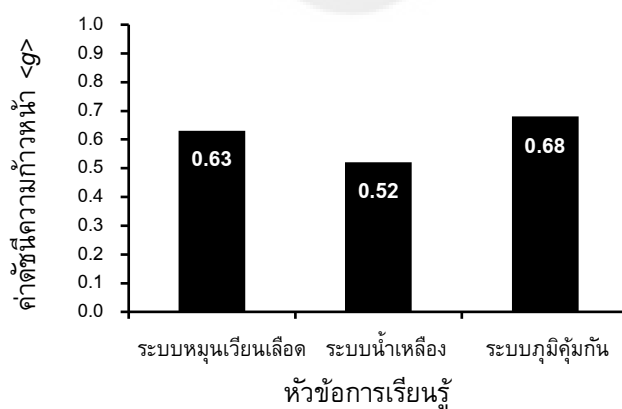
ในหัวข้อระบบภูมิคุ้มกัน พบว่า นักเรียนมีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยจัดอยู่ในระดับปานกลาง ($<g> = 0.68$) ดังในตาราง 7 จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หัวข้อระบบภูมิคุ้มกันมีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงถึงร้อยละ 68 เมื่อหาค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 30 คน พบว่า มีนักเรียนที่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ (0.25) จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.33 ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (0.40-0.67) จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 และค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (0.71-0.86) จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 63.33 ดังในภาพประกอบ 4

เมื่อทำการหาค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน (normalized gain ด้วยวิธี average normalized gain ของ Hake (1998)) พบว่า ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง (medium gain) ทั้ง 3 หัวข้อ คือ 0.63 0.52 และ 0.68 ตามลำดับ ดังในตาราง 7

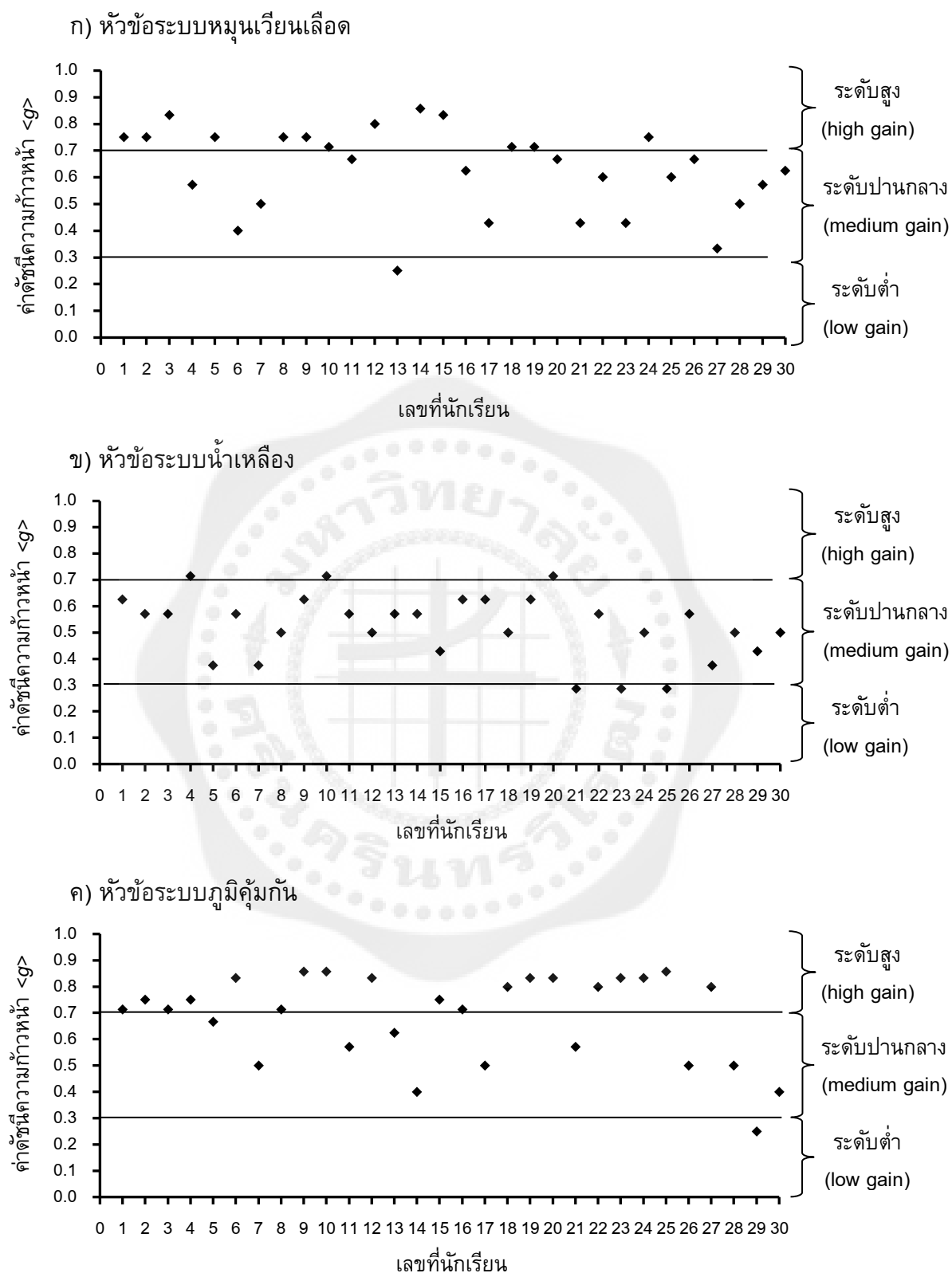
ตาราง 7 ความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่ศึกษา

N = 30

หัวข้อ	ผลการเรียนที่เพิ่มขึ้นจริง (%post—%pre)	ผลการเรียนรู้สูงสุดที่มี โอกาสเพิ่มขึ้นได้ (100—%pre)	Normalize gain $<g>$
ระบบหมุนเวียนเลือด	41.33	65.00	0.63
ระบบน้ำเหลือง	38.33	73.33	0.52
ระบบภูมิคุ้มกัน	42.67	61.33	0.68



ภาพประกอบ 3 ค่าความก้าวหน้าทางการเรียน ในหัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน



ภาพประกอบ 4 ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน <g> ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใน

ก) หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ข) หัวข้อระบบน้ำเหลืองและ ค) หัวข้อระบบภูมิคุ้มกัน

2.3) การจัดกลุ่มแนวคิดวิทยาศาสตร์

จากการนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไปใช้กับนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แล้วให้นักเรียนสร้างแบบจำลอง เพื่อวัดแนวคิด แล้วนำแบบจำลองแนวคิดที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้ แนวคิดถูกต้อง (sound understanding: SU) แนวคิดถูกต้องบางส่วน (partial understanding: PU) แนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดที่คลาดเคลื่อน (partial understanding with specific misunderstanding: PU/SM) แนวคิดคลาดเคลื่อน (specific understanding: SM) และไม่มีแนวคิด (no understanding: NU) จากนั้นเปรียบเทียบร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มแนวคิดทั้งก่อนเรียน และหลังเรียน พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นทั้ง 3 หัวข้อ โดยก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน (PU/SM) หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 56.66 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด หัวข้อระบบภูมิคุ้มกัน จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 36.66 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และหัวข้อระบบน้ำเหลือง จำนวน 10 คิดเป็นร้อยละ 33.33 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด โดยในหัวข้อระบบภูมิคุ้มกันมีจำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ไม่มีแนวคิด (NU) จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด เท่ากับนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน ในหัวข้อระบบน้ำเหลือง ดังในตาราง 8

ตาราง 8 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามประเภทแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในหัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่ศึกษา

N = 30

แนวคิด	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ) ในแต่ละประเภทแนวคิด *									
	SU		PU		PU/SM		SM		NU	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ระบบหมุนเวียนเลือด	0	18	2	12	17	0	8	0	3	0
		(60.00)	(6.66)	(40.00)	(56.66)		(26.66)		(10.00)	
ระบบน้ำเหลือง	0	20	6	9	10	1	8	0	6	0
		(66.66)	(20.00)	(30.00)	(33.33)	(3.33)	(26.66)		(20.00)	
ระบบภูมิคุ้มกัน	0	15	4	13	11	2	5	0	10	0
		(50.00)	(13.33)	(43.33)	(36.33)	(6.66)	(16.66)		(33.33)	

หมายเหตุ: * ในวงเล็บ หมายถึง ค่าร้อยละของนักเรียนในแต่ละประเภทแนวคิด ซึ่งประกอบด้วย

SU หมายถึง แนวคิดวิทยาศาสตร์ PU หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วน

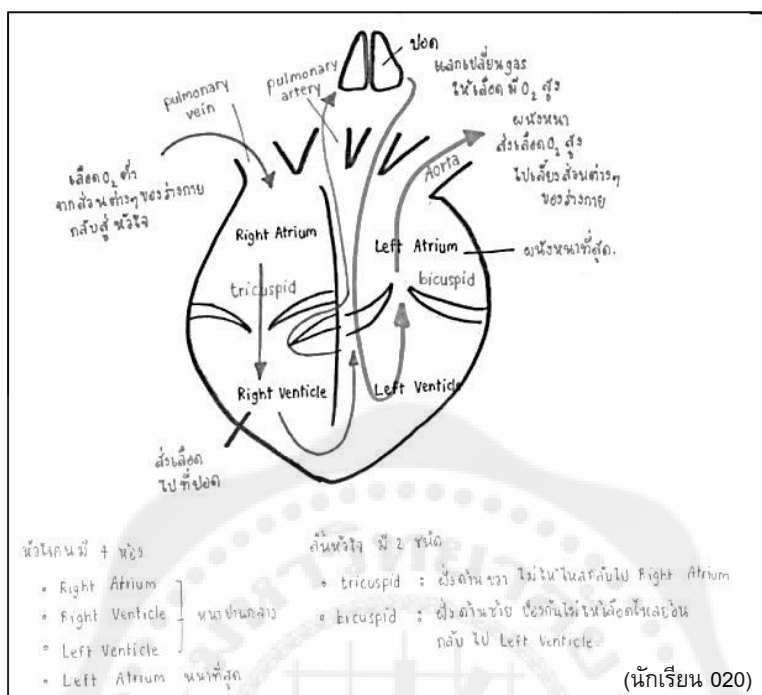
PU/SM หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน

SM หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน และ NU หมายถึง ไม่มีแนวคิด

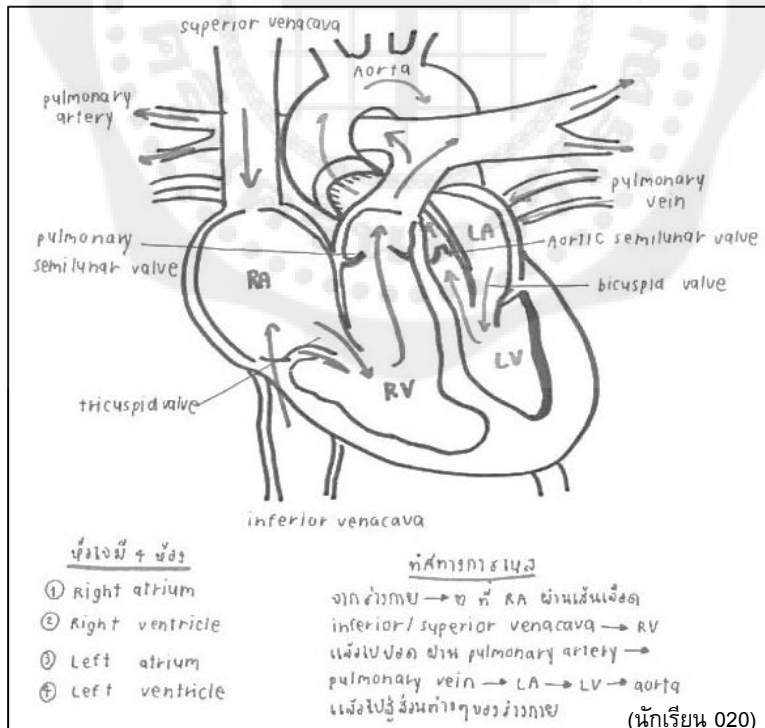
หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด พบว่า หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบนักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้อง จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 40 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด โดยไม่พบนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน แนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิดเลย ดังในตาราง 8

เมื่อผู้วิจัยพิจารณาคำตอบเป็นรายบุคคล พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มแนวคิดที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องขึ้น เช่น เมื่อพิจารณาจากคำตอบในประเด็น โครงสร้างหัวใจของมนุษย์ของนักเรียน 020 ดังในภาพประกอบ 5 พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ จัดอยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน จากคำตอบว่า หัวใจคนมี 4 ห้อง ประกอบด้วยห้องบนขวา ห้องล่างขวา ห้องบนซ้ายและห้องล่างซ้าย และวาดภาพโครงสร้างหัวใจ ประกอบคำอธิบายมาด้วย แต่เมื่อพิจารณาภาพ พบว่า นักเรียนวาดโครงสร้างหัวใจที่มีทั้ง 4 ห้อง ขนาดเท่า ๆ กัน มีการแสดงลักษณะของลิ้นหัวใจที่ผิด และนักเรียนระบุว่าห้องบนซ้ายผนังหนาที่สุด นอกจากนี้นักเรียนแสดงเส้นที่บอกทิศทางการไหลของเลือดผิด ว่าเลือดไหลจากห้องล่างซ้ายขึ้นห้องบนซ้าย ดังในภาพประกอบ 5 แต่เมื่อพิจารณาคำตอบหลังเรียน พบว่า แนวคิดเปลี่ยนไปอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ จากคำตอบว่า “หัวใจมี 4 ห้อง คือ ห้องบนขวา ล่างขวา บนซ้าย และล่างซ้าย และภาพประกอบที่นักเรียน 020 วาดก็ถูกต้องและครบถ้วนมากขึ้นอีกทั้งภาพยังแสดงให้เห็นด้วยว่าผนังหัวใจห้องล่างหนากว่าหัวใจห้องบน มีลิ้นกั้นห้องบนกับห้องล่าง กับลิ้นกั้นห้องล่างกับหลอดเลือด นอกจากนี้นักเรียนยังแสดงทิศทางการไหลของเลือดที่ถูกต้อง (ภาพประกอบ 5) อย่างไรก็ตามยังพบนักเรียนที่ก่อนและหลังเรียนยังมีแนวคิดอยู่กลุ่มเดิม เช่น นักเรียน 028 ก่อนเรียนอยู่กลุ่มมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน จากคำตอบ “หัวใจมี 4 ห้อง คือ บน 2 ห้อง ล่าง 2 ห้อง และผนังแต่ละห้องหนาไม่เท่ากัน” หลังเรียนอยู่กลุ่มเดิมจากคำตอบ “หัวใจของคนมี 4 ห้อง คือ บน 2 ห้อง ล่าง 2 ห้อง ผนังห้องล่างหนา” และ ไม่มีภาพประกอบคำอธิบาย

ก) แบบจำลองก่อนเรียน



ข) แบบจำลองหลังเรียน



ภาพประกอบ 5 เปรียบเทียบแบบจำลอง ก) ก่อนเรียน และ ข) หลังเรียน หัวข้อโครงสร้างของหัวใจ ของนักเรียน 020

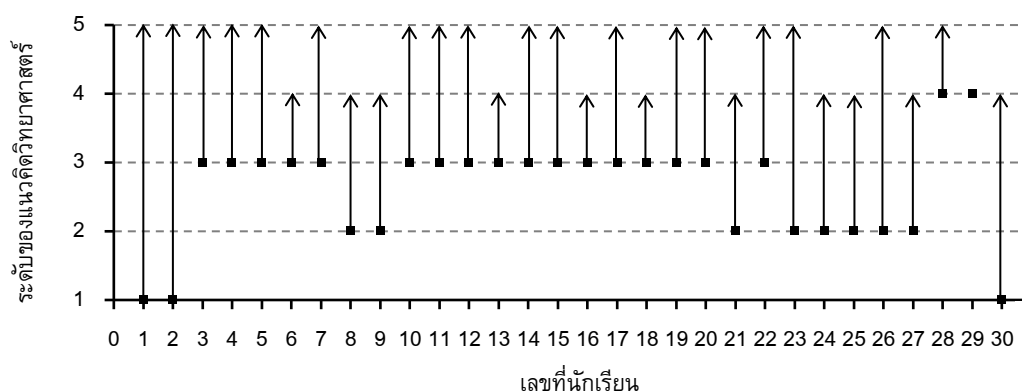
หัวข้อระบบน้ำเหลือง ก่อนการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน กับแนวคิดคลาดเคลื่อนมากที่สุด จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด รองลงมา คือ แนวคิดคลาดเคลื่อน จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 26.66 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และมีนักเรียนในจำนวนเท่ากันที่พบว่ามีแนวคิดถูกต้องบางส่วน และไม่มีแนวคิด จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 20 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

ภายหลังการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน มีแนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด ลดลง และมีจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องเพิ่มขึ้นสูงถึงร้อยละ 66.66 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ในหัวข้อนี้ พบว่า นักเรียนทุกคนมีการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ดีขึ้น และไม่พบนักเรียนที่มีแนวคิดอยู่ในกลุ่มเดียวกับแนวคิดก่อนเรียน โดยจากการพิจารณาคำตอบของนักเรียนพบว่า ส่วนใหญ่สามารถอธิบายแนวคิดได้ถูกต้อง และชัดเจนมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับคำตอบก่อนเรียนที่นักเรียนหลายคนจะเขียนกำกับไว้ว่าไม่มั่นใจ และไม่แน่ใจในคำตอบเลย นอกจากนี้จากสัมภาษณ์นักเรียนส่วนใหญ่บอกว่าไม่มีความรู้ในหัวข้อระบบน้ำเหลือง ไม่เข้าใจมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทั้ง 3 หัวข้อ แต่เมื่อหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนสามารถอธิบายได้ครบถ้วนชัดเจนทำให้ร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นสูงมากที่สุด ดังในตาราง 8

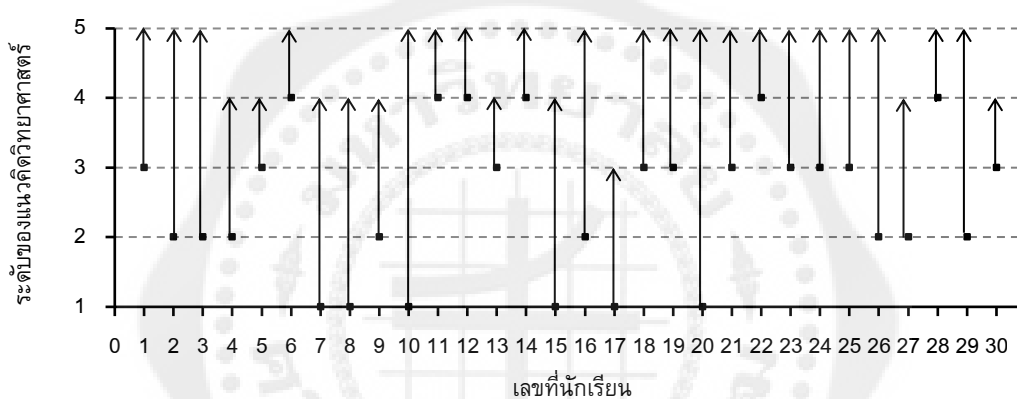
หัวข้อระบบภูมิคุ้มกัน พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อนมากที่สุด จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 36.33 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด รองลงมา คือ ไม่มีแนวคิด จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งมีจำนวนที่ใกล้เคียงกันมาก จากการพิจารณาคำตอบเป็นรายบุคคล เช่น ประเด็นชนิดของเซลล์เม็ดเลือดขาวและกลไกการทำลายเชื้อโรคของเซลล์เม็ดเลือดขาว พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อนสามารถบอกชนิดของเซลล์เม็ดเลือดขาวได้ แต่อธิบายกลไกการทำลายเชื้อโรคไม่ถูกต้อง ส่วนนักเรียนที่ไม่มีแนวคิด คือ นักเรียนที่ไม่ตอบคำถามหรือเขียนกำกับไว้ว่าไม่สามารถตอบได้ นอกจากนี้ยังพบนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 16.66 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และแนวคิดถูกต้องบางส่วน จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 13.33 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

ภายหลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานซึ่งผู้วิจัยพยายามเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความสนใจมากขึ้น และจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน ไม่มีแนวคิด และแนวคิดคลาดเคลื่อนลดลง แต่จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้อง และแนวคิดถูกต้องบางส่วนเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ดังในตาราง 8

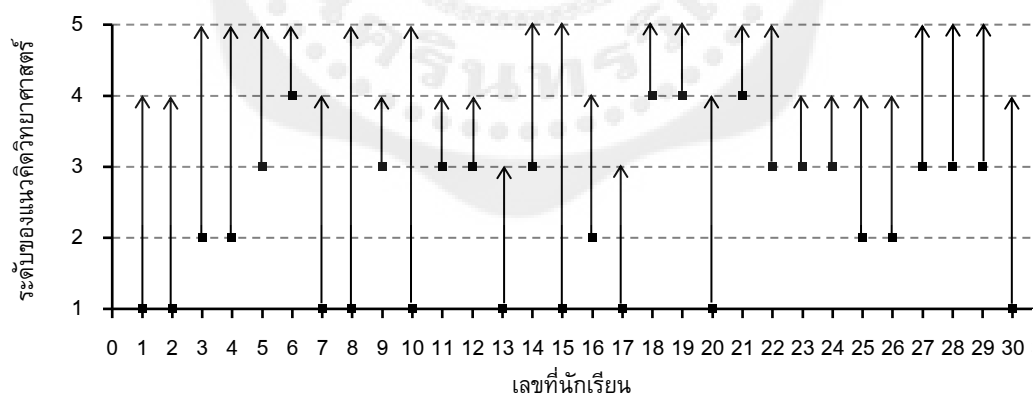
ก) หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด



ข) หัวข้อระบบน้ำเหลือง



ค) หัวข้อระบบภูมิคุ้มกัน



ภาพประกอบ 6 ระดับแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายบุคคล ก่อนและหลังการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ใน ก) หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ข) หัวข้อระบบน้ำเหลืองและ ค) หัวข้อระบบภูมิคุ้มกัน

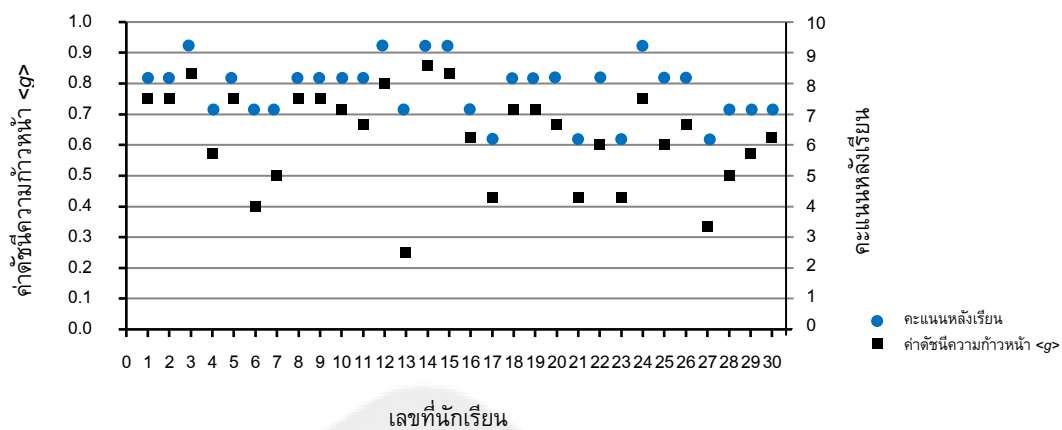
หมายเหตุ: ระดับแนวคิดวิทยาศาสตร์ ระดับ 1: ไม่มีแนวคิด (NU) ระดับ 2: แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ระดับ 3: แนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดที่คลาดเคลื่อน (PU/SM) ระดับ 4: แนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) และ ระดับ 5: แนวคิดวิทยาศาสตร์ (SU)

และเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนรายบุคคล ในหัวข้อระบบ
หมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน พบนักเรียนที่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ใน
ระดับต่ำ ($<g = 0.00-0.29$) จำนวน 13 และ 1 คน ตามลำดับ ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับ
ปานกลาง ($<g = 0.30-0.69$) จำนวน 16 24 และ 10 คน ตามลำดับ และค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่
ในระดับสูง ($<g = 0.70-1.00$) จำนวน 13 3 และ 19 คน ตามลำดับ

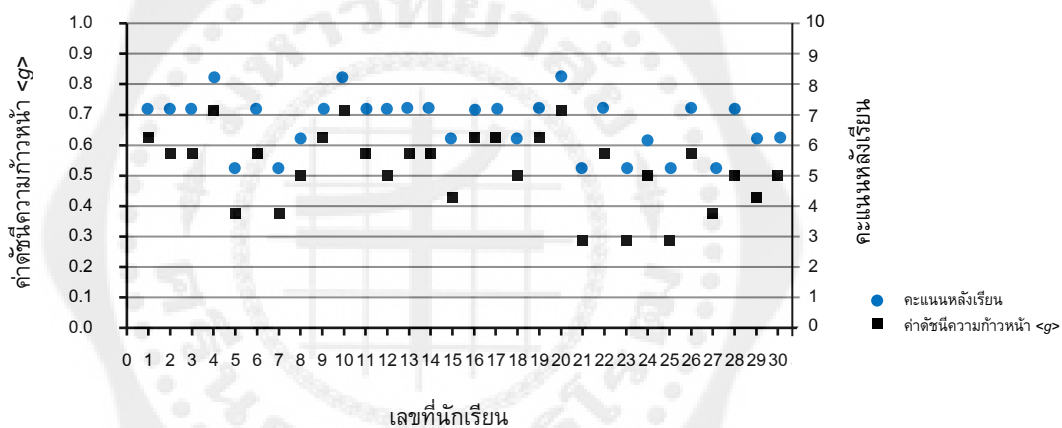
หัวข้อระบบน้ำเหลือง พบว่า มีนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับสูง และค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 3 คน นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 15 คน นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 9 คน และนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับต่ำและค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 3 คน

หัวข้อระบบภูมิคุ้มกัน พบว่า มีนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับสูง และค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 19 คน นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับสูง และค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับกลาง จำนวน 10 คน และนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับสูงและค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 1 คน ดังในภาพประกอบ 7

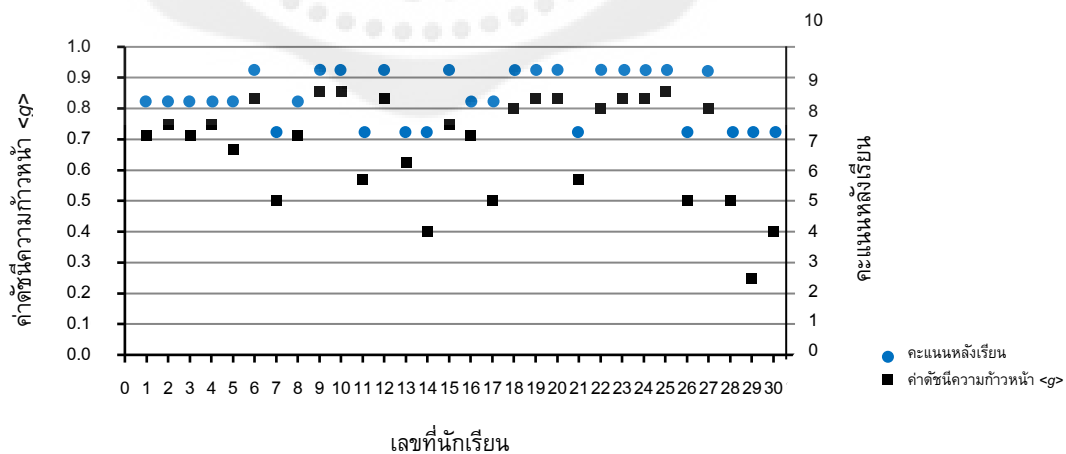
ก) หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด



ข) หัวข้อระบบน้ำเหลือง



ค) หัวข้อระบบภูมิคุ้มกัน



ภาพประกอบ 7 เปรียบเทียบคะแนนหลังเรียน (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) กับค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน <g> ใน

ก) หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ข) หัวข้อระบบน้ำเหลือง และ ค) หัวข้อระบบภูมิคุ้มกัน

2.5 การประเมินระดับความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

จากการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของกลุ่มที่ศึกษา พบว่า นักเรียนมีระดับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานทั้งในด้านเนื้อหาความรู้และด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.83 \pm 0.36$) ดังในตาราง 9

ตาราง 9 ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ข้อความ	ความพึงพอใจ ($\bar{X} \pm SD$)	แปลผล
1. กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน	4.90±0.31	มาก
2. ผู้สอนมีการใช้สื่อและเทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน	4.83±0.38	มาก
3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความคิด ได้อภิปรายซักถาม และแสดงความคิดเห็นมากขึ้น	4.67±0.48	มาก
4. การได้มาซึ่งแบบจำลองทางความคิด นักเรียนมีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	4.77±0.43	มาก
5. นักเรียนนำความรู้เดิมมาสร้างเป็นแบบจำลอง	4.80±0.41	มาก
6. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่ และความรู้เดิมได้จากการสร้างแบบจำลอง	4.93±0.25	มาก
7. นักเรียนสามารถนำแบบจำลองมาให้เหตุผลในเรื่องที่เรียนได้อย่างถูกต้อง	4.87±0.35	มาก
8. เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.97±0.18	มาก
9. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ได้คิดวิเคราะห์ และปฏิบัติจริง	4.73±0.45	มาก
10. นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการเรียนชีววิทยาในหัวข้ออื่นได้	4.80±0.41	มาก
รวม	4.83±0.36	มาก

2.6 การประเมินระดับความพึงพอใจโดยการสัมภาษณ์

การตรวจสอบความพึงพอใจที่ได้รับ ผู้วิจัยได้จากการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง จากนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 10 คน เป็นเพศชาย 5 คน และเพศหญิง 5 คน โดยได้จัดการสุ่มอย่างง่าย การสัมภาษณ์ครั้งนี้เพื่อสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ใน เรื่อง การรักษาตุลยภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือดระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน โดยผู้วิจัยใช้ประเด็นคำถามทั้งหมด 5 ประเด็น ในแต่ละประเด็นมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

ประเด็นที่ 1 สอบถามความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ผู้วิจัยทำการศึกษา โดยผู้วิจัยใช้คำถาม “นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในหัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบ

ภูมิคุ้มกันที่ครูให้ปฏิบัติในห้องเรียน” จากการประเมินคำตอบของนักเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่พบว่านักเรียนมีความรู้สึกสนุก และไม่เบื่อ ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเป็นดังนี้

ผู้วิจัย: นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในเรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกันที่ครูให้ปฏิบัติในห้องเรียน

นักเรียน 004: ก็สนุกดี ทำให้หนูรู้ว่า ที่หนูคิดว่าหนูรู้นะ แต่พอครูให้วาดอะ หนูคิดไม่ออก และทำให้หนูรู้ว่าตรงไหนที่หนูยังไม่รู้ค่ะ

นักเรียน 005: หนูชอบตรงที่ได้ปรึกษากับเพื่อน ๆ และเพื่อนก็จะช่วยอธิบายทำให้หนูได้เข้าใจขึ้น

นักเรียน 006: สนุกดีนะครับ ผมชอบนะ แต่ว่าบางข้อมันต้องใช้เวลามากกว่าวาดรูป บางทีผมทำไม่ทัน แต่ผมชอบนะ ที่ได้วาดรูปและปรึกษากับเพื่อน

(วันที่สัมภาษณ์: 8 กุมภาพันธ์ 2560)

ประเด็นที่ 2 ตรวจสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียนที่มีนำมาใช้ในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยใช้คำถาม “นักเรียนเคยเรียนเรื่องเหล่านี้มาก่อนหรือไม่” พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เคยเรียนมาแล้วในบางหัวข้อ เช่น หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด และระบบภูมิคุ้มกัน แต่หัวข้อระบบน้ำเหลืองนักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีความรู้และตอบว่าไม่เคยเรียนมาก่อน ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเป็นดังนี้

ผู้วิจัย: นักเรียนเคยเรียนเรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกันมาก่อนหรือไม่

นักเรียน 002: หนูเคยเรียนพิเศษเรื่องระบบหมุนเวียนเลือดแล้วก็ระบบภูมิคุ้มกัน เพราะว่าตอนม.ต้นมีสอนเรื่องนี้ แต่ว่าลืมไปแล้ว

นักเรียน 009: เคยเรียนเรื่องเลือดครับ แล้วก็พวกเซลล์เม็ดเลือดขาว ตอนมอต้น แต่เรื่องระบบน้ำเหลืองผมแทบไม่รู้เลย

นักเรียน 019: เคยครับ แต่ว่าไม่ได้เรียนละเอียดแบบนี้

(วันที่สัมภาษณ์: 8 กุมภาพันธ์ 2560)

ประเด็นที่ 3 สอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อเนื้อหาที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยใช้คำถาม “นักเรียนคิดว่าเนื้อหาแต่ละหัวข้อมีความยากต่อนักเรียนมากน้อยแค่ไหน” พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าเป็นเรื่องที่ยาก โดยเฉพาะในหัวข้อระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเป็นดังนี้

- ผู้วิจัย: นักเรียนคิดว่าเนื้อหาแต่ละหัวข้อมีความยากต่อนักเรียนมากน้อยแค่ไหน
- นักเรียน 012: เรื่องระบบหมุนเวียนเลือดผมว่าไม่ค่อยยากเท่าไร แต่ว่าระบบน้ำเหลืองไม่เคยเรียนมาอะ ก็เลยไม่ค่อยรู้
- นักเรียน 001: หนูว่ายากอะครู เรื่องหมุนเวียนเลือดมันเยอะ ส่วนเรื่องน้ำเหลืองกับระบบภูมิคุ้มกันมันดูค่อนข้างซับซ้อน แบบศัพท์ก็เยอะ ทำให้เข้าใจได้ยาก
- นักเรียน 018: หนูเฉย ๆ นะ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือดอะ เพราะว่าเหมือนครูเอาวิดีโอมาให้ดูหลายวิดีโอ ทำให้เหมือนมันเห็นภาพชัดขึ้นอะคะ แต่ว่าเรื่องระบบภูมิคุ้มกันก็รู้สึกว่ายากเหมือนกันนะคะ ส่วนระบบน้ำเหลืองนี่ไม่รู้เลย ทำให้ยากที่สุดสำหรับหนู คือหนูไม่มีความรู้เรื่องนี้ มาก่อน
- (วันที่สัมภาษณ์: 8 กุมภาพันธ์ 2560)

ประเด็นที่ 4 เปรียบเทียบความคิดเห็นระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย ผู้วิจัยใช้คำถาม “นักเรียนมีความรู้สึกแตกต่างกันอย่างไรต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่นักเรียนได้ทำกับการนั่งเรียนแบบธรรมดาโดยให้ครูบรรยายอย่างเดียว” พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ชอบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมากกว่าเนื่องจากได้แสดงความคิดเห็น และได้ปรึกษากับเพื่อนในห้อง ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเป็นดังนี้

- ผู้วิจัย: นักเรียนมีความรู้สึกแตกต่างกันอย่างไรต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่นักเรียนได้ทำกับการนั่งเรียนแบบธรรมดาโดยให้ครูบรรยายอย่างเดียว
- นักเรียน 004: หนูว่าแตกต่างกันนะ เพราะว่าแบบที่ครูให้ทำมันได้รวมกลุ่มกับเพื่อน ได้ปรึกษากัน แล้วเพื่อนก็จะช่วยอธิบาย พอหลังจากนั้นเราก็ก็นั่งได้กลับมาทำงานของเรา หมายถึงแบบจำลองอะคะ ที่ครูให้แก้ไข หนูว่าแบบนี้มันก็สนุกดี
- นักเรียน 006: ผมชอบนะเพราะว่ามันได้วาดรูป ผมชอบ เหมือนแบบพอเราวาดรูปทำให้เราเหมือนทบทวนความรู้ว่าตรงนั้นมันเป็นแบบไหน อย่างเรื่องโครงสร้างหัวใจ ที่ได้วาดภาพหัวใจอะ มันทำให้ผมจำได้

นักเรียน 019: แบบที่ครูให้ทำดีกว่านะ เพราะว่าได้คุยกับเพื่อน ได้ปรึกษากัน เพื่อนก็จะช่วยเราแก้ความผิดตรงไหน เหมือนทำให้เราแบบจำได้ดีมากขึ้น กว่าที่นั่งฟังครูฝ่ายเดียว แล้วเราก็ต่องต้องมานั่งทบทวนคนเดียว

(วันที่สัมภาษณ์: 8 กุมภาพันธ์ 2560)

ประเด็นที่ 5 สอบถามความคิดเห็นของนักเรียนว่าคิดว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเนื้อหาอื่นได้หรือไม่ ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเป็นดังนี้

ผู้วิจัย: นักเรียนคิดว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ได้ทำให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเนื้อหาอื่นทั้งในวิชาชีพวิทยาหรือวิชาอื่น ๆ ได้หรือไม่

นักเรียน 001: หนูว่าได้ค่ะ เพราะว่าเหมือนเราก็จะได้แบบว่า เชื่อก่อนว่าแบบเราเข้าใจเรื่องนี้มากน้อยแค่ไหน

นักเรียน 018: เอาไปใช้กับวิชาอื่นได้นะคะ เพราะว่ามันไม่ได้ซับซ้อนอะไรเยอะ

นักเรียน 023: เอาไปใช้กับวิชาอื่นได้แน่นอน ผมว่ามันจะได้เกือบทุกวิชานะ แต่ว่าบางเรื่องอาจต้องใช้เวลาในการทำค่อนข้างนานซึ่งบางทีเวลาในการเรียนมันก็ไม่พอ

(วันที่สัมภาษณ์: 8 กุมภาพันธ์ 2560)

อภิปรายผลการศึกษา

จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความก้าวหน้าทางการเรียน และแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในรายวิชาชีววิทยา ผลการศึกษาสามารถอภิปรายได้ดังนี้

จากการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในหัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน ในรายวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความสอดคล้องกับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 โดยแผนการจัดการเรียนรู้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญใน 2 ส่วน ได้แก่ ความถูกต้องของภาษา และกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในส่วนของความถูกต้องของภาษาเมื่อผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ได้มีการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ศึกษา ส่วนกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ได้ผ่านการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญว่ามีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้

ดังนั้น แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จึงมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ เนื่องจากมีรายละเอียดครอบคลุมเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ มีกิจกรรมและกระบวนการที่มีความเป็นไปได้ เหมาะสมกับนักเรียน และเป็นไปตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นอกจากนี้ยังมีสื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียน รวมถึงการวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ตามการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ

จากผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของของกลุ่มที่ศึกษา ในหัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนจะได้แสดงออกทางความคิด และความรู้ที่มีอยู่ นอกจากนี้ยังได้ปรึกษาและทำงานร่วมกันกับเพื่อนในชั้นเรียน ทำให้มีการพัฒนาความรู้ที่มีอยู่ให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ซึ่งพบว่าผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยอื่น ๆ ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนให้ดีขึ้นได้ (Buckley; et al., 2004)

จากผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของกลุ่มที่ศึกษา ในหัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน พบว่า หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด และระบบภูมิคุ้มกันพบนักเรียนที่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง และหัวข้อระบบน้ำเหลืองนักเรียนมีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง ทั้งนี้เนื่องจากในขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในหัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด และระบบภูมิคุ้มกัน นักเรียนได้มีการพัฒนาความรู้และกระบวนการที่เกิดขึ้นในร่างกายโดยผ่านการศึกษาและใช้สื่อต่าง ๆ มากกว่าหัวข้อระบบน้ำเหลืองซึ่งผู้สอนใช้สื่อต่าง ๆ น้อยกว่าสองหัวข้อที่กล่าวมาข้างต้น โดยการที่ผู้วิจัยใช้สื่อที่หลากหลาย เช่น สื่อวีดิทัศน์ รูปภาพ มาช่วยส่งเสริมการสร้างแบบจำลอง และส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนมากกว่าหัวข้อระบบน้ำเหลือง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกฤษฎา โภคพันธ์ (2554) ที่ได้ใช้กิจกรรมที่หลากหลายตามความเหมาะสมของเนื้อหา เช่น การดูวีดิทัศน์ การตั้งคำถาม และภาพนิ่ง ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มาใช้พัฒนาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน

จากผลการศึกษาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยา ใน เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือดพบว่าการจัดการเรียนรู้จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อนมีจำนวนมากที่สุด (PU/SM) รองลงมาคือ แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ไม่มีแนวคิด (NU) และมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ตามลำดับ หลังการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้อง (SU) และแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) อาจเนื่องจากหัวข้อนี้ผู้สอนได้นำสื่อหลาย ๆ แบบมาใช้ในการสอนร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานด้วย ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยพัฒนาการแสดงออกทางความคิด และความรู้ที่นักเรียนมีอยู่ได้ (Barbara. 2000) นอกจากนี้ผู้วิจัย

ยังมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะคำถามในการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ น่าสนใจมากยิ่งขึ้น ทำให้นักเรียนสนใจในการทำกิจกรรม ซึ่งการเปลี่ยนแปลงลักษณะคำถามในการ จัดการเรียนรู้ แบบการสร้างความรู้ด้วยตนเองเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากผู้สอนต้อง เป็นผู้อำนวยการความสะดวกทางการศึกษา โดยสร้างบริบทแวดล้อมให้นักเรียน คิดและสร้างความรู้ได้ ด้วยตนเอง (Phomphisutthimas; et al. 2008) ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านการเรียนที่ดีมากขึ้น อีกทั้งในกระบวนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกัน ทำให้นักเรียนมีความ เข้าใจและสนใจเรียนมากยิ่งขึ้น ซึ่งการปรับเปลี่ยนลักษณะการจัดการเรียนรู้ แบบให้นักเรียนทำแบบ ฝึกปฏิบัติเดี่ยว มาทำเป็นกลุ่ม และจัดให้นักเรียนได้ทำแบบฝึกปฏิบัติร่วมกัน โดยมีผู้ร่วมเรียนเป็น ผู้เสนอแนวทางที่จะทำแบบฝึกปฏิบัติแต่ละข้อด้วย เป็นลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบสร้างความรู้ ด้วยตนเองโดยมีนักเรียนอื่น ๆ ช่วยเสริมให้เกิดความรู้ใหม่ได้ดีขึ้น และผู้สอนทำหน้าที่รวบรวม ความรู้ที่นักเรียนทั้งหมดสร้างขึ้นและแนะนำแนวทางให้เกิดความรู้ใหม่ที่สมบูรณ์ (Driver; et al. 1994) ทั้งนี้จากที่ พบว่า นักเรียน 029 ซึ่งเป็นเพียงคนเดียวที่ไม่มีการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ จากการ สัมภาษณ์ พบว่า ไม่ชอบวิชาชีววิทยา และมักขาดเรียนเป็นประจำ เมื่อทำแบบทดสอบจึงรีบทำและ เขียนอธิบายน้อย และนักเรียนคิดว่าเรื่องระบบม้านายก จำไม่ได้ และมีศัพท์เทคนิคจำนวนมาก เนื่องจากหัวข้อระบบหมุนเวียนเลือดเป็นหัวข้อหนึ่งในเรื่อง การรักษาสุขภาพ ที่มีแนวคิดที่ท้าทาย สำหรับนักเรียน ดังนั้น นักเรียนต้องทำความเข้าใจหลายกระบวนการที่เกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน (Assaraf; Dodick; & Tripto. 2013)

หัวข้อระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกันยังพบนักเรียนที่มีแนวคิดถูกบางส่วนกับแนวคิด คลาดเคลื่อน (PU/SM) อยู่หลายคน อาจเนื่องมาจากธรรมชาติของเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นกระบวนการ ที่ซับซ้อน จึงยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียน และเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในร่างกาย ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า (Westbrook; & Marek. 1992) นอกจากนี้อาจเนื่องจากเวลาที่จำกัด เนื่องจากเป็นหัวข้อสุดท้ายของการเรียน ซึ่งในกิจกรรมบางขั้นตอนต้องใช้เวลาในการปฏิบัติ ส่งผลให้ นักเรียนอาจไม่สามารถแสดงออกแนวคิดได้อย่างละเอียดรอบคอบเต็มที่

จากผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับความก้าวหน้าทางการเรียนของกลุ่ม ที่ศึกษาเป็นรายบุคคล แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความก้าวหน้าทางการเรียน ไม่สัมพันธ์กัน ทั้งนี้เนื่องจากค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนไม่ได้แสดงกลุ่มของคะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน โดยนักเรียนบางคนมีคะแนนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนอยู่กลุ่มสูง ทำให้ช่วงของคะแนน หลังเรียนที่เพิ่มขึ้นมีน้อยกว่า ค่าดัชนีความก้าวหน้า $<g>$ ที่ได้จากการคำนวณจากสูตรของ Hake (1998) จึงอยู่กลุ่มต่ำ (low gain) เมื่อเทียบกับนักเรียนที่ก่อนเรียนได้คะแนนต่ำหรือปานกลาง แต่หลัง เรียนได้คะแนนสูง ทำให้ช่วงของคะแนนที่เพิ่มขึ้นมีมากกว่า ค่าดัชนีความก้าวหน้าจึงอยู่ระดับสูง (high gain) ดังนั้นผลการศึกษานี้จึงแสดงให้เห็นว่าค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนไม่สามารถบอกได้ ชัดเจนว่านักเรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ปานกลาง หรือสูง

แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย

จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน มีแนวปฏิบัติที่ดี ดังนี้

1. การนำวิทัศน์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ควรใช้ขั้นตอนที่เหมาะสม เพื่อให้นักเรียนได้แสดงแบบจำลองเบื้องต้นอย่างเต็มที่ และควรใช้เพื่อการปรับปรุงแก้ไข แบบจำลองเบื้องต้นที่นักเรียนสร้างขึ้นแล้ว

จากการศึกษา และการสังเกตในระหว่างการจัดการเรียนรู้ของครูแสดงให้เห็นว่าการนำวิทัศน์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ สามารถทำให้นักเรียนสนใจมากขึ้นได้ แต่ในงานวิจัยครั้งนี้พบว่า หากนำมาใช้ตั้งแต่ขั้นแรกของการจัดการเรียนรู้จะทำให้นักเรียนจดจำภาพในวิทัศน์ แล้วนำไปสร้างแบบจำลองเบื้องต้น ในขั้นการสร้างแบบจำลองทางความคิด ทำให้อาจกล่าวได้ว่าแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นนั้น อาจไม่ใช่ตัวแทนความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่จริง แม้ว่าการใช้วิทัศน์เป็นสื่อการเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีความสนใจ และตั้งใจเรียนในหัวข้อนั้นมากขึ้นก็ตาม

การดำเนินการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัย พบว่า หากมีการนำวิทัศน์มาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ควรนำวิทัศน์มาใช้ในขั้นตอนที่เหมาะสม เช่น นำมาใช้ในขั้น 3 ขั้นการแสดงแบบจำลองหรือขั้น 4 ขั้นการขยายแบบจำลอง กล่าวคือ หลังจากนักเรียนสร้างแบบจำลองเบื้องต้นของตนเองเสร็จ แล้วผู้สอนจึงค่อยนำสื่อวิทัศน์มาใช้ในขยายความรู้ หรือการอธิบายเพิ่มเติมในประเด็นต่าง ๆ เพื่อเติมเต็มความรู้และข้อมูลที่ขาดหายไปจากแบบจำลองเบื้องต้นที่นักเรียนสร้าง

แนวทางปฏิบัตินี้เป็นแนวปฏิบัติที่ผู้วิจัยได้หลังจากการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในหัวข้ออื่นกับกลุ่มที่ศึกษา ก่อนจะเก็บข้อมูลจริง ซึ่งการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยใช้วิทัศน์นำเข้าสู่บทเรียน ซึ่งเป็นวิทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ที่มีรูปแบบการหายใจที่แตกต่างกัน โดยในระหว่างการจัดการเรียนรู้เห็นได้ชัดว่านักเรียนให้ความสนใจกับวิทัศน์ที่นำมาใช้ และเกิดข้อสงสัยตลอดการชมวิทัศน์ และเมื่อถึงขั้นตอนการสร้างแบบจำลองทางความคิด ซึ่งเป็นแบบจำลองเบื้องต้นที่นักเรียนต้องสร้างขึ้นเป็นรายบุคคลโดยใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ผลการวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองได้ แต่แบบจำลองที่นักเรียนส่วนใหญ่ในห้องเรียนสร้างขึ้นนั้นคล้ายกันมาก โดยเมื่อพิจารณาแบบจำลองจึงพบว่าแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นมาจากในวิทัศน์ที่ผู้วิจัยนำมาให้ชมในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ดังนั้นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ผู้วิจัยจึงปรับการใช้สื่อ วิทัศน์โดยให้นักเรียนทดลองสร้างแบบจำลองเบื้องต้นของตนเองก่อนในขั้นการสร้างแบบจำลอง ทางความคิด ซึ่งนักเรียนต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมที่นักเรียนมีอยู่ก่อนเริ่มสร้าง แบบจำลอง จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนชมวิทัศน์ในขั้นการแสดงแบบจำลอง ซึ่งหลังจากผู้วิจัยปรับ การใช้สื่อวิทัศน์ทัศน์แล้ว พบว่า นักเรียนแต่ละคนมีการสร้างแบบจำลองเบื้องต้นที่แตกต่างกันมาก ขึ้น นอกจากนี้ยังแสดงออกแบบจำลองผู้วิจัยใช้วิทัศน์ทัศน์มาช่วยในการปรับปรุง และพัฒนา ความรู้ที่นักเรียนมีทำให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ปรับปรุงแบบจำลองเบื้องต้นของตนเองให้ดีขึ้นได้

จากบันทึกหลังการสอนของผู้วิจัย และจากการสัมภาษณ์นักเรียนภายหลังการจัดการ เรียนรู้ พบว่า นักเรียนรู้สึกชอบการทำกิจกรรม และรู้สึกว่าการนำวิทัศน์มาใช้สามารถช่วยให้เข้าใจ เนื้อหาได้มากขึ้น และเมื่อพิจารณาจากแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ พบว่า ในแต่ละหัวข้อนักเรียนมี แนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเพิ่มสูงขึ้น ในทั้ง 3 หัวข้อ โดยเมื่อพิจารณาแบบจำลองที่นักเรียนแต่ละ คนสร้างขึ้นพบว่ามีความแตกต่างกัน และมีความหลากหลายของแบบจำลอง แต่ในความแตกต่าง กันนั้นสามารถอธิบายหรือตอบคำถามสิ่งเดียวกันได้ ผลจากการปรับลำดับการใช้วิทัศน์นี้ทำให้ ผู้วิจัยนำแนวปฏิบัติดังกล่าวมาใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไป ซึ่งได้ผลชัดเจนเช่นเดียวกับใน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

ตัวอย่างความคิดเห็นจากการสัมภาษณ์นักเรียนมีดังนี้

- ผู้วิจัย: นักเรียนคิดว่าการนำวิทัศน์มาให้ศึกษาดีหรือไม่
- นักเรียน 012: ก็ดีครับ มันทำให้นึกภาพออก แบบนี้ก็ตามเนื้อหาได้อะครู
- นักเรียน 019: มันก็ดีครับ ไม่งง และน่าสนใจด้วย และพวกผมก็จำไปวาดตอน ครูให้สร้างแบบจำลอง
- ผู้วิจัย: นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไร เมื่อครูใช้วิทัศน์น้อยลง
- นักเรียน 012: ผมรู้สึกว่าพอครูไม่ให้ดูวิดีโอตอนเริ่มเรียนอะ พอถึงเวลาสร้าง แบบจำลองอะ มันยากขึ้น เพราะพวกผมต้องพยายามคิด เพราะไม่มี วิดีโอให้ดูแล้วจำไปวาดเหมือนตอนแรก

(วันที่สัมภาษณ์: 8 กุมภาพันธ์ 2560)

2. การใช้คำถามที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ และชีวิตประจำวันของนักเรียน เรื่อง การรักษาสุขภาพ ในร่างกาย ทำให้นักเรียนสนใจทำกิจกรรม และศึกษาค้นคว้าหาคำตอบมากขึ้น

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า และสร้างแบบจำลองเบื้องต้นของตนเองเพื่อใช้เป็นตัวแทนความรู้ที่นักเรียนมีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมซึ่งผู้วิจัยได้วางแผนไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้ ขั้น 1 ขั้นการสร้างแบบจำลองทางความคิด โดยผู้วิจัยให้นักเรียนสร้างแบบจำลองเบื้องต้นเป็นรายบุคคล โดยใช้คำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย และเกิดความสนใจเพื่อให้นักเรียนพยายามหาคำตอบ โดยให้นักเรียนแสดงคำตอบออกมาในลักษณะของแบบจำลองเบื้องต้น ขั้น 2 ขั้นการแสดงผลแบบจำลอง โดยให้นักเรียนรวมกลุ่มกัน และแสดงผลแบบจำลองเบื้องต้นที่ตนเองสร้างให้เพื่อนคนอื่นช่วยตรวจสอบ และแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน ขั้น 3 ขั้นประเมินแบบจำลอง ให้นักเรียนประเมินและปรับปรุงแบบจำลองเบื้องต้นของตนเอง โดยใช้ข้อมูล หลักฐาน หรือสิ่งที่ได้ศึกษาค้นคว้าหรือจากการชมวิดิทัศน์มาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุง และแก้ไขแบบจำลอง และสุดท้ายขั้น 4 ขั้นการขยายแบบจำลอง นักเรียนต้องนำแบบจำลองไปสร้างเพิ่มเติม หรือนำไปรวมกับแบบจำลองอื่น ๆ เพื่อให้แบบจำลองมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น จนสามารถอธิบายหรือตอบคำถามในแต่ละประเด็นที่กำหนดขึ้นได้

แนวปฏิบัตินี้ผู้วิจัยได้หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการเรียนรู้ที่ 1 หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ซึ่งผู้วิจัยใช้สื่อวิดิทัศน์น้อยลงทำให้นักเรียนสามารถแสดงแบบจำลองที่เป็นตัวแทนความคิดของนักเรียนได้จริง แต่ผู้วิจัยสังเกตได้ว่านักเรียนมีความสนใจเนื้อหาน้อยลงทำให้ในแผนการเรียนรู้ที่ 2 หัวข้อระบบน้ำเหลือง ผู้วิจัยปรับแผนการจัดการเรียนรู้ โดยอาศัยผลสะท้อนของครูและการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียนที่ได้จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ดังนั้นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ผู้วิจัยใช้คำถาม และนำเสนอสถานการณ์ โรคภัยไข้เจ็บต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ และชีวิตประจำวันของนักเรียน มาใช้ประโยชน์โดยเน้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาที่จะเรียนมากยิ่งขึ้น

ผลที่ได้จากการนำคำถามที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ และชีวิตประจำวันของนักเรียนมาใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 พบว่า นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตั้งแต่ขั้นนำเข้าสู่บทเรียนจนถึงขั้นขยายแบบจำลอง โดยในขั้นการสร้างแบบจำลองนักเรียนจะพยายามแสดงออกแบบจำลองที่อธิบายสาเหตุหรือการเกิดสถานการณ์ที่ผู้วิจัยถามในตอนแรก จากนั้นนักเรียนจึงนำแบบจำลองนั้นไปแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อที่จะแก้ไขและปรับปรุงแบบจำลองของตนเองให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้นเพื่อพัฒนาให้ได้แบบจำลองวิทยาศาสตร์

ตัวอย่างความคิดเห็นจากการสัมภาษณ์นักเรียนมีดังนี้

ผู้วิจัย: นักเรียนคิดว่าคำถามที่เกี่ยวกับสุขภาพนักเรียน ทำให้ความสนใจในการเรียนรู้ของนักเรียนเพิ่มขึ้นหรือไม่

นักเรียน 008: เพิ่มขึ้นครับ เพราะว่าบางอย่างพวกผมก็เคยเป็นนะ แต่ไม่รู้สาเหตุ พอครูพูดถึงเลยทำให้น่าสนใจ อยากที่จะรู้มากขึ้นครับ

นักเรียน 015: เพิ่มค่ะ เวลาครูพูดถึงสุขภาพมันทำให้พวกหนูก็อยากรู้มากขึ้น และก็อยากลองสร้างแบบจำลองเพื่อไปคุยกับเพื่อน ๆ ตอนเข้ากลุ่มด้วย

(วันที่สัมภาษณ์: 8 กุมภาพันธ์ 2560)

3. การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้รวมกลุ่มทำกิจกรรม และเรียนรู้ร่วมกัน โดยครูควรจัดกลุ่มให้นักเรียนเพื่อให้มีการละกันของนักเรียน ทำให้เมื่อดำเนินกิจกรรมจะเกิดการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และทำให้ทุกคนได้ปฏิบัติกิจกรรม

การจัดการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย ทั้ง 3 หัวข้อ ได้แก่ หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน ในชั้นแสดงแบบจำลองผู้วิจัยให้นักเรียนรวมกลุ่มกันทำกิจกรรม โดยเน้นให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน โดยผู้วิจัยคอยให้คำแนะนำ และช่วยเหลือนักเรียนในการสร้าง หรือแสดงออกแบบจำลองทางความคิดของตนเอง แต่ผู้วิจัยจะไม่เฉลยหรือแสดงคำตอบให้นักเรียนเห็น เพื่อให้นักเรียนได้ปรึกษา และอภิปรายร่วมกัน รวมถึงลงมือศึกษาค้นคว้า พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ชอบที่จะทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อน เนื่องจากนักเรียนคิดว่าเมื่อได้ฟังเพื่อนอธิบายหรือช่วยแนะนำทำให้มีความเข้าใจในเนื้อหา และสามารถนำไปปรับปรุงแบบจำลองของตนเองได้ดียิ่งขึ้นได้ นอกจากนี้การได้อภิปรายร่วมกันกับเพื่อนในชั้นเรียน สามารถทำให้นักเรียนแต่ละคนพัฒนาแบบจำลองเบื้องต้นไปสู่แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องได้

แนวปฏิบัติที่ผู้วิจัยได้จากแผนการเรียนรู้ที่ 1 หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ซึ่งผู้วิจัยให้นักเรียนจับกลุ่มกันเองทำให้นักเรียนแต่ละคนในชั้นเรียนจับกลุ่มกันเฉพาะกับเพื่อนสนิท หรือกลุ่มเพื่อนที่เรียนเก่งเหมือนกัน ทำให้บางกลุ่มมีแต่เด็กเรียนปานกลางและเรียนอ่อน ทำให้เมื่อทำกิจกรรม ในชั้นแสดงแบบจำลองนักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถช่วยเพื่อนในกลุ่มในการตรวจสอบแบบจำลองหรือช่วยอธิบายเนื้อหาที่จะใช้ในการปรับปรุงแบบจำลองได้ ดังนั้นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 หัวข้อระบบน้ำเหลือง ผู้วิจัยจึงจัดกลุ่มให้นักเรียน โดยให้แต่ละกลุ่มมีนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มเก่ง นักเรียนกลุ่มปานกลาง และนักเรียนกลุ่มอ่อนได้อยู่ด้วยกัน

ผลการจัดกลุ่มทำกิจกรรมให้นักเรียน พบว่า เมื่อดำเนินกิจกรรมในชั้นแสดงแบบจำลอง นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการแบ่งหน้าที่กันอย่างชัดเจน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน โดยนักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้และทฤษฎีในเนื้อหานั้น ๆ ก่อนข้างมาก จะเป็นผู้นำ อธิบาย แลกเปลี่ยนความรู้ในประเด็นต่าง ๆ ให้เพื่อนในกลุ่มได้ฟัง รวมถึงนักเรียนที่อาจเรียนไม่เก่ง แต่สามารถวาดภาพหรือแสดงออกแบบจำลองได้ดี จะรับหน้าที่วาดภาพเพื่อแสดงออกแบบจำลองของกลุ่ม ในแต่ละประเด็น โดยอาศัยข้อมูลจากเพื่อนคนอื่น ๆ ในกลุ่มที่ได้อธิบายร่วมกันมา

เมื่อพิจารณาจากบันทึกหลังการสอน และการสัมภาษณ์นักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนรวมกลุ่มกันเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ และช่วยการอธิบายเนื้อหาในแต่ละประเด็น โดยมีการคละกันของกลุ่มนักเรียน ทำให้การดำเนินกิจกรรมเป็นไปอย่างเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การสร้างแบบจำลองของกลุ่มที่มีเนื้อหาถูกต้องและครบถ้วน ทำให้นักเรียนแต่ละคนสามารถกลับไปใช้ปรับปรุงแบบจำลองของตนเองได้ ผู้วิจัยจึงนำแนวปฏิบัตินี้ไปใช้ในทุกแผนการจัดการเรียนรู้

ตัวอย่างความคิดเห็นจากการสัมภาษณ์นักเรียนมีดังนี้

- ผู้วิจัย: นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไร ที่ครูจัดกลุ่มทำงานให้
- นักเรียน 008: ผมว่าดีนะ เพราะเรื่องที่แล้วอะ จัดกันเองแล้วแล้วเพื่อนบางคนก็ไม่ช่วยทำงาน
- นักเรียน 012: ก็ดีครับ แต่ก็อยากอยู่กับเพื่อนที่สนิท ดีคนละแบบอะครู อันนี้มันได้ช่วยกันทุกคน เพราะอย่างบางคนวาดเก่ง ก็จะช่วยวาดให้
- นักเรียน 015: หนูว่าทำแบบครูก็ดีนะคะ ได้ช่วยกันทุกคน
- ผู้วิจัย: แล้วนักเรียนคิดว่าถ้าทำกิจกรรมแบบเดี่ยวหรือแบบกลุ่มดีกว่ากัน
- นักเรียน 002: แบบกลุ่มดีกว่า
- นักเรียน 019: แบบกลุ่มดีกว่าครับ มันทำให้ได้คุยกัน และช่วยกันทำงาน

(วันที่สัมภาษณ์: 8 กุมภาพันธ์ 2560)

จากผลแนวปฏิบัติการนำวิดีโอทัศน์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในชั้นตอนที่เหมาะสม จะทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียน และในการทำกิจกรรมมากยิ่งขึ้น แนวปฏิบัตินี้ชี้ให้เห็นว่านักเรียนให้ความสนใจสื่อวิดีโอทัศน์ เนื่องจากนักเรียนรู้สึกว่าจะสามารถช่วยให้เรื่องยากที่เป็นนามธรรมกลายเป็นเรื่องที่น่าสนใจได้ง่ายขึ้นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Knoblauch; et al. (2006) อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ก็ชี้ให้เห็นว่าการนำสื่อวิดีโอทัศน์มาใช้ควรใช้ให้เหมาะสม

เนื่องจากหากใช้ตั้งแต่ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน หรือใช้ก่อนที่นักเรียนจะสร้างแบบจำลองเบื้องต้นอาจทำให้นักเรียนจำจากวิธีทัศนมาสร้างแบบจำลองได้ ดังนั้นจึงไม่ควรใช้สื่อวิธีทัศนมาให้นักเรียนดูตั้งแต่ขั้นนำของการสอน เพื่อให้นักเรียนได้แสดงความรู้ออกมาในแบบจำลองได้เต็มที่

การเปลี่ยนแปลงลักษณะการนำเข้าสู่บทเรียนมาใช้คำถามที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ และชีวิตประจำวันของนักเรียนซึ่งเป็นสิ่งแวดล้อมที่นักเรียนพบเจออยู่เป็นประจำ และสิ่งแวดล้อมเหล่านี้ก็มีผลต่อการสร้าง และพัฒนาแบบจำลองของนักเรียนด้วย (Chiu; & Lin. 2007) การใช้คำถามที่ใกล้ตัวนักเรียนทำให้นักเรียนสนใจทำกิจกรรม และศึกษาค้นคว้าหาคำตอบมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงลักษณะคำถามในการจัดการเรียนรู้ และนักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการเรียนรู้ โดยผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกทางการศึกษาแก่นักเรียนเท่านั้น ทั้งนี้การใช้คำถามก็เป็นการสร้างบริบทให้นักเรียนเกิดการคิดค้นหาคำตอบ และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง (Phornphisutthimas; et al. 2008) แนวปฏิบัติโดยการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจจึงเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนในการพยายามหาคำตอบ เพื่อมาตอบคำถามหรือปัญหาที่ได้รับ ทั้งนี้ก็จะนำไปสู่การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนได้ (โพธิ์ศักดิ์ โพธิเสน และคณะ. 2558)

การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้รวมกลุ่มทำกิจกรรม และเรียนรู้ร่วมกัน โดยครูควรจัดกลุ่มให้นักเรียนเพื่อให้มีการคละกันของนักเรียน ทำให้เกิดการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และนักเรียนทุกคนได้ปฏิบัติกิจกรรม ส่งผลดีถึงการปรับปรุงแก้ไข และพัฒนาแบบจำลองเบื้องต้นไปเป็นแบบจำลองวิทยาศาสตร์ได้ การปรับเปลี่ยนลักษณะการจัดการเรียนรู้จากการปฏิบัติเดี่ยวมาทำเป็นกลุ่ม ให้นักเรียนปฏิบัติร่วมกัน ช่วยเสริมให้เกิดความรู้ใหม่ที่สมบูรณ์ขึ้น (Driver; et al. 1994) และจะส่งผลถึงการพัฒนาแนวคิด และผลการเรียนของนักเรียนด้วย แต่งานวิจัยนี้ก็แสดงให้เห็นว่าครูควรให้ความสำคัญกับการจัดกลุ่มทำกิจกรรม เนื่องจากนักเรียนมักจับกลุ่มกับเพื่อนสนิทโดยไม่คำนึงถึงประสิทธิภาพในการทำงานกลุ่มเท่าไรนัก ดังนั้นหากผู้สอนแบ่งกลุ่มนักเรียนโดยอาศัยเกณฑ์หรือหลักการต่าง ๆ เช่น ความถนัดของนักเรียน หรือผลการเรียน ก็จะทำให้การดำเนินกิจกรรมเป็นไปอย่างเรียบร้อยและผลงานนักเรียนมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความก้าวหน้าทางการเรียน และแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน สำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สรุปผลการศึกษา ดังนี้

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาวิจัย ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยโดยแบ่งตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้ ดังนี้

ตอนที่ 1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

1.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้กำหนดเนื้อหา จุดประสงค์ การวัดและประเมินผล ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และเครื่องมือวัดความรู้ต่าง ๆ ในเรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน ผ่านการประเมินคุณภาพด้านความเหมาะสม และความสอดคล้องขององค์ประกอบจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พบว่ามีความสอดคล้องและมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก

1.2 การนำเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา

จากการนำเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินคุณภาพด้านความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน มีความสอดคล้อง และเมื่อนำไปใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา และนำมาวิเคราะห์ ค่าความยาก-ง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) พบว่า แบบทดสอบมีค่าความยาก-ง่ายอยู่ในช่วง 0.2-0.8 มีค่าอำนาจจำแนก มากกว่า 0.2 ขึ้นไป

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาของกลุ่มที่ศึกษา

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มที่ศึกษา จำนวน 30 คน โดยทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน เพื่อวัดความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน และนำคะแนนมาทำการวิเคราะห์ พบว่า กลุ่มที่ศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนในหัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด (7.63 ± 0.86) สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน (3.50 ± 1.43) หัวข้อระบบ

น้ำเหลืองมีคะแนนหลังเรียน (6.50 ± 0.88) สูงกว่าก่อนเรียน (2.67 ± 0.37) และหัวข้อระบบภูมิคุ้มกันมีคะแนนหลังเรียน (8.13 ± 0.74) สูงกว่าก่อนเรียน (3.87 ± 1.29)

2.2 ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน

จากการวิเคราะห์หาค่าความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง ในหัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน (0.63, 0.52 และ 0.68 ตามลำดับ) เมื่อพิจารณารายบุคคล พบว่า ในหัวข้อระบบหมุนเวียนเลือดจากนักเรียนทั้งหมด 30 คน มีนักเรียนที่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำจำนวน 1 คน ระดับปานกลางจำนวน 16 คน และระดับสูงจำนวน 13 คน ในหัวข้อระบบน้ำเหลือง พบนักเรียนที่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำจำนวน 3 คน ระดับปานกลางจำนวน 24 คน และระดับสูงจำนวน 3 คน ในหัวข้อระบบภูมิคุ้มกัน พบนักเรียนที่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำจำนวน 1 คน ระดับปานกลางจำนวน 10 คน และระดับสูงจำนวน 19 คน

2.3 แนวคิดวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์แนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การรักษาสุขภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน โดยทำการทดสอบด้วยแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์กับนักเรียนจำนวน 30 คน พบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นทั้ง 3 หัวข้อ โดยหัวข้อที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องมากที่สุด คือ หัวข้อระบบน้ำเหลือง จำนวน 20 คน รองลงมาคือ หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือดจำนวน 18 คน และหัวข้อระบบภูมิคุ้มกันจำนวน 15 คน ทั้งนี้ในหัวข้อระบบหมุนเวียนเลือดยังพบนักเรียนที่ไม่เปลี่ยนแปลงกลุ่มแนวคิดไปในทิศทางที่ดีขึ้นจากเดิม

2.4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับความก้าวหน้าทางการเรียนของกลุ่มที่ศึกษา

จากผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนรายบุคคล พบว่า หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือดมีนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับสูง และค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 15 คน นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับสูง และค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 10 คน นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับสูง และค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 1 คน และนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 4 คน

หัวข้อระบบน้ำเหลือง พบว่า มีนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับสูง และค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 3 คน นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 15 คน นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 9 คน และนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับต่ำ และค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 3 คน

หัวข้อระบบภูมิคุ้มกัน พบว่ามีนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับสูง และค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 19 คน นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับสูง และค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับกลาง จำนวน 10 คน และนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับสูงและค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 1 คน

2.5 ระดับความพึงพอใจ

จากการนำแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 10 ข้อ ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของภาษา พบว่า แบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ทั้ง 10 ข้อ มีความเหมาะสมแก่การนำไปใช้ และจากการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานทั้งในด้านเนื้อหาความรู้และด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก

สรุปแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย

จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ทำให้ได้แนวปฏิบัติที่ดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในเรื่อง การรักษาสมดุลภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน ซึ่งผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าการนำวิทัศน์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ควรใช้ในส่วนที่เหมาะสม เพื่อให้ให้นักเรียนได้แสดงแบบจำลองเบื้องต้นอย่างเต็มที่ และควรใช้เพื่อการปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเบื้องต้นที่นักเรียนสร้างขึ้นแล้ว

การใช้คำถามที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพและชีวิตประจำวันของนักเรียน เรื่อง การรักษาสมดุลภาพในร่างกาย ทำให้นักเรียนสนใจทำกิจกรรม และศึกษาค้นคว้าหาคำตอบมากขึ้น และการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้รวมกลุ่มทำกิจกรรม และเรียนรู้ร่วมกัน ครูควรจัดกลุ่มให้นักเรียนเพื่อให้มีการคล่องตัวของนักเรียน ทำให้เมื่อดำเนินกิจกรรมจะเกิดการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และทำให้ทุกคนได้ปฏิบัติกิจกรรม

ข้อเสนอแนะ

จากการทำวิจัยครั้งนี้ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจการนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไปใช้ รวมถึงผู้ที่สนใจศึกษางานวิจัยลักษณะนี้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะต่อครู เพื่อนำผลการวิจัยไปปรับใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สามารถช่วยให้ครูผู้สอนเห็นแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน ที่แสดงผ่านแบบจำลองเบื้องต้นได้ ซึ่งเป็นตัวแทนของความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่แล้ว ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อต่าง ๆ จึงจำเป็นที่ครูผู้สอนต้องตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน และแนวคิดในเรื่องนั้น ๆ ของนักเรียนก่อนเสมอ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ และการวางแผนการจัดกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมและแก้ปัญหาของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 การจัดการเรียนรู้หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน ซึ่งมีเนื้อหาหลายส่วนเป็นนามธรรม นักเรียนไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน ครูผู้สอนจึงต้องวางแผนการสอน และเชื่อมโยงเนื้อหาในระดับนามธรรมให้นักเรียนสามารถมองเห็นภาพได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยอาจใช้สื่อต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการอธิบายหรือยกตัวอย่าง เช่น การใช้วัตถุที่แสดงส่วนประกอบหรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ นักเรียนสนใจมากยิ่งขึ้น และมีความเข้าใจในหัวข้อนั้น ๆ มากยิ่งขึ้น

1.3 การทำกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนั้น บางขั้นตอนต้องอาศัยเวลาเพื่อให้นักเรียนแสดงออกแบบจำลองได้อย่างเต็มที่ รวมถึงบางขั้นตอนต้องมีการรวมกลุ่มทำกิจกรรม ทำให้การจัดการเรียนรู้ต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก และนักเรียนมักเกิดปัญหาหรือข้อสงสัยอยู่ตลอดเวลาการทำกิจกรรม ดังนั้นครูผู้สอนจึงควรสังเกต และคอยให้คำปรึกษาแก่นักเรียนอย่างสม่ำเสมอ โดยทั้งนี้หากนักเรียนมีจำนวนมาก ครูผู้สอนควรหาครูท่านอื่นมาช่วยดูแลในระหว่างทำกิจกรรมเพื่อให้สามารถดูแลและให้คำแนะนำแก่นักเรียนได้อย่างทั่วถึง

1.4 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถทำให้นักเรียนแสดงแบบจำลองทางความคิด และสามารถพัฒนาแบบจำลองนั้นให้กลายเป็นแบบจำลองวิทยาศาสตร์ได้ แต่อย่างไรก็ตาม ระหว่างการสร้างแบบจำลองครูต้องคอยชี้ให้นักเรียนเกิดประเด็น หรือข้อสงสัยต่าง ๆ และให้นักเรียนพยายามหาคำตอบไปเรื่อย ๆ ทีละส่วนเพื่อเติมเต็มแบบจำลองของนักเรียนให้มากที่สุดเมื่อนักเรียนได้คำตอบครบทุกส่วนแล้ว จึงให้เวลาในการรวมกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน รวมถึงครูผู้สอนด้วย และหากแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นนั้นยังไม่ครบถ้วนหรือถูกต้อง ครูควรให้เวลาในอธิบายและแนะนำนักเรียนเพื่อนำกลับไปปรับปรุงแก้ไข

1.5 ในการเก็บข้อมูลการทำกิจกรรมหรือจัดการเรียนรู้ หากครูผู้สอนสามารถบันทึกวิดีโอหรือบันทึกเสียงการให้สัมภาษณ์ของนักเรียนได้ จะทำให้งานวิจัยมีข้อมูลเชิงลึกที่ส่งเสริมให้งานมีความละเอียดมากขึ้นได้

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถนำไปปรับใช้ได้กับทุกรายวิชา หรือเนื้อหาที่มีความซับซ้อน เป็นนามธรรม

2.2 ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จะมีการตรวจสอบความรู้เดิมของ นักเรียนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งผลการศึกษางานวิจัยครั้งนี้ แสดงให้เห็นถึงข้อมูล บางส่วนที่มีความขัดแย้งกัน เช่น นักเรียนบางคนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มไม่ถูกต้องหรือยัง คลาดเคลื่อนอยู่ แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความก้าวหน้ากลับอยู่ในระดับสูง ทำให้ผู้วิจัยเกิด ความสงสัยว่าแนวคิดที่นักเรียนแสดงออก เป็นตัวแทนความรู้ที่นักเรียนมีอยู่จริงหรือไม่ ทั้งนี้หากมี เครื่องมือในการวัดแบบจำลองทางความคิดหรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นมาตรฐาน และเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงออกได้หลายลักษณะ เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนอาจมีความถนัดใน การแสดงแบบจำลองต่างกัน





บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์
คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรการศึกษาระดับพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรง-
พิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). สภาวะการณ์การศึกษาไทยในเวทีโลก พ.ศ. 2550. กรุงเทพฯ: พริก
หวาน กราฟฟิค.
- โกเมศ นาแฉ่ง. (2554). ผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ MCIS ที่มีต่อความสามารถในการ
สร้างแบบจำลองวิทยาศาสตร์ และมโนทัศน์เรื่องกฎการเคลื่อนที่และแบบของการเคลื่อนที่
ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- กฤษณา โภคพันธ์. (2554). การพัฒนาแนวคิดเรื่องดาราศาสตร์และอวกาศ และเจตคติทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้
แบบจำลองเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ขวัญชนก ศรีทาสฐ. (2557). [ฟิลิป บู้ค มูฟวี่] Flip book movie กับการจัดการเรียนการสอน
ชีววิทยา. นิตยสาร สสวท. (42)188: 7-9.
- ธัญญา คงทน; และ ชาทรี ฝ่ายคำตา. (2559). การพัฒนาแนวคิดเรื่องเคมีอินทรีย์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. วารสารหน่วยวิจัย
วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. 7(1): 62-76.
- คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. (2525). ชุดการเรียน
การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์เล่ม 1. กรุงเทพฯ: ทบวงมหาวิทยาลัย
- ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2558). กลยุทธ์การสอนเคมีอย่างมีอาชีพ. กรุงเทพฯ: วิสต้า อินเตอร์พรีนซ์.
- ชวลิต ชูกำแหง. (2550). การประเมินการเรียนรู้. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- นันทิดา รัตนพิทักษ์. (2556). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร โดยใช้การวิเคราะห์หุระดับ.
วารสารวิชาการ Veridian E-Journal. 6(2): 514-530.
- นุชลี อุปมัย. (2541). เอกสารคำสอนรายวิชาการแนะแนวการศึกษาและอาชีพกรุงเทพมหานคร
ศูนย์การศึกษาและอาชีพ. กรุงเทพมหานคร
- บงอร ภัทรโกมล. (2541). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

- ปิยะพันธุ์ นันทการณ. (2551). ผลของการเรียนรู้ด้วยการออกแบบที่มีต่อทัศนคติทางชีววิทยา และความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- โพธิศักดิ์ โพธิเสน และชาตรี ฝ่ายคำตา. (2560). จินตนาการแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร?: การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. 8(1): 101-122.
- ภพ เลหาไพบุลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์; ชาตรี ฝ่ายคำตา; และ พจนาน สุวรรณจุ. (2558). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้. 1(1): 97-124.
- รวิวรรณ เมืองรามัญ; และ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2556). การส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกของเรา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. 4(1): 38-45.
- ละมัย โชคชัย; เอกรัตน์ ทานาค; และ พรรณณา ศักดิ์สูง. (2557). การพัฒนาแนวคิด เรื่องเซลล์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52. กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 26-33.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- วิทยา อินโท. (2559). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในวิชาโลกดาราศาสตร์และอวกาศ. สืบค้นเมื่อ 10 เมษายน 2560. จาก <http://earthscience.ipst.ac.th/wpcontent/>
- ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558) การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับสังคมแห่งศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: บอัสส์การพิมพ์
- ศุภพงศ์ คล้ายดลิ่ง. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองโดยใช้ชุดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2552). *สภาวะการณ์การศึกษาไทยในเวทีโลก พ.ศ.2550*. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน. พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์ การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2011 วิชาวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สสวท.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: วี.พริ้นท์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 2*. กรุงเทพฯ: สกสค.
- สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2556). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*. 4(1): 55-63.
- สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2557). การประเมินผลการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างไร?. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ*. 2(1): 81-90.
- สมใจ ฤทธิสนธิ. (2537). *การสร้างแบบทดสอบ*. กรุงเทพฯ : สถาบันราชภัฏสวนดุสิต.
- อุทุมพร จามรมาน. (2540). *แฟ้มสะสมงาน (Portfolio) ของนักเรียน ครู ศึกษาในเทศก์ และผู้บริหารโรงเรียน เพื่อการพัฒนาการเรียน*. กรุงเทพฯ: พันนี้พับลิชชิง
- อรรัมภา คำหนูเอนก, เอกรัตน์ ศรีตัญญู, และ พรณนภา ศักดิ์สูง. (2552). *แนวคิดเรื่องการเรียนรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*
- ฮามีดี๊ะ มูสอ. (2555). *การพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Abraham, M. R.; Grzybowki, E. B.; & Renner, J. W. (1992). Understandings and misunderstandings of eighth graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*. 29(2): 105–120.
- Arnaudin, M.W. (1983). *Student's alternative conceptions of the human circulatory system*. Wilmington: University of North Carolina.
- Arnaudin, M.W.; & Mintzes, J.J. (1985). Student's alternative conceptions of the human circulatory system.: a cross-age study. *Science Education*. 69: 721-733.

- Arnaudin, M.W.; & Mintzes, J.J. (1986). The cardiovascular system: children's conception and misconceptions. *Science and Children*. 48-51.
- Assaraf, O.B.; Dodick, J.; & Tripto, J. (2013). High School Students' Understanding of the Human Body System. *Research in Science Education*. 43(1): 33-53.
- Baek, H.; Christina, S.; Jing, C.; Hayat, H.; & Zhan, L. (2010). *Engaging Elementary Student in Scientific Modeling*. Paper presented at National Association for Research in Science Teaching.
- Barbara C.B. (2000). Interactive multimedia and model-based learning in biology. *International Journal of Science Education*. 22(9): 895-935.
- Bardo, J. W.; & Hartman, J. J. (1982). *Urban society: A systematic introduction*. New York: F.E. Peacock. Deakin University.
- Beaumie, K.; Pathak, S. A.; Jacobson, M.J.; Zhang, B.; & Gobert, J.D. (2015). Cycles of Exploration, Reflection, and Consolidation in Model-Based Learning of Genetics. *Journal of Science Education and Technology*. 24(6): 789-802.
- Bennett, J. (2005). *Teaching and Learning Science: A Guide to Recent Research and Its Applications*. London, UK: Continuum.
- Bloom, B.; Englehart, M.; Furst, E.; Hill, W.; & Krathwohl, D. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain*. New York: Longmans, Green.
- Buckley, B.C.; Janice, D. G.; Ann, C.H.K.; Paul, H.; Robert F.T.; Bobbi, G.; Uri, W.; Chris, D.; & John, W. (2004). Model-based teaching and learning with Biologiga: What do they learn? How do we know?. *Journal of Science Education and Technology*. 13(1): 23-41.
- Campbell, T.; Zhang, D.; & Neilson, D. (2011). Model based inquiry in the High School Physics Classroom: An Exploratory Study of Implementation and Outcomes. *Journal of Science Education Technology*. 20: 258-269.
- Chi, M.T.H.; Chiu, M.H.; & Deleeuw, N. (1991) *Learning in a non-physical science domain: The human circulatory system*. Pittsburgh, PA: Learning research and development center.

- Chiu, M. H.; & Lin, W. N. (2007). Exploring the characteristics and diverse sources of students' mental models of acids and bases. *International Journal of Science Education*. 29(6): 771-803.
- Clement, J.; Rea-Ramirez, M. A.; & Nunez-Oviedo, M. C. (2008). An Instructional model derived from model construction and criticism theory. *Model Based Learning and Instruction in Science*. U.S.A.: 23-44.
- Custers, E. J. (2010). Long-term retention of basic science knowledge: A review study. *Advance in Health Science Education*. 15(1): 109-128.
- Driver, R.; Asoko, H.; Leach, J.; Mortimer, E.; & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *International Journal of Education Research*. 23: 5-12.
- Dunbar, K. (1999). *Scientific Creativity* : From the Encyclopedia of Creativity. McGIII University: Academic.
- Frigg, R.; & Hartmann, S. (2006). Models in science. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*.
- Gilbert, J. K.; (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*. 24(4): 369-387.
- Gilbert, J.K.; (2005). Models and Modelling: Routes to More Authentic Science Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 2: 115-130.
- Glynn, S. M.; Yeany, R. H.; & Briton, A. (1991). A Conscructive View of Learning Science. in the Psychology of Learning Science. New Jersey: Erbaum.
- Gobert, J. D.; & Buckley, B.C. (2002). Introduction to Model-based teaching and learning in Science Education. *International Journal of Science Education*. 22(9): 891-894.
- Gobert, J.D.; & Buckley, B.C. (2000). Model-Based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education*. 22(9): 891-894.
- Groesser, S. N.; & Gallen, St. (2012). *Model-Based Learning with System Dynamics*. Encyclopedia of the Sciences of Learning. 2303-2310.
- Guttersrd. (2007). *Mathematical Modeling in Upper Secondary Physics Education*. Doctoral Dissertation, Department of Physics Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Oslo. Norway.

- Haidar, A. H. (1997). Prospective chemistry teachers' conception of the conservation of matter and related concepts. *Journal of Research in Science Teaching*. 34(2): 181-197.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousandsand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*. 61(1): 64-74.
- Harrison, A.G.; & Treagust D.F. (2000). Learning about atom, molecules, and chemical bonds: A case study of multiple-model use in grade 11 chemistry. *Science Education*. 84(3): 352-381.
- Johnson-Laird, P.N. (1980). Mental model in cognitive science. *Cognitive Science*. 4: 71-115.
- Justi, R; & Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*. 24(4): 369-387.
- Justi, R.; & Gilbert. (2003). Thechers' view on the nature of models. *International Journal of Science Education*. 25(11): 1369-1386.
- Keeves, P. J. (1988). *Educational research methodology, and measurement: An international handbook*. Oxford, England: Pergamon.
- Kemmis, S.; & McTaggart, R. (1998). *The Action Research Planner*. Geelong, Victoria:
- Lawson, A. W. (1995). *Scientific teaching and the development of thinking*. CA: Wadsworth.
- Khan, S. (2007). Model-based teaching as a source of insight for the design of a viable sciencesimulation. *Technology Instruction Cognition and Learning*. 6: 63-78.
- Marek, E. A.; Eubanks. C.; & Gallaher, T. H. (1990). Teachers' understanding and the use of the learning Cycle. *Journal of Research in Science Teaching*. 27(9): 821-834.
- National Research Council [NRC]. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington, DC: National Academy.
- Nersessian, N.J. (1990). Methods of conceptual change in science: imagistic and analogical reasoning. *Philosophica*. 45: 33-52.
- Petal, V.L.; Kaufman, D.R.; & Magder, S. (1991). Casual explanation of complex Physiological concepts by medical student. *International Journal of Science Education*. 13: 171-185.

- Phornphisutthimas, S.; Leepairotkun, K.; Koben, J.; Laloknam, S.; Limchoowong, S.; & Poopitayasataporn, K. (2008). *Learning biomolecules through an online-learning lesson by constructivism at senior secondary and undergraduate levels*. The 34th Congress on Science and Technology of Thailand. Queen Sirikit National Convention Center, Bangkok, Thailand.
- Rea-Ramirez, M.A.; Clement, J.; & Nunez-Oviedo, M.C. (2008). An instructional model derived from model construction and criticism theory. In J.J. Clement and Rea-Ramirez. (Eds). *Model Based Learning and Instruction in Science*.
- Schafersman, D.S. (1997). *An introduction to science : scientific thinking and the scientific method*. Retrieved July 18, 2011, from : <http://www.Freeinquiry.com/intro-tosci.html>.
- Treagust, D. F. (2006). *Diagnostic assessment in science as a means to improving teaching, learning and retention*. UniServe Science Assessment Symposium Proceedings.
- Westbrook, S. L.; & Marek, E. A. (1992). A cross-age study of student understanding of the concept of homeostasis. *Journal of Research in Science Teaching*. 29(1): 51-61.
- Windschitl, M. (2006). Transcending simple forms of school science investigation: Can pre-service instruction foster teachers' understandings of model-based inquiry? *American Education Research Journal*. 43(4): 783-835.
- Windschitl, M.; Thompson, J; & Braaten, M. (2008). Beyond the Scientific Method: Model-Based Inquiry as a New Paradigm of Preference for School Science Investigations. *Science Education*. (1): 1-27.



ภาคผนวก





ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การรักษาสุขภาพในร่างกาย ประกอบด้วย 3 หัวข้อ ได้แก่ ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน โดยได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 5 ท่าน โดยมีค่าคะแนนของระดับความคิดเห็นแต่ละช่วง และเกณฑ์คะแนนเพื่อแปลผล ดังนี้

คะแนนของระดับความคิดเห็นแต่ละช่วง ดังนี้

ระดับคะแนน 5	หมายถึง	ดีมาก
ระดับคะแนน 4	หมายถึง	ดี
ระดับคะแนน 3	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับคะแนน 2	หมายถึง	พอใช้
ระดับคะแนน 1	หมายถึง	ควรปรับปรุง

เกณฑ์คะแนนเพื่อแปลผลดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00	หมายถึง	ดีมาก
คะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50	หมายถึง	ดี
คะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50	หมายถึง	ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50	หมายถึง	พอใช้
คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50	หมายถึง	ควรปรับปรุง

ตาราง ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาคุณภาพใน
ร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด

ประเด็นพิจารณา	ผู้เชี่ยวชาญ					แปลผล
	1	2	3	4	5	
1. กิจกรรมสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	4	5	5	5	4	ดีมาก
2. การเรียนรู้เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ	4	5	4	4	4	ดี
3. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	3	4	4	4	4	ดี
4. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	4	4	ดี
5. ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมเหมาะสม	5	4	4	4	4	ดี
6. กระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	4	4	5	5	5	ดีมาก
7. สื่อการเรียนรู้เหมาะสม หลากหลาย และตรงตามจุดประสงค์	3	4	5	5	5	ดี
8. เนื้อหาในสื่อการเรียนรู้สามารถนำไปใช้กับชีวิตประจำวันได้	4	4	5	4	4	ดี
9. การประเมินครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	4	4	ดี
10. กิจกรรมเหมาะสมกับเนื้อหา	4	4	4	4	4	ดี

ตาราง ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการรักษาคุณภาพใน
ร่างกาย หัวข้อระบบน้ำเหลือง

ประเด็นพิจารณา	ผู้เชี่ยวชาญ					แปลผล
	1	2	3	4	5	
1. กิจกรรมสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	4	5	4	4	4	ดี
2. การเรียนรู้เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ	4	4	4	4	4	ดี
3. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	3	4	4	3	4	ดี
4. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3	3	4	4	4	ดี
5. ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมเหมาะสม	4	4	4	4	4	ดี
6. กระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	4	4	4	4	4	ดี
7. สื่อการเรียนรู้เหมาะสม หลากหลาย และตรงตามจุดประสงค์	2	2	3	3	3	พอใช้
8. เนื้อหาในสื่อการเรียนรู้สามารถนำไปใช้กับชีวิตประจำวันได้	3	3	4	4	4	ดี
9. การประเมินครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	3	4	3	4	4	ดี
10. กิจกรรมเหมาะสมกับเนื้อหา	4	4	4	4	4	ดี

ตาราง ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการรักษาคุณภาพใน
ร่างกาย หัวข้อระบบภูมิคุ้มกัน

ประเด็นพิจารณา	ผู้เชี่ยวชาญ					แปลผล
	1	2	3	4	5	
1. กิจกรรมสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	5	5	4	4	5	ดีมาก
2. การเรียนรู้เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ	4	5	4	4	5	ดีมาก
3. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	5	5	4	5	5	ดีมาก
4. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4	4	ดี
5. ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมเหมาะสม	4	4	4	4	4	ดี
6. กระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	5	5	4	4	5	ดีมาก
7. สื่อการเรียนรู้เหมาะสม หลากหลาย และตรงตามจุดประสงค์	4	4	4	4	4	ดี
8. เนื้อหาในสื่อการเรียนรู้สามารถนำไปใช้กับชีวิตประจำวันได้	4	4	4	5	5	ดี
9. การประเมินครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	4	4	ดี
10. กิจกรรมเหมาะสมกับเนื้อหา	5	5	5	4	5	ดีมาก

ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการรักษาคุณภาพในร่างกาย ประกอบด้วย 3 หัวข้อ ได้แก่ ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก-ง่าย และค่าอำนาจจำแนก ดังนี้

ตาราง ผลการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก-ง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด

ข้อที่	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ค่าความยาก-ง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล	ข้อที่เลือก
1	0.8	0.73	0.00	ใช้ไม่ได้	
2	0.6	0.57	0.33	ใช้ได้	
3	1.0	0.67	0.27	ใช้ได้	/
4	0.8	0.57	0.60	ใช้ได้	/
5	1.0	0.63	0.73	ใช้ได้	/
6	1.0	0.53	0.80	ใช้ได้	/
7	0.6	0.67	0.40	ใช้ได้	/
8	0.8	0.70	0.60	ใช้ได้	/
9	0.8	0.57	0.73	ใช้ได้	/
10	0.8	0.70	0.47	ใช้ได้	/
11	0.6	0.67	0.27	ใช้ได้	
12	1.0	0.63	0.20	ใช้ได้	
13	1.0	0.57	0.20	ใช้ได้	
14	1.0	0.53	0.40	ใช้ได้	/
15	0.8	0.50	0.47	ใช้ได้	/

ตาราง ผลการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก-ง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หัวข้อระบบน้ำเหลือง

ข้อที่	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ค่าความยาก-ง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล	ข้อที่ เลือก
1	1	0.63	0.20	ใช้ได้	
2	0.6	0.63	0.20	ใช้ได้	
3	1	0.43	0.47	ใช้ได้	
4	1	0.43	0.20	ใช้ได้	
5	0.8	0.37	0.33	ใช้ได้	/
6	0.8	0.50	0.20	ใช้ได้	/
7	0.8	0.67	0.27	ใช้ได้	/
8	0.6	0.60	0.27	ใช้ได้	/
9	1	0.73	0.13	ใช้ไม่ได้	
10	1	0.73	0.27	ใช้ได้	
11	0.8	0.67	0.13	ใช้ไม่ได้	
12	0.6	0.63	0.60	ใช้ได้	
13	1	0.53	0.40	ใช้ได้	
14	1	0.43	0.33	ใช้ได้	/
15	1	0.60	0.44	ใช้ได้	/

ตาราง ผลการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก-ง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หัวข้อระบบภูมิคุ้มกัน

ข้อที่	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ค่าความยาก-ง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล	ข้อที่ เลือก
1	1	0.53	0.40	ใช้ได้	/
2	1	0.67	0.40	ใช้ได้	/
3	1	0.77	0.47	ใช้ได้	/
4	1	0.63	0.47	ใช้ได้	/
5	1	0.77	0.20	ใช้ได้	
6	1	0.87	0.13	ใช้ไม่ได้	
7	0.8	0.70	0.47	ใช้ได้	/
8	1	0.73	0.27	ใช้ได้	
9	0.6	0.73	0.40	ใช้ได้	/
10	1	0.87	0.13	ใช้ไม่ได้	
11	0.6	0.83	0.07	ใช้ไม่ได้	
12	1	0.73	0.40	ใช้ได้	/
13	1	0.73	0.40	ใช้ได้	/
14	0.8	0.77	0.20	ใช้ได้	/
15	1	0.87	0.27	ใช้ได้	/

ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแบบสอบถามความพึงพอใจ

ตาราง ผลการตรวจสอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1. กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน	เห็นด้วย	เห็นด้วย	เห็นด้วย	นำไปใช้
2. ผู้สอนมีการใช้สื่อและเทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน	เห็นด้วย	เห็นด้วย	เห็นด้วย	นำไปใช้
3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความคิด ได้อภิปรายซักถาม และแสดงความคิดเห็นมากขึ้น	เห็นด้วย	เห็นด้วย	เห็นด้วย	นำไปใช้
4. การได้มาซึ่งแบบจำลองทางความคิด นักเรียนได้มีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	เห็นด้วย	เห็นด้วย	เห็นด้วย	นำไปใช้
5. นักเรียนนำความรู้เดิมมาสร้างเป็นแบบจำลอง	เห็นด้วย	เห็นด้วย	เห็นด้วย	นำไปใช้
6. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่และความรู้เดิมได้จากการสร้างแบบจำลอง	เห็นด้วย	เห็นด้วย	เห็นด้วย	นำไปใช้
7. นักเรียนสามารถนำแบบจำลองมาให้เหตุผลในเรื่องที่เรียนได้อย่างถูกต้อง	เห็นด้วย	เห็นด้วย	เห็นด้วย	นำไปใช้
8. เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม	เห็นด้วย	เห็นด้วย	เห็นด้วย	นำไปใช้
9. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ ได้คิดวิเคราะห์ และปฏิบัติจริง	เห็นด้วย	เห็นด้วย	เห็นด้วย	นำไปใช้
10. นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการเรียนชีววิทยาในหัวข้ออื่น ๆ ได้	เห็นด้วย	เห็นด้วย	เห็นด้วย	นำไปใช้

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หัวข้อ ระบบหมุนเวียนเลือด
- แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การรักษาตุลยภาพในร่างกาย หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด
- แบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด

ชื่อ-สกุล เลขที่..... ห้อง.....

แบบทดสอบ

หัวข้อ ระบบหมุนเวียนเลือด

- คำชี้แจง: 1. เขียนชื่อ-สกุล ให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำแบบทดสอบ
2. แบบทดสอบมี 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนกากบาทข้อที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว และวาดภาพ/เขียนอธิบาย/แสดงเหตุผลว่าทำไมจึงเลือกตอบข้อดังกล่าว ในพื้นที่ด้านล่าง
3. ไม่อนุญาตให้นำเครื่องมือสื่อสารทุกชนิดเข้าห้องสอบ
4. ข้อสอบมีจำนวน 10 ข้อ ทั้งหมด 4 หน้า
5. เวลาทำแบบทดสอบ 20 นาที

ข้อที่ 1 ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดพบได้ในสัตว์กลุ่มใด

- (1) กุ้ง ปู
- (2) ปลา ปู
- (3) ไส้เดือน ปู
- (4) กุ้ง ไส้เดือน

เหตุผล

.....

.....

ข้อที่ 2 pseudoheart ของไส้เดือนมีลักษณะอย่างไร

- (1) เป็นหลอดเลือดธรรมดา อยู่บริเวณคอหอย
- (2) เป็นหัวใจที่สมบูรณ์แต่ยังไม่มีการแบ่งห้องที่แน่นอน
- (3) เป็นหลอดเลือดที่บีบตัวได้ อยู่บริเวณคอหอย บีบเลือดจากล่างขึ้นบน
- (4) เป็นหลอดเลือดที่บีบตัวได้ อยู่บริเวณคอหอย บีบเลือดจากบนลงล่าง

เหตุผล

.....

.....

ข้อที่ 3 สัตว์กลุ่มไหนมีระบบหัวใจเหมือนกัน

- (1) กบ นก
- (2) นก เต่า
- (3) นก แมว
- (4) ปลา กบ

เหตุผล

.....

.....

ข้อที่ 4 ลักษณะสำคัญของเม็ดเลือดแดง คือข้อใด

- (1) สร้างจากตับ ไม่มีนิวเคลียส มีไมโทคอนเดรีย
- (2) สร้างจากตับ ไม่มีนิวเคลียส ไม่มีไมโทคอนเดรีย
- (3) สร้างจากไขกระดูก ไม่มีนิวเคลียส มีไมโทคอนเดรีย
- (4) สร้างจากไขกระดูก ไม่มีนิวเคลียส ไม่มีไมโทคอนเดรีย

เหตุผล

.....

.....

ข้อที่ 5 serum หมายถึงข้อใด

- (1) เลือดที่เอาเม็ดเลือดทั้งหมดออกแล้ว
- (2) เลือดที่เอาเม็ดเลือดและไฟบริโนเจนออกแล้ว
- (3) เลือดที่เอาเม็ดเลือดและพลาสมาโปรตีนออกแล้ว
- (4) เลือดที่เอาพลาสมาโปรตีนและไอออนต่าง ๆ ออกแล้ว

เหตุผล

.....

.....

ข้อที่ 6 เลือดที่ใช้แล้ว (deoxygenate blood) มีความสัมพันธ์กับหัวใจห้องใด

- (1) ห้องบนซ้ายและบนขวา
- (2) ห้องบนขวาและล่างซ้าย
- (3) ห้องล่างซ้ายและล่างขวา
- (4) ห้องล่างขวาและบนซ้าย

เหตุผล

.....

.....

ข้อที่ 7 inferior vena cava เป็นหลอดเลือดดำที่นำเลือดมาจากส่วนใดของร่างกาย

- (1) ส่วนท้องและแขน
- (2) ส่วนหัวและส่วนอก
- (3) ส่วนท้อง ลำตัวและขา
- (4) ส่วนแขน ลำตัวและขา

เหตุผล

.....

.....

ข้อที่ 8 ในกรณีผู้ป่วยมีเลือดหมู่ A Rh⁻ ควรได้รับเลือดหมู่ใด

- (1) หมู่ AB Rh⁻
- (2) หมู่ O Rh⁻
- (3) หมู่ A Rh⁻
- (4) หมู่ A Rh⁻ และหมู่ AB Rh⁻

เหตุผล

.....

.....

ข้อที่ 9 ข้อใดถูกต้องกับความเป็นจริง

- (1) เลือดหมู่ A มี antibody-A
- (2) เลือดหมู่ B มี antigen A, antibody-B
- (3) เลือดหมู่ O ไม่มี antigen แต่มี antibody-A และ antibody-B
- (4) เลือดหมู่ AB มี antigen A และมี antibody-B

เหตุผล

.....

.....

ข้อที่ 10 ครอบครัวใดอาจมีปัญหาในการมีบุตรคนที่สอง

- (1) สามี Rh+, ภรรยา Rh-, บุตรคนแรก Rh+
- (2) สามี Rh+, ภรรยา Rh-, บุตรคนแรก Rh-
- (3) สามี Rh-, ภรรยา Rh+, บุตรคนแรก Rh+
- (4) สามี Rh+, ภรรยา Rh+, บุตรคนแรก Rh-

เหตุผล

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา 2

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

เวลา 4 คาบ 200 นาที (คาบละ 50 นาที)

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

2. ผลการเรียนรู้

- 2.1 อธิบายและสรุปเกี่ยวกับการลำเลียงสารในร่างกายของสัตว์
- 2.2 อธิบายและสรุปเกี่ยวกับการลำเลียงสารในร่างกายของคน
- 2.3 อธิบายและสรุปเกี่ยวกับองค์ประกอบและหน้าที่ของเลือด
- 2.4 สร้างแบบจำลองเรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

3. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

- 3.1 ความสามารถในการสื่อสาร
- 3.2 ความสามารถในการคิด
- 3.3 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตร

- 4.1 มีวินัย
- 4.2 ใฝ่เรียนรู้
- 4.3 มุ่งมั่นในการทำงาน

5. จุดเน้นในการพัฒนาผู้เรียน

- 5.1 มีทักษะด้านการสื่อสาร
- 5.2 ทักษะกระบวนการคิด
- 5.3 ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล
- 5.4 ทักษะด้านการสร้างแบบจำลอง
- 5.4 นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

6. สารสำคัญ

การรักษาคุณภาพของร่างกายสัตว์และมนุษย์จำเป็นต้องอาศัยการทำงานของระบบหายใจ ระบบขับถ่าย และระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลืองและระบบภูมิคุ้มกัน

สิ่งมีชีวิตจะดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกตินั้นย่อมต้องการพลังงานในการใช้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ของชีวิตซึ่งต้องอาศัยระบบหมุนเวียนเลือดช่วยลำเลียงสารต่าง ๆ ที่ร่างกายต้องการไปทั่วร่างกาย ซึ่งระบบหมุนเวียนเลือดมีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้ 1) หัวใจ 2) หลอดเลือด 3) เลือด

7. สารการเรียนรู้

1) หัวใจ (heart) อวัยวะที่ทำหน้าที่สูบฉีดเลือดไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย โดยทำให้เกิดความดันเลือดในหลอดเลือดแดงเพื่อให้เลือดเคลื่อนที่ไปยังอวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกายได้ทั่วถึง ประกอบด้วยหัวใจ 4 ห้อง คือ

- ห้องขวาบน (right atrium) รับเลือดจากหลอดเลือดดำใหญ่ 2 เส้นคือ superior vena cava และ inferior vena cava
- ห้องขวาล่าง (right ventricle) รับเลือดดำจากหัวใจห้องบนขวาผ่านลิ้นหัวใจชื่อ Tri cuspid valve แล้วส่งไปยังปอด โดยผ่านลิ้นหัวใจอีกลิ้นซึ่งชื่อ Pulmonary valve เข้าสู่หลอดเลือดใหญ่ที่เข้าสู่ปอดที่ชื่อ Pulmonary artery
- ห้องซ้ายบน (left atrium) รับเลือดแดงที่ฟอกแล้วจากปอดซ้ายและขวา
- ห้องซ้ายล่าง (left ventricle) รับเลือดแดงจากห้องซ้ายบนผ่านทางลิ้นหัวใจชื่อ mitral valve และบีบตัวส่งเลือดแดงออกเลี้ยงร่างกายโดยผ่านทางลิ้นหัวใจอีกลิ้นที่ชื่อ aortic valve เข้าไปสู่ท่อเลือดแดงใหญ่ชื่อ aorta ซึ่งจะแตกแขนงเป็นหลอดเลือดแดงขนาดต่างๆ ไปจนถึงเป็นหลอดเลือดฝอยทั่วร่างกาย ซึ่งหัวใจห้องซ้ายล่างนี้มีผนังหนาที่สุดในหัวใจทั้ง 4 ห้อง

หลอดเลือดที่ไปเลี้ยงหัวใจเรียก ว่า coronary artery ซึ่งเป็นแขนงแยกออกมาจากท่อเลือดแดงใหญ่ aorta ทั้งนี้ ส่วนต้นของหลอดเลือดหัวใจ จะแยกเป็นสาขา ซ้าย ขวา หน้า หลัง ไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของหัวใจ ซึ่งถ้าหลอดเลือดเหล่านี้มีการอุดตัน จะเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ หรือภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด หรือกล้ามเนื้อหัวใจตายเหตุขาดเลือด

2) หลอดเลือด (blood vessel) หลอดเลือด ทำหน้าที่ลำเลียงเลือดจากหัวใจไปยังอวัยวะส่วนต่างๆ ทั่วร่างกาย และเป็นเส้นทางให้เลือดจากอวัยวะต่าง ๆ ทั่วร่างกายกลับเข้าสู่หัวใจ หลอดเลือดในร่างกายมี 3 ชนิด

- หลอดเลือดแดง (artery) เป็นหลอดเลือดที่นำเลือดดีจากหัวใจไปสู่เซลล์ต่าง ๆ ของร่างกายหลอดเลือดแดงมีผนังหนาแข็งแรง และไม่มีลิ้นกั้นภายใน เลือดที่อยู่ในหลอดเลือดแดงเป็นเลือดที่มีปริมาณแก๊สออกซิเจนสูงหรือเรียกว่า “เลือดแดง” ยกเว้นหลอดเลือดแดงที่นำเลือดออกจากหัวใจไปยังปอดภายในเป็นเลือดที่มีปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มากหรือเรียกว่า “เลือดดำ”

- หลอดเลือดดำ (vein) เป็นหลอดเลือดที่นำเลือดดำจากส่วนต่างๆ ของร่างกายเข้าสู่หัวใจ หลอดเลือดดำมีผนังบางกว่าหลอดเลือดแดง มีลิ้นกั้นภายในเพื่อป้องกันเลือดไหลย้อนกลับ เลือดที่ไหลอยู่ภายในหลอดเลือดจะเป็นเลือดที่มีปริมาณแก๊สออกซิเจนต่ำ ยกเว้นหลอดเลือดดำที่นำเลือดจากปอดเข้าสู่หัวใจ จะเป็นเลือดแดง

- หลอดเลือดฝอย (capillary) เป็นหลอดเลือดที่เชื่อมต่อระหว่างหลอดเลือดแดงและหลอดเลือดดำ เป็นร่างแหแทรกอยู่ตามเนื้อเยื่อต่างๆ ของร่างกาย มีขนาดเล็กและละเอียดเป็นฝอย และมีผนังบางมากเป็นแหล่งที่มีการแลกเปลี่ยนแก๊สและสารต่างๆ ระหว่างเลือดกับเซลล์

3) เลือด (blood) ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นของเหลว 55 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเรียกว่า “น้ำเลือดหรือพลาสมา (plasma)” และส่วนที่เป็นของแข็ง (formed elements) มีร้อยละ 45 ซึ่งได้แก่ เซลล์เม็ดเลือดแดง, เซลล์เม็ดเลือดขาวและเกล็ดเลือด

8. จุดประสงค์การเรียนรู้

หลังจากเรียนเรื่องนี้แล้ว นักเรียนมีความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ดังนี้

ด้านความรู้ (K)

- อธิบายและสรุปเกี่ยวกับการลำเลียงสารในร่างกายของสัตว์
- อธิบายและสรุปเกี่ยวกับการลำเลียงสารในร่างกายของคน
- อธิบายและสรุปเกี่ยวกับองค์ประกอบและหน้าที่ของเลือด

ด้านทักษะ (P)

- มีความช่างสังเกต
- ทักษะการสืบค้นข้อมูล
- ทักษะในการสร้างแบบจำลอง

ด้านคุณลักษณะ (A)

- มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน
- มีความรับผิดชอบต่อการเรียนและภาระงานที่ได้รับ

9. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การสร้างแบบจำลองทางความคิด (50 นาที)

1. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด (20 นาที)

2. ครูใช้คำถามเพื่อดึงความรู้เดิมของนักเรียนออกมา (10 นาที)

- สิ่งที่เป็นในการดำรงชีวิตของเซลล์คืออะไรบ้าง
- การลำเลียงสารในสิ่งมีชีวิตมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตอย่างไร
- สารต่าง ๆ ที่ถูกลำเลียงในร่างกายสิ่งมีชีวิตมีอะไรบ้าง
- จากที่เรียนเรื่องระบบหายใจไปแล้ว ร่างกายมีการลำเลียงอะไร
- และจากระบบขับถ่าย ร่างกายลำเลียงหรือขับสารใดออก

3. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถาม “นักเรียนทราบว่าสิ่งมีชีวิตมีโครงสร้างร่างกายต่างกัน แต่ทราบหรือไม่ว่ามีกระบวนการลำเลียงสารในร่างกายต่างกันอย่างไร”

4. ครูให้นักเรียนศึกษาวิดีโอทัศน์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด (10 นาที)

ครูแจกใบงานให้นักเรียนสร้างแบบจำลองเบื้องต้น เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด (10 นาที) ตามที่ครูได้เปิดวิดีโอทัศน์ให้ดูก่อนหน้านี้ โดยครูอธิบายเพิ่มเติมว่า

- การสร้างแบบจำลองทางความคิด นักเรียนสามารถวาดภาพ สร้างแผนผังความรู้ หรือเขียนอธิบายขึ้นมาก็ได้

ขั้นที่ 2 แสดงแบบจำลอง (100 นาที)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อศึกษาความรู้จากใบความรู้ จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายเรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ดังนี้

- ไล่เดือนดิน แมลงและกิ้ง มีวิธีการลำเลียงสารเหมือนหรือต่างกันอย่างไร
- ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด และแบบปิดเหมือนหรือต่างกันอย่างไร
- ทิศทางการเคลื่อนที่ของเม็ดเลือดในหลอดเลือดต่าง ๆ เป็นอย่างไร
- เซลล์เม็ดเลือดขาวสร้างจากไหนได้บ้าง
- นักเรียนมีข้อสงสัยเกิดอย่างไรว่าหลอดเลือดใดเป็นหลอดเลือดเวนหรือหลอดเลือดอาร์เตอร์
- หัวใจของคนที่มีห้อง และความหนาของผนังห้องหัวใจแต่ละห้องเป็นอย่างไร
- ลิ้นหัวใจมีกี่ชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะอย่างไร และทำหน้าที่อะไร
- เซลล์เม็ดเลือดมีกี่ชนิด แต่ละชนิดแตกต่างกันอย่างไร
- เซลล์เม็ดเลือดขาวมีกี่ชนิด ลักษณะแตกต่างกันอย่างไร

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอธิบายร่วมกัน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสร้างแบบจำลองอีกครั้ง

ขั้นที่ 3 การประเมินและปรับปรุงแบบจำลองเบื้องต้น (20 นาที)

หลังจากที่นักเรียนได้สร้างแบบจำลองภายในกลุ่มไปแล้ว ครูให้นักเรียนกลับไปประเมินแบบจำลองของตนเองหากแบบจำลองเบื้องต้นที่นักเรียนสร้างขึ้นไม่ถูกต้องให้ทำการแก้ไขลงในใบงาน

ขั้นที่ 4 ขั้นการขยายแบบจำลอง (20 นาที)

1. ครูนำวิดิทัศน์เรื่องหัวใจของสัตว์มีกระดูกสันหลัง หลอดเลือด และองค์ประกอบของเลือด หมู่เลือด และการแข็งตัวของเลือด มาให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติม
2. ครูและนักเรียนร่วมกันสร้างแบบจำลองในเนื้อหาหัวข้ออื่นๆ ที่ได้ศึกษาจากวิดิทัศน์
3. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด และอภิปรายแบบจำลองที่นักเรียนแต่ละคนสร้างขึ้น
4. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน (20 นาที)

11. สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดย สสวท.
- 2) Concepts of biology, McGraw-Hill Higher Education. The United states of America
- 3) Campbell Biology, Tenth Edition, Pearson Education. The United states of America
- 4) วิดิทัศน์เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด, หัวใจของสัตว์มีกระดูกสันหลัง, หลอดเลือด, องค์ประกอบของเลือด หมู่เลือด และการแข็งตัวของเลือด

12. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่วัดและประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์
ด้านความรู้ (K)			
- อธิบายและสรุปเกี่ยวกับการลำเลียงสารในร่างกายของสัตว์ - อธิบายและสรุปเกี่ยวกับการลำเลียงสารในร่างกายของคน - อธิบายและสรุปเกี่ยวกับองค์ประกอบและหน้าที่ของเลือด	- ชี้นำงาน - การแสดงความคิดเห็นในห้องเรียน - แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน	- แบบประเมินใบงาน (รายกลุ่มและบุคคล) - แบบทดสอบ	มีคุณภาพระดับดีขึ้นไป (70% ขึ้นไป)
ด้านทักษะกระบวนการ(P)			
- มีความช่างสังเกต - ทักษะการสืบค้นข้อมูล - มีทักษะการสร้างแบบจำลอง	- ชี้นำงาน - สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนทำกิจกรรม - การสร้างแบบจำลอง	- แบบประเมินใบงาน (รายกลุ่มและบุคคล) - แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกัน - แบบประเมินการสร้างแบบจำลอง	มีคุณภาพระดับ 1 คะแนนขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะ (A)			
- มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน - มีความรับผิดชอบต่อการเรียนและภาระงานที่ได้รับ	- สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนทำกิจกรรม - ชี้นำงาน	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกัน - แบบประเมินใบงาน (รายกลุ่มและบุคคล)	นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมคุณภาพดีขึ้นไป

บันทึกผลหลังการสอนแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

รายวิชา ชีววิทยา (เพิ่มเติม)

รหัสวิชา.....

ชื่อวิชา ชีววิทยา

ใช้สอนกับชั้น ม..... วันที่ เดือน พ.ศ..... เวลา น.

ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาที่พบ / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวจินตนา แยมคงเมือง)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบความรู้ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด (circulatory system)

การลำเลียงสารเป็นสิ่งสำคัญ และจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิต เมื่ออาหารซึ่งเป็นโมเลกุลใหญ่ถูกย่อยสลายให้มีโมเลกุลเล็กลงแล้วถูกดูดซึม ต่อจากนั้นจะถูกลำเลียงไปเลี้ยงเซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกาย ระบบลำเลียงเป็นระบบที่ติดต่อเชื่อมโยงระหว่างเซลล์ทั่วร่างกายของสิ่งมีชีวิต ซึ่งจะแตกต่างกันไปในพวกสัตว์ชั้นต่ำหรือสัตว์พวกแรก ๆ จะมีระบบลำเลียงแบบง่าย ๆ ส่วนในสัตว์ชั้นสูงขึ้นมาจะมีระบบลำเลียงที่ซับซ้อนมากขึ้นตามลำดับวิวัฒนาการของสัตว์นั้น ๆ

ระบบหมุนเวียนเลือดประกอบไปด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

- หัวใจ (heart)
- หลอดเลือด (blood vessel)
- เลือด (blood)

หน้าที่ของระบบหมุนเวียนเลือด

- ลำเลียงสารอาหารที่ถูกย่อยแล้วไปส่งให้กับเซลล์ต่าง ๆ
- ลำเลียง O_2 จากปอดไปให้เซลล์ต่าง ๆ และลำเลียง CO_2 จากเซลล์ไปปอด เพื่อกำจัดออก
- นำ metabolic waste ไปกรองที่ไตและขับออกนอกร่างกาย
- ควบคุมสมดุลน้ำและอุณหภูมิในร่างกาย
- ช่วยกำจัดสิ่งแปลกปลอม เช่น เชื้อโรคต่าง ๆ

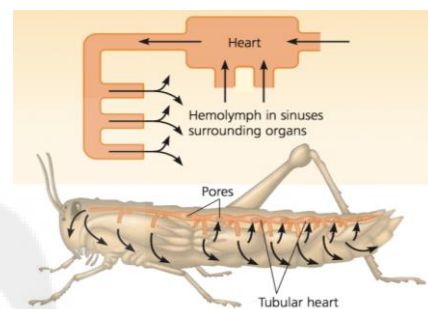
ระบบหมุนเวียนเลือด แบ่งออกเป็น 2 ระบบ

1. ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด (open circulatory system)

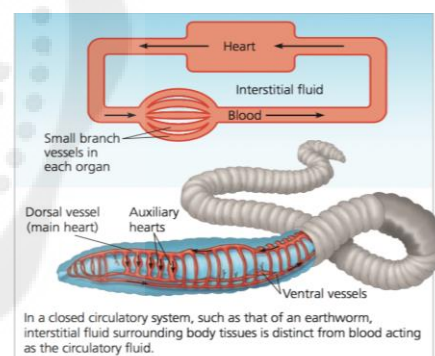
ในบางช่วงเลือดจะไหลออกมาสู่ช่องรับเลือด (haemocoel) ต่าง ๆ ตามลำตัว เนื่องจากหลอดเลือดไม่ได้เชื่อมต่อกันตลอดการแลกเปลี่ยนสารระหว่างหลอดเลือดกับเนื้อเยื่อจะแลกเปลี่ยนโดยไม่ต้องผ่านผนังหลอดเลือดฝอย เนื่องจากเลือดสัมผัสกับเนื้อเยื่อโดยตรง เช่น แมลง กุ้ง หอย

2. ระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด (Closed circulatory system)

เลือดจะไหลอยู่ในหลอดเลือดตลอดเวลาการแลกเปลี่ยนสารระหว่างเลือดกับเนื้อเยื่อจะผ่านผนังหลอดเลือดฝอย เช่น ไส้เดือนดิน หมึก และสัตว์มีกระดูกสันหลัง



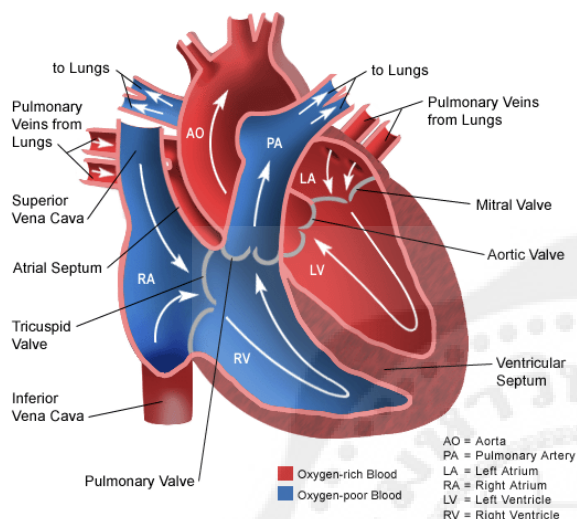
ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดของตั๊กแตน



ระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดของไส้เดือนดิน

การลำเลียงสารในร่างกายคน

ระบบหมุนเวียนเลือดของคนเป็นแบบโดยเลือดอยู่ภายในหัวใจและเส้นเลือดตลอดเวลา โครงสร้างและระบบหมุนเวียนเลือดของคนประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ หัวใจ หลอดเลือด และเลือด



A. หัวใจ (heart)

เป็นอวัยวะที่ประกอบด้วยกล้ามเนื้อหัวใจ (cardiac muscle) ที่ภายในกลวง ทำหน้าที่ในการส่งเลือด 2 ระบบในเวลาเดียวกัน โดยระบบหนึ่งทำหน้าที่ส่งเลือดที่ฟอกแล้ว และมีออกซิเจนสูงไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เรียกว่า ซิสเทมิกเซอร์คิวเลชัน (systemic circulation) อีกระบบหนึ่งส่งเลือดที่มีออกซิเจนต่ำไปฟอกที่ปอด เรียกว่า พัลโมนารีเซอร์คิวเลชัน (pulmonary circulation) หัวใจอยู่ในช่องอก ระหว่างปอด

ทั้งสองข้างก่อนไปทางซ้ายเล็กน้อย อยู่ในถุงเยื่อหุ้มหัวใจ เรียกว่า เพอริคาร์เดียม (pericardium หรือ pericardial sac) ภายในมีของเหลวแทรกอยู่เล็กน้อยทำหน้าที่หล่อลื่น ป้องกันการเสียดสี

- ห้องหัวใจ (chamber) ของมนุษย์มี 4 ห้อง ดังนี้

1. ห้องบนซ้าย หรือเอเทรียมซ้าย (left atrium or left auricle) ทำหน้าที่รับเลือดแดง ซึ่งฟอกจากปอดแล้วทางเส้นเลือดพัลโมนารีเวน (pulmonary vein)
2. ห้องบนขวา หรือเอเทรียมขวา (right vtrium or right auricle) รับเลือดดำที่มีออกซิเจนต่ำ จากซูพีเรียเวนาคาวา ซึ่งนำเลือดจากส่วนบนของร่างกาย คือ หัว แขน และอินฟีเรียเวนาคาวา ซึ่งนำเลือดจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย คือ ขา และลำตัว
3. ห้องล่างซ้าย หรือเวนตริเคิลซ้าย (left ventricle) ทำหน้าที่ส่งเลือดซึ่งรับมาจากหัวใจห้องบนซ้าย เข้าสู่หลอดเลือดแดงใหญ่ (aorta) เพื่อสูบฉีดไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ซึ่งหัวใจห้องนี้มีผนังหนาที่สุด เนื่องจากต้องใช้แรงในการบีบตัวมากกว่าหัวใจห้องอื่น ๆ
4. ห้องล่างขวา หรือเวนตริเคิลขวา (right ventricle) ทำหน้าที่ส่งเลือดดำที่ใช้แล้วซึ่งรับมาจากห้องบนขวาไปฟอกที่ปอดโดยผ่านทางเส้นเลือดพัลโมนารีอาร์เทอร์รี่ (pulmonary artery) หัวใจห้องนี้มีผนังหนาเช่นกัน แต่บางกว่าห้องล่างซ้าย เนื่องจากส่งเลือดไปยังปอดเท่านั้น ไม่ต้องใช้แรงบีบมากนัก จะเห็นได้ว่า atrium : ทำหน้าที่ในการรับเลือด และ ventricle: ทำหน้าที่ในการส่งเลือดส่วนหัวใจห้องซ้ายเกี่ยวข้องกับเลือดแดงที่ฟอกจากปอดแล้วเท่านั้น และหัวใจห้องขวาเกี่ยวข้องกับเลือดดำที่ใช้แล้วอย่างเดียวเท่านั้น

- ลิ้นหัวใจ (valve)

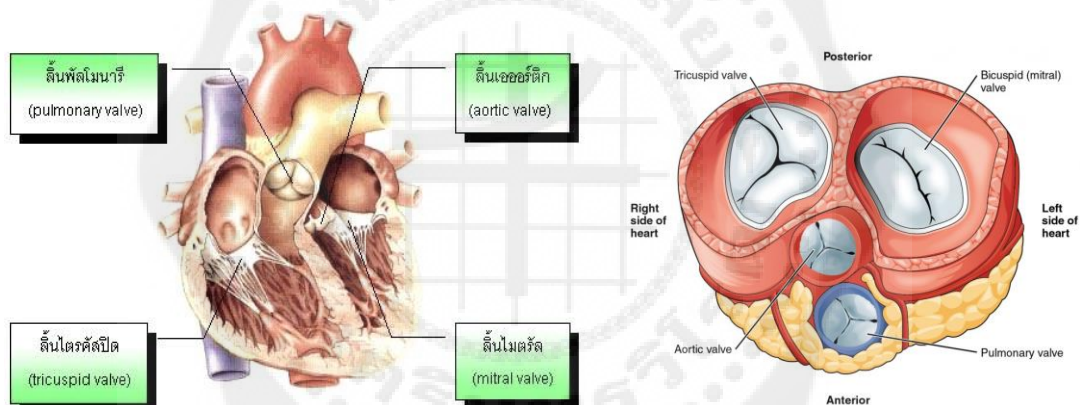
ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของเลือดให้เป็นทิศทางเดียว และป้องกันการไหลย้อนของเลือด ลิ้นหัวใจมี 2 ชนิด ดังนี้

1. ลิ้นเอทริโอเวนทริคิวลาร์ (atrioventricular valve, A-V valve) เป็นลิ้นที่กั้นอยู่ระหว่างหัวใจห้องบนกับหัวใจห้องล่าง ลักษณะของลิ้นจะลู่ลงมาทางด้านล่างแสดงให้เห็นว่าเลือดมีทิศทางการไหลจากห้องบนลงสู่ห้องล่างเท่านั้น

-ลิ้นที่กั้นระหว่างห้องบนขวาและห้องล่างขวา เรียกว่า “ลิ้นไตรคัสพิด (tricuspid valve)” ประกอบด้วยลิ้นแผ่นบาง ๆ 3 ชิ้นประกบกัน

-ลิ้นที่กั้นระหว่างห้องบนซ้ายและห้องล่างซ้าย เรียกว่า “ลิ้นไบคัสพิดหรือลิ้นไมทรัล (bicuspid valve or mitral valve)” ประกอบด้วยลิ้นแผ่นบาง ๆ 2 ชิ้นประกบกัน

ลิ้นทั้งสองลิ้นนี้มีขนาดใหญ่และบาง จึงมีเส้นใยยึดทางด้านล่างของลิ้นไว้กับกล้ามเนื้อที่ฐานของหัวใจห้องล่าง เส้นใยนี้เรียกว่า คอร์ดเทเทนดิเนีย (chordae tendinea) ทำหน้าที่ดึงลิ้นทั้งสองนี้ไม่ให้พลิกกลับขึ้นไปข้างบนเวลาหัวใจห้องล่างบีบตัว



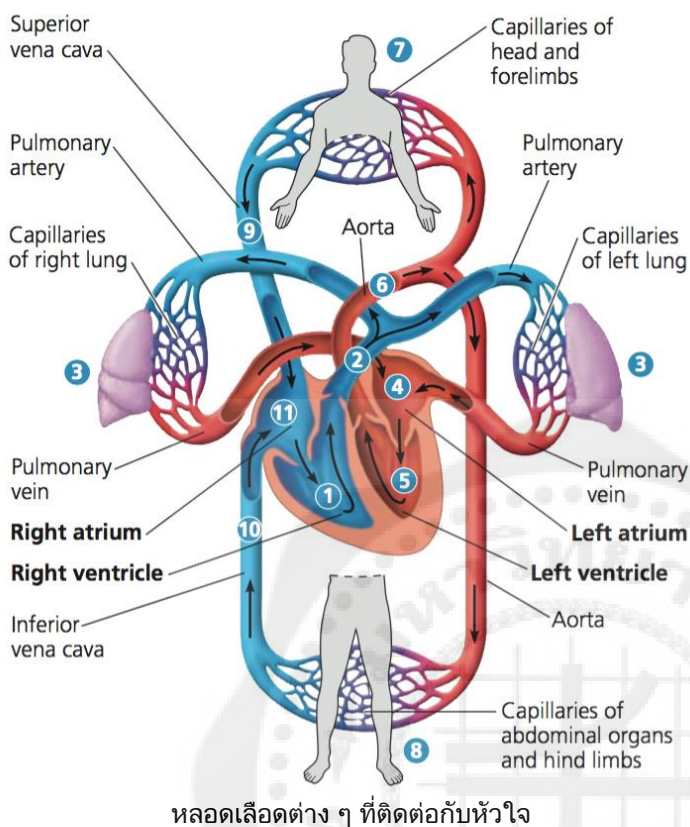
ลิ้นหัวใจที่พบภายในหัวใจ

2. ลิ้นเซมิลูนาร์ (semilunar valve) เป็นลิ้นที่พบที่หลอดเลือดเอออร์ตา และพัลโมนารีอาร์เตอรี มีลักษณะเป็นรูปครึ่งวงกลม 3 วง วางประกบกัน ลักษณะลู่ขึ้นทางด้านบน ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้เลือดไหลกลับเข้าสู่หัวใจห้องล่าง

- กั้นระหว่างหลอดเลือดเอออร์ตากับหัวใจห้องล่างซ้าย คือ “ลิ้นเอออร์ติก (aortic valve)”

- กั้นระหว่างหลอดเลือดพัลโมนารีอาร์เตอรีกับหัวใจห้องล่างขวา คือ “ลิ้นพัลโมนารี (pulmonary valve)”

- หลอดเลือดที่หัวใจ หมายถึง หลอดเลือดที่เลี้ยงหัวใจและติดต่อกับหัวใจโดยตรง



1. เอออร์ตา (aorta): หลอดเลือดแดง มีขนาดใหญ่ที่สุด นำเลือดที่มีออกซิเจนสูงออกจากห้องล่างซ้ายไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย หลอดเลือดชนิดนี้เมื่อออกจากหัวใจห้องล่างซ้ายแล้วจะโค้งไปทางด้านหลังทางซ้ายและทอดผ่านช่องอกและช่องท้องขนานไปกับกระดูกสันหลัง และจากหลอดเลือดเอออร์ตาจะมีหลอดเลือดแยกออกไปเลี้ยงหัวใจสมอง แขน อวัยวะภายในต่าง ๆ ส่วนของขา และอื่น ๆ

2. เวนาคาวา (vena cava) : หลอดเลือดขนาดใหญ่ 2 เส้น นำเลือดที่มีออกซิเจนต่ำจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเข้าสู่หัวใจห้องบนขวา

2.1 ซุปรีเวเนาคาวา (superior vena cava) หลอดเลือดดำที่นำเลือดจากส่วนหัวคอ ออก และแขนกลับเข้าสู่หัวใจห้องบนขวา

2.2 อินฟีเวเนาคาวา (inferior vena cava) หลอดเลือดดำที่นำเลือดจากส่วนของร่างกายที่อยู่ต่ำกว่ากะบังลมโดยเลือดนี้จะอยู่บริเวณกลางลำตัวรับเลือดจากตับอวัยวะสืบพันธุ์อวัยวะภายในอื่น ๆ และส่วนขา กลับเข้าสู่หัวใจห้องบนขวา

3. พัลโมนารีอาร์เตอรี (pulmonary artery) : เป็นหลอดเลือดที่นำเลือดดำจากห้องล่างขวาไปฟอกที่ปอด หลอดเลือดนี้เมื่อออกจากห้องล่างขวาจะโอบไปทางด้านหลังของเอออร์ตา แล้วแยกออกเป็น 2 เส้น คือ พัลโมนารีอาร์เตอรีซ้าย (left pulmonary artery) ไปยังปอดด้านซ้าย และพัลโมนารีอาร์เตอรีขวา (right pulmonary artery) ไปยังปอดด้านขวา

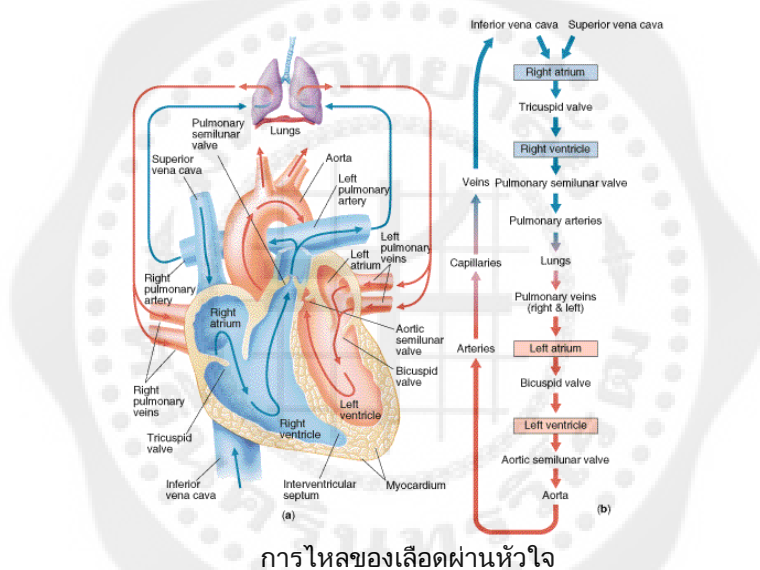
หลอดเลือดนี้นำเลือดดำ แต่ชื่ออาร์เตอรี เพราะเลือดมีทิศทางการไหลออกจากหัวใจ (ปกติอาร์เตอรีนำเลือดแดง)

4. พัลโมนารีเวน (pulmonary vein) : เป็นหลอดเลือดที่นำเลือดแดงจากปอดทั้งสองข้างกลับเข้าสู่หัวใจห้องบนซ้าย พัลโมนารีเวนมีทั้งหมด 4 เส้น โดยนำเลือดแดงจากปอดซ้ายและขวาข้างละ 2 เส้น

หลอดเลือดนี้นำเลือดแดง แต่ชื่อเวนเพราะเลือดมีทิศทางการไหลเข้าจากหัวใจ
(ปกติหลอดเลือดเวนนำเลือดดำ)

5. โคโรนารี (coronary) : เป็นหลอดเลือดของหัวใจประกอบด้วยโคโรนารีอาร์เตอรี 2 เส้น ซ้ายและขวา แยกออกจากหลอดเลือดเอออร์ตาบริเวณขั้วหัวใจ นำเลือดไปเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจส่วนต่างๆ โดยมีการแตกแขนงย่อย ๆ ของหลอดเลือด อีกหลายแขนง

- การไหลของเลือดผ่านหัวใจ สรุปเป็นขั้น ๆ ได้ดังนี้



1. เลือดที่มีออกซิเจนต่ำหรือเลือดดำจะเข้าสู่หัวใจทางห้องบนขวาโดยหลอดเลือดซูพีเรียเวนาคาวา และหลอดเลือดอินฟีเรียเวนาคาวา ในขณะเดียวกัน เลือดที่มีออกซิเจนสูงหรือเลือดแดงจากปอดจะเข้าสู่หัวใจทางห้องบนซ้ายโดยหลอดเลือดพัลโมนารีเวน

2. หัวใจห้องบนทั้งสองห้องเริ่มบีบตัวในขณะที่ห้องล่างยังคลายตัวอยู่ เลือดจึงไหลผ่านลิ้นไคส์พิต และไตรคัสพิตลงสู่ห้องล่างทั้งสองห้องในระยะเวลาที่ใกล้เคียงกันมา

3. หัวใจห้องล่างทั้งสองเริ่มบีบตัว ทำให้ลิ้นไคส์พิตและไตรคัสพิตปิด ในขณะเดียวกันลิ้นเซมิลูนาร์ (aortic valve and pulmonary valve) ที่เส้นเลือดเอออร์ตา และพัลโมนารีอาร์เตอรีเปิด เลือดไหลเข้าสู่หลอดเลือดเอออร์ตาไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และไหลเข้าสู่หลอดเลือดพัลโมนารีอาร์เตอรีไปปอด

* การปิดของลิ้นไคส์พิต และไตรคัสพิต ทำให้เกิดเสียงการเต้นของหัวใจเสียงที่ 1

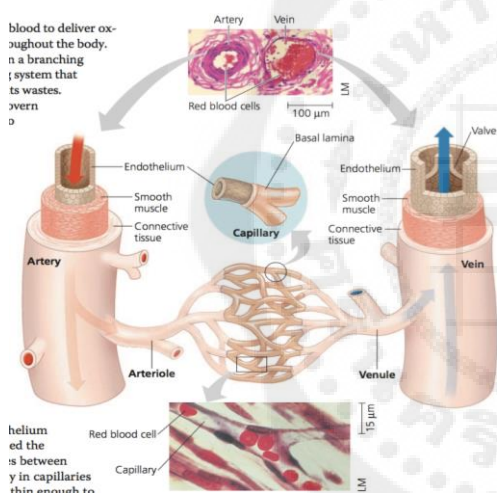
4. หัวใจห้องบนคลายตัว ความดันภายในลดลง เลือดจากเวนาคาวาและพัลโมนารีเวน ไหลเข้าสู่ห้องบนทั้งสองห้อง ตอนนี้อยู่ที่หัวใจห้องล่างยังไม่คลายตัว ลิ้นไบคัสพิด และไตรคัสพิดยังปิดอยู่ ต่อจากนั้น หัวใจห้องล่างจึงเริ่มคลายตัว

* ลิ้นเซมิลูนาร์ปิด ทำให้เกิดเสียงการเต้นของหัวใจเสียงที่ 2 ในขณะเดียวกันหัวใจห้องบนเริ่มบีบตัวส่งเลือด ไปหัวใจห้องล่างอีกแล้วเริ่มวงจรใหม่ เป็นอย่างนี้ไปเรื่อย ๆ

การทำงานของหัวใจเกิดขึ้นเป็นจังหวะสลับกัน ระหว่างการบีบตัว (systole) และการคลายตัว (diastole) เรียกว่า “วงจรการทำงานของหัวใจ (cardiac cycle)” เลือดที่ออกจากห้องล่างข้างหนึ่ง จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอัตราการเต้นของหัวใจ (heart rate, HR) ซึ่งผู้ใหญ่ปกติมีค่าประมาณ 72 ครั้ง/นาที

A. หลอดเลือด (blood vessel)

ทำหน้าที่เป็นท่อทางผ่านของเลือดจากหัวใจไปสู่อวัยวะต่าง ๆ และเซลล์ทั่วร่างกาย



หลอดเลือดชนิดต่าง ๆ

ชนิดของหลอดเลือด

1. หลอดเลือดแดงหรืออาร์เทอรี (arterial blood vessel) ทำหน้าที่นำเลือดออกจากหัวใจไปยังหลอดเลือดฝอย ประกอบด้วย

- aorta: หลอดเลือดแดงที่มีขนาดใหญ่ที่สุด
- artery: หลอดเลือดแดงขนาดต่าง ๆ
- arteriole: หลอดเลือดแดงที่มีขนาดเล็กที่สุด

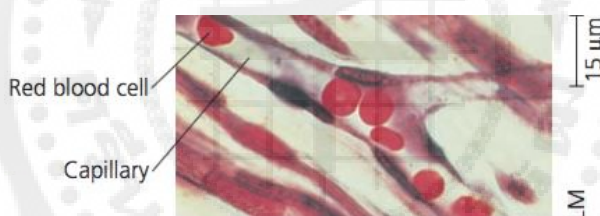
หลอดเลือดแดงมีผนังหนาเนื่องจากมีกล้ามเนื้อเรียบค่อนข้างมากเพื่อต้านทานแรงดันของเลือดที่ส่งออกจากหัวใจ และปรับระดับความดันเลือดไม่ให้เพิ่มขึ้นหรือลดลงมากนัก อีกทั้งมีความยืดหยุ่นได้ดีโดยหลอดเลือดแดงที่ขนาดใหญ่จะยืดหยุ่นได้ดีกว่าหลอดเลือดแดงขนาดเล็ก

2. หลอดเลือดดำหรือเวน (venous blood vessel) ทำหน้าที่นำเลือดเข้าสู่หัวใจ ประกอบด้วย

- vena cava: หลอดเลือดดำที่มีขนาดใหญ่ที่สุด
- vein: หลอดเลือดดำขนาดต่าง ๆ **มีลิ้นภายใน ป้องกันการไหลย้อนของเลือด
- venule: หลอดเลือดดำที่มีขนาดเล็กที่สุด

หลอดเลือดดำขนาดใหญ่มีกล้ามเนื้อเรียบอยู่บ้างแต่น้อยกว่าหลอดเลือดแดงมาก ส่วนหลอดเลือดดำขนาดเล็ก เช่น เวนูล มีผนังบางมากไม่มีกล้ามเนื้อเรียบเลย หลอดเลือดดำสามารถยืดขยายได้ดี จึงมีความจุสูง สามารถบรรจุเลือดได้ถึงร้อยละ 60-70 ของเลือดทั้งหมด เนื่องจากความดันในหลอดเลือดดำต่ำ จึงต้องมีลิ้นอยู่ด้วยช่วยป้องกันไม่ให้เลือดไหลย้อนกลับ

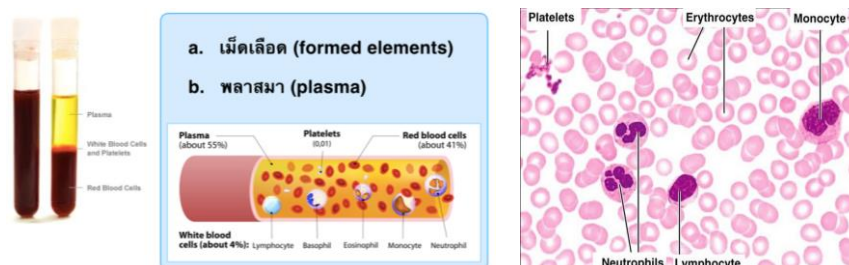
3. หลอดเลือดฝอยหรือแคพิลลารี (capillary) เป็นหลอดเลือดที่อยู่ระหว่างหลอดเลือดแดงอาร์เตอริโอล และหลอดเลือดดำเวนูล หลอดเลือดฝอยเป็นหลอดเลือดขนาดเล็กที่สุด ผนังประกอบด้วยเซลล์เพียงชั้นเดียวสานกันเป็นตาข่ายร่างแหแทรกอยู่ทุกส่วนของร่างกาย การที่หลอดเลือดฝอยมีขนาดเล็กและผนังบาง ทำให้เลือดไหลผ่านได้อย่างช้า ๆ และเกิดการแลกเปลี่ยนแก๊ส สารอาหาร และของเสียต่าง ๆ ระหว่างเลือดในหลอดเลือดฝอยและเซลล์ทั่วร่างกายได้อย่างเพียงพอ



หลอดเลือดฝอย

C. เลือด (blood)

เลือดเป็นของเหลวที่สำคัญของร่างกายสิ่งมีชีวิต คนเรามีเลือดประมาณร้อยละ 7-8 ของน้ำหนักตัว และมีค่า pH ประมาณ 7.3 - 7.4 เลือดประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้



เลือดและองค์ประกอบของเลือด

a. ส่วนของเม็ดเลือด (formed elements or corpuscle): ร้อยละ 45 ของเลือดทั้งหมด มี 3 ชนิด คือ

1. เซลล์เม็ดเลือดแดง (red blood cells (RBC) หรือ erythrocytes) เม็ดเลือดแดงมีลักษณะกลมแบนตรงกลางเว้าเข้าเรียกว่าไบคอนเคฟ (biconcave) มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 7-8 ไมโครเมตร สร้างมาจากไขกระดูก ตอนสร้างใหม่ ๆ และอยู่ในไขกระดูกยังคงมีนิวเคลียสอยู่ แต่เมื่ออายุมากขึ้นนิวเคลียสจะหลุดไปและถูกปล่อยออกจากไขกระดูกเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือด เม็ดเลือดแดงมีอายุประมาณ 100-120 วัน ที่เยื่อของเม็ดเลือดแดงมีสารฮีโมโกลบิน (hemoglobin, Hb)

2. เซลล์เม็ดเลือดขาว (white blood cells (WBC) หรือ leukocytes) เม็ดเลือดขาวช่วยทำหน้าที่เป็นภูมิคุ้มกันคอยทำลายเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอมให้แก่ร่างกาย เปียเซลล์ที่ไม่มีฮีโมโกลบิน แต่มีนิวเคลียสอยู่ด้วย เลือด 1 ลูกบาศก์มิลลิเมตรมีเม็ดเลือดขาวประมาณ 5,000-10,000 เซลล์ มีอายุประมาณ 2-3 วัน เม็ดเลือดขาวแบ่งออกเป็น 2 ชนิดตามลักษณะแกรนูลในเซลล์

3. เกล็ดเลือด (platelets หรือ thrombocyte) เป็นชิ้นส่วนของเซลล์เมกะแคร์โอไซต์ (megakaryocyte) ในไขกระดูก มีขนาดเล็กประมาณ 2-4 ไมโครเมตร มีจำนวนประมาณ 250,000-500,000 ขึ้นต่อเลือด 1 ลูกบาศก์มิลลิเมตร มีอายุสั้นเพียงประมาณ 7-10 วันเท่านั้น เกล็ดเลือดมีความสำคัญในการแข็งตัวของเลือด (blood clotting)

b. น้ำเลือดหรือพลาสมา (plasma): เป็นส่วนที่เป็นของเหลวของเลือดที่มีอยู่ประมาณร้อยละ 55 ของเลือดทั้งหมด ประกอบด้วยน้ำเป็นส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 90 นอกจากนี้ยังมีสารอื่นอีก ดังนี้

- พลาสมาโปรตีน ได้แก่ อัลบูมิน (albumin) ช่วยควบคุมสมดุลน้ำระหว่างเลือดกับเนื้อเยื่อ ควบคุมความหนืด ฯ โกลบูลิน (globulin) ช่วยป้องกันสิ่งแปลกปลอมเป็นตัวพาหลักของแดงและสเตอรอยด์ในกระแสเลือด ไฟบริโนเจน (fibrinogen) ช่วยทำให้เลือดแข็งตัว

- ฮอร์โมน เอนไซม์ และสารอาหารที่ย่อยแล้วต่าง ๆ
- ของเสียต่าง ๆ เช่น ยูเรีย กรดยูริก
- พวกไอออนต่าง ๆ ที่ช่วยรักษาสมดุลกรดเบสให้เป็นปกติอยู่ได้
- พวกแก๊สออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์

เมื่อนำเลือดไปปั่น เพื่อให้เซลล์เม็ดเลือด เกล็ดเลือด และโปรตีนไฟบริโนเจนแยกออกจากน้ำเลือดโดยการตกตะกอน ส่วนที่เหลือจะเป็นน้ำใส ๆ เรียกว่า เซรุ่ม หรือซีรัม (serum)

ใบงาน เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

คำชี้แจง ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองเรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ตามหัวข้อย่อยดังต่อไปนี้
(แบบจำลองก่อนการจัดการเรียนรู้)

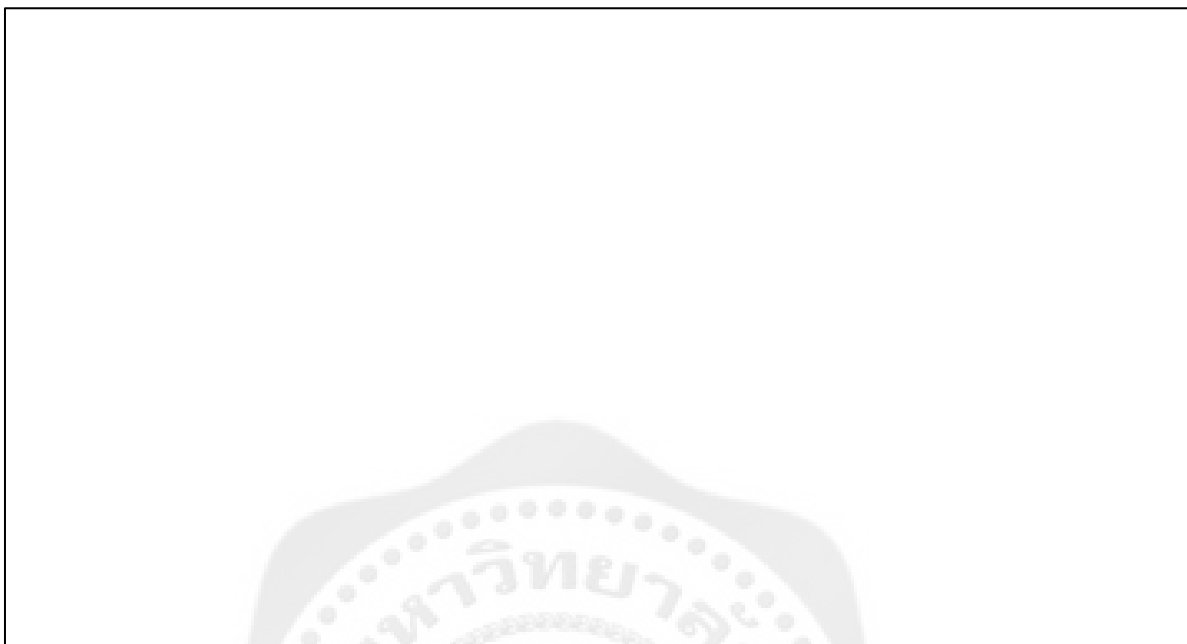
หัวข้อที่ 1. โครงสร้างของหัวใจมนุษย์ มีลักษณะอย่างไร



หัวข้อที่ 2. ทิศทางหรือลักษณะการไหลของเลือดผ่านหัวใจมีลักษณะอย่างไร



หัวข้อที่ 3. หลอดเลือดในร่างกายมนุษย์ มีกี่ชนิด อะไรบ้าง



หัวข้อที่ 4. ส่วนประกอบของเลือดมีอะไรบ้าง



ใบงาน เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

คำชี้แจง ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองเรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ตามหัวข้อย่อยดังต่อไปนี้
(แบบจำลองหลังการจัดการเรียนรู้)

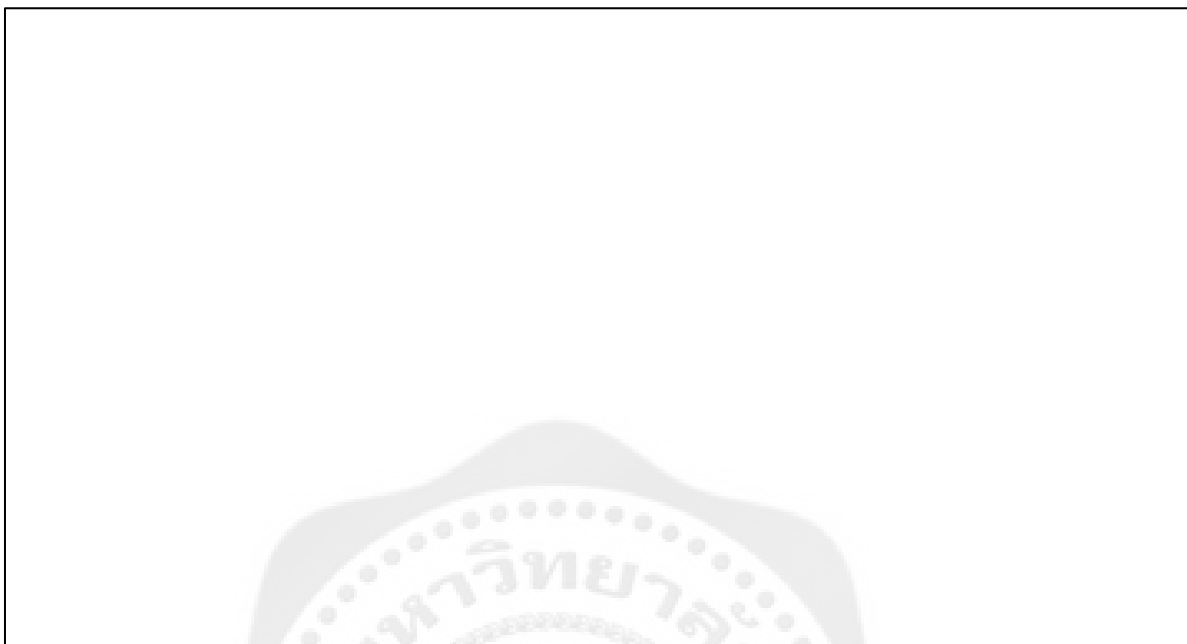
หัวข้อที่ 1. โครงสร้างของหัวใจมนุษย์ มีลักษณะอย่างไร



หัวข้อที่ 2. ทิศทางหรือลักษณะการไหลของเลือดผ่านหัวใจมีลักษณะอย่างไร



หัวข้อที่ 3. หลอดเลือดในร่างกายมนุษย์ มีกี่ชนิด อะไรบ้าง



หัวข้อที่ 4. ส่วนประกอบของเลือดมีอะไรบ้าง



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-ชื่อสกุล

นางสาวจินตนา แยมคงเมือง

วันเดือนปีเกิด

20 เมษายน 2535

สถานที่เกิด

อำเภอวิเศษชัยชาญ จังหวัดอ่างทอง

สถานที่อยู่ปัจจุบัน

บ้านเลขที่ 99/2 หมู่ 2 ตำบลโพธิ์รังนก

อำเภอโพธิ์ทอง จังหวัดอ่างทอง

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2552

มัธยมศึกษาปีที่ 6

จาก โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย จังหวัดลพบุรี

พ.ศ. 2555

ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) (ชีววิทยาเชิงอนุรักษ์)

จาก มหาวิทยาลัยมหิดล

