

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน
เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงระบบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*

DEVELOPMENT OF LEARNING ACTIVITIES BY USING MODEL BASED LEARNING ON
THE TOPIC OF IMMUNE SYSTEM TO ENHANCE SYSTEMS THINKING ABILITY
FOR ELEVENTH GRADE STUDENTS

วรรณชนก เปรมบุญ*, มนสิข สิริสมบุญ, อังคณา อ่อนธานี

Wanchanok Parmboon, Monasit Sittisomboon, Angkana Onthanee

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม จังหวัดพิษณุโลก

Faculty of Education, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand

*Corresponding author Email: wanchanokp63@nu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) สร้างและประเมินประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงระบบระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบางกระทุ่มพิทยาคม อยู่ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาพิษณุโลก อดิเรกต์ จำนวน 40 คน ได้จากวิธีการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน 2) แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ 3) แบบประเมินความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 และการทดสอบ t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน มีผลการประเมินความเหมาะสมอยู่ที่ระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.50, S.D. = 0.51) และมีประสิทธิภาพ 75.23/75.31 ซึ่งมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 2) ความสามารถในการคิดเชิงระบบของนักเรียน หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน อยู่ในระดับมาก (\bar{X} = 4.33, S.D. = 0.69)

คำสำคัญ: กิจกรรมการเรียนรู้, การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน, แบบจำลอง, การคิดเชิงระบบ

Abstract

The objectives of this research article were to 1) create and evaluate the effectiveness of learning activities by using Model Based Learning on the topic of immune system according to the criteria 75/75. 2) compared the system thinking ability between before and after using the

* Received May 9, 2023; Revised May 30, 2023; Accepted June 12, 2023



learning activities by using Model Based Learning on the topic of immune system. 3) study the satisfaction of students with the learning activities by using Model Based Learning on the topic of immune system. The researcher followed the research processes of Research and Development. The sample group of 40 in eleventh grade students in the semester 2 of academic year 2022 at Bangkrathum Pittayakom School under The Secondary Educational Service Area Office Phitsanulok Uttaradit. The sample group was selected by using Sample random sampling. The scopes of the research tools were 1) the learning activities by using Model Based Learning on the topic of immune system. 2) the systems thinking ability test. 3) the satisfaction questionnaire of students to towards learning with learning activities by using Model Based Learning on the topic of immune system. The statistics used for data analysis were percentage, mean, standard deviation, efficiency (E_1/E_2) and hypothesis testing by using the t-test. The results were found that: 1) the learning activities by using Model Based Learning on the topic of immune system was at a highest level of appropriateness ($\bar{x} = 4.50$, S.D.= 0.51) and efficiency at 75.23/75.31 which mean it met the criterion 75/75. 2) the systems thinking ability of students after using the learning activities by using Model Based Learning on the topic of immune system were higher than before learning at .05 statistic significant level. 3) the satisfaction of students towards learning activities by using Model Based Learning on the topic of immune system was at high level. ($\bar{x} = 4.33$, S.D.= 0.69)

Keywords: Learning Activities, Model Based Learning, Model, Systems Thinking

บทนำ

โลกในปัจจุบันเป็นโลกแห่งการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว หรือเรียกว่า โลกในศตวรรษที่ 21 มีความเป็นพลวัตและซับซ้อนยิ่งขึ้น อีกทั้ง ปัจจุบันโลกเต็มไปด้วยปัญหาต่าง ๆ มากมาย ซึ่งแต่ละปัญหาก็มีความซับซ้อนและยังส่งผลกระทบต่อให้เกิดปัญหาอื่นตามมาได้ โดยปรากฏการณ์ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเกิดขึ้นในส่วนใดของโลกแล้วแต่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน มีผลกระทบต่อกัน และมีอิทธิพลต่อกันและกัน ตัวเราเป็นส่วนหนึ่งของระบบต่าง ๆ ตั้งแต่ระบบครอบครัว ครอบครัวก็เป็นระบบหนึ่งในชุมชน ชุมชนก็เป็นระบบหนึ่งของสังคมไทย และสังคมไทยก็เป็นส่วนหนึ่งของระบบสังคมโลก หากลองพิจารณาดูแล้วไม่มีสิ่งใดเกิดขึ้นลอย ๆ เพราะสิ่งต่าง ๆ บนโลกมักเชื่อมโยงซับซ้อนกันอยู่ การจะดำรงชีวิตและเข้าใจปัญหายุคปัจจุบันนี้จำเป็นต้องอาศัยทักษะการคิดเป็นอย่างมาก เราจึงควรฝึกคิดถึงสิ่งต่าง ๆ ในลักษณะเชื่อมโยง คิดแบบองค์รวม มองให้เห็นภาพรวมทั้งหมดเพื่อช่วยให้เราคาดการณ์และเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้ทั้งระบบไม่ใช่ส่วนใดส่วนหนึ่งเท่านั้นวิธีคิดเช่นนี้เรียกว่า Systems Thinking คือวิธีคิดกระบวนการหรือการคิดเชิงระบบ (ชัยวัฒน์ ธีระพันธุ์ และคณะ, 2551) และวิธีคิดดังกล่าว ยังเป็นองค์ประกอบหนึ่งของทักษะการเรียนรู้ของบุคคลในศตวรรษที่ 21 โดยการคิดอย่างเป็นระบบจะช่วยให้การวางแผนเป็นขั้นตอนก่อนจะดำเนินการทำกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งในยุคโลกาภิวัตน์ (Globalization) ข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ มีเป็นจำนวนมาก และยังสามารถหาได้อย่างง่ายดาย ประชากรยุคใหม่จึงต้องมีทักษะทางการคิดขั้นสูงในการเรียนรู้ การปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม การที่จะใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีสมัยใหม่ให้ถูกต้อง (วิจารณ์ พานิช, 2558) การคิดเชิงระบบจึงเป็นทักษะที่จำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เรียนในโลกปัจจุบันและอนาคตจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาเพื่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีความซับซ้อน และมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ผู้สอนเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนการสอนที่จะช่วยส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบให้แก่ผู้เรียน (ฤทัยรัตน์ ชิตมงคล และสมยศ ชิตมงคล, 2560)



นอกจากนี้ การคิดเชิงระบบยังมีความสำคัญในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นอกเหนือจากการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ เข้าใจหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์แล้ว ยังให้ความสำคัญกับการส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการคิด การเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะในการค้นคว้า สร้างความรู้และสามารถแก้ปัญหาที่หลากหลายได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562) โดยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ซึ่งกำหนดสมรรถนะสำคัญของนักเรียน โดยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน 5 ประการ ซึ่งสมรรถนะสำคัญประการหนึ่งคือความสามารถในการคิดของผู้เรียน โดยเฉพาะความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดอย่างสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือใช้ในด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อใช้ในการตัดสินใจเกี่ยวกับการดำรงชีวิต และใช้ชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) และเนื่องจากวิชาชีววิทยา มีส่วนที่เป็นระบบอันซับซ้อนอยู่มากมาย เช่น ในระบบเซลล์ อันเป็นส่วนหนึ่งของระบบที่ใหญ่กว่า คือ ระบบเนื้อเยื่อ และเกี่ยวเนื่องไปจนถึงระดับโลกของสิ่งมีชีวิต ทั้งนี้ นักเรียนต้องทำความเข้าใจในแต่ละส่วนแล้วจึงนำมาเชื่อมโยงเข้าด้วยกันเป็นระบบอันซับซ้อนขึ้นโดยไม่ลืมกระบวนการทำงานของส่วนย่อย ๆ นั้น ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จึงควรวางรากฐานการคิดอย่างเป็นระบบโดยกำหนดเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ ในกลุ่มสาระวิชาต่าง ๆ ให้ผู้สอนสอดแทรกการคิดอย่างเป็นระบบในการทำกิจกรรม หรือกำหนดเป็นพฤติกรรมหนึ่งในการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2559)

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดหลักการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยรับมือกับความซับซ้อนของปัญหาที่ผู้เรียนจะต้องเผชิญโดย พบว่า การจัดกิจกรรมโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีกระบวนการที่ทำให้ผู้เรียนได้มองเห็นระบบที่มีความซับซ้อนกันอยู่ ซึ่งมีวิธีการ คือ ใช้วิธีการสร้างแบบจำลองขึ้นมาเป็นตัวแทนของก้อนปัญหานั้น ข้อมูลนั้น เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นอาจเป็นระดับมหภาคที่เป็นปรากฏการณ์ที่สามารถสังเกตเห็นได้ หรือระดับจุลภาคที่เป็นปรากฏการณ์ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ โดยแบบจำลองสามารถนำเสนอออกมาได้หลากหลายรูปแบบ อาจเป็นวัตถุหรือสิ่งของที่เป็นรูปธรรม รูปภาพ ลักษณะท่าทางหรือภาษา รวมไปถึงสัญลักษณ์ต่าง ๆ การสร้างและการใช้แบบจำลองในวงการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ถือว่าได้รับความสนใจเป็นอย่างมากและกลายเป็นวิถีทางการคิดที่โดดเด่นของนักวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการอธิบายสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบจะเป็นเรื่องนามธรรมอาจจะทำให้เชื่อถือได้ยากหากไม่มีการสร้างแบบจำลองขึ้นมา ดังนั้น แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์จึงกลายเป็นองค์ความรู้หนึ่งที่สำคัญต่อวิทยาศาสตร์ด้วย (ชาติรี ฝ่ายคำตา และภรติพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2557)

จากความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในเนื้อหาวิชาชีววิทยา 4 เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงระบบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดเชิงระบบการมองเห็นก่อนของปัญหา วิเคราะห์องค์ประกอบย่อย เชื่อมโยงความสัมพันธ์ นำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และเพื่อแก้ปัญหาให้กับนักเรียนที่ต้องเผชิญกับความซับซ้อนของปัญหาทั้งการดำรงชีวิตในยุคปัจจุบันและความซับซ้อนของเนื้อหารายวิชาที่เรียน เหตุนี้จึงนำมาสู่การศึกษาวิจัยครั้งนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงระบบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75



2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงระบบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงระบบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงระบบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการตามลักษณะของกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งมีขั้นตอนการวิจัย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและประเมินประสิทธิภาพของการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงระบบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์ 75/75

แหล่งข้อมูล ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย จำนวน 3 คน คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนจำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 2 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบางกระทุ่มพิทยาคม โดยประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) จำนวน 3 คน และประเมินแบบกลุ่มเล็ก (1:3) จำนวน 9 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยนำแนวคิดของ Barbara C. Buckley คือวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Buckley, B. C. et al., 2004) ร่วมกับแนวคิดของ Caleb M. Bryce ที่จัดแบ่งประเภทแบบจำลองทางชีววิทยาตามการนำไปใช้ในการเรียนรู้ชีววิทยา (Bryce, C. M. et al., 2016) และนำมาประยุกต์ใช้พัฒนาเป็นแนวทางในการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้

2. ออกแบบกิจกรรมและแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องระบบภูมิคุ้มกัน โดยเนื้อหาความรู้ ในเรื่องระบบภูมิคุ้มกัน ประกอบด้วย 3 เรื่อง ได้แก่ 1) กลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอม แบ่งเป็นแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะ 2) การสร้างภูมิคุ้มกัน 3) ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน โดยดำเนินการสร้างแผนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 4 แผน รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง

3. นำกิจกรรมการเรียนรู้และแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของที่ปรึกษาแล้ว นำแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมและแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรม

4. นำกิจกรรมการเรียนรู้และแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วมาประเมินประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 โดยนำไปทดลองใช้ (Try Out) ดำเนินการ 2 ขั้นตอน ตามวิธีของรัตนะ บัวสนธ์ คือ ประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) และประเมินแบบกลุ่มเล็ก (1:3) (รัตนะ บัวสนธ์, 2562)

ขั้นตอนที่ 2 การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงระบบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบางกระทุ่มพิทยาคม 4 ห้อง จำนวน 168 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบางกระทุ่มพิทยาคม จำนวน 40 คน ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling)



ตัวแปรที่ศึกษา แบ่งเป็น 1) ตัวแปรต้น ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

2) ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการคิดเชิงระบบ

โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาหนังสือ และเอกสารที่เกี่ยวข้องในเรื่อง ความสามารถในการคิดเชิงระบบ เนื้อหาสาระการเรียนรู้ เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เทคนิคการเขียนข้อสอบ และวิธีการสร้างข้อสอบ การวัดและประเมินผลของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ โดยผู้วิจัยใช้ตัวบ่งชี้ตามแบบของ ปารมี ศรีบุญทิพย์ สำหรับวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (ปารมี ศรีบุญทิพย์ และคณะ, 2560) มาประยุกต์ใช้ปรับให้เข้ากับเนื้อหา และให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คนตรวจสอบ อีกครั้งก่อนนำไปใช้สำหรับการประเมินความสามารถในการคิดเชิงระบบ ข้อสอบเป็นข้อสอบแบบสถานการณ์ถามตอบแบบอัตนัย ประกอบด้วยคำถามที่เป็นกรณีศึกษา

3. ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) และคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50 เป็นต้นไป ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00

4. นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 30 คน ซึ่งเคยเรียนเรื่องระบบภูมิคุ้มกันมาแล้ว และนำผล มาวิเคราะห์หาคุณภาพ โดย ตรวจสอบค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบใช้วิธีของ D.R Whitney และ D.L Sabers (โกวิท ประวาลพุกษ์, 2527) ได้ค่าความยากที่ได้อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.75 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 คัดเลือกข้อคำถามที่ค่าอำนาจจำแนกที่ดีที่สุดในแต่ละสถานการณ์ บริบทและครอบคลุมเนื้อหา

5. นำมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบด้วยวิธีหาสัมประสิทธิ์อัลฟา (Alpha Coefficient) วิธีของ Cronbach (1951) ใช้หาแบบทดสอบประเภทเขียนตอบ (essay test) (รัตนะ บัวสนธ์, 2562) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดเชิงระบบ เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.95

6. นำแบบวัดการคิดเชิงระบบ ที่มีคุณภาพไปจัดพิมพ์และนำไปใช้เป็นเครื่องมือใน

การเก็บข้อมูล โดยวิธีการเก็บข้อมูลผู้วิจัยใช้ลักษณะทดสอบก่อนหลัง (One Group Pretest-Posttest Design) (รัตนะ บัวสนธ์, 2562) ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงแบบแผนการทดลอง

Gr ₁	O ₁	T	O ₂
สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง			
Gr ₁ หมายถึง กลุ่มหนึ่ง			
O ₁ หมายถึง การทดลองหรือการสอบวัดก่อนการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน			
T หมายถึง การใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน			
O ₂ หมายถึง การทดลองหรือการสอบวัดหลังใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน			

ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบางกระทุ่มพิทยาคม จำนวน 40 คน หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน



ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจและกำหนดประเด็นเนื้อหาที่ต้องการประเมิน ให้ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการประเมิน โดยจะมีองค์ประกอบการวัดความพึงพอใจ 4 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านสาระการเรียนรู้ 2) ด้านการจัดการเรียนรู้ 3) ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ 4) ด้านการวัดและประเมินผล

2. สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจตามองค์ประกอบที่ต้องการประเมิน 4 ด้าน โดยใช้ หลักของลิเคิร์ต (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด, 2556) มีมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ และนำแบบสอบถามความพึงพอใจ เสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ประเมินความสอดคล้อง ข้อคำถามกับองค์ประกอบเชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัด พร้อมปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

3. จัดพิมพ์แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงระบบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สำหรับใช้เก็บรวบรวมข้อมูลหลังจบกิจกรรมการเรียนรู้

ผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อสร้างและประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงระบบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน จากผู้เชี่ยวชาญ 3 คน แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมกิจกรรมการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ 3 คน

ข้อที่	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1.	หลักการของรูปแบบการเรียนรู้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้จัดกิจกรรม	5.00	0.00	มากที่สุด
2.	แนวปฏิบัติของกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.67	0.58	มากที่สุด
3.	ขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้อธิบายรายละเอียดไว้ชัดเจนสามารถนำไปใช้ปฏิบัติได้	4.33	0.58	มาก
4.	ขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง	4.67	0.58	มากที่สุด
5.	กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยฝึกให้ผู้เรียนมองแบบองค์รวมและลำดับการคิดอย่างเป็นระบบ	4.00	0.00	มาก
6.	กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในชั้นเรียน	4.67	0.58	มากที่สุด
7.	เกณฑ์การสร้างแบบจำลองที่กำหนดให้มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.33	0.58	มาก
8.	เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน ที่ใช้ในกิจกรรมมีรายละเอียดเนื้อหาสอดคล้องตามสาระการเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
9.	มีขั้นตอนที่ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกนำวิคิดไปใช้กับปรากฏการณ์ที่คล้ายกันในชีวิตประจำวัน	4.33	0.58	มาก
10.	การกำหนดบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนมีความเหมาะสม	4.33	0.58	มาก
เฉลี่ยโดยรวม		4.50	0.51	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน ผลความเหมาะสมของกิจกรรมจากการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ผลการประเมินโดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{x} = 4.50$, S.D. = 0.51)



ผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบไปด้วยแนวปฏิบัติ 5 ขั้นตอน โดยแนวปฏิบัติการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานมีลักษณะของการจัดกิจกรรม ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แนวปฏิบัติการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงระบบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ 3 คน

ข้อที่	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1.	สาระสำคัญ			
	1.1 เนื้อหามีความถูกต้อง	5.00	0.00	มากที่สุด
	1.2 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.67	0.58	มากที่สุด
2.	ผลการเรียนรู้			
	ผลการเรียนรู้ถูกต้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานปีพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง ปีพุทธศักราช 2560)	5.00	0.00	มากที่สุด
3.	จุดประสงค์การเรียนรู้			
	3.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ของรายวิชา	5.00	0.00	มากที่สุด
	3.2 ส่งเสริมกระบวนการคิดเชิงระบบ	4.00	0.00	มาก
	3.3 ครอบคลุมองค์ประกอบของการคิดเชิงระบบ	4.67	0.58	มากที่สุด
	3.4 ระบุถึงพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินผลได้อย่างชัดเจน	4.67	0.58	มากที่สุด
	3.5 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.67	0.58	มากที่สุด
4.	กระบวนการจัดการเรียนรู้			
	4.1 เป็นไปตามขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน	4.67	0.58	มากที่สุด
	4.2 ผู้สอนให้ผู้เรียนได้ลงมือสร้างแบบจำลองจริง	5.00	0.00	มากที่สุด



ข้อที่	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
4.3	กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4.67	0.58	มากที่สุด
4.4	มีกระบวนการให้ผู้เรียนสร้างแบบจำลองตามเนื้อหาที่กำหนดไว้	4.67	0.58	มากที่สุด
4.5	กระบวนการจัดกิจกรรมมีลำดับขั้นตอนเป็นระบบ	4.67	0.58	มากที่สุด
4.6	แบบจำลองที่สร้างไม่ยากเหมาะกับนักเรียน	4.33	0.58	มาก
4.7	ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมมีความเหมาะสม	4.00	0.00	มาก
4.8	ช่วงเวลาที่ผู้สอนคอยให้คำแนะนำ	4.67	0.58	มากที่สุด
5.	สื่อและแหล่งการเรียนรู้			
5.1	เหมาะสมกับนักเรียน	4.33	0.58	มาก
5.2	หลากหลายรูปแบบ	4.67	0.58	มากที่สุด
5.3	เนื้อหาถูกต้องตามสาระการเรียนรู้	4.33	0.58	มาก
5.4	ใช้บททวนย้อนหลังได้	4.33	0.58	มาก
6.	ชิ้นงานหรือภาระงาน			
6.1	กำหนดระยะเวลาทำได้เหมาะสม	4.00	0.00	มาก
6.2	ไม่ยากเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.33	0.58	มาก
7.	การวัดและประเมินผล			
7.1	การวัดและประเมินผลครบผลการเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
7.2	แบบทดสอบวัดได้ตามจุดประสงค์	3.67	0.58	มาก
7.3	เกณฑ์การประเมินผลเหมาะสมกับงานที่ได้รับมอบหมาย	3.67	0.58	มาก
	เฉลี่ยโดยรวม	4.51	0.55	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลความเหมาะสมของแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จากการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ผลการประเมินโดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X} = 4.51$, S.D. = 0.55)

ผลการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน ผลการประเมินประสิทธิภาพแสดง ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

	คะแนนระหว่างการจัดการเรียนรู้				รวม 48 คะแนน (E ₁)	แบบทดสอบหลังเรียน 36 คะแนน (E ₂)
	ครั้งที่ 1 12 คะแนน	ครั้งที่ 2 12 คะแนน	ครั้งที่ 3 12 คะแนน	ครั้งที่ 4 12 คะแนน		
เฉลี่ย	8.44	8.89	9.00	9.78	36.11	27.11
ร้อยละ	70.37	74.04	75.00	81.48	75.23	75.31
ประสิทธิภาพ E₁/E₂ = 75.23/75.31						

จากตารางที่ 4 พบว่า ผลการประเมินประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานได้ค่าประสิทธิภาพ E₁/E₂ เท่ากับ 75.23/75.31 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ตามเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้

วัตถุประสงค์ที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงระบบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน และผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงระบบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยคะแนนแบบทดสอบจากนักเรียนกลุ่มตัวอย่างแสดงผล ดังตารางที่ 5



ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดเชิงระบบ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

แบบวัดการคิดเชิงระบบ	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน \bar{x}	S.D.	หลังเรียน \bar{x}	S.D.	t	Sig.
การคิดแบบองค์รวม							
1.วิเคราะห์หลักการที่ใช้จากสถานการณ์โจทย์	6	2.98	0.53	5.25	0.67	16.99*	.000
2.ระบุสาเหตุที่ต้องใช้หลักการที่เลือก	6	2.53	0.51	4.65	0.66	15.76*	.000
การคิดแบบวัฏจักรเชื่อมโยง							
3.ระบุความสัมพันธ์องค์ประกอบย่อยในระบบ	6	2.50	0.51	4.43	0.75	14.69*	.000
4.เขียนแผนภาพวงจรความสัมพันธ์องค์ประกอบย่อยในระบบ	6	2.25	0.67	4.25	0.74	14.93*	.000
การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์							
5.อธิบายวงจรที่เขียนขึ้น	6	1.93	0.69	3.95	0.64	17.46*	.000
6.เสนอแนวทางการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	6	1.38	0.63	3.85	0.66	19.18*	.000
โดยรวม	36	13.55	2.48	26.38	3.48	23.42	.000

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 5 พบว่า การทดสอบความสามารถในการคิดเชิงระบบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีคะแนนเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 13.55 คะแนน และ 26.38 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน และผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แสดงผล ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้

ด้าน	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. สาระการเรียนรู้	1.1 เนื้อหาครบถ้วนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	4.30	0.64	มาก
	1.2 ผู้สอนแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา ขั้นตอนการจัดกิจกรรม ภาระงาน และวิธีการประเมินผลให้ผู้เรียนทราบล่วงหน้า	4.30	0.68	มาก
	1.3 เนื้อหาที่สอนทันสมัยนำไปใช้ได้จริง	4.33	0.72	มาก
	1.4 ลำดับเนื้อหาทำให้เชื่อมต่อกับเรื่องถัดไปได้ง่ายขึ้น	4.45	0.63	มาก
	2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	2.1 ผู้สอนมีความสนใจผู้เรียนอยู่ตลอดเวลา	4.30	0.75
2.2 ระยะเวลาที่ครูผู้สอนกำหนดเหมาะสมกับงานที่ได้รับมอบหมาย		4.10	0.77	มาก
2.3 ผู้สอนชี้แจงลำดับกิจกรรม และอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจก่อนเริ่มกิจกรรม		4.10	0.70	มาก
2.4 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับนักเรียนไม่ยากเกินไป		4.23	0.69	มาก
2.5 ผู้สอนอธิบายเรื่องแบบจำลองให้ผู้เรียนได้เข้าใจ		4.03	0.69	มาก
2.6 การสร้างแบบจำลองทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดี		4.35	0.69	มาก
2.7 การสร้างแบบจำลองทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาอย่างเป็นระบบ		4.23	0.76	มาก
2.8 แบบจำลองทำให้นักเรียนเข้าใจเรื่องระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย		4.23	0.72	มาก



ด้าน	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
3.	สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้			
	3.1 สื่อการสอนมีความทันสมัย สามารถทบทวนย้อนหลังได้	4.30	0.71	มาก
	3.2 เปิดกว้าง มีสื่อหลากหลาย มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.23	0.76	มาก
	3.3 อุปกรณ์ที่ผู้สอนเตรียมให้เหมาะสมในการทำกิจกรรม	4.45	0.67	มาก
	3.4 อุปกรณ์เพียงพอต่อจำนวนนักเรียนทุกครั้ง	4.55	0.63	มาก
4.	การวัดและประเมินผล			
	4.1 ครบทุกจุดประสงค์การเรียนรู้	4.40	0.70	มาก
	4.2 มีการชี้แจงภาระงานกำหนดส่งให้ทราบล่วงหน้า	4.38	0.66	มาก
	4.3 เกณฑ์ให้คะแนนเหมาะสมกับภาระงานที่นักเรียนได้รับมอบหมาย	4.48	0.63	มาก
	เฉลี่ยโดยรวม	4.33	0.69	มาก

จากตารางที่ 6 พบว่า ผลความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยภาพรวมความพึงพอใจ ทั้ง 4 ด้าน อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.33$, S.D.= 0.69)

อภิปรายผล

จากผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงระบบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อภิปรายผล ดังนี้

วัตถุประสงค์ที่ 1 ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงระบบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน โดยการตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.50$, S.D.= 0.51) และความเหมาะสมของแผนการสอนที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.51$, S.D.= 0.55) ทั้งนี้ ผู้วิจัยปรับปรุงลักษณะการจัดกิจกรรมให้ มีความสอดคล้องกับหลักสูตรและแนวการสอน หัวข้อในกิจกรรมการเรียนรู้ มีความสัมพันธ์สอดคล้องกัน โดยเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมด้วยตนเอง และตัวผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก และในขณะเดียวกันก็ดำเนินการกระตุ้นกระบวนการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีจนสามารถบรรลุผลตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ได้ สอดคล้องกับสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา ที่สรุปไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดีต้องเป็นการจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับลักษณะเนื้อหาวิชา มีลำดับขั้นตอน เน้นให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมด้วยตนเองและส่งเสริมกระบวนการคิด (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2553) และผู้วิจัยได้พัฒนาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานอย่างเป็นระบบ เป็นกิจกรรมที่เกิดจากการประยุกต์แนวคิดของนักศึกษามาออกแบบใหม่ ให้มีความเหมาะสมกับผู้เรียน โดยศึกษาข้อมูลพื้นฐานสภาพปัญหา ความต้องการของผู้เรียน หลังจากนั้นสร้าง และประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ โดยได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข จากนั้นหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมจากค่า E_1/E_2 ได้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคุณภาพ และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 75.23/75.31 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับ รัตนะ บัวสนธ์ ที่สรุปไว้ว่า เมื่อนวัตกรรมการศึกษาผ่านการหาประสิทธิภาพและได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดแล้วก็อุปมาตั้งสินค้าที่ได้มาตรฐานก่อนนำไปใช้นั่นเอง (รัตนะ บัวสนธ์, 2562)

วัตถุประสงค์ที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงระบบก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องระบบภูมิคุ้มกัน พบว่า ความสามารถในการคิดเชิงระบบ



ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องระบบภูมิคุ้มกัน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นช่วยให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ จากการจัดกิจกรรมและการสร้างแบบจำลอง โดยเฉพาะการสร้างแบบจำลอง คือ ขั้นที่ 1) ขั้นตอนสนองต่องานที่ได้รับ (Response to task) โดยใช้ แบบจำลองเชิงภาพ (Visual models) พบว่าเมื่อผู้เรียนได้บันทึกข้อมูลในแบบจำลองเชิงภาพแล้ว ผู้เรียนสามารถเริ่มอธิบายองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่น่าเสนอได้ สอดคล้องกับ ภารกิจ สุภัทรชัยวงศ์ และคณะ ที่สรุปว่า การที่ผู้สอนใช้สื่อหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งในเชิงเปรียบเทียบนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เชื่อมโยงกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันจะช่วยให้ผู้เรียนสนใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น นอกจากนี้การดึงเอาความรู้เดิมมาใช้ในการสังเกตองค์ประกอบจะช่วยให้ผู้เรียนระบุองค์ประกอบได้ง่ายขึ้น (ภารกิจ สุภัทรชัยวงศ์ และคณะ, 2558) และสอดคล้องกับการศึกษาของ Kenyon, L. et al. ที่บรรยายสรุปไว้ว่า การกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนเห็นความสำคัญในองค์ประกอบย่อยของระบบ เป็นพื้นฐานในการพัฒนาความคิดเชิงระบบให้กับผู้เรียน นอกเหนือจากการใช้สื่อการสอนแล้วการให้นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเองร่วมกับกระบวนการตอบสนองของร่างกายด้วยการปฏิบัติ หรือการเชื่อมโยงสถานการณ์ในชีวิตประจำวันมาเป็นตัวอย่างใช้ในการสังเกตองค์ประกอบของระบบนั้นจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถระบุองค์ประกอบของระบบได้ดีขึ้น เพราะนักเรียนจะเกิดความสนใจและมีการร่วมกันอภิปรายแบ่งปันประสบการณ์ของแต่ละคนเข้าด้วยกันทำให้สามารถระบุองค์ประกอบพื้นฐานอันเป็นสิ่งตั้งต้นของการคิดอย่างเป็นระบบได้ (Kenyon, L. et al., 2008) ต่อมาในขั้นที่ 2) ขั้นสร้างแบบจำลองเริ่มต้น (Formation initial model) โดยใช้ แบบจำลองเชิงรูปธรรม (Concrete models) ผู้เรียนสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายระบบปรากฏการณ์ที่บันทึกไว้ในขั้นที่ 1 พบว่า ผู้เรียนสามารถสร้างแบบจำลองและนำแบบจำลองที่ตนสร้างมาอธิบายปรากฏการณ์ได้ดีขึ้นรวมทั้งการสร้างแบบจำลองนั้นจะช่วยให้สามารถจดจำรายละเอียดและนักเรียนเริ่มเชื่อมโยงองค์ประกอบต่าง ๆ ระบบมากขึ้นเพราะนักเรียนได้นำเอาองค์ประกอบต่าง ๆ มาจัดเรียงเพื่อให้สัมพันธ์กับการทำงานของระบบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ฮามิตะ มูสอ ที่สรุปว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เน้นให้ผู้เรียนมีการลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างหลักฐานเชิงประจักษ์ส่งผลให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาแต่ละระดับได้ และยังส่งผลทางความคิดเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นในทุกแนวคิด (ฮามิตะ มูสอ, 2555) ต่อมาในขั้นที่ 3) ขั้นนำไปใช้และประเมิน (Implementation and evaluation) โดยใช้ แบบจำลองเชิงภาษา (Verbal models) ในการทำความเข้าใจ และให้เหตุผล ถึงปฏิสัมพันธ์ พบว่า ผู้เรียนอธิบายถึงปฏิสัมพันธ์ในการทำงานของระบบได้ และในการประเมินจะทำให้ผู้เรียนเกิดข้อค้นพบหรือข้อบกพร่องของแบบจำลองที่ตนเองสร้างขึ้น ข้อนี้ทำให้ผู้เรียนสามารถรู้ข้อจำกัดของแบบจำลองและต้องสืบค้นข้อมูลเพื่อพัฒนาแบบจำลองของตน ผู้เรียนจะลงมือกระทำในขั้นถัดไปคือ ในขั้นที่ 4) ขั้นปฏิเสธแบบจำลองและปรับปรุงแบบจำลอง (Revision) โดยใช้ แบบจำลองเชิงภาษา (Verbal models) พบว่า ผู้เรียนได้นำเสนอแบบจำลองและยังตอบข้อคำถามในบางข้อไม่ได้ ทำให้ผู้เรียนทราบถึงข้อจำกัดของแบบจำลองของตนเองในการกลับไปปรับปรุงให้ดีขึ้น สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ชาตรี ฝ่ายคำตา และภารกิจ สุภัทรชัยวงศ์ ที่สรุปว่า หากนักเรียนทราบถึงข้อจำกัด ของแบบจำลองของตน และได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงแบบจำลองของตนจะช่วยให้ผู้เรียนขยายความสามารถในการอธิบายได้อย่างถูกต้อง เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองให้นักเรียนอธิบายข้อมูลได้อย่างถูกต้องและเป็นวิทยาศาสตร์มากขึ้น (ชาตรี ฝ่ายคำตา และภารกิจ สุภัทรชัยวงศ์, 2557) และขั้นสุดท้าย ขั้นที่ 5) ขั้นขยายแบบจำลอง (Elaboration) โดยใช้ แบบจำลองเชิงภาพ (Visual models) ผู้สอนจับกลุ่มให้ผู้เรียนเอาแบบจำลองมาใช้อธิบายตามสถานการณ์แตกต่างกันที่ผู้สอนกำหนดให้ พบว่า นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการทำงานของระบบตามปรากฏการณ์ที่แตกต่างกันตามผู้สอนมอบให้ได้ดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชาตรี ฝ่ายคำตา และภารกิจ สุภัทรชัยวงศ์ ที่สรุปไว้ว่า การกระตุ้นให้ผู้เรียนได้อธิบายกระบวนการของระบบผ่านแบบจำลองของตนเองร่วมกัน จะกระตุ้นให้



นักเรียนได้ช่วยกันอภิปรายปรากฏการณ์ทางชีววิทยาที่เกิดขึ้นผ่านแบบจำลองร่วมกันทั้งห้องเรียน และยังมีส่วนช่วยในการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะการเข้าใจการทำงานความสัมพันธ์เชื่อมโยงของแต่ละองค์ประกอบต่อองค์ประกอบอื่น ๆ จนสามารถเกิดเป็นปรากฏการณ์ได้ นำไปสู่การนำไปใช้กับปรากฏการณ์ในระดับที่ใหญ่ขึ้นได้อย่างเหมาะสม (ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรติพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2557) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชนาธิป โททรกวานนท์ และคณะ ได้สรุปไว้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ตามแนวทางของ Verhoeff, et al. สามารถพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบได้ ตามขั้นการจัดการเรียนรู้แต่ละขั้นที่มีการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบอย่างมีลำดับขั้นตอน (ชนาธิป โททรกวานนท์ และคณะ, 2562)

วัตถุประสงค์ที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน พบว่า นักเรียนที่ร่วมกิจกรรมมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งด้านสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดการเรียนรู้ ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนรู้ถูกพัฒนาให้มีความเหมาะสมกับผู้เรียน และผู้สอนคอยอำนวยความสะดวกสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้มีความน่าสนใจ ให้ผู้เรียนเรียนรู้จากวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้มาสร้างแบบจำลองระบบ และการเชื่อมโยงองค์ประกอบย่อยภายในระบบ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรมให้เห็นชัดเจนออกมาเป็นรูปธรรม และยังสามารถนำไปใช้วิเคราะห์แก้ปัญหาสิ่งที่ยังไม่รู้ไปใช้ประโยชน์ต่อไป สอดคล้องกับกระทรวงศึกษาธิการ ที่สรุปไว้ว่า บรรยากาศในชั้นเรียนมีความสำคัญมาก ครูผู้สอนต้องจัดบรรยากาศให้เอื้อต่อการเรียนรู้ และดูแลช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) และสอดคล้องกับ อารี พันธุ์มณี กล่าวว่า ความพึงพอใจในการเรียนนั้นมีผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้สอนควรส่งเสริมให้เด็กเกิดพฤติกรรมที่ส่งผลต่อการเรียนรู้โดยสร้างความพึงพอใจให้เกิดแก่ผู้เรียน จะทำให้ผู้เรียนสนใจบทเรียนยิ่งขึ้น เพราะผู้เรียนคาดหวังไว้ว่า จะนำสิ่งที่เรียนไปใช้ประโยชน์ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้นต่อไป (อารี พันธุ์มณี, 2557)

จากการอภิปรายผลการวิจัยที่กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้น แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องระบบภูมิคุ้มกัน เป็นกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงระบบ ให้กับผู้เรียนเนื่องจากกิจกรรมช่วยส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบที่ช่วยให้ผู้เรียนการมองเห็นก่อนของปัญหา วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงย่อย และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ นำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีการสร้างแบบจำลองมาใช้เป็นตัวแทนปรากฏการณ์หรือทฤษฎีที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมและสามารถอธิบายได้อย่างชัดเจน และยังสามารถขยายความนำไปใช้แก้ปัญหากับสถานการณ์ตัวอย่างอื่น ที่ผู้สอนยกขึ้นมาหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง ซึ่งเป็นระบบที่ใหญ่กว่าเดิมได้อย่างเข้าใจ

สรุป/ข้อเสนอแนะ

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงระบบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ความสามารถในการคิดเชิงระบบ ของนักเรียนที่เรียนโดยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนักเรียนให้ความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่อาจจะทำให้เป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน และในการศึกษาครั้งต่อไป ดังนี้ 1) ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนการสอน คือ ควรปรับเกณฑ์การสร้างแบบจำลองให้เข้ากับบริบทของห้องเรียนและธรรมชาติของเนื้อหารายวิชา เนื้อหาเหมาะกับกิจกรรมลักษณะนี้ควรเป็นเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นระบบมีองค์ประกอบและกระบวนการซับซ้อน จึงจะทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิดเชิงระบบได้ดี อย่างเช่น นิเวศวิทยา วัฏจักรของสาร และระบบการทำงานของ



ร่างกาย และได้ให้ข้อเสนอแนะจากผู้เรียน คือ แบบจำลองที่ให้ผู้เรียนมีความยาก เวลาไม่พอทำให้สร้างเสร็จไม่สมบูรณ์ก่อนที่จะนำไปใช้ โดยมีข้อเสนอแนะคือเพิ่มสมาชิกในแต่ละกลุ่มหรือการเพิ่มเวลาให้กับนักเรียนจัดสรรค เวลาให้เหมาะสมกับความยากง่ายของแบบจำลอง 2) ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ในระหว่างการศึกษา พบว่า นักเรียนมีคะแนนแต่ละตัวบ่งชี้ในระดับที่มีความแตกต่างกัน โดยตัวบ่งชี้สุดท้าย คือ การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีคะแนนเฉลี่ยน้อยกว่าข้ออื่น ๆ ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงระบบ และความคิดสร้างสรรค์ ให้กับนักเรียน

เอกสารอ้างอิง

- โกวิท ประวาลพลฤกษ์. (2527). การประเมินในชั้นเรียน. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ชนาธิป โทตรถวานนท์ และคณะ. (2562). การพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 21(2), 64-78.
- ชัยวัฒน์ ธิระพันธุ์ และคณะ. (2551). วิธีคิดกระบวนการระบบ. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์คุณธรรม.
- ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรติพย์ สุภัทรชัยวงศ์. (2557). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน Model-Based Learning. วารสารศึกษาศาสตร์ ปรีทัศน์, 29(3), 86-99.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2556). การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- ปารมี ศรีบุญทิพย์ และคณะ. (2560). การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยของรัฐ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. Veridian E-Journal, Silpakorn University, 10(3), 38-51.
- ภรติพย์ สุภัทรชัยวงศ์ และคณะ. (2558). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารนวัตกรรมการศึกษา, 1(1), 97-124.
- รัตนะ บัวสนธ์. (2562). การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ฤทัยรัตน์ ชิดมงคล และสมยศ ชิดมงคล. (2560). การคิดเชิงระบบ: ประสบการณ์สื่อการสอนเพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบ. วารสารครุศาสตร์, 45(2), 209-224.
- วิจารณ์ พานิช. (2558). การเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง Transformative Learning. กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิสยามกัมมาจล.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2559). การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสาเหตุเพื่อพัฒนาสมรรถนะกำลังคนรองรับโลกศตวรรษที่ 21 (ฉบับสรุป). กรุงเทพมหานคร: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.



- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2553). แนวทางการพัฒนาการวัดและประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- อารี พันธุ์มณี. (2557). ผูกให้คิดเป็น คิดให้สร้างสรรค์. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ฮามิต๊ะ มุสอ. (2555). การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. ใน วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Bryce, C. M. et al. (2016). Exploring Models in the Biology Classroom. *The American Biology Teacher*, 78(1), 35-42.
- Buckley, B. C. et al. (2004). Model-Based Teaching and Learning with BioLogical™: What Do They Learn? How Do They Learn? How Do We Know? *Journal of Science Education and Technology*, 13(1), 23-41.
- Kenyon, L. et al. (2008). The Benefits of Scientific Modeling. *Science and Children*, 46(2), 41-44.