รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

ร.ท.หญิงโชษิตา เกตุทิพย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2566

A MOBILE COMPUTER-SUPPORTED COLLABORATIVE LEARNING MODEL USING PHENOMENON-BASED LEARNING TO ENHANCE PRE-CADET STUDENTS' SCIENTIFIC COMPETENCIES

1st Lt. Chosita Kedtip

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education in Educational Technology and Communications
Department of Educational Technology and Communications
Faculty Of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2023

หัวข้อวิทยานิพนธ์	รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร
โดย	ร.ท.หญิงโชษิตา เกตุทิพย์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แจ่มจันทร์ ศรีอรุณรัศมี)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โชษิตา เกตุทิพย์ : รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร. (A MOBILE COMPUTER-SUPPORTED COLLABORATIVE LEARNING MODEL USING PHENOMENON-BASED LEARNING TO ENHANCE PRE-CADET STUDENTS' SCIENTIFIC COMPETENCIES) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.ประกอบ กรณีกิจ

การวิจัยครั้งนี้วัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาสภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ 2) เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน และ 3) เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาสภาพและความต้องการคือ นักเรียนเตรียมทหาร จำนวน 339 คน และตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือ นักเรียนเตรียมทหาร จำนวน 33 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบสอบถามสภาพและความต้องการในการเรียนฯ 2) รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ 3) แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ 4) แบบประเมินรับรองรูปแบบการเรียนฯ 5) คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน 6) แผนการจัดการเรียนรู้ 7) แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 8) เกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แบบรูบริค 9) แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และ 10) แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนฯ โดยมีระยะเวลาในการทดลอง 5 สัปดาห์ การวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ 1) ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2) วิเคราะห์ความต้องการจำเป็นด้วยวิธี $PNI_{modified}$ 3) วิเคราะห์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ด้วยการทดสอบที และ 4) วิเคราะห์สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้วยความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ

ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

(1) สภาพและความต้องการของผู้เรียนพบว่า ผู้เรียนมีความต้องการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาร่วมกับการใช้ซอฟต์แวร์ทางการศึกษาต่าง ๆ ในระหว่างการเรียนรู้ ดังนั้นผู้สอนต้องออกแบบการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันในกิจกรรมการเรียนรู้

(2) รูปแบบการเรียนฯ แบ่งออกเป็น 6 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) เป้าหมายการเรียนรู้ 2) บทบาทของผู้สอน 3) บทบาทของผู้เรียน 4) กิจกรรมการเรียนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน 5) คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน และ 6) การประเมินผล และ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การเลือกปรากฏการณ์ด้วยเครื่องมือแบ่งปันวิดีโอออนไลน์ 2) การทำงานร่วมกับทีมด้วยเครื่องมือไวท์บอร์ดแบบมีปฏิสัมพันธ์ 3) การรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือเอกสารสำหรับการทำงานร่วมกันออนไลน์ และ 4) การสร้างงานนำเสนอด้วยเครื่องมือสร้างงานนำเสนอร่วมกันออนไลน์

(3) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารจากการประเมินในครั้งที่ 1 3 และ 5 พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งผู้เรียนมีความคิดเห็นว่ารูปแบบการเรียนฯ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา	เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2566	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6480101027 : MAJOR EDUCATIONAL TECHNOLOGY AND COMMUNICATIONS
KEYWORD: Mobile computer-supported collaborative learning, Phenomenon-based learning, Scientific competencies, Pre-cadet students

Chosita Kedtip : A MOBILE COMPUTER-SUPPORTED COLLABORATIVE LEARNING MODEL USING PHENOMENON-BASED LEARNING TO ENHANCE PRE-CADET STUDENTS' SCIENTIFIC COMPETENCIES. Advisor: Assoc.Prof. Dr. PRAKOB KORANEEKIJ, Ph.D

The purpose of this research was (1) to explore the needs assessment related to mobile computer-supported collaborative learning using phenomenon-based learning, (2) to develop a mobile computer-supported collaborative learning model using phenomenon-based learning, and (3) to study the results of a mobile computer-supported collaborative learning model using phenomenon-based learning to enhance Pre-cadet students' scientific competencies. The samples were 339 Pre-cadet students used in exploring the needs assessment, and 33 Pre-cadet students used in the experiment. The research instruments include 1) a questionnaire of needs assessment, 2) a learning model, 3) an opinion interview form, 4) a learning model evaluation form, 5) a mobile computer-supported collaborative learning, 6) lesson plans, 7) scientific competencies assessments, 8) a scientific competencies rubric, 9) attitude towards science assessments, and 10) a questionnaire of student’s satisfaction. The experiment period lasted for 5 weeks. The data were analyzed using 1) mean and standard deviation, 2) modified priority needs index, 3) dependent Samples t-test, and 4) one-way ANOVA with repeated measures.

The research results found that: (1) The needs assessment finds that students need to use mobile computers, along with various educational software during their learning. Therefore, the instructor must design learning so that students can use computer-supported collaborative learning in learning activities. (2) A mobile computer-supported collaborative learning model using phenomenon-based learning consisted of 6 components: 1) learning goals, 2) the role of instructor, 3) the role of learner, 4) phenomenon-based activities, 5) mobile computer-supported collaborative learning, and 6) evaluation. There were 4 learning steps as follows: 1) choose the phenomenon by using an online video-sharing tool, 2) collaborate with the team by using an interactive whiteboard tool, 3) collect the information by using document tools for online collaboration, and 4) create a presentation by using an online collaborative presentation creation tool. (3)The scientific competencies of Pre-cadet students from the 1st, 3rd, and 5th assessments had a statistically significant difference at the .05 level and the attitude towards science of Pre-cadet students on the post-test was higher than on the pre-test at the .05 level of significance. Also, the student’s satisfaction with the learning model was found to be at the highest level.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study:	Educational Technology and Communications	Student's Signature .....
Academic Year:	2023	Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีก็เป็นผลจากความช่วยเหลือและความอนุเคราะห์จากสถาบันและบุคคลต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ขอกราบขอบพระคุณความเมตตากรุณาและเอาใจใส่อย่างดีจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่คอยเสียสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษา ชี้แนะ รวมไปถึงกระตุ้นให้เกิดแรงบันดาลใจในการทำงานแก่ผู้วิจัยเสมอมา รวมไปอีกทั้งให้ความรู้และประสบการณ์ในการทำวิทยานิพนธ์ ทำให้ผู้วิจัยมีกำลังใจในการทำงาน และผ่านพ้นอุปสรรคต่าง ๆ มาได้ตลอด

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม ประธานสอบวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แจ่มจันทร์ ศรีอรุณรัศมี คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลาช่วยตรวจสอบ และชี้แนะประเด็นต่าง ๆ พร้อมให้คำแนะนำอันมีคุณค่าในการปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีการและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้ผู้วิจัยมีความรู้ ทักษะ และเจตคติ ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้การทำวิทยานิพนธ์ โดยเฉพาะการออกแบบการเรียนการสอน การใช้เทคโนโลยีกับการศึกษา การพัฒนาและออกแบบสื่อระเบียบวิธีวิจัย และสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งให้ความช่วยเหลือตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าที่ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อแก้ไขปรับปรุงเครื่องมือวิจัยต่าง ๆ ในทุกระยะการวิจัย ทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์และเครื่องมือวิจัยที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้บัญชาการและคณะครูอาจารย์โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ทุกท่าน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลการวิจัย รวมถึงนักเรียนเตรียมทหาร รุ่นที่ 65 และรุ่นที่ 66 สำหรับความร่วมมือในการทดลองและเก็บข้อมูลการทดลอง ซึ่งเป็นไปด้วยความเรียบร้อย

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ผู้เป็นแหล่งทุนอันสำคัญที่สุด และพี่เดียร์ที่เป็นทั้งผู้คอยให้กำลังใจ สอบถาม และบังคับให้ผู้วิจัยทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จนกระทั่งผู้วิจัยสำเร็จการศึกษาได้

โชษิตา เกตุทิพย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

คำถามการวิจัย 6

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 6

ขอบเขตของการวิจัย 6

สมมติฐานของการวิจัย 7

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 7

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 9

กรอบแนวคิดการวิจัย 10

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน 12

1.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์พกพา 12

1.2 ลักษณะการใช้งานของคอมพิวเตอร์พกพากับการศึกษา 14

1.3 ความหมายของการเรียนรู้ร่วมกัน 15

1.4 แนวทางการสอนของการเรียนรู้ร่วมกัน 16

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.5 ความหมายของคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน 17
1.6 องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน 18
1.7 ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน 21
1.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน 22
ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน 26
2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน 26
2.2 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน 27
2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน 28
2.4 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน 30
2.5 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน 33
2.6 กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน 34
2.7 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน 37
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน 39
ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 42
3.1 ความหมายของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ 42
3.2 กรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ 43
3.3 องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 48
3.4 รูปแบบการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 49
3.5 แนวทางการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 64
3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 68
ตอนที่ 4 โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ 70
4.1 ปณิธานของโรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ 70
4.3 ภารกิจของโรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ 70

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.4 เป้าหมายของโรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ 70
4.5 หลักสูตรของโรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ.....71
4.6 หลักสูตรของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....73
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....78
การวิจัยระยะที่ 1 การศึกษาสภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร.....78
ประชากรและตัวอย่าง.....78
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....79
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....80
การวิเคราะห์ข้อมูล.....80
การวิจัยระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร.....81
ขั้นตอนการวิจัย.....81
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....82
การวิเคราะห์ข้อมูล.....83
การวิจัยระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร.....83
ประชากรและตัวอย่าง.....84
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....84
วิธีการดำเนินการวิจัย.....92
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....93
การวิเคราะห์ข้อมูล.....93

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล....94
ระยะที่ 1 ผลการศึกษาสภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร....94
ระยะที่ 2 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร....102
ระยะที่ 3 ผลการศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร 114
บทที่ 5 ผลการวิจัย....124
ตอนที่ 1 บทนำ....125
ตอนที่ 2 รูปแบบ....129
ตอนที่ 3 การนำเสนอรูปแบบ....136
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ....137
สรุปผลการวิจัย....137
ระยะที่ 1 ผลการศึกษาสภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร....137
ระยะที่ 2 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร....138
ระยะที่ 3 ผลการศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร 139
อภิปรายผล....140
ข้อเสนอแนะ....152
บรรณานุกรม....154
ภาคผนวก....170

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ 171
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 1 174
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 2 179
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 3 184
ประวัติผู้เขียน 238

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน 21

ตารางที่ 2 การสังเคราะห์ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน.....30

ตารางที่ 3 การสังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน 34

ตารางที่ 4 การสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน 41

ตารางที่ 5 ตัวอย่างบริบทในกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ใน PISA 2018.....44

ตารางที่ 6 ตัวอย่างคำถามของข้อสอบเขียนตอบ 51

ตารางที่ 7 ตัวอย่างคำถามของแบบวัดภาคปฏิบัติ 52

ตารางที่ 8 เครื่องมือการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ 53

ตารางที่ 9 เกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 6 ระดับ 54

ตารางที่ 10 เกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 4 ระดับ.....62

ตารางที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ นตท.....86

ตารางที่ 12 รายละเอียดข้อคำถามของแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ นตท. 88

ตารางที่ 13 เกณฑ์การแปลความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 90

ตารางที่ 14 แผนการดำเนินการวิจัย 92

ตารางที่ 15 ระดับชั้นปีที่กำลังศึกษาของ นตท. 95

ตารางที่ 16 ความถี่ของการใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการเรียนเฉลี่ยต่อวันของ นตท. 95

ตารางที่ 17 ประเภทของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาที่ใช้ในทางการเรียนของ นตท. 96

ตารางที่ 18 ระบบปฏิบัติการของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาที่ใช้ในทางการเรียนของ นตท.....96

ตารางที่ 19 ความสามารถในการใช้งานซอฟต์แวร์ร่วมกันทางการศึกษาของ นตท. 96

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 20 สภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร 98

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์การประเมินรับรองรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ เกี่ยวกับองค์ประกอบ 106

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์การประเมินรับรองรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ เกี่ยวกับขั้นตอนการจัดการเรียน 107

ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์การประเมินรับรองรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ เกี่ยวกับการใช้งานของรูปแบบการเรียน.....108

ตารางที่ 24 ข้อมูลเบื้องต้นของตัวอย่าง.....115

ตารางที่ 25 การเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ นตท.....116

ตารางที่ 26 การเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ นตท. (โดยรวม).....117

ตารางที่ 27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ.....118

ตารางที่ 28 ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน 120

ตารางที่ 29 ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน (โดยรวม)...122

ตารางที่ 30 ความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนฯ.....122

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ความแตกต่างระหว่าง สมาร์ตโฟน แฟบเล็ต และแท็บเล็ต 14

ภาพที่ 2 องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน 19

ภาพที่ 3 กรอบทฤษฎีกิจกรรมของการเรียนรู้ผ่านคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน.....20

ภาพที่ 4 กรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ใน PISA 2018 (OECD, 2019) 44

ภาพที่ 5 ความสามารถในการใช้งานซอฟต์แวร์ร่วมกันทางการศึกษาของ นตท. (โดยรวม).....97

ภาพที่ 6 ค่าเฉลี่ยของสภาพจริงที่เป็นอยู่และสภาพที่ควรจะเป็นในการใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ 100

ภาพที่ 7 ค่าดัชนีความต้องการจำเป็นของการใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ 100

ภาพที่ 8 ร่างรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร 103

ภาพที่ 9 รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร.....109

ภาพที่ 10 แพลตฟอร์ม Microsoft Team 112

ภาพที่ 11 ขั้นตอนการเรียนในแพลตฟอร์ม Microsoft Team ของแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้.....113

ภาพที่ 12 คะแนนเฉลี่ยของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ นตท. 117

ภาพที่ 13 คะแนนเฉลี่ยของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ นตท. (โดยรวม) 118

ภาพที่ 14 ค่าเฉลี่ยของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน.....121

ภาพที่ 15 รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ นตท. 129

ภาพที่ 16 แพลตฟอร์ม Microsoft Team และกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอน.....132

ภาพที่ 17 การใช้เครื่องมือแบ่งปันวิดีโอออนไลน์ 133

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 18 การใช้เครื่องมือไวท์บอร์ดแบบมีปฏิสัมพันธ์ 134
ภาพที่ 19 การใช้เครื่องมือเอกสารสำหรับการทำงานร่วมกันออนไลน์ 135
ภาพที่ 20 การใช้เครื่องมือสร้างงานนำเสนอร่วมกันออนไลน์.....135

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศส่งผลกระทบอย่างกว้างขวางต่อทุกด้านในการดำรงชีวิตของมนุษย์ อันนำไปสู่การปฏิวัติเป็นยุคอุตสาหกรรม 4.0 (Ellahi et al., 2019; Shatrevich and Strautmane, 2015) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนจากการใช้แรงงานมนุษย์เป็นการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีดิจิทัลมากขึ้น (Shahroom and Hussin, 2018) นอกจากนี้ยังเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศที่อาศัยความร่วมมือในทุกภาคส่วน ทั้งในภาครัฐและเอกชน เช่น ภาคอุตสาหกรรม สถานประกอบการและสถานศึกษา เป็นต้น โดยเฉพาะสถานศึกษาที่ยังคงมีระบบการศึกษาที่ไม่สามารถผลิตกำลังคนที่มีทักษะตรงกับตามความต้องการของสถานประกอบการ ทำให้สถานประกอบการประสบปัญหาการขาดแคลนกำลังคนที่ความรู้ความสามารถ สมรรถนะและทักษะเฉพาะด้าน สถานศึกษาจำเป็นต้องปรับปรุงแนวทาง เนื้อหา และวิธีการสอนที่ต้องมุ่งพัฒนาประชากรให้มีทั้งความรู้ ทัศนคติและทักษะต่าง ๆ เพื่อพร้อมในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงในการดำรงชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ และตอบสนองความต้องการในอนาคตที่กำลังเกิดขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดการปฏิวัติการศึกษาเป็นยุคการศึกษา 4.0 ด้วยเช่นกัน (Bujang et al., 2020; Hussin, 2018) อันส่งผลให้การศึกษาในห้องเรียนแบบดั้งเดิมจะต้องปรับเปลี่ยนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกรูปแบบ ทั้งการเรียนรู้เพื่อยังชีพ การเรียนทางไกล การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ การเรียนรู้แบบบูรณาการสหวิชาการและการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Qureshi et al., 2021) ร่วมกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ที่เป็นส่วนหนึ่งในการกระตุ้นความอยากรู้และช่วยส่งเสริมกระบวนการการเรียนรู้ของผู้เรียน เช่น 3D Printing, Augmented Reality, Virtual reality, Cloud computing, hologram, Biometrics, Multi-touch LCD screen, Internet of things, Artificial intelligence และ QR code เป็นต้น (Butt, 2020; Halili, 2019) ซึ่งการศึกษาในยุคนี้จะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นนักคิด นักสร้างสรรค์ผลงานนวัตกรรม นักวิจัยพัฒนาสิ่งแปลกใหม่ และเสริมสร้างผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถ สมรรถนะ หรือทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและสอดคล้องกับแนวคิดประเทศไทย 4.0 (ธนภัทร จันทร์เจริญ, 2562)

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies) เป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่ออัตราการเติบโตของประเทศในด้านการพัฒนาเศรษฐกิจ อุตสาหกรรมและสังคม และเป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการตัดสินใจอย่างเป็นเหตุเป็นผล ความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและหาข้อสรุปจากหลักฐานที่ปรากฏโดยเชื่อมโยงประเด็นสิ่งต่าง ๆ เข้ากับวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

และเทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม (จตุรภัทร มาศโสภา และคณะ, 2565; Jufrida et al., 2019; Techakosit and Wannapiroon, 2015; Zuhra et al., 2021) ตลอดจนสร้างสรรค์ผลงานทางวิทยาศาสตร์ที่มีประโยชน์ ซึ่งองค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (The Organization for Economic Co-operation and Development: OECD) ได้ริเริ่มโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programmed for International Student Assessment: PISA) เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาในการเตรียมความพร้อมให้เยาวชนหรือผู้เรียนมีศักยภาพในการขยายความรู้ ความสามารถ และทักษะต่าง ๆ ไปใช้ในชีวิตจริงนอกห้องเรียนหรือสถานการณ์ใหม่ ๆ ไม่เพียงแค่ประเมินการเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน (ชนิฐฆ์ศรา เทพจันตา, 2557; She et al., 2018) โดยกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ PISA ในปี 2018 ได้ระบุสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies) ไว้ 3 ประการสำคัญ ดังนี้ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain phenomena scientifically) 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and design scientific enquiry) และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret data and evidence scientifically) (OECD, 2019) จากผลการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ PISA ในปี 2018 ของประเทศไทยพบว่า นักเรียนมีคะแนนวิทยาศาสตร์ 426 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (ค่าเฉลี่ย OECD 489 คะแนน) และจัดอยู่ในอันดับที่ 55 จากประเทศที่เข้าร่วมโครงการประเมินนี้ทั้งหมด 79 ประเทศ และนักเรียนไทยเกือบครึ่ง (คิดเป็นร้อยละ 44) ได้ระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไม่ถึงระดับ 2 ซึ่ง PISA ถือว่าเป็นผู้ที่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ต่ำ (สสวท., 2564) นอกจากนั้นผลการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ PISA ในปี 2022 ของประเทศไทยยังพบว่า นักเรียนมีคะแนนวิทยาศาสตร์ 409 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (ค่าเฉลี่ย OECD 485 คะแนน) เช่นกัน (สสวท., 2566) เมื่อเทียบกับ PISA ในปี 2018 ค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD ในการรู้วิทยาศาสตร์ถือว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางสถิติ ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนไทยมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ประการที่ยังไม่เพียงพอต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงการทำงานและการแข่งขันในอนาคตได้ ซึ่งทำให้เกิดข้อจำกัดในการใช้วิทยาศาสตร์ในสถานการณ์หรือบริบทจริง นอกจากนี้ยังสะท้อนถึงความก้าวหน้า คุณภาพและความเสมอภาคทางด้านการศึกษาของประเทศเทียบกับนานาชาติยังคงไม่เป็นไปตามเป้าหมายตามแผนการศึกษาแห่งชาติที่คาดไว้ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนควรได้รับการปรับปรุงและพัฒนาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เป็นไปตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนด้านการศึกษาที่มีคุณภาพในเป้าหมายที่ 4 กล่าวถึง “การสร้างหลักประกันว่าทุกคนจะได้รับการศึกษาที่มีคุณภาพอย่างครอบคลุมและเท่าเทียม และส่งเสริมโอกาสในการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Ensure inclusive and equitable quality education and promote lifelong learning opportunities for all)” (UNESCO, 2017)

การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันพบว่า รูปแบบการสอนยังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์ไม่มากเท่าที่ควร ขาดการส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหานอกห้องเรียน ไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีการกำหนดปัญหาเพื่อที่จะสำรวจตรวจสอบและหาคำตอบ แต่จะเป็นการมุ่งเน้นให้ท่องจำ ทดสอบความรู้เฉพาะในตำรา และบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในเชิงเนื้อหาเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ทำให้ผู้เรียนขาดความพร้อมสำหรับการใช้ชีวิตและการทำงานที่ซับซ้อนขึ้นหลังจากสำเร็จการศึกษา (ณพัฐอร บัวฉุน และคณะ, 2559; พีรวัฒน์ เพชรสุริยา และคณะ, 2563; ประพรรธน์ พละชีวะ และคณะ, 2560; Villarroel et al., 2020) และไม่เพียงพอที่จะสามารถพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในแนวคิดสำคัญทางวิทยาศาสตร์โดยการนำสิ่งที่ปรากฏหรือสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวตามธรรมชาติ มาจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ประสบการณ์การเรียนรู้ในการสร้างคำอธิบาย การตั้งคำถาม การระบุข้อสันนิษฐาน การออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ การแปลผลข้อมูลและการลงข้อสรุปเกี่ยวกับประเด็นที่เกิดขึ้นได้อย่างสมเหตุสมผลและเชื่อถือได้ในทางวิทยาศาสตร์ รวมจากการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-based learning) เป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาและใช้ในระบบการศึกษาของประเทศฟินแลนด์ เมื่อปี ค.ศ. 2016 โดยที่ผู้เรียนเรียนรู้แนวคิดจากสภาพแวดล้อมหรือบริบทจริงผ่านการสังเกต สำรวจและลงมือปฏิบัติร่วมกับการเชื่อมโยงเข้ากับความรู้เดิมเพื่อให้ได้แนวคิดใหม่ที่สมบูรณ์และสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ต่อได้ (GÜNERİ and ARSLAN, 2020; Santhalia and Yuliati, 2021) ซึ่งบทบาทของผู้เรียนจะได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมเชิงปฏิบัติที่มุ่งสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล ตั้งคำถามหรือระบุประเด็นปัญหา เสนอแนวทางการหาคำตอบหรือแก้ปัญหา และลงข้อสรุปเป็นหลัก (Valanne et al., 2017) จากงานวิจัยของ ชลาธิป สมาหิโต (2564) พบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานสามารถเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการตั้งคำถามและได้รับความรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง และเชื่อมโยงชีวิตจริงกับสาระบทเรียน ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) กล่าวว่า วิธีการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยการนำประสบการณ์เดิมมาเชื่อมโยงให้เกิดประสบการณ์ใหม่ได้อย่างต่อเนื่อง เกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (Amineh and Asl, 2015; Sudzina, 1997) ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงคาดการณ์ว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานจะสามารถส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ประการของผู้เรียนได้

การเรียนรู้ร่วมกันเป็นการจัดการศึกษาที่ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการทำงานร่วมกันเพื่อนำไปสู่เป้าหมาย ความสำเร็จร่วมกันและเห็นคุณค่าของผลงานที่พัฒนาขึ้นจากสมาชิกในกลุ่มและยัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เป็นหนึ่งในแนวทางการจัดการศึกษาสำหรับศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะทั้ง 7 ด้าน ได้แก่ ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) ด้านการสื่อสาร สารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ (Communications, Information and Media Literacy) ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ (Collaboration, Teamwork and Leadership) ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Computing and ICT Literacy) ด้านการทำงาน การเรียนรู้และการพึ่งตนเอง (Career and Learning Self-Reliance) และด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรมต่างกระบวนทัศน์ (Cross-Cultural Understanding) อีกทั้งปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศกำลังเข้ามามีบทบาทในการนำมาประยุกต์ใช้จัดการเรียนการสอนอย่างแพร่หลายมากขึ้น เช่น คอมพิวเตอร์พกพา แอปพลิเคชัน สื่อมัลติมีเดีย และเครือข่ายสังคมออนไลน์ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้เป็นตัวกลางที่สามารถทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน สร้างการทำงานร่วมกัน การแบ่งปันความรู้ การอำนวยความสะดวกในการสื่อสาร การโต้ตอบและแสดงความคิดเห็นต่าง ๆ เพื่อหาข้อสรุปหรือแนวทางในการแก้ปัญหาและสร้างสรรค์องค์ความรู้ใหม่ และยังช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และทักษะต่าง ๆ ของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น เช่น งานวิจัยของ Hanisi et al. (2018) แสดงให้เห็นว่า การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของโทรศัพท์มือถือร่วมกับการศึกษา โดยการใช้แอปพลิเคชัน WhatsApp สื่อสารกันร่วมกันเป็นภาษาอังกฤษในห้องเรียนภาษา ช่วยให้เกิดความง่าย สนุกและมีประโยชน์ นอกจากนี้ผู้เรียนยังมีความรู้สึกเชิงบวกและความตั้งใจในการเรียนรู้อีกด้วย ส่วนงานวิจัยของ Huang et al. (2020) ได้นำการเสนอการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้ Google Doc เพื่อสำรวจผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ของหลักสูตรประถมศึกษาพบว่า แนวทางการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้ Google Doc ช่วยปรับปรุงผลการเรียนรู้ เพิ่มความสนใจในการเรียนการสอนและความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหา นอกจากนี้แนวทางการเรียนรู้ร่วมกันผ่านมือถือยังมีประสิทธิภาพมากกว่าการเรียนรู้ส่วนบุคคล และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bringula and Atienza (2023) ได้ทำการตรวจสอบเอกสารตีพิมพ์เกี่ยวกับรูปแบบคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน ระหว่างปี พ.ศ.2550 ถึง 2564 ได้เอกสารการวิจัย 28 ฉบับ เผยให้เห็นว่าสามารถช่วยพัฒนาทักษะทางสังคม ทัศนคติ และความสามารถทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ส่วนข้อจำกัดการใช้งานที่พบคือ ความไม่คุ้นเคยในการใช้อุปกรณ์และการไม่สามารถติดตามกิจกรรมของผู้เรียน

โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ เป็นสถาบันการศึกษาทางทหารที่มีวิสัยทัศน์ของโรงเรียนเพื่อมุ่งเน้นในการผลิตนักเรียนเตรียมทหารให้มีความเป็นความเป็นผู้นำและเป็นเลิศทางวิชาการในระดับมัธยมศึกษาชั้นนำของประเทศและอาเซียน มุ่งสู่การเป็น DIGITAL AFAPS ภายใน พ.ศ.2565 และ SMART AFAPS ภายใน พ.ศ.2580 นอกจากนี้หลักสูตรโรงเรียนเตรียมทหาร

ยังมุ่งพัฒนาศักยภาพของนักเรียนเตรียมทหาร ให้มีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานการเรียนรู้และเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร, ความสามารถในการคิด, ความสามารถในการแก้ปัญหา, ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (โรงเรียนเตรียมทหาร, 2563) รวมไปถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนเตรียมทหารพึงมี ซึ่งถือว่าเป็นสมรรถนะเฉพาะทางที่เน้นการประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน การคิดเป็นเหตุเป็นผล การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ การแก้ปัญหาหรืออุปสรรคต่าง ๆ ในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีความจำเป็นขั้นพื้นฐานสำหรับการเตรียมความพร้อมเป็นพลเมืองของชาติในอนาคต การประกอบอาชีพ การดำรงชีวิตในสังคมโลกแห่งศตวรรษที่ 21 และการนำไปใช้ศึกษาต่อได้อย่างมีคุณภาพในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ณ โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า โรงเรียนนายเรือ โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช และโรงเรียนนายร้อยตำรวจ อันนำไปสู่การสร้างคุณประโยชน์ที่ดีงามให้กับสังคมและประเทศชาติต่อไป อีกทั้งโรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ ยังมีแผนการนำหลักสูตรฐานสมรรถนะ (Competency Based Curriculum) มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบไปด้วย 1) การจัดการตนเอง (Self-management) 2) การคิดขั้นสูง (Higher Order thinking) 3) การสื่อสาร (Communication) 4) การรวมพลังทำงานเป็นทีม(Teamwork collaboration) 5) การเป็นพลเมืองที่เข้มแข็ง (Civic literacy) และ 6) การอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน (Sustainable coexistence with nature and science) ภายใต้การจัดการเรียนการสอนในรูปแบบ K S A (Knowledge Skills Attitude) อีกด้วย อีกทั้งแล้วยังมีนโยบายที่ให้ความสำคัญเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับผู้เรียนและผู้เรียนกับผู้เรียน เน้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ได้จริงในการประกอบอาชีพทหาร-ตำรวจในอนาคตได้ โดยการให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและหาคำตอบด้วยตนเอง โดยมีครูผู้สอนเป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษา แนะนำ และอำนวยความสะดวกเท่านั้น นอกจากนั้นแล้วโรงเรียนเหล่าทัพและโรงเรียนนายร้อยตำรวจยังมีความต้องการให้ผู้เรียนที่กำลังจะเข้ามาศึกษาสามารถใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์รอบตัวต่าง ๆ สามารถใช้การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ และมีการใช้หลักฐานมาลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้ ทำให้ครูผู้สอนจำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบการจัดเรียนการสอน ทั้งในส่วนของเทคนิคการสอน รูปแบบการสอน เทคโนโลยีสนับสนุนการเรียนรู้ และการประเมินผลให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จากความสำคัญและสภาพปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความมุ่งหมายที่จะส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อยกระดับคุณภาพการเรียนรู้ให้มีประสิทธิผลที่ดียิ่งขึ้น

คำถามการวิจัย

1. สภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร เป็นอย่างไร

2. รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร มีองค์ประกอบและขั้นตอนอะไรบ้าง

3. เมื่อทดลองใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน สามารถส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ได้หรือไม่อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

2. เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

3. เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร คือ นักเรียนเตรียมทหารที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสถาบันวิชาการป้องกันประเทศ กองบัญชาการกองทัพไทย ปีการศึกษา 2566 จำนวน 48 ห้อง รวมทั้งสิ้น 1,600 คน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 1 คือ นักเรียนเตรียมทหารที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสถาบันวิชาการป้องกันประเทศ กองบัญชาการกองทัพไทย ปีการศึกษา 2566 โดยใช้การสุ่มตัวอย่างจากวิธีจับสลากห้องเรียน 11 ห้อง จาก 48 ห้อง รวมทั้งสิ้น 339 คน

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 3 คือ นักเรียนเตรียมทหารที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสถาบันวิชาการป้องกันประเทศ กองบัญชาการกองทัพไทย ปีการศึกษา 2566 โดยใช้การสุ่มตัวอย่างจากวิธีจับสลากห้องเรียน 1 ห้อง จาก 48 ห้อง รวมทั้งสิ้น 33 คน

3. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ตัวแปรต้น คือ รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

3.2 ตัวแปรตาม คือ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

4. เนื้อหา

เนื้อหาที่สอนมาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาเพิ่มเติม (เคมี) ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนเตรียมทหารที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานของนักเรียนเตรียมทหาร จะมีคะแนนเฉลี่ยของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จากการประเมินในครั้งที่ 1 3 และ 5 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนเฉลี่ยของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน เป็นการเรียนรู้ที่ใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา ได้แก่ สมาร์ตโฟน โน้ตบุ๊ก และแท็บเล็ต ร่วมกับโปรแกรมที่สนับสนุนการทำงานเป็นกลุ่ม (Groupware) และมีการแบ่งกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และอภิปรายร่วมกัน เพิ่มการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้และปรับปรุงประสิทธิภาพการเรียนรู้ รวมถึงสนับสนุนการทำงานร่วมกันได้ทุกที่ทุกเวลา ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันในทุกขั้นของการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ เครื่องมือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบ่งปันวิดีโอออนไลน์ เครื่องมือไวท์บอร์ดแบบมีปฏิสัมพันธ์ เครื่องมือเอกสารสำหรับการทำงานร่วมกันออนไลน์ และเครื่องมือสร้างงานนำเสนอร่วมกันออนไลน์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เป็นการเรียนรู้จากปรากฏการณ์จริงตามธรรมชาติที่เกิดขึ้นในอดีต ปัจจุบัน หรือปรากฏการณ์ที่มีแนวโน้มว่าจะเกิดขึ้น โดยใช้วิธีการสังเกต รวบรวมประสบการณ์ความรู้และใช้เหตุผลเชิงตรรกะ เพื่อแก้ปัญหาหรือให้ได้มาซึ่งคำตอบของปรากฏการณ์นั้น ทำให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้หรือแนวคิดใหม่ได้ด้วยตนเอง ซึ่งมีขั้นของการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเลือกปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับบริบทโลก ปัญหาหรือเหตุการณ์ในชีวิตจริงที่ใกล้ตัวหรือมีความสำคัญต่อชีวิตของผู้เรียน อาจเกิดขึ้นในอดีต ปัจจุบัน หรือเป็นปรากฏการณ์ที่มีแนวโน้มว่าจะเกิดขึ้น

ขั้นที่ 2 การทำงานร่วมกับทีมโดยผู้เรียนทำการศึกษา ค้นคว้าหาข้อมูล แสดงความคิดเห็นและหารือร่วมกับผู้อื่นในการวางแผนทำงานเพื่อหาคำตอบร่วมกัน

ขั้นที่ 3 การรวบรวมข้อมูลแล้วนำไปสร้างคำอธิบายของคำตอบจากบทสนทนาภายในกลุ่ม และตัดสินใจเลือกคำตอบที่ดีที่สุด

ขั้นที่ 4 การสร้างงานนำเสนอแนวคิด แนวทางการแก้ปัญหา หรือความรู้ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างผลงานแก่ผู้อื่น และประเมินผลงานของตนเองจากคำแนะนำหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติมหลังจากการนำเสนอผลงาน

รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เป็นรูปแบบที่ผสมผสานระหว่างคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ซึ่งมีขั้นของการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเลือกปรากฏการณ์ด้วยเครื่องมือแบ่งปันวิดีโอออนไลน์

ขั้นที่ 2 การทำงานร่วมกับทีมด้วยเครื่องมือไวท์บอร์ดแบบมีปฏิสัมพันธ์

ขั้นที่ 3 การรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือเอกสารสำหรับการทำงานร่วมกันออนไลน์

ขั้นที่ 4 การสร้างงานนำเสนอด้วยเครื่องมือสร้างงานนำเสนอร่วมกันออนไลน์

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เป็นสมรรถนะสำคัญที่ผู้เรียนสามารถนำประสบการณ์ความรู้หรือแนวคิดจากวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ และตัดสินใจในชีวิตประจำวัน ตลอดจนสร้างสรรค์ผลงานทางวิทยาศาสตร์ สามารถสังเกตและประเมินได้จากผลงานเชิงประจักษ์ โดยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ประการ ดังนี้ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงคุณลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้ 1) ความสนใจในวิทยาศาสตร์ 2) การเห็นคุณค่าของ

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ และ 3) ความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวัดเป็นแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะของข้อคำถามทั้งในแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบเลือกตอบเชิงซ้อน และแบบเขียนตอบ และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท 5 ระดับ ตามลำดับ

นักเรียนเตรียมทหาร (นตท.) เป็นบุคคลพลเรือนผู้ที่สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการหรือเทียบเท่า ที่มีอายุระหว่าง 16 - 18 ปี โดยผ่านการสอบคัดเลือกจำนวนสองรอบ รอบแรกจะเป็นในส่วนของภาควิชาการ ได้แก่ วิชาภาษาอังกฤษ วิชาคณิตศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาภาษาไทย และวิชาสังคมศึกษา เมื่อผ่านการทดสอบรอบแรกแล้วจะต้องผ่านการทดสอบรอบที่สองคือ ด้านการทดสอบสมรรถภาพทางกาย และเข้ามาศึกษาต่อ ณ โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศอีก 2 ชั้นปี โดยเป็นหลักสูตรแนวเดียวกับหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย และเน้นกลุ่มวิชาซึ่งจะเป็นพื้นฐานความรู้ในการศึกษาต่อสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และรัฐศาสตร์ ในโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า โรงเรียนนายเรือ โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราชและโรงเรียนนายร้อยตำรวจ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

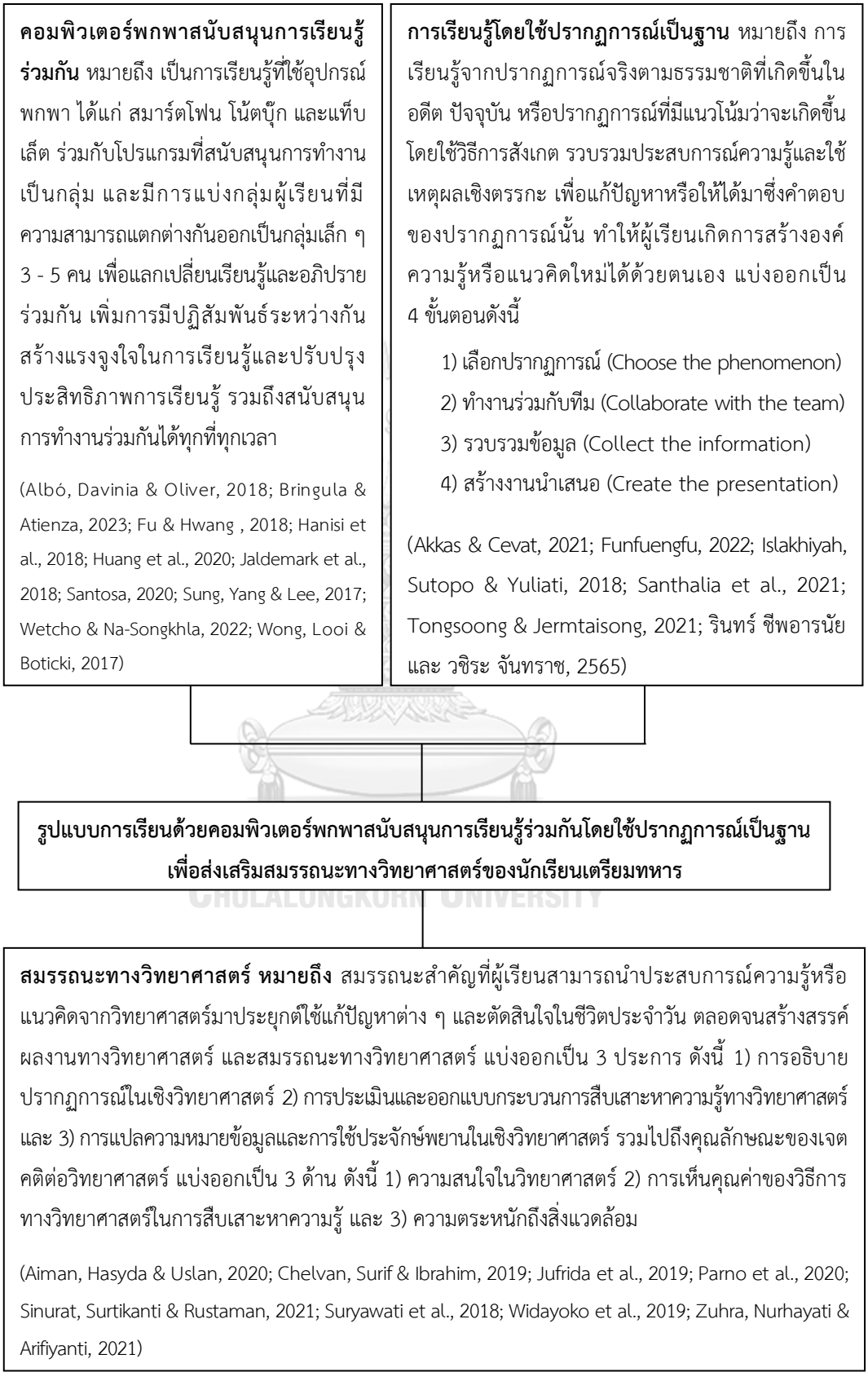
1. ได้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

2. ได้แนวทางของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อนำไปปรับใช้ในเรียนการสอนและการพัฒนาผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาให้เกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

3. ได้องค์ความรู้ด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาในศตวรรษที่ 21

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กรอบแนวคิดการวิจัย



บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง “รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร” ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยมีรายละเอียดแยกเป็นหัวข้อต่อไปนี้

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน (Mobile computer-supported collaborative learning: mCSCL)

1.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์พกพา

1.2 ลักษณะการใช้งานของคอมพิวเตอร์พกพากับการศึกษา

1.3 ความหมายของการเรียนรู้ร่วมกัน

1.4 แนวทางการสอนของการเรียนรู้ร่วมกัน

1.5 ความหมายของคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน

1.6 องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน

1.7 ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน

1.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน

ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-based Learning)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

2.2 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

2.3 แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

2.4 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

2.5 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

2.6 กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

2.7 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies)

3.1 ความหมายของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

3.2 กรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

3.3 องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

3.4 รูปแบบการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

3.5 แนวทางการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 4 โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ (Armed Forces Academies Preparatory School)

4.1 ปณิธานของโรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

4.2 วิสัยทัศน์ของโรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

4.3 ภารกิจของโรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

4.4 เป้าหมายของโรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

4.5 หลักสูตรของโรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

4.6 หลักสูตรของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน

1.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์พกพา

คอมพิวเตอร์พกพาเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หรือคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถพกพาเคลื่อนที่ไปในที่ต่าง ๆ ได้ง่าย (กอบเกียรติ สระอุบล, 2558) สามารถทำงานได้เสมือนคอมพิวเตอร์ทุกประการ ซึ่งภายในอุปกรณ์จะประกอบด้วย ฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) เช่น หน่วยความจำ หน่วยประมวลผล หน้าจอแสดงผล แป้นพิมพ์ที่ออกแบบมาเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน และโปรแกรมหรือชุดคำสั่งต่าง ๆ โดยสามารถแบ่งประเภทของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาได้ดังนี้ (ภัทรพล ตันตระกูล, 2561; Smiley, 2021)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- โน้ตบุ๊ก หรือ แล็ปท็อป หรือ คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (Notebook หรือ Laptop หรือ Computer Notebook) เป็นคอมพิวเตอร์แบบเคลื่อนที่ มีน้ำหนักเบา หน้าจอบาง ขนาดเล็กสามารถทำงานด้วยแบตเตอรี่ สามารถนำไปใช้งานได้ทุกที่ โดยจะมีส่วนหน้าจอร่วมกับส่วนแป้นพิมพ์สามารถพับเก็บได้

- แท็บเล็ต พีซี (Tablet PC หรือ Tablet Personal Computer) เป็นคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่สามารถพกพาและใช้หน้าจอสัมผัสในการทำงานได้ เป็นอุปกรณ์ไร้สายสำหรับการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและระบบเครือข่ายภายใน มีความแตกต่างจาก Laptops ตรงที่ไม่มีแป้นพิมพ์ในการใช้งาน แต่ใช้แป้นพิมพ์เสมือนจริงที่ปรากฏบนหน้าจอผ่านการใช้ปากกาดิจิตอล (Stylus) ในการ

สัมผัส เนื่องจากการกดและคำนวณตำแหน่งได้ดีกว่าการใช้มือ เรียกจอสัมผัสในลักษณะนี้ว่า "Resistive Touchscreen"

- แท็บเล็ต (Tablet Computer หรือ Tablet) เป็นคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้ขณะเคลื่อนที่ได้และใช้หน้าจอสัมผัสในการทำงานโดยการใช้นิ้วได้โดยตรงและพร้อมกันทีละหลายจุดได้ (Multi-touch) เรียกจอสัมผัสในลักษณะนี้ว่า "Capacitive Touchscreen" อีกทั้งมีความหมายครอบคลุมโน้ตบุ๊กแบบ convertible มีแป้นพิมพ์คีย์บอร์ดและหน้าจอแบบสัมผัสที่สามารถหมุนหรือสไลด์ได้ 360 องศา เช่น ไอแพด (iPad) เป็นต้น

- PDA (Personal Digital Assistant) เป็นคอมพิวเตอร์พกพาขนาดเล็กที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการจดบันทึก เก็บข้อมูล เตือนเวลานัดหมายหรือจัดการงานต่าง ๆ ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว รวมไปถึงสามารถของติดตั้งแอปพลิเคชันเพื่อให้ใช้งานในด้านอื่น ๆ ได้เหมาะสมกับความต้องการ เช่น เวลารอบโลก อัตราการแลกเปลี่ยนเงินตรา หนังสือพิมพ์ออนไลน์ บันทึกรายรับรายจ่าย ดูหนัง ฟังเพลงหรือเล่นเกม เป็นต้น แบ่งประเภทของ PDA ได้เป็น 2 แบบ ได้แก่ PDA ระบบปฏิบัติการที่ Palm OS เรียกว่า Palm และ PDA ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows Mobile เรียกว่า Pocket PC

- สมาร์ตโฟน (Smartphone) เป็นคอมพิวเตอร์พกพาที่ทำงานในลักษณะของโทรศัพท์เคลื่อนที่ รองรับการใช้งาน 3G, Wi-Fi, Bluetooth , Internet, Social Network, Youtube ฯลฯ โดยผู้ใช้งานสามารถติดตั้งโปรแกรมเสริมได้ โดยรูปแบบนั้นขึ้นอยู่กับแพลตฟอร์มของโทรศัพท์และระบบปฏิบัติการ เช่น ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ของ Google ระบบปฏิบัติการ iOS ของ Apple ระบบปฏิบัติการ Windows Phone ของ Microsoft ระบบปฏิบัติการ Symbian ของ Nokia ระบบปฏิบัติการ BlackBerry OS ของ RIM เป็นต้น

- แฟบเล็ต (Phablet) เป็นคอมพิวเตอร์พกพาที่ผสมผสานระหว่างสมาร์ตโฟนและแท็บเล็ต มีขนาดหน้าจออยู่ระหว่าง 5 - 7 นิ้ว ออกแบบมาเพื่อให้สามารถมีฟังก์ชันสำหรับทำงานระหว่างสมาร์ตโฟนกับแท็บเล็ต โดยแฟบเล็ตจะมีขนาดใหญ่กว่าสมาร์ตโฟนทั่วไป แต่จะเล็กกว่าแท็บเล็ตที่มีขนาดหน้าจอใหญ่กว่า ทำให้มีความสะดวกสบายในการพกพามากกว่าแท็บเล็ต เช่น สมาร์ตโฟนตระกูล Galaxy Note ของ Samsung หรือ Iphone 14 pro max เป็นต้น

ภาพที่ 1 ความแตกต่างระหว่าง สมาร์ตโฟน แฟบเล็ต และแท็บเล็ต

Noted. From *Smartphone, Tablet or Phablet? Which is the right device for you to read digitally*, by Sai Shyam, 2018 (https://www.linkedin.com/pulse/smartphone-tablet-phablet-which-right-device-you-read-sai-shyam-g).

1.2 ลักษณะการใช้งานของคอมพิวเตอร์พกพากับการศึกษา

จากคุณสมบัติของคอมพิวเตอร์พกพาทำให้ผู้ใช้งานสะดวกสบายในการพกพาติดตัวได้ตลอดเวลา รวมถึงใช้ทำงานได้อย่างอเนกประสงค์ รวมถึงสืบค้นข้อมูลหรือเนื้อหาที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว และเก็บบันทึกไว้อ้างอิงภายหลัง หรือส่งต่อให้ผู้อื่นได้ สามารถแบ่งลักษณะการใช้งานของคอมพิวเตอร์พกพาออกเป็น 5 ลักษณะได้ ดังนี้ (กอบเกียรติ สระอุบล, 2558)

- การเรียนรู้ส่วนบุคคล (Personalized learning) เป็นการใช้งานอย่างอิสระและกำกับการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนรู้สึกมีมีความเป็นส่วนตัวในการค้นหาข้อมูลหรือการดาวน์โหลดข้อมูลต่าง ๆ มาเก็บในอุปกรณ์ส่วนตัว
- การเรียนรู้แบบยืดหยุ่น (Flexible learning) ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงการเรียนรู้หรือเนื้อหาได้ทุกที่ทุกเวลาผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรือเปิดจากข้อมูลที่ดาวน์โหลดเก็บไว้ในเครื่องของผู้เรียนเอง
- สนับสนุนการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Life - long learning) เป็นปรัชญาที่มุ่งให้ผู้เรียนได้มีการเรียนรู้ตลอดชีวิต พัฒนาตนเองให้ก้าวทันกับสังคมและการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบันและอนาคต ซึ่งการใช้คอมพิวเตอร์พกพาจะช่วยให้เข้าถึงแหล่งความรู้ต่าง ๆ ในสังคม (Knowledge - based society) ได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น
- เรียนรู้อย่างสนุกสนาน (Fun) โดยการใช้คอมพิวเตอร์พกพากับการเรียนรู้ในลักษณะโต้ตอบ (Interactive) กับแอปพลิเคชัน หรือมัลติมีเดียต่าง ๆ ทำให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกสนาน เกิดแรงจูงใจและสนใจมากกว่าการใช้สื่อแบบเดิม ๆ เช่น หนังสือ เป็นต้น

- ประยุกต์ใช้กับวิธีการจัดการเรียนรู้ (Application of teaching methods) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของวิธีการจัดการเรียนรู้ เช่น การเรียนรู้แบบร่วมกัน (Collaborative learning) การเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended learning) การเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ (Interactive learning) และการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Problem - based learning) เป็นต้น ส่งผลให้ผู้เรียนได้ผลลัพธ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น

1.3 ความหมายของการเรียนรู้ร่วมกัน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ร่วมกันจากเอกสาร งานวิจัยต่าง ๆ และนักวิชาการทางการศึกษาได้ทำการศึกษาและวิจัยไว้ ดังนี้

Chuang (2015) ได้ให้ความหมายการเรียนรู้ร่วมกันไว้ว่าเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาและบรรลุเป้าหมายทางวิชาการไปพร้อมกับเพื่อนผ่านการสนทนากลุ่ม ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้น เข้าใจเนื้อหาได้เร็วขึ้น และมีส่วนร่วมในชั้นเรียนมากขึ้น

Yaslam and Iahad (2015) ได้ให้ความหมายการเรียนรู้ร่วมกันไว้ว่าเป็นวิธีการเรียนรู้ของกลุ่มเล็ก ๆ ที่ ทำงานร่วมกันเพื่อบรรลุเป้าหมายร่วมกัน ซึ่งการเรียนรู้ร่วมกันจะประสบความสำเร็จได้ต้องมีปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มสมาชิก พึ่งพาซึ่งกันและกันในเชิงบวก และมีความรับผิดชอบส่วนบุคคล

พรทิพย์ วงศ์สินอุดม (2558) ได้ให้ความหมายการเรียนรู้ร่วมกันไว้ว่าเป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำงานร่วมกันโดยสมาชิกในกลุ่มมีปฏิสัมพันธ์กัน ปรึกษาช่วยเหลือ แลกเปลี่ยน ประสบการณ์ ความรู้และความคิดเห็นระหว่างกัน เพื่อความสำเร็จของงานร่วมกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Fu and Hwang (2018) ได้ให้ความหมายการเรียนรู้ร่วมกันไว้ว่าเป็นวิธีการสอนที่ผู้เรียนรวมกลุ่มกันเรียนรู้และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ที่แน่นอน

Hanisi et al. (2018) ได้ให้ความหมายการเรียนรู้ร่วมกันไว้ว่าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มผู้เรียนที่เรียนรู้ร่วมกันเพื่อบรรลุภารกิจการแก้ปัญหาที่กำหนดเป็นกิจกรรมการเรียนรู้

Huang et al. (2020) ได้ให้ความหมายการเรียนรู้ร่วมกันไว้ว่าเป็นรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกที่เกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองและของสมาชิกของกลุ่มอื่น ๆ

จากความหมายสามารถสรุปได้ว่า การเรียนรู้ร่วมกัน หมายถึง รูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้สนทนาและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ช่วยเหลือ แลกเปลี่ยนการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน เพื่อบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ไปพร้อมกัน

1.4 แนวทางการสอนของการเรียนรู้ร่วมกัน

ในความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน ผู้สอนควรมีความรู้ในเนื้อหา ทักษะการสอนและให้สารสนเทศแก่ผู้เรียน ช่วยผู้เรียนในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับประสบการณ์ของผู้เรียนและการเรียนรู้ในวิชาใหม่ ๆ และแบ่งอำนาจให้กับผู้เรียน เช่น ให้ผู้เรียนเป็นผู้ตั้งเป้าหมายการเรียนรู้ของตนเอง ให้ทางเลือกกิจกรรมและมอบหมายงานที่เหมาะสมกับความสนใจและเป้าหมายของแต่ละบุคคล และสนับสนุนผู้เรียนในการประเมินการเรียนรู้ของตนเอง เป็นต้น นอกจากนี้ผู้สอนช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ของตนเอง แลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนร่วมชั้น ซึ่งการเรียนรู้ร่วมกันมีแนวทางการสอนต่าง ๆ ที่สามารถนำมาใช้ได้อยู่หลายแนวทาง ดังนี้ (พรทิพย์ วงศ์สินอุดม, 2558; Sung, Yang and Lee, 2017; Fu and Hwang, 2018)

- แบบทีมสัมฤทธิ์ (Student Team Achievement Divisions หรือ STAD) วิธีนี้ผู้เรียนจะเรียนเป็นกลุ่มย่อย 3 - 6 คน โดยสมาชิกมีความแตกต่างกันทางด้านความสามารถทางการเรียน คือ แบ่งกลุ่มผู้เรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนจะช่วยเหลือแลกเปลี่ยนเรียนรู้และแก้ปัญหาจากกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกัน
- แบบทีมแข่งขัน (Team Games Tournament หรือ TGT) วิธีนี้ให้ผู้เรียนเรียนรู้เป็นกลุ่ม ศึกษางาน ทำงาน ทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบต่าง ๆ ตามบทเรียน จากนั้นให้ผู้เรียนแยกเข้ากลุ่มแล้วแข่งกันตอบปัญหา
- แบบทีมรายบุคคล (Team Assisted Individualization หรือ TAI) วิธีนี้เน้นการเรียนรู้เป็นทีมเล็ก ๆ และให้เรียนเป็นรายบุคคลด้วย เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนได้พัฒนาตนเอง
- แบบทีมภาษา (Cooperative Integrated Reading and Composition) วิธีนี้เป็นการเรียนรู้เป็นทีม แต่จุดเน้นอยู่ที่ใช้เรียนภาษา ได้แก่ ทักษะการอ่าน การเขียนภาษา โดยให้ผู้เรียนจับคู่กันในทีมของตน แล้วช่วยเหลือซึ่งกันและกัน จากนั้นให้ไปจับคู่เรียนกับคนอื่นในทีมอื่นอีก 2 - 3 ทีม แล้วนำคะแนนของแต่ละคนที่ทำข้อสอบได้มาคิดเป็นคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่ม
- แบบกลุ่มสืบสอบ (Group Investigation) วิธีนี้เป็นการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม มอบหมายงานและแบ่งกันไปค้นคว้าศึกษาหัวข้อหรือประเด็นย่อยที่ตนเองสนใจ ผู้เรียนที่สนใจหัวข้อหรือประเด็นเดียวกันจะสืบสวนหาความรู้ร่วมกัน จากนั้นนำมาเสนอหน้าชั้นเรียน

- แบบทีมสะสมความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ (Jigsaw II) วิธีนี้เป็นการเรียนรู้เป็นทีม โดยเน้นสาระที่สะสมความรู้จากสมาชิกในกลุ่ม โดยแต่ละคนเลือกไปศึกษาเรื่องที่สนใจร่วมกับคนอื่น (จากทีมที่สนใจเรื่องเดียวกัน) แล้วนำกลับมาเสนอในกลุ่มของตน เหมือนกับตนเป็นผู้เชี่ยวชาญที่กลับมาถ่ายทอดความรู้ให้ทีมฟัง
- แบบเรียนด้วยกัน (Learning Together) วิธีนี้เป็นการเรียนด้วยกันช่วยเหลือปรึกษาหารือกัน ทำงานไปด้วยกันแบบหนึ่งต่อหนึ่ง
- แบบร่วมมือร่วมกลุ่ม (Co-op Co-op) วิธีนี้เป็นการเรียนรู้ร่วมกันร่วมมือ ปรึกษากัน มอบหมาย และแบ่งงานกันทำ จัดกลุ่มผู้เรียนแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ให้แต่ละกลุ่มรับภาระงานไปทำ จากนั้นในกลุ่มกำหนดภาระงานย่อยให้ทุกคนไปทำ แล้วบูรณาการนำเสนอหน้าชั้นเรียน
- แบบอภิปรายกลุ่ม (Group Discussion) วิธีนี้เป็นการแลกเปลี่ยนความรู้ประสบการณ์ โดยเน้นบทบาทการมีส่วนร่วมของทุกคนด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่ง เช่น ให้ทุกคนในกลุ่มเขียนความคิดเห็นของตน แล้วจึงอภิปรายร่วมกัน
- แบบโครงงานกลุ่ม (Group Projects) วิธีนี้เป็นการทำงานร่วมกันให้สำเร็จ โดยมอบบทบาทหน้าที่แต่ละคนในกลุ่มให้ชัดเจน
- การเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน (Peer Learning) วิธีนี้เป็นการเรียนรู้เป็นคู่หรือกลุ่มย่อยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม คอยช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีการผลัดเปลี่ยนกันเป็นผู้สอนและผู้เรียน เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบทเรียน ครูผู้สอนมีบทบาทหน้าที่เป็นพี่เลี้ยงผู้ให้คำแนะนำและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน

1.5 ความหมายของคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันจากเอกสาร งานวิจัยต่าง ๆ และนักวิชาการทางการศึกษาได้ทำการศึกษาและวิจัยไว้ ดังนี้

Sung et al. (2017) ได้ให้ความหมายคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันไว้ว่าเป็นการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ร่วมกันของผู้เรียน เพื่อเพิ่มการเรียนรู้ของตนเองและของผู้อื่น ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

Fu and Hwang (2018) ได้ให้ความหมายคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันไว้ว่าเป็นการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาและเทคโนโลยีไร้สายทุกที่ทุกเวลาเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้แบบกลุ่มที่แน่นอน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Hanisi et al. (2018) ได้ให้ความหมายคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันไว้ว่า เป็นการเรียนรู้ร่วมกันผ่านโทรศัพท์มือถือของผู้เรียน อีกทั้งยังสามารถสื่อสารผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือด้วย

Huang et al. (2020) ได้ให้ความหมายคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันไว้ว่าเป็นการใช้เทคโนโลยีมือถือเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ตามแนวคิดของการเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

Santosa (2020) ได้ให้ความหมายคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันไว้ว่าเป็นการใช้อุปกรณ์มือถือเป็นเครื่องมือการเรียนรู้ในห้องเรียนและนอกห้องเรียนในสภาพการเรียนรู้ร่วมกัน

Wetcho and Na-Songkhla (2022) ได้ให้ความหมายคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันไว้ว่าเป็นการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ การมีปฏิสัมพันธ์ และการเรียนรู้ร่วมกัน

Bringula and Atienza (2023) ได้ให้ความหมายคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันไว้ว่า เป็นขอบเขตการศึกษาย่อยในการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์สนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน (Computer-supported collaborative learning: CSCL) และเป็นการเรียนรู้ที่ใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ร่วมกันได้ทุกที่ทุกเวลาตามต้องการ เพิ่มการตอบโต้ทันทีระหว่างสมาชิกในกลุ่ม

จากความหมายสามารถสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน หมายถึง เป็นการเรียนรู้ที่ใช้อุปกรณ์มือถือหรือเทคโนโลยีไร้สายเข้ามาช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกันและสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.6 องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน

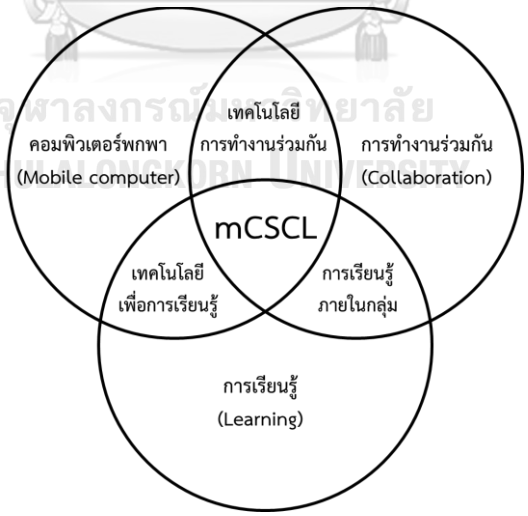
จากงานวิจัยของ Hashim et al. (2019) อธิบายถึงองค์ประกอบของคอมพิวเตอร์สนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน (CSCL) ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน (mCSCL) ในเชิงของการมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ ทำงานร่วมกัน และสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาคอมพิวเตอร์สนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันและนำมาปรับใช้เป็นองค์ประกอบของคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน โดยแบ่งองค์ประกอบหลักออกเป็น 3 ส่วน ดังภาพที่ 2

- คอมพิวเตอร์พกพา (Mobile computer) เป็นอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศแบบเคลื่อนที่ เช่น โน้ตบุ๊ก แท็บเล็ต และสมาร์ตโฟน เป็นต้น

- การทำงานร่วมกัน (Collaboration) กลุ่มบุคคลที่มีการทำงานร่วมกัน มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม เพื่อบรรลุเป้าหมายเดียวกัน
- การเรียนรู้ (Learning) เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบุคคลอย่างค่อนข้างถาวร ซึ่งเกิดจากการที่บุคคลนั้นมีการฝึกฝนหรือได้รับประสบการณ์ใหม่

ส่วนองค์ประกอบย่อยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

- เทคโนโลยีการทำงานร่วมกัน (Collaborative technologies) เป็นเทคโนโลยีที่สามารถประสานการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดอุปสรรคในเรื่องของระยะทาง เช่น โปรแกรมการทำงานเป็นกลุ่ม (Groupware) ที่ทำให้มีการทำงานร่วมกันเป็นทีมผ่านระบบเครือข่าย มีการสื่อสารแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการประชุมร่วมกัน
- เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ (Technologies for learning) เป็นระบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ การจัดการความรู้ และการทำงาน เช่น การใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดเก็บและเผยแพร่ความรู้ การถ่ายโอนความรู้ และการแลกเปลี่ยนความรู้ เป็นต้น
- การเรียนรู้ภายในกลุ่ม (Learning in groups) เป็นการเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียนได้ร่วมมือและช่วยเหลือกัน โดยแบ่งกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ทำงานร่วมกัน แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน รวมถึงรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตนเองและส่วนรวม



ภาพที่ 2 องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน

Noted. Adapted From "*The Characteristics of the Computer Supported Collaborative Learning (CSCL) through Moodle: a View on Students' knowledge Construction Process"*, by Hanisi et al., 2018, IJRSET, 7, p. 3.

Sung et al. (2017) ได้นำเสนอกรอบทฤษฎีกิจกรรมของการเรียนรู้ผ่านคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน (AT-mCSCL) เพื่ออธิบายอิทธิพลการส่งผ่านที่ส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ โดยกรอบงานของ AT-mCSCL ดังภาพที่ 3 ประกอบด้วย 6 ประการ ดังนี้

1. อุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ: เครื่องมือที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย mCSCL ซึ่งอาจเป็นสิ่งประดิษฐ์ เช่น ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ เป็นต้น

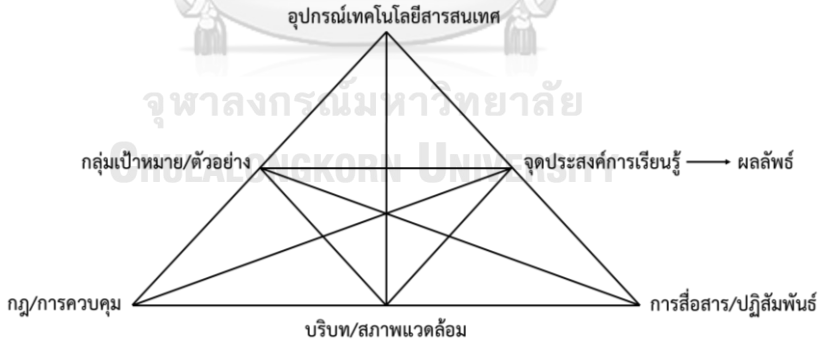
2. กลุ่มเป้าหมายหรือตัวอย่าง: บุคคลที่เข้าร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย mCSCL เช่น ผู้เรียนที่มีอายุต่างกัน ครูที่มีความเชี่ยวชาญด้านการสอนในระดับต่างกัน ทักษะทางสังคมที่ต่างกัน การรับรู้หรือความรับผิดชอบส่วนบุคคลในกลุ่มที่ต่างกัน เป็นต้น

3. จุดประสงค์การเรียนรู้: เป้าหมายของกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย mCSCL เช่น การสร้างความรู้ การแก้ปัญหา การแบ่งปันหรือปฏิสัมพันธ์ หรือการสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้

4. กฎหรือการควบคุม: เงื่อนไขที่ควบคุมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย mCSCL เช่น แนวทางหรือกระบวนการสอน การให้รางวัล หรือหลักสูตรการสอนที่กำหนด เป็นต้น

5. บริบทหรือสภาพแวดล้อม: ทางกายภาพ เช่น การเรียนรู้ในห้องเรียน การเรียนรู้ตามอัธยาศัยนอกห้องเรียน เป็นต้น หรือทางสังคม เช่น บรรยากาศการแข่งขันระหว่างกลุ่ม เป็นต้น

6. การสื่อสารหรือปฏิสัมพันธ์: การเปิดช่องทางในการสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน หรือการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาอย่างไร เช่น ขอบเขตของการใช้อุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนของผู้เรียนเพื่อแบ่งปันข้อมูลในกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นต้น



ภาพที่ 3 กรอบทฤษฎีกิจกรรมของการเรียนรู้ผ่านคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน

Noted. Adapted From "The Effects of Mobile-Computer-Supported Collaborative Learning: Meta-Analysis and Critical Synthesis", by Sung et al., 2017, RER, *87*(4), p.771.

1.7 ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน

ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน ได้มีนักวิจัยได้ทำการศึกษาและวิจัยดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน

นักวิจัย	ฮาร์ดแวร์	ซอฟต์แวร์
Wong, Looi and Boticki (2017)	Smartphone	Chinese-PP Version 1.0 เป็นแอปพลิเคชันสร้างคำภาษาจีนจากส่วนประกอบต่าง ๆ
ประพรรธน์ พละชีวะ และคณะ (2560)	-	กระดานสนทนา (Webboard) แผนผังความคิดแบบออนไลน์ เครื่องมือร่วมคิดร่วมเขียน (GoogleDoc) เครื่องมือระดมสมองอิเล็กทรอนิกส์ (Stormboard.com) และ เครื่องมือโต้แย้งอิเล็กทรอนิกส์ (createdebate.com)
Jaldemark et al. (2018)	Small portable laptop, Smartphone, Tablet	PyramidApp ใช้งานเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้แบบเผชิญหน้าและการเรียนรู้ทางไกลผ่านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา
Hanisi et al. (2018)	-	WhatsApp Messenger เป็นแอปพลิเคชันข้อความโต้ตอบแบบทันทีบนสมาร์ตโฟนและบนเว็บที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลโดยใช้สื่อต่าง ๆ รวมถึงข้อความ รูปภาพ วิดีโอ และข้อความเสียงที่ใช้งานง่าย สะดวก รวดเร็ว ฟรี
Huang et al. (2020)	Tablet PC	Google Docs และ Google++ เพื่อช่วยผู้เรียนในการสร้าง แลกเปลี่ยนข้อมูล และจัดระเบียบความรู้ที่ผู้ใช้สามารถพูดคุยกับเพื่อน
Santosa (2020)	-	Edmodo Social Learning Networks (SLN) เป็นแอปพลิเคชันฟรี ปลอดภัย ใช้งานง่าย สามารถอำนวยความสะดวกทั้งในการเรียนรู้แบบผสมผสาน การสื่อสาร การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและประหยัดเวลา
Pinandito et al. (2021)	-	แผนผังความคิดแบบออนไลน์ (Kit-Build concept map) เป็นระบบที่ครูและนักเรียนสามารถทำงานและอภิปรายร่วมกัน โดยครูกำหนดองค์ประกอบของ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นักวิจัย	ฮาร์ดแวร์	ซอฟต์แวร์
		แผนผังความคิด ได้แก่ หัวเรื่องหลัก เส้นกิ่งที่เป็นหัวข้อหลัก และเส้นกิ่งย่อยที่เป็นข้อย่อย และให้นักเรียนสะท้อนความเข้าใจจากองค์ประกอบเหล่านี้และสร้างเป็นองค์ประกอบชุดใหม่ที่เป็นแผนผังความคิดที่สมบูรณ์ร่วมกัน

จากการศึกษาและรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันพบว่า ฮาร์ดแวร์ที่ใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน เช่น สมาร์ตโฟน แล็ปท็อป แท็บเล็ต และ แท็บเล็ต พีซี เป็นต้น ส่วนซอฟต์แวร์ที่ใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันจะเห็นได้ว่ามีความหลากหลายในการนำไปใช้ในทางการศึกษาที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และเรียนรู้ร่วมกันเป็นทีม (กอบสุข คงมนัส, 2561) นอกจากนี้ยังมีซอฟต์แวร์ที่ใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันทั้งในการสร้างแฟ้มข้อมูลหรือแบ่งปันความรู้ร่วมกัน โดยเก็บสำรองข้อมูลบนคลาวด์คอมพิวติ้ง สามารถเรียกใช้ไฟล์งานของตนเองได้ทุกที่ทุกเวลาผ่านการใช้แท็บเล็ต หรือ สมาร์ตโฟน สามารถเพิ่ม ลด แก้ไข จัดเก็บ สำรองข้อมูลและแบ่งปันไฟล์ต่าง ๆ กับผู้อื่น และทำงานเป็นทีมได้ เช่น Google Drive, Dropbox, OneDrive, Slack, Canva, Miro, Mural, Yammer, Trello, Padlet, SharePoint, Google Suite, Google calendar, Google workspace, Mentimeter, Microsoft Teams, Confluence, Basecamp, Jive และ Asana เป็นต้น (Hart, 2022)

1.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันจากเอกสาร งานวิจัยต่าง ๆ และนักวิชาการทางการศึกษาได้ทำการศึกษาและวิจัยไว้ ดังนี้

Sung et al. (2017) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับใช้คอมพิวเตอร์พกพา (mCSCL) เพื่อสนับสนุนกระบวนการและผลลัพธ์ของการเรียนรู้ร่วมกัน อันก่อให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน จากการวิเคราะห์อภิมานได้รวบรวมจากบทความในวารสาร 48 ฉบับและวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอกที่เขียนขึ้นในช่วงระยะเวลา 16 ปี (พ.ศ. 2543 - 2558) เปิดเผยว่า mCSCL สามารถปรับปรุงการเรียนรู้ที่มีความหมายร่วมกันของผู้เรียนและในอนาคตการศึกษาควรมีข้อแนะนำเกี่ยวกับการใช้ฟังก์ชันการทำงานของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาผ่านกลไกการเรียนรู้กลุ่มอย่างไรให้มีประสิทธิภาพที่สุด

Wong et al. (2017) ได้ทำการพัฒนาแอปพลิเคชัน Chinese-PP ซึ่งเป็นเกมการเรียนรู้ร่วมกันแบบซิงโครนัสบนมือถือสำหรับการสร้างตัวอักษรจีนจากส่วนประกอบต่าง ๆ และได้นำเสนอกรอบการออกแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ Scaffolding เพื่อเป็นแนวทางปรับปรุงรูปแบบการเรียนรู้ร่วมกันในรูปแบบต่าง ๆ พบว่า แอปพลิเคชัน Chinese-PP เป็นแนวทางการเรียนรู้ด้วยเกมที่ช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างของตัวอักษรจีน การออกแบบการเรียนรู้ดังกล่าวให้วิธีการเรียนรู้ตัวอักษรจีนตามหลักภาษาศาสตร์ที่แปลกใหม่ ซึ่งแตกต่างจากรูปแบบการสอนทั่วไปที่ครูผู้สอนใช้อย่างมาก เนื่องจากผู้วิจัยได้พัฒนากฎของเกมที่ซับซ้อนเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ภาษาและการเรียนรู้ร่วมกัน แสดงให้เห็นว่าการออกแบบและใช้เทคโนโลยีนี้เป็นส่วนสำคัญในการอำนวยความสะดวกในกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันในภาษาจีนมากขึ้น

Albó et al. (2018) ได้ทำการสำรวจว่าการใช้สมาร์ตโฟนกับแล็ปท็อปมีอิทธิพลต่อการมีส่วนร่วมของผู้เรียนและพฤติกรรมการดูวิดีโอเชิงวิชาการในห้องเรียนร่วมกันอย่างไร ผลลัพธ์ที่ได้พบว่าการใช้แล็ปท็อปให้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้นในแง่ของการมีส่วนร่วมของผู้เรียนกับวิดีโอ ทั้งในด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ร่วมกันและความพึงพอใจต่ออุปกรณ์ ดังนั้นการค้นพบนี้แสดงให้เห็นว่าประเภทของอุปกรณ์มือถือที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ ในชั้นเรียนที่มีการทำงานร่วมกันจำเป็นต้องได้รับการเลือกอย่างรอบคอบ เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายของผู้เรียนและยังเป็นผลให้การมีส่วนร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านวิดีโอเป็นไปในเชิงบวก

Fu and Hwang (2018) ได้ทำการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้เทคโนโลยีมือถือจาก พ.ศ. 2550 ถึง พ.ศ. 2559 หลายประเด็น เช่น การกระจายและวิธีการวิจัย อุปกรณ์การเรียน และสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ ผู้เข้าร่วม ประเด็นวิจัย แอปพลิเคชัน วิธีการจัดกลุ่มและกลยุทธ์การเรียนรู้ร่วมกัน นอกจากนี้ยังมีการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างกลยุทธ์การเรียนรู้และการวัดประเมินผล พบว่า การวิจัยที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีในมือถือกับกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันมีจำนวนเพิ่มขึ้น ซึ่งในช่วง 5 ปีที่ผ่านมาการวิจัยมีการมุ่งเน้นพัฒนาประสิทธิภาพของผู้เรียนในด้านสังคมศาสตร์และด้านธรรมชาติวิทยาที่เกี่ยวกับสถานการณ์นอกห้องเรียน แต่การศึกษาที่เกี่ยวกับการพัฒนาทักษะของผู้เรียนและทักษะขั้นสูงจะค่อนข้างน้อย นอกจากนี้การศึกษาบางชิ้นเสนอว่าการเรียนรู้ร่วมกันผ่านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ผ่านมือถือควรสร้างกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ที่มีประสิทธิภาพ

Hanisi et al. (2018) ได้ทำการศึกษาการใช้ WhatsApp เป็นภาษาอังกฤษในห้องเรียนภาษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของโทรศัพท์มือถือ กระบวนการการเรียนรู้ของผู้เรียน และมีการนำเสนอกิจกรรมที่ส่งเสริมทั้ง 4 ทักษะภาษา อาจกล่าวได้ว่าการใช้ WhatsApp ร่วมกับการศึกษา

จะช่วยให้เกิดความง่าย สนุก และมีประโยชน์ นอกจากนี้ผู้เรียนยังมีความรู้สึกและความตั้งใจในเชิงบวกในการเรียนรู้อีกด้วย

Jaldemark et al. (2018) ได้ทำการศึกษาการทดลองเกี่ยวกับการสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาในช่วงกลางปี ค.ศ. 1970 การเรียนรู้จากแอปพลิเคชันด้วยอุปกรณ์และเครือข่ายมือถือมีการเพิ่มขึ้น และเมื่อเร็ว ๆ นี้การศึกษาเริ่มมุ่งเน้นไปที่การเพิ่มโอกาสในการสร้างเครือข่ายทางสังคมจากการเรียนรู้ร่วมกันที่ปรับปรุงด้วยเทคโนโลยีมือถือต่าง ๆ ซึ่งเทคโนโลยีมือถือ เช่น แล็ปท็อปพกพาขนาดเล็ก สมาร์ตโฟน แท็บเล็ตและอุปกรณ์สวมใส่ต่าง ๆ เป็นต้น ส่งผลให้อุปกรณ์มือถือต่าง ๆ ได้สร้างแพลตฟอร์มทางเทคโนโลยีเพื่อยกระดับการเรียนรู้ร่วมกัน

Huang et al. (2020) ได้ทำการเสนอกรอบการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ Google Doc เพื่อสำรวจผลการเรียนรู้ของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรประถมศึกษา การศึกษาเป็นแบบกึ่งทดลองที่มีกลุ่มทดลอง (การเรียนรู้ร่วมกัน) และกลุ่มควบคุม (การเรียนรู้ส่วนบุคคล) ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าแนวทางการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ Google Doc ช่วยปรับปรุงผลการเรียนรู้ เพิ่มความสนใจในการเรียนการสอนและความเข้าใจเกี่ยวกับพืชในวิทยาเขต นอกจากนี้แนวทางการเรียนรู้ร่วมกันผ่านมือถือยังมีประสิทธิภาพมากกว่าการเรียนรู้ส่วนบุคคล

Santosa (2020) ได้ทำการพิสูจน์ว่าคอมพิวเตอร์พกพาสามารถรองรับการเรียนรู้ร่วมกันหรือไม่ ความแตกต่างระหว่างการเรียนรู้ร่วมกันที่รองรับคอมพิวเตอร์พกพา (mCSCL) และการเรียนรู้ส่วนบุคคลที่รองรับคอมพิวเตอร์พกพา (mCSIL) ตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนจำนวน 140 คน ผลการวิเคราะห์พบว่า mCSCL ได้ผลการเรียนรู้และการแก้ปัญหาที่ดีมากกว่า mCSIL นอกจากนี้การศึกษานี้ยังพบว่านักเรียนที่มีการกำกับตนเองสูง ได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่านักเรียนที่มีการกำกับตนเองต่ำกว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Wetcho and Na-Songkhla (2022) ได้ทำการสำรวจออนไลน์โดยมีตัวอย่างเป็นนักศึกษาครู จำนวน 183 คน จากสถาบันการศึกษาครูที่แตกต่างกัน 3 แห่งในประเทศไทย ผลการสำรวจพบว่า ส่วนใหญ่ครูมีเทคโนโลยีเคลื่อนที่อย่างน้อยหนึ่งอย่าง เช่น สมาร์ตโฟน แท็บเล็ต หรือแล็ปท็อป อย่างไรก็ตามยังมีอุปกรณ์สวมใส่เพิ่มเติมจำนวนมากขึ้น เช่น หูฟังบลูทูธไร้สาย และสมาร์ตวอทช์ และในอนาคตอาจเป็นไปได้ที่จะพัฒนาแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนเพื่อสนับสนุนการฝึกอบรมและช่วยนักศึกษาครูให้สามารถตรวจสอบการควบคุมอารมณ์ของตนเองได้ นอกจากนี้ยังกล่าวถึงแอปพลิเคชัน mCSCL ในการเรียนรู้ร่วมกันอีกด้วย

Bringula and Atienza (2023) ได้ทำการตรวจสอบเอกสารตีพิมพ์เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน ระหว่างปีพ.ศ. 2550 ถึงปี พ.ศ. 2564 ได้เอกสารการวิจัย 28 ฉบับ

เผยให้เห็นว่า การประยุกต์ mCSCL ในวิชาคณิตศาสตร์ให้ประโยชน์แก่นักเรียนระดับประถมศึกษามากที่สุด และส่วนใหญ่ซอฟต์แวร์ของ mCSCL ทางคณิตศาสตร์เป็นแบบสร้างขึ้นเอง ข้อดีของการประยุกต์ mCSCL ในวิชาคณิตศาสตร์ที่กล่าวถึงบ่อยที่สุด คือ การพัฒนาทักษะทางสังคม ทัศนคติ และความสามารถทางคณิตศาสตร์ ส่วนปัญหาการใช้งาน คือ ความไม่คุ้นเคยของผู้เรียนในการใช้อุปกรณ์และการไม่สามารถติดตามกิจกรรมของผู้เรียนได้

นอกจากนี้จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันยังสามารถสรุปเพิ่มเติมได้ถึงผลลัพธ์ที่ได้หลังจากการใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันไว้ ดังนี้

- สร้างการมีส่วนร่วมหรือปฏิสัมพันธ์ทางสังคมอย่างแข็งขันของผู้เรียนด้วยการโต้ตอบทันทีระหว่างผู้เรียนและผู้เรียนผ่านการใช้อุปกรณ์มือถือที่จะช่วยอำนวยความสะดวกในการสื่อสารได้เป็นอย่างดีและง่ายขึ้น (Sung et al., 2017; Wong et al., 2017; Jaldemark et al., 2018; Santosa, 2020; Pinandito et al., 2021; Wetcho and Na-Songkhla, 2022)
- สนับสนุนในด้านการสื่อสารและการเรียนรู้ร่วมกันของผู้เรียน ซึ่งก่อให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีทางอ้อม ทั้งการเพิ่มภาวะความเป็นผู้นำที่ดีและความรับผิดชอบร่วมกันกับผู้อื่น (Sung et al., 2017; Wong et al., 2017; Wetcho and Na-Songkhla, 2022; Bringula and Atienza, 2023)
- สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้และทัศนคติเชิงบวกต่อการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดความเต็มใจที่จะศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้หรือสร้างสรรค์ผลงานร่วมกับเพื่อนร่วมชั้นเรียนต่อไป (Sung et al., 2017; ประพรรธน์ พละชีวะ และคณะ, 2560; Jaldemark et al., 2018; Bringula and Atienza, 2023)
- ส่งเสริมให้กิจกรรมการเรียนการสอนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Knowledge Sharing) ซึ่งผู้เรียนจะได้แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร ความรู้เข้าใจ ความคิดเห็นต่าง ๆ และอภิปรายร่วมกัน เพื่อหาข้อสรุปหรือแนวทางในการแก้ไขปัญหา และสร้างสรรค์องค์ความรู้ขึ้นมาใหม่ได้ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น ซึ่งนำไปสู่การปรับปรุงประสิทธิภาพการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ประพรรธน์ พละชีวะ และคณะ, 2560; Jaldemark et al., 2018; Huang et al., 2020; Pinandito et al., 2021; Wetcho and Na-Songkhla, 2022)
- พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาโดยการนำประสบการณ์เดิมที่เกิดจากการเรียนรู้มาเป็นพื้นฐานสำหรับการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ Sung et al.; ประพรรธน์ พละชีวะ และคณะ, 2560)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

ผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมเกี่ยวกับความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน จากเอกสาร งานวิจัยต่าง ๆ และนักวิชาการทางการศึกษาไว้ ดังนี้

Silander (2015) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานไว้ว่าเป็นการสอน ปรากฏการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงแบบองค์รวม และเป็นการศึกษาโดยใช้ข้อมูลความรู้หรือทักษะต่าง ๆ ข้ามขอบเขตระหว่างวิชา ซึ่งหัวข้อแบบองค์รวมของปรากฏการณ์ เช่น มนุษย์ สหภาพยุโรป สื่อและเทคโนโลยี น้ำหรือพลังงาน เป็นต้น

Symeonidis and Schwarz (2016) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานไว้ว่าเป็นแนวคิดที่นำไปสู่การสำรวจในเชิงสหวิทยาการของปรากฏการณ์ที่ศึกษา ซึ่งการบูรณาการข้ามศาสตร์สามารถช่วยให้เห็นความเกี่ยวข้องระหว่างแนวคิดทฤษฎีและองค์ความรู้ใหม่ รวมถึงเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ จากมุมมองที่หลากหลายได้อย่างครบถ้วน

Islakhiyah et al. (2018) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานไว้ว่าเป็นการเรียนรู้ที่ใช้ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเป็นแหล่งเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนได้สังเกต ใช้ความรู้และรวบรวมข้อมูลหรือประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องเพื่อหาคำอธิบายปรากฏการณ์นั้น ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนจดจำการเรียนรู้นี้ดีกว่า การได้มาจากครูผู้สอนโดยตรง

อรพรรณ บุตรกตัญญู (2561) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานไว้ว่าเป็น การนำปรากฏการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงมาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ นำไปสู่การสำรวจด้วยมุมมองที่หลากหลายในเชิงสหวิทยาการของปรากฏการณ์ที่ศึกษาโดยใช้เทคนิค วิธีการ และเครื่องมือต่าง ๆ เพื่อสร้างความรู้และพัฒนาทักษะของผู้เรียนจากการศึกษาข้ามพรมแดนระหว่างวิชาภายใต้บริบทที่เชื่อมโยงกันเพื่อให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง

พงศธร มหาวิจิตร (2562) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานไว้ว่าเป็นเรียนรู้แบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary learning) เพื่อส่งเสริมการพัฒนาสมรรถนะข้ามพิสัย (Transversal competencies) ของผู้เรียนที่เน้นการสอนแบบบูรณาการระหว่างวิชาผ่านการทำโครงงาน (Phenomenon-based project) โดยผู้เรียนจะได้สำรวจปรากฏการณ์ตามสภาพจริงแบบองค์รวมที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเฉพาะวิชาใดวิชาหนึ่งเท่านั้น ทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ที่กว้างขวาง ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ และสร้างการเรียนรู้ที่มีความหมาย

Akkas and Cevat (2021) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานไว้ว่าเป็นการเรียนรู้ตามปรากฏการณ์ที่ผู้เรียนมีอิสระที่จะเริ่มต้นเรียนรู้เกี่ยวกับหัวข้อที่สนใจ ไม่มีการสอนเนื้อหาวิชาในบทเรียนและไม่มีวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า แต่ให้ผู้เรียนตรวจสอบและแก้ปัญหาของตนเองโดยใช้หัวข้อที่เกี่ยวข้องกับปัญหาแทน ช่วยให้การเรียนรู้ง่ายและถาวรมากขึ้น มุ่งให้ผู้เรียนได้ศึกษาเชิงลึกในหัวข้อที่ตนเองสงสัยหรืออยากรู้เพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์ชีวิตและให้โอกาสการเรียนรู้

Santhalia et al. (2021) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานไว้ว่าเป็นวิธีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเรียนรู้หัวข้อหรือแนวคิดผ่านวิธีการแบบองค์รวม ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์ โดยผู้เรียนสร้างความรู้ในจิตใจผ่านปรากฏการณ์ที่สังเกตได้ จากนั้นจึงเชื่อมโยงความรู้นั้นกับความรู้เดิมที่มีเพื่อให้ได้แนวคิดใหม่ที่สมบูรณ์

Funfuengfu (2022) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานไว้ว่าเป็นหลักสูตรแกนกลางของการศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศฟินแลนด์เมื่อปี 2014 ที่เป็นรูปแบบของการเรียนรู้แบบบูรณาการระหว่างรายวิชา โดยเรียนรู้ผ่านปรากฏการณ์จริงที่เกิดขึ้นในอดีต ปัจจุบัน หรือปรากฏการณ์ที่มีแนวโน้มว่าจะเกิดขึ้น ทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการจัดการการเรียนรู้เชิงรุก

รินทร์ ชีพอารนัย และวชิระ จันทราช (2565) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานไว้ว่าเป็นการเรียนรู้ที่แท้จริงตามธรรมชาติ เพื่อให้ได้ความเข้าใจแบบองค์รวมจากมุมมองที่หลากหลายผ่าน การค้นหา ใช้เหตุผลเชิงตรรกะ และแก้ปัญหา รวมถึงการสร้างนวัตกรรม

จากความหมายสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน หมายถึง การเรียนรู้จากปรากฏการณ์จริงที่เกิดขึ้นในอดีต ปัจจุบัน หรือปรากฏการณ์ที่มีแนวโน้มว่าจะเกิดขึ้น โดยใช้วิธีการสังเกต รวบรวมประสบการณ์ความรู้และใช้เหตุผลเชิงตรรกะ รวมถึงการบูรณาการระหว่างวิชา เพื่อแก้ปัญหาหรือให้ได้มาซึ่งคำตอบของปรากฏการณ์นั้น ทำให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้หรือแนวคิดใหม่ได้ด้วยตนเอง

2.2 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน หรือ Phenomenon-Based Learning (PhBL หรือ PhenoBL) เป็นแนวคิดที่เกิดขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1980 ณ ประเทศฟินแลนด์ที่เป็นผู้นำทางการศึกษาและมีผลคะแนนสูงสุดการสอบระดับนานาชาติของ โครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA) ที่ประเมิน “การรู้เรื่อง” ใน 3 ด้าน

ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการอ่านของนักเรียนที่มีอายุ 15 ปีจากประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ซึ่งจัดทดสอบโดยองค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development: OECD) โดยมีการกำหนดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาชั้นพื้นฐานฉบับใหม่ที่เริ่มใช้ในปี ค.ศ. 2016 - 2017 และในช่วงปีที่ผ่านมาระบบการศึกษาของประเทศฟินแลนด์ได้รับการยกย่องว่าเป็นระบบการศึกษาที่ดีที่สุดแห่งหนึ่งของโลก โดยเบื้องหลังความสำเร็จหนึ่งของประเทศฟินแลนด์มาจาก 1) ประเทศฟินแลนด์มีการจัดการศึกษาภาคบังคับ 9 ปี เด็กทุกคนมีโอกาสในการศึกษาที่เท่าเทียมกัน 2) อาชีพครูเป็นวิชาชีพที่ไฝ่ฝันของเยาวชน 3) ประเทศฟินแลนด์มีนโยบายที่เข้มแข็งในด้านความรับผิดชอบในการจัดการศึกษา 4) ประชาชนไว้วางใจโรงเรียน และ 5) ระบบการศึกษาฟินแลนด์ มีความเป็นผู้นำที่ยั่งยืนและมีความมั่นคงทางการเมือง นอกจากนี้ประเทศฟินแลนด์ยังเน้นการวิจัยและพัฒนาการศึกษาเป็นหลักเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต และเตรียมความพร้อมของเด็กและเยาวชนในพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงกับการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต ซึ่งหลักสูตรของประเทศฟินแลนด์ได้มีการกำหนดให้ในหนึ่งปีการศึกษาจะต้องมีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานอย่างน้อย 1 ครั้ง และครูจะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้กับรายวิชาอื่น ๆ ซึ่งแต่ละสาระวิชายังคงแยกสอนตามรายวิชาปกติแต่เน้นการบูรณาการระหว่างวิชามากขึ้น เพื่อส่งเสริมการพัฒนาสมรรถนะข้ามพิสัย (Transversal Competencies) ของผู้เรียน ภายใต้แนวคิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมุ่งเน้นไปที่ความสุขของผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้พัฒนาการคิด ตลอดจนได้พัฒนาทักษะหลัก (Core skills) และทักษะทางอารมณ์สังคม (Soft skills) ผ่านการเรียนรู้และการเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่นที่มีผู้เรียนเป็นผู้มีบทบาทหลักในการเรียนรู้ อีกทั้งยังมีส่วนในการสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้และเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและยั่งยืนตลอดชีวิต (ภูวดล วิริยะ, 2561; อรพรรณ บุตรกตัญญู, 2561; วริศรา เมืองจันทร์ และ สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2563)

2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นจุดกำเนิดของการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon - Based Learning) มาจากทฤษฎีการเรียนรู้แบบใหม่ หรือทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism Theory) มีแนวคิดสำคัญที่เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ผ่านกระบวนการลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเองด้วยการเชื่อมโยงข้อมูลความรู้ระหว่างข้อมูลประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้พบเจอกับความรู้เดิมของผู้เรียนที่มีอยู่เดิมแล้วสร้างเป็นความรู้ความเข้าใจของตนเอง เกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) (หัสวนัส เพ็งสันเทียะ, 2563) ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์คือ การจัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Child Center Learning) ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองผ่านสื่อและวิธีการจัดการเรียนรู้ที่

หลากหลายตามความสนใจของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนมีหน้าที่ ค้นคว้า ศึกษา หาคำตอบ แก้ปัญหาและเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ด้วยการลงมือปฏิบัติ สืบเสาะด้วยมุมมองที่หลากหลายในสภาพแวดล้อมของโลกแห่งความเป็นจริง อภิปรายร่วมกัน แล้วนำไปศึกษาจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ เพิ่มเติม (Symeonidis and Schwarz, 2016) ส่วนผู้สอนมีหน้าที่ จัดกระบวนการเรียนรู้ ส่งเสริมและอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ แทนที่จะถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนโดยตรง ทั้งนี้เมื่อประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับการทำงานร่วมกัน จะช่วยส่งเสริมแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social Constructivism) และทฤษฎีการเรียนรู้เชิงวัฒนธรรมสังคม (Sociocultural Learning Theory) ซึ่งเป็นการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ที่ต่างฝ่ายต่างเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจต่อสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้และช่วยให้ผู้เรียนได้นำประสบการณ์ไปใช้ในชีวิตจริงและสามารถเผชิญกับสถานการณ์ที่ท้าทายในอนาคตได้อย่างดีจนเกิดเป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningful Learning) (ภูวดล วิริยะ, 2561) และจากแนวคิดคอนสตรักติวิสต์ของนักการศึกษาหลาย ๆ ท่าน สามารถสรุปสาระสำคัญได้ ดังนี้ 1) ความรู้ของปัจเจกบุคคลคือ โครงสร้างทางปัญญาของบุคคลนั้น ๆ ที่สร้างขึ้นจากประสบการณ์ในการแก้ไขสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและสามารถนำไปใช้ในอธิบายสถานการณ์อื่น ๆ ได้ 2) ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยวิธีการต่างกัน โดยอาศัยประสบการณ์ และโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม ความสนใจ และแรงจูงใจภายในตนเอง 3) ครูมีหน้าที่จัดการให้ผู้เรียนได้ปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาภายใต้สมมติฐาน 3 ประการ คือ สถานการณ์ที่เป็นปัญหาและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา ความขัดแย้งทางปัญญานี้ก่อให้เกิดแรงจูงใจภายในให้เกิดกิจกรรมการไตร่ตรองเพื่อขจัดความขัดแข้งดังกล่าว และการไตร่ตรองบนฐานแห่งประสบการณ์และโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมภายใต้การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกระตุ้นให้มีการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (ไพจิตร สดวกการ, 2543 อ้างถึงใน ทัณฑธร จุ้ยสวัสดิ์, 2564)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นอกจากนี้ยังมีทฤษฎีการเรียนรู้อื่น ๆ ที่สนับสนุนรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวได้ ดังนี้

- ทฤษฎีของกลุ่มที่เน้นการรับรู้และการเชื่อมโยงความคิด (Apperception หรือ Herbartianism) เป็นทฤษฎีที่เกิดขึ้นจากนักปรัชญาหลายท่าน เช่น จอห์น ล็อค (John Locke) วิลเฮล์ม วุนด์ (Wilhelm Wund) ทิชเชเนอร์ (Tichenet) และแฮร์บาร์ต (Herbart) กล่าวว่า มนุษย์เกิดมาพร้อมจิตหรือสมองที่ว่างเปล่าจะเกิดการเรียนรู้จากแรงกระตุ้นภายนอกหรือสิ่งแวดล้อม และจากการรับประสบการณ์ผ่านประสาทสัมผัสทั้ง 5 การส่งเสริมให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้ได้ทั้งหมด 3 ระดับ ได้แก่ การเรียนรู้โดยประสาทสัมผัส การจำความคิดเดิม และการเกิดความคิดรวบยอดและความเข้าใจ ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรเริ่มจากการทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนก่อน แล้วจึงส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้ใหม่หรือประสบการณ์ใหม่ (Bigge, 1964)

- ทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์ (Thorndike's classical connectionism) กล่าวว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นระหว่างการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ซึ่งเกิดขึ้นได้หลากหลายรูปแบบ มีการลองผิดลองถูก ปรับเปลี่ยนได้อยู่เสมอ กระทั่งพบรูปแบบการตอบสนองที่เหมาะสมเพียงรูปแบบเดียว และจะเกิดการเรียนรู้ผ่านรูปแบบนั้นเพื่อเชื่อมโยงสิ่งเร้ากับการตอบสนองในครั้งถัดไป (Hergenhahn and Olson, 1993)

- ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรุนเนอร์ (Bruner's intellectual development theory) กล่าวว่า มนุษย์เลือกรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจ และการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง การจัดโครงสร้างของความรู้ให้มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน การจัดหลักสูตรและกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับระดับความพร้อมของผู้เรียนและสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ก่อให้เกิดการคิดหาเหตุผลอย่างอิสระ หรือการคิดแบบหยั่งรู้ที่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ และพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์แบ่งออกเป็น 3 ขั้น ได้แก่ การเรียนรู้จากการกระทำ การเรียนรู้จากความคิด และการเรียนรู้สัญลักษณ์และนามธรรม (Bruner, 1963)

- ทฤษฎีมนุษยนิยมของคาร์ล โรเจอร์ส (Rogers' humanism theory) กล่าวว่า มนุษย์สามารถพัฒนาตนเองได้ดีหากอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ผ่อนคลาย เป็นอิสระ เอื้อต่อการเรียนรู้ ซึ่งสภาพแวดล้อมเหล่านี้ ส่งผลให้มนุษย์สามารถยอมรับตนเองและรู้จักตนเอง เมื่อมนุษย์ได้รับการพัฒนาคุณภาพได้ถึงระดับหนึ่ง จะมีแนวโน้มที่จะสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องแสวงหาความช่วยเหลือจากผู้อื่น และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านการเรียนการสอน โดยเน้นจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง พัฒนาผู้เรียนให้เต็มตามศักยภาพของตนเอง โดยครูผู้สอนทำหน้าที่ชี้แนะและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.4 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

จากการศึกษาลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานจากเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ และนักวิชาการทางการศึกษาได้ทำการศึกษาและรวบรวมไว้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การสังเคราะห์ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

Silander (2015)	Daehler and Folsom (2016)	Tissington (2019)
(1) ความเป็นองค์รวม (Holisticity) การเรียนรู้แบบบูรณาการใช้ความรู้ข้ามศาสตร์กับประเด็นที่	(1) ใช้องค์ความรู้ ความคิดรวบยอด และทักษะจากศาสตร์หลายศาสตร์มาบูรณาการเชื่อมโยงให้	(1) เป็นโมดูลการเรียนรู้แบบพหุวิทยาการ โดยผู้เรียนต้องอาศัยการนำองค์ความรู้จากหลาก

Silander (2015)	Daehler and Folsom (2016)	Tissington (2019)
สนใจ เน้นให้ผู้เรียนได้สำรวจตรวจสอบผ่านปรากฏการณ์อย่างเป็นระบบ เข้าใจสภาพความเป็นจริง	เข้ากับประเด็นเรื่องที่จัดประสบการณ์การเรียนรู้อย่างเป็นธรรมชาติ ส่งผลทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง	หลายสาขาวิชาเพื่อแก้ปัญหา
(2) บริบท (Contextuality) ปรากฏการณ์ที่ใช้ต้องมีข้อมูลที่ไม่ชัดเจน และผู้เรียนต้องสามารถประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาหรือสร้างคุณประโยชน์ที่สัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของผู้เรียนและชุมชน	(2) ปรากฏการณ์ที่เลือกมาใช้ในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้เป็นประเด็นที่ต้องมี ความหมายต่อผู้เรียนไม่ใช่เป็นเรื่องไกลตัว ผู้เรียนจะได้รับความรู้จากปรากฏการณ์ และสามารถนำไปปรับใช้ในการดำเนินชีวิตได้	(2) มุ่งความสนใจไปยังสภาพของโลกแห่งความเป็นจริง (Real-World Focus/Authenticity) โดยการใช้ประเด็นปรากฏการณ์หรือปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงมาศึกษา
(3) สภาพจริง (Authenticity) ใช้สถานการณ์ปัญหาของโลกแห่งความเป็นจริงในการขับเคลื่อนกิจกรรม ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับความรู้ที่เกี่ยวข้องกับวัฒนธรรมชุมชนและแนวคิดทฤษฎีจากผู้เชี่ยวชาญในหลากหลายศาสตร์ เข้าใจการแก้ปัญหาชุมชนจากปราชญ์ชาวบ้าน	(3) เป็นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ใช้ปรากฏการณ์ในชีวิตจริงหรือบริบทจริง เป็นจุดเริ่มต้นในการดำเนินการเรียนรู้ โดยผสมผสานความรู้จากหลักแนวคิดทฤษฎีและประสบการณ์เดิมของผู้เรียนมีความสำคัญในการที่ผู้เรียนจะนำไปประยุกต์เชื่อมโยงกับความรู้ใหม่	
(4) การเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based inquiry learning) เริ่มจากผู้เรียนระบุปัญหา ตั้งคำถามจากการเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาจริงเป็น การช่วยให้	(4) เริ่มต้นจากการตั้งข้อคำถามที่เป็นประเด็นปัญหาชวนคิด กระตุ้นให้หาคำตอบ เพื่อที่ผู้เรียนจะได้ร่วมกันสืบค้นหาคำตอบจากปรากฏการณ์ที่ผู้เรียนมีความสนใจอย่างแท้จริง	(3) ผู้เรียนจะเป็นผู้ระบุปัญหา เสนอแนวทางแก้ไข และศึกษาค้นคว้าข้อมูลด้วยตนเอง

CHULALONGKORN UNIVERSITY

Silander (2015)	Daehler and Folsom (2016)	Tissington (2019)
ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย นำไปสู่การแก้ปัญหา โดยผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้เองผ่านการลงมือปฏิบัติ ฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหา และแก้ปัญหาร่วมกัน ทำให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการคิด และกระบวนการแก้ปัญหา	(5) มีการลงมือปฏิบัติจริงในกิจกรรมการเรียนรู้ เน้นทักษะหรือวิธีการที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้มากกว่า	(4) ผู้เรียนได้ลงมือวิจัยค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปโดยการใช้วิธีนิรนัยหรือวิธีอุปนัย
(5) กระบวนการเรียนรู้ (Learning process) เป็นกระบวนการที่มุ่งในการพัฒนาการเรียนรู้ด้วยตนเอง เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยมีผู้สอนกระตุ้น สนับสนุน และอำนวยการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สามารถออกแบบแนวทางการเรียนหาคำตอบได้	(6) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการเรียนรู้และกระบวนการคิดในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง	(5) มีลักษณะของศาสตร์การสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ เนื่องจากมีการเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 2 แสดงลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานตามแนวคิดของนักวิชาการและนักการศึกษานั้นมีทั้งมุมมองที่คล้ายกัน สามารถเรียบเรียงโดยสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานควรมีลักษณะสำคัญอย่างน้อย 5 ประการ ดังนี้

1. ความเป็นองค์รวม (Holisticity) หมายถึง การเรียนรู้ที่ใช้องค์ความรู้และทักษะจากศาสตร์หลายศาสตร์ หรือการเรียนรู้ในลักษณะของสหวิทยาการ มุ่งเน้นสำรวจและแก้ปัญหาเหตุการณ์ปัจจุบันและเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงอย่างเป็นระบบและครอบคลุม

2. สอดคล้องกับบริบท (Contextuality) หมายถึง การใช้ปรากฏการณ์ที่มีข้อมูลคลุมเคลือและสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของผู้เรียนและชุมชนเป็นจุดเริ่มต้นในการเรียนรู้ โดยผู้เรียนจะได้สังเกตและทำความเข้าใจบริบทนั้น และสามารถนำไปปรับใช้ในการดำเนินชีวิตได้

3. มีสภาพความเป็นจริง (Authenticity) หมายถึง ใช้สภาพแวดล้อมจริงแทนที่จะเป็นห้องเรียนแบบเดิม เนื่องจากสภาพจริงนั้นช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง ทำให้ผู้เรียนได้ใช้วิธีการและเครื่องมือต่าง ๆ ในสถานการณ์จริงเพื่อแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตและชุมชน

4. การเรียนรู้ผ่านการสืบสอบโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based inquiry learning) หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนได้ตั้งประเด็นคำถามของตนเอง ค้นคว้าข้อมูล ลงมือปฏิบัติจริง และสร้างความรู้ร่วมกัน ซึ่งจะช่วยให้ปรากฏการณ์ที่อาจจะคลุมเครือ ไม่ชัดเจน มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

5. ให้ความสำคัญกับกระบวนการเรียนรู้ (Learning process) หมายถึง กระบวนการที่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้และได้รับการสนับสนุนและชี้แนะว่าควรจะเรียนรู้อย่างไร และในระดับที่สูงขึ้นผู้เรียนจะสามารถวางแผนกระบวนการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนก้าวข้ามสิ่งที่เรียนรู้ในปัจจุบันไปสู่สิ่งที่จะเรียนรู้ในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.5 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

จากการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานจากเอกสาร งานวิจัยต่าง ๆ และนักวิชาการทางการศึกษาได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานไว้ ดังนี้

Kompa (2017) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานใช้วิธีสอนตามแนวคิดการเรียนรู้แบบตื่นตัวในการสร้างองค์ความรู้ในตนเอง (Constructivist Active Learning Pedagogy) มีรายละเอียด ดังนี้

- วิธีสอนนี้อยู่บนฐานแนวคิดการสร้างองค์ความรู้ในตนเอง มุ่งเน้นไปที่การประเมินเชิงวิพากษ์ในการเรียนรู้ของผู้เรียนมากกว่าเนื้อหาที่ได้รับการถ่ายทอดเพียงเท่านั้น ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกและสร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านการสืบเสาะโดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการเรียนรู้แบบตื่นตัวผ่านการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง
- วิธีสอนนี้ใช้บริบทเป็นส่วนสำคัญ เริ่มต้นจากการกำหนดคำถามหรือปัญหาของผู้เรียนผ่านปรากฏการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริง เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) โดยปรากฏการณ์ที่นำมาศึกษานั้น ต้องมีการพิจารณาความเกี่ยวข้องกับบริบทแวดล้อม มุมมองและแง่มุมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างหลากหลายในเชิงสหวิทยาการ เช่น คุณภาพชีวิตของมนุษย์ คณิตศาสตร์ ภูมิศาสตร์ อุตุนิยมวิทยา การเมืองและนโยบาย หรือแม้แต่จิตวิทยาสังคม เช่น การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมผู้บริโภค ซึ่งมีความแตกต่างจากปัญหาทางวิชาการในรูปแบบเดิมซึ่งเป็นปัญหาที่ค่อนข้างไม่ซับซ้อนและใช้ในทางปฏิบัติได้น้อย การแก้ปัญหาหรือการสืบเสาะในปรากฏการณ์ต้องใช้ความสามารถที่แตกต่างกันตามระดับของความซับซ้อน ซึ่งจะก่อให้เกิดผลการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน

- วิธีสอนนี้ใช้แนวคิดในการสร้างความร่วมมือและการทำงานร่วมกันของผู้เรียน ซึ่งเป็นเงื่อนไขสำคัญในการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างยั่งยืนในบริบททางสังคม เมื่อพิจารณาถึงความซับซ้อนตามธรรมชาติของปัญหาที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่เกิดจากการล่มสลายทางสังคมกับการขาดแรงจูงใจในการควบคุมตนเองโดยการแก้ปัญหาที่ได้ผลนั้นเป็นการดำเนินการด้วยทีมที่ร่วมมือกันมากกว่าจะเป็นกลุ่มที่มีการแข่งขันกัน
- วิธีสอนนี้ใช้โครงสร้างของกลุ่มการเรียนรู้ โดยการใช้คำถามหรือปัญหาที่เกิดขึ้นจากการสังเกตปรากฏการณ์ในการสืบเสาะแบบเปิด แสดงการคิดวิพากษ์และการระดมสมองของสมาชิกในกลุ่ม รวมทั้งการส่งเสริมการมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นและการสร้างความเห็นบนพื้นฐานของการโต้แย้งร่วมกัน
- วิธีสอนนี้เป็นการศึกษาความเป็นจริงที่เกิดขึ้นบนฐานปรัชญาการศึกษาการสร้างองค์ความรู้ในตนเอง ซึ่งจะขึ้นอยู่กับการเป็นตัวแทนที่หลากหลายเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อน โดยจะแตกต่างจากรูปแบบของการตอบคำถามเพียงคำตอบเดียวในการศึกษาแบบเดิม

2.6 กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

จากการศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานพบว่า ผู้เชี่ยวชาญ นักวิชาการ และงานวิจัยได้นำเสนอกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานไว้อย่างหลากหลาย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการสังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานในรูปแบบใหม่ แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) เลือกปรากฏการณ์ (Choose the phenomenon) 2) ทำงานร่วมกับทีม (Collaborate with the team) 3) รวบรวมข้อมูล (Collect the information) 4) สร้างงานนำเสนอ (Create presentation) โดยอธิบายเพิ่มเติมไว้ ดังตารางที่ 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3 การสังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

Islakhiyah et al. (2018)	Tongsoong and Jermtaisong (2021)	Funfuengfu (2022)	ผู้วิจัย
(1) สังเกตปรากฏการณ์ (Observe the phenomenon) ครูนำเสนอปรากฏการณ์และให้ผู้เรียนช่วยสร้างคำอธิบาย	**(1) ปรากฏการณ์ (Phenomenon)** ผู้เรียนเลือกศึกษาปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับบริบทโลก ปัญหาหรือเหตุการณ์ในชีวิตจริง	**(1) รู้จักปัญหา (Recognize the problem)** ครูนำเสนอและตั้งคำถามจากปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ เช่น สถาน	**(1) เลือกปรากฏการณ์ (Choose the phenomenon)** ครูเลือกปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับบริบทโลก ปัญหา

Islakhiyah et al. (2018)	Tongsoong and Jermtaisong (2021)	Funfuengfu (2022)	ผู้วิจัย
(2) เขียนคำอธิบายเบื้องต้น (Compose an initial explanation) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับกระบวนการและสาเหตุของปรากฏการณ์	**(2) วิเคราะห์ (Analyze)** ผู้เรียนตั้งปัญหาเพื่อวิเคราะห์หาคำตอบโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิม	การณ์วิถีชีวิต สถานการณ์จริงสถานการณ์จำลอง สถานการณ์นอกห้องเรียนเกี่ยวกับตนเอง สังคม สิ่งแวดล้อม หลักวิชาการ โดยครูกระตุ้นคำถามให้ผู้เรียนร่วมกันตั้งคำถามจากปรากฏการณ์ต่าง ๆ	หรือเหตุการณ์ในชีวิตจริงที่ใกล้ตัวหรือมีความสำคัญต่อชีวิตของผู้เรียนอาจเกิดขึ้นในอดีต ปัจจุบัน หรือเป็นปรากฏการณ์ที่มีแนวโน้มว่าจะเกิดขึ้น และครูกระตุ้นด้วยการสร้างคำถามหรือให้ผู้เรียนร่วมกันถามคำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์นั้น
(3) สืบสวน (Investigation) ผู้เรียนดำเนินการสอบสวนแบบกลุ่มเพื่อระบุกระบวนการเกิดและสาเหตุที่สัมพันธ์กับปรากฏการณ์	**(3) งานแผน (Plan)** ผู้เรียนศึกษาและค้นคว้าหาข้อมูลเพื่อหาคำตอบหรือแนวทางแก้ไขในวิธีต่าง ๆ โดยครูจะพูดคุยกับผู้เรียนเพื่อสำรวจความคิดและถามคำถาม	**(2) ระดมสมอง (Brainstorming)** ผู้เรียนเรียนรู้ร่วมกันเพื่อหาคำตอบ มีกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นและหารือร่วมกับผู้อื่นเพื่อวางแผนทำงานร่วมกันและแสวงหาทางเลือกด้วยตนเอง	**(2) ทำงานร่วมกับทีม (Collaborate with the team)** ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล แสดงความคิดเห็นและหารือร่วมกับผู้อื่นในการวางแผนทำงานร่วมกันเพื่อหาคำตอบหรือแนวทางแก้ไขในวิธีต่าง ๆ
(4) รวบรวมคำอธิบายสุดท้าย (Compile the final explanation) ผู้เรียนในกลุ่มประเมินคำอธิบายเบื้องต้นและสร้างคำอธิบายขั้นสุดท้ายของปรากฏการณ์	**(4) ประยุกต์ใช้ (Application)** ผู้เรียนสร้างและอธิบายวิธีแก้ปัญหา แสดงให้เห็นถึงทักษะและความรู้ที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้	**(3) ประเมินค่า (Assessment to add value)** ผู้เรียนสะท้อนถึงผลที่ตามมาของวิธีการหาคำตอบและตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดี	**(3) รวบรวมข้อมูล (Collect the information)** ผู้เรียนรวบรวบคำตอบหรือแนวทางแก้ไขปัญหาในวิธีต่าง ๆ ภายในกลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Islakhiyah et al. (2018)	Tongsoong and Jermtaisong (2021)	Funfuengfu (2022)	ผู้วิจัย
(5) ให้เหตุผล (Giving reasons) สร้างคำอธิบายจากบทสนทนาภายในกลุ่มผู้เรียน		ที่สุด ตลอดจนการให้เหตุผลในทางเลือกต่าง ๆ	แล้วนำไปสร้างคำอธิบายของคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาจากบทสนทนาภายในกลุ่ม และตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด
	(5) นำเสนอ (Presentation) ผู้เรียนเผยแพร่และแบ่งปันงานหรือมุมมองของการแก้ปัญหา แนวคิด และการประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อสร้างผลงานให้ผู้อื่นและได้รับคำแนะนำหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติมหลังจากการนำเสนอ	**(4) พัฒนาเป็นผลงาน (The development stage to the work)** ผู้เรียนดำเนินการเพื่อผลิตผลงานที่เกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์ เช่น การนำเสนอผลงานในรูปแบบต่าง ๆ **(5) สร้างสรรค์สู่สังคม (Creativity to Society)** สรุปผลการเรียนรู้หรือประสบการณ์เป็นองค์ความรู้ของตนเอง รวมทั้งการนำองค์ความรู้ไปปรับใช้ตามความสามารถของตนเองและนำผลงานหรือความรู้มาเผยแพร่สู่สังคม	**(4) สร้างงานนำเสนอ (Create presentation)** ผู้เรียนแบ่งปันผลงาน แนวคิด แนวทางการแก้ปัญหาหรือความรู้ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างผลงานแก่ผู้อื่นและประเมินผลงานของตนเองจากคำแนะนำหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติมหลังจากการนำเสนอผลงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Islakhiyah et al. (2018)	Tongsoong and Jermtaisong (2021)	Funfuengfu (2022)	ผู้วิจัย
	(6) ปรับปรุง (Adjust) ผู้เรียนพิจารณาข้อเสนอแนะที่ได้รับจากขั้นตอนที่แล้วและนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงงานหรือการทำงานหรือแนวทางแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น		

2.7 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

บทบาทผู้สอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน จะเป็นการเรียนการสอนที่มีการเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้สอนจะแสดงบทบาทในการให้ความรู้เนื้อหากับผู้เรียนน้อยลง แต่จะเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้ให้คำแนะนำ ทำให้การเรียนการสอนมีความยืดหยุ่นมากขึ้น และผู้สอนจะมีบทบาท ดังนี้ (Silander, 2015; Zhukov, 2015; Lähdemäki, 2019)

- กระตุ้นและสนับสนุนการเรียนรู้ โดยผู้สอนจะต้องสนับสนุนผู้เรียนให้มีส่วนร่วมในการเรียน อย่างเต็มที่ จัดบรรยากาศการเรียน ให้เอื้อต่อการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสในการเรียนรู้ มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับบุคคล สื่อ และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ มีการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด และประสบการณ์ระหว่างกัน ทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนกว้างขวางขึ้น และมีความหลากหลาย นำไปสู่การเรียนรู้ที่ไม่ใช้วิธีบอกความรู้โดยตรง ส่งเสริมผู้เรียนได้ค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนสังเกตการณ์อยู่ตลอดเวลา อีกทั้งยังสามารถนำข้อมูล จากการสังเกตและประเมินตามสถานการณ์จริงมาพัฒนาแนวทางการสอนได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- เตรียมแหล่งข้อมูลที่มีความหลากหลายและน่าเชื่อถือ โดยผู้สอนต้องมีความสามารถในการค้นพบสิ่งที่ต้องการแท้จริงในการเข้าถึงข้อมูลของผู้เรียน ให้โอกาสผู้เรียนในการศึกษา แสวงหาข้อมูล ทดลอง ใช้กระบวนการคิดกับข้อมูลที่ได้มา และสามารถสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาจากความรู้ใหม่
- ออกแบบสถานการณ์ให้สอดคล้องกับความจริง โดยผู้สอนสามารถเลือกปรากฏการณ์หรือประเด็นต่าง ๆ จากบริบทและสภาพแวดล้อมรอบตัว อาจเลือกเป็นประเพณีวัฒนธรรม หรือความสนใจของท้องถิ่นมาจัดการเรียนรู้ให้มีความสอดคล้องและเป็นประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสที่จะได้เรียนรู้ วิเคราะห์ ตัดสินใจ และตรวจสอบผลของการตัดสินใจจากสถานการณ์ดังกล่าวด้วยตนเอง ซึ่งการสร้างประสบการณ์ในการเรียนรู้จากสภาพแวดล้อม

- เป็นนักออกแบบกระบวนการสร้างความรู้ โดยผู้สอนจะต้องเน้นกระบวนการที่จะทำให้ผู้เรียนได้รู้จักการสืบเสาะหาความรู้ ประสบการณ์ และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง เป็นการพัฒนากระบวนการคิดของผู้เรียนให้เชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้องค์ความรู้ในชีวิตจริง ซึ่งสามารถเลือกใช้หลักการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-Centered Instruction) มาประกอบกัน เช่น การใช้กระบวนการสืบเสาะ (Inquiry Learning) การใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) การใช้โครงการ (Project Learning) และการใช้แฟ้มสะสมผลงาน (Portfolios) เป็นต้น
- ไม่เป็นผู้ชี้นำหรือออกคำสั่ง โดยผู้สอนต้องสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน จัดกิจกรรมให้ตรงกับความสนใจของผู้เรียน เปลี่ยนบทบาทจากผู้ให้ความรู้เป็นผู้คอยให้คำแนะนำ

บทบาทผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน จะเป็นผู้ที่มีบทบาทหลักในกระบวนการเรียนรู้โดยเริ่มต้นจากการสังเกต สำรวจ ตรวจสอบและลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้คำตอบหรือการแก้ปัญหาอย่างมีความหมายผ่านปรากฏการณ์ที่สนใจศึกษาและสามารถนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปปรับใช้ในชีวิตจริง ดังนี้ (Daehler and Folsom, 2016; Silander, 2015)

- การสังเกตปรากฏการณ์ที่ศึกษาร่วมกันจากมุมมองแบบองค์รวมหรือสหวิทยาการ โดยเริ่มต้นจากการสังเกตร่วมกันเกี่ยวกับปรากฏการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงที่สนใจศึกษาจากมุมมองที่หลากหลายแตกต่างกัน อาศัยประสบการณ์ความรู้เดิมและมีการบูรณาการความรู้ข้ามสาขาวิชา และนำไปสู่การตั้งประเด็นคำถามหรือตั้งข้อสงสัยของปรากฏการณ์นั้น
- การตั้งคำถามหรือการกำหนดปัญหาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สนใจศึกษาร่วมกัน โดยเป็นการทำความเข้าใจและการศึกษาปรากฏการณ์ในกลุ่มผู้เรียน โดยการตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่สนใจร่วมกันอย่างแท้จริง ซึ่งผู้เรียนสามารถหาคำตอบหรือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษาผ่านการบูรณาการข้ามศาสตร์
- การลงมือศึกษาปรากฏการณ์ด้วยการทดลองเพื่อศึกษาปรากฏการณ์ภายใต้แนวคิดการสร้างองค์ความรู้ในตนเอง หรือผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Active Creators) ส่งผลให้สามารถจดจำความรู้ในระยะยาวได้ดี และก่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง ซึ่งจะสามารถใช้กระบวนการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การเรียนรู้แบบโครงการเป็นกระบวนการสำคัญที่ผู้เรียนสามารถสืบค้น ค้นคว้า อภิปราย วิพากษ์ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ สร้างชิ้นงาน หรือลงมือปฏิบัติจริง รวมถึงการนำข้อมูลความรู้และทักษะของผู้เรียนสามารถนำมาประยุกต์ใช้โดยตรงเพื่อหาคำตอบหรือแก้ปัญหาต่าง ๆ
- การสะท้อนคิดและการประเมินตามสภาพจริง เป็นการใช้องค์ความรู้หรือทักษะใหม่เชื่อมโยงกับโลกแห่งความจริง หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้หรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ภายใต้

บริบทเดิม ซึ่งแสดงให้เห็นถึงกระบวนการคิด กระบวนการทางปัญญา การถ่ายโอนข้อมูล การนำเสนอข้อมูลได้อย่างถูกต้อง และสามารถเก็บข้อมูลจากการสำรวจ ทดลอง อภิปรายและลงข้อสรุปได้จนทำให้เกิดหลักฐานเชิงประจักษ์ เช่น การจัดทำแฟ้มสะสมงาน เป็นต้น

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานจากเอกสาร งานวิจัยต่าง ๆ และผู้วิจัยได้ทำการสรุปไว้ดังตารางที่ 4

Islakhiyah et al. (2018) ได้ทำการสำรวจและปรับปรุงการให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (scientific explanation) ในหัวข้อแสงผ่านการเรียนรู้ตามปรากฏการณ์ของผู้เรียน โดยผู้เรียนจะดำเนินการสอบสวนและอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 28 คน จากโรงเรียนในเมืองมาลัง ประเทศอินโดนีเซีย ผลปรากฏว่า คะแนนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังจากผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามปรากฏการณ์ในหัวข้อเรื่องแสงเพิ่มขึ้น เนื่องจากผู้เรียนได้ฝึกสังเกตปรากฏการณ์และเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบกับมุมการสะท้อนของกระจกเครื่องบิน ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมหักเหในกระจกกระนาบ และผลของระยะวัตถุและระยะห่างของภาพ ถ้าวัตถุวางไว้หน้ากระจกเว้าหรือกระจกนูน และการสังเกตปรากฏการณ์ในระหว่างการสอบสวน

เชษฐชาตรี นวลขำ และยศวีร์ สายฟ้า (2563) ได้ทำการศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมการใช้สื่อสังคมออนไลน์ตามแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดที่มีต่อพฤติกรรมการรู้ดิจิทัลของนักเรียนระดับประถมศึกษา ตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 - 6 ที่เลือกเข้ากิจกรรมชมรมชวนคิดส์ออนไลน์ ประจำปีการศึกษา 2562 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนพฤติกรรมการรู้ดิจิทัลของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Akkas and Cevat (2021) ได้ทำการศึกษาผลของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางการเรียนรู้ปรากฏการณ์เป็นฐานที่มีต่อระดับความตระหนักในอภิปัญญาของผู้เรียน ตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 60 คน ที่กำลังศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2562 - 2563 โดยแบ่งออกเป็น กลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติและกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยปรากฏการณ์เป็นฐานพบว่า เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการสอนตามแนวทางการเรียนรู้ปรากฏการณ์เป็นฐานให้ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในระดับการรับรู้ทาง

อภิปัญญาของผู้เรียน แสดงให้เห็นว่าแนวทางการเรียนรู้ตามปรากฏการณ์มีส่วนช่วยในการพัฒนาความตระหนักในอภิปัญญาของผู้เรียน

Santhalia et al. (2021) ได้ทำการสำรวจทักษะการรู้หนังสือทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในการเรียนรู้จากประสบการณ์ตามปรากฏการณ์ด้วยวิธีผสมผสานกับการทดลอง ตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 32 คน จากโรงเรียนในเมืองมาลัง ประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งข้อมูลได้เก็บรวบรวมโดยการทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์และการสัมภาษณ์คำถามปลายเปิดกับผู้เรียนเพื่อสำรวจการรู้วิทยาศาสตร์ จากผลการศึกษาพบว่า การเรียนรู้จากประสบการณ์โดยอาศัยปรากฏการณ์นั้นมีประสิทธิภาพในการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนอย่างมีนัยสำคัญ และผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถเข้าใจแนวคิด ระบุปัญหาและเชื่อมโยงกับแนวคิดอื่น ๆ ได้ดี

Tongsoong and Jermtaisong (2021) ได้ทำการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของ STEAM education ร่วมกับการเรียนรู้ตามปรากฏการณ์ เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางฟิสิกส์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ แบบดั้งเดิม เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ในวิชาฟิสิกส์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ผ่านการผสมผสานระหว่าง STEAM Education และ Phenomenon-based learning และเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางฟิสิกส์ หลังเรียนผ่าน STEAM education ผสมผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์และแบบดั้งเดิม ตัวอย่างวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 70 คน เครื่องมือที่ใช้คือ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินงานสร้างสรรค์ ผลการวิจัยพบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางฟิสิกส์สำหรับนักเรียนที่เรียนรู้ผ่านการผสมผสานระหว่าง STEAM Education และ Phenomenon-based learning สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Funfuengfu (2022) ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบของสมรรถนะการจัดการเรียนรู้เชิงรุกของนักเรียนครู พัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามปรากฏการณ์ในการส่งเสริมสมรรถนะการจัดการเรียนรู้เชิงรุกของนักเรียนครู และศึกษาผลกระทบของรูปแบบการเรียนรู้ตามปรากฏการณ์สำหรับการเพิ่มสมรรถนะการจัดการเรียนรู้เชิงรุกของนักศึกษาครู ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีปี 4 คณะครุศาสตร์ ในปีการศึกษา 2563 ของวิทยาลัยนาฏศิลป์ลพบุรี จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาครูมีสมรรถนะการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยรวมอยู่ในระดับดีมาก และคะแนนของสมรรถนะการจัดการเรียนรู้เชิงรุกจากการทดสอบหลังการศึกษามีค่ามากกว่าเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หัสวนัส เพ็งสันเทียะ และคณะ (2564) ได้ทำการศึกษา กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานที่ส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดสร้างสรรค์ ตัวอย่างในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง และ

ดำเนินการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 29 คน ผลการวิจัยพบว่า บรรยากาศในชั้นเรียนมีความแปลกใหม่ มีอิสระในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีความสนุกสนาน ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ให้ความร่วมมือและกระตือรือร้นในการเรียนเป็นอย่างดี และมีพฤติกรรมการแสดงออกทางความคิดที่มากขึ้น

มณีวรรณ ศิลปะชัย และชลาธิป สมาหิโต (2565) ได้ทำการศึกษาผลการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานที่มีต่อทักษะการรู้เท่าทันสื่อสำหรับเด็กปฐมวัย ตัวอย่างคือ เด็กปฐมวัยที่มีอายุระหว่าง 5 - 6 ปี ที่กำลังศึกษาชั้นอนุบาลปีที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนผ่องพลอยอนุสรณ์ สำนักงานเขตบางนา สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 42 คน ผลการศึกษาพบว่า เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานมีค่าเฉลี่ยทักษะการรู้เท่าทันสื่อสูงกว่าก่อนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ หลังการจัดประสบการณ์การเรียนรู้เด็กสามารถบอกเนื้อหาของสื่อแยกแยะเนื้อหาที่เป็นข้อเท็จจริงกับข้อคิดเห็นได้ดีขึ้น สามารถเข้าใจภาษาและอธิบายความหมายของข้อความในสื่อได้ดีขึ้น และสามารถนำข้อมูลไปใช้ให้เกิดประโยชน์และปลอดภัยกับตนเอง

ตารางที่ 4 การสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

นักวิจัย	ตัวอย่าง	ขอบเขต/รายวิชา	ระยะเวลา
Islakhiyah et al. (2018)	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 28 คน	การให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Scientific explanation) ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสง	-
เชษฐชาตรี นวลขำ และ ยศวีร์ สายฟ้า (2563)	นักเรียนชั้นประถม ศึกษาปีที่ 4 - 6 จำนวน 20 คน	พฤติกรรมการรู้ดิจิทัล(Digital literacy behavior)	-
Akkas and Cevat (2021)	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 60 คน	ความตระหนักในอภิปัญญา (Metacognitive awareness)	4 สัปดาห์
Santhalia et al. (2021)	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 32 คน	ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ (Science literacy) ในรายวิชาฟิสิกส์	-
Tongsoong and Jermtaisong (2021)	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 70 คน	ความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) ในรายวิชาฟิสิกส์	22 ชั่วโมง
Funfuengfu (2022)	นักศึกษาระดับปริญญาตรีปี 4 จำนวน 30 คน	สมรรถนะการจัดการเรียนรู้เชิงรุก	10 สัปดาห์ (3 ชั่วโมง/สัปดาห์) รวม 30 ชั่วโมง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นักวิจัย	ตัวอย่าง	ขอบเขต/รายวิชา	ระยะเวลา
หัสวนัส เพ็งสันเทียะ และ คณะ (2564)	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 29 คน	การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดสร้างสรรค์	6 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 14 ชั่วโมง
มณีวรรณ ศิลปะชัย และ ชลาธิป สมาหิโต (2565)	นักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 2 จำนวน 42 คน	ทักษะการรู้เท่าทันสื่อ (Media literacy skills)	8 สัปดาห์ (3 ชั่วโมง/สัปดาห์) รวมทั้งสิ้น 24 ชั่วโมง

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานมีการนำไปใช้ศึกษาและทดลองกับนักเรียนได้กับทุกระดับชั้น ได้แก่ ระดับปฐมวัย ระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษา และระดับอุดมศึกษา โดยส่วนใหญ่ใช้ระยะเวลาในการศึกษาและทดลองกับตัวอย่างตั้งแต่ 4 สัปดาห์ ขึ้นไป เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะ สมรรถนะ และความสามารถในรูปแบบต่าง ๆ ได้เต็มประสิทธิภาพมากขึ้น

ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมเกี่ยวกับความหมายของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์จากเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ และนักวิชาการทางการศึกษาไว้ ดังนี้

กุลธิดา ชนาภิมุข (2560) ได้ให้ความหมายความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นปัญหาและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในฐานะพลเมืองของสังคม โดยบุคคลที่ฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์จะต้องสามารถเชื่อมโยงอภิปรายให้เหตุผลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้

Jufrida et al. (2019) ได้ให้ความหมายความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นความสามารถในการวิเคราะห์ การตัดสินใจประยุกต์ใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาชีวิตประจำวัน และเป็นทักษะที่สำคัญที่นักเรียนพึงมีเพื่อสามารถนำความรู้ไปแก้ปัญหา ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจในชีวิตประจำวันและสามารถปรับปรุงผลการเรียนรู้ของนักเรียนได้

Aiman et al. (2020) ได้ให้ความหมายความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นทักษะสำคัญที่ผู้เรียนควรมีเพื่อใช้แก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนสร้างสรรค์ผลงานทางวิทยาศาสตร์ที่มีประโยชน์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2563) ได้ให้ความหมายความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ

Zuhra et al. (2021) ได้ให้ความหมายความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการนำแนวคิดจากวิทยาศาสตร์ธรรมชาติและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตตามกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ รวมทั้งการระบุ การรวบรวมและวิเคราะห์แนวคิดเพื่อให้ได้ข้อสรุปจากการค้นพบ

จากความหมายสามารถสรุปได้ว่า ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์ความรู้หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ การให้เหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผล และการตัดสินใจในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันตลอดจนสร้างสรรค์ผลงานทางวิทยาศาสตร์

3.2 กรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

จากการศึกษากรอบการประเมินการความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์จาก OECD (2019) และ สสวท. (2563) ได้กำหนดกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็นองค์ประกอบ 3 ประการ ดังนี้

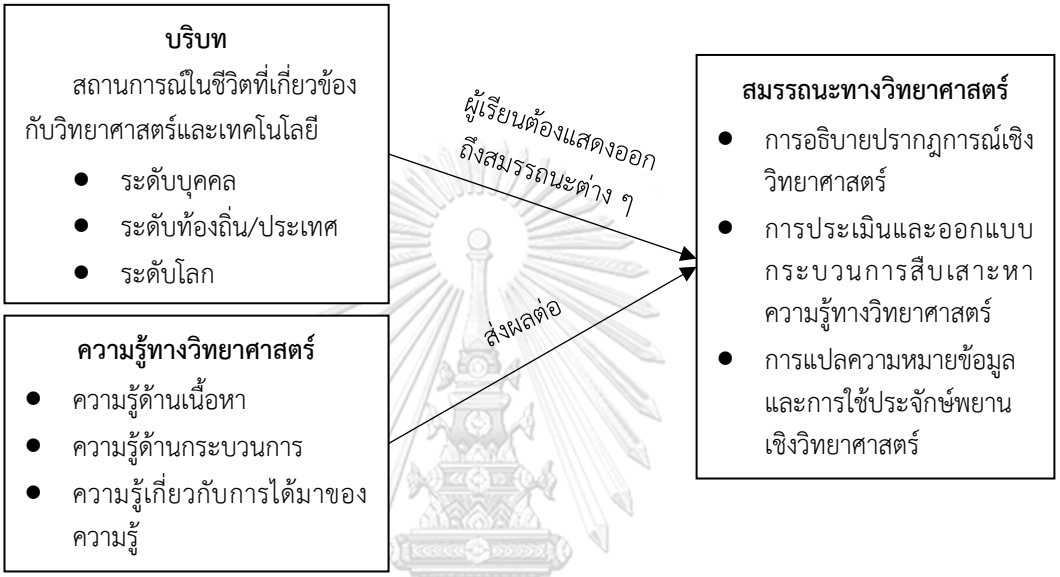
1. บริบท หมายถึง การรับรู้ถึงสถานการณ์ในชีวิต ในระดับบุคคล ระดับชาติ และระดับโลก ทั้งประเด็นในปัจจุบันหรือในอดีตที่ผ่านมา ซึ่งจำเป็นต้องมีความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจในข้อเท็จจริง แนวคิดหลักและทฤษฎีสำคัญที่ทำให้เกิดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความรู้จะประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของโลกและสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยี (ความรู้ด้านเนื้อหา) ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ความรู้เกี่ยวกับวิธีการในการสร้างแนวคิดหรือความรู้ต่าง ๆ (ความรู้ด้านกระบวนการ) และความรู้เกี่ยวกับบทบาทและลักษณะที่จำเป็นต่อกระบวนการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์รวมถึงความเข้าใจบทบาทและหน้าที่ของสิ่งต่าง ๆ ที่มีต่อวิทยาศาสตร์ เช่น คำถาม การสังเกต ทฤษฎี สมมติฐาน แบบจำลอง การอภิปรายโต้แย้งการยอมรับรูปแบบที่หลากหลายใน กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้)

3. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

โดยองค์ประกอบทั้งสามมีความเกี่ยวข้องกัน กล่าวคือ การที่คนเราต้องเผชิญสถานการณ์หรือดำเนินชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับทั้งตนเอง ท้องถิ่น ประเทศหรือสถานการณ์ของโลก เราจำเป็นต้องมีและใช้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบสนองและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งการตอบสนองจะทำได้ดีเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความรู้ที่แต่ละคน โดยความสัมพันธ์ทั้ง 3 องค์ประกอบสามารถแสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 กรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ใน PISA 2018 (OECD, 2019)

Noted. Adapted From *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework* (p.103), by OECD, 2019, OECD Publishing.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนบริบทในกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ใน PISA 2018 กำหนดจากสถานการณ์จากชีวิตจริง โดยแบ่งสถานการณ์ออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับบุคคล ระดับท้องถิ่นหรือประเทศ และระดับโลก ซึ่งในสถานการณ์แต่ละระดับ ยังแบ่งออกเป็น 5 บริบท ได้แก่ สุขภาพและโรค ทรัพยากรธรรมชาติ คุณภาพสิ่งแวดล้อม อันตราย และวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (OECD, 2019) ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตัวอย่างบริบทในกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ใน PISA 2018

บริบท	ระดับบุคคล	ระดับท้องถิ่น/ประเทศ	ระดับโลก
สุขภาพและโรค	• การรักษาสุขภาพ • อุบัติเหตุ • สารอาหาร	• การควบคุมโรค • การเลือกอาหาร • สุขภาพชุมชน	• โรคระบาด • การแพร่ระบาดของโรค

บริบท	ระดับบุคคล	ระดับท้องถิ่น/ประเทศ	ระดับโลก
ทรัพยากรธรรมชาติ	• การใช้ทรัพยากรและพลังงาน	• การรักษาประชากร • คุณภาพชีวิต • ความปลอดภัย • การผลิตและกระจายอาหาร • พลังงานสำรอง	• ทรัพยากรธรรมชาติที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้และไม่ได้ • ความเหมาะสมในการใช้ทรัพยากร • การเติบโตของประชากร • การอนุรักษ์สิ่งมีชีวิตที่ใกล้สูญพันธุ์
คุณภาพสิ่งแวดล้อม	• การเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม • การใช้และกำจัดวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ	• การกระจายตัวของประชากร • การกำจัดของเสีย • ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	• ความหลากหลายทางชีวภาพ • การรักษาระบบนิเวศอย่างยั่งยืน • การควบคุมมลพิษ
อันตราย	• การประเมินความเสี่ยงในการใช้ชีวิต	• การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (เช่นแผ่นดินไหว อากาศแปรปรวน) • การเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ และค่อย ๆ เปลี่ยนแปลง (เช่น การกัดเซาะชายฝั่งของน้ำทะเล) • การประเมินความเสี่ยง	• การเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ • ผลกระทบของการสื่อสารที่ทันสมัย
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	• งานอดิเรกทางวิทยาศาสตร์ • เทคโนโลยีสวนดนตรีและกีฬา	• เทคโนโลยีวัสดุอุปกรณ์และกระบวนการ • การดัดแปลงพันธุกรรม • เทคโนโลยีเพื่อสุขภาพ • การขนส่ง	• การสูญพันธ์ของสิ่งมีชีวิต • การสำรวจอวกาศ • โครงสร้างและจุดกำเนิดของเอกภพ

Noted. Adapted From *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework* (p.103), by OECD, 2019, OECD Publishing.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์จะเริ่มจากระดับต่ำสุด (ระดับ 1b) จนถึงระดับสูงสุด (ระดับ 6) หรืออาจบอกเป็นภาพรวม เชน ที่ระดับ 5 และ 6 จัดวาเป็นระดับสูง ระดับ 3 และ 4 จัดเป็นระดับปานกลาง และระดับ 2 เป็นระดับพื้นฐานที่นักเรียนเริ่มแสดงวารูและสามารถใชประโยชนจากความรูได้ในชีวิตจริง แต่ถาต่ำกวา ระดับ 2 ลงไปจัดวาเป็นกลุมเสี่ยงที่แสดงให้เห็นวาผู้เรียนมีความสามารถไม่ถึงระดับพื้นฐาน และไม่สามารถใชวิทยาศาสตร์ใหเป็นประโยชนในชีวิตจริงได้ โดยแต่ละระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA ในปี 2018 มีรายละเอียด ดังนี้

- **ระดับ 6** (คะแนนต่ำสุดคือ 708 คะแนน) ที่ระดับนี้นักเรียนสามารถทำภารกิจวิทยาศาสตร์ที่ยาก ๆ ได้สำเร็จสมบูรณ์เกือบทุกข้อ นักเรียนสามารถดึงเอาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กรอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ และโลกและอวกาศ มาสัมพันธ์กัน สามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาด้านกระบวนการ และความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ในการให้คำอธิบายทางทฤษฎีหรือคาดคะเนปรากฏการณ์ เหตุการณ์ หรือกระบวนการที่ไม่คุ้นเคย หรือทำนายผลของเหตุการณ์ ในการตีความแปลความข้อมูลและประจักษ์พยาน ก็สามารถแยกแยะสาระที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกับข้อมูลออกจากกันได้ และสามารถดึงเอาความรู้ภายนอกเข้ามาใช้กับเรื่องที่เรียนรู้ได้ สามารถบอกความแตกต่างของข้อโต้แย้งได้ว่าข้อโต้แย้งใดมีพื้นฐานบนประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับข้อใดที่อยู่บนพื้นฐานของความคิดเห็นหรือข้อพิจารณาของผู้อื่น นักเรียนที่ระดับ 6 สามารถประเมินความเหมาะสมของการออกแบบเพื่อการทดลอง การสำรวจตรวจสอบ การเก็บข้อมูลภาคสนามหรือการจำลองสถานการณ์ที่ซับซ้อนได้ และสามารถให้เหตุผลที่เหมาะสมเพื่อประกอบการตัดสินใจ
- **ระดับ 5** (คะแนนต่ำสุดคือ 633 คะแนน) ที่ระดับนี้นักเรียนสามารถใช้กรอบความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรมเพื่ออธิบายปรากฏการณ์กระบวนการ หรือเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคยและมีความซับซ้อนมากขึ้น สามารถใช้กระบวนการความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ที่มีความซับซ้อนในการประเมินการออกแบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถให้เหตุผลที่เลือกวิธีการทดลองวิธีใดวิธีหนึ่งและสามารถใช้ความรู้ตามทฤษฎีมาตีความหรือทำนายผล นักเรียนที่ระดับ 5 สามารถประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบของปัญหาที่กำหนดให้ในเชิงวิทยาศาสตร์และระบุข้อจำกัดในการแปลความข้อมูล รวมถึงแหล่งที่มาและผลกระทบจากความไม่แน่นอนของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์
- **ระดับ 4** (คะแนนต่ำสุดคือ 559 คะแนน) ที่ระดับนี้นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาสาระที่ยากขึ้น ซึ่งอาจเป็นความรู้ที่บอกให้ในข้อความหรือเป็นความรู้ที่เรียกคืนออกมาได้เอง เพื่อนำมาใช้สร้างคำอธิบายในเหตุการณ์หรือกระบวนการที่ซับซ้อนมากขึ้นและไม่คุ้นเคยมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ก่อน สามารถทำการทดลองเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรอิสระมากกว่าสองตัวแปรขึ้นไป ในบริบทที่มีข้อจำกัดต่าง ๆ โดยสามารถอธิบายเหตุผลในการออกแบบ การทดลองได้ด้วยความรู้ด้านกระบวนการและความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ นักเรียนที่ระดับ 4 สามารถแปลความหมายข้อมูลที่มาจากข้อมูลที่มีความซับซ้อนระดับกลาง หรือข้อมูลที่ไม่คุ้นเคยและสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลและที่ขยายออกไกลกว่าที่ได้จากข้อมูลเฉพาะหน้า

- **ระดับ 3** (คะแนนต่ำสุดคือ 484 คะแนน) ที่ระดับนี้นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาที่ค่อนข้างซับซ้อนขึ้น เพื่อระบุบอกประเด็นหรือสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ที่รู้จักคุ้นเคย ถ้าเป็นสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลโดยอาศัยตัวชี้นำที่เหมาะสมบางอย่าง สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้หรือความรู้ด้านกระบวนการในการหาความรู้ เพื่อออกแบบและดำเนินการทดลองหาข้อมูลในสถานการณ์ที่มีข้อจำกัดได้ นักเรียนที่ระดับ 3 สามารถแยกแยะอย่างชัดเจนได้ว่าประเด็นใดเป็นวิทยาศาสตร์ (อธิบายได้ มีประจักษ์พยาน ตรวจสอบได้ตามกระบวนการวิทยาศาสตร์) และประเด็นใดไม่เป็นวิทยาศาสตร์
- **ระดับ 2** (คะแนนต่ำสุดคือ 410 คะแนน) ที่ระดับนี้นักเรียนสามารถดึงเอาความรู้ด้านเนื้อหาจากชีวิตประจำวันและความรู้ด้านกระบวนการพื้นฐานมาใช้เพื่อบอกถึงคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ตีความข้อมูล และตั้งปัญหาของเรื่องเพื่อออกแบบการทดลองอย่างง่าย นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั่วไปเพื่อบอกข้อสรุปจากข้อมูลชุดที่ไม่ซับซ้อน นักเรียนที่ระดับ 2 สามารถแสดงว่า มีความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้หรือวิธีหาความรู้เพื่อระบุปัญหาที่สามารถตรวจสอบได้โดยวิธีทางวิทยาศาสตร์
- **ระดับ 1a** (คะแนนต่ำสุดคือ 335 คะแนน) ที่ระดับนี้นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาและกระบวนการสามัญเพื่อเลือกบอกคำอธิบายของปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์อย่างง่ายที่ต้องการการคิดไม่มาก สามารถทำการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นแบบแผนที่มีตัวแปรไม่เกินสองตัวแปรได้เมื่อได้รับความช่วยเหลือ สามารถระบุความสัมพันธ์หรือบอกถึงสาเหตุแบบง่ายได้และแปลความข้อมูลที่เป็นภาพหรือกราฟที่ต้องใช้การคิดเพียงเล็กน้อย นักเรียนที่ระดับ 1a สามารถเลือกคำอธิบายหรือข้อมูลที่เห็นได้ชัดเจนจากที่กำหนดมาให้ในบริบทที่คุ้นเคยหรือเกี่ยวข้องตรง ๆ กับชีวิตส่วนตัว ท้องถิ่น หรือโลก
- **ระดับ 1b** (คะแนนต่ำสุดคือ 261 คะแนน) ที่ระดับนี้นักเรียนสามารถใช้ความรู้สามัญเพื่อนึกถึงปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์บางแง่มุม สามารถบอกแบบรูปอย่างง่ายในชุดข้อมูล จำคำศัพท์หรือคำทางวิทยาศาสตร์ได้ สามารถทำการทดลองตามวิธีการที่บอกไว้ชัดเจนได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3 องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

การประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ใน PISA 2015 และ PISA 2018 เป็นหลัก ซึ่งสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ประการ ได้แก่ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ (จาตุรนต์ หนุนนาค, 2562; จารุนันท์ พาภักดี, 2563; พิมพลอย ตามตระกูล 2564; Rosa et al., 2018; Widayoko et al., 2019; Anggriani et al., 2020; Parno et al., 2020; Amini and Sinaga, 2021; Sinurat et al., 2021) โดยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ประการ ผู้เรียนควรมีการกระทำหรือความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีสมรรถนะต่าง ๆ ดังนี้

1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) หมายถึง การมีความสามารถในการรับรู้ เสนอและประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี ซึ่งผู้ที่มีสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์จะสามารถแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้ได้

- เลือกใช้และนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
- ระบุ ใช้ และสร้างสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์นั้น
- พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้
- เสนอสมมติฐานหรือคำอธิบายที่เป็นไปได้เกี่ยวกับปรากฏการณ์นั้น
- ระบุแนวทางการนำความรู้หรือคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) หมายถึง การมีความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้ที่มีสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะสามารถแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้ได้

- ระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์
- แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
- เสนอวิธีการแก้ไขปัญหาหรือสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- ประเมินวิธีการแก้ไขปัญหาหรือสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลและความเป็นกลาง และการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) หมายถึง การมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งผู้ที่มีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จะสามารถแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้ได้

- แปลงข้อมูลที่ได้รับจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง เช่น การสื่อสารด้วยคำพูดของตนเอง แผนภาพหรืออื่น ๆ
- วิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนลงข้อสรุปได้อย่างเหมาะสม
- ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลเกี่ยวกับข้อมูลทางวิทยาศาสตร์
- แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น ๆ
- ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร)

จะเห็นได้ว่าสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญในการประเมินผลทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบว่าผู้เรียนสามารถกระทำหรือแสดงพฤติกรรมเหล่านี้ได้เพียงใด นอกจากนี้ยังเป็นแนวคิดพื้นฐานว่าผู้เรียนควรทราบอะไร ให้คุณค่ากับอะไร และทำอะไรได้โดยเชื่อมโยงประสบการณ์หรือความรู้ของตนเองกับสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.4 รูปแบบการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษารูปแบบการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยของ จาตุรนต์ หนุนนาค (2562) กล่าวถึงรูปแบบการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไว้ 4 รูปแบบ ดังนี้

1. ข้อสอบแบบเลือกตอบ: มีตัวเลือกมาให้ 4 ตัวเลือก ให้เลือกตอบเพียงตัวเลือกเดียว

2. ข้อสอบเลือกตอบเชิงซ้อน: เป็นข้อสอบที่มีคำตอบให้เลือกตอบหลายคำตอบประกอบกัน การได้คะแนนเต็มต้องเลือกตอบคำตอบถูกทุกคำตอบรวมกัน

3. ข้อสอบแบบสร้างคำตอบแบบปิด หรือข้อสอบแบบเติมคำ: เป็นข้อสอบที่ให้นักเรียนเขียนคำตอบเอง เป็นคำตอบสั้น ๆ แต่คำตอบจะเฉพาะเจาะจง หรือจำกัดตามเนื้อหา หรือให้ตอบโดยใช้ข้อมูลที่กำหนดให้

4. ข้อสอบแบบสร้างคำตอบอิสระ: เป็นคำถามชนิดที่เปิดกว้างให้ผู้เรียนเขียนคำตอบหรือเขียนเหตุผลเองตามความคิด คะแนนที่ได้ขึ้นกับการใช้เหตุและผลที่สอดคล้อง หรือเป็นคำอธิบายที่สอดคล้องกับหลักฐานที่มีอยู่

ในส่วนของเกณฑ์การให้คะแนนของข้อสอบแบบตัวเลือก จะเป็นการให้คะแนนอย่างใดอย่างหนึ่ง คือมีคะแนนกับไม่มีคะแนน แต่ข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน ข้อสอบแบบสร้างคำตอบแบบปิดหรือข้อสอบแบบเติมคำ และข้อสอบแบบสร้างคำตอบอิสระ การตรวจให้คะแนนของข้อสอบประเภทเหล่านี้จะแยกคำตอบผู้เรียนออกจากเกณฑ์การให้คะแนนที่ระบุไว้คือ คะแนนเต็ม คะแนนบางส่วน และไม่มีคะแนน ซึ่งการที่ผู้เรียนได้คะแนนเต็มบางครั้งอาจไม่ใช่คำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ตรงตามเนื้อหา แต่ผู้เรียนได้แสดงให้เห็นว่ามีความรู้และความเข้าใจที่สามารถสร้างคำตอบที่สมเหตุสมผล บางครั้งแม้คำตอบอาจจะไม่เหมือนกันก็อาจมีคะแนนเต็มเท่ากัน ถ้าผู้เรียนสามารถแสดงออกให้เห็นว่ามีความเข้าใจในสถานการณ์ มีการให้เหตุผลได้สอดคล้อง ส่วนคำตอบที่มีความถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนจะได้คะแนนบางส่วน คำตอบที่ไม่มีคะแนนเป็นคำตอบที่ไม่ได้ตอบคำถามตามที่โจทย์ต้องการไม่สมเหตุสมผล หรืออาจตอบถูกแต่ไม่มีคำอธิบายหรืออธิบายผิด ให้เหตุผลผิด หรือบางครั้งดูเหมือนคำตอบถูก แต่ผู้เรียนลอกข้อความจากตัวคำถามมาตอบแบบนี้จะไม่มีคะแนน

จากการศึกษารูปแบบการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยของ จุฬาลักษณ์ วงษ์วัฒนะ (2563) กล่าวถึงรูปแบบการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไว้ 2 รูปแบบ ดังนี้

1. การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้วยข้อสอบแบบเขียนตอบ

ในกรณีที่ผู้เรียนไม่สามารถลงมือปฏิบัติจริงได้ เนื่องจากเกินระดับความสามารถของผู้เรียนทั้งด้านความปลอดภัยและความไม่เหมาะสมของสถานการณ์ ข้อสอบเขียนตอบจะเป็นเครื่องมือที่จะสามารถนำมาใช้วัดความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการต่าง ๆ ที่เป็นทักษะขั้นพื้นฐานและขั้นผสมผสาน โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิดระดับสูงเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ซับซ้อนและมีความเชื่อมโยงกับสาระการเรียนรู้ในระดับชั้นของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนได้สะท้อนความคิดออกมาด้วยการเขียนแสดงกระบวนการคิดอย่างเป็นขั้นเป็นตอน และมีการให้คะแนนตามความถูกต้องของคำตอบร่วมกับส่วนของวิธีการที่ผู้เรียนเลือกใช้เพื่อแก้ปัญหาด้วย โดยสถานการณ์และคำถามของข้อสอบเขียนตอบจะมีลักษณะ ดังนี้

- สถานการณ์: สถานการณ์ที่ใช้ในข้อสอบเขียนตอบจะใช้สถานการณ์จริงที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ เหตุการณ์ของสังคม หรือสถานการณ์จำลองที่สมมติ เหตุการณ์เลียนแบบจากสถานการณ์จริง หรือสมมติเรื่องราวขึ้นอย่างมีเหตุมีผล โดยเนื้อหาในสถานการณ์ต้องสอดคล้องกับความรู้ในบทเรียนซึ่งอาจเป็นข้อความ ตารางข้อมูลหรือ แผนภาพ

- คำถาม: มีลักษณะเป็นคำถามประเภทปลายเปิดหรือคำสั่งให้ผู้เรียนแสดงออกซึ่งความสามารถ การเขียนคำถามจึงต้องมีความชัดเจนในประเด็นสำคัญของการเขียนตอบ เช่น การวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การเปรียบเทียบ การอธิบายวิธีการและขั้นตอนการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน การสร้างแบบจำลอง และการลงข้อสรุปการกำหนดสถานการณ์และคำถามมีผลต่อการแสดงสมรรถนะของผู้เรียนสถานการณ์ และตัวอย่างคำถามของข้อสอบเขียนตอบ แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ตัวอย่างคำถามของข้อสอบเขียนตอบ

สถานการณ์	คำถาม
1. กำหนดเหตุการณ์ บทความ แนวความคิด หรือข้อความ	ให้แปลความหมายเหตุการณ์ ให้เหตุผลสนับสนุนหรือข้อโต้แย้ง หรือให้แนวทางในการแก้ปัญหา
2. กำหนดตารางข้อมูลหรือกราฟ	ให้อธิบายความหมายข้อมูล หรือเพิ่มเติมข้อมูลที่มีความเป็นไปได้
3. กำหนดวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ	ให้ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน
4. กำหนดภาพแสดงวิธีทดลองของผู้เรียนมากกว่าหนึ่งกลุ่มที่มีวิธีปฏิบัติที่แตกต่างกัน	ให้เปรียบเทียบและเลือกวิธีทดลอง ให้เหตุการณ์เลือกวิธีการนั้น ๆ
5. กำหนดแบบจำลอง หรือแผนภาพ	ให้สร้างแบบจำลองที่ต่างจากที่กำหนดให้ และให้เหตุผลได้ว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นนั้นมีประโยชน์
6. กำหนดข้อมูลการทดลองที่ประกอบด้วยวิธีทดลอง บันทึกผลการทดลอง	ให้พิจารณาความเป็นไปได้ของข้อมูล หรือให้ทำนายผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบวัดภาคปฏิบัติ

ในส่วนของภาคปฏิบัติที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงจะมีหลักฐานที่แสดงไว้ทั้งวิธีการปฏิบัติและผลการปฏิบัติ ซึ่งหลักฐานเหล่านี้ใช้ในการประเมินความสามารถ ทักษะการคิดและทักษะปฏิบัติจากการกระทำได้เป็นอย่างดี โดยทั่วไปแบบวัดภาคปฏิบัติแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ กิจกรรมการทดลอง และการเขียนรายงานการทดลอง ซึ่งแบบวัดภาคปฏิบัติจะมีลักษณะเช่นเดียวกับข้อสอบทั่ว ๆ ไปที่มีสถานการณ์และคำถาม โดยสถานการณ์จะกำหนดเงื่อนไขให้สามารถปฏิบัติการทดลองได้อย่างปลอดภัย คำถามและสถานการณ์ที่กำหนดให้จะเน้นให้ผู้เรียนแสดงออกถึงสมรรถนะในด้านทักษะเชาว์ปัญญาและทักษะปฏิบัติ โดยสถานการณ์และคำถามของกิจกรรมการทดลองจะมีลักษณะ ดังนี้

- สถานการณ์: สถานการณ์ในแบบวัดภาคปฏิบัติมีลักษณะเป็นข้อมูลหรือข้อความที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่กระทำหรือสถานการณ์จำลองที่สามารถปฏิบัติได้จริง ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียนด้วย

- คำถาม: คำถามในแบบวัดภาคปฏิบัติประกอบด้วยคำสั่ง คำชี้แจง หรือเงื่อนไขเพื่อให้ผู้เรียนปฏิบัติหรือทำการทดลอง โดยเน้นที่การแสดงความสามารถและทักษะปฏิบัติ คำถามในแบบวัดภาคปฏิบัติมักให้ผู้เรียนได้แสดงออกในด้านต่าง ๆ ได้แก่ 1) ความสามารถและทักษะด้านการเลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่สอดคล้องกับการออกแบบการทดลองการปฏิบัติการทดลองที่ต้องอาศัยทักษะด้านต่าง ๆ เช่น ทักษะการวัด ทักษะการสังเกต ทักษะการใช้เครื่องมือ 2) ความสามารถและทักษะด้านการบันทึกผลการทดลอง การบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจบันทึกลงในตารางข้อมูล และตัวอย่างคำถามของแบบวัดภาคปฏิบัติ แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ตัวอย่างคำถามของแบบวัดภาคปฏิบัติ

สถานการณ์	คำถาม
1. สถานการณ์ที่ประกอบด้วยปัญหาและเงื่อนไขต่าง ๆ	● ให้ผู้เรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยใช้เงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ ● ให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐานและออกแบบวิธีทดลอง รวมทั้งเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองด้วยตนเอง
2. สถานการณ์ที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติการทดลองได้ และกำหนดวิธีการปฏิบัติให้	ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดให้โดยเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ การทดลองด้วยตนเองและแสดงการรวบรวมข้อมูล
3. สถานการณ์ที่ประกอบด้วยวิธีปฏิบัติ และวัสดุ อุปกรณ์การทดลอง	ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามวิธีการและขั้นตอนโดยใช้วัสดุและอุปกรณ์การทดลองที่กำหนดให้ และสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ด้วยตนเอง

นอกจากนี้การเขียนรายงานผลการทดลอง ควรมีการให้ผู้เรียนได้เขียนครอบคลุมกระบวนการ ดังนี้

- การวางแผน: เป็นการแสดงออกในด้านการกำหนดปัญหาการทดลอง การกำหนดจุดประสงค์ของการทดลอง การออกแบบวิธีการและขั้นตอนการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การกำหนดตัวแปรในการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- การวิเคราะห์และการแปลผล: เป็นการแสดงออกในด้านการวิเคราะห์ข้อมูลและผลการทดลอง การจัดกระทำข้อมูล การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล การคำนวณ การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล และการแปลความหมายข้อมูล
- การนำความรู้ไปใช้: เป็นการแสดงออกในด้านการลงข้อสรุปอย่างมีเหตุผล การสร้างแบบจำลอง การถ่ายโอนความรู้ การแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ การนำเสนอแนวคิดที่แตกต่างจากเดิมหรือการคิดเชิงสร้างสรรค์

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม และสามารถสรุปเครื่องมือการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เครื่องมือการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ

เครื่องมือ	Chelvan, Surif and Ibrahim (2019)	OECD (2019)	Widayoko et al. (2019)	Aiman, Hasyda and Uslan (2020)	Parno et al. (2020)	พิมพลอย ตามตระกูล (2564)
1. ใบงาน				●	●	●
2. แบบสัมภาษณ์	●		●			
3. แบบทดสอบ (เลือกตอบ)	●	●			●	●
4. แบบทดสอบ (เลือกตอบเชิงซ้อน)	●	●		●		●
5. แบบทดสอบ (คำถามปลายปิด)			●			
6. แบบทดสอบ (คำถามปลายเปิด)	●	●			●	●

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่าส่วนใหญ่เครื่องมือการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จะใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ แบบทดสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน และแบบทดสอบแบบคำถามปลายเปิดมากที่สุด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้เครื่องมือการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบทดสอบโดยพัฒนามาจากข้อสอบการประเมินผลนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA ที่เคยถูกนำมาใช้ในการประเมินของโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ ซึ่งบางข้อถูกใช้ในการประเมินผลจริง และบางข้อถูกใช้ในการทดลองภาคสนาม

จากการศึกษารูปแบบการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยของ พิมพลอย ตามตระกูล (2564) กล่าวถึงรูปแบบการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไว้ 3 รูปแบบ โดยการพิจารณาจากข้อสอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. คำถามในรูปแบบเลือกตอบ: มีลักษณะการตอบคำถามโดยการเลือก 1 คำตอบจาก 4 ตัวเลือก หรือการเลือกคำตอบที่เป็นองค์ประกอบในภาพหรือข้อความ

2. คำถามในรูปแบบเลือกตอบเชิงซ้อน: มีลักษณะการตอบคำถามโดยการเลือก "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" ในชุดคำถาม ซึ่งจะได้คะแนนเมื่อตอบถูกทั้งหมดในชุดคำถามนั้น หรือการเลือกมากกว่าหนึ่งคำตอบจากรายการที่กำหนดให้ หรือการเติมคำในประโยคให้สมบูรณ์โดยการเลือกคำตอบจากรายการที่กำหนด หรือการลากคำตอบลงมาวางในตำแหน่งที่กำหนด โดยให้ลากและวางคำตอบเพื่อการจับคู่ การเรียงลำดับหรือการจำแนกประเภท

3. คำถามในรูปแบบเขียนตอบ: มีลักษณะการตอบคำถามโดยการเขียนตอบแบบสั้นเป็นกลุ่มคำหรือการเขียนคำตอบแบบยาวเป็นย่อหน้าสั้น ๆ หรือการวาดภาพ เช่น กราฟหรือแผนภาพ (สำหรับการสอบด้วยคอมพิวเตอร์)

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ สมเกียรติ ยังจีน (2564) ได้อธิบายถึงระดับความสามารถของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ประการ หรือ 15 ตัวบ่งชี้ ตามที่กล่าวไปแล้วในหัวข้อที่ 3.3 (องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์) แบ่งออกเป็น 6 ระดับ ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 เกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 6 ระดับ

ตัวบ่งชี้	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 4	ระดับ 5	ระดับ 6
A1	สามารถบอกข้อเท็จจริงที่ได้จากการสังเกตสถานการณ์ในชีวิตประจำวันโดยใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์	สามารถบอกความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน	สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนในการสร้างคำอธิบายเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์นั้นได้	สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนหรือเป็นนามธรรมในการสร้างคำอธิบายเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคย	สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ที่ไม่คุ้นเคย	สามารถใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ โลกและอวกาศในระดับบูรณาการเพื่อเสนอสมมติฐานในการพยากรณ์ปรากฏการณ์ในอนาคต

ตัวบ่งชี้	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 4	ระดับ 5	ระดับ 6
A2	สามารถสร้างแบบจำลองของเรื่องราวที่ได้จาก การสังเกตสถานการณ์ในชีวิตประจำวันโดยใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์	สามารถสร้างและระบุองค์ประกอบของแบบจำลองของเรื่องราวที่ได้จากการสังเกตสถานการณ์ในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	สามารถสร้างแบบจำลองเชิงอธิบายที่ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน เพื่อนำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์นั้นได้อย่างสมเหตุสมผล	สามารถสร้างแบบจำลองเชิงอธิบายที่ใช้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนหรือเป็นนามธรรมเพื่ออธิบายเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคยได้อย่างสมเหตุสมผล	สามารถสร้างแบบจำลองเชิงอธิบายที่ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมโดยระบุความสัมพันธ์เชิงสาเหตุเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่ไม่คุ้นเคย	สามารถสร้างแบบจำลองเชิงอธิบายที่ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ โลกและอวกาศในระดับบูรณาการ โดยระบุความ สัมพันธ์เชิงสาเหตุ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่ซับซ้อนและไม่คุ้นเคย
A3	สามารถคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่สังเกตได้โดยใช้ประสบการณ์เดิม	สามารถคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่สังเกตได้โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	สามารถพยากรณ์และอธิบายความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล	สามารถพยากรณ์และอธิบายความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคยโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน	สามารถพยากรณ์และอธิบายความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์ที่ไม่คุ้นเคย โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรม	สามารถพยากรณ์และอธิบายปรากฏการณ์โดยสร้างคำกล่าวอ้างที่มีเหตุผลสนับสนุนด้วยความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ โลกและอวกาศในระดับบูรณาการ
A4	สามารถเสนอสมมติฐานจากการสังเกตสถานการณ์ที่ไม่จำเป็นต้อง	สามารถเสนอสมมติฐานจากการสังเกตสถานการณ์ที่สามารถ	สามารถเสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายปรากฏการณ์โดยใช้ความรู้ทาง	สามารถเสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายและลงข้อสรุปปรากฏการณ์ที่ไม่	สามารถเสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายและลงข้อสรุปปรากฏการณ์ที่ไม่คุ้นเคย	สามารถเสนอสมมติ ฐานเพื่ออธิบายและลงข้อสรุปปรากฏการณ์ที่ไม่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวบ่งชี้	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 4	ระดับ 5	ระดับ 6
	นำไปสู่การออกแบบการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้	นำไปสู่การออกแบบการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้	วิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนอย่างสมเหตุสมผล	คุ้นเคยโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนหรือเป็นนามธรรม และใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อสนับสนุนการอธิบาย	โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรม และใช้หลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อสนับสนุนการอธิบาย	คุ้นเคย โดยใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ โลก และอวกาศในระดับบูรณาการ และใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ในการอธิบาย รวมถึงเข้าใจว่าสมมติฐานสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ถ้ามีหลักฐานใหม่ที่น่าเชื่อถือ
A5	สามารถบอกประโยชน์จากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่อาจเกิดขึ้นในระดับบุคคลและสังคม	สามารถบอกประโยชน์จากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่อาจเกิดขึ้นในระดับสังคมที่กว้างขึ้น	สามารถบอกประโยชน์จากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่อาจเกิดขึ้นในระดับบุคคลและสังคม โดยมีเหตุผลสนับสนุน	สามารถบอกประโยชน์จากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนหรือเป็นนามธรรมที่อาจเกิดขึ้นในระดับสังคมที่กว้างขึ้น	สามารถบอกประโยชน์จากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมที่อาจส่งผลต่อปรากฏการณ์ทางสังคม โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และเหตุผลสนับสนุน	สามารถบอกประโยชน์จากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน และเป็นนามธรรมที่อาจส่งผลต่อปรากฏการณ์ทางสังคม โดยใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ในระดับบูรณาการ
B1	สามารถระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์อย่างง่ายได้	สามารถระบุประเด็นปัญหาที่สามารถนำไปสู่การออกแบบการ	สามารถระบุประเด็นปัญหาของเหตุการณ์ที่ระบุขอบเขต	สามารถระบุประเด็นปัญหาของเหตุการณ์ที่ระบุขอบเขต	สามารถระบุประเด็นปัญหาของปรากฏการณ์ที่ซับซ้อนสร้าง	สามารถกำหนดประเด็นปัญหาที่สนใจต้องการสำรวจตรวจ

ตัวบ่งชี้	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 4	ระดับ 5	ระดับ 6
	(ไม่เกิน 2 ตัวแปร)	ทดลองอย่างง่ายได้โดยระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้	การศึกษาที่จำกัด(จำกัดบางพารามิเตอร์ของเหตุการณ์)	การศึกษาที่จำกัดและมีตัวแปรต้น 2 ตัวแปรขึ้นไป (จำกัดบางพารามิเตอร์ของเหตุการณ์)	ทางเลือกในการทดลองและตัดสินใจเลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบได้อย่างหมาะสม โดยมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์รองรับ	สอบของปรากฏการณ์ที่ซับซ้อนในระดับ บูรณาการจากการเก็บข้อมูลภาคสนาม การทดลอง การจำลองปรากฏการณ์ที่ซับซ้อนได้
B2	สามารถแยกประเด็นปัญหาอย่างง่ายที่กำหนด ให้ได้ว่าประเด็นใดเป็นปัญหาหรือคำถามที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	สามารถแยกประเด็นปัญหาอย่างง่ายที่กำหนดให้ได้ว่าประเด็นใดเป็นปัญหาหรือคำถามที่สามารถตรวจ สอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (ตัวแปรต้นไม่เกิน 2 ตัวแปร) และพิจารณาจากความสามารถในการวัดปริมาณของตัวแปร	สามารถแยกประเด็นปัญหาจากเหตุการณ์ที่กำหนดขอบเขตการศึกษาที่จำกัด โดยกำหนดได้ว่าประเด็นใดเป็นปัญหาหรือคำถามที่ตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (ตัวแปรต้นไม่เกิน 2 ตัวแปร) และพิจารณาจากความสามารถในการวัดปริมาณของตัวแปร	สามารถแยกประเด็นปัญหาจากเหตุการณ์ที่มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้นโดยกำหนดได้ว่าประเด็นใดเป็นปัญหาหรือคำถามที่สามารถตรวจ สอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์(ตัวแปรต้น 2 ตัวแปรขึ้นไป) และพิจารณาจากความสามารถในการวัดปริมาณของตัวแปร	สามารถแยกประเด็นปัญหาจากปรากฏการณ์ที่ซับซ้อน โดยกำหนดได้ว่าประเด็นใดเป็นปัญหาหรือคำถามที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (ตัวแปรต้น 2 ตัวแปรขึ้นไป) โดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์เช่น หลักการทฤษฎีที่ต้องคำนึงถึงลักษณะของตัวแปรที่วัดได้และความไม่แน่นอนของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์	สามารถแยกประเด็นปัญหาจากปรากฏการณ์ที่ซับซ้อนในระดับบูรณาการได้ว่าประเด็นใดเป็นปัญหาหรือคำถามที่สามารถตรวจ สอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยา ศาสตร์โดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น หลักการ ทฤษฎีที่ต้องคำนึงถึงลักษณะของตัวแปรที่วัดได้และความไม่แน่นอนของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์
B3	สามารถเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบจากสถาน	สามารถเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบจาก	สามารถเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบ	สามารถเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบเหตุการณ์ที่	สามารถออกแบบการสำรวจตรวจสอบปรากฏ	สามารถออกแบบการสำรวจตรวจสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวบ่งชี้	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 4	ระดับ 5	ระดับ 6
	การณ์อย่างง่าย โดยไม่แสดงถึงขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบที่ชัดเจน	สถานการณ์อย่างง่าย (ตัวแปรต้นไม่เกิน 2 ตัวแปร) โดยแสดงถึงขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบที่ชัดเจน	เหตุการณ์ที่ระบุขอบเขตการศึกษาที่จำกัด โดยแสดงถึงขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบที่ชัดเจนและเป็นระบบ	มีความซับซ้อนเพิ่ม ขึ้นระบุขอบเขตการทดลองที่จำกัดและมีตัวแปรต้น 2 ตัวแปรขึ้นไป โดยแสดงถึงขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบที่ชัดเจนและเป็นระบบ	การณ์ที่ซับซ้อนโดยใช้ความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม มีการอ้าง อิงทฤษฎีหรือหลักการ หรือให้เหตุผลในการเลือกวิธีการทดลอง สืบค้น หรือสำรวจวิธีการใดวิธีการหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงความไม่แน่นอนของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์แล้วนำเสนอให้ผู้อื่นเข้าใจ	ปรากฏการณ์ที่ซับซ้อน โดยใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ โลกและอวกาศและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม โดยมีวิธีการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบในประเด็นที่สนใจ มีการเก็บข้อมูลภาคสนาม การทดลอง การสร้างสถานการณ์จำลองในปรากฏการณ์ที่ไม่คุ้นเคยแล้วนำเสนอให้ผู้อื่นเข้าใจ
B4	สามารถเลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบจากข้อมูลที่กำหนดให้	สามารถเลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ในสถานการณ์อย่างง่าย โดยให้เหตุผลด้านความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน	สามารถประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ในเหตุการณ์ที่ระบุขอบเขตการศึกษาที่จำกัด โดยให้เหตุผลด้านความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มา	สามารถประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบเหตุการณ์ที่มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้นระบุขอบเขตการศึกษาที่จำกัด และมีตัวแปรต้น 2 ตัวแปรขึ้นไป โดยให้เหตุผล	สามารถประเมินวิธีการสำรวจตรวจ สอบปรากฏการณ์ที่ซับซ้อน โดยใช้ความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมมีการอ้างอิงทฤษฎีหรือหลักการหรือให้เหตุผลในการเลือกวิธีการ	สามารถประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ที่ซับซ้อน โดยใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ โลกและอวกาศและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวบ่งชี้	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 4	ระดับ 5	ระดับ 6
			สนับสนุน	ทางด้านความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน	ทดลอง สืบค้น สำรวจ โดยต้องคำนึงถึงความไม่แน่นอนของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์	เหมาะ สม โดยมีวิธีการสำรวจตรวจสอบ เก็บข้อมูลภาคสนาม การทดลอง การสร้างสถานการณ์จำลองในปรากฏการณ์ที่ไม่คุ้นเคย
B5	สามารถอธิบายเกณฑ์การตัดสินใจเลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบในสถานการณ์อย่างง่ายโดยไม่แสดงถึงเหตุผลตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	สามารถอธิบายเกณฑ์การตัดสินใจเลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบในสถานการณ์อย่างง่ายโดยแสดงถึงเหตุผลตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	สามารถอธิบายวิธีการสำรวจตรวจสอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ในเหตุการณ์ที่ระบุขอบเขตการศึกษาที่จำกัด โดยให้เหตุผลทางด้านความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน	สามารถอธิบายวิธีการประเมินการสำรวจตรวจสอบในเหตุการณ์ที่มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้น ระบุขอบเขตของการ ศึกษาที่จำกัดและมีตัวแปรต้น 2 ตัวแปรขึ้นไป โดยให้เหตุผลทางด้านความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน	สามารถอธิบายวิธีการประเมินการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ที่ซับซ้อนโดยใช้ความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม มีการอ้างอิงทฤษฎีหรือให้เหตุผลในการเลือกวิธีการทดลอง สืบค้น สำรวจ โดยต้องคำนึงถึงความไม่แน่นอนของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์	สามารถอธิบายวิธีการประเมินการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ที่ซับซ้อนโดยใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ โลกและอวกาศ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม โดยมีวิธี การสำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบในประเด็นที่สนใจ มีการเก็บข้อมูล การทดลอง การสร้างสถานการณ์
C1	สามารถแปลงข้อมูลดิบเชิงปริมาณหรือเชิงคุณภาพที่กำหนด ให้แล้ว	สามารถแปลงข้อมูลดิบเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่มาจากสถานการณ์	สามารถแปลงข้อมูลดิบเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่มาจากสถานการณ์	สามารถแปลงข้อมูลดิบเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ซับซ้อนและมี	สามารถแปลงข้อมูลดิบเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ซับซ้อนและมีที่มาจาก	สามารถแปลงข้อมูลดิบเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ซับซ้อน และมี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวบ่งชี้	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 4	ระดับ 5	ระดับ 6
	นำเสนอในรูปแบบอื่นอย่างง่าย	ในชีวิตประจำวันที่กำหนดให้แล้วนำ เสนอในรูปแบบอื่น	ภาย ใต้เงื่อนไขจำกัด แล้วนำเสนอในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย	ที่มาจากเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคย แล้วนำเสนอในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย เพื่อสร้างทางเลือกในการตัดสินใจ	การสำรวจตรวจสอบหรือการสืบค้นข้อมูล แล้วนำเสนอความคิดรวบยอด เพื่อใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อปรากฏการณ์ทางสังคม	ที่มาจากการสำรวจ ตรวจสอบหรือการสืบค้นข้อมูลแล้ว นำเสนอความคิดรวบยอดแบบบูรณาการ เพื่อใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อปรากฏการณ์ทางสังคม
C2	สามารถเปรียบเทียบ จำแนก แยกแยะ และแปลความหมายข้อมูลที่กำหนดให้	สามารถเปรียบเทียบ จำแนก แยกแยะ แปลความหมาย และลงข้อสรุปข้อมูลจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่กำหนดให้ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	สามารถวิเคราะห์และแปลความ หมายข้อมูลเพื่อ แสดงรูปแบบของข้อมูลที่มาจากสถานการณ์ภาย ใต้เงื่อนไขจำกัด และลงข้อสรุปโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน	สามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลเพื่อแสดงรูปแบบของข้อมูลที่มาจากเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคยและลงข้อสรุปที่กว้างขึ้น โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนเพื่อสร้างทางเลือกในการตัดสินใจ	สามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลเพื่อแสดงรูปแบบของข้อมูลที่มาจากปรากฏการณ์ที่ไม่คุ้นเคย และลงข้อสรุปที่กว้างขึ้น โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน เพื่อสร้างทางเลือกในการตัดสินใจ รวมถึงระบุข้อจำกัดของแหล่งที่มาและการแปลความหมายข้อมูล	สามารถวิเคราะห์ข้อมูลแยกแยะที่สอดคล้องและไม่ สอดคล้องออกจากกัน และแปลความหมายข้อมูล เพื่อแสดงรูปแบบของข้อมูลที่ มาจากปรากฏการณ์ที่ไม่คุ้นเคยและลงข้อ สรุปที่กว้างขึ้น โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน รวมถึงระบุข้อจำกัดของแหล่งที่มาและความไม่แน่นอนของข้อมูลจนได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตัวบ่งชี้	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 4	ระดับ 5	ระดับ 6
C3	สามารถระบุข้อสันนิษฐานและบอกประจักษ์พยานสนับสนุนจากข้อมูลที่กำหนดให้	สามารถระบุข้อสันนิษฐานเพื่ออธิบายสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ โดยใช้ประจักษ์พยานและเหตุผลสนับสนุน	สามารถสร้างข้อสันนิษฐานเพื่ออธิบายเหตุการณ์ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์โดยใช้ประจักษ์พยานและเหตุผลสนับสนุน	สามารถสร้างข้อสันนิษฐานเพื่ออธิบายเหตุการณ์ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนมากขึ้นหรือไม่คุ้นเคยมาก่อน โดยเลือกใช้ประจักษ์พยานและเหตุผลสนับสนุนที่เหมาะสม	สามารถสร้างข้อสันนิษฐานเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนมากขึ้นหรือไม่คุ้นเคยมาก่อน โดยเลือกใช้ประจักษ์พยานและเหตุผลสนับสนุนที่เหมาะสม	สามารถสร้างข้อสันนิษฐานเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่มีความซับซ้อนและต้องใช้การบูรณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ โลกและอวกาศ โดยเลือกใช้ประจักษ์พยานและเหตุผลสนับสนุนที่เหมาะสม
C4	สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยา-ศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาสิ่งอื่นจากข้อมูลที่กำหนดให้	สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาสิ่งอื่นในชีวิตประจำวัน	สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับ ที่มาจากการพิจารณาสิ่งอื่นโดยระบุเหตุผลสนับสนุนการแยกแยะจากข้อมูลในเหตุการณ์ภายใต้เงื่อนไขจำกัด	สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์โดยระบุเหตุผลสนับสนุนการแยกแยะเพื่อตัดสินใจเลือกประจักษ์พยานที่เหมาะสมจากข้อมูลในเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคย	สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาสิ่งอื่นเพื่อตัดสินใจเลือกประจักษ์พยานที่เหมาะสมจากข้อมูลในปรากฏการณ์ที่ไม่คุ้นเคย	สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาสิ่งอื่นเพื่อตัดสินใจเลือกประจักษ์พยานที่เหมาะสมจากข้อมูลในปรากฏการณ์ในระดับบูรณาการ
C5	สามารถประเมินข้อโต้แย้งและประจักษ์พยาน	สามารถประเมินข้อโต้แย้งและประจักษ์พยาน	สามารถประเมินข้อโต้แย้งและประจักษ์พยาน	สามารถประเมินข้อโต้แย้งและประจักษ์พยาน	สามารถประเมินข้อโต้แย้งและประจักษ์พยาน	สามารถประเมินข้อโต้แย้งและประจักษ์พยาน

ตัวบ่งชี้	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 4	ระดับ 5	ระดับ 6
	โดยใช้ความรู้เดิมอย่างง่ายจากข้อมูลที่กำหนด ให้	โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน	โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนและให้เหตุผลสนับสนุน	โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนหรือเป็นนามธรรม และให้เหตุผลสนับสนุนการประเมินนั้น	โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนหรือเป็นนามธรรม และให้เหตุผลสนับสนุนการประเมินนั้นในปรากฏการณ์ที่ไม่คุ้นเคย	โดยใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ โลกและอวกาศ และให้เหตุผลสนับสนุนการประเมินในระดับบูรณาการ

จากตารางที่ 9 โดยทั่วไปนักเรียนไทยจะอยู่ในระดับ 1 - 2 หมายความว่า นักเรียนไทยสามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีที่คุ้นเคย ไม่ซับซ้อน ให้เหตุผลตรงไปตรงมาเพียงเท่านั้น ยังไม่ถึงขั้นแก้ปัญหาในบริบทที่ซับซ้อน ไม่เคยชินหรือสร้างวิธีแก้ปัญหาใหม่ได้ นอกจากนั้นตารางนี้จะสามารถจำแนกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนตามคำอธิบายของลักษณะการแสดงออกของพฤติกรรมในแต่ละตัวบ่งชี้ และยังใช้เป็นเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring rubrics) แบบมาตราส่วน 6 ระดับ ได้อีกด้วย

นอกจากนี้งานวิจัยของ Intasoi et al. (2020) ได้พัฒนาเกณฑ์การประเมินของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ประการ แบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ ระดับต่ำ ระดับพื้นฐาน ระดับกลาง และระดับสูง ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 เกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 4 ระดับ

สมรรถนะ	ระดับ 1 (ต่ำ)	ระดับ 2 (พื้นฐาน)	ระดับ 3 (กลาง)	ระดับ 4 (สูง)
การอธิบายปรากฏการณ์ ในเชิงวิทยาศาสตร์	● สามารถจดจำคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ● สามารถใช้ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ที่ใกล้เคียงกับประสบ การณ์ และให้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างง่าย เพื่อกำหนด	● สามารถเรียกใช้ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ง่าย ๆ และดึงความคิดทางวิทยา ศาสตร์ที่ซับซ้อนในระดับปานกลางได้ ● สามารถสร้างคำอธิบายอย่างง่าย พร้อมให้ความหมายและ	● สามารถเรียกใช้ความคิดทางวิทยาศาสตร์และแนวคิดของสารและคุณสมบัติของสารเพื่อสร้างคำอธิบาย ● สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ซับซ้อน หรือเหตุการณ์ และ	● สามารถวาดหรืออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความคิดทางวิทยาศาสตร์และแนวคิดของสารและสมบัติของสารเพื่อการทำนาย ● สามารถสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์เหตุการณ์

สมรรถนะ	ระดับ 1 (ต่ำ)	ระดับ 2 (พื้นฐาน)	ระดับ 3 (กลาง)	ระดับ 4 (สูง)
	คำ อธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม ● สามารถอธิบายเหตุการณ์หรือกระบวนการที่คุ้นเคยให้มีความสอดคล้องกับข้อมูลที่ให้มา	สนับสนุนได้	กระบวนการที่ไม่คุ้นเคย	และกระบวนการใหม่ที่ไม่คุ้นเคย ● สามารถแสดงการใช้ความรู้นอกเหนือจากหลักสูตรวิทยาศาสตร์และใช้ความรู้เชิงกระบวนและญาณวิทยาได้อย่างเหมาะสม
การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	● สามารถทำตามคำแนะนำง่าย ๆ เพื่อตอบคำถาม ● สามารถดำเนินการตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ได้	● สามารถใช้ความรู้เชิงขั้นตอนและเนื้อหาพื้นฐานในการออกแบบการทดลองอย่างง่าย ● สามารถรวบรวมและตีความข้อมูลเพื่อตอบ คำถามด้วยความรู้พื้นฐานหรือเนื้อหาประจำวันเท่านั้น ● สามารถแยกความแตกต่างระหว่างคำถามที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์และเป็นวิทยาศาสตร์	● สามารถทำการทดลองหรือออกแบบการทดลองและวาดขั้นตอนการทดลองได้ ● สามารถตีความข้อมูลที่ดึงมาจากบริบทที่ซับซ้อนหรือไม่คุ้นเคย ● สามารถให้ข้อสรุปที่เหมาะสม นอกเหนือไปจากข้อมูล ● สามารถใช้ข้อมูลจากบริบทที่ไม่คุ้นเคย เพื่อระบุแนวโน้ม และคาดการณ์ได้	● สามารถประเมินหรือออกแบบการทดลองที่ซับซ้อน การศึกษาภาคสนาม หรือการออกแบบ แบบจำลองหรือข้อมูลการตีความ ● สามารถระบุข้อจำกัดของชุดข้อมูลการตีความ
การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	● สามารถระบุรูปแบบการแสดงข้อมูลง่าย ๆ เพื่อสนับสนุนข้อเรียกร้องหรือข้อสรุป	● สามารถระบุตีความ และแปลงข้อมูล ● สามารถระบุหลักฐานเพื่อ	● สามารถตีความและจัดการชุดข้อมูลที่ซับซ้อนในระดับปานกลางได้	● สามารถประเมินข้อมูลสนับสนุนสมมติฐานได้ ● สามารถพิสูจน์ข้อสรุปโดยใช้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สมรรถนะ	ระดับ 1 (ต่ำ)	ระดับ 2 (พื้นฐาน)	ระดับ 3 (กลาง)	ระดับ 4 (สูง)
		สนับสนุนข้อเรียกร้องทางวิทยาศาสตร์	● สามารถลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ● สามารถระบุแหล่งที่มาและผลกระทบของความไม่แน่นอนของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์	แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ● สามารถแยกแยะระหว่างข้อมูลที่เกี่ยว ข้องและไม่เกี่ยวข้อง

จากตารางที่ 9 - 10 จะเห็นได้ว่านักวิชาการได้สร้างและพัฒนาเครื่องมือในการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไว้หลากหลายรูปแบบ โดยประเมินตามสภาพจริงจากการปฏิบัติงานหรือกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง และใช้เกณฑ์การประเมินแบบรูบริค (Scoring rubrics) ซึ่งรูปแบบการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ พิมพลอย ตามตระกูล (2564) และ สมเกียรติ ยังจีน (2564) ใช้รูปแบบของเกณฑ์แบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Rubrics) ที่ให้คะแนนหรือจำแนกระดับเป็นรายตัวบ่งชี้ไว้อย่างชัดเจน แล้วนำแต่ละส่วนหรือองค์ประกอบมารวมกันเป็นคะแนนรวม ในทางกลับกัน Intasoi et al. (2020) ใช้รูปแบบของเกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic Rubrics) ที่พิจารณาผู้เรียนในภาพรวมว่ามีความสามารถของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับเกณฑ์ในระดับใด

3.5 แนวทางการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

การที่จะพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด ปฏิบัติจริง ลงข้อสรุปและให้เหตุผลด้วยตนเอง และจากงานวิจัยของ Rahayu (2017) ได้นำเสนอรายละเอียดของนวัตกรรมหรือโมเดลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีสำหรับศตวรรษที่ 21 เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนไว้ ดังนี้

1. เลือกเนื้อหาเคมีที่สามารถประยุกต์ใช้ได้หลากหลายในชีวิตประจำวัน และสามารถทำการสืบสวนหรือทำการทดลองได้

2. ใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้และคอนสตรัคติวิสต์ในการออกแบบการจัดการเรียนการสอน

3. บูรณาการกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science: NOS) ในกระบวนการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหา

4. สร้างประเด็นทางสังคมวิทยาหรือร่วมสมัยที่เกี่ยวข้องกับเคมี และใช้เป็นบริบทในเนื้อหาที่ให้ผู้เรียนใช้อภิปราย ซึ่งข้อดีประการหนึ่งของการแทรกประเด็นหรือข้อถกเถียงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นใน

สังคมและเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Socio-scientific issues: SSI) ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์คือ การอภิปรายและการโต้วาทีในประเด็นทางสังคมวิทยาที่เป็นที่ถกเถียงกัน จะสามารถปรับปรุงการคิดเชิงวิพากษ์ของผู้เรียนได้

5. ให้ผู้เรียนได้ร่วมมือกันแก้ปัญหาต่าง ๆ

6. ให้ผู้เรียนได้สื่อสารกันในเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อนำเสนอวิธีหรือนวทางการแก้ปัญหา

7. เลือกประเด็นทางสังคมวิทยาหรือร่วมสมัยที่เกี่ยวข้องกับเคมีที่น่าสนใจเพื่อกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียน

ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา ลดาชาติ (2562) ได้นำเสนอตัวอย่างของแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่เน้นพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. การออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า (Verbal design of studies) เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่เริ่มต้นจากการที่ครูนำเสนอสถานการณ์ที่จะนำไปสู่คำถามทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นผู้เรียนจะได้ออกแบบการเรียนรู้เป็นรายกลุ่มเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์นั้น จากนั้นผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะนำเสนอการออกแบบการเรียนรู้ของตนเอง และเปิดโอกาสให้ครูและผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ได้ประเมินและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนรู้นั้น ทั้งในส่วนของการกำหนดตัวแปร การตั้งสมมติฐาน การเลือกวิธีการและเครื่องมือ การออกแบบตารางบันทึกข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล

2. การวิเคราะห์ฐานข้อมูล (Database analysis) เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่เริ่มต้นจากการนำเสนอสถานการณ์ที่จะนำไปสู่คำถามทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นครูจึงนำเสนอชุดข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ จากหน่วยงานที่มีความน่าเชื่อถือและมีความซับซ้อนระดับหนึ่ง และครูจึงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ชุดข้อมูลนั้นด้วยตนเอง ส่วนผู้เรียนใช้เครื่องมือและความคิดสร้างสรรค์ในการหาวิธีการจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูลที่ซับซ้อน จากนั้นผู้เรียนจึงร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการลงข้อสรุปที่เหมาะสมและให้เหตุผลบนพื้นฐานของผลการวิเคราะห์ข้อมูลจนกว่าผู้เรียนได้ข้อสรุปที่ดีที่สุดร่วมกัน

3. การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน (Evidence-Based Explanation Building) เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่เริ่มต้นจากการนำเสนอสถานการณ์ที่จะนำไปสู่คำถามทางวิทยาศาสตร์ที่มุ่งอธิบายว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติใด ๆ เกิดขึ้นได้อย่างไร จากนั้นครูจึงนำเสนอหลักฐานต่าง ๆ เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาตินั้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ลงข้อสรุปจากหลักฐาน และครูจำเป็นต้องร่วมอภิปรายกับผู้เรียนว่า การลงข้อสรุปนี้เป็นการลงข้อสรุปที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หลักฐานหรือไม่ เมื่อผู้เรียนได้ลงข้อสรุปจากหลักฐานแล้ว ครูจึงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำข้อสรุปจากหลักฐานเหล่านั้นมาสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

4. การประเมินหลักฐาน (Evidence evaluation) เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่เริ่มต้นจากการนำเสนอสถานการณ์ที่จะนำไปสู่คำถามที่ยังคงเป็นประเด็นหรือข้อถกเถียงกันในกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ จากนั้นครูจึงนำเสนอทฤษฎีหรือคำอธิบายต่าง ๆ ร่วมกับการนำเสนอหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนได้พิจารณา ประเมิน และให้เหตุผลว่าทฤษฎีหรือคำอธิบายใดสามารถตอบคำถามนั้นได้ดีที่สุด ในขณะเดียวกันเมื่อครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแต่ละคนได้อภิปรายร่วมกันแล้ว ผู้เรียนก็ต้องพยายามโน้มน้าวให้ผู้อื่นคล้อยตามทฤษฎีหรือคำอธิบายที่ตนเองเลือกด้วยโดยการใช้เหตุผลเพื่อโต้แย้งหรือหักล้างความน่าเชื่อถือของทฤษฎีหรือคำอธิบายอื่น ๆ ซึ่งผู้เรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

5. การทดลองเสมือนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computer-simulated experiments) เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจเกี่ยวกับการทดลองทางวิทยาศาสตร์จากการศึกษาปรากฏการณ์ แม้ไม่สามารถสังเกตสิ่งที่ตนเองต้องการได้โดยตรง เช่น แรงดึงดูดระหว่างมวล พลังงาน และสนามแม่เหล็ก เป็นต้น โดยเริ่มต้นจากการนำเสนอคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนสามารถทำการทดลองเพื่อหาคำตอบได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากนั้นผู้เรียนจะออกแบบการทดลองโดยการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ การตั้งสมมติฐาน และการออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง และครูอาจให้ผู้เรียนนำเสนอการออกแบบการทดลองและร่วมอภิปรายกับผู้เรียนเกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง จากนั้นทำการทดลองกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์จนกระทั่งผู้เรียน ได้ข้อมูลและนำข้อมูลเหล่านั้นไปวิเคราะห์เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6. การลงมือปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Hands-on Inquiry) เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่เริ่มต้นจากการนำเสนอเหตุการณ์ที่จะนำไปสู่คำถามทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นผู้เรียนจะร่วมกันเสนอสมมติฐานที่อาจเป็นคำตอบของคำถามทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะตามมาด้วยการออกแบบการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น โดยผู้เรียนร่วมกันออกแบบเป็นรายกลุ่มตามสมมติฐานที่ตนเองได้ตั้งขึ้น หลังจากนั้นผู้เรียนจะนำเสนอการออกแบบการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง และเปิดโอกาสให้ผู้อื่นได้ประเมิน วิพากษ์ และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการออกแบบการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์นั้น เมื่อปรับปรุงการออกแบบการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ของตนเองแล้ว จึงลงมือทำการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์จนได้ข้อมูลและข้อสรุปที่บ่งชี้ว่า สมมติฐานที่นักเรียนได้ตั้งไว้มีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใด จากนั้นแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุป

ร่วมกันเกี่ยวกับคำตอบของคำถามทางวิทยาศาสตร์ ขณะเดียวกันครูสามารถบูรณาการสมรรถะทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ได้ตลอดเวลาของการลงมือปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

สมเกียรติ ยังจีน (2564) กล่าวถึงกลวิธีการสอนในกระบวนการเรียนรู้ในการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไว้ 7 วิธี ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) เป็นเทคนิคการสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างทั่วถึง ได้เกิดคิดหาคำตอบด้วยตนเอง การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้เรียนด้วยกัน และกระตุ้นให้ผู้เรียนหาข้อสรุปร่วมกับผู้อื่นอย่างเป็นระบบ โดยกำหนดขอบเขตการคิดและการพูดคุยอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

2. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันโดยในกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพาซึ่งกันและกัน และมีความรับผิดชอบร่วมกัน ทั้งในส่วนตนและส่วนรวม เพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้

3. การจัดการเรียนรู้แบบ KWL (Know-Want-Learned) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการอ่าน ซึ่งสอดคล้องกับทักษะการคิดอย่างรู้ตัวว่าตนคิดอะไร มีวิธีคิดอย่างไร สามารถตรวจสอบความคิดของตนเองได้ และสามารถปรับเปลี่ยนกลวิธีการคิดของตนเองได้ โดยผู้เรียนจะได้รับการฝึกให้ตระหนักในกระบวนการทำความเข้าใจตนเอง มีการวางแผน ตั้งจุดมุ่งหมาย ตรวจสอบความเข้าใจของตน มีการจัดระบบข้อมูลเพื่อการดึงมาใช้ภายหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบระดมพลังสมอง (Brainstorming) เป็นกระบวนการเรียนรู้โดยใช้การระดมสมองที่ให้ผู้เรียนทุกคนได้แสดงความคิดเห็นหรือให้ข้อเสนอแนะให้มากที่สุด โดยเสนอได้อย่างเสรี ไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ ความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะที่เสนอมา มีการบันทึกความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะทั้งหมดไว้ หลังจากนั้นอาจจะจัดให้มีการอภิปราย ทบทวนความคิดทั้งหมด

5. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) เป็นการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีกระบวนการที่เป็นแบบแผนมีขั้นตอนที่สามารถปฏิบัติตามได้ โดยขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นเครื่องมือสำคัญของนักวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นกำหนดปัญหา 2) ขั้นตั้งสมมติฐาน 3) ขั้นตรวจสอบสมมติฐาน 4) ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล และ 5) ขั้นสรุปผล

6. การจัดการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ (Jigsaw) เป็นเทคนิคการสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ รับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง รับผิดชอบต่อบทบาทหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจาก

กลุ่ม และกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ของตนเองมาถ่ายทอดและเชื่อมต่อกับสมาชิกคนอื่นๆ ในกลุ่ม จนกลายเป็นองค์ความรู้ที่ครบถ้วนและหลากหลายมุมมอง

7. การจัดการเรียนรู้แบบ Predict Observe Explain (POE) เป็นวิธีที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนและส่งผลเชิงบวกในด้านการเรียน ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเองและเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการทำนาย ผู้เรียนต้องทำนายเหตุการณ์และให้เหตุผลประกอบการทำนายด้วย 2) ขั้นการสังเกต ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ลงมือหาคำตอบด้วยตนเอง สังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นว่ามีอะไรเกิดขึ้นบ้าง และ 3) ขั้นการอธิบาย ผู้เรียนต้องอธิบายเหตุผล ทั้งที่เป็นไปในทางเดียวกันหรือขัดแย้งกันระหว่างการทำนายกับการสังเกต

จากแนวทางการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ข้างต้นเห็นได้ว่า การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนสามารถจัดการเรียนการสอนได้หลายรูปแบบ ทั้งวิธีการสอน กลวิธีการสอน รวมไปถึงกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งผู้สอนจำเป็นต้องทำการศึกษาค้นคว้าแต่ละรูปแบบการสอนให้เข้าใจและนำไปประยุกต์ใช้ออกแบบการจัดการเรียนการสอนให้เกิดความเหมาะสมกับบริบทของการจัดการเรียนการสอนในแต่ละระดับหรือแต่ละสถาบัน เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากที่สุด (จตุพล ดวงจิตร, 2564)

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จากเอกสาร งานวิจัยต่าง ๆ และนักวิชาการทางการศึกษาได้ทำการศึกษาและวิจัยไว้ ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Chelvan et al. (2019) ได้ทำการตรวจสอบและระบุปัญหาการเรียนรู้ทางด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยการวิจัยนี้ใช้ตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สายวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 คน ซึ่งคัดเลือกโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่าง แล้วเลือกจากผู้ตอบแบบสอบถาม 6 คน เพื่อเข้ารับการสัมภาษณ์ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนประสบปัญหาในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด ส่งผลให้ครูสามารถทราบถึงปัญหาและหาแนวทางในการพัฒนาวิธีการเรียนการสอนวิชาเคมีให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

Widayoko et al. (2019) ได้ทำการศึกษาสมรรถนะวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในการตอบสนองต่อประเด็นทางวิทยาศาสตร์ “ทฤษฎีโลกแบน” และข้อบ่งชี้ในการตอบปัญหา การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาโดยใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์ ตัวอย่างเป็นนักเรียน 92 คน ของโรงเรียนมัธยมหลายแห่งในเมืองมาลัง ผลการสำรวจพบว่า ผู้เรียนกล่าวปฏิเสธ “ทฤษฎีโลกแบน”

ร้อยละ 95.65 ส่วนผลการสัมภาษณ์ของงานวิจัยนี้ ระบุว่าผู้เรียนใช้เพียงความรู้หรือข้อมูลเบื้องต้นในการสรุปประเด็นเพียงเท่านั้น

Parno et al. (2020) ได้ทำการเปรียบเทียบการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนผ่านการจัดการเรียนรู้แบบ PBL-STEM ในหัวข้อเรื่อง “เครื่องมือเกี่ยวกับการมองเห็น” ตัวอย่างเป็นนักเรียนของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในประเทศอินโดนีเซีย จำนวน 99 คน แบ่งออกเป็น 3 ห้องเรียน ได้แก่ ห้องเรียน PBL-STEM ห้องเรียน PBL และห้องเรียนควบคุม (สอนแบบปกติ) ในห้องเรียน PBL-STEM นักเรียนจะได้สร้างกล้องออบสคูรา แว่นขยาย และกล้องส่องทางไกลเอง แล้วนำเสนอด้วยโปสเตอร์และรายงาน ในทางกลับกัน ห้องเรียน PBL ได้สร้างเพียงแค่กล้องส่องทางไกลและนำเสนองานโดยสังเขป ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนทั้ง 3 ห้องเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของห้องเรียน PBL-STEM สูงที่สุด และห้องเรียน PBL สูงกว่ากลุ่มห้องเรียนควบคุม ตามลำดับ

Sinurat et al. (2021) ได้ทำการผลิตสื่อการเรียนรู้ทางการเกษตรในหัวข้อเรื่อง “กาแฟ” โดยใช้กระบวนการออกแบบของ ADDIE ประกอบด้วย ขั้นตอนของการวิเคราะห์การออกแบบพัฒนานำไปปฏิบัติ และประเมินผล จากนั้นทำการวัดประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ที่ผลิตขึ้น ตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 44 คน แบ่งออกเป็น กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยทั้ง 2 กลุ่มใช้สื่อการเรียนรู้ทางการเกษตรและกลุ่มทดลองเหมือนกัน แต่กลุ่มทดลองจะสอนโดยเน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม ผลการวิจัยพบว่า สำหรับความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีทัศนคติที่ดีขึ้นและสื่อการเรียนรู้ทางการเกษตรในท้องถิ่นที่ผลิตขึ้นสามารถใช้ส่งเสริมการสอนในกระบวนการเรียนรู้และพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในบริบทสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนได้

Zuhra et al. (2021) ได้ทำการวัดทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และทักษะการรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 27 คน คัดเลือกตัวอย่างด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ แบบทดสอบที่ดัดแปลงจากข้อสอบ PISA พบว่าการคิดเชิงวิพากษ์และทักษะการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ (ค่าเฉลี่ยของทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ เท่ากับ 58.57% และค่าเฉลี่ยของทักษะการรู้ทางวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 59.38%) จึงจำเป็นต้องนำแนวทางหรือรูปแบบการเรียนรู้ที่สามารถฝึกทักษะการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนผ่านกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การให้คำอธิบายสำหรับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายข้อเท็จจริง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 4 โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

4.1 ปณิธานของโรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

ผลิตนักเรียนเตรียมทหารให้มีความสามัคคี เป็นผู้นำ มีความอดทนทั้งร่างกายและจิตใจ มีวินัย ยึดมั่นในระบบเกียรติศักดิ์ และมีความรู้ความสามารถ พร้อมด้วยคุณธรรมจริยธรรม เพื่อศึกษาต่อในโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า โรงเรียนนายเรือ โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช และโรงเรียนนายร้อยตำรวจได้อย่างมีคุณภาพ

4.2 วิสัยทัศน์ของโรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

เป็นสถาบันการศึกษาหลักในการผลิตนักเรียนเตรียมทหาร ให้มีความเป็นผู้นำและเป็นเลิศทางวิชาการในระดับมัธยมศึกษาของประเทศและอาเซียน มุ่งสู่การเป็น DIGITAL AFAPS ภายใน พ.ศ.2565 และ SMART AFAPS ภายใน พ.ศ.2580

4.3 ภารกิจของโรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

มีหน้าที่ปกครองบังคับบัญชาและให้การศึกษาอบรมนักเรียนเตรียมทหารในด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย ทักษะพิสัย กับวิชาทหารและวิชาตำรวจ เพื่อให้เป็นผู้ที่มีคุณสมบัติและทัศนคติพื้นฐาน พร้อมที่จะพัฒนาตนเองให้เป็นผู้ที่มีความก้าวหน้าทั้งในด้านความรู้ อุปนิสัยและคุณสมบัติของนำหน่วย มีผู้บัญชาการโรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ เป็นผู้บังคับบัญชารับผิดชอบ

4.4 เป้าหมายของโรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

เป้าหมายของโรงเรียนประกอบด้วย 10 ประการ ดังนี้

1. จัดการเรียนการสอนเป็นระบบอย่างมีประสิทธิภาพ
2. จัดบรรยากาศแวดล้อมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ถูกสุขลักษณะและปลอดภัย
3. จัดการฝึกอบรมปกครองบังคับบัญชานักเรียนเตรียมทหารอย่างเป็นระบบ
4. บุคลากรปฏิบัติงานตามบทบาทและหน้าที่เต็มศักยภาพ
5. ครูมีความรู้ความสามารถในการพัฒนาการเรียนการสอนเป็นแบบอย่างที่ดี
6. มีงบประมาณสนับสนุนการจัดหาวัสดุอุปกรณ์ และเทคโนโลยีที่เอื้อต่อการเรียนการสอนและประสบการณ์การเรียนรู้
7. นักเรียนเตรียมทหารมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ไตร่ตรอง สร้างสรรค์ มีวิจารณญาณและมีวิสัยทัศน์
8. นักเรียนเตรียมทหารมีทักษะในการจัดการ ทางานร่วมกับผู้อื่นได้ และมีเจตคติที่ดีต่ออาชีพทหาร-ตำรวจ

9. นักเรียนเตรียมทหารมีสุขนิสัย สุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี ปลอดจากสิ่งเสพติดให้โทษและอบายมุข

10. นักเรียนเตรียมทหารมีคุณธรรม จริยธรรม และมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์

4.5 หลักสูตรของโรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

4.5.1 หลักการของหลักสูตร

หลักการของหลักสูตรมีรายละเอียด ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรเฉพาะทางที่จัดให้นักเรียนเตรียมทหารศึกษาในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 - 6 ซึ่งมีความสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ โดยการศึกษา 2 ชั้นปี จะเน้นการศึกษาเพื่อเพิ่มพูนความรู้ และทักษะในกลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ (วิศวกรรมศาสตร์) สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (รัฐประศาสนศาสตร์)

2. เป็นหลักสูตรที่มุ่งปลูกฝังความเป็นผู้นำของทหาร-ตำรวจ ตลอดจนส่งเสริมสมรรถภาพทางร่างกายพร้อมทั้งปลูกฝังคุณธรรมและความสามัคคีโดยเน้นการประพฤติปฏิบัติเป็นสำคัญ

3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองต่อการเข้าศึกษาในโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า โรงเรียน นายเรือ โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช และโรงเรียนนายร้อยตำรวจ

4. เป็นการศึกษาที่ส่งเสริมการนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตท้องถิ่นและประเทศชาติ

4.5.2 จุดหมายของหลักสูตร

การศึกษาในโรงเรียนเตรียมทหารเป็นการศึกษาขั้นพื้นฐานตามแนวนโยบายการจัดการศึกษาของ ประเทศ เป็นการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มุงเน้นความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากลให้ผู้เรียน พัฒนาคุณภาพชีวิตและให้สามารถทาประโยชน์ให้กับสังคมตามบทบาทและหน้าที่ของตนในฐานะพลเมืองดีตามระบอบการปกครองแบบประชาธิปไตยที่มีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข โดยให้นักเรียนเตรียมทหารได้พัฒนาเชาว์ปัญญา มีความรู้ และทักษะอันจำเป็นต่อการประกอบอาชีพทหาร-ตำรวจ ร่วมพัฒนาสังคมด้วยแนวทางและวิธีการใหม่ ๆ และบำเพ็ญตนให้เป็นประโยชน์ต่อสังคม

ในการจัดการศึกษาตามหลักสูตรนี้ มุ่งปลูกฝังให้นักเรียนเตรียมทหารมีคุณลักษณะ ดังนี้

1. มีความรู้และทักษะในวิชาพื้นฐาน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ได้แก่ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพ และเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ

2. มีความรู้อันเป็นสากล มีทักษะด้านภาษาและสามารถเลือกใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่มีความเจริญก้าวหน้า ทางวิทยาการเพื่อการเรียนรู้ สื่อสาร ทำงานได้อย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสมและมีคุณธรรม

3. สามารถเป็นผู้นำที่มีคุณสมบัติของผู้นำที่ดีและประพฤติตนให้เป็นสุภาพบุรุษอย่างแท้จริง

4. มีความภูมิใจในความเป็นไทย พร้อมที่จะเสียสละอุทิศชีวิตและประโยชน์สุขส่วนตนเพื่อชาติ ศาสนาและพระมหากษัตริย์

5. รักษาความสามัคคีในหมู่คณะยึดมั่นในระเบียบวินัยและแบบธรรมเนียมประเพณีของทหาร-ตำรวจ

6. มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ คิดริเริ่มสร้างสรรค์อย่างมีวิจารณญาณและการคิดอย่างเป็นระบบ สมเหตุสมผลเพื่อสามารถแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ และเพื่อให้ได้แนวทางหรือวิธีการใหม่ ๆ เพื่อนำไปใช้ทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามให้กับสังคมและประเทศชาติ

7. มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพทหาร-ตำรวจ และมีบุคลิกภาพ อุปนิสัยและสมรรถภาพทางร่างกายเหมาะสมกับการเป็นนายทหาร-นายตำรวจ มุ่งมั่นในการพัฒนาประเทศตามบทบาทและหน้าที่ของตน

8. มีทักษะและความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ มาใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน รู้จักปรับตัวให้ทันการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของสังคมและสภาพแวดล้อม มีนิสัยรักการทำงานเต็มใจในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

9. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ภาษาไทย ศิลปวัฒนธรรม ประเพณี กีฬา ภูมิปัญญาไทย ทรัพยากร ธรรมชาติและการพัฒนาสิ่งแวดล้อม

4.5.3 โครงสร้างของหลักสูตร

หลักสูตรของโรงเรียนเตรียมทหาร พุทธศักราช 2554 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) เป็นหลักสูตรที่สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของกระทรวงศึกษาธิการ โดยมีระยะเวลาศึกษา 2 ปี (มัธยมศึกษาปีที่ 5 - 6) และสอดคล้องกับการศึกษาต่อในโรงเรียนเหล่าทัพและโรงเรียนนายร้อยตำรวจ จัดเป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ซึ่งแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ประกอบด้วยองค์ความรู้และทักษะที่สำคัญ ดังนี้

1. กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ความรู้ ทักษะและวัฒนธรรมการใช้ภาษาเพื่อการสื่อสาร ความชื่นชม การเห็นคุณค่า ภูมิปัญญาไทยและภูมิใจในภาษาประจำชาติ

2. กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ นำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การดำเนินชีวิตและศึกษาต่อ การมีเหตุผล มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ พัฒนาการคิดอย่างมีระบบและสร้างสรรค์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์

4. กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม การอยู่ร่วมกันในสังคมไทยและสังคมโลกอย่างสันติสุข การเป็นพลเมืองดี ศรัทธาในหลักธรรมของศาสนา การเห็นคุณค่าของทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม ความรักชาติและภูมิใจในความเป็นไทย

5. กลุ่มสาระการเรียนรู้สุขศึกษาและพลศึกษา ความรู้ ทักษะและเจตคติในการสร้างเสริมสุขภาพ พลานามัยของตนเองและผู้อื่น การป้องกันและปฏิบัติต่อสิ่งต่าง ๆ ที่มีผลต่อสุขภาพอย่างถูกวิธีและทักษะในการดำเนินชีวิต การป้องกันตนเองและช่วยเหลือผู้อื่นต่อไป

6. กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ ความรู้และทักษะในการคิดริเริ่ม จินตนาการ สร้างสรรค์งานศิลปะ สุนทรียภาพและการเห็นคุณค่าทางศิลปะ

7. กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ความรู้ ทักษะและเจตคติในการทำงาน การดำรงชีวิต การประกอบอาชีพและการใช้เทคโนโลยี

8. กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ ความรู้ ทักษะ เจตคติและวัฒนธรรมการใช้ภาษาต่างประเทศในการสื่อสาร การแสวงหาความรู้และการประกอบอาชีพ

4.6 หลักสูตรของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4.6.1 จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 6 ประการ ดังนี้

1. เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์

2. เพื่อให้มีความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า สร้างสรรค์ มีกระบวนการแบบวิทยาศาสตร์

4. เพื่อให้มีเจตคติที่ถูกต้องต่อวิทยาศาสตร์

5. เพื่อให้ตระหนักถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษย์ สภาพแวดล้อมการอนุรักษ์และในด้านที่เกิดโทษทำลายซึ่งกันและกัน

6. เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่จะเป็นพื้นฐานซึ่งจะนำไปศึกษาต่อในโรงเรียนเหล่าทัพและโรงเรียนนายร้อยตำรวจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.6.2 คำอธิบายรายวิชาเคมี 1

คำอธิบายรายวิชาเคมี 1 (ว 32221) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นปีที่ 1 (เทียบเท่ากับระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5) ภาคเรียนที่ 1 ระยะเวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต มีรายละเอียด ดังนี้

ศึกษาความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตรความดันหรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก ศึกษากฎรวมแก๊สและคำนวณปริมาตร ความดันหรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎรวมแก๊ส ศึกษาความสัมพันธ์ของกฎของอาโวกาโดร กฎแก๊สอุดมคติและคำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมลหรือมวลของแก๊ส จากความสัมพันธ์ตามกฎของอาโวกาโดรและกฎแก๊สอุดมคติ ศึกษากฎความดันย่อยของดอลตันและคำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสมโดยใช้กฎความดันย่อย ของดอลตัน ศึกษากฎการแพร่ผ่านของเกรแฮมและอธิบายการแพร่ของแก๊สโดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คำนวณและเปรียบเทียบอัตราการแพร่ของแก๊สโดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม ศึกษาและสืบค้นข้อมูลนำเสนอ ตัวอย่างและอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม

ศึกษาการทดลองการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยาและคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนกราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา ศึกษาและอธิบายทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนแผนภาพ ศึกษาการทดลองความเข้มข้น พื้นที่ ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิและตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและเปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิและตัวเร่งปฏิกิริยา ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ศึกษาการทดลองปฏิกิริยาผันกลับได้และภาวะสมดุล ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในภาวะสมดุล คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา คำนวณความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุล คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบ รวมทั้ง คาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุลของระบบถูกรบกวน โดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอ ศึกษาสมดุล เคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรมโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปรายและสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะ การปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้าน

การคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

4.6.3 คำอธิบายรายวิชาเคมี 2

คำอธิบายรายวิชาเคมี 2 (ว 32222) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นปีที่ 1 (เทียบเท่ากับระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5) ภาคเรียนที่ 2 ระยะเวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต มีรายละเอียด ดังนี้

ศึกษา วิเคราะห์ทฤษฎีเกี่ยวกับกรด-เบส คู่กรด-เบส การแตกตัวของกรด-เบส การแตกตัวของน้ำบริสุทธิ์ การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออน pH สารละลายอินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส ปฏิกิริยากรด-เบส ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส การไทเทรตกรด-เบส อินดิเคเตอร์กับการไทเทรตกรด-เบส สารละลายบัฟเฟอร์และนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์และการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส

ศึกษาปฏิกิริยาที่เกิดจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่างโลหะกับโลหะไอออนในสารละลาย เพื่อนำไปสู่การอธิบายความหมายของปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดักชัน ปฏิกิริยารีดอกซ์ ตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ ทั้งในด้านการถ่ายโอนอิเล็กตรอนและการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน รวมทั้งการดุลสมการรีดอกซ์ ส่วนประกอบของเซลล์ หลักการทำงานและปฏิกิริยาที่เกิดในเซลล์กัลวานิก การเขียนแผนภาพเซลล์กัลวานิก การวัดศักย์ไฟฟ้าของเซลล์กัลวานิก การหาค่าต่างศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ การใช้ค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ทำนายทิศทางการเกิดปฏิกิริยา ส่วนประกอบและหลักการทำงานรวมทั้งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นของเซลล์กัลวานิกชนิดปฐมภูมิและทุติยภูมิ ส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า การชุบโลหะและการทำโลหะให้บริสุทธิ์ การผลิตโลหะอะลูมิเนียมและโลหะแมกนีเซียม การผุกร่อนของโลหะและวิธีการป้องกัน ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ไฟฟ้าเคมี เช่น การทำอิเล็กโทรไดอะลิซิสน้ำทะเล การผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์เชื้อเพลิงและแบตเตอรี่อิเล็กโทรไลต์แข็ง

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและการอภิปรายข้อมูล เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

4.6.4 คำอธิบายรายวิชาเคมี 3

คำอธิบายรายวิชาเคมี 2 (ว 33223) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นปีที่ 2 (เทียบเท่ากับระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6) ภาคเรียนที่ 1 ระยะเวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต มีรายละเอียด ดังนี้

สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างสารประกอบอินทรีย์ที่มีพันธะเดี่ยว พันธะคู่หรือพันธะสาม เขียนสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อและสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารประกอบอินทรีย์ วิเคราะห์ โครงสร้างและระบุประเภทของสารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน เขียนสูตรโครงสร้างและเรียกชื่อ สารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ที่มีหมู่ฟังก์ชันไม่เกิน 1 หมู่ ตามระบบ IUPAC เขียนไอโซเมอร์โครงสร้าง ของสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ วิเคราะห์และเปรียบเทียบจุดเดือดและการละลายในน้ำของ สารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชัน ขนาดโมเลกุลหรือโครงสร้างต่างกัน ระบุประเภทของสารประกอบ ไฮโดรคาร์บอนและเขียนผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยากับโบรมีนหรือปฏิกิริยากับโพแทสเซียม เปอร์แมงกาเนต เขียนสมการเคมีและอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน ปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอไมด์ ปฏิกิริยาการไฮโดรลิซิสและปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน ทดสอบปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสและปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการนำสารประกอบอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและอุตสาหกรรม ระบุประเภทของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์จากโครงสร้างของมอนอเมอร์หรือพอลิเมอร์ วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์ ทดสอบและระบุประเภทของพลาสติกและผลิตภัณฑ์ยาง รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์ อธิบายผลของการปรับเปลี่ยนโครงสร้างและการสังเคราะห์พอลิเมอร์ที่มีต่อสมบัติของพอลิเมอร์สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางแก้ไข

โดยใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ สามารถนำความรู้และหลักการไปใช้ประโยชน์ เชื่อมโยง อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน สามารถจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหา มีจิตวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ มีจริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.6.5 คำอธิบายรายวิชาเคมีพื้นฐาน

คำอธิบายรายวิชาเคมี 2 (ว 33121) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นปีที่ 2 (เทียบเท่ากับระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6) ภาคเรียนที่ 2 ระยะเวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต มีรายละเอียด ดังนี้

ศึกษาและการแก้ปัญหาในสานการณ์หรือประเต็นท์สนใจทำได้โดยการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับวิทยาศาสตร์แขนงอื่น รวมทั้งคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี โดยอาจใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่เน้นการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาและคิดสร้างสรรค์อย่างมีขั้นตอน นำเสนอผลงานหรือแสดงผลงาน ทำให้ผู้นำสนอมีโอกาสเผยแพร่ผลงานและแลกเปลี่ยนแนวคิด โดยผู้นำเสนอจะได้ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือประกอบการนำเสนอ ซึ่งช่วยให้การ

สื่อสารมีประสิทธิภาพมากขึ้น การเข้าร่วมสัมมนา ประชุมวิชาการหรือนิทรรศการแสดงผลงาน ทำให้ผู้เข้าร่วมงานมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดหรือแสดงทัศนคติ ซึ่งช่วยส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิด ทักษะการสื่อสาร ทักษะการใช้เทคโนโลยีเพื่อการค้นคว้าและการสื่อสาร

จากปณิธาน วิสัยทัศน์ เป้าหมาย และหลักสูตรของโรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศข้างต้นที่มุ่งพัฒนาศักยภาพของนักเรียนเตรียมทหารให้มีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานการเรียนรู้ และเกิดสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน 5 ประการ รวมไปถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ประการ ได้แก่ ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสมรรถนะที่ผู้เรียนเตรียมทหารพึงมี เพื่อให้สามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันหรือในการประกอบอาชีพทหาร-ตำรวจในอนาคต แก้ปัญหาหรืออุปสรรคต่าง ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล และยังมีความจำเป็นขั้นพื้นฐานในนำไปใช้ศึกษาต่อในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ณ โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า โรงเรียนนายเรือ โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช และโรงเรียนนายร้อยตำรวจ อันนำไปสู่การสร้างคุณประโยชน์ที่ดีงามให้กับสังคมและประเทศชาติต่อไปได้อย่างมีคุณภาพต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) เรื่อง รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร โดยวิธีการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยและแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

การวิจัยระยะที่ 1 การศึกษาสภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

การวิจัยระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

การวิจัยระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

การวิจัยระยะที่ 1 การศึกษาสภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การวิจัยระยะที่ 1 มีวัตถุประสงค์ของการดำเนินการเพื่อศึกษาสภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการ ดังนี้

ประชากรและตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนเตรียมทหารที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสถาบันวิชาการป้องกันประเทศ กองบัญชาการกองทัพไทย ปีการศึกษา 2566 จำนวน 48 ห้อง รวมทั้งสิ้น 1,600 คน

ตัวอย่าง คือ นักเรียนเตรียมทหารที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสถาบันวิชาการป้องกันประเทศ กองบัญชาการกองทัพไทย ปีการศึกษา 2566 โดยมีการกำหนด

จำนวนตัวอย่างจากการใช้สูตรคำนวณของ ทาโร่ ยามาเน่ โดยมีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$\text{สูตร} \quad n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

เมื่อ n = ขนาดของตัวอย่าง

N = ประชากร

e = ความคาดเคลื่อนของตัวอย่างโดยคิดขนาดของความคลาดเคลื่อน (e) เป็น 0.5 ซึ่งทำให้ค่า e^2 เป็นตัวเลข 0.0025

$$\text{แทนค่า} \quad n = \frac{1,600}{1 + (1,600 \times 0.0025)}$$

$$= \frac{1,600}{5}$$

$$= 320 \text{ คน}$$

จากการคำนวณได้ตัวอย่างประมาณ 320 คน

ดังนั้น ตัวอย่างที่ใช้จริงโดยใช้การสุ่มตัวอย่างจากวิธีจับสลากห้องเรียน 11 ห้อง จาก 48 ห้อง ห้องเรียนละ 33 คน รวม 363 คน เพื่อชดเชยสำหรับแบบสอบถามที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งในแต่ละห้องมีการจัดนักเรียนแบบคละความสามารถและศึกษาในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เครื่องมือที่ใชในการวิจัยระยะที่ 1 คือ แบบสอบถามสภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ 1) ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม 2) สภาพและความต้องการในการใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ซึ่งจะทำการสำรวจสภาพความเป็นจริงของ วิธีการเรียนในปัจจุบันและความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามที่ต้องการให้วิธีการเรียนเป็นแบบใด เช่น มีกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันหรือไม่ และมีการใช้อุปกรณ์ระหว่างการเรียนรู้หรือไม่ เป็นต้น โดยมีขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1. ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการกำหนดโครงสร้างและข้อคำถามของแบบสอบถาม

2. สร้างข้อคำถามของแบบสอบถาม ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถามสภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท (Likert rating scale) 5 ระดับ

3. นำข้อคำถามที่สร้างให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง

4. ปรับปรุงและแก้ไขแบบสอบถามตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

5. นำข้อคำถามที่สร้างให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบ คุณภาพของแบบสอบถามด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence: IOC) ผลการตรวจสอบพบว่า แบบสอบถามนี้มีค่าดัชนีความสอดคล้องในทุกข้อคำถามมากกว่า 0.6 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดจึงสามารถนำไปใช้ได้ โดยผู้เชี่ยวชาญได้เสนอให้ปรับปรุงหรือแก้ไขข้อคำถามใหม่ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด ดังนี้ 1) แยกข้อประเด็นคำถามโดยถามเพียง 1 คำถามต่อ 1 ข้อ 2) ตรวจสอบการใช้คำทับศัพท์ตามสำนักงานราชบัณฑิตยสภาให้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น และ 3) ปรับข้อคำถามให้สั้นกระชับ เข้าใจง่ายและชัดเจน

6. ปรับปรุงและแก้ไขแบบสอบถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

7. นำแบบสอบถามไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มผู้เรียนที่คล้ายกับตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงของแบบสอบถามโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ซึ่งควรมีค่ามากกว่า 0.70 ขึ้นไป พบว่า แบบสอบถามนี้มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.80 แสดงว่า แบบสอบถามนี้มีความน่าเชื่อถือ และสามารถนำไปทดลองกับตัวอย่างจริงได้

8. นำแบบสอบถามไปเก็บข้อมูลและนำมาวิเคราะห์สภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ประสานงานขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล และแจกแบบสอบถามสภาพฯ ให้กับตัวอย่าง

2. เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามสภาพฯ

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาสภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ

นักเรียนเตรียมทหาร นำข้อมูลของแบบสอบถามที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นด้วยวิธี Modified Priority Needs Index ($PNI_{modified}$) เพื่อจัดลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น (สุวิมล ว่องวาณิช, 2558) โดยมีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$\text{สูตร} \quad PNI_{modified} = \frac{I - D}{D}$$

โดย I หมายถึง Importance คือ ค่าเฉลี่ยของสภาพที่ควรจะเป็น

D หมายถึง Degree of Success คือ ค่าเฉลี่ยของสภาพจริงที่เป็นอยู่

การวิจัยระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

การวิจัยระยะที่ 2 มีวัตถุประสงค์ของการดำเนินการเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการ ดังนี้

ตัวอย่าง

ตัวอย่าง คือ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 9 ท่าน แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน 2) ด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 3 ท่าน และ 3) ด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 3 ท่าน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) และกำหนดคุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญไว้คือ เป็นผู้มีประสบการณ์ด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ด้านหลักสูตรและการสอน หรือด้านเทคโนโลยีการศึกษาอย่างน้อย 5 ปี

สถาบันวิทยบริการ
Chulalongkorn University

ขั้นตอนการวิจัย

1. ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงศึกษาสภาพและความต้องการในการใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน ของนักเรียนเตรียมทหารมาพัฒนาเป็นร่างรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

2. นำร่างรูปแบบฯ ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 2 ท่าน และด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 2 ท่าน รวมจำนวน 7 ท่าน พิจารณาและแสดงความคิดเห็น โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์

3. นำร่างรูปแบบฯ ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน ด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 2 ท่าน และด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 2 ท่าน รวมจำนวน 5 ท่าน ประเมินรับรองคุณภาพความตรงตามเนื้อหา ทั้งในด้านความเหมาะสมขององค์ประกอบ และขั้นตอนของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารพบว่า รูปแบบมีคุณภาพอยู่ระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.83, S.D. = 0.30)

4. ปรับปรุงและแก้ไขแบบสอบถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 2 ได้แก่ 1) แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร และ 2) แบบประเมินรับรองรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร โดยมีขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

นำร่างรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร มาเรียบเรียงเป็นข้อคำถามเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะในด้านความครอบคลุมของเนื้อหา ด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้ รวมถึงการให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

2. แบบประเมินรับรองรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

สร้างข้อคำถามสำหรับประเด็นในการประเมิน โดยให้ครอบคลุมองค์ประกอบและขั้นตอนของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาและประเมินรับรอง โดยแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท (Likert rating scale) 5 ระดับ และการให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้การพิจารณาความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำมาปรับองค์ประกอบและขั้นตอนของร่างรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ

2. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินรับรองรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ โดยนำข้อมูลจากการนำคะแนนที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์และเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

การวิจัยระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

การวิจัยระยะที่ 3 มีวัตถุประสงค์ของการดำเนินการเพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ซึ่งผู้วิจัยมีแบบแผนการทดลองเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารด้วยเกณฑ์การประเมินแบบรูบริค (Scoring rubrics) และเนื่องจากกิจกรรมการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ จัดทั้งหมด 5 ครั้ง จึงใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way Repeated Measure ANOVA) และการศึกษาผลคะแนนจากการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของกิจกรรมการเรียน ครั้งที่ 1 3 และ 5 ตามลำดับ โดยมี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

E:	X	O1	X	O3	X	O5

รายละเอียดในการดำเนินการ ดังนี้

E หมายถึง กลุ่มทดลอง (Experimental group)

X หมายถึง การเรียนด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

O1 หมายถึง การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ครั้งที่ 1

O3 หมายถึง การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ครั้งที่ 3

O5 หมายถึง การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ครั้งที่ 5

ประชากรและตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนเตรียมทหารที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสถาบันวิชาการป้องกันประเทศ กองบัญชาการกองทัพไทย ปีการศึกษา 2566 จำนวน 48 ห้อง รวมทั้งสิ้น 1,600 คน

ตัวอย่าง คือ นักเรียนเตรียมทหารที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสถาบันวิชาการป้องกันประเทศ กองบัญชาการกองทัพไทย ปีการศึกษา 2566 โดยใช้การสุ่มตัวอย่างจากวิธีจับสลากห้องเรียน 1 ห้อง จาก 48 ห้อง รวมทั้งสิ้น 33 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 3 ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ของการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร 2) คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน (mCSCL) 3) แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร 4) เกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารแบบรูบริค 5) แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และ 6) แบบสอบถามความคิดเห็นต่อการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ซึ่งมีขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน (mCSCL)

คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันเป็นการใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่มีคุณสมบัติในการสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน มีรายละเอียดในการพัฒนา ดังนี้

1.1 จัดทำคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ตามรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ ที่พัฒนาขึ้นในระยะที่ 2

1.2 นำคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันฯ ที่ได้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ

1.3 ปรับปรุงตามคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.4 นำคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน ด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 ท่าน และด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 1 ท่าน รวมจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน

1.5 ปรับปรุงและแก้ไขคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเพื่อดำเนินกิจกรรมการทดลองต่อไป

2. แผนการจัดการเรียนรู้ของการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

แผนการจัดการเรียนรู้มีรายละเอียดขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

2.1 นำข้อมูลของการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารในระยะที่ 1 และรูปแบบที่ได้ประเมินจากผู้เชี่ยวชาญในระยะที่ 2 มาเขียนเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ของการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร จำนวน 5 แผน รวมระยะเวลา 5 สัปดาห์ หรือ 16 ชั่วโมง

2.2 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ

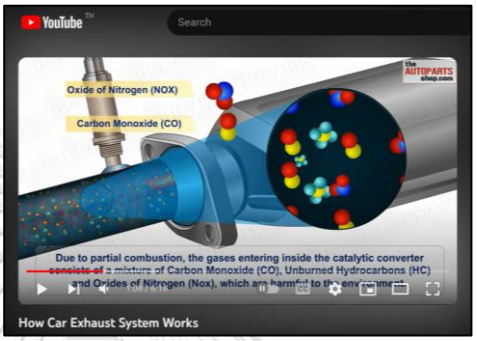
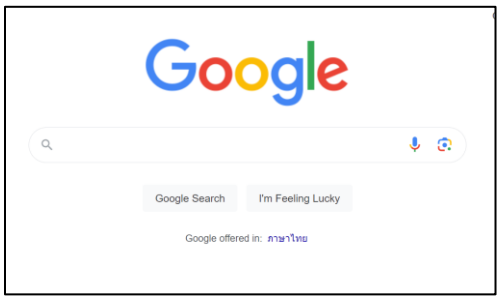
2.3 ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

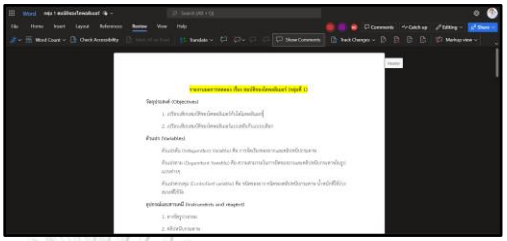
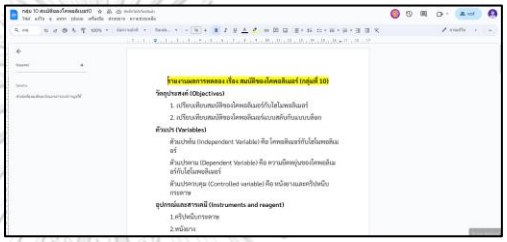
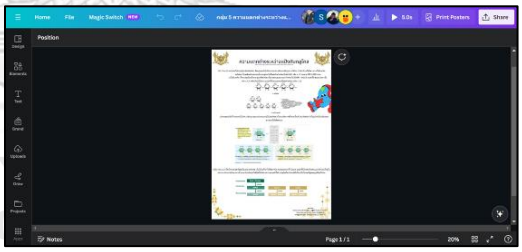
2.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน ด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 ท่าน และด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 1 ท่าน รวมจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ทั้งในส่วนของเป้าหมายการเรียนรู้ บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน เนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้ เทคโนโลยีที่ใช้และการประเมินผลด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence: IOC) ผลการตรวจสอบพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้นี้มีค่าดัชนีความสอดคล้องในทุกข้อคำถามมากกว่า 0.60 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดจึงสามารถนำไปใช้ได้ โดยผู้เชี่ยวชาญได้เสนอให้ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างเป้าหมายการเรียนรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในบางข้อคำถาม เพื่อให้การวัดประเมินถูกต้องและครอบคลุมเป้าหมายการเรียนรู้มากขึ้น

2.5 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ของการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเพื่อดำเนินกิจกรรมการทดลองได้แผนการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 11

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ นตท.

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน	คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน		สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
	Hardware	Software	
ขั้นที่ 1 การเลือกปรากฏการณ์ (Choose the phenomenon)			
ผู้สอนดำเนินการเรียนการสอนโดยเลือกหัวข้อปรากฏการณ์ จากนั้น นตท. ร่วมกันตั้งประเด็นปัญหาหรือคำถามที่สนใจ และศึกษาปรากฏ การณ์จากคลิปวิดีโอร่วมกัน	แท็บเล็ต/สมาร์ตโฟน	**Youtube** ใช้ศึกษาและแลกเปลี่ยนคลิปวีดีโอผ่านทางเว็บไซต์ 	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
ขั้นที่ 2 การทำงานร่วมกับทีม (Collaborate with the team)			
ผู้สอนแบ่งกลุ่ม นตท. ออกเป็นกลุ่มละ 3 คน/กลุ่ม ตามความสามารถ ที่แตกต่างกัน และให้ นตท. ทำการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลและทดลอง เพื่อหาคำตอบของประเด็นปัญหาหรือคำถามที่สนใจ และระดมความคิดเห็นเพื่อหาคำตอบร่วมกับผู้อื่น	แท็บเล็ต/สมาร์ตโฟน	**Jamboard** ใช้ระดมความคิดเห็นเพื่อหาคำตอบร่วมกับผู้อื่น **Search engine** ใช้ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล 	● การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ● การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน	คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน		สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
	Hardware	Software	
ขั้นที่ 3 การรวบรวมข้อมูล (Collect the information)			
นตท. รวบรวมและตัดสินใจเลือกข้อมูลหรือคำตอบภายในกลุ่ม	แท็บเล็ต/สมาร์ตโฟน	**Google Docs/Microsoft word online** ใช้รวบรวมข้อมูลหรือคำตอบภายในกลุ่ม  	● การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ● การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
ขั้นที่ 4 การสร้างงานนำเสนอ (Create presentation)			
นตท. แต่ละกลุ่มสร้างโปสเตอร์โดยสรุปแนวคิด ความรู้ที่ได้ และนำเสนอหน้าชั้นเรียน	แท็บเล็ต/สมาร์ตโฟน	**Canva** ใช้สร้างโปสเตอร์โดยสรุปแนวคิด ความรู้ที่ได้ 	-

3. แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร มีรายละเอียดขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

3.1 ศึกษาข้อคำถามจากข้อสอบการประเมินผลนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ที่เคยถูกนำมาใช้ในการประเมินของโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ ซึ่งบางข้อถูกใช้ในการประเมินผลจริง และบางข้อถูกใช้ในการทดลองภาคสนาม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

3.2 ร่างแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์โดยปรับปรุงและสร้างข้อคำถามใหม่ให้มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมการแสดงออกของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ประการ

ได้แก่ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และให้มีเนื้อหาสอดคล้องกับรายวิชาเคมีของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 - 6 โดยแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นจำนวน 30 ข้อ มีลักษณะของข้อคำถามทั้งในแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบเลือกตอบเชิงซ้อน และแบบเขียนตอบ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้ข้อคำถามเดิม 2 ข้อ ปรับปรุงใหม่เพื่อให้สอดคล้องกับเกณฑ์การประเมินสมรรถนะแบบรูบริค 12 ข้อ และผู้วิจัยสร้างข้อคำถามใหม่ 16 ข้อ รวมทั้งสิ้น 30 ข้อ ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 รายละเอียดข้อคำถามของแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ นตท.

แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	เนื้อหาในรายวิชาเคมี	ผู้วิจัย			รวม (ข้อ)
		ใช้ข้อคำถามเดิมของ สสวท. (2555)	ปรับปรุง	สร้างใหม่	
เครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยาสำหรับรถยนต์	• อัตราการเกิดปฏิกิริยา • ปฏิกิริยาการเผาไหม้ • ไฟฟ้าเคมี	2	-	4	**6**
การทำแป้งขนมปัง	• แก๊ส • อาหาร (คาร์โบไฮเดรต)	-	3	3	**6**
ฝนกรด	• กรดเบส	-	2	4	**6**
ฟันผุ	• อาหาร (คาร์โบไฮเดรต)	-	3	3	**6**
สารกันแดด	• สมบัติของพอลิเมอร์	-	4	2	**6**
	รวม (ข้อ)	**2**	**12**	**16**	**30**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3 นำแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง

3.4 ปรับปรุงแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.5 นำแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน และด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 ท่าน รวมจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเป้าหมายการเรียนรู้หรือการแสดงพฤติกรรมของผู้เรียนที่บ่งบอกถึงการมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence: IOC) ซึ่งเกณฑ์ในการพิจารณาต้องมีผู้เชี่ยวชาญให้การประเมินว่า แน่ใจว่าข้อคำถามสามารถประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ระบุไว้

ได้ อย่างน้อย 2 ท่าน จึงสามารถใช้ข้อคำถามนั้นได้ จากการตรวจสอบพบว่า แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์นี้มีค่าดัชนีความสอดคล้องในทุกข้อคำถามมากกว่า 0.60 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดจึงสามารถนำไปใช้ได้ เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อมีผ่านเกณฑ์จำนวน 29 ข้อ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะให้บางข้อคำถามปรับแก้ให้ใช้ภาษาเชิงวิชาการ ควรมีสถานการณ์ประกอบสั้น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้อธิบายปรากฏการณ์ดังกล่าวโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และปรับแนวทางการตอบคำถามให้แสดงถึงการมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น และไม่ผ่านเกณฑ์การพิจารณาจำนวน 1 ข้อ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะให้ปรับแก้ประเด็นการประเมินในข้อคำถามที่ 3 เรื่องฟันผุ (Dental caries) จากการประเมินวิธีการแก้ไขปัญหาหรือสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (B4) เป็นการระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ (B1)

3.6 ปรับปรุงและแก้ไขแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเพื่อดำเนินกิจกรรมการทดลองต่อไป

3.7 หลังจากดำเนินกิจกรรมการทดลอง จะทำการตรวจแบบประเมินด้วยเกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารแบบรูบริคโดยผู้ประเมิน 2 ท่าน และทำการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของการให้คะแนนระหว่างผู้ประเมิน 2 ท่าน

4. เกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารแบบรูบริค

เกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารแบบรูบริค มีรายละเอียดขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

4.1 กำหนดเป้าหมายของการประเมิน เพื่อใช้ตรวจสอบร่องรอยหลักฐานของการทำงานหรือปฏิบัติของผู้เรียนระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียน จากนั้นทำการศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาพัฒนาและปรับปรุงรายละเอียดคำอธิบายเกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แบบรูบริค

4.2 ปรับปรุงและพัฒนารายละเอียดของเกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์มาจาก สมเกียรติ ยังจีน (2564) และ Intasoi et al. (2020) ให้มีความสอดคล้องกับข้อคำถามในแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยกำหนดเกณฑ์ประเมินเป็นแบบรูบริค ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงสัดส่วนของช่วงคะแนนที่ผู้เรียนได้จากการทำแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เปรียบเทียบกับระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และแปลความหมายของระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์มาจากงานวิจัยของ กุลธิดา ชนาภิมุข (2560) และ สสวท. (2563) แสดงดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 เกณฑ์การแปลความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ช่วงคะแนนร้อยละ	ช่วงคะแนนเฉลี่ยที่ผู้เรียนได้	ระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์	การแปลความหมาย
0 - 12.5	0.0 - 2.2	ต่ำกว่า 1b	ระดับต่ำ
12.6 - 25.0	2.3 - 4.5	1b	
25.1 - 37.5	4.6 - 6.7	1a	
37.6 - 50.0	6.8 - 9.0	2	ระดับพื้นฐาน
50.1 - 62.5	9.1 - 11.2	3	ระดับปานกลาง
62.6 - 75.0	11.3 - 13.5	4	
75.1 - 87.5	13.6 - 15.7	5	ระดับสูง
87.6 - 100	15.8 - 18.0	6	

4.3 นำเกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แบบแยกส่วน (analytic rubric) ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง

4.4 ปรับปรุงเกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

4.5 นำเกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน และด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 ท่าน รวมจำนวน 3 ท่าน

4.6 ปรับปรุงเกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อดำเนินกิจกรรมการทดลองต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท (Likert rating scale) 5 ระดับ มีรายละเอียดขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

5.1 ศึกษาตัวบ่งชี้ของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ภายในกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความสนใจในวิทยาศาสตร์ 2) การเห็นคุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ และ 3) ความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม (OECD, 2017)

5.2 พัฒนาและปรับปรุงข้อคำถามให้มีความสอดคล้องกับตัวบ่งชี้ของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท (Likert rating scale) 5 ระดับ

5.3 นำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง

5.4 ปรับปรุงแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

5.5 นำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน และด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 ท่าน รวมจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับการวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ผลการตรวจสอบพบว่า แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์นี้มีค่าดัชนีความสอดคล้องในทุกข้อคำถามมากกว่า 0.60 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดจึงสามารถนำไปใช้ได้ ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอให้ปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามให้แยกข้อประเด็นคำถาม โดยถามเพียง 1 คำถามต่อ 1 ข้อ เช่น ความรู้ ทักษะ มีความหมายแตกต่างกัน ควรแยกข้อคำถามกัน

5.6 ปรับปรุงแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

5.7 นำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มผู้เรียนที่คล้ายกับตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงของแบบวัดโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ซึ่งควรมีค่ามากกว่า 0.70 ขึ้นไป พบว่า แบบสอบถามนี้มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.95 แสดงว่า แบบวัดนี้มีความน่าเชื่อถือ และสามารถนำไปทดลองกับตัวอย่างจริงได้

5.8 ปรับปรุงและแก้ไขแบบวัดตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเพื่อดำเนินกิจกรรมการทดลองต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

แบบสอบถามความคิดเห็นฯ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท (Likert rating scale) 5 ระดับ มีรายละเอียดขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

6.1 กำหนดประเด็นข้อคำถามตามองค์ประกอบ ขั้นตอน และเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

6.2 นำแบบสอบถามความคิดเห็นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ

6.3 ปรับปรุงแบบสอบถามความคิดเห็นตามข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

6.4 นำแบบสอบถามความคิดเห็นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน ด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 ท่าน และด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 1 ท่าน รวมจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ผลการตรวจสอบพบว่า แบบสอบถามความคิดเห็นนี้มีค่าดัชนีความสอดคล้องในทุกข้อคำถามมากกว่า 0.60 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดจึงสามารถนำไปใช้ได้

6.5 ปรับปรุงและแก้ไขแบบสอบถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเพื่อดำเนินกิจกรรมการทดลองต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ของการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร โดยมีการปฐมนิเทศก่อนเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้ 1 ชั่วโมง และกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 5 ครั้ง ครั้งละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 16 ชั่วโมง ดังตารางที่ 14 และเมื่อเสร็จสิ้นในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนจะทำการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร โดยใช้ระยะเวลา 50 นาที

ตารางที่ 14 แผนการดำเนินการวิจัย

สัปดาห์	หัวข้อกิจกรรม	ระยะเวลา (ชั่วโมง)
1	การปฐมนิเทศก่อนเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 เรื่อง เครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยาสำหรับรถยนต์ (Catalytic Converter)	4
2	กิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 2 เรื่อง ฝนกรด (Acid Rain)	3
3	กิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 3 เรื่อง การทำแป้งขนมปัง (Making Bread Dough)	3
4	กิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 4 เรื่อง ฟันผุ (Dental caries)	3
5	กิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 5 เรื่อง สารกันแดด (Sunscreen)	3

จากตารางที่ 14 เนื้อหาที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งที่ 1 - 5 เป็นเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของกระทรวงศึกษาธิการของรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (เคมี) ซึ่งเป็นรายวิชาที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอนโดยตรง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกรายวิชานี้มาเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ในการวิจัยครั้งนี้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในระยะนี้ แบ่งออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ 1) การเก็บข้อมูลก่อนเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 จะเป็นข้อมูลจากแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน 2) การเก็บข้อมูลในหลังเรียนในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ จะเป็นคะแนนจากการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร โดยใช้ผู้ประเมิน จำนวน 2 ท่าน และ 3) การเก็บข้อมูลหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 5 จะเป็นข้อมูลจากแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนและแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติบรรยาย โดยคำนวนหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร และเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แบบรูบริคของกิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 3 และ 5 โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way Repeated Measure ANOVA) ซึ่งทำการเปรียบเทียบในกิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 กับ ครั้งที่ 3 กิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 กับ ครั้งที่ 5 และกิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 3 กับ ครั้งที่ 5 ตามลำดับ

2. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติบรรยาย โดยคำนวนหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนด้วยเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร โดยใช้การวิเคราะห์ Dependent Samples t-test

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติบรรยาย โดยคำนวนหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. เพื่อศึกษาสภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร
2. เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร
3. เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

หลังจากการดำเนินงานวิจัยตามขั้นตอนแล้ว ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ตามระยะการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

ระยะที่ 1 ผลการศึกษาสภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

ระยะที่ 2 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

ระยะที่ 3 ผลการศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระยะที่ 1 ผลการศึกษาสภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามสภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ซึ่งตัวอย่างเป็นนักเรียนเตรียมทหารที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสถาบันวิชาการป้องกันประเทศ กองบัญชาการกองทัพไทย ปีการศึกษา 2566 โดยการเก็บรวบรวมแบบสอบถามฯ จากห้องเรียน 11 ห้อง จาก 48 ห้อง ได้รับการตอบกลับของแบบสอบถาม จำนวน 339 คน และผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเป็น 2 ส่วน

ได้แก่ 1) ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม และ 2) สภาพและความต้องการในการใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร มีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 15 ระดับชั้นปีที่กำลังศึกษาของ นตท.

ระดับชั้นปีที่กำลังศึกษา	จำนวน (n)	ร้อยละ
1	179	52.80
2	160	47.20
รวม	**339**	**100**

จากตารางที่ 15 นตท. ที่ตอบแบบสอบถามจำนวน 339 คน เป็น นตท. ที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นปีที่ 1 (เทียบเท่าระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5) คิดเป็นร้อยละ 52.80 (จำนวน 179 คน) และเป็น นตท. ที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นปีที่ 2 (เทียบเท่าระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6) คิดเป็นร้อยละ 47.20 (จำนวน 160 คน)

ตารางที่ 16 ความถี่ของการใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการเรียนเฉลี่ยต่อวันของ นตท.

ความถี่ของการใช้รูปแบบคอมพิวเตอร์พกพาฯ	จำนวน (n)	ร้อยละ
1 - 3 ชั่วโมง	148	43.68
น้อยกว่า 1 ชั่วโมง	137	40.41
3 - 5 ชั่วโมง	36	10.62
มากกว่า 5 ชั่วโมง	18	5.29
รวม	**339**	**100**

จากตารางที่ 16 ความถี่ของการใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการเรียนเฉลี่ยต่อวันของ นตท. ที่ตอบแบบสอบถาม สามารถสรุปได้ว่า นตท. ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการเรียนเฉลี่ยต่อวันมากที่สุดคือ 1 - 3 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 43.68 (จำนวน 148 คน) รองลงมาคือ น้อยกว่า 1 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 40.41 (จำนวน 137 คน) 3 - 5 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 10.62 (จำนวน 36 คน) และน้อยที่สุดคือ มากกว่า 5 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 5.29 (จำนวน 18 คน)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 17 ประเภทของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาที่ใช้ในทางการเรียนของ นตท.

ประเภทของอุปกรณ์ที่ใช้ในทางการเรียน	จำนวน (n)	ร้อยละ
แท็บเล็ต	153	45.13
สมาร์ตโฟน	148	43.66
โน้ตบุ๊ก	38	11.21
รวม	**339**	**100**

จากตารางที่ 17 ประเภทของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาที่ใช้ในทางการเรียนของ นตท. ที่ตอบแบบสอบถาม สรุปได้ว่า นตท. ใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาในทางการเรียนมากที่สุดคือ แท็บเล็ต คิดเป็นร้อยละ 45.13 (จำนวน 153 คน) รองลงมาคือ สมาร์ตโฟน คิดเป็นร้อยละ 43.66 (จำนวน 148 คน) และน้อยที่สุดคือ โน้ตบุ๊ก คิดเป็นร้อยละ 11.21 (จำนวน 38 คน)

ตารางที่ 18 ระบบปฏิบัติการของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาที่ใช้ในทางการเรียนของ นตท.

ระบบปฏิบัติการของอุปกรณ์ที่ใช้ในทางการเรียน	จำนวน (n)	ร้อยละ
IOS	213	62.83
Android	87	25.66
Windows	39	11.51
รวม	**339**	**100**

จากตารางที่ 18 ระบบปฏิบัติการของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาที่ใช้ในทางการเรียนของ นตท. ที่ตอบแบบสอบถาม สามารถสรุปได้ว่า ระบบปฏิบัติการของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาที่ใช้ในทางการเรียนมากที่สุดคือ IOS คิดเป็นร้อยละ 62.83 (จำนวน 213 คน) รองลงมาคือ Android คิดเป็นร้อยละ 25.66 (จำนวน 87 คน) และน้อยที่สุดคือ Windows คิดเป็นร้อยละ 11.51 (จำนวน 39 คน)

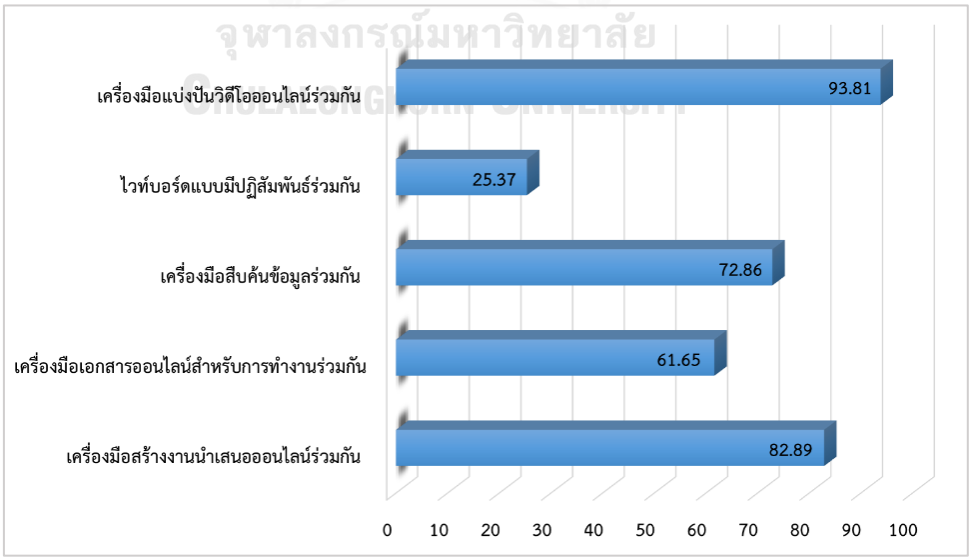
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 19 ความสามารถในการใช้งานซอฟต์แวร์ร่วมกันทางการศึกษาของ นตท.

ความสามารถในด้านการใช้งานซอฟต์แวร์ร่วมกันทางการศึกษา					จำนวน (n)	ร้อยละ
เครื่องมือแบ่งปันวิดีโอฯ	เครื่องมือไวท์บอร์ดแบบมีปฏิสัมพันธ์ฯ	เครื่องมือสืบค้นข้อมูลร่วมกัน	เครื่องมือเอกสารออนไลน์ฯ	เครื่องมือสร้างงานนำเสนอฯ		
●	●	●	●	●	84	24.78
●		●	●	●	62	18.29
●		●		●	54	15.93
●				●	45	13.27

ความสามารถในด้านการใช้งานซอฟต์แวร์ร่วมกันทางการศึกษา					จำนวน (n)	ร้อยละ
เครื่องมือแบ่งปันวิดีโอฯ	เครื่องมือไวท์บอร์ดแบบมีปฏิสัมพันธ์ฯ	เครื่องมือสืบค้นข้อมูลร่วมกัน	เครื่องมือเอกสารออนไลน์ฯ	เครื่องมือสร้างงานนำเสนอฯ		
●					37	10.91
●			●	●	23	6.78
●			●		17	5.01
				●	11	3.24
●	●			●	6	1.77
				รวม	**339**	**100**

จากตารางที่ 19 ความสามารถในการใช้งานซอฟต์แวร์ร่วมกันทางการศึกษาของ นตท. ที่ตอบแบบสอบถาม สามารถสรุปได้ว่า นตท. สามารถใช้งานซอฟต์แวร์ร่วมกันทางการศึกษา อันดับที่ 1 คือ เครื่องมือแบ่งปันวิดีโอออนไลน์ร่วมกัน เครื่องมือไวท์บอร์ดแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน เครื่องมือสืบค้นข้อมูลร่วมกัน เครื่องมือเอกสารออนไลน์สำหรับการทำงานร่วมกัน เครื่องมือสร้างงานนำเสนอออนไลน์ร่วมกัน คิดเป็นร้อยละ 24.78 (จำนวน 84 คน) อันดับที่ 2 คือ เครื่องมือแบ่งปันวิดีโอออนไลน์ร่วมกัน เครื่องมือสืบค้นข้อมูลร่วมกัน เครื่องมือเอกสารออนไลน์สำหรับการทำงานร่วมกัน เครื่องมือสร้างงานนำเสนอออนไลน์ร่วมกัน คิดเป็นร้อยละ 18.29 (จำนวน 62 คน) และอันดับที่ 3 คือ เครื่องมือแบ่งปันวิดีโอออนไลน์ร่วมกัน เครื่องมือสืบค้นข้อมูลร่วมกัน เครื่องมือสร้างงานนำเสนอออนไลน์ร่วมกัน คิดเป็นร้อยละ 15.93 (จำนวน 54 คน)



ภาพที่ 5 ความสามารถในการใช้งานซอฟต์แวร์ร่วมกันทางการศึกษาของ นตท. (โดยรวม)

จากภาพที่ 5 สามารถสรุปได้ว่า นตท. ส่วนมากสามารถใช้งานเครื่องมือแบ่งปันวิดีโอออนไลน์ร่วมกัน คิดเป็นร้อยละ 93.81 (จำนวน 318 คน) รองลงมาคือ เครื่องมือสร้างงานนำเสนอออนไลน์ร่วมกัน คิดเป็นร้อยละ 82.89 (จำนวน 281 คน) เครื่องมือสืบค้นข้อมูลร่วมกัน คิดเป็นร้อยละ 72.86 (จำนวน 247 คน) เครื่องมือเอกสารออนไลน์สำหรับการทำงานร่วมกัน คิดเป็นร้อยละ 61.56 (จำนวน 197 คน) และน้อยที่สุดคือ เครื่องมือไวท์บอร์ดแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน คิดเป็นร้อยละ 25.63 (จำนวน 82 คน)

ส่วนที่ 2 สภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

ตารางที่ 20 สภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

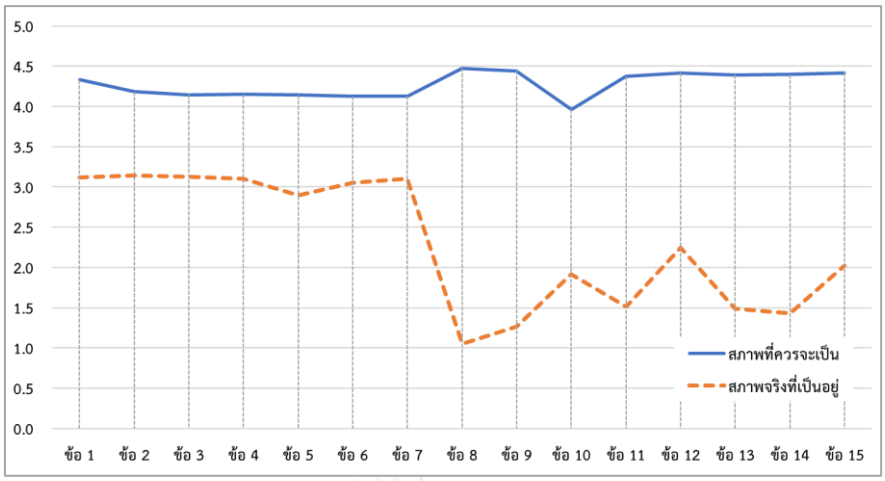
สภาพและความต้องการในการใช้รูปแบบคอมพิวเตอร์พกพาฯ	สภาพจริงที่เป็นอยู่		สภาพที่ควรจะเป็น		ความต้องการจำเป็น	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$PNI_{modified}$ *	ลำดับ
1. นตท. ได้รับการส่งเสริมในการเลือกใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	3.12	0.94	4.33	0.89	0.39	**10**
2. นตท. ได้รับการส่งเสริมในการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้	3.15	0.85	4.18	0.88	0.33	**14**
3. นตท. ได้รับการส่งเสริมในการระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์	3.13	0.89	4.15	0.94	0.33	**15**
4. นตท. ได้รับการส่งเสริมในการเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์	3.11	0.92	4.15	0.93	0.34	**12**
5. นตท. ได้รับการส่งเสริมในการแปลงข้อมูลที่ได้รับจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง	2.90	0.97	4.14	0.81	0.43	**9**
6. นตท. ได้รับการส่งเสริมในการแปลความหมายของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม	3.05	0.94	4.13	0.94	0.35	**11**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

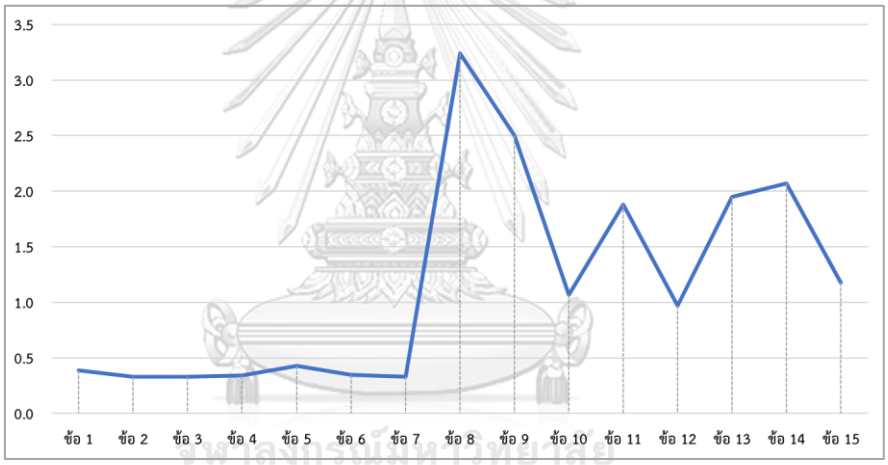
สภาพและความต้องการในการใช้รูปแบบคอมพิวเตอร์พกพาฯ	สภาพจริงที่เป็นอยู่		สภาพที่ควรจะเป็น		ความต้องการจำเป็น	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$PNI_{modified}$ *	ลำดับ
7. นตท. ได้รับการส่งเสริมในการลงข้อสรุปได้อย่างเหมาะสม	3.10	0.91	4.13	0.94	0.33	**13**
8. นตท. ได้ใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา เช่น สมาร์ตโฟน แท็บเล็ต หรือโน้ตบุ๊ก เป็นต้น ในระหว่างการเรียน	1.06	1.11	4.48	0.72	3.24	**1**
9. นตท. ได้ใช้ซอฟต์แวร์การทำงานร่วมกันทางการศึกษาต่าง ๆ ในระหว่างการเรียน	1.27	1.10	4.44	0.74	2.50	**2**
10. นตท. ได้รับประสบการณ์ในการทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน	1.91	0.96	3.96	1.13	1.07	**7**
11. นตท. ใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อเลือกปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับปัญหาหรือเหตุการณ์ในชีวิตจริง	1.52	0.93	4.37	0.74	1.88	**5**
12. นตท. ใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันในการศึกษาค้นคว้าข้อมูล	2.25	0.84	4.42	0.73	0.97	**8**
13. นตท. ใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อแสดงความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น	1.49	1.07	4.39	0.76	1.95	**4**
14. นตท. ใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อรวบรวมข้อมูลหรือคำตอบที่ดีที่สุด	1.43	0.87	4.40	0.74	2.07	**3**
15. นตท. ใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อสร้างผลงานการนำเสนอ	2.03	0.88	4.42	0.76	1.18	**6**

* $PNI_{modified}$ = (I - D)/D เมื่อ Importance (I) คือ ค่าเฉลี่ยของสภาพที่ควรจะเป็น และ Degree of success (D) คือ ค่าเฉลี่ยของสภาพจริงที่เป็นอยู่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 6 ค่าเฉลี่ยของสภาพจริงที่เป็นอยู่และสภาพที่ควรจะเป็นในการใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ



ภาพที่ 7 ค่าดัชนีความต้องการจำเป็นของการใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ

จากตารางที่ 20 และภาพที่ 6 - 7 สภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อของสภาพจริงที่เป็นอยู่ของ นตท. ที่ตอบแบบสอบถาม สามารถสรุปได้ว่า นตท. ได้รับการส่งเสริมในการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้มากที่สุด ($\overline{X}$ = 3.15, S.D. = 0.85) รองลงมาคือ นตท. ได้รับการส่งเสริมในการระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ ($\overline{X}$ = 3.13, S.D. = 0.89) และนตท. ได้รับการส่งเสริมในการเลือกใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล ($\overline{X}$ = 3.12, S.D. = 0.94)

เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อของสภาพที่ควรจะเป็นของ นตท. ที่ตอบแบบสอบถาม พบว่า นตท. คาดหวังการได้ใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา เช่น สมาร์ตโฟน แท็บเล็ต หรือ โน้ตบุ๊ก เป็นต้น ในระหว่างการเรียนมากที่สุด ($\overline{\mathbf{X}}$ = 4.48, S.D. = 0.72) รองลงมาคือ นตท. คาดหวังการได้ใช้ซอฟต์แวร์ร่วมกันทางการศึกษาต่าง ๆ ในระหว่างการเรียน ($\overline{\mathbf{X}}$ = 4.44, S.D. = 0.74) และ นตท. คาดหวังการได้ใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อสร้างผลงานการนำเสนอ ($\overline{\mathbf{X}}$ = 4.42, S.D. = 0.76)

เมื่อพิจารณาโดยการจัดลำดับค่าดัชนีความต้องการจำเป็น (Modified Priority Needs Index: $PNI_{modified}$) สามารถสรุปได้ว่า ความต้องการจำเป็นลำดับที่ 1 คือ การใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา เช่น สมาร์ตโฟน แท็บเล็ต/ไอแพด หรือ โน้ตบุ๊ก เป็นต้น ในระหว่างการเรียน ($PNI_{modified}$ = 3.24) ความต้องการจำเป็นลำดับที่ 2 คือ การใช้ซอฟต์แวร์ทางการศึกษาต่าง ๆ ในระหว่างการเรียน ($PNI_{modified}$ = 2.50) และความต้องการจำเป็นลำดับที่ 3 คือ การใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อรวบรวมข้อมูลหรือคำตอบที่ดีที่สุด ($PNI_{modified}$ = 2.07)

สรุปผลการศึกษาสภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร เพื่อนำไปพัฒนารูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร มีรายละเอียดดังนี้

- จากข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถามพบว่า ส่วนมาก นตท. ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการเรียนเฉลี่ยต่อวันมากที่สุดคือ 1 - 3 ชั่วโมง ผ่านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาทั้งแท็บเล็ต และสมาร์ตโฟน ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการ IOS เป็นส่วนใหญ่ และ นตท. เคยใช้งานคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน ทั้งในด้านการค้นหาข้อมูลร่วมกัน การทำงานร่วมกัน และการแบ่งปันความรู้ร่วมกัน นอกจากนั้นยังมีความสามารถในการใช้งานซอฟต์แวร์ร่วมกันทางการศึกษา ทั้งเครื่องมือแบ่งปันวิดีโอออนไลน์ร่วมกัน เครื่องมือไวท์บอร์ดแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน เครื่องมือสืบค้นข้อมูลร่วมกัน เครื่องมือเอกสารออนไลน์สำหรับการทำงานร่วมกัน และเครื่องมือสร้างงานนำเสนอออนไลน์ร่วมกันได้อีกด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นสมควรที่จะสามารถนำซอฟต์แวร์ร่วมกันทางการศึกษาประเภทดังกล่าวมาปรับใช้ในงานวิจัยครั้งนี้

- จากข้อมูลสภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ได้มีการเรียงลำดับความต้องการจำเป็นพบว่า นตท. มีความต้องการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา เช่น สมาร์ตโฟน แท็บเล็ต หรือ โน้ตบุ๊ก เป็นต้น ร่วมกับการใช้ซอฟต์แวร์ร่วมกันทางการศึกษาเพื่อรวบรวมข้อมูลหรือคำตอบที่ดีที่สุด แสดงความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น เลือกปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัญหาหรือเหตุการณ์ในชีวิตจริง และสร้างผลงานการนำเสนอในระหว่างการเรียนตามความเหมาะสม ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นสมควรที่จะนำข้อมูลสภาพและความต้องการฯ มาพัฒนาเป็นส่วนหนึ่งในองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ได้แก่ 1) การใช้เครื่องมือเอกสารสำหรับการทำงานร่วมกันออนไลน์ในการรวบรวมข้อมูล 2) การใช้เครื่องมือไวท์บอร์ดแบบมีปฏิสัมพันธ์ในการแสดงความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น 3) การใช้เครื่องมือแบ่งปันวิดีโอออนไลน์ในการเลือกปรากฏการณ์ 4) การใช้เครื่องมือสร้างงานนำเสนอร่วมกันออนไลน์ในการสร้างงานนำเสนอ 5) การใช้เครื่องมือสืบค้นข้อมูลร่วมกันในการศึกษาค้นคว้าข้อมูล และ 6) การใช้เครื่องมือเอกสารออนไลน์สำหรับการทำงานร่วมกันในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

ระยะที่ 2 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

การพัฒนารูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา รวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) ผลการศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงข้อมูลสภาพและความต้องการฯ ที่ได้จากการวิจัยระยะที่ 1 2) ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ และ 3) ผลการประเมินรับรองรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนที่ 1 ผลการศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงข้อมูลสภาพและความต้องการฯ ที่ได้จากการวิจัยระยะที่ 1

ผลการศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงข้อมูลสภาพและความต้องการฯ ที่ได้จากการวิจัยระยะที่ 1 มาพัฒนารูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ได้ดังภาพที่ 8 โดยมีองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) จุดประสงค์การเรียนรู้ 2) บทบาทของผู้สอน 3) บทบาทของผู้เรียน 4) กิจกรรมการเรียนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน 5) คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน (mCSCL) และ 6) การประเมินผล และมีขั้นตอนของรูปแบบการ

เรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการเลือกปรากฏการณ์ด้วยเครื่องมือแบ่งปันวิดีโอออนไลน์ 2) ขั้นการทำงานร่วมกับทีมด้วยเครื่องมือไวท์บอร์ดแบบมีปฏิสัมพันธ์ 3) ขั้นการรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือเอกสารสำหรับการทำงานร่วมกันออนไลน์ และ 4) ขั้นการสร้างงานนำเสนอด้วยเครื่องมือสร้างงานนำเสนอร่วมกันออนไลน์

ภาพที่ 8 ร่างรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนที่ 2 ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ

ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 2 ท่าน และด้านเทคโนโลยีการศึกษาจำนวน 2 ท่าน รวมจำนวน 7 ท่าน เกี่ยวกับร่างรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ทั้งภาพรวม ขั้นตอน และความเหมาะสมในการนำร่างรูปแบบฯ ไปใช้จริง ผู้วิจัยสรุปประเด็นความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญได้ ดังนี้

ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้

- ปรับคำจากจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นเป้าหมายการเรียนรู้
- มีความน่าสนใจ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ในทุกที่ ทุกเวลา ผ่านเทคโนโลยีที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย ในปัจจุบัน เพื่อให้เกิดการทำงานร่วมกัน ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21
- เสนอให้มีการกำหนดจุดประสงค์ให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาของหลักสูตรโรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ เพื่อผู้เรียนจะได้เห็นถึงการนำไปใช้ได้จริง

ด้านบทบาทของผู้สอน

- ปรับคำจาก ผู้สอนต้องให้โอกาสผู้เรียน เป็นเปิดโอกาสให้ผู้เรียน
- ปรับคำจาก ทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนกว้างขวางขึ้น เป็นทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างกว้างขวางและลึกซึ้ง
- เสนอให้เพิ่มบทบาทของผู้สอนในการสร้างเครื่องมือการประเมินผลเรียน
- เสนอให้เพิ่มบทบาทของผู้สอนให้สอดคล้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ
- เสนอให้ผู้สอนควรเป็นผู้กรองแหล่งความรู้ก่อนที่จะนำมาสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ
- เสนอให้ระบุถึงคุณลักษณะของผู้สอนต้องเปลี่ยนบทบาทเป็น โค้ช หรือผู้อำนวยการเรียนรู้ตามแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และสามารถระบุสมรรถนะของผู้สอนได้ด้วยว่าต้องมี ความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skills) และคุณลักษณะ (Attributes) อย่างไร เพื่อส่งผลให้เกิดผลลัพธ์การเรียนรู้ (Learning object)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ด้านบทบาทของผู้เรียน

- เสนอให้เพิ่มบทบาทของผู้เรียนให้สอดคล้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ

ด้านคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน (mCSCL)

- คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันไม่ใช่ตัวแปรหลักที่จะทำให้เกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้สอนต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นว่าการใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันร่วมกับกิจกรรมการเรียนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานมีประสิทธิภาพในการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารมากกว่าการใช้กิจกรรมการเรียนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพียงอย่างเดียวเท่านั้น

- ควรระบุให้ชัดเจนว่าเลือกอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาและโปรแกรมที่สนับสนุนการทำงานเป็นกลุ่มตามความสะดวกและความสามารถในการใช้งานของผู้เรียน หรือผู้สอนเป็นผู้เลือกให้ แล้วถ้าใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาและโปรแกรมที่สนับสนุนการทำงานเป็นกลุ่มแตกต่างกัน จะส่งผลต่อการประเมินผล หรือเกิดตัวแปรแทรกซ้อนหรือไม่

ด้านการประเมินผล

- เสนอให้ใช้การประเมินภาคปฏิบัติในการวัดความสามารถของการปฏิบัติงาน ทดสอบทักษะ และความสามารถในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ การแก้ปัญหาต่าง ๆ ของผู้เรียน โดยประเมินผ่านการทำกิจกรรม หรือปฏิบัติงานในสถานการณ์จริง หรือสถานการณ์จำลองที่ใกล้เคียงกับสภาพจริง
- เสนอให้มีการประเมินความสามารถในการใช้โปรแกรมที่สนับสนุนการทำงานเป็นกลุ่ม
- เสนอให้มีการประเมินโปรแกรมที่สนับสนุนการทำงานเป็นกลุ่มในแต่ละขั้นตอนว่าควรใช้โปรแกรมใดเหมาะสมที่สุด

ด้านขั้นตอนการจัดการเรียนของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันฯ

- เสนอให้มีขั้นการปฐมนิเทศ (Orientation) เพื่อชี้แจงการเรียนการสอนเบื้องต้น แนะนำเทคโนโลยีที่ใช้ และอธิบายการวัดประเมินผล
- เสนอให้ขั้นต้นมีการสำรวจปรากฏการณ์ตามความสนใจของผู้เรียน เพื่อหาประเด็นปัญหาร่วมกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ด้านภาพรวมและการใช้งานของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันฯ

- ในภาพรวมของรูปแบบการเรียนฯ มีความน่าสนใจในมิติการนำเทคโนโลยีเพื่อสร้างการเรียนรู้ ที่เรียนได้ในทุกที่ ทุกเวลา ซึ่งสามารถประยุกต์กับเรื่องห้องเรียนกลับทาง (Flipped classroom) ได้ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพทางการเรียนรู้มากที่สุด
- รูปแบบการเรียนฯ สามารถพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้จริง เนื่องจากกิจกรรมการเรียนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานมีแนวคิดที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนมีความเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) คือการเรียนรู้จากปัญหาที่อยู่ใกล้ตัวผู้เรียน สามารถพบเจอได้ใน

ชีวิตประจำวัน และการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based learning) คือ การเรียนที่ผู้เรียนต้องสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง และคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันมีส่วนช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนในการทำงานร่วมกัน และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี

- เสนอให้ศึกษาบริบทของนักเรียนเตรียมทหารเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีควรใช้ในบริบทหรือสถานการณ์ใด และสอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในมิติใดได้บ้าง
- ปรับองค์ประกอบเป็น 6 องค์ประกอบ โดยแยกหัวข้อขององค์ประกอบของรูปแบบการเรียนฯ ในส่วนของบทบาทผู้สอนและบทบาทผู้เรียน เพื่อให้มีความชัดเจนมากขึ้น
- เสนอให้ผู้วิจัยศึกษาแนวทางการสร้างกราฟฟิกของรูปแบบการเรียนให้มีอัตลักษณ์ โดดเด่น มีความชัดเจน และครอบคลุมรายละเอียดทั้งองค์ประกอบ และขั้นตอนของรูปแบบการเรียนฯ มากขึ้น

ส่วนที่ 3 ผลการประเมินรับรองรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ

ผลการประเมินรับรองคุณภาพความตรงตามเนื้อหา ทั้งในด้านความเหมาะสมขององค์ประกอบ และขั้นตอนของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร จากผู้เชี่ยวชาญด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน ด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 2 ท่าน และด้านเทคโนโลยีการศึกษาจำนวน 2 ท่าน รวมจำนวน 5 ท่าน ดังตารางที่ 21 - 23 และมีเกณฑ์การแปลความหมายของช่วงคะแนนเฉลี่ย ดังนี้

4.51 - 5.00 หมายถึง ความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
3.51 - 4.50 หมายถึง ความเหมาะสมในระดับมาก
2.51 - 3.50 หมายถึง ความเหมาะสมในระดับปานกลาง
1.51 - 2.50 หมายถึง ความเหมาะสมในระดับน้อย
1.00 - 1.50 หมายถึง ความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์การประเมินรับรองรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ เกี่ยวกับองค์ประกอบ

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลความหมาย
1. จุดประสงค์การเรียนรู้	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
2. บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน	4.40	0.55	เหมาะสมมาก

หัวข้อการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	แปลความหมาย
3. กิจกรรมการเรียนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน	4.60	0.56	เหมาะสมมากที่สุด
4. คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
5. การประเมินผล	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยในภาพรวม	**4.72**	**0.40**	**เหมาะสมมากที่สุด**

จากตารางที่ 21 ผลการประเมินรับรองรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร เกี่ยวกับองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนฯ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนฯ ในภาพรวมมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.72, S.D. = 0.40) โดยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 จุดประสงค์การเรียนรู้และการประเมินผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 กิจกรรมการเรียนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์การประเมินรับรองรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ เกี่ยวกับขั้นตอนการจัดการเรียน

หัวข้อการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	แปลความหมาย
ขั้นการเลือกปรากฏการณ์ด้วยเครื่องมือแบ่งปันวิดีโอออนไลน์	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
ขั้นการทำงานร่วมกับทีมด้วยเครื่องมือไวท์บอร์ดแบบมีปฏิสัมพันธ์	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
ขั้นการรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือเอกสารสำหรับการทำงานร่วมกันออนไลน์	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
ขั้นการสร้างงานนำเสนอด้วยเครื่องมือสร้างงานนำเสนอร่วมกันออนไลน์	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยในภาพรวม	**4.85**	**0.34**	**เหมาะสมมากที่สุด**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 22 ผลการประเมินรับรองรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร เกี่ยวกับองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนฯ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าขั้นตอนการจัดการเรียนของรูปแบบการเรียนฯ ในภาพรวมมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.85, S.D. = 0.34) โดยขั้นการเลือกปรากฏการณ์ด้วยเครื่องมือแบ่งปันวิดีโอออนไลน์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ขั้นการทำงาน

ร่วมกับทีมด้วยเครื่องมือไวท์บอร์ดแบบมีปฏิสัมพันธ์ ขั้นการรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือเอกสารสำหรับการทำงานร่วมกันออนไลน์ และขั้นการสร้างงานนำเสนอด้วยเครื่องมือสร้างงานนำเสนอร่วมกันออนไลน์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80

ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์การประเมินรับรองรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ เกี่ยวกับการใช้งานของรูปแบบการเรียน

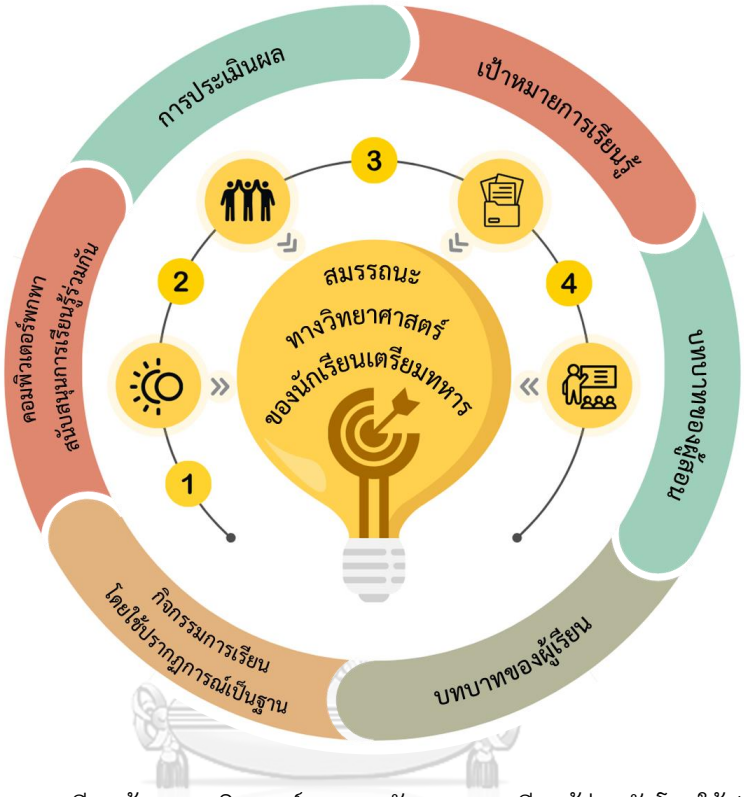
หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลความหมาย
1. ภาพรวมของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันฯ ที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้จริง	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
2. รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันฯ ที่พัฒนาขึ้น สามารถส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารได้จริง	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
3. ระยะเวลาที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันฯ	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยในภาพรวม	**4.93**	**0.15**	**เหมาะสมมากที่สุด**

จากตารางที่ 23 ผลการประเมินรับรองรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร เกี่ยวกับองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนฯ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าการใช้งานของรูปแบบการเรียนฯ ในภาพรวมมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.93, S.D. = 0.15) โดยภาพรวมของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันฯ ที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้จริง และระยะเวลาที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันฯ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 และรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันฯ ที่พัฒนาขึ้น สามารถส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารได้จริง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80

จากผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ด้านหลักสูตรและการสอน และด้านเทคโนโลยีการศึกษา และผลการประเมินรับรองรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ทั้งด้านองค์ประกอบ ด้านขั้นตอนการจัดการเรียน และด้านการใช้งาน สรุปได้ว่าโดยรวมรูปแบบการเรียนดังกล่าวมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ =

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.83, S.D. = 0.30) แต่ควรแก้ไขตามข้อเสนอแนะก่อนนำไปทดลองใช้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลการสัมภาษณ์และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับแก้ร่างรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ให้มีความสมบูรณ์และเหมาะสมมากยิ่งขึ้น ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ ดังนี้

1. เป้าหมาย เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเตรียมทหารได้พัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 3 ประการ คือ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถในการเลือกใช้และนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้ และระบุแนวทางการนำความรู้หรือคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถในการระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถ

ตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เสนอวิธีการแก้ไขปัญหาหรือสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และประเมินวิธีการแก้ไขปัญหาหรือสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถในการแปลงข้อมูลที่ได้รับจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง การวิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนลงข้อสรุปได้อย่างเหมาะสม และระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลเกี่ยวกับข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

2. บทบาทของผู้สอน มีหน้าที่ ดังนี้

- ผู้สอนเป็นผู้กำหนดประเด็นปัญหาของปรากฏการณ์ให้สอดคล้องกับความจริง
- ผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นและสนับสนุนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างเต็มที่ จัดบรรยากาศการเรียน ให้เอื้อต่อการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสในการเรียนรู้ มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับบุคคล สื่อ และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ มีการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด และประสบการณ์ระหว่างกัน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างกว้างขวางและลึกซึ้ง
- ผู้สอนเป็นผู้เตรียมแหล่งข้อมูลที่มีความหลากหลายและน่าเชื่อถือ โดยผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำการศึกษา แสวงหาข้อมูล ทดลอง ใช้กระบวนการคิดกับข้อมูลที่ได้มา และสามารถสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาจากความรู้ใหม่
- ผู้สอนเป็นผู้ออกแบบสถานการณ์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความจริง โดยผู้สอนสามารถเลือกปรากฏการณ์หรือประเด็นต่าง ๆ จากบริบทและสภาพแวดล้อมรอบตัว อาจเลือกเป็นประเพณี วัฒนธรรม หรือความสนใจของท้องถิ่นมาจัดการเรียนรู้ให้มีความสอดคล้องและเป็นประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันของผู้เรียน
- ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (Learning facilitator) หรือผู้สนับสนุนการเรียนรู้ ทำหน้าที่คอยจัดเตรียมอุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดำเนินไปได้
- ผู้สอนเป็นผู้แนะแนวทาง (Guide/Coach) และคอยส่งเสริมวิธีการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง เช่น การเรียนรู้แบบทดลองหาคำตอบจากปัญหาที่สงสัย โดยผู้สอนเป็นผู้คอยชี้แนะแนวทางให้ผู้เรียนสังเกตเห็นปัญหาและชี้แนะวิธีการแก้ปัญหาอย่างถูกวิธี
- ผู้สอนเป็นผู้ออกแบบและสร้างสรรค์กิจกรรรมการเรียนการสอนที่แปลกใหม่หลากหลาย จัดสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเน้นกระบวนการที่จะทำให้ผู้เรียนได้รู้จักการสืบเสาะหาความรู้ ประสบการณ์ และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง เป็นการพัฒนากระบวนการคิดของผู้เรียนให้เชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้องค์ความรู้ในชีวิตจริง และการจัดการเรียนรู้ที่

เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เช่น การใช้กระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-based learning) และการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) เป็นต้น

- ผู้สอนเป็นผู้สรรหาเทคโนโลยีมาช่วยในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยีจะช่วยกระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียน ทำให้การออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ
- ผู้สอนเป็นผู้สร้างเครื่องมือการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามเป้าหมายการเรียนรู้และนำไปใช้อย่างถูกต้องเหมาะสม
- ผู้สอนเป็นผู้จัดการเรียนรู้ในลักษณะการเรียนรู้แบบร่วมมือระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนและผู้เรียนกับผู้สอน เพื่อฝึกทักษะการทำงานเป็นทีมและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน
- ผู้สอนเป็นผู้สร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน จัดกิจกรรมให้ตรงกับความสนใจของผู้เรียน คอยเอาใจใส่ด้านการสอน และการดูแลผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเชื่อใจ รู้สึกผ่อนคลาย ซึ่งเป็นการจัดสภาพการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะมีความสุขในการเรียนรู้และเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

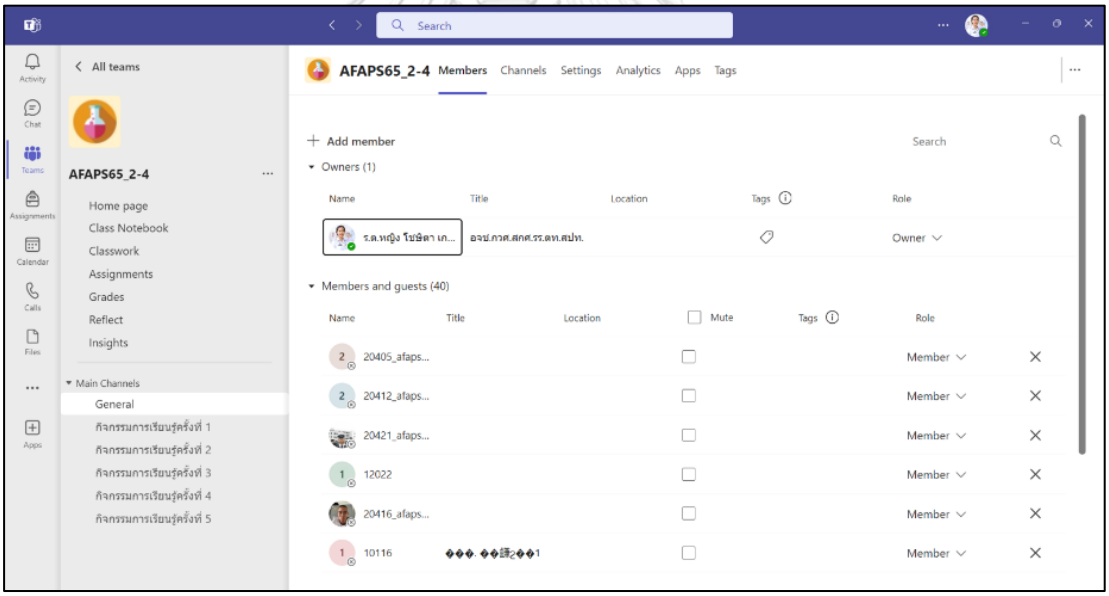
3. บทบาทของผู้เรียน มีหน้าที่ ดังนี้

- ผู้เรียนเป็นผู้ทำการศึกษาปรากฏการณ์ ค้นคว้าหาข้อมูล เสนอวิธีการแก้ไขปัญหาหรือสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และระดมความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่นเพื่อหาคำตอบร่วมกันภายใต้แนวคิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ส่งผลให้สามารถจดจำความรู้ในระยะยาวได้ดี และก่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญที่ผู้เรียนสามารถสืบค้น ค้นคว้า อภิปราย วิพากษ์ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ สร้างชิ้นงานหรือลงมือปฏิบัติจริง เพื่อหาคำตอบหรือแก้ปัญหาต่าง ๆ
- ผู้เรียนเป็นผู้ใช้องค์ความรู้หรือทักษะใหม่เชื่อมโยงกับโลกแห่งความจริง หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้หรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ภายใต้บริบทเดิม ซึ่งแสดงให้เห็นถึงกระบวนการคิด กระบวนการทางปัญญา การถ่ายโอนข้อมูล การนำเสนอข้อมูลได้อย่างถูกต้อง และสามารถเก็บข้อมูลจากการสำรวจ ทดลอง อภิปรายและลงข้อสรุปได้จนทำให้เกิดหลักฐานเชิงประจักษ์
- ผู้เรียนเป็นผู้สร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้เรียนในการทำงานเป็นทีม และการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ให้ความร่วมมือกับผู้สอนในการจัดการเรียนรู้และมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น

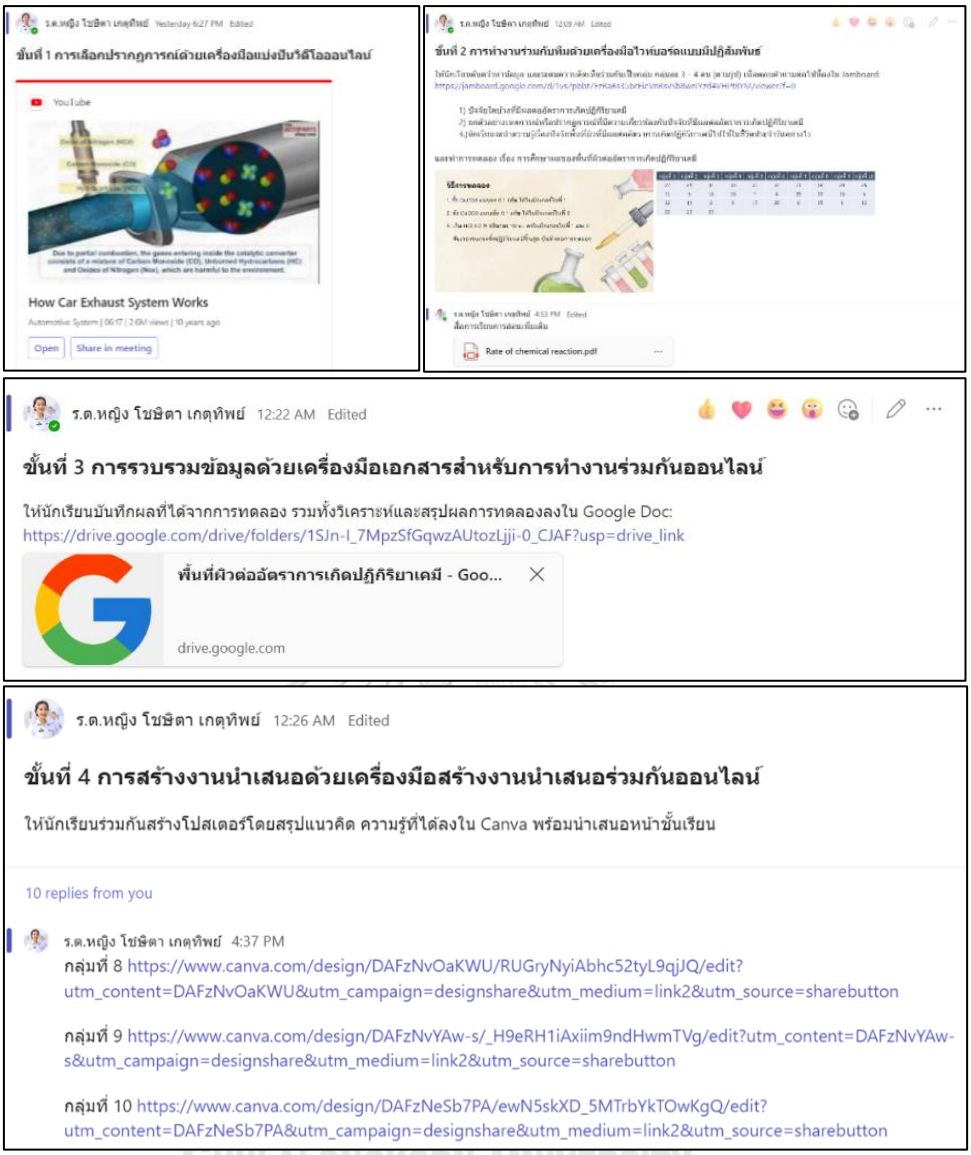
4. กิจกรรมการเรียนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) ที่สามารถเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการตั้งคำถามและแสวงหาความรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง และเชื่อมโยงชีวิตจริงกับสาระ

บทเรียนจนเกิดเป็นประสบการณ์ใหม่อย่างต่อเนื่อง โดยมีขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรม ดังนี้ 1) การเลือกปรากฏการณ์ 2) การทำงานร่วมกับทีม 3) การรวบรวมข้อมูล และ 4) การสร้างงานนำเสนอ

5. คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน (mCSCL) เป็นการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา เช่น โน้ตบุ๊ก แท็บเล็ต และสมาร์ตโฟน เป็นต้น ร่วมกับโปรแกรมที่สนับสนุนการทำงานเป็นกลุ่ม (Groupware) และมีการแบ่งกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ เพื่อการทำงานร่วมกันเป็นทีมผ่านระบบเครือข่าย การสื่อสาร การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การช่วยเหลือพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน มีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตนและส่วนรวมได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงลดอุปสรรคในเรื่องของเวลาและระยะทางในการทำงาน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ผู้วิจัยได้พัฒนา แพลตฟอร์ม Microsoft Team ร่วมกับโปรแกรมที่สนับสนุนการทำงานเป็นกลุ่ม ได้แก่ Youtube, Jamboard, Microsoft word online, Google Docs และ Canva เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสามารถทำงานร่วมกันได้ ดังภาพที่ 10 - 11



ภาพที่ 10 แพลตฟอร์ม Microsoft Team



CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 11 ขั้นตอนการเรียนในแพลตฟอร์ม Microsoft Team ของแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้

6. การประเมินผล เป็นการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังจากการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนฯ ในครั้งที่ 1 3 และ 5 โดยใช้แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แบบรูบริค รวมถึงการวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท (Likert rating scale) 5 ระดับ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความสนใจในวิทยาศาสตร์ 2) ด้านการเห็นคุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ และ 3) ด้านความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม

ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการเลือกปรากฏการณ์ด้วยเครื่องมือแบ่งปันวิดีโอออนไลน์ โดยผู้สอนเป็นผู้เลือกปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับบริบทโลก ปัญหาหรือเหตุการณ์ในชีวิตจริงที่ใกล้ตัวหรือมีความสำคัญต่อชีวิตของผู้เรียน อาจเกิดขึ้นในอดีต ปัจจุบัน หรือเป็นปรากฏการณ์ที่มีแนวโน้มว่าจะเกิดขึ้น โดยใช้เครื่องมือแบ่งปันวิดีโอออนไลน์ร่วมกัน คือ Youtube ในการนำเสนอปรากฏการณ์เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้

2. ขั้นการทำงานร่วมกับทีมด้วยเครื่องมือไวท์บอร์ดแบบมีปฏิสัมพันธ์ โดยผู้เรียนทำการศึกษา ค้นคว้าหาข้อมูล ทำการทดลอง และระดมความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่นเพื่อหาคำตอบร่วมกัน เป็นกลุ่ม 3 - 5 คน ตามความสามารถที่แตกต่างกัน โดยใช้เครื่องมือไวท์บอร์ดแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน คือ Jamboard ในการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและสามารถแสดงความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น

3. ขั้นการรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือเอกสารสำหรับการทำงานร่วมกันออนไลน์ โดยผู้เรียนตัดสินใจเลือกคำตอบที่ดีที่สุด แล้วนำไปสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล รวมถึงวิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนลงข้อสรุปได้ โดยใช้เครื่องมือเอกสารออนไลน์สำหรับการทำงานร่วมกัน คือ Microsoft word online หรือ Google Docs ในการรวบรวมคำตอบของผลการแก้ไขปัญหาหรือสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4. ขั้นการสร้างงานนำเสนอด้วยเครื่องมือสร้างงานนำเสนอร่วมกันออนไลน์ โดยผู้เรียนนำเสนอแนวคิด หรือความรู้ที่ได้ โดยใช้เครื่องมือสร้างงานนำเสนอออนไลน์ร่วมกัน คือ Canva ในการแบ่งปันความรู้และสร้างงานนำเสนอแก่ผู้อื่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระยะที่ 3 ผลการศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

จากคำถามวิจัยการทดลองใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน สามารถส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารได้หรือไม่ อย่างไร เพื่อตอบคำถามวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน สามารถส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ไปทดลองใช้กับตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนเตรียมทหารที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสถาบันวิชาการป้องกันประเทศ กองบัญชาการกองทัพไทย ระยะเวลาใน

การทดลอง 5 สัปดาห์ และผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเป็น 4 ส่วน ได้แก่ 1) ข้อมูลเบื้องต้นของตัวอย่าง 2) ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร 3) ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนเตรียมทหาร และ 4) ความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของตัวอย่าง

ตัวอย่างที่เป็นนักเรียนเตรียมทหารที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสถาบันวิชาการป้องกันประเทศ กองบัญชาการกองทัพไทย ปีการศึกษา 2566 จำนวน 32 คน เป็นเพศชายทั้งหมด เนื่องจากตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยกำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียนชายล้วน โดยมีข้อมูลเบื้องต้นของตัวอย่าง ดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 ข้อมูลเบื้องต้นของตัวอย่าง

ข้อมูลเบื้องต้น	รายละเอียด		จำนวน (n)	ร้อยละ
เกรดเฉลี่ยสะสมของภาคเรียนที่ผ่านมา		2.00 - 2.49	8	24.24
		2.50 - 2.99	13	39.39
		3.00 - 3.49	7	21.21
		3.50 - 4.00	5	15.16
การมีอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาสำหรับการใช้งาน	● โน้ตบุ๊ก	มี	7	11.26
		ไม่มี	26	88.74
	● สมาร์ตโฟน	มี	33	100.00
		ไม่มี	0	0.00
	● แท็บเล็ต	มี	25	75.76
		ไม่มี	8	24.24
การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา	● โน้ตบุ๊ก	ได้	7	11.26
		ไม่ได้	26	88.74
	● สมาร์ตโฟน	ได้	33	100.00
		ไม่ได้	0	0.00
	● แท็บเล็ต	ได้	25	75.76
		ไม่ได้	8	24.24
อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาที่สะดวกใช้ในการเรียนมากที่สุด		โน้ตบุ๊ก	2	6.06
		สมาร์ตโฟน	7	21.21
		แท็บเล็ต	24	72.73

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 24 พบว่า ตัวอย่างมีเกรดเฉลี่ยสะสมอยู่ในช่วง 2.50 - 2.99 มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 39.39 (จำนวน 13 คน) รองลงมาอยู่ในช่วง 2.00 - 2.49 คิดเป็นร้อยละ 24.24 (จำนวน 8 คน) อยู่ในช่วง 3.00 - 3.49 คิดเป็นร้อยละ 21.21 (จำนวน 7 คน) และน้อยที่สุดอยู่ในช่วง 3.50 - 4.00 คิดเป็นร้อยละ 15.16 (จำนวน 5 คน) โดยตัวอย่างมีอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาสำหรับการใช้งานเป็นของตนเองมากที่สุดคือ สมาร์ตโฟน คิดเป็นร้อยละ 100.00 (จำนวน 33 คน) รองลงมาคือ แท็บเล็ต คิดเป็นร้อยละ 75.76 (จำนวน 25 คน) และน้อยที่สุดคือ โน้ตบุ๊ก คิดเป็นร้อยละ 11.26 (จำนวน 7 คน) ซึ่งอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาทุกชนิดสามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาที่สะดวกสำหรับใช้งานทางการเรียนมากที่สุดคือ แท็บเล็ต คิดเป็นร้อยละ 72.73 (จำนวน 24 คน) รองลงมาคือ สมาร์ตโฟน คิดเป็นร้อยละ 21.21 (จำนวน 7 คน) และน้อยที่สุดคือ โน้ตบุ๊ก คิดเป็นร้อยละ 6.06 (จำนวน 2 คน)

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังเรียนในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ จะเป็นข้อมูลจากการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารในกิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 3 และ 5 โดยใช้เกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนเตรียมทหารได้คะแนนเฉลี่ยของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ประการ ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้นในทุกครั้งของการประเมิน ดังตารางที่ 25 และภาพที่ 12 และได้คะแนนเฉลี่ยของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์โดยรวมในกิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 5 มากที่สุด มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์อยู่ที่ระดับ 4 เป็นระดับปานกลาง ($\overline{\mathbf{X}}$ = 13.21, S.D. = 2.92) รองลงมาคือ กิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 3 มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์อยู่ที่ระดับ 3 เป็นระดับปานกลาง ($\overline{\mathbf{X}}$ = 9.21, S.D. = 2.38) และน้อยที่สุดคือ กิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์อยู่ที่ระดับ 2 เป็นระดับพื้นฐาน ($\overline{\mathbf{X}}$ = 7.44, S.D. = 2.98) ดังตารางที่ 26 และภาพที่ 13 แสดงให้เห็นว่าการใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ช่วยส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารได้

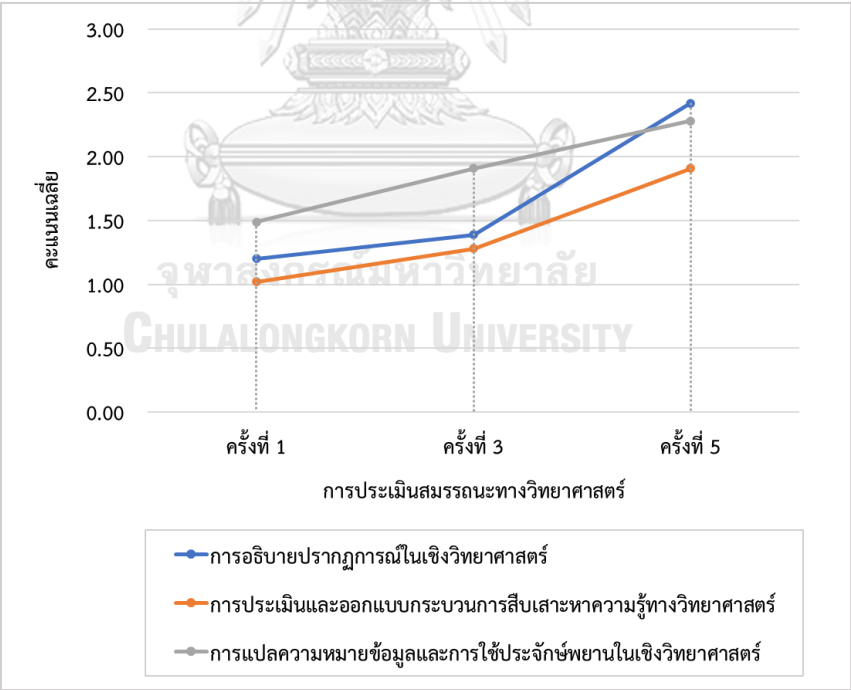
ตารางที่ 25 การเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ นตท.

การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 5	
	$\overline{\mathbf{X}}$	S.D.	$\overline{\mathbf{X}}$	S.D.	$\overline{\mathbf{X}}$	S.D.
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1.20	0.70	1.39	0.69	2.42	0.64

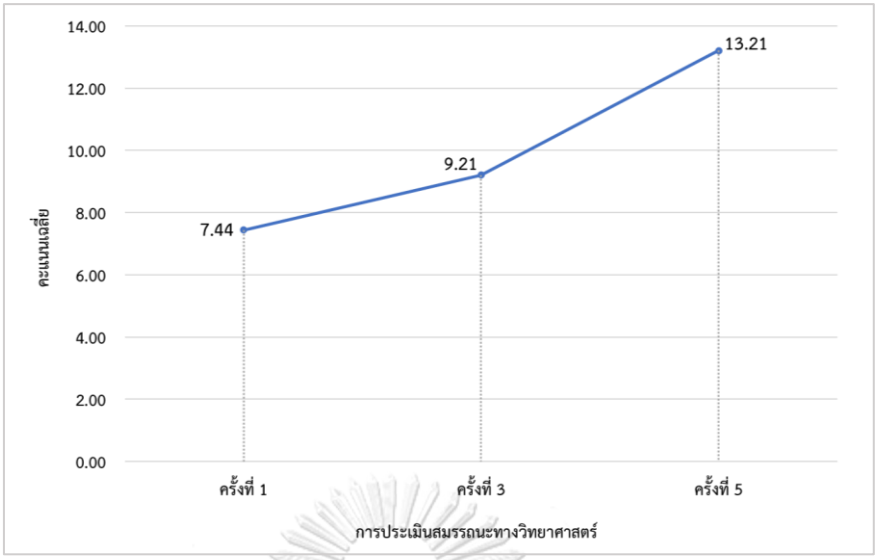
การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 5	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1.02	0.73	1.28	0.58	1.91	0.92
การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	1.49	0.66	1.91	0.62	2.28	0.51

ตารางที่ 26 การเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ นตท. (โดยรวม)

การประเมิน	คะแนน			$\bar{X}$	S.D.	ระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์	แปลความหมาย
	เต็ม	ต่ำสุด	สูงสุด				
ครั้งที่ 1	18.0	2.5	17.0	7.44	2.98	2	พื้นฐาน
ครั้งที่ 3	18.0	5.0	18.0	9.21	2.38	3	ปานกลาง
ครั้งที่ 5	18.0	6.5	17.5	13.21	2.92	4	ปานกลาง



ภาพที่ 12 คะแนนเฉลี่ยของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ นตท.



ภาพที่ 13 คะแนนเฉลี่ยของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ นตท. (โดยรวม)

จากนั้นนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way Repeated Measure ANOVA) ดังตารางที่ 27 พบว่า คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารทั้ง 3 ครั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference) เป็นรายคู่พบว่า การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 3 สูงกว่า ครั้งที่ 1 ประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 5 สูงกว่า ครั้งที่ 1 และประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 5 สูงกว่า ครั้งที่ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ

การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.[b]
ครั้งที่ 1 (I)	ครั้งที่ 3 (J)	-1.773*	0.530	0.006
	ครั้งที่ 5 (J)	-5.773*	0.707	0.000
ครั้งที่ 3 (I)	ครั้งที่ 1 (J)	1.773*	0.530	0.006
	ครั้งที่ 5 (J)	-4.000*	0.497	0.000

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

ในการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร จำนวน 5 ครั้ง ร่วมกับการใช้เกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แบบรูบริค และตรวจโดยผู้ประเมินจำนวน 2 ท่าน จากนั้นนำไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการให้คะแนนการตรวจแบบประเมินสมรรถนะทาง

วิทยาศาสตร์ระหว่างผู้ประเมิน 2 ท่าน ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product moment correlation) ได้ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

ในการประเมินครั้งที่ 1 ผู้ประเมินคนที่ 1 กับ ผู้ประเมินคนที่ 2 สัมพันธ์กันในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (r = .963) แสดงว่า การให้คะแนนการตรวจแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระหว่างผู้ประเมิน 2 ท่าน มีความสัมพันธ์กันระดับสูงมาก

ในการประเมินครั้งที่ 2 ผู้ประเมินคนที่ 1 กับ ผู้ประเมินคนที่ 2 สัมพันธ์กันในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (r = .944) แสดงว่า การให้คะแนนการตรวจแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระหว่างผู้ประเมิน 2 ท่าน มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก

ในการประเมินครั้งที่ 3 ผู้ประเมินคนที่ 1 กับ ผู้ประเมินคนที่ 2 สัมพันธ์กันในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (r = .871) แสดงว่า การให้คะแนนการตรวจแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระหว่างผู้ประเมิน 2 ท่าน มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก

ในการประเมินครั้งที่ 4 ผู้ประเมินคนที่ 1 กับ ผู้ประเมินคนที่ 2 สัมพันธ์กันในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (r = .970) แสดงว่า การให้คะแนนการตรวจแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระหว่างผู้ประเมิน 2 ท่าน มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก

ในการประเมินครั้งที่ 5 ผู้ประเมินคนที่ 1 กับ ผู้ประเมินคนที่ 2 สัมพันธ์กันในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (r = .953) แสดงว่า การให้คะแนนการตรวจแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระหว่างผู้ประเมิน 2 ท่าน มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก

ส่วนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนเตรียมทหาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ดังตารางที่ 28 โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความสนใจในวิทยาศาสตร์ 2) การเห็นคุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ และ 3) ความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม และมีเกณฑ์การแปลความหมายของช่วงคะแนนเฉลี่ย ดังนี้

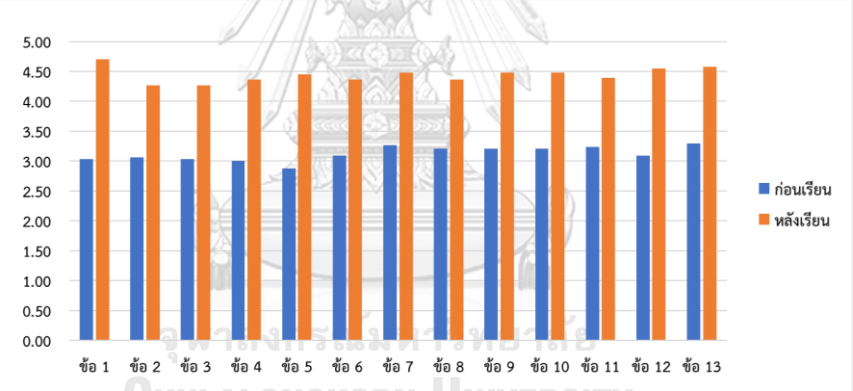
4.51 - 5.00 หมายถึง มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในระดับมากที่สุด
3.51 - 4.50 หมายถึง มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในระดับมาก
2.51 - 3.50 หมายถึง มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง
1.51 - 2.50 หมายถึง มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในระดับน้อย
1.00 - 1.50 หมายถึง มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในระดับน้อยที่สุด

ตารางที่ 28 ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน

หัวข้อการประเมิน	ก่อนเรียน			หลังเรียน		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลความหมาย	$\bar{X}$	S.D.	แปลความหมาย
ความสนใจในวิทยาศาสตร์						
1. นตท. สนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์	3.03	0.88	ปานกลาง	4.70	0.47	มากที่สุด
2. นตท. อยากมีส่วนร่วมในกิจกรรมวิทยาศาสตร์	3.06	0.90	ปานกลาง	4.27	0.67	มาก
3. นตท. รู้สึกมีความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์	3.03	0.85	ปานกลาง	4.27	0.84	มาก
4. นตท. รู้สึกเชิงบวกต่ออาชีพทางวิทยาศาสตร์	3.00	0.94	ปานกลาง	4.36	0.74	มาก
5. นตท. สนใจที่จะประกอบอาชีพทางวิทยาศาสตร์ในอนาคต	2.88	1.02	ปานกลาง	4.45	0.90	มาก
6. นตท. เห็นว่าการเรียนวิทยาศาสตร์ ทำให้ได้ทักษะที่จำเป็นสำหรับอาชีพในอนาคต	3.09	0.98	ปานกลาง	4.36	0.82	มาก
ค่าเฉลี่ยในภาพรวม	3.02	0.78	ปานกลาง	4.40	0.54	มาก
การเห็นคุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้						
7. นตท. ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อค้นหาข้อเท็จจริง	3.27	0.98	ปานกลาง	4.48	0.76	มาก
8. นตท. ใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมวิทยาศาสตร์	3.21	0.96	ปานกลาง	4.36	0.65	มาก
9. นตท. มีเหตุผลไม่เชื่อสิ่งใดง่าย ๆ หากไม่มีข้อเท็จจริงมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ	3.21	1.02	ปานกลาง	4.48	0.71	มาก
ค่าเฉลี่ยในภาพรวม	3.23	0.93	ปานกลาง	4.44	0.56	มาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หัวข้อการประเมิน	ก่อนเรียน			หลังเรียน		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลความหมาย	$\bar{X}$	S.D.	แปลความหมาย
ความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม						
10. นตท. รับรู้ถึงปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน	3.21	0.89	ปานกลาง	4.48	0.71	มาก
11. นตท. กังวลเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน	3.24	1.03	ปานกลาง	4.39	0.79	มาก
12. นตท. ตระหนักถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการกระทำของมนุษย์	3.09	0.98	ปานกลาง	4.55	0.67	มากที่สุด
13. นตท. เต็มใจที่จะมีบทบาทในการรักษาปรับปรุงสิ่งแวดล้อม	3.30	1.02	ปานกลาง	4.58	0.66	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยในภาพรวม	3.21	0.86	ปานกลาง	4.50	0.54	มาก



ภาพที่ 14 ค่าเฉลี่ยของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน

จากตารางที่ 28 และภาพที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนพบว่า ค่าเฉลี่ยของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน ด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารในทุกด้านการประเมิน เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านความสนใจในวิทยาศาสตร์ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.40, S.D. = 0.54) ด้านการเห็นคุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.44, S.D. = 0.56) และด้านความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อมในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.50, S.D. = 0.54) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ นตท.

สนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ ($\overline{X}$ = 4.70, S.D. = 0.47) รองลงมาคือ นตท. เต็มใจที่จะมีบทบาทในการรักษา ปรับปรุงสิ่งแวดล้อม ($\overline{X}$ = 4.58, S.D. = 0.66) และ นตท. ตระหนักถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการกระทำของมนุษย์ ($\overline{X}$ = 4.55, S.D. = 0.67)

ตารางที่ 29 ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน (โดยรวม)

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	$\overline{X}$	S.D.	df	t	Sig.
ก่อนเรียน	3.13	0.80	32	-8.34	0.00
หลังเรียน	4.27	0.72			

จากตารางที่ 29 พบว่า หลังจากการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร นักเรียนเตรียมทหารมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ส่วนที่ 4 ความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ

การศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ดังตารางที่ 30 โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายของช่วงคะแนนเฉลี่ย ดังนี้

4.51 - 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
3.51 - 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
2.51 - 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
1.51 - 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
1.00 - 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 30 ความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนฯ

หัวข้อการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	แปลความหมาย
การเตรียมความพร้อมก่อนเรียน			
1. ผู้สอนมีการปฐมนิเทศเพื่อแนะนำกิจกรรมการเรียนรู้	4.15	0.57	มาก
2. ผู้สอนมีการอธิบายรายละเอียดของจุดประสงค์การเรียนรู้ชัดเจน	4.45	0.56	มาก
3. ผู้สอนมีการอธิบายรายละเอียดของการประเมินผลชัดเจน	4.52	0.57	มากที่สุด
4. ผู้สอนมีการแนะนำการใช้งานโปรแกรมที่สนับสนุนการทำงานเป็นกลุ่ม	4.58	0.56	มากที่สุด

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลความหมาย
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
5. กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลาย แปลกใหม่ สามารถกระตุ้นและเร้าความสนใจของ นตท. ได้เป็นอย่างดี	4.39	0.61	มาก
6. ลำดับขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ ช่วยให้ นตท. เกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง	4.73	0.52	มากที่สุด
7. การจัดกิจกรรมการทำงานเป็นกลุ่ม ช่วยให้ นตท. บรรลุตามเป้าหมายการเรียนรู้	4.52	0.62	มากที่สุด
8. ผู้สอนเปิดโอกาสให้ นตท. มีส่วนร่วมในระหว่างการจัดการเรียนการสอน	4.58	0.56	มากที่สุด
9. ผู้สอนเป็นผู้แนะแนวทางให้ นตท. ได้เรียนรู้ด้วยตนเอง	4.64	0.55	มากที่สุด
10. นตท. มีการศึกษาปัญหาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สนใจศึกษาร่วมกัน	4.58	0.61	มากที่สุด
11. นตท. มีการระดมความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่นเพื่อหาคำตอบร่วมกัน	4.61	0.56	มากที่สุด
12. นตท. มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น	4.48	0.62	มาก
13. นตท. สามารถเชื่อมโยงสาระบทเรียนกับชีวิตจริง จนเกิดเป็นประสบการณ์ใหม่	4.58	0.56	มากที่สุด
14. นตท. เกิดประสบการณ์การทำงานร่วมกับผู้อื่น	4.48	0.57	มาก
15. อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพามีจำนวนเพียงพอต่อการใช้งาน	4.55	0.62	มากที่สุด
16. โปรแกรมที่สนับสนุนการทำงานเป็นกลุ่ม ช่วยให้เกิดประสิทธิภาพและทันสมัย	4.52	0.57	มากที่สุด
17. การใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาร่วมกับโปรแกรมที่สนับสนุนการทำงานเป็นกลุ่ม ช่วยให้เกิดประสิทธิภาพทางการเรียนรู้	4.67	0.54	มากที่สุด
18. ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.52	0.62	มากที่สุด
19. เกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีความชัดเจน	4.61	0.56	มากที่สุด
20. กิจกรรมการเรียนรู้นี้ ช่วยส่งเสริมให้เกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	4.67	0.60	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยในภาพรวม	4.54	0.38	มากที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 30 ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารพบว่า ในภาพรวมนักเรียนเตรียมทหารมีความคิดเห็นว่ารูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.54, S.D. = 0.38) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าความคิดเห็นของผู้เรียนอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุดในทุกหัวข้อการประเมิน

บทที่ 5
ผลการวิจัย

การนำเสนอผลการวิจัยเรื่องรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ผู้วิจัยขอนำเสนอรายละเอียดของรูปแบบการเรียน โดยแบ่งการนำเสนอออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 บทนำ

1. หลักการและเหตุผลของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

ตอนที่ 2 รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

1. องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

2. ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

ตอนที่ 3 การนำเสนอรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

1. วิธีการนำรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารไปใช้

2. เงื่อนไขการนำรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารไปใช้

ตอนที่ 1
บทนำ

หลักการและเหตุผล

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies) เป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่ออัตราการเติบโตของประเทศในด้านการพัฒนาเศรษฐกิจ อุตสาหกรรมและสังคม และเป็นสมรรถนะที่สะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการตัดสินใจอย่างเป็นเหตุเป็นผล ความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและหาข้อสรุปจากหลักฐานที่ปรากฏโดยเชื่อมโยงประเด็นสิ่งต่าง ๆ เข้ากับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม (จตุรภัทร มาศโสภา และคณะ, 2565) ตลอดจนสร้างสรรค์ผลงานทางวิทยาศาสตร์ที่มีประโยชน์ ซึ่งองค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (OECD) ได้ริเริ่มโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษา ในการเตรียมความพร้อมให้เยาวชนหรือผู้เรียนมีศักยภาพในการขยายความรู้ ความสามารถ และทักษะต่าง ๆ ไปใช้ในชีวิตจริงนอกห้องเรียนหรือสถานการณ์ใหม่ ๆ ไม่เพียงแค่ประเมินการเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน (ชนิฐฆ์ศรา เทพจันตา, 2557; She et al., 2018) โดยกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ PISA ในปี 2018 ได้ระบุสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ประการสำคัญ ดังนี้ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ OECD, 2019) จากการรายงานผลการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ PISA ในปี 2022 ของประเทศไทยยังพบว่า นักเรียนมีคะแนนวิทยาศาสตร์ 409 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (ค่าเฉลี่ย OECD 485 คะแนน) (สสวท., 2566) ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนไทยมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ประการที่ยังไม่เพียงพอต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง การทำงานและการแข่งขันในอนาคตได้ ซึ่งทำให้เกิดข้อจำกัดในการใช้วิทยาศาสตร์ในสถานการณ์หรือบริบทจริง นอกจากนี้ยังสะท้อนถึงความก้าวหน้าคุณภาพและความเสมอภาคทางด้านการศึกษาของประเทศเทียบกับนานาชาติยังคงไม่เป็นไปตามเป้าหมายตามแผนการศึกษาแห่งชาติที่คาดไว้ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนควรได้รับการปรับปรุงและพัฒนาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เป็นไปตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนด้านการศึกษาที่มีคุณภาพในเป้าหมายที่ 4 กล่าวถึง “การสร้างหลักประกันว่าทุกคนจะได้รับการศึกษาที่มีคุณภาพอย่างครอบคลุมและเท่าเทียม และส่งเสริมโอกาสในการเรียนรู้ตลอดชีวิต” (UNESCO, 2017)

การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันพบว่า รูปแบบการสอนยังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์ไม่มากเท่าที่ควร ขาดการส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหานอกห้องเรียน ไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีการกำหนดปัญหาเพื่อที่จะสำรวจตรวจสอบและหาคำตอบ แต่จะเป็นการมุ่งเน้นให้ท่องจำ ทดสอบความรู้เฉพาะในตำรา และบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ใน

เชิงเนื้อหาเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ทำให้ผู้เรียนขาดความพร้อมสำหรับการใช้ชีวิตและการทำงานที่ซับซ้อนขึ้นหลังจากสำเร็จการศึกษา (ณพัฐอร บัวฉุน และคณะ, 2559; พีรวัฒน์ เพชรสุริยา และคณะ, 2563; ประพรรธน์ พละชีวะ และคณะ, 2560; Villarroel et al., 2020) ซึ่งไม่เพียงพอที่จะสามารถพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในแนวคิดสำคัญทางวิทยาศาสตร์โดยการนำสิ่งที่ปรากฏหรือสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวตามธรรมชาติ มาจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ประสบการณ์การเรียนรู้ในการสร้างคำอธิบาย การตั้งคำถาม การระบุข้อสันนิษฐาน การออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ การแปลผลข้อมูลและการลงข้อสรุปเกี่ยวกับประเด็นที่เกิดขึ้นได้อย่างสมเหตุสมผลและเชื่อถือได้ในทางวิทยาศาสตร์ จากการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-based learning) เป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาและใช้ในระบบการศึกษาของประเทศฟินแลนด์ เมื่อปี ค.ศ. 2016 โดยที่ผู้เรียนเรียนรู้แนวคิดจากสภาพแวดล้อมหรือบริบทจริงผ่านการสังเกต สำรวจและลงมือปฏิบัติร่วมกับการเชื่อมโยงเข้ากับความรู้เดิมเพื่อให้ได้แนวคิดใหม่ที่สมบูรณ์และสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ต่อได้ (GÜNERİ and ARSLAN, 2020; Santhalia and Yuliati, 2021) ซึ่งบทบาทของผู้เรียนจะได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมเชิงปฏิบัติที่มุ่งสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล ตั้งคำถามหรือระบุประเด็นปัญหา เสนอแนวทางการหาคำตอบหรือแก้ปัญหา และลงข้อสรุปเป็นหลัก (Valanne et al., 2017) จากงานวิจัยของ ชลาธิป สมาหิโต (2564) พบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานสามารถเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการตั้งคำถามและได้รับความรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง และเชื่อมโยงชีวิตจริงกับสาระบทเรียน ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ กล่าวว่า วิธีการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยการนำประสบการณ์เดิมมาเชื่อมโยงให้เกิดประสบการณ์ใหม่ได้อย่างต่อเนื่อง เกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (Amineh and Asl, 2015; Sudzina, 1997) ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงคาดการณ์ว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานจะสามารถส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ประการของผู้เรียนได้

การเรียนรู้ร่วมกันเป็นการจัดการศึกษาที่ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการทำงานร่วมกันเพื่อนำไปสู่เป้าหมาย ความสำเร็จร่วมกันและเห็นคุณค่าของผลงานที่พัฒนาขึ้นจากสมาชิกในกลุ่มและยังเป็นหนึ่งในแนวทางการจัดการศึกษาสำหรับศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะทั้ง 7 ด้าน ได้แก่ ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ด้านการทำงาน การเรียนรู้และการพึ่งตนเอง และด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์ อีกทั้งปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามามี

บทบาทในการนำมาประยุกต์ใช้จัดการเรียนการสอนอย่างแพร่หลายมากขึ้น เช่น คอมพิวเตอร์พกพา แอปพลิเคชัน สื่อมัลติมีเดีย และเครือข่ายสังคมออนไลน์ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้เป็นตัวกลางที่สามารถทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน สร้างการทำงานร่วมกัน การแบ่งปันความรู้ การอำนวยความสะดวกในการสื่อสาร การโต้ตอบและแสดงความคิดเห็นต่าง ๆ เพื่อหาข้อสรุปหรือแนวทางในการแก้ปัญหาและสร้างสรรค์องค์ความรู้ใหม่ และยังช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และทักษะต่าง ๆ ของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น เช่น งานวิจัยของ Hanisi et al. (2018) แสดงให้เห็นว่า การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของโทรศัพท์มือถือร่วมกับการศึกษา โดยการใช้แอปพลิเคชัน WhatsApp สื่อสารกันร่วมกันเป็นภาษาอังกฤษในห้องเรียนภาษา ช่วยให้เกิดความง่าย สนุกและมีประโยชน์ นอกจากนี้ผู้เรียนยังมีความรู้สึกเชิงบวกและความตั้งใจในการเรียนรู้อีกด้วย ส่วนงานวิจัยของ Huang et al. (2020) ได้นำการเสนอการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้ Google Doc เพื่อสำรวจผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ของหลักสูตรประถมศึกษาพบว่า แนวทางการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้ Google Doc ช่วยปรับปรุงผลการเรียนรู้ เพิ่มความสนใจในการเรียนการสอนและความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหา นอกจากนี้แนวทางการเรียนรู้ร่วมกันผ่านมือถือยังมีประสิทธิภาพมากกว่าการเรียนรู้ส่วนบุคคล และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bringula and Atienza (2023) ได้ทำการตรวจสอบเอกสารตีพิมพ์เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน ระหว่างปี พ.ศ. 2550 ถึง 2564 ได้เอกสารการวิจัย 28 ฉบับ เผยให้เห็นว่าสามารถช่วยพัฒนาทักษะทางสังคม ทัศนคติ และความสามารถทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ส่วนข้อจำกัดการใช้งานที่พบคือ ความไม่คุ้นเคยในการใช้อุปกรณ์และการไม่สามารถติดตามกิจกรรมของผู้เรียน

โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ เป็นสถาบันการศึกษาทางทหารที่มีวิสัยทัศน์ของโรงเรียนเพื่อมุ่งเน้นในการผลิตนักเรียนเตรียมทหารให้มีความเป็นความเป็นผู้นำและเป็นเลิศทางวิชาการในระดับมัธยมศึกษาชั้นนำของประเทศและอาเซียน มุ่งสู่การเป็น DIGITAL AFAPS ภายใน พ.ศ. 2565 และ SMART AFAPS ภายใน พ.ศ. 2580 นอกจากนี้หลักสูตรโรงเรียนเตรียมทหารยังมุ่งพัฒนาศักยภาพของนักเรียนเตรียมทหาร ให้มีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานการเรียนรู้ และเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (โรงเรียนเตรียมทหาร, 2563) รวมไปถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนเตรียมทหารพึงมี ซึ่งถือว่าเป็นสมรรถนะเฉพาะทางที่เน้นการประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน การคิดเป็นเหตุเป็นผล การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ การแก้ปัญหาหรืออุปสรรคต่าง ๆ ในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีความจำเป็นขั้นพื้นฐานสำหรับการเตรียมความพร้อมเป็นพลเมืองของชาติ

ในอนาคต การประกอบอาชีพ การดำรงชีวิตในสังคมโลกแห่งศตวรรษที่ 21 และการนำไปใช้ศึกษาต่อได้อย่างมีคุณภาพในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ณ โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า โรงเรียนนายเรือ โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช และโรงเรียนนายร้อยตำรวจ อันนำไปสู่การสร้างคุณประโยชน์ที่ดีงามให้กับสังคมและประเทศชาติต่อไป อีกทั้งโรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ ยังมีแผนการนำหลักสูตรฐานสมรรถนะ มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบไปด้วย 1) การจัดการตนเอง 2) การคิดขั้นสูง 3) การสื่อสาร 4) การรวมพลังทำงานเป็นทีม 5) การเป็นพลเมืองที่เข้มแข็ง และ 6) การอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน ภายใต้การจัดการเรียนการสอนในรูปแบบให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะอีกด้วย อีกทั้งแล้วยังมีนโยบายที่ให้ความสำคัญเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับผู้เรียนและผู้เรียนกับผู้เรียน เน้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ได้จริงในการประกอบอาชีพทหาร-ตำรวจในอนาคตได้ โดยการให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและหาคำตอบด้วยตนเอง โดยมีครูผู้สอนเป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษา แนะนำ และอำนวยความสะดวกเท่านั้น นอกจากนั้นแล้วโรงเรียนเหล่าทัพและโรงเรียนนายร้อยตำรวจยังมีความต้องการให้ผู้เรียนที่กำลังจะเข้ามาศึกษาสามารถใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์รอบตัวต่าง ๆ สามารถใช้การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ และมีการใช้หลักฐานมาลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้ ทำให้ครูผู้สอนจำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบการจัดเรียนการสอน ทั้งในส่วนของเทคนิคการสอน รูปแบบการสอน เทคโนโลยีสนับสนุนการเรียนรู้ และการประเมินผลให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จากความสำคัญและสภาพปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความมุ่งหมายที่จะส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อยกระดับคุณภาพการเรียนรู้ให้มีประสิทธิผลที่ดียิ่งขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วัตถุประสงค์ของรูปแบบ

1. เพื่อพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

2. เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีมาสนับสนุนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

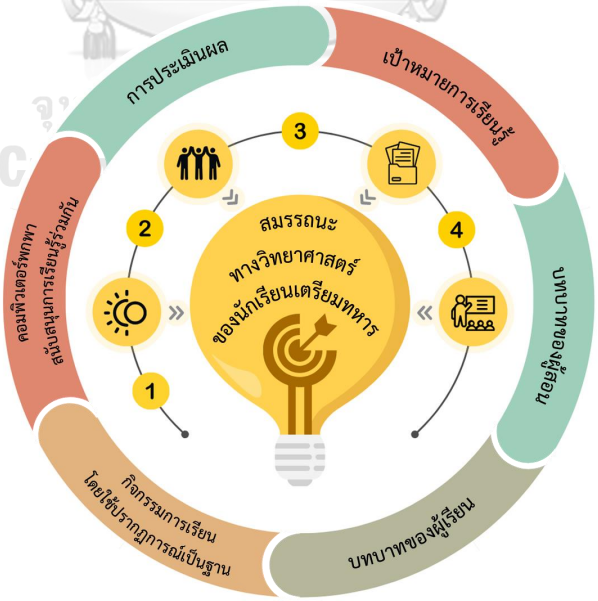
3. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

ตอนที่ 2
รูปแบบ

รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ และ 4 ขั้นตอน ดังนี้

องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) เป้าหมายการเรียนรู้ 2) บทบาทของผู้สอน 3) บทบาทของผู้เรียน 4) กิจกรรมการเรียนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน 5) คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน (mCSCL) และ 6) การประเมินผล

ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการเลือกปรากฏการณ์ด้วยเครื่องมือแบ่งปันวิดีโอออนไลน์ 2) ขั้นการทำงานร่วมกับทีมด้วยเครื่องมือไวท์บอร์ดแบบมีปฏิสัมพันธ์ 3) ขั้นการรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือเอกสารสำหรับการทำงานร่วมกันออนไลน์ และ 4) ขั้นการสร้างงานนำเสนอด้วยเครื่องมือสร้างงานนำเสนอร่วมกันออนไลน์



ภาพที่ 15 รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ นตท.

รายละเอียดขององค์ประกอบของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

องค์ประกอบที่ 1 เป้าหมายการเรียนรู้

การกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้โดยให้นักเรียนเตรียมทหารได้พัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 3 ประการ ได้แก่ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบที่ 2 บทบาทของผู้สอน

ผู้สอนมีบทบาท ดังนี้ 1) กำหนดประเด็นปัญหาของปรากฏการณ์ให้สอดคล้องกับความจริง 2) อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ โดยจัดเตรียมแหล่งข้อมูลที่มีความหลากหลายและน่าเชื่อถือ และเครื่องมือต่าง ๆ 3) กระตุ้นและสนับสนุนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างเต็มที่ 4) จัดบรรยากาศการเรียนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ 5) ออกแบบสถานการณ์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความจริง โดยผู้สอนสามารถเลือกปรากฏการณ์จากสภาพแวดล้อมรอบตัวที่เป็นประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันของผู้เรียน 6) แนะแนวทาง (Guide/Coach) และคอยส่งเสริมวิธีการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง 7) ออกแบบและสร้างสรรค์กิจกรรรมการเรียนการสอนที่แปลกใหม่ หลากหลาย 8) สรรหาเทคโนโลยีมาช่วยในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ 9) สร้างเครื่องมือการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามเป้าหมายการเรียนรู้ และนำไปใช้อย่างถูกต้องเหมาะสม และ 10) จัดการเรียนรู้ในลักษณะการเรียนรู้แบบร่วมมือระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้สอน เพื่อฝึกทักษะการทำงานเป็นทีมและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

องค์ประกอบที่ 3 บทบาทของผู้เรียน

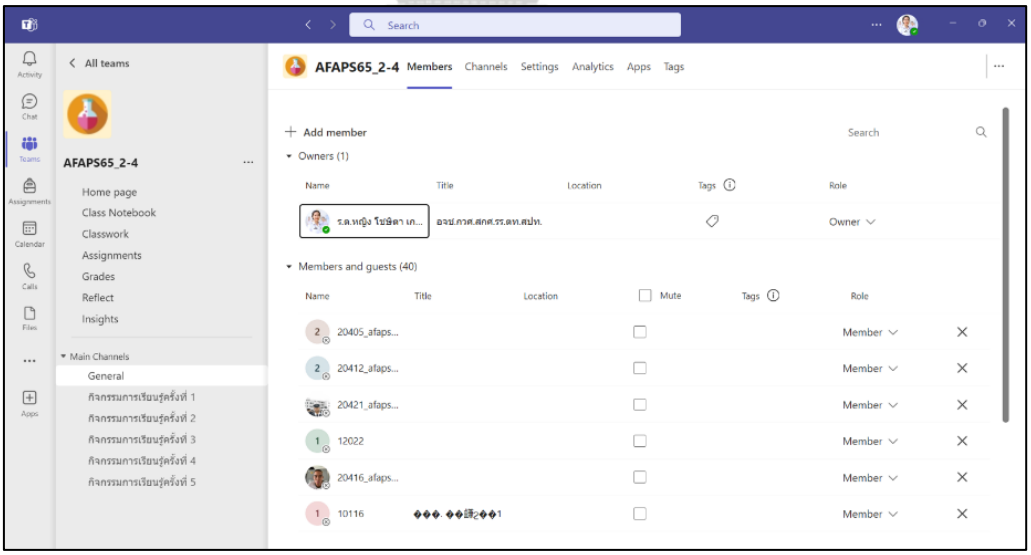
ผู้เรียนมีบทบาท ดังนี้ 1) ทำการศึกษาปรากฏการณ์ ค้นคว้าหาข้อมูล เสนอวิธีการแก้ไขปัญหาหรือสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และระดมความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่นเพื่อหาคำตอบร่วมกันภายใต้แนวคิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง 2) ใช้องค์ความรู้หรือทักษะใหม่เชื่อมโยงกับโลกแห่งความจริง หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้หรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ภายใต้บริบทเดิม และ 3) สร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้เรียนในการทำงานเป็นทีม และการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ให้ความร่วมมือกับผู้สอนในการจัดการเรียนรู้ และมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น

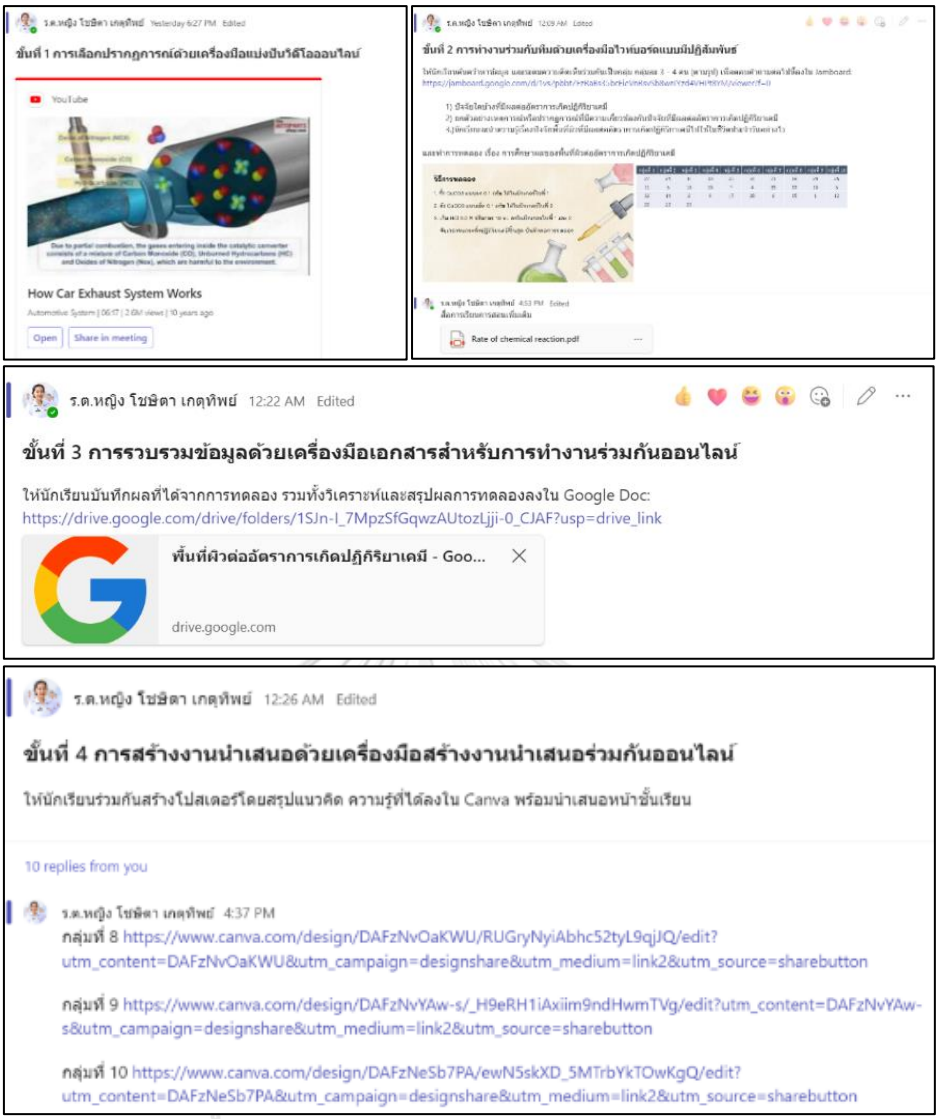
องค์ประกอบที่ 4 กิจกรรมการเรียนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

กิจกรรมการเรียนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานมีความสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) ที่สามารถเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการตั้งคำถามและแสวงหาความรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง และเชื่อมโยงชีวิตจริงกับสาระบทเรียนจนเกิดเป็นประสบการณ์ใหม่อย่างต่อเนื่อง โดยมีขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรม ดังนี้ 1) การเลือกปรากฏการณ์ 2) การทำงานร่วมกับทีม 3) การรวบรวมข้อมูล และ 4) การสร้างงานนำเสนอ

องค์ประกอบที่ 5 คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน (mCSCL)

การใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา ได้แก่ โน้ตบุ๊ก แท็บเล็ต และสมาร์ตโฟน ร่วมกับโปรแกรมที่สนับสนุนการทำงานเป็นกลุ่ม และมีการแบ่งกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ เพื่อการทำงานร่วมกันเป็นทีมผ่านระบบเครือข่าย การสื่อสาร การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การช่วยเหลือพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน รวมถึงลดอุปสรรคในเรื่องของเวลาและระยะทางในการทำงาน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาแพลตฟอร์ม Microsoft Team ร่วมกับโปรแกรมที่สนับสนุนการทำงานเป็นกลุ่ม ได้แก่ Youtube, Jamboard, Microsoft word online, Google Docs และ Canva เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสามารถทำงานร่วมกันได้





ภาพที่ 16 แพลตฟอร์ม Microsoft Team และกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอน

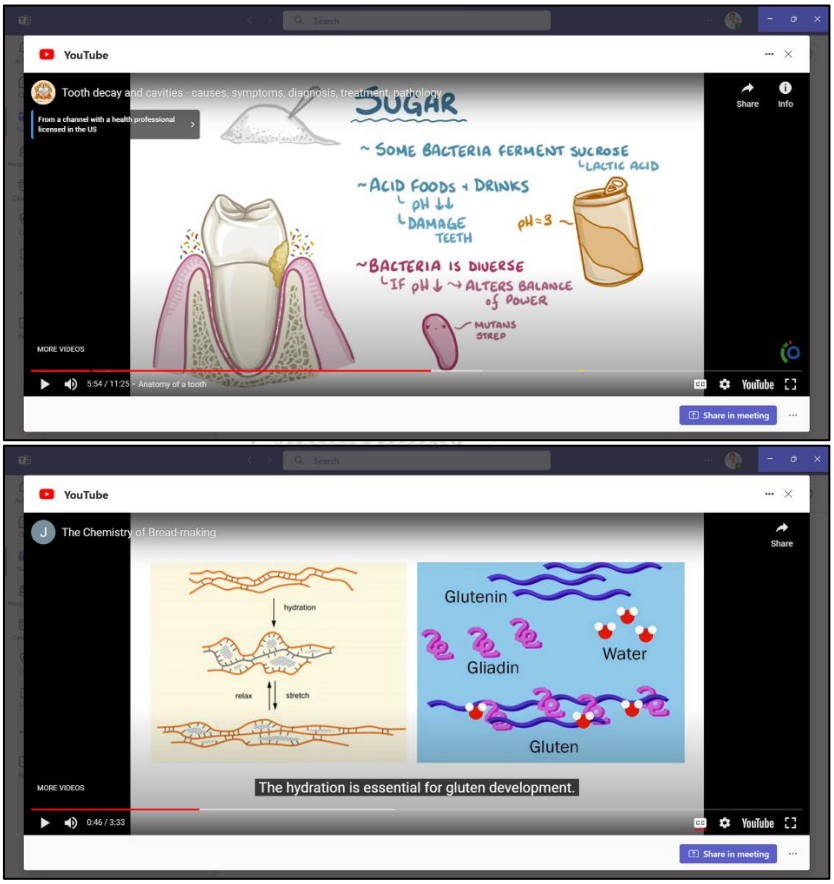
องค์ประกอบที่ 6 การประเมินผล

การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังจากการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนฯ ในครั้งที่ 1 3 และ 5 โดยใช้เกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แบบรูบริค รวมถึงวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท (Likert rating scale) 5 ระดับ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความสนใจในวิทยาศาสตร์ 2) ด้านการเห็นคุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ และ 3) ด้านความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม

รายละเอียดของขั้นตอนของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

ขั้นตอนที่ 1 การเลือกปรากฏการณ์ด้วยเครื่องมือแบ่งปันวิดีโอออนไลน์

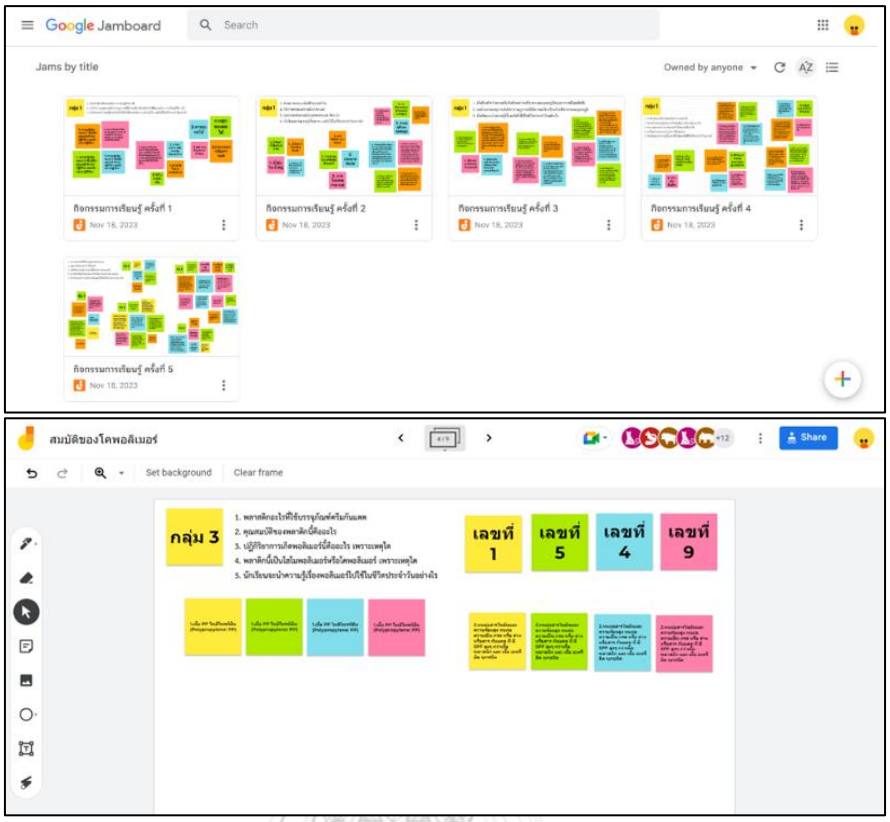
ผู้สอนเป็นผู้เลือกปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับบริบทโลก ปัญหาหรือเหตุการณ์ในชีวิตจริงที่ใกล้ตัวหรือมีความสำคัญต่อชีวิตของผู้เรียน อาจเกิดขึ้นในอดีต ปัจจุบัน หรือเป็นปรากฏการณ์ที่มีแนวโน้มว่าจะเกิดขึ้น โดยใช้เครื่องมือแบ่งปันวิดีโอออนไลน์ร่วมกัน คือ Youtube ในการนำเสนอปรากฏการณ์เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้



ภาพที่ 17 การใช้เครื่องมือแบ่งปันวิดีโอออนไลน์

ขั้นตอนที่ 2 การทำงานร่วมกับทีมด้วยเครื่องมือไวท์บอร์ดแบบมีปฏิสัมพันธ์

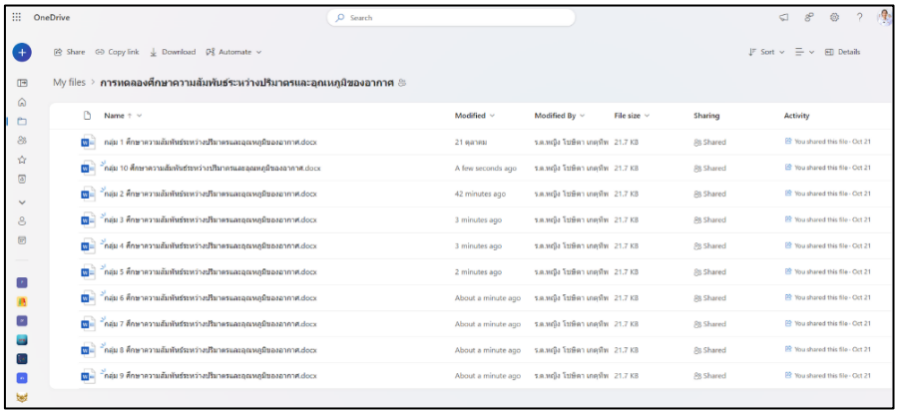
ผู้เรียนทำการศึกษา ค้นคว้าหาข้อมูล ทำการทดลอง และระดมความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่นเพื่อหาคำตอบร่วมกัน เป็นกลุ่ม 3 - 5 คน ตามความสามารถที่แตกต่างกัน โดยใช้เครื่องมือไวท์บอร์ดแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน คือ Jamboard ในการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและสามารถแสดงความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น

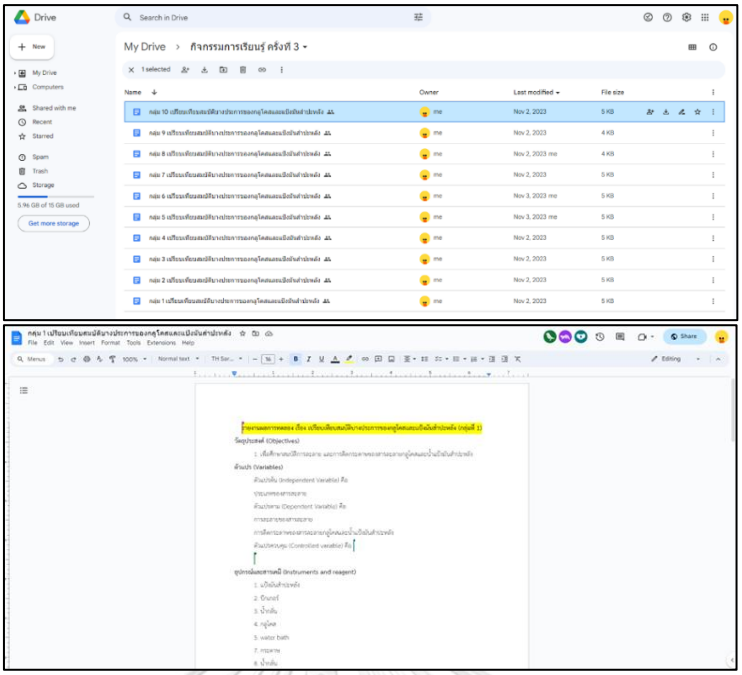


ภาพที่ 18 การใช้เครื่องมือไวท์บอร์ดแบบมีปฏิสัมพันธ์

ขั้นตอนที่ 3 การรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือเอกสารสำหรับการทำงานร่วมกันออนไลน์

ผู้เรียนตัดสินใจเลือกคำตอบที่ดีที่สุด แล้วนำไปสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล รวมถึงวิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนลงข้อสรุปได้ โดยใช้เครื่องมือเอกสารออนไลน์สำหรับการทำงานร่วมกัน คือ Microsoft word online และ Google Docs ในการรวบรวมคำตอบของผลการแก้ไขปัญหาหรือสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์

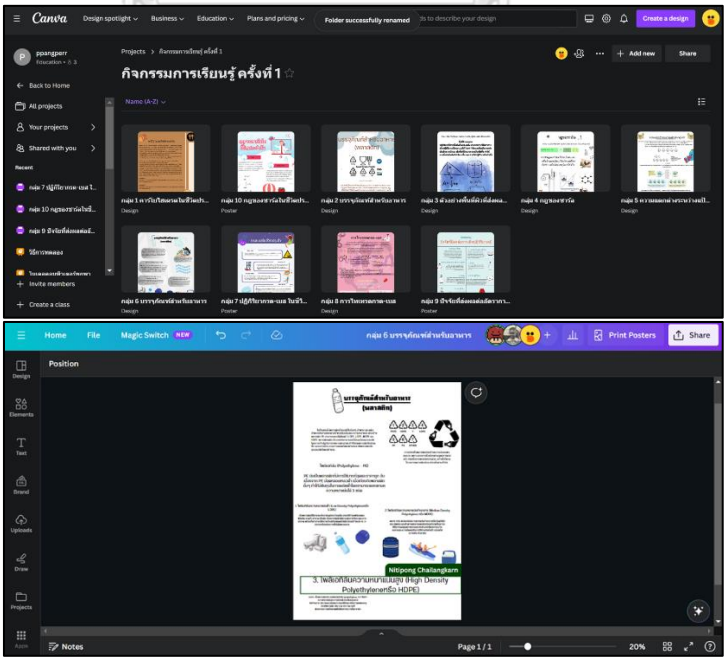




ภาพที่ 19 การใช้เครื่องมือเอกสารสำหรับการทำงานร่วมกันออนไลน์

ขั้นตอนที่ 4 การสร้างงานนำเสนอด้วยเครื่องมือสร้างงานนำเสนอร่วมกันออนไลน์

ผู้เรียนการนำเสนอแนวคิดหรือความรู้ที่ได้ โดยใช้เครื่องมือสร้างงานนำเสนอออนไลน์ร่วมกัน คือ Canva ในการแบ่งปันความรู้และสร้างงานนำเสนอแก่ผู้อื่น



ภาพที่ 20 การใช้เครื่องมือสร้างงานนำเสนอร่วมกันออนไลน์

ตอนที่ 3
การนำเสนอรูปแบบ

วิธีการนำรูปแบบไปใช้

1. ผู้สอนที่นำรูปแบบการเรียนฯ ไปใช้เป็นกิจกรรมในการเรียนการสอนในรายวิชาที่ต้องการให้ผู้เรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ควรเลือกใช้ปรากฏการณ์ในชีวิตจริงที่ใกล้ตัวหรือมีความสำคัญต่อชีวิตของผู้เรียนเป็นจุดเริ่มต้นของกิจกรรมการเรียนรู้ และสามารถสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์หรือลงมือปฏิบัติการทดลองที่ให้ผู้เรียนได้มีการสังเกต ระบุตัวแปรในการทดลอง ตั้งสมมุติฐาน วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการทดลอง เพื่อตอบประเด็นปัญหาของปรากฏการณ์ที่กำหนดได้

2. ผู้สอนที่นำรูปแบบการเรียนฯ ไปใช้ ต้องออกแบบคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งเป็นแพลตฟอร์ม Microsoft Team ร่วมกับ Youtube, Jamboard, Microsoft word online, Google Docs และ Canva ช่วยเพิ่มการทำงานร่วมกันของผู้เรียน

3. ผู้สอนที่นำรูปแบบการเรียนฯ ไปใช้ ควรมีการปฐมนิเทศเพื่อชี้แจงรายละเอียดให้ผู้เรียนทราบถึงการใช้งานของคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน ขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้และการประเมินผล รวมถึงต้องดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนฯ ตามลำดับ แต่สามารถปรับระยะเวลาและกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนได้ตามความเหมาะสม

เงื่อนไขการนำรูปแบบไปใช้

1. รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ และ 4 ขั้นตอน ดังนั้น หากนำรูปแบบการเรียนฯ ไปใช้ ผู้สอนควรดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ให้ครอบคลุมทุกองค์ประกอบ เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ทางการเรียนที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

2. ผู้สอนที่นำรูปแบบการเรียนฯ ไปใช้ ผู้สอนควรมีการเตรียมความพร้อมในด้านสถานที่ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และเครื่องมือต่าง ๆ รวมถึงอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ ระบบอินเทอร์เน็ต ตลอดจนทักษะในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

3. การนำรูปแบบการเรียนฯ ไปใช้ ผู้สอนควรสังเกตพฤติกรรมและคอยให้คำแนะนำผู้เรียน และอำนวยความสะดวกในขณะกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน ซึ่งในระยะเริ่มต้นผู้สอนอาจต้องคอยสังเกตและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด เมื่อผู้เรียนคุ้นเคยกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนฯ แล้ว ผู้สอนจึงเป็นเพียงผู้สังเกตการณ์และให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมด้วยตนเองได้

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร สามารถสรุปผลการวิจัยแบ่งได้ 3 ระยะ ตามระยะการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

ระยะที่ 1 ผลการศึกษาสภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

ระยะที่ 2 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

ระยะที่ 3 ผลการศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

ระยะที่ 1 ผลการศึกษาสภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

การศึกษาสภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร (นตท.) จำนวน 339 คน แบ่งออกเป็น นตท. ที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นปีที่ 1 (เทียบเท่าระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5) คิดเป็นร้อยละ 52.80 (จำนวน 179 คน) และเป็น นตท. ที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นปีที่ 2 (เทียบเท่าระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6) คิดเป็นร้อยละ 47.20 (จำนวน 160 คน) พบว่าความถี่ของการใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการเรียนเฉลี่ยต่อวันของ นตท. มากที่สุดคือ 1 - 3 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 43.68 (จำนวน 148 คน) ด้วยอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาที่ใช้ในทางการเรียนมากที่สุดคือ แท็บเล็ต คิดเป็นร้อยละ 45.13 (จำนวน 153 คน) ผ่านระบบปฏิบัติการ IOS คิดเป็นร้อยละ 62.83 (จำนวน 213 คน) โดยส่วนใหญ่ นตท. สามารถใช้งานเครื่องมือแบ่งปันวิดีโอออนไลน์ร่วมกัน คิดเป็นร้อยละ 93.81 (จำนวน 318 คน) รองลงมาคือ เครื่องมือสร้างงานนำเสนอออนไลน์ร่วมกัน คิดเป็นร้อยละ 82.89 (จำนวน 281 คน) เครื่องมือสืบค้นข้อมูลร่วมกัน คิดเป็นร้อยละ 72.86 (จำนวน 247 คน) เครื่องมือเอกสารออนไลน์สำหรับการทำงานร่วมกัน คิดเป็นร้อยละ 61.56 (จำนวน 197 คน) และน้อยที่สุดคือ เครื่องมือไวท์บอร์ดแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน คิดเป็นร้อยละ 25.63 (จำนวน 82 คน)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นในการใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร พบว่า การจัดลำดับค่าดัชนีความต้องการจำเป็น (Modified Priority Needs Index: $PNI_{modified}$) ลำดับที่ 1 คือ การใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา เช่น สมาร์ตโฟน แท็บเล็ต/ไอแพด หรือ โน้ตบุ๊ก เป็นต้น ในระหว่างการเรียน ($PNI_{modified}$ = 3.24) ความต้องการจำเป็นลำดับที่ 2 คือ การใช้ซอฟต์แวร์ทางการศึกษาต่าง ๆ ในระหว่างการเรียน ($PNI_{modified}$ = 2.50) และความต้องการจำเป็นลำดับที่ 3 คือ การใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อรวบรวมข้อมูลหรือคำตอบที่ดีที่สุด ($PNI_{modified}$ = 2.07) ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นสมควรที่จะใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา เช่น สมาร์ตโฟน แท็บเล็ต หรือ โน้ตบุ๊ก เป็นต้น ร่วมกับการใช้ซอฟต์แวร์ร่วมกันทางการศึกษา ได้แก่ 1) การใช้เครื่องมือเอกสารสำหรับการทำงานร่วมกันออนไลน์ในการรวบรวมข้อมูล 2) การใช้เครื่องมือไวท์บอร์ดแบบมีปฏิสัมพันธ์ในการแสดงความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น 3) การใช้เครื่องมือแบ่งปันวิดีโอออนไลน์ในการเลือกปรากฏการณ์ 4) การใช้เครื่องมือสร้างงานนำเสนอร่วมกันออนไลน์ในการสร้างงานนำเสนอ 5) การใช้เครื่องมือสืบค้นข้อมูลร่วมกันในการศึกษาค้นคว้าข้อมูล และ 6) การใช้เครื่องมือเอกสารออนไลน์สำหรับการทำงานร่วมกันในการทำงานร่วมกับผู้อื่น มาพัฒนาเป็นส่วนหนึ่งในองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

ระยะที่ 2 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

ผลการศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงข้อมูลสภาพและความต้องการฯ ที่ได้จากการวิจัยระยะที่ 1 มาพัฒนารูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร โดยมีองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) จุดประสงค์การเรียนรู้ 2) บทบาทของผู้สอน 3) บทบาทของผู้เรียน 4) กิจกรรมการเรียนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน 5) คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน (mCSCL) และ 6) การประเมินผล และมีขั้นตอนของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการเลือกปรากฏการณ์ด้วยเครื่องมือแบ่งปันวิดีโอออนไลน์ คือ Youtube ในการนำเสนอปรากฏการณ์เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้ 2) ขั้นการทำงานร่วมกับทีมด้วยเครื่องมือไวท์บอร์ดแบบมีปฏิสัมพันธ์ คือ Jamboard ใน

การกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและสามารถแสดงความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น 3) ขั้นการรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือเอกสารสำหรับการทำงานร่วมกันออนไลน์ คือ Microsoft word online และ Google Docs ในการรวบรวมคำตอบของวิธีการแก้ไขปัญหาหรือสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และ 4) ขั้นการสร้างงานนำเสนอด้วยเครื่องมือสร้างงานนำเสนอร่วมกันออนไลน์ คือ Canva ในการแบ่งปันความรู้และสร้างงานนำเสนอแก่ผู้อื่น และได้รับการประเมินรับรองรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ทั้งด้านองค์ประกอบ ด้านขั้นตอนการจัดการเรียน และด้านการใช้งานจากผู้เชี่ยวชาญด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ด้านหลักสูตรและการสอน และด้านเทคโนโลยีการศึกษา สรุปได้ว่ารูปแบบการเรียนดังกล่าวมีความเหมาะสมดี ($\overline{\mathbf{X}}$ = 4.83, S.D. = 0.30)

ระยะที่ 3 ผลการศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

การศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร (นตท.) จำนวน 33 คน ซึ่งตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในระยะนี้มีเกรดเฉลี่ยสะสมอยู่ในช่วง 2.50 - 2.99 คิดเป็นร้อยละ 39.39 (จำนวน 13 คน) อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาสำหรับการใช้งานเป็นของตนเองมากที่สุดคือ สมาร์ตโฟน คิดเป็นร้อยละ 100.00 (จำนวน 33 คน) รองลงมาคือ แท็บเล็ต คิดเป็นร้อยละ 75.76 (จำนวน 25 คน) และน้อยที่สุดคือ โน้ตบุ๊ก คิดเป็นร้อยละ 11.26 (จำนวน 7 คน) ซึ่งอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาทุกชนิดสามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาที่ นตท. สะดวกสำหรับใช้งานทางการเรียนมากที่สุดคือ แท็บเล็ต คิดเป็นร้อยละ 72.73 (จำนวน 24 คน)

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารจากการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 3 และ 5 พบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์โดยรวมในกิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 5 มากที่สุด มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์อยู่ที่ระดับ 4 เป็นระดับปานกลาง ($\overline{\mathbf{X}}$ = 13.21, S.D. = 2.92) รองลงมาคือ กิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 3 มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์อยู่ที่ระดับ 3 เป็นระดับปานกลาง ($\overline{\mathbf{X}}$ = 9.21, S.D. = 2.38) และน้อยที่สุดคือ กิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 ($\overline{\mathbf{X}}$ = 7.44, S.D. = 2.98) มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์อยู่ที่ระดับ 2 เป็นระดับพื้นฐาน จากนั้นนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way Repeated Measure ANOVA) พบว่า คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารทั้ง 3 ครั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่พบว่า การประเมินสมรรถนะทาง

วิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 3 สูงกว่า ครั้งที่ 1 ประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 5 สูงกว่า ครั้งที่ 1 และประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 5 สูงกว่า ครั้งที่ 3 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน พบว่า หลังจากการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร นักเรียนเตรียมทหารมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารพบว่า ในภาพรวมนักเรียนเตรียมทหารมีความคิดเห็นว่ารูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{\mathbf{X}}$ = 4.54, S.D. = 0.38)

อภิปรายผล

จากสรุปผลการวิจัยเรื่อง รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

จากการศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ แล้วนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 3 และ 5 พบว่า คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารจากการประเมินทั้ง 3 ครั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าคะแนนเฉลี่ยของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์โดยรวมในกิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 5 มากกว่า ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 1 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารหลังเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 5 สูงกว่าก่อนเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการศึกษาข้างต้นแสดงให้เห็นว่า รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน สามารถส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารได้ในระยะเวลาการทดลอง 5 สัปดาห์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sung et al. (2017) ที่ได้ทำการวิเคราะห์อภิมานเกี่ยวกับผลลัพธ์ทางการเรียนรู้ของคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยการเปรียบเทียบระยะเวลาการใช้งานของคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันใน

ระหว่างช่วงเวลา 1 ถึง 4 สัปดาห์ และ 1 ถึง 6 เดือน แสดงให้เห็นว่าช่วงเวลา 1 ถึง 4 สัปดาห์ ด้อยกว่าช่วงเวลา 1 ถึง 6 เดือน เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่สั้นเกินไป ผู้เรียนยังไม่คุ้นเคยกับสมาชิกในทีม ภาระงานที่ได้ ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ดีเพียงพอ และจากการแสดงความคิดเห็นของผู้เรียน ในข้อ 18 ผู้เรียนมีความคิดเห็นว่า ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.52, S.D. = 0.62) ซึ่งการอภิปรายผลผู้วิจัยจะนำเสนอข้อมูลออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ 1) ผลของรูปแบบการเรียนฯ ที่มีต่อการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร 2) ผลของรูปแบบการเรียนฯ ที่มีต่อการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร 3) ผลของรูปแบบการเรียนฯ ที่มีต่อการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร และ 4) ผลของรูปแบบการเรียนฯ ที่มีต่อเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ผลของรูปแบบการเรียนฯ ที่มีต่อการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

จากการทดลองใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของกิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 5 สูงกว่า ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 1 ตามลำดับ ซึ่งผู้ที่มีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จะแสดงออกทางพฤติกรรมถึงการเลือกใช้และนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลได้ การพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้ และการระบุแนวทางการนำความรู้หรือคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคมได้ ซึ่งการแสดงออกทางพฤติกรรมเหล่านี้อาจเกิดจากขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในขั้นที่ 1 2 และ 3 โดยขั้นที่ 1 เริ่มจากผู้สอนดำเนินการเรียนการสอนโดยเลือกหัวข้อปรากฏการณ์ที่น่าสนใจเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนผ่านนำเสนอปรากฏการณ์ด้วยเครื่องมือแบ่งปันวิดีโอออนไลน์เพื่อใช้ศึกษาปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยการแลกเปลี่ยนคลิปวีดีโอผ่านทางเว็บไซต์ (Youtube) ซึ่งเป็นสื่อการสอนอีกรูปแบบหนึ่งที่มีภาพเคลื่อนไหวน่าสนใจกว่าการบรรยายแบบปกติ ช่วยดึงดูดความสนใจก่อนเข้ากิจกรรมการเรียนรู้และกระตุ้นความอยากมีส่วนร่วมของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ในระหว่างรับชมคลิปวีดีโอผู้เรียนจะดึงเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เคยเรียนมาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลโดยอัตโนมัติ ตัวอย่างเช่น การรับชมคลิปเรื่อง เครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยาสำหรับรถยนต์ ผู้เรียนจะต้องมีความรู้เดิมมากก่อนว่า ก๊าซชนิดใดที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์เกิดขึ้นได้อย่างไร รวมไปถึงหลักการการเขียนสมการแสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ถูกต้อง จึงจะทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาในคลิปวีดีโอ แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมความรู้จากประสบการณ์เดิมและเกิดเป็นประสบการณ์ใหม่ สอดคล้องกับ Ausubel (1962) ที่อธิบายการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

(Meaningful Verbal Learning) ว่าเป็นการเชื่อมโยงความรู้ใหม่หรือข้อมูลใหม่กับความรู้เดิมที่อยู่ในสมองของผู้เรียน แล้วเก็บไว้เป็นความทรงจำและจะสามารถนำมาใช้ในอนาคตต่อไปได้ ในขณะเดียวกันการใช้เครื่องมือแบ่งปันวิดีโอออนไลน์ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Koto (2020) พบว่า การใช้วิดีโอ YouTube เป็นเครื่องมือทางการศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีความเหมาะสมในการเพิ่มการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในกระบวนการเรียนรู้ อีกทั้งยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Ndihokubwayo et al. (2020) ที่ได้ศึกษาประสิทธิผลของคลิปวิดีโอการเรียนการสอนจาก Youtube พบว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดของแสงและการมองเห็นในรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มขึ้น และได้ให้ข้อเสนอแนะว่าผู้สอนควรเลือกคลิปวิดีโอการเรียนการสอนอย่างมีวิจารณญาณ โดยให้มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียนและเหมาะสมกับผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Purwanti et al. (2022) ที่ผู้สอนควรเลือกคลิปวิดีโอที่สอดคล้องกับเป้าหมายการเรียนรู้และระดับชั้นที่กำหนดไว้ในบทเรียนนั้น ๆ รวมถึงความยาวของคลิปวิดีโอควรสั้นและกระชับ เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาได้อย่างครบถ้วนและมีประสิทธิภาพ

หลังจากนั้นผู้สอนจะใช้คำถามกระตุ้นความคิดของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนเกิดคำถามหรือข้อสงสัยอันนำไปสู่ขั้นที่ 2 เป็นการทำงานร่วมกับทีมด้วยเครื่องมือไวท์บอร์ดแบบมีปฏิสัมพันธ์ (Jamboard) โดยผู้เรียนจะทำการทดลองเพื่อหาคำตอบของข้อคำถามนั้น ซึ่งก่อนเริ่มการทดลองผู้เรียนจะมีการใช้ความรู้เดิมเพื่อพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนว่าผลการทดลองที่ได้ควรจะเป็นไปไหนทิศทางใด ซึ่งสอดคล้องกับ Lawson (1995) กล่าวถึง การให้เหตุผลโดยการตั้งสมมติฐานนิรนัย ซึ่งเป็นการใช้ความรู้ที่เคยเรียนมาคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ของปรากฏการณ์ แล้วทำการทดลองเพื่อยืนยันหรือปฏิเสธการคาดคะเนคำตอบที่สร้างขึ้น และยังสอดคล้องกับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) โดยผู้เรียนจะฝึกการคิดทำนายผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นโดยใช้คำอธิบายหรือเหตุผลที่อาจเป็นไปได้ แล้วสังเกตขณะลงมือปฏิบัติการทดลอง และอธิบายถึงผลการทดลองที่ได้ (Alfiyanti et al., 2020) สอดคล้องกับผลการวิจัยของ กฤตกร สภาสันติกุล (2559) พบว่า แนวทางการสอนเคมีโดยใช้การทำนาย การสังเกตจากการทดลองและอธิบาย ช่วยเพิ่มความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนผ่านการใช้หลักฐานและเหตุผลมาสนับสนุนว่าเพราะเหตุใดผลการทดลองจึงเป็นเช่นนั้น รวมถึงพัฒนาความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ผ่านการลงมือปฏิบัติการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Nasar และ Kaleka (2019) ที่ศึกษาการเรียนวิทยาศาสตร์ผ่านวิธีการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น และการเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นหากทดลองเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ซึ่งการเรียนรู้เป็นกลุ่มจะช่วยสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันเองและกับผู้สอน และยังสร้างสภาพแวดล้อม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การเรียนรู้ให้มีความน่าสนใจ สอดคล้องกับแนวคิดของ Vygotsky (1978) เชื่อว่าผู้เรียนสามารถเรียนรู้ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับบุคคลอื่น ทั้งการร่วมมือและการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดและประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน จะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนกว้างขวางขึ้น นอกจากนั้นในขั้นนี้ผู้เรียนจะทำการตอบคำถามร่วมกันในประเด็นต่าง ๆ ลงใน Jamboard ซึ่งเป็นเครื่องมือดิจิทัลที่ใช้เพิ่มการทำงานร่วมกันของผู้เรียนได้ ช่วยให้ผู้เรียนแบ่งปันตอบโต้หรือแสดงคำตอบได้พร้อม ๆ กัน และยังสะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจในเนื้อหาของผู้เรียน (Geinnotta, 2022) และผู้เรียนยังได้แสดงตัวอย่างการประยุกต์ใช้เนื้อหาความรู้จากห้องเรียนไปใช้นอกห้องเรียน อาจเกิดจากการที่ผู้วิจัยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ซึ่งเป็นการนำปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริงมากระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยนั้นเอง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Santoso et al. (2023) ได้กล่าวว่า การนำปรากฏการณ์ที่พบได้ในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบทในการเรียนรู้ จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และสามารถขยายความรู้อย่างสร้างสรรค์โดยการเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตจริงได้ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิมพลอย ตามตระกูล (2564) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่ผู้เรียนพบเจอในชีวิตประจำวัน สังคมและชุมชนใกล้ตัวผู้เรียนมาเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้แบบร่วมมือ จะสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เข้ากับสถานการณ์หรือบริบทใหม่ที่มีความคล้ายคลึงกัน อีกทั้งจากการแสดงความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยรูปแบบการเรียน ฯ ในข้อ 13 ผู้เรียนมีความคิดเห็นว่า กิจกรรมการเรียนรู้นี้สามารถเชื่อมโยงสาระบทเรียนกับชีวิตจริงจนเกิดเป็นประสบการณ์ใหม่ได้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{\mathbf{X}}$ = 4.58, S.D. = 0.56)

ส่วนในขั้นที่ 3 เป็นการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลองด้วยเครื่องมือเอกสารสำหรับการทำงานร่วมกันออนไลน์ (Microsoft word online หรือ Google Docs) โดยเฉพาะในการวิเคราะห์และอภิปรายผลการทดลองร่วมกัน ผู้เรียนจะได้เลือกใช้และนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายนั้น ซึ่งผู้เรียนควรมีความเข้าใจเนื้อหาหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนที่จะอภิปรายผล ดังตัวอย่างในกิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 4 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบสมบัติบางประการของกลูโคสและแป้งมันสำปะหลังได้ผลการทดลองว่า หลังจากนำไปละลายในน้ำและให้ความร้อน แป้งมันสำปะหลังมีความเหนียวมากกว่า จึงใช้ยึดติดวัสดุจำพวกกระดาษกับกระดาษได้ดีกว่ากลูโคส จากนั้นผู้เรียนจะทำการอธิบายผลการทดลองที่เกิดขึ้นว่าเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้นโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จากการวิจัยของ Sulistina (2021) ได้ศึกษาผลของรูปแบบการเรียนรู้ที่จะสามารถพัฒนาความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้นั้น เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้และการอภิปราย เพื่อให้ผู้เรียนฝึกสร้างคำอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ และช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหามากขึ้น นอกจากนั้นการใช้เครื่องมือเอกสารสำหรับการทำงานร่วมกันออนไลน์สอดคล้องกับงานวิจัยของ Alharbi (2020) ที่ได้มีการสำรวจประสิทธิภาพของการใช้งานของเครื่องมือสร้าง

เอกสารออนไลน์พบว่า สามารถช่วยอำนวยความสะดวกในการเขียนแบบร่วมมือกัน เนื่องจากง่ายต่อการแก้ไขการเขียนของผู้เรียน และคล่องตัวในการใช้งานทางการศึกษา และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Huang et al. (2020) ที่ศึกษาการใช้ Google Doc ในการอภิปรายการเรียนรู้ผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่พบว่า การเรียนรู้แบบร่วมกันโดยใช้ Google Doc มีประสิทธิภาพมากกว่าการเรียนรู้แบบรายบุคคล ช่วยพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้ เพิ่มความสนใจในการเรียน ช่วยผู้เรียนในการจัดระเบียบประสบการณ์การเรียนรู้ และแบ่งปันข้อมูลระหว่างกลุ่มได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้การศึกษาของ Morse (2021) กล่าวถึง การเพิ่มประสิทธิภาพของการอภิปรายแบบออนไลน์คือ การอภิปรายเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ได้ผลลัพธ์ดีกว่าการอภิปรายทั้งชั้นเรียน ทำให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันมากขึ้นและมีส่วนช่วยในการสร้างความรู้ภายในกลุ่ม อีกทั้งจากการแสดงความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนฯ ในข้อ 7 ผู้เรียนมีความคิดเห็นว่า การจัดกิจกรรมการทำงานเป็นกลุ่ม ช่วยให้บรรลุตามเป้าหมายการเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.52, S.D. = 0.62)

โดยสรุปกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 - 3 ของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ มีความสอดคล้องกับการศึกษาของ นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ (2562) ได้นำเสนอการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เริ่มจากผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งข้อสงสัยและกำหนดเป็นข้อกล่าวอ้าง จากนั้นผู้เรียนทำการทดลองและบันทึกการทดลองเป็นหลักฐานเพื่อตอบคำถามที่สงสัย และผู้เรียนนำข้อมูลที่เป็นหลักฐานจากการทดลองมาเชื่อมโยงกับแนวคิดหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้ข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้างที่สมเหตุสมผล ดังนั้น รูปแบบการเรียนฯ นี้จึงสามารถส่งเสริมการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารได้ ซึ่งสะท้อนให้เห็นได้จากการตอบแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารกันแดด ในข้อคำถามที่ว่า “หากนักเรียนต้องฝึกเดินทางไกล พักแรม และดำรงชีพในป่าในช่วงเดือนเมษายน นักเรียนคิดว่าครีมกันแดดสำคัญหรือไม่ เพราะเหตุใด” โดยผู้เรียนแสดงคำตอบ ดังนี้

> *“...สำคัญ เพราะรังสี UVB ที่กระทบผิวหนังในปริมาณมาก อาจทำให้เกิดโรคมะเร็งได้ในอนาคต และก่อให้เกิดโรคอื่น ๆ ได้อีกมากมาย...”*
>
> *ผู้เรียนคนที่ 7*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

“...สำคัญ เพราะครีมกันแดดมีความสามารถปกป้องผิวหรือช่วยลดปริมาณแสงแดดจากรังสี UVB โดยดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเลตจากแสงแดดก่อนเข้าสู่ผิวกาย ช่วยป้องกันไม่ให้ผิวหนังถูกแดดเผาไหม้ อันนำไปสู่สาเหตุการเกิดมะเร็งผิวหนัง...”

ผู้เรียนคนที่ 14

ผลของรูปแบบการเรียนฯ ที่มีต่อการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

จากการทดลองใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของกิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 5 สูงกว่า ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 1 ตามลำดับ ซึ่งผู้ที่มีความสามารถในการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะแสดงออกทางพฤติกรรมถึงการระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ได้ การแยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ การเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาหรือสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ และการประเมินวิธีการแก้ไขปัญหาหรือสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งการแสดงออกทางพฤติกรรมเหล่านี้อาจเกิดจากขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในขั้นที่ 2 ผู้เรียนได้ทำการทดลองเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ในห้องปฏิบัติการเคมี สอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ Adorno และ Pizzolato (2020) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ควรเน้นการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และให้ผู้เรียนได้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการจริง ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนจะได้ฝึกกระบวนการสังเกต การทำงานอย่างเป็นระบบ การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ การตีความข้อมูลและการสรุปผล จะช่วยเพิ่มคุณค่าให้กับกระบวนการเรียนการสอนและการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sutiani (2021) ที่มีการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้วางแผน สืบค้น ปฏิบัติการทดลอง สามารถเพิ่มพูนความรู้และความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับแนวคิดทางทฤษฎี ซึ่งจากการศึกษาของ Namira et al. (2020) ได้กล่าวว่า ในการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ผู้เรียนจะต้องมีบทบาทเป็นนักวิทยาศาสตร์และปฏิบัติตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ระบุปัญหา เสนอวิธีแก้ปัญหาหรือสืบค้นหาข้อมูลเพื่อตอบปัญหานั้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ Choowong และ Worapun (2021) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า กิจกรรมที่ให้ผู้เรียนค้นหาวิธีการแก้ไขปัญหาโดยใช้การทดลอง ควรเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง และให้ครูเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้

อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ คอยให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำ โดยกิจกรรมการเรียนรู้เริ่มจากการกำหนดประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พร้อมระบุตัวแปรต่าง ๆ ในการทดลอง แล้วศึกษารายละเอียดของขั้นตอนการทดลองให้เข้าใจก่อนทำการทดลองจริง ซึ่งผู้เรียนต้องมีการวางแผนการทดลองโดยการวาดเป็นแผนภาพและแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบภายในกลุ่ม ดังตัวอย่างในกิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 2 การทดลองเพื่อการหาความเข้มข้นของสารละลายจากการไทเทรตกรด-เบส โดยใช้อินดิเคเตอร์บอกจุดยุติ ผู้เรียนภายในกลุ่มจะต้องออกแบบกระบวนการตรวจสอบหาความเข้มข้นของสารละลายเป็นแผนภาพแสดงขั้นตอนการทดลอง ซึ่งการออกแบบการทดลองที่เหมาะสมจะช่วยให้ได้ผลการทดลองที่มีคุณภาพ และระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมในการทดลอง พร้อมทั้งเลือกอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้และชนิดของอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการทดลองมากที่สุด ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าในกิจกรรมการเรียนรู้มีการให้ผู้เรียนได้เสนอวิธีการแก้ไขปัญหาหรือสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ และในขณะทำการทดลอง ผู้เรียนต้องมีการทดลองซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง เพื่อตรวจสอบถึงคลาดเคลื่อนของผลการทดลองที่ได้ (ชมญล์ สินประเสริฐรัตน์ และคณะ, 2565) จากนั้นผู้เรียนทำการตรวจสอบผลที่ได้จากการทดลองซ้ำว่ามีความน่าเชื่อถือและถูกต้องหรือไม่ โดยการทดลองซ้ำนั้นควรให้ผลการทดลองที่ใกล้เคียงกัน หากได้ผลการทดลองแตกต่างกันเกินไปหรือไม่ถูกต้องแล้วผู้เรียนสามารถระบุข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นนั้นได้จากขั้นตอนการทดลองในแต่ละขั้นของตนเอง แสดงว่าผู้เรียนสามารถประเมินวิธีการแก้ไขปัญหาหรือสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังนั้น รูปแบบการเรียนฯ นี้จึงสามารถส่งเสริมการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารได้ ซึ่งสะท้อนให้เห็นได้จากการตอบแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ฟันผุ ในข้อคำถามที่ว่า “การทดลองที่นำไข่ไก่ไปแช่ในน้ำกลั่นและน้ำส้ม แล้วตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงของไข่ไก่ที่แช่ในน้ำส้ม ส่วนไข่ไก่ที่แช่ในน้ำกลั่นไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง การทดลองนี้มีจุดประสงค์เพื่ออะไร มีความเกี่ยวข้องกับฟันผุอย่างไร จงอธิบาย” โดยผู้เรียนแสดงคำตอบ ดังนี้

> *“...กรดสามารถทำลายเปลือกไข่ได้หรือไม่ เกี่ยวข้องกับฟันผุ โดยเปลือกไข่และฟันมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน...”*
>
> *ผู้เรียนคนที่ 3*

> *“...ทดลองการทำปฏิกิริยาของกรดกับแคลเซียมคาร์บอเนต ซึ่งเกี่ยวข้องกับการที่กรดค่อย ๆ กัดกร่อนฟันและเกิดฟันผุจากการทำปฏิกิริยาของกรดที่เกิดจากแบคทีเรีย...”*
>
> *ผู้เรียนคนที่ 8*

“...เพื่อทดลองการกัดกร่อนของฟัน เนื่องจากไข่ไก่ประกอบด้วย แคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 94-97 ซึ่งมีความใกล้เคียงกับองค์ประกอบภายในฟัน จึงเป็นการจำลองการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของฟันเมื่อสัมผัสกับกรด...”

ผู้เรียนคนที่ 21

ผลของรูปแบบการเรียนฯ ที่มีต่อการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

จากการทดลองใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของกิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 5 สูงกว่า ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 1 ตามลำดับ ซึ่งผู้ที่มีความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จะแสดงออกทางพฤติกรรมถึงการแปลงข้อมูลที่ได้รับจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่งได้ การวิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนลงข้อสรุปได้อย่างเหมาะสมได้ และการระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลเกี่ยวกับข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งการแสดงออกทางพฤติกรรมเหล่านี้อาจเกิดจากขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในขั้นที่ 3 หลังจากที่ผู้เรียนทำการทดลองทางเคมีแล้ว จะได้หลักฐานหรือผลลัพธ์จากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสังเกต การทดลอง โดยทำการบันทึกผลการทดลองในรูปของตารางผลการทดลอง ซึ่งเป็นการแปลงข้อมูลในรูปแบบใหม่ที่ทำให้เข้าใจและตีความผลการทดลองได้ง่ายขึ้น อาจเป็นส่วนหนึ่งในการวิเคราะห์และแปลความหมายจากตารางบันทึกผลการทดลองที่ดีขึ้นด้วย (จารุนันท์ พาภักดี และ สุมาลี ชูกำแพง, 2563) และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Alem (2020) ได้กล่าวว่า การวิเคราะห์ผลช่วยให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับผลที่ได้ชัดเจนและสามารถอภิปรายผลได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น อีกทั้งในส่วนของการระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลเกี่ยวกับข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้ของผู้เรียนอาจเกิดจากในกิจกรรมการเรียนรู้ผู้เรียนได้มีการตรวจสอบความสอดคล้องหรือความแตกต่างกันระหว่างผลการทดลองที่ได้เปรียบเทียบกับกฎแนวคิดหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างในกิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 3 การทดลองเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและอุณหภูมิของอากาศ ผลของความสัมพันธ์หรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนค้นพบคือ ณ ความดันของอากาศคงที่ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ปริมาตรของอากาศภายในขวดเพิ่มขึ้น และเมื่ออุณหภูมิลดลง ปริมาตรของอากาศลดลง จากนั้นผู้เรียนศึกษาทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่อาจจะเป็นได้ทั้งข้อสนับสนุนหรือคัดค้านผลการการทดลอง ในขั้นตอนนี้จะช่วยยืนยันความถูกต้องของการค้นพบของผู้เรียนได้ โดยตัวอย่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ในการสนับสนุนการ

ค้นพบดังกล่าวคือ กฎของชาร์ลที่ค้นพบเมื่อปี ค.ศ. 1787 กล่าวว่า เมื่อมวลและความดันคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันโดยตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถลงข้อสรุปหรือสรุปผลการทดลองที่เป็นจริงและมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ Supena et al. (2021) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า การลงข้อสรุปควรมีการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมในประเด็นที่ศึกษา เพื่อให้ได้ความรู้และความเข้าใจที่สมบูรณ์และถูกต้อง ดังนั้น รูปแบบการเรียนฯ นี้จึงสามารถส่งเสริมการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารได้ ซึ่งสะท้อนให้เห็นได้จากการตอบแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำแป้งขนมปัง ในข้อคำถามที่ว่า “ผลของการใส่ปริมาณเกลือที่แตกต่างกัน ทำให้เนื้อแป้งขนมปังที่ได้แตกต่างกันด้วย พบว่า แป้งขนมปังที่ไม่ใส่เกลือจะมีรูพรุนในเนื้อแป้งมากกว่าแป้งขนมปังที่ใส่เกลือร้อยละ 2 และร้อยละ 10 ตามลำดับ เพราะเหตุใด” โดยผู้เรียนแสดงคำตอบ ดังนี้

> *“...จากการทดลองดังกล่าว จะสังเกตเห็นว่า เมื่อใส่ปริมาณของเกลือมากยิ่งขึ้น ทำให้แป้งขนมปังไม่พองตัว เนื่องจากการที่ใส่เกลือลงไปเป็นการชะลอการทำงานของยีสต์ ทำให้ยีสต์ไม่สามารถผลิตคาร์บอนไดออกไซด์ได้...”*
>
> *ผู้เรียนคนที่ 7*
>
> *“...เพราะเกลือจะชะลอหรือควบคุมไม่ให้ยีสต์เติบโต สังเกตได้จากการทดลอง เมื่อมีเกลือในปริมาณมาก แป้งขนมปังจะฟูน้อยลง...”*
>
> *ผู้เรียนคนที่ 9*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลของรูปแบบการเรียนฯ ที่มีต่อเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

จากการทดลองใช้รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ความสนใจในวิทยาศาสตร์ การเห็นคุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ และความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม ซึ่งในระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนได้มีโอกาสในการลงมือปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มร่วมกัน และได้ใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา เช่น สมาร์ตโฟน แท็บเล็ต หรือ โน้ตบุ๊ก เป็นต้น ร่วมกับซอฟต์แวร์การทำงานร่วมกันทางการศึกษาต่าง ๆ ในระหว่างการเรียน ซึ่งเป็นความต้องการจำเป็นของผู้เรียนที่ต้องการให้เกิดขึ้นในห้องเรียนมากที่สุด อาจเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในวิทยาศาสตร์ มีความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์ และเห็นว่าการเรียนวิทยาศาสตร์ ทำให้ได้ทักษะที่

จำเป็นสำหรับอาชีพในอนาคต โดยงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้แพลตฟอร์ม Microsoft Team ร่วมกับโปรแกรมที่สนับสนุนการทำงานเป็นกลุ่ม ได้แก่ Youtube, Jamboard, Microsoft word online, Google Docs และ Canva ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rojabi (2020) ที่ได้ทำการศึกษาชั้นเรียนออนไลน์ที่ใช้แพลตฟอร์ม Microsoft Teams พบว่า สามารถช่วยสนับสนุนสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม และทำให้ผู้เรียนเกิดทัศนคติเชิงบวกต่อสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในชั้นเรียนออนไลน์ด้วย และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Bringula และ Atienza (2023) ได้กล่าวว่า การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เช่น สมาร์ตโฟน แล็ปท็อป และแท็บเล็ต เป็นต้น มีผลต่อการสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้และทัศนคติเชิงบวกต่อการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดความเต็มใจที่จะศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้หรือสร้างสรรค์ผลงานร่วมกับเพื่อนร่วมชั้นเรียนต่อไป นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Albó et al. (2018) ได้ทำการสำรวจพบว่า การใช้สมาร์ตโฟนกับแล็ปท็อปให้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้นในแง่ของการมีส่วนร่วมของผู้เรียน ทั้งในด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ร่วมกันและความพึงพอใจต่อการใช้งานอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา อีกทั้งบทบาทของผู้สอนในการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีความสุขยังเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนและสร้างความรับผิดชอบต่อตนเองได้ในอนาคต ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ พระมหาสุวัฒน์ กิตฺติเมธี และสมควร นามสีฐาน (2565) ได้กล่าวว่า การจัดบรรยากาศการเรียนรู้มีทั้งด้านกายภาพเป็นการจัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียนให้มีความสะดวกต่อการเรียนการสอน ส่วนทางด้านจิตวิทยาเป็นการสร้างความอบอุ่นและความสุขสบายใจให้กับผู้เรียน โดยในกิจกรรมการเรียนรู้ผู้สอนมีบทบาทในการพัฒนาศักยภาพทางการเรียนรู้ของผู้เรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการเรียนรู้ของตนเอง อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ คอยให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ และประเมินผลการเรียนรู้ รวมทั้งให้การสนับสนุนด้านอุปกรณ์การเรียนรู้ เช่น แหล่งข้อมูล เทคโนโลยีต่าง ๆ ในกิจกรรมการเรียนรู้ ในขณะที่ผู้เรียนจะมีบทบาทคือ ให้ความร่วมมือกับผู้สอนในการจัดการเรียนรู้ มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน การทำงานเป็นทีม และการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Dada et al. (2023) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ด้วยการสื่อสาร การคิดเชิงวิพากษ์ ความคิดสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกัน และความเป็นอิสระในการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนควรมีความรับผิดชอบ มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน และผู้สอนควรยอมรับมุมมองความคิดเห็นต่าง ๆ ของผู้เรียน ซึ่งเหล่านี้เป็นคุณลักษณะที่สำคัญที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ในเชิงบวกของผู้เรียน

ส่วนการเห็นคุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้อาจเกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อค้นหาข้อเท็จจริงจากการทำการทดลอง ทั้งในการการออกแบบการทดลอง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง และการบันทึกผลการทดลอง ทำให้

ผู้เรียนเกิดแนวคิดว่าการที่จะเชื่อสิ่งต่าง ๆ ได้ก็ต่อเมื่อต้องมีหลักฐานหรือข้อเท็จจริงมาสนับสนุนเพียงพอ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Dewantara (2019) พบว่า การใช้บทความเกี่ยวกับปรากฏการณ์สามารถดึงดูดปลูกฝังความสนใจและทัศนคติเชิงบวกของผู้เรียนได้ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชลาธิป สมาหิโต (2562) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อคำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์นั้น ๆ ร่วมกันแสวงหาความรู้จากแหล่งข้อมูลเพื่อหาคำตอบโดยมีผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก จัดเตรียมสื่ออุปกรณ์ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ และให้ความรู้ที่จำเป็นเพิ่มเติม ทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ ซึ่งวิธีการสอนแบบนี้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกิจนิสัยที่แสดงให้เห็นเป็นพฤติกรรมความอยากรู้อยากเห็น ชอบสืบเสาะหาความรู้ใหม่ ๆ รวมถึงพยายามศึกษาค้นคว้าเพื่อหาคำตอบเมื่อเกิดปัญหาหรือข้อสงสัย อันนำไปสู่การเห็นคุณค่าในวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้

นอกจากนี้กิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ ผู้สอนได้กำหนดปรากฏการณ์ให้มีความเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม ได้แก่ เครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยาสำหรับรถยนต์ และฝนกรด ทำให้ผู้เรียนได้รับรู้ถึงปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการกระทำของมนุษย์ และเต็มใจที่จะปรับปรุงรักษาสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Erhabor และ Don (2016) ได้กล่าวว่า วิกฤตการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์เป็นหลัก จึงต้องให้ความสำคัญกับการปลูกฝังทัศนคติและพฤติกรรมเชิงบวกต่อสิ่งแวดล้อมที่สามารถทำได้โดยการดำเนินการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Education) เพื่อให้ผู้เรียนตระหนักถึงสาเหตุและการแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม และยังสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ Lee (2023) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า การเรียนวิทยาศาสตร์ควรส่งเสริมกิจกรรมที่สร้างความกระตือรือร้นของผู้เรียนในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องสิ่งแวดล้อมในโลกแห่งความเป็นจริงในปัจจุบัน นอกจากนี้สอดคล้องกับการวิจัยของ Edsand และ Broich (2019) ที่วิจัยเกี่ยวกับการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อม สามารถส่งเสริมทัศนคติด้านสิ่งแวดล้อมเชิงบวกและความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนได้ และจากการตอบแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยาสำหรับรถยนต์ที่เป็นเครื่องที่ช่วยควบคุมการปล่อยมลพิษและทำให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ในข้อคำถามที่ว่า “การถอดเครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยาออกนั้นตามทฤษฎีจะทำให้รถยนต์แรงขึ้น เนื่องจากเครื่องยนต์สามารถระบายไอเสียได้อย่างรวดเร็ว จากข้อความนี้นักเรียนคาดว่าผลที่ตามมาหลังจากถอดเครื่องฟอกไอเสียส่งผลดีหรือเสียต่อสิ่งแวดล้อมหรือไม่ อย่างไร” โดยสะท้อนให้เห็นถึงความตระหนักถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนผ่านการแสดงคำตอบ ดังนี้

“...ส่งผลเสียคือ CO, NO และ NO_2 เป็นอันตรายต่อชั้นบรรยากาศ และสิ่งมีชีวิตและส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อนตามมา...”

ผู้เรียนคนที่ 13

“...ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม เพราะทำให้ก๊าซพิษต่าง ๆ สามารถแพร่ออกสู่อากาศได้มากขึ้น ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนและมลพิษทางอากาศ รวมถึงทำให้สุขภาพร่างกายแย่ลงและธรรมชาติเสื่อมโทรม...”

ผู้เรียนคนที่ 15

“...ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม เพราะจะทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และออกไซด์ของไนโตรเจนในอากาศมีปริมาณมากขึ้น ส่งผลทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก และส่งผลเสียต่อทางเดินหายใจของสิ่งมีชีวิต...”

ผู้เรียนคนที่ 25

และจากการตอบแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ฝนกรด ที่นำเสนอถึงความเสียหายของทัชมาฮาลที่เกิดขึ้นจากฝนกรด ในข้อคำถามที่ว่า “หากนักเรียนเป็นประธานาธิบดีแห่งสาธารณรัฐอินเดีย นักเรียนจะทำการปรับปรุงคุณภาพอากาศของเมืองและภูมิภาคเพื่อลดความเป็นกรดของน้ำฝนอย่างไร” โดยสะท้อนให้เห็นถึงการรับรู้ถึงปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน นำไปสู่การเสนอแนวทางการปรับปรุงรักษาสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนผ่านการแสดงคำตอบ ดังนี้

“...เลือกใช้เชื้อเพลิงที่มีการปนเปื้อนของซัลเฟอร์ต่ำ ปรับปรุงการสันดาป และติดตั้งอุปกรณ์เพื่อกำจัดมลพิษก่อนระบายออกสู่บรรยากาศ...”

ผู้เรียนคนที่ 25

“...ออกกฎหมายควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการสันดาปในโรงงานอุตสาหกรรม...”

ผู้เรียนคนที่ 27

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

นอกจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ถึงความคิดเห็นของผู้เรียนหลังจากเรียนด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ดังนี้

“...วิชาเคมีเป็นวิชาที่สนุก เนื่องจากได้มีการทำการทดลองที่หลากหลาย ทำให้ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมมากขึ้น...”

ผู้เรียนคนที่ 8

“...รู้สึกมีความรู้รอบตัวและความรู้เกี่ยวกับเคมีมากขึ้น เพื่อนำไปใช้ในการเรียนต่อ ณ โรงเรียนเหล่าทัพ...”

ผู้เรียนคนที่ 13

“...การได้ใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา ทำให้การจดบันทึกสะดวกมากขึ้น และเป็นการฝึกให้รู้จักการแบ่งเวลาว่าเวลาใดสามารถใช้เพื่อการผ่อนคลาย เวลาใดใช้เพื่อการเรียน...”

ผู้เรียนคนที่ 26

“...การนำอุปกรณ์ต่าง ๆ มาใช้ศึกษาระหว่างเรียนได้ ช่วยให้ค้นหาความรู้ตามความชอบหรือความสนใจของตนเอง...”

ผู้เรียนคนที่ 32

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อเสนอแนะ

จากสรุปผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้และข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 การนำรูปแบบการเรียนฯ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นไปใช้งานควรดำเนินตามขั้นตอนที่ได้นำเสนอ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด รวมถึงควรเลือกปรากฏการณ์ที่พบในโลกแห่งความเป็นจริงที่สามารถสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์หรือลงมือปฏิบัติการทดลองที่ให้ผู้เรียนได้มีการสังเกต ระบุตัวแปรในการทดลอง ตั้งสมมุติฐาน วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการทดลอง เพื่อตอบประเด็นปัญหาของปรากฏการณ์ที่กำหนดได้

1.2 ในขั้นตอนของรูปแบบการเรียนฯ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ผู้สอนมีบทบาทสำคัญเป็นอย่างมากในการกำหนดประเด็นปัญหาของปรากฏการณ์ให้สอดคล้องกับความจริง เตรียมแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ สรรหาเทคโนโลยีมาช่วยในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ แนะแนวทาง คอยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง สร้างเครื่องมือการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามเป้าหมายการเรียนรู้ ผู้สอนอาจจัดเตรียมผู้ช่วยสอนเพื่อมาช่วยสังเกตพฤติกรรมและให้ความช่วยเหลือผู้เรียนได้ทั่วถึง

1.3 ก่อนเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ผู้สอนควรเตรียมความพร้อมและความคุ้นเคยในการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาและการใช้งานซอฟต์แวร์ร่วมกันทางการศึกษา ได้แก่ Youtube, Jamboard, Microsoft word online, Google Docs และ Canva และควรตรวจสอบความพร้อมของผู้เรียนในด้านโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ คอมพิวเตอร์พกพาที่ผู้เรียนจะต้องใช้ ระบบอินเทอร์เน็ต รวมถึงความสามารถในการใช้งานซอฟต์แวร์ร่วมกันทางการศึกษา จากนั้นอบรมการใช้งานเบื้องต้นของซอฟต์แวร์ดังกล่าวให้ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนสามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนได้อย่างไม่ติดขัด

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกตัวอย่างเป็นผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจจะมีการศึกษากับตัวอย่างที่มีระดับการศึกษาอื่น ๆ เช่น ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ระดับอุดมศึกษา เป็นต้น

2.2 การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยนำรูปแบบการเรียนฯ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปทดลองในรายวิชาเคมี ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจจะนำรูปแบบการเรียนฯ นี้ไปทดลองใช้กับวิชาอื่น ๆ เช่น ฟิสิกส์ ชีววิทยา เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3 การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองกับตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 3 และ 5 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของตนเองในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจจะนำไปทดลองกับตัวอย่าง 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เพื่อแสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วย

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กฤตกร สภาสันติกุล. (2559). ผลของกลวิธีการสอนเคมีโดยใช้การทำนาย การสังเกต การอธิบาย อย่างมีขั้นตอนที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, *11*(1), 219-237.

กอบเกียรติ สระอุบล. (2558). อุปกรณ์สื่อสารพกพากับการศึกษา. *วารสารการอาชีวะและเทคนิคศึกษา*, *5*(9), 39-45.

กอบสุข คงมนัส. (2561). เครื่องมือดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้: วิถีแห่งการศึกษายุคดิจิทัล. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, *20*(4), 279-290.

กุลธิดา ชนาภิมุข. (2560). *การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและ สิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

จตุพล ดวงจิตร. (2564). การประยุกต์ใช้การสอนแบบออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ ด้วยแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*, *32*(3), 1-10.

จตุรภัทร มาศโสภา, ธารทิพย์ ขุนทอง และ บุษยารัตน์ จันทร์ประเสริฐ. (2565). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านเพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, *7*(2), 1-15.

จาตุรนต์ หนุนนาค. (2562). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย ที่มีต่อสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสารสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่* 1 [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

จารุนันท์ พาภักดี และ สุมาลี ชูกำแพง. (2563). การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง. *วารสารมหาจุฬานาครทรรศน์*, *7*(10), 248-260.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จารุนันท์ พาภักดี. (2563). *การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม]. DSpace at Mahasarakham University.

จุฬาลักษณ์ วงษ์วัฒนะ. (2563). *ผลของการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง ที่มีต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ]. Srinakharinwirot University.

ชนิฐฆ์ศรา เทพจันตา. (2557). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ข่าวเป็นสื่อเพื่อพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมเมนตัม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร]. Digital Research Information Center.

ชลาธิป สมาหิโต. (2562). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานสำหรับเด็กปฐมวัย. *วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร, 39*(1), 113-129.

ชลาธิป สมาหิโต. (2564). การพัฒนาความสามารถการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาปฐมวัยศึกษา โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผสานสื่อบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 23*, 104-115.

เชษฐชาตรี นวลขำ และ ยศวีร์ สายฟ้า. (2563). ผลการใช้ชุดกิจกรรมการใช้สื่อสังคมออนไลน์ตามแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดที่มีต่อพฤติกรรมการรู้ดิจิทัลของนักเรียนระดับประถมศึกษา. *วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย. 12*(2). 71-89.

ณพัฐอร บัวฉุน, นฤมล ยุตาคม, และพจนารถ สุวรรณรุจิ. (2559). สภาพการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต หมวดวิชาศึกษาทั่วไป. *วารสารวิจัยและพัฒนาวไลยอลงกรณ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 11*(2), 97-109.

ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. (2559).นวัตกรรมและสื่อในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. *Veridian E-Journal, 9*, 560-581.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทัณฑธร จุ้ยสวัสดิ์. (2564). *การวิจัยเชิงปฏิบัติการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเรื่องจลนศาสตร์เคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา]. DSpace at Burapha University.

ธนภัทร จันทร์เจริญ. (2562). การจัดการเรียนรู้สู่การศึกษาไทย 4.0. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 13*(3), 216-229.

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์. (2562). การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช*, *12*(1), 40-54.

ประพรรธน์ พละชีวะ, อังคนา กรัณยาธิกุล, ดนุชา สลีวงศ์ และเลอลักษณ์ โอทกานนท์. (2560). การใช้คอมพิวเตอร์สนับสนุนการเรียนร่วมกันเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 11*(3), 246-258.

พงศธร มหาวิจิตร. (2562). การประยุกต์ใช้แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับการเรียนแบบเชิงรุกในรายวิชาการประถมศึกษา เพื่อเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 42*(2), 73-89.

พรทิพย์ วงศ์สินอุดม. (2558). *การพัฒนาแอปพลิเคชันบทเรียนบนคอมพิวเตอร์พกพา ร่วมกับการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ร่วมกันของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดเพชรบุรี* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร]. DSpace at Silpakorn University.

พระมหาสุวัฒน์ กิตฺติเมธี และ สมควร นามสีฐาน. (2565). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนด้านคุณธรรมจริยธรรม, *วารสาร มจร อุบลปริทรรศน์, 7*(3), 546-555.

พิชญ์วดี กิตติปัญญางาม. (2564). *Phenomenon Based Learning: วิเคราะห์เป็น ชีวิตดี มีความสุข เปิดหลักสูตรการเรียนรู้แบบฟินแลนด์*.

พิชมญล์ สินประเสริฐรัตน์, เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์ และภัทรภร ชัยประเสริฐ. (2565). การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5, *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 24*(1). 200-211.

พิมพลอย ตามตระกูล. (2564). *การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด - เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร]. Naresuan University Library.

พีรวัฒน์ เพชรสุริยา, เก็ตถวา บุญปราการ และจุฑารัตน์ คชรัตน์. (17, กรกฎาคม, 2563). *สภาพและปัญหาการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัด สพม. เขต 16 สงขลา*. ใน ทัศนีย์ (ประธาน). นำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย [Symposium]. การประชุมหาดใหญ่วิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 11, มหาวิทยาลัยหาดใหญ่.

ภัทรพล ตันตระกูล. (2561). *ผลการเรียนด้วยบทเรียนเอ็มเลิร์นนิง (M-learning) บนอุปกรณ์พกพา เรื่อง สถิติสำหรับวิทยาศาสตร์สุขภาพสำหรับนักศึกษาคณะพยาบาลศาสตร์ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยมหิดล* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร]. DSpace at Silpakorn University.

ภูวดล วิริยะ. (2561). *การนำเสนอกิจกรรมการเรียนการสอนเหตุการณ์โลกในยุคปัจจุบันสาหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร]. DSpace at Silpakorn University.

มณีวรรณ ศิลปะชัย และ ชลาธิป สมาหิโต. (2565). ผลการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานที่มีต่อทักษะการรู้เท่าทันสื่อสาหรับเด็กปฐมวัย. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา, 17*.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รินทร์ ชีพอารนัย และ วชิระ จันทราช. (2565). การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน การบูรณาการภาษาอังกฤษในแนวทาง การสอนแบบสหวิทยาการ. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 20*, 107-129.

โรงเรียนเตรียมทหาร. (2563). *คู่มือนักเรียนเตรียมทหาร รุ่นที่ 64.* กรุงเทพมหานคร: หจก.อรุณการพิมพ์.

ละเอียด ศิลาน้อย. (2562). การใช้มาตรประมาณค่าในการศึกษาวิจัยทางสังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ การโรงแรม และการท่องเที่ยว. *วารสารบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 8*(15), 112-126.

ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา ลดาชาติ. (2562). การเรียนการสอนที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 42*(4).

วริศรา เมืองจันทร์ และ สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2563). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง รูปเรขาคณิต. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 15*(2). 143-155.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2555). *ตัวอย่างข้อสอบการประเมินผลนานาชาติ PISA และ TIMSS: วิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2563). *ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์*. Pisathailand.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2563). *ผลการประเมิน PISA 2018*.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).*

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2566). *การแถลงข่าวผลการประเมิน PISA 2022. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).*

สมเกียรติ ยังจีน. (2564). *การจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์*.

สุวิมล ว่องวาณิช. (2563). *การวิจัยการออกแบบทางการศึกษา.* สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

หัสวนัส เพ็งสันเทียะ. (2563). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ]. DSpace at Srinakharinwirot University.

อรพรรณ บุตรกตัญญู. (2561). การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อการสร้างมุมมองแบบองค์รวมและการเข้าถึงโลกแห่งความจริงของผู้เรียน. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 46*(2), 348-365.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาษาอังกฤษ

Adorno, D. P., & Pizzolato, N. (2020). Teacher professional development in the context of the “Open Discovery of STEM laboratories” project: Is the MOOC methodology suitable for teaching Physics?. *Journal of Physics: Conference Series, 1512.*

Aiman, U., Hasyda, S., & Uslan. (2020). The Influence of Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL) Model Assisted by Realia Media to Improve Scientific Literacy and Critical Thinking Skill of Primary School Students. *European Journal of Educational Research, 9*(4), 1635-1647.

Akkas, E., & Cevat, E. (2021). The effect of phenomenon-based learning approach on students metacognitive awareness. *Educational Research and Reviews, 16*(5), 181-188.

Albó, L., Davinia, H. L., & Oliver, V. (2018). Smartphones or laptops in the collaborative classroom? A study of video-based learning in higher education. *Behaviour & Information Technology, 38*(6), 637-649.

Alem, D.D. (2020). An Overview of Data Analysis and Interpretations in Research. *Academic research journals ,8*(1), 1-27.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Alfiyanti, I. F., Jatmiko, B., & Wasis. (2020). The Effectiveness of Predict Observe Explain (POE) Model with PhET to Improve Critical Thinking Skills of Senior High School Students. *Studies in Learning and Teaching, 1*(2), 76-85.

Alharbi, A. (2020). The Degree of Teaching Knowledge for Saudi EFL Teachers: An Investigation for Madinah EFL Teachers' Perceptions Regarding TPACK Framework. *English Language Teaching. 13*. 99-110.

Alharbi, M. (2020). Exploring the potential of Google Doc in facilitating innovative teaching and learning practices in an EFL writing course, *Innovation in Language Learning and Teaching, 14*(3), 227-242.

Amineh, R. J., & Asl, H. D. (2015). Review of Constructivism and Social Constructivism. *Journal of Social Sciences, Literature and Languages, 1*, 9-16.

Amini, S., & Sinaga, P. (2021). Inventory of scientific literacy ability of junior high school students based on the evaluation of PISA framework competency criteria. *Journal of Physics: Conference Series*, *1806*(1).

Anggriani, A., Sarwi, S., & Masturi, M. (2020). The Effectiveness of Guided Discovery in Distance Learning to Improve Scientific Literacy Competencies of Primary School Students. *Journal of Primary Education, 9*(5), 454-462.

Ausubel, D. P. (1962). A Subsumption Theory of Meaningful Verbal Learning and Retention. *The Journal of General Psychology, 66*, 213-224.

Bigge, M. L. (1964). Learning theories for teachers. New York: Harper & Row.

Bringula, R. P., & Atienza, F. A. L. (2023). Mobile computer-supported collaborative learning for mathematics: A scoping review. *Education and information technologies, 28*(5), 4893–4918.

Bruner, J. (1963). *The process of education*. New York: Alfred A. Knopf, Inc. and Random House.

Bujang, S. D. A., Selamat, A., Krejcar, O., Maresova, P., & Nguyen, N. T. (2020). Digital Learning Demand for Future Education 4.0—Case Studies at Malaysia Education Institutions. *Informatics, 7*(2), 13.

Butt, R., Siddiqui, H., Soomro, R. A., & Asad, M. M. (2020). Integration of Industrial Revolution 4.0 and IOTs in academia: a state-of-the-art review on the concept of Education 4.0 in Pakistan. *Interactive Technology and Smart Education, 17*(4), 337-354.

Chelvan, L., Surif, J., & Ibrahim, N. H. (2019). Difficulties to master scientific literacy competencies among secondary school students. *International Journal of Recent Technology and Engineering, 7*(6), 781-784.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Choowong, K., & Worapun, W. (2021). The Development of Scientific Reasoning Ability on Concept of Light and Image of Grade 9 Students by Using Inquiry-Based Learning 5E with Prediction Observation and Explanation Strategy. *Journal of Education and Learning. 10*. 152-159.

Chuang, Y. T. (2015). SSCLS: A smartphone-supported collaborative learning system. *Telematics and Informatics, 32*(3), 463-474.

Dada, D., Laseinde, O. T., & Tartibu, L. (2023). Student-Centered Learning Tool for Cognitive Enhancement in the Learning Environment, *Procedia Computer Science, 217*, 507-512.

Daehler, K., & Folsom, J. (2016). *Making Sense of SCIENCE: Phenomena-Based Learning*. WestEd.

Davis, J. A. (1971). *Elementary survey analysis*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Dewantara, I.P.M., Suandi, I.N., Rasna, I.W. and Putrayasa, I.B. (2019). Cultivating Students' Interest and Positive Attitudes towards Indonesian Language through Phenomenon-Text-Based Information Literacy Learning. *International Journal of Instruction, 12*(2), 147-162.

Earl Lorna. (2003). *Assessment as Learning: Using Classroom Assessment to Maximize Student Learning*. Thousand Oaks, CA, Corwin Press.

Edsand, H. E., & Broich, T. (2019). The Impact of Environmental Education on Environmental and Renewable Energy Technology Awareness: Empirical Evidence from Colombia. *International Journal of Science and Mathematics Education. 18*. 1-24.

Ellahi, R. M., Ali Khan, M. U., & Shah, A. (2019). Redesigning Curriculum in line with Industry 4.0. *Procedia Computer Science, 151*, 699-708.

Engestrom, Y. (1987). *Learning by Expanding: An Activity Theoretical Approach to Developmental Research. Helsinki*, Finland: Orienta-Konsultit.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Erhabor, N., & Don, J. (2016). Impact of Environmental Education On the Knowledge and Attitude of Students Towards the Environment. *International journal of environmental & science education, 11*(12), 5368-5375.

Fu, Q.K., & Hwang, G.J. (2018). Trends in mobile technology-supported collaborative learning: A systematic review of journal publications from 2007 to 2016. *Computers & Education, 119*, 129-143.

Funfuengfu, V. (2022). The Development of Phenomenon-Based Learning Model for Enhancing Active Learning Competencies of Teacher Students. *Journal of Positive School Psychology, 6*(7), 1366-1377.

Geinnotta, H. (2020). *Using Digital Tools to Instruct Student Centered Learning While Meeting the Needs of All Students*. School of Education and Leadership Student Capstone Projects. 844.

GÜNERİ, B., & ARSLAN, A. (2020). Phenomenon-Based Learning. *Karaelmas Journal of Educational Sciences, 8*, 82-88.

Halili, S. H. (2019). TECHNOLOGICAL ADVANCEMENTS IN EDUCATION 4.0. *The Online Journal of Distance Education and e-Learning, 7*(1), 63-69.

Hanisi, A., Risdiany, R., Utami, Y., & Sulisworo, D. (2018). The use of WhatsApp in collaborative learning to improve English teaching and learning process. *International Journal of Research Studies in Educational Technology, 7,* 29-35

Hart, J. (2022). *Top 100 Tools for Learning 2022*.

Hashim, S., Ismail, M. E., Affero, I., Masek, A., Ismail, I., Razali, N., Mohd, & Samsudin, M. (2019). The Characteristics of the Computer Supported Collaborative Learning (CSCL) through Moodle: a View on Students' knowledge Construction Process. *International Journal of Engineering and Technology, 8*, 117-122.

Hergenhahn, B. R., & Olsen, M. H. (1993). *An introduction to theories of learning*. (4th edition). Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Huang, P.S., Chiu, P.S., Huang, Y.M., Zhong, H.X., & Lai, C.F. (2020). Cooperative Mobile Learning for the Investigation of Natural Science Courses in Elementary Schools. *Sustainability*, *12*(16).

Hussin, A. A. (2018). Education 4.0 Made Simple: Ideas For Teaching. *International Journal of Education & Literacy Studies, 6*(3), 92-98.

Intasoi, S., Junpeng, P., Tang, N. K., Ketchatturat, J., Zhang, Y., & Wilson, M. (2020). Developing an assessment framework of multidimensional scientific competencies. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE), 9*(4), 963-970.

Islakhiyah, K., Sutopo, S., & Yuliati, L. (2018). Scientific Explanation of Light through Phenomenon-based Learning on Junior High School Student. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research, 218*.

Jaldemark, J., Hrastinski, S., Olofsson, A. D., & Öberg, L.M. (2018). Editorial introduction: Collaborative learning enhanced by mobile technologies. *British Journal of Educational Technology, 49*(2), 201-206. *Journal of Academic Research in Business and Social Sciences, 8*(9), 314-319.

Jufrida, J., Basuki, F. R., Kurniawan, W., Pangestu, M. D., & Fitaloka, O. (2019). Scientific Literacy and Science Learning Achievement at Junior High School. *International Journal of Evaluation and Research in Education, 8*(4), 630-636.

Kompa, J. S. (2017). *Remembering Prof. Howard Barrows: Notes on Problem-Based Learning and the School of the Future*.

Koto, I. (2020). Teaching and Learning Science Using YouTube Videos and Discovery Learning in Primary School. *Mimbar Sekolah Dasar, 7*, 106-118.

Lähdemäki, J. (2019). *Case Study: The Finnish National Curriculum 2016—A Co-created National Education Policy*. In: Cook, J. (eds) Sustainability, Human Well-Being, and the Future of Education. Palgrave Macmillan, Cham.

Lawson, A. E. (1995). *Science Teaching and the Development of Thinking. Belmont*, CA: Watsworth Publishing Company.

Lee, A. (2023). The importance of cultivating awareness of environmental matters in science classrooms: A cross-regional study. *Australian Journal of Environmental Education*, 1-25.

Marzano, Robert J. (2001). *Designing A New Taxonomy of Educational Objectives*. California: Corwin Press.

Morse, M. (2021). Increase Engaged Student Learning Using Google Docs As a Discussion Platform, *Teaching and Learning Inquiry, 9*(2).

Namira, F., Azura, W., Miranda, A., Nisa, H., Silaban, S., Suyanti, R., & Darmana, A. (2020). Analysis of constraints and innovation of chemistry experiment implementation in high school in Deli Serdang, Indonesia Article history. *Jurnal Pendidikan Kimia. 12.* 106-115.

Nasar, A., & Kaleka, M. (2019). Effectiveness of Experimental Laboratory Methods on Understanding the Concept of Light, Science Processes Skills, And Scientific Attitudes of Students. *Jurnal Pendidikan Fisika, 7*(3), 262 - 270.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Ndihokubwayo, K., Uwamahoro, J., & Ndayambaje, I. (2020) Effectiveness of PhET Simulations and YouTube Videos to Improve the Learning of Optics in Rwandan Secondary Schools, African Journal of Research in Mathematics, *Science and Technology Education, 24*(2), 253-265.

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

OECD. (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. OECD Publishing.

Parno, P., Yuliati, L., Hermanto, F., & Ali, M. (2020). A Case Study on Comparison of High School Students' Scientific Literacy Competencies Domain in Physics with Different Methods: Pbl-Stem Education, Pbl, and Conventional Learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia, 9*, 159-168.

Pinandito, A., Prasetya, D., Az-zahra, H., Wardhono, W., Hayashi, Y., & Hirashima, T. (2021). Design and Development of Online Collaborative Learning Platform of Kit-Build Concept Map. *Journal of Information Technology and Computer Science, 6*(1), 50-65.

Purwanti, N. K. A., Suwastini, N. K. A., Adnyani, N. L. P. S., & Kultsum, U. (2022). Youtube videos for improving speaking skills: the benefits and challenges according to recent research in EFL context. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, 19*(1), 66-75.

Qureshi, M. I., Khan, N., Raza, H., Imran, A., & Ismail, F. (2021). Digital Technologies in Education 4.0. Does it Enhance the Effectiveness of Learning? A Systematic Literature Review. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM), 15*(4), 31-47.

Rahayu, S. (2017). Promoting the 21st century scientific literacy skills through innovative chemistry instruction*, AIP Conference Proceedings, 1911*(1).

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Rojabi, A. (2020). Exploring EFL Students' Perception of Online Learning via Microsoft Teams: University Level in Indonesia. *English Language Teaching Educational Journal. 3*(2). 163-173.

Rojabi, A. (2020). Exploring EFL Students' Perception of Online Learning via Microsoft Teams: University Level in Indonesia. *English Language Teaching Educational Journal. 3*. 163.

Rosa, G. C., Cari, C., Aminah, N. S., & Handhika, J. (2018). Students' understanding level and scientific literacy competencies related to momentum and impulse. *Journal of Physics: Conference Series, 1097*.

Santhalia, P. W., & Yuliati, L. (2021). An Exploration of Scientific Literacy on Physics Subjects within Phenomenon-based Experiential Learning. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya, 11*, 72-82.

Santosa, E. (2020). The Effects Of Mobile Computer Supported Collaborative Learning to Improve Problem Solving Achievements. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists, 8*, 325-342.

Santoso, A. N., Sunarti, T., & Wasis. (2023). Effectiveness of Contextual Phenomena-Based Learning to Improve Science Literacy. *International Journal of Current Educational Research. 2*. 17-26.

Shahroom, A. A., & Hussin, N. (2018). Industrial Revolution 4.0 and Education. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences. 8*

Shatrevich, V., & Strautmane, V. (2015). Industrialisation Factors in Post-industrial Society. *Entrepreneurship and Sustainability Issues, 3*(2), 157-72.

She, H.C., Stacey, K. & Schmidt, W.H. (2018). Science and Mathematics Literacy: PISA for Better School Education. *International Journal of Science and Mathematics Education, 16*, 1-5.

Shyam, S. (2018). *Smartphone, Tablet or Phablet? Which is the right device for you to read digitally.*

Silander, P. (2015). *Phenomenon based learning*. Phenomenaleducation.

Sinurat, C. D., Surtikanti, H. K., & Rustaman, N. (2021). Developing of electronic learning materials based on Simalungun potency of agriculture for improving student scientific literacy competencies in environmental context and awareness. *Journal of Physics: Conference Series, 1806*(1).

Smiley, S. (2021). *Mobile Computers - The Top 10 Most Frequently Asked Questions*.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Sudzina, M. R. (1997). Case Study as a Constructivist Pedagogy for Teaching Educational Psychology. *Educational Psychology Review, 9*(2), 199-218

Techakosit, S., & Wannapiroon, P. (2015). Connectivism Learning Environment in Augmented Reality Science Laboratory to Enhance Scientific Literacy. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 174*, 2108-2115.

Sulistina, O., Puspitasari, H, & Sukarianingsih, D. (2021). Analysis Students' Scientific Explanation Skills Using Explanation Driven Inquiry Learning on Acid-Base Topic. *Jurnal Tadris Kimiya. 6.* 75-81.

Sung, Y. T., Yang, J. M., & Lee, H. Y. (2017). The Effects of Mobile-Computer-Supported Collaborative Learning: Meta-Analysis and Critical Synthesis. *Review of Educational Research*, *87*(4), 768-805.

Suryawati, E., Natalina, M., Nadia, N., & Deswati, D. (2018). THE IMPLEMENTATION OF 5E LEARNING CYCLE MODEL ON THE TOPIC 'STRUCTURE AND FUNCTION OF PLANTS' TO IMPROVE THE SCIENTIFIC LITERACY OF THE SECOND YEAR STUDENTS OF A JUNIOR HIGH SCHOOL IN PEKANBARU. *International Journal of Educational Best Practices, 2*, 26.

Sutiani, A. (2021) Implementation of an Inquiry Learning Model with Science Literacy to Improve Student Critical Thinking Skills. *International Journal of Instruction, 14*(2). 117-138.

Symeonidis, V., & Schwarz, J. F. (2016). Phenomenon-Based Teaching and Learning through the Pedagogical Lenses of Phenomenology: The Recent Curriculum Reform in Finland. F*orum OŚwiatowe, 28,* 31-47.

Tissington, S. (2019). Learning with and through phenomena: An explainer on phenomenon-based learning (Paper presented at the Association of Learning Developers in Higher Education Northern Symposium). Middlesbrough UK.

Tongsoong, S., & Jermtaisong, R. (2021). Learning Management Through the Combination of STEAM Education and Phenomenon-Based Learning to Develop Creative Thinking of Secondary 6 (Grade 12) Students. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research, 520*, 341-345.

UNESCO. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Valanne, E., Dhaheri, R. A., Kylmalahti, R., & Rangell, H. S. (2017). Phenomenon Based Learning Implemented in Abu Dhabi School Model. *International Journal of Humanities and Social Sciences, 9*(3).

Villarroel, V., Boud, D., Bloxham, S., Bruna, D., & Bruna, C. (2020). Using principles of authentic assessment to redesign written examinations and tests. *Innovations in Education and Teaching International, 57*, 38-49.

Vygotsky, L. S. (1978). Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wetcho, S., & Na-Songkhla, J. (2022). An Investigation of Pre-Service Teachers Using Mobile and Wearable Devices for Emotion Recognition and Social Sharing of Emotion to Support Emotion Regulation in mCSCL Environments. *Contemporary Educational Technology, 14*(2).

Widayoko, A., Septi, F. P., Lesmono, A., Sudjatmi, H., Prastiwi, V., & Munfarikha, N. (2019). Description of Students' Scientific Literacy Competencies on the Scientific Issue of Flat Earth Theory. *Anatolian Journal of Education, 4*(2), 31-38.

Wong, L. H., Looi, C. K., & Boticki, I. (2017). Improving the design of a mCSCL Chinese character forming game with a distributed scaffolding design framework. *Research and practice in technology enhanced learning*, *12*(1), 27.

Yaslam, A. A., & Iahad, N. A. (2015). Factors for effective mobile Computer Supported Collaborative learning (MCSCL). *Information Systems Research and Innovation, 5*(1), 78-85.

Zhukov, T. (2015). *Phenomenon-based Learning: What is PBL?*. Noodle.

Zuhra, F., Nurhayati, & Arifiyanti, F. (2021). The Analysis of Students' Critical Thinking and Scientific Literacy Skills. *Indonesian Review of Physics (IRiP), 4*(1), 32-38.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการวิจัยระยะที่ 1

1. นาวาเอกหญิง ราตรี ต๊ะพันธุ์

ผู้อำนวยการกองวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนการศึกษา โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

2. นาวาอากาศเอก โชติ จันทร์วัง

อาจารย์กองวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนการศึกษา โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

3. อาจารย์ ดร.ชุติวัฒน์ สุวัตถิพงศ์

อาจารย์ประจำสำนักเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการวิจัยระยะที่ 2

ผู้เชี่ยวชาญด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

1. นาวาเอกหญิง ปิยะมาส ตัณฑะตะนัย

รองผู้อำนวยการกองวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนการศึกษา โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

2. นาวาเอกหญิง ทฤษฎี สุขยอด

รองผู้อำนวยการกองวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนการศึกษา โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

3. นาวาอากาศเอก โชติ จันทร์วัง

อาจารย์กองวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนการศึกษา โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

1. ดร.พิรุณ ศิริศักดิ์

ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ โรงเรียนราชินีบน

2. นาวาโทหญิง สุนันท์ ทองเพ็ญ

อาจารย์กองวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนการศึกษา โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

3. เรือเอกหญิง ญาณิกา มอญพันธุ์

อาจารย์กองวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนการศึกษา โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปกรณ์ สุปินานนท์

อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพล ธนเชวงสกุล

รองผู้อำนวยการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

3. นาวาเอกหญิง ราตรี ต๊ะพันธุ์

ผู้อำนวยการกองวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนการศึกษา โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการวิจัยระยะที่ 3

ผู้เชี่ยวชาญด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

1. รองศาสตราจารย์ ดร.พัชรี ร่มพยอม วิชัยดิษฐ

อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. เรือเอกหญิง ญาณิกา มอญพันธุ์

อาจารย์กองวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนการศึกษา โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

3. นาวาเอกหญิง ราตรี ต๊ะพันธุ์

ผู้อำนวยการกองวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนการศึกษา โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

1. นาวาโทหญิง สุนันท์ ทองเพ็ญ

อาจารย์กองวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนการศึกษา โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

2. นาวาเอกหญิง ทฤษฎี สุขยอด

อาจารย์กองวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนการศึกษา โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรสุข ตันตระรุ่งโรจน์

อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปกรณ์ สุปินานนท์

อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบสอบถามสภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

ผู้วิจัย ร้อยโทหญิง โชษิตา เกตุทิพย์ นิสิตระดับปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. ประกอบ กรณีกิจ
ภาควิชา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คระครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสอบถามฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามสภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ผลในการวิจัยระยะที่ 1 ของวิทยานิพนธ์เรื่อง "รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร" ข้อมูลที่ได้รับจากการตอบแบบสอบถามฉบับนี้ ผู้วิจัยจะใช้เป็นแนวทางพัฒนารูปแบบการเรียนต่อไป โดยแบบสอบถามฉบับนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 สภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร (นตท.)

หมายเหตุ: คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน หมายถึง การเรียนรู้ที่ใช้อุปกรณ์เคลื่อน ได้แก่ สมาร์ตโฟน โน้ตบุ๊ก และแท็บเล็ต ร่วมกับโปรแกรมหรือซอร์ฟแวร์ต่าง ๆ และมีการเรียนรู้ร่วมกันเชิงกระบวนการโดยแบ่งกลุ่มละ 3 - 4 คน เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และอภิปรายร่วมกัน เพิ่มการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้และปรับปรุงประสิทธิภาพการเรียนรู้ รวมถึงสนับสนุนการทำงานร่วมกันได้ทุกที่ทุกเวลา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริงของ นตท. มากที่สุด

1. ระดับชั้นที่กำลังศึกษา

☐ นตท. ชั้นปีที่ 1 (เทียบเท่าระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5)

☐ นตท. ชั้นปีที่ 2 (เทียบเท่าระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6)

2. จำนวนชั่วโมงที่ นตท. ใช้อินเตอร์เน็ตเพื่อการเรียนเฉลี่ยต่อวัน

☐ น้อยกว่า 1 ชั่วโมง ☐ 1 - 3 ชั่วโมง

☐ 3 - 5 ชั่วโมง ☐ มากกว่า 5 ชั่วโมง

3. อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาที่ นตท. ใช้ในทางการเรียน มากที่สุด

☐ สมาร์ตโฟน ☐ แท็บเล็ต

☐ โน้ตบุ๊ก ☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ) .....

4. ระบบปฏิบัติการของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาที่ นตท. ใช้ในทางการเรียน มากที่สุด

☐ IOS ☐ Android

☐ Windows ☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ) .....

5. นตท. สามารถใช้งานซอร์ฟแวร์เหล่านี้ได้หรือไม่ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ เครื่องมือแบ่งปันวิดีโอออนไลน์ร่วมกัน เช่น Youtube และ Tiktok เป็นต้น

☐ ไวท์บอร์ดแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน เช่น Microsoft Whiteboard, Miro, Canva, Jamboard, Mentimeter และ Padlet เป็นต้น

☐ เครื่องมือสืบค้นข้อมูลร่วมกัน เช่น Microsoft Edge, Chrome และ Safari เป็นต้น

☐ เครื่องมือเอกสารออนไลน์สำหรับการทำงานร่วมกัน เช่น Microsoft Teams, Microsoft word online และ Google Docs เป็นต้น

☐ เครื่องมือสร้างงานนำเสนอออนไลน์ร่วมกัน เช่น Canva และ Google Slide เป็นต้น

☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ) .....

ส่วนที่ 2 สภาพและความต้องการในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย **✓** ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริงและความคิดเห็นของ นตท. มากที่สุด

การสอบถาม**<u>สภาพจริงที่เป็นอยู่</u>**ของการเรียนในปัจจุบัน แบ่งออกเป็น 5 ระดับ

5 คะแนน หมายถึง มีการปฏิบัติอยู่เป็นประจำ อย่างสม่ำเสมอ

4 คะแนน หมายถึง มีการปฏิบัติอยู่เป็นประจำ ไม่สม่ำเสมอ

3 คะแนน หมายถึง มีการปฏิบัติเป็นบางครั้ง

2 คะแนน หมายถึง มีการปฏิบัติน้อยครั้ง

1 คะแนน หมายถึง แทบจะไม่มีการปฏิบัติ

0 คะแนน หมายถึง การปฏิบัติดังกล่าวไม่เคยเกิดขึ้นเลย

การสอบถาม**<u>สภาพที่ควรจะเป็น</u>**หรือต้องการให้เกิดขึ้น แบ่งออกเป็น 5 ระดับ

5 คะแนน หมายถึง คาดหวังในระดับมากที่สุด

4 คะแนน หมายถึง คาดหวังในระดับมาก

3 คะแนน หมายถึง คาดหวังในระดับปานกลาง

2 คะแนน หมายถึง คาดหวังในระดับน้อย

1 คะแนน หมายถึง คาดหวังในระดับน้อยที่สุด

0 คะแนน หมายถึง ไม่คาดหวังให้เกิดขึ้นเลย

ข้อคำถาม	สภาพจริงที่เป็นอยู่						สภาพที่ควรจะเป็น				
	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5
1. นตท. ได้รับการส่งเสริมในการเลือกใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล											
2. นตท. ได้รับการส่งเสริมในการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้											
3. นตท. ได้รับการส่งเสริมในการระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์											
4. นตท. ได้รับการส่งเสริมในการเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์											
5. นตท. ได้รับการส่งเสริมในการแปลงข้อมูลที่ได้รับจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง											
6. นตท. ได้รับการส่งเสริมในการแปลความหมายของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างเหมาะสม											
7. นตท. ได้รับการส่งเสริมในการลงข้อสรุปได้อย่างเหมาะสม											
8. นตท. ได้ใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา เช่น สมาร์ตโฟน แท็บเล็ต/ไอแพด หรือ โน้ตบุ๊ก เป็นต้น ในระหว่างการเรียน											
9. นตท. ได้ใช้ซอฟต์แวร์การทำงานร่วมกันทางการศึกษาต่าง ๆ ในระหว่างการเรียน											
10. นตท. ได้รับประสบการณ์ในการทำงานร่วมกับผู้อื่นโดยใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน											

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อคำถาม	สภาพจริงที่เป็นอยู่						สภาพที่ควรจะเป็น				
	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5
11. นตท. ใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อเลือกปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับปัญหาหรือเหตุการณ์ในชีวิตจริง											
12. นตท. ใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันในการศึกษาค้นคว้าข้อมูล											
13. นตท. ใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อแสดงความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น											
14. นตท. ใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อรวบรวมข้อมูลหรือคำตอบที่ดีที่สุด											
15. นตท. ใช้คอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อสร้างผลงานการนำเสนอ											

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

"ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการทำแบบสอบถาม"

ร้อยโทหญิง โชษิตา เกตุทิพย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ

สำหรับการวิจัยเรื่อง รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

แนวทางการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ

1. เริ่มสนทนา

1.1 สอบถามข้อมูลสถานภาพของผู้ทรงคุณวุฒิ

1.2 อธิบายวัตถุประสงค์และขอบเขตของการสัมภาษณ์

1.3 ขออนุญาตบันทึกวิดีโอหรือเสียง

2. การสัมภาษณ์

2.1 ท่านคิดว่าองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ทั้ง 5 องค์ประกอบ มีความเหมาะสมหรือไม่ และควรจะเพิ่มเติมองค์ประกอบใดเพื่อให้รูปแบบสมบูรณ์มากขึ้น

1. จุดประสงค์การเรียนรู้
2. บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน
3. กิจกรรมการเรียนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน
4. รูปแบบคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน (mCSCL)
5. การประเมินผล

2.2 ท่านคิดว่าขั้นตอนของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ทั้ง 4 ขั้นตอน มีความเหมาะสมและถูกต้องหรือไม่ อย่างไร

2.3 ท่านคิดว่ากิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันฯ มีความเหมาะสมหรือไม่ และควรปรับแก้ไขในรายละเอียดในข้อใดบ้าง อย่างไร

2.4 ท่านคิดว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานมีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใดต่อการส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

2.5 ท่านคิดว่าแผนภาพแสดงรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันฯ มีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

2.6 ท่านคิดว่ามีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใดในการนำรูปแบบฯ ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร และถ้ามีการนำไปใช้ท่านมีข้อเสนอแนะ และข้อควรระวังในการใช้รูปแบบฯ อย่างไร

สถาบันวิทยบริการ
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบประเมินรับรองรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์ รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

A mobile computer-supported collaborative learning model using Phenomenon-based learning to Enhance Pre-cadet students' Scientific competencies

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ

ผู้วิจัย ร้อยโทหญิง โชษิตา เกตุทิพย์

นิสิตระดับปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อผู้ประเมินรับรองรูปแบบ.....

ตำแหน่ง.....

สถานที่ทำงาน.....

วัตถุประสงค์ของการประเมิน

เพื่อประเมินรับรองคุณภาพความตรงตามเนื้อหา โดยประเมินในด้านความเหมาะสมขององค์ประกอบ และขั้นตอนของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

คำชี้แจง

โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องความคิดเห็นของท่าน พร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปปรับปรุงต่อไป โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

5 หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

3 หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

2 หมายถึง ความอยู่ในระดับน้อย

1 หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
องค์ประกอบของรูปแบบฯ					
- จุดประสงค์การเรียนรู้					
- บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน					
- กิจกรรมการเรียนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน					
- รูปแบบคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน (mCSCL)					
- การประเมินผล					
ขั้นตอนการจัดการเรียนของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันฯ					
- ขั้นที่ 1 การเลือกปรากฏการณ์ด้วยเครื่องมือแบ่งปันวิดีโอออนไลน์					
- ขั้นที่ 2 การทำงานร่วมกับทีมด้วยไวท์บอร์ดแบบมีปฏิสัมพันธ์					
- ขั้นที่ 3 การรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือเอกสารสำหรับการทำงานร่วมกันออนไลน์					
- ขั้นที่ 4 การสร้างงานนำเสนอด้วยเครื่องมือสร้างงานนำเสนอร่วมกันออนไลน์					
การใช้งานของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันฯ					
- ภาพรวมของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันฯ ที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้จริง					
- รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันฯ ที่พัฒนาขึ้น สามารถส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารได้จริง					
- ระยะเวลาที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันฯ					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

จากการประเมิน รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ข้าพเจ้ามีความคิดเห็นว่า

☐ รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร**มีความเหมาะสมดีแล้ว** สามารถนำไปใช้ทดลองได้

☐ รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร**มีความเหมาะสม แต่ควรแก้ไขตามข้อเสนอแนะ**ก่อนนำไปทดลองใช้

☐ รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร**ยังไม่มีความเหมาะสม**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง .....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

"ขอบพระคุณอย่างสูงที่กรุณาให้ข้อมูลและความคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยชิ้นนี้"

ร้อยโทหญิง โชษิตา เกตุทิพย์

ภาคผนวก ง
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
ของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน
โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

เรื่อง เครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยาสำหรับรถยนต์ (Catalytic Converter)
ผู้สอน ร้อยโทหญิง โชษิตา เกตุทิพย์ **เวลา** 4 ชั่วโมง

เป้าหมายการเรียนรู้

เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเตรียมทหารได้พัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 3 ประการ คือ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

ด้านความรู้ (Knowledge)	ด้านทักษะ (Skill)	ด้านเจตคติและคุณลักษณะ (Attitude/Attributes)
● เลือกใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล ● ระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์	● ระบุแนวทางการนำความรู้หรืออธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม ● เสนอวิธีการแก้ไขปัญหาหรือสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ● แปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ● วิเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ● ลงข้อสรุปได้อย่างเหมาะสม	● สนใจในวิทยาศาสตร์ ● เห็นคุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ ● ตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม

บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน

บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
● กำหนดประเด็นปัญหาของปรากฏการณ์ให้สอดคล้องกับความจริง ● เตรียมแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ● สรรหาเทคโนโลยีมาช่วยในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้	● ศึกษาปรากฏการณ์จากแหล่งข้อมูลที่ผู้สอนกำหนดให้ ● ใช้องค์ความรู้หรือทักษะเชื่อมโยงกับปรากฏการณ์ในโลกแห่งความจริง ● ระดมความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่นเพื่อหาคำตอบร่วมกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
• อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ แนะแนวทาง และคอยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง • สร้างเครื่องมือการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามเป้าหมายการเรียนรู้	• แลกเปลี่ยนความรู้และความคิดกับผู้อื่น • สร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้เรียนในการทำงานเป็นทีม • มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น • ทำแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

สาระการเรียนรู้

ปฏิกิริยาการเผาไหม้ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน แบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ 1) การเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ (Complete combustion) เป็นการเผาไหม้ที่มีออกซิเจนมากเพียงพอ ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ คาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำ และ 2) การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ (Incomplete combustion) เป็นการเผาไหม้ที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ ผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ คาร์บอนไดออกไซด์ ไอน้ำ คาร์บอนมอนอกไซด์ และเขม่า

ในชีวิตประจำวันของเสียที่ปล่อยออกจากรถยนต์เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ของเสียเหล่านี้มีได้ทั้งในรูปแบบก๊าซที่เป็นควันและเขม่าผง ซึ่งล้วนเป็นมลพิษทางอากาศ โดยส่วนใหญ่ก๊าซพิษที่ปล่อยออกมาจากรถยนต์ ได้แก่ 1) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เป็นสารก่อมลพิษที่ทำให้เกิดควันสีขาว มีลักษณะเป็นก๊าซที่ไม่มี สี รสและกลิ่น น้ำหนักเบากว่าอากาศทั่วไปเล็กน้อย เมื่อหายใจเข้าไปก๊าซนี้จะรวมตัวฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ในเม็ดเลือดแดง ขัดขวางการนำออกซิเจนจากปอดไปยังเนื้อเยื่อต่าง ๆ2) ไนโตรเจนออกไซด์ (NOx) เกิดมาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ในอุณหภูมิสูง มีองค์ประกอบทางเคมีของไนโตรเจนและออกซิเจน ในอัตราส่วนแตกต่างกัน ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น เมื่อสัมผัสกับน้ำจะมีคุณสมบัติกลายเป็นกรด ซึ่งมีฤทธิ์ที่กัดกร่อน หากสูดก๊าซ NOx เข้าไป จะเกิดกรดที่จะไปกัดกร่อนปอด ทำให้ระบบทางเดินหายใจมีปัญหาได้ แต่ถ้า NOx ไปสัมผัสกับสิ่งของ โดยเฉพาะโลหะ จะมีฤทธิ์กัดกร่อนโลหะนั้น ๆ จนเกิดความเสียหาย และถ้าก๊าซ NO_x ล่องลอยไปเจอฝน จะทำให้ฝนกลายเป็น “ฝนกรด” ได้ 3) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นก๊าซที่มีมากที่สุดและเป็นตัวการของการเกิดก๊าซเรือนกระจก สาเหตุการเกิดมีหลายอย่าง รวมถึงเกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ลักษณะเป็นก๊าซไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่ติดไฟ แต่หากร่างกายได้รับเข้าไปในปริมาณมาก จะทำให้เลือดเป็นกรด ส่งผลให้เกิดการกระตุ้นระบบหายใจ ทำให้หายใจเร็วขึ้น หัวใจเต้นเร็ว และกดสมอง ทำให้หมดสติได้

แนวการแก้ไขปัญหาการปล่อยมลพิษเหล่านี้คือ การติดตั้งเครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยาสำหรับรถยนต์เป็นอุปกรณ์สำหรับกำจัดหรือลดปริมาณก๊าซพิษในไอเสียจากจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเครื่องยนต์ ก่อนปล่อยออกสู่บรรยากาศ โดยภายในเป็นเซรามิกรังผึ้งเคลือบด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา ได้แก่ แพลทินัม (Pt) โรเดียม (Rh) และแพลเลเดียม (Pd) ซึ่งจุดประสงค์ของการออกแบบให้ภายในมีลักษณะเป็นรังผึ้งนั้น เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสของสารตั้งต้น ในลักษณะที่สารตั้งต้นชนิดหนึ่งมีสถานะเป็นของแข็ง (เซรามิกที่เคลือบด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา) กับสารอีกชนิดหนึ่งมีสถานะเป็นก๊าซ (CO และ NOx) ทำให้ของแข็งสัมผัสกับก๊าซได้มากขึ้น จึงเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้นด้วย

กิจกรรมการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

ขั้นตอนของ PhenoBL	mCSCL		การดำเนินกิจกรรม
	hardware	software	
ขั้นที่ 1 การเลือกปรากฏการณ์	แท็บเล็ต/ สมาร์ตโฟน	Youtube, Google form	● การปฐมนิเทศก่อนเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้ มีการชี้แจงเป้าหมายในการเรียนการสอน การใช้โปรแกรมที่สนับสนุนการทำงานเป็นกลุ่ม ข้อตกลงร่วมกัน และการวัดประเมินผล ● นตท. ทำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเป็นรายบุคคล (Google form) ● ผู้สอนดำเนินการเรียนการสอนโดยเลือกหัวข้อปรากฏการณ์ “เครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยาสำหรับรถยนต์” โดยตั้งปัญหาที่ใช้ในการศึกษาว่า “พื้นที่ผิวภายในเครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยามีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่” ● นตท. ศึกษาปรากฏการณ์จากคลิปวิดีโอร่วมกัน (Youtube)
ขั้นที่ 2 การทำงานร่วมกับทีม	แท็บเล็ต/ สมาร์ตโฟน	Jamboard และ Search engine	● ครูแบ่งกลุ่ม นตท. ออกเป็นกลุ่มละ 4 - 5 คน/กลุ่ม ตามความสามารถที่แตกต่างกัน ● นตท. ทำการศึกษา ค้นคว้าหาข้อมูลและทำการทดลองศึกษาผลของพื้นที่ผิวต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อหาคำตอบของประเด็นปัญหา และระดมความคิดเห็นเพื่อหาคำตอบร่วมกับผู้อื่น (Jamboard)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนของ PhenoBL	mCSCL		การดำเนินกิจกรรม
	hardware	software	
ขั้นที่ 3 การรวบรวมข้อมูล	แท็บเล็ต/ สมาร์ตโฟน	Google Docs	● นตท. รวบรวมและตัดสินใจเลือกข้อมูลหรือคำตอบภายในกลุ่ม (Google Docs)
ขั้นที่ 4 การสร้างงานนำเสนอ	แท็บเล็ต/ สมาร์ตโฟน	Canva	● นตท. แต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างโปสเตอร์โดยสรุปแนวคิด ความรู้ที่ได้ (Canva) และนำเสนอหน้าชั้นเรียน ● นตท. ทำแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หัวข้อ “เครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยาสำหรับรถยนต์” เป็นรายบุคคล

การประเมินผล

การประเมินผล	หลักฐานการเรียนรู้/ภาระงาน	เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล
ด้านความรู้ (Knowledge)	ความถูกต้องสมบูรณ์ในการทำแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (รายบุคคล)	แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยา ศาสตร์แบบรูบริค 4 ระดับ
ด้านทักษะ (Skill)		
ด้านเจตคติและคุณลักษณะ (Attitude/Attributes)	การทำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (รายบุคคล)	แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
ของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน
โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

เรื่อง ฝนกรด (Acid Rain)
ผู้สอน ร้อยโทหญิง โชษิตา เกตุทิพย์ **เวลา** 3 ชั่วโมง

เป้าหมายการเรียนรู้

เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเตรียมทหารได้พัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 3 ประการ คือ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

ด้านความรู้ (Knowledge)	ด้านทักษะ (Skill)	ด้านเจตคติและคุณลักษณะ (Attitude/Attributes)
● เลือกใช้ความรู้ทางวิทยา ศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	● ระบุแนวทางการนำความรู้หรืออธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม ● เสนอวิธีการแก้ไขปัญหาหรือสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ● ประเมินวิธีการแก้ไขปัญหาหรือสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ● แปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ● วิเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ● ลงข้อสรุปได้อย่างเหมาะสม ● ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลเกี่ยวกับข้อมูลทางวิทยาศาสตร์	● สนใจในวิทยาศาสตร์ ● เห็นคุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ ● ตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน

บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
• กำหนดประเด็นปัญหาของปรากฏการณ์ให้สอดคล้องกับความจริง • เตรียมแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ • สรรหาเทคโนโลยีมาช่วยในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ • อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ แนะแนวทาง และคอยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง • สร้างเครื่องมือการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามเป้าหมายการเรียนรู้	• ศึกษาปรากฏการณ์จากแหล่งข้อมูลที่ผู้สอนกำหนดให้ • ใช้องค์ความรู้หรือทักษะเชื่อมโยงกับปรากฏการณ์ในโลกแห่งความจริง • ระดมความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่นเพื่อหาคำตอบร่วมกัน • แลกเปลี่ยนความรู้และความคิดกับผู้อื่น • สร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้เรียนในการทำงานเป็นทีม • มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น • ทำแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สาระการเรียนรู้

ปรากฏการณ์ฝนกรด (Acid Rain) คือการลดลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง หรือ ค่า pH ของน้ำฝนในธรรมชาติ โดยปกติน้ำฝนมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน ๆ โดยมีค่า pH อยู่ที่ราว 5.6 แต่เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของมลพิษทางอากาศที่ผ่านมา ส่งผลให้ค่า pH ของน้ำฝนลดลงกว่าปกติ และในบางพื้นที่ที่มีมลพิษทางอากาศสูง น้ำฝนอาจมีค่า pH อยู่ในช่วง 4.2 ถึง 4.4 ซึ่งสาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์ฝนกรด เกิดจากการรวมตัวกันของน้ำฝนและก๊าซออกไซด์ของโลหะบางชนิดในอากาศ ในธรรมชาติเมื่อเกิดการระเบิดของภูเขาไฟ เกิดไฟป่า หรือการเน่าเปื่อยของซากพืช อีกสาเหตุสำคัญมาจาก กิจกรรมของมนุษย์โดยตรง เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลปริมาณมหาศาล โดยเฉพาะการเผาไหม้ถ่านหินในอุตสาหกรรมไฟฟ้า การปล่อยควันพิษและของเสียจาก โรงงานต่าง ๆ รวมไปถึงมลพิษจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ มักเป็นสาเหตุของการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur Dioxide: SO_2) และก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (Nitrogen oxide: NO_x) ปริมาณมากเข้าสู่ชั้นบรรยากาศโลก ทำให้ฝนที่ตกลงมาในช่วงเวลานั้นมีฤทธิ์เป็นกรดมากกว่าน้ำฝนปกติ สามารถเขียนเป็นปฏิกิริยาเคมีการเกิดฝนกรดได้ ดังนี้

<u>การเกิดฝนกรดจากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์</u>

$$2SO_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2SO_3(g)$$

$$SO_3(g) + H_2O(g) \longrightarrow H_2SO_4(aq)$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การเกิดฝนกรดจากออกไซด์ของไนโตรเจน

$$2NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO_2(g)$$

$$3NO_2(g) + H_2O(g) \longrightarrow 2HNO_3(aq) + NO(g)$$

ผลกระทบจากปรากฏการณ์ฝนกรด สร้างความเสียหายอย่างรุนแรงต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตดังนี้

- ความเสียหายต่อดินและป่าไม้: ฝนกรดสร้างความเสียหายต่อธาตุอาหารของพืชในดิน โดยละลายและพัดพาสารอาหารที่จำเป็น เช่น แคลเซียม (Calcium) แมกนีเซียม (Magnesium) และโพแทสเซียม (Potassium) ในดินลงสู่แหล่งน้ำ รวมถึงส่งผลต่อกระบวนการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ และการทำงานของปากใบ และลดทอนความสามารถในการสังเคราะห์แสงของพืช
- ความเสียหายต่อแหล่งน้ำและสิ่งมีชีวิต: ฝนกรดสร้างความเสียหายต่อแหล่งน้ำในธรรมชาติ ทำให้น้ำมีสภาวะเป็นกรดมากขึ้น ส่งผลเสียต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ และอาจต่อเนื่องไปยังสิ่งมีชีวิตลำดับถัดไปในห่วงโซ่อาหาร และทำให้ระบบนิเวศเสียสมดุล
- ผลเสียต่อสุขภาพของมนุษย์: ฝนกรดเป็นมลพิษทางอากาศ สร้างความระคายเคืองต่อผิวหนัง ดวงตา และระบบทางเดินหายใจ รวมไปถึงระบบทางเดินอาหาร ซึ่งการบริโภคน้ำฝนที่เพิ่งตกลงมาใหม่ ๆ อาจเสี่ยงต่อการดื่มน้ำที่มีสภาวะเป็นกรดและมีสารพิษปนเปื้อน
- ความเสียหายต่อสิ่งก่อสร้าง: ฝนกรดทำให้โครงสร้างทางกายภาพเสียหาย โดยเฉพาะอาคารที่สร้างจากหินปูนและหินอ่อน ($CaCO_3$) รวมไปถึงสิ่งของหรือยานพาหนะที่มีส่วนประกอบของเหล็ก ทำให้เกิดการผุกร่อนของโครงสร้างรวดเร็วกว่าปกติ สามารถเขียนเป็นปฏิกิริยาเคมีการสลายตัวของหินปูนและหินอ่อนได้ ดังนี้

$$CaCO_3(s) + H_2SO_4(aq) \longrightarrow CaSO_4(s) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

กิจกรรมการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

ขั้นตอนของ PhenoBL	mCSCL		การดำเนินกิจกรรม
	hardware	software	
ขั้นที่ 1 การเลือกปรากฏการณ์	แท็บเล็ต/ สมาร์ตโฟน	Youtube	● ผู้สอนดำเนินการเรียนการสอนโดยเลือกหัวข้อปรากฏการณ์ “ฝนกรดส่งผลอย่างไรต่อทัชมาฮาล” โดยตั้งปัญหาที่ใช้ในการศึกษาว่า “การเลือกใช้อินดิเคเตอร์ในการไทเทรตกรด-เบสมีผลต่อการคำนวณความเข้มข้นของสารละลายหรือไม่”

ขั้นตอนของ PhenoBL	mCSCL		การดำเนินกิจกรรม
	hardware	software	
			● นตท. ศึกษาปรากฏการณ์จากคลิปวิดีโอร่วมกัน (Youtube)
ขั้นที่ 2 การทำงานร่วมกับทีม	แท็บเล็ต/สมาร์ตโฟน	Jamboard และ Search engine	● ครูแบ่งกลุ่ม นตท. ออกเป็นกลุ่มละ 4 - 5 คน/กลุ่ม ตามความสามารถที่แตกต่างกัน ● นตท. ทำการศึกษา ค้นคว้าหาข้อมูล และทำการทดลองหาความเข้มข้นของสารละลายจากการไทเทรตกรด-เบส โดยใช้อินดิเคเตอร์บอกจุดยุติ เพื่อหาคำตอบของประเด็นปัญหาหรือคำถามที่สนใจ และระดมความคิดเห็นเพื่อหาคำตอบร่วมกับผู้อื่น (Jamboard)
ขั้นที่ 3 การรวบรวมข้อมูล	แท็บเล็ต/สมาร์ตโฟน	Google Docs	● นตท. รวบรวมข้อมูลหรือคำตอบภายในกลุ่ม (Google Docs) ● นตท. ทำแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หัวข้อ “ฝนกรดส่งผลอย่างไรต่อทัชมาฮาล” เป็นรายบุคคล
ขั้นที่ 4 การสร้างงานนำเสนอ	แท็บเล็ต/สมาร์ตโฟน	Canva	● นตท. แต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างโปสเตอร์โดยสรุปแนวคิด ความรู้ที่ได้ (Canva) และนำเสนอหน้าชั้นเรียน ● นตท. ทำแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หัวข้อ“เครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยาสำหรับรถยนต์” เป็นรายบุคคล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การประเมินผล

การประเมินผล	หลักฐานการเรียนรู้/ภาระงาน	เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล
ด้านความรู้ (Knowledge)	ความถูกต้องสมบูรณ์ในการทำแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (รายบุคคล)	แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แบบรูบริค 4 ระดับ
ด้านทักษะ (Skill)		

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
ของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน
โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

เรื่อง การทำแป้งขนมปัง (Making Bread Dough)
ผู้สอน ร้อยโทหญิง โชษิตา เกตุทิพย์ **เวลา** 3 ชั่วโมง

เป้าหมายการเรียนรู้

เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเตรียมทหารได้พัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 3 ประการ คือ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

ด้านความรู้ (Knowledge)	**ด้านทักษะ (Skill)**	**ด้านเจตคติและคุณลักษณะ (Attitude/Attributes)**
● เลือกใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล ● ระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยา ศาสตร์	● พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้ ● ประเมินวิธีการแก้ไขปัญหาหรือสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ● แปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ● วิเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ● ลงข้อสรุปได้อย่างเหมาะสม ● ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลเกี่ยวกับข้อมูลทางวิทยาศาสตร์	● สนใจในวิทยาศาสตร์ ● เห็นคุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน

บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
• กำหนดประเด็นปัญหาของปรากฏการณ์ให้สอดคล้องกับความจริง • เตรียมแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ • สรรหาเทคโนโลยีมาช่วยในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ • อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ แนะแนวทาง และคอยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง • สร้างเครื่องมือการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามเป้าหมายการเรียนรู้	• ศึกษาปรากฏการณ์จากแหล่งข้อมูลที่ผู้สอนกำหนดให้ • ใช้องค์ความรู้หรือทักษะเชื่อมโยงกับปรากฏการณ์ในโลกแห่งความจริง • ระดมความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่นเพื่อหาคำตอบร่วมกัน • แลกเปลี่ยนความรู้และความคิดกับผู้อื่น • สร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้เรียนในการทำงานเป็นทีม • มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น • ทำแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สาระการเรียนรู้

แป้งขนมปังเกิดจากการนำส่วนผสมหลัก คือ แป้ง น้ำ และยีสต์มานวดให้เข้ากันแล้วนำไปอบ ในสมัยก่อนนั้นจะนำธัญพืช เช่น ข้าวบาร์เลย์ ข้าวฟ่าง มาบดหยาบ ๆ ผสมกับน้ำ ทำให้เกิดเป็นแป้งโดว์ (Dough) แล้วนำไปวางบนหินร้อนและกลบด้วยขี้เถ้าเพื่อเป็นการให้ความร้อน หลังจากนั้นแป้งโดว์จะถูกหมักเอาไว้ สังเกตว่าจะมีฟองแก๊สเกิดขึ้นและแป้งโดว์ขยายขนาด จากนั้นจะได้ก้อนแป้งขนมปังออกมา แต่ในปัจจุบันผู้ผลิตขนมปังได้เรียนรู้และพัฒนาวิธีในการนำยีสต์เข้ามาใช้ในการทำขนมปัง โดยยีสต์เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดการหมัก (Fermentation) แบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่ 1) เบเกอร์ ยีสต์ (Baker yeast) หรือยีสต์ขนมปังที่ทำให้แป้งฟูหรือนุ่ม โดยยีสต์ชนิดนี้จะใช้น้ำตาลในแป้งขนมปังเป็นอาหาร แล้วหายใจเอาออกซิเจนเข้าไป และคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปแทรกอยู่ภายในแป้งขนมปัง ซึ่งยีสต์กลุ่มนี้จะมีการสร้างคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าแอลกอฮอล์ จึงนิยมใช้ในอุตสาหกรรมเบเกอรี่ และ 2) บริวเวอร์ ยีสต์ (Brewer yeast) เป็นยีสต์ที่นำมาหมักทำเบียร์และไวน์ หรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อื่น ๆ มีประสิทธิภาพในการสร้างแอลกอฮอล์สูง และสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ได้น้อย โดยยีสต์ชนิดนี้ต้องอยู่ในสภาวะออกซิเจนน้อย ๆ ถึงจะเปลี่ยนจากน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยการขยายตัวหรือฟองตัวของก๊าซภายในแป้งขนมปังสามารถอธิบายได้โดยใช้กฎของชาร์ล (Charle's Law) ที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและอุณหภูมิ (โดยที่จำนวนโมลและความดันคงที่) เช่น ถ้าให้ความร้อน แก๊สจะมีพลังงานมากขึ้น ชนกันถี่มากขึ้น ความดันที่เพิ่มขึ้นนี้จะดันกระบอกสูบให้ขยายปริมาตรออกไปที่ระยะที่ทำให้ความดันภายในเท่ากับความดันภายนอก ดังนั้นจึงได้ข้อสรุปว่า "ปริมาตรแปรผันตรงกับอุณหภูมิ"

กิจกรรมการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

ขั้นตอนของ PhenoBL	mCSCL		การดำเนินกิจกรรม
	hardware	software	
ขั้นที่ 1 การเลือกปรากฏการณ์	แท็บเล็ต/สมาร์ตโฟน	Youtube	● ผู้สอนดำเนินการเรียนการสอนโดยเลือกหัวข้อปรากฏการณ์ "การทำแป้งขนมปัง" โดยตั้งปัญหาที่ใช้ในการศึกษาว่า "การเติมผงฟูลงในแป้งขนมปังแล้วนำไปอบ มีผลต่อการพองตัวของแป้งขนมปังหรือไม่" ● นตท. ศึกษาปรากฏการณ์จากคลิปวิดีโอร่วมกัน (Youtube)
ขั้นที่ 2 การทำงานร่วมกับทีม	แท็บเล็ต/สมาร์ตโฟน	Jamboard และ Search engine	● ครูแบ่งกลุ่ม นตท. ออกเป็นกลุ่มละ 4 - 5 คน/กลุ่ม ตามความสามารถที่แตกต่างกัน ● นตท. ทำการศึกษา ค้นคว้าหาข้อมูล และทำการทดลองศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและอุณหภูมิของอากาศ เพื่อหาคำตอบของประเด็นปัญหาหรือคำถามที่สนใจ และระดมความคิดเห็นเพื่อหาคำตอบร่วมกับผู้อื่น (Jamboard)
ขั้นที่ 3 การรวบรวมข้อมูล	แท็บเล็ต/สมาร์ตโฟน	Google Docs	● นตท. รวบรวมข้อมูลหรือคำตอบภายในกลุ่ม (Google Docs)
ขั้นที่ 4 การสร้างงานนำเสนอ	แท็บเล็ต/สมาร์ตโฟน	Canva	● นตท. แต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างโปสเตอร์โดยสรุปแนวคิด ความรู้ที่ได้ (Canva) และนำเสนอหน้าชั้นเรียน ● นตท. ทำแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หัวข้อ "เครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยาสำหรับรถยนต์" เป็นรายบุคคล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การประเมินผล

การประเมินผล	หลักฐานการเรียนรู้/ภาระงาน	เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล
ด้านความรู้ (Knowledge)	ความถูกต้องสมบูรณ์ในการทำแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (รายบุคคล)	แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แบบรูบริค 4 ระดับ
ด้านทักษะ (Skill)		
ด้านเจตคติและคุณลักษณะ (Attitude/Attributes)	การทำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (รายบุคคล)	แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4
ของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน
โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

เรื่อง ฟันผุ (Dental caries)
ผู้สอน ร้อยโทหญิง โชษิตา เกตุทิพย์ **เวลา** 3 ชั่วโมง

เป้าหมายการเรียนรู้

เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเตรียมทหารได้พัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 3 ประการ คือ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

ด้านความรู้ (Knowledge)	ด้านทักษะ (Skill)	ด้านเจตคติและคุณลักษณะ (Attitude/Attributes)
● เลือกใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	● แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ● ประเมินวิธีการแก้ไขปัญหาหรือสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ● แปลงข้อมูลที่ได้รับจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง ● ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลเกี่ยวกับข้อมูลทางวิทยาศาสตร์	● สนใจในวิทยาศาสตร์ ● เห็นคุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน

บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
● กำหนดประเด็นปัญหาของปรากฏการณ์ให้สอดคล้องกับความจริง	● ศึกษาปรากฏการณ์จากแหล่งข้อมูลที่ผู้สอนกำหนดให้

บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
• เตรียมแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ • สรรหาเทคโนโลยีมาช่วยในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ • อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ แนะแนวทาง และคอยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง • สร้างเครื่องมือการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามเป้าหมายการเรียนรู้	• ใช้องค์ความรู้หรือทักษะเชื่อมโยงกับปรากฏการณ์ในโลกแห่งความจริง • ระดมความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่นเพื่อหาคำตอบร่วมกัน • แลกเปลี่ยนความรู้และความคิดกับผู้อื่น • สร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้เรียนในการทำงานเป็นทีม • มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น • ทำแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สาระการเรียนรู้

ฟันผุเป็นโรคในช่องปากที่เกิดขึ้นได้ทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ที่ทำลายฟันและอาจทำลายเส้นประสาทที่ไวต่อความรู้สึก ทำให้เกิดการติดเชื้อไปถึงปลายรากฟันได้ มีสาเหตุที่ทำให้เกิดฟันผุ ดังนี้

- การรับประทานอาหารจำพวกแป้งและน้ำตาล ทั้งในอาหาร ขนมหวาน น้ำตาลธรรมดา ซูโครส หรือน้ำตาลที่ได้รับจากการย่อยแป้ง เหล่านี้ล้วนเป็นอาหารโปรดของแบคทีเรียในช่องปาก เมื่อสะสมมาก ๆ แบคทีเรียในช่องปากและน้ำตาลจะทำให้เกิดคราบจุลินทรีย์ในลักษณะแผ่นฟิล์มปกคลุมผิวฟัน เรียกว่า คราบพลัค (Plaque) ซึ่งเป็นต้นเหตุทำให้เกิดโรคฟันผุ หินปูน หรือโรคเหงือกได้
- แบคทีเรียที่เกาะบนผิวฟัน นอกจากจะทำให้เกิดคราบพลัคแล้ว แบคทีเรียยังเป็นตัวร้ายที่ไปย่อยอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต และสร้างกรดอินทรีย์ เช่น กรดแลคติกออกมา ทำให้เกิดสภาวะความเป็นกรดในช่องปาก ซึ่งกรดดังกล่าวจะไปละลายแร่ธาตุบนผิวเคลือบฟัน ทำให้ผิวเคลือบฟันกลายเป็นสีน้ำตาลดำและแตกออกเป็นรู
- ระยะเวลาที่เกิดกรดในช่องปาก การที่ปล่อยให้มีแบคทีเรียเกาะอยู่บนผิวฟันจะทำให้เกิดสภาวะเป็นกรดในช่องปาก หากรับประทานอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต แบคทีเรียก็จะย่อยสลายอาหารประเภทแป้งและน้ำตาล แล้วปล่อยกรดออกมา ส่งผลให้ความเป็นกรดในช่องปากมีเพิ่มมากขึ้น ซึ่งโดยปกติคราบพลัคในช่องปากควรจะมีค่า pH อยู่ระหว่าง 6.3 - 7.0 แต่ถ้ารับประทานอาหารจำพวกแป้งและน้ำตาลบ่อย ๆ ใช้เวลารับประทานอาหารแต่ละมื้อนานขึ้น หรือกินจุบจิบเป็นประจำ ช่องปากก็จะมีระยะเวลาที่เป็นกรดที่นานขึ้น และอาจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ต้องใช้เวลาประมาณ 40 - 60 นาที เพื่อกลับมาสู่สภาวะปกติ หากปล่อยให้ช่องปากอยู่ในภาวะเป็นกรดนานเท่าไร โอกาสที่จะเกิดฟันผุก็ยิ่งมีมากขึ้นด้วย

- การสูญเสียแร่ธาตุจากสภาวะกรดในช่องปาก การที่เชื้อแบคทีเรียทำการย่อยสลายเศษอาหารและทำให้เกิดกรดขึ้นมาในช่องปาก กรดเหล่านี้จะเข้าไปทำปฏิกิริยากับบริเวณเคลือบฟันด้านนอกและเนื้อฟัน โดยการสลายแร่ธาตุที่เป็นโครงสร้างของฟัน ทำให้ฟันผุกร่อน ซึ่งการสลายแร่ธาตุของฟันจะทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุ (Demineralization) จากตัวฟันไปจนกลายเป็นกระบวนการเริ่มต้นของโรคฟันผุ ซึ่งแร่ธาตุที่ถูกทำลายคือ ไฮดรอกซีอะพาไทต์ (Hydroxyapatite: $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$) เป็นสารในกลุ่มของแคลเซียมฟอสเฟต ซึ่งเป็นแร่ธาตุหลักที่เป็นองค์ประกอบของสารเคลือบฟันถึง 97% (teeth enamel)

อาการฟันผุมีระดับความรุนแรงหลายระดับ สามารถแบ่งได้เป็น 4 ระยะ ดังนี้

- ระยะที่ 1 จะพบคราบสีขาวขุ่นที่ฟัน เกิดจากแบคทีเรียทำปฏิกิริยากับแป้งหรือน้ำตาล จนก่อให้เกิดกรดที่สามารถทำลายผิวเคลือบฟัน และเป็นบ่อเกิดที่ทำให้สูญเสียแร่ธาตุแคลเซียม
- ระยะที่ 2 มองเห็นอาการผุที่ผิวเคลือบฟัน หากปล่อยผ่านจากระยะที่ 1 มาเรื่อย ๆ ฟันก็จะสูญเสียแคลเซียมไปจนทำให้เกิดการเสื่อมสลายของผิวเคลือบฟัน
- ระยะที่ 3 พบการผุที่เนื้อฟัน (Dentin) เป็นอาการผุที่ลงลึกไปจนถึงเนื้อฟัน และยังสามารถลามไปผุในฟันซี่อื่น ๆ ได้ด้วย
- ระยะที่ 4 พบการผุที่โพรงประสาทฟัน (Dental Pulp) เป็นแหล่งรวมของเส้นประสาทจำนวนมาก และหากโพรงประสาทฟันเกิดการติดเชื้ออาจเกิดฝีที่ปลายรากฟัน และต้องทำการรักษารากฟัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ดังนั้น การลดโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดฟันผุ สามารถทำได้โดยควบคุมหรือลดปริมาณการรับประทานอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ทั้งในส่วนของปริมาณและความถี่ในการรับประทาน ซึ่งคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) เป็นสารอาหารหลักชนิดหนึ่งที่เป็นแหล่งพลังงานสำคัญของร่างกาย พบในอาหาร 3 ประเภทหลัก ได้แก่ น้ำตาล สตาร์ชในอาหารประเภทข้าว ขนมปัง มันฝรั่ง และซีเรียล และไฟเบอร์หรือใยอาหารที่พบในอาหารประเภทผักผลไม้

กิจกรรมการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

ขั้นตอนของ PhenoBL	mCSCL		การดำเนินกิจกรรม
	hardware	software	
ขั้นที่ 1 การเลือกปรากฏการณ์	แท็บเล็ต/ สมาร์ตโฟน	Youtube	● ผู้สอนดำเนินการเรียนการสอนโดยเลือกหัวข้อปรากฏการณ์ “ฟันผุ” โดยตั้งปัญหาที่ใช้ใน

ขั้นตอนของ PhenoBL	mCSCL		การดำเนินกิจกรรม
	hardware	software	
			การศึกษาว่า “น้ำตาลและแป้งที่มีโครงสร้างทางเคมีต่างกันมีผลต่อการเกิดฟันผุหรือไม่” ● นตท. ศึกษาปรากฏการณ์จากคลิปวิดีโอร่วมกัน (Youtube)
ขั้นที่ 2 การทำงานร่วมกับทีม	แท็บเล็ต/สมาร์ตโฟน	Jamboard และ Search engine	● ครูแบ่งกลุ่ม นตท. ออกเป็นกลุ่มละ 4 - 5 คน/กลุ่ม ตามความสามารถที่แตกต่างกัน ● นตท. ทำการศึกษา ค้นคว้าหาข้อมูล และทำการทดลองเปรียบเทียบสมบัติบางประการของกลูโคสและแป้งมันสำปะหลัง เพื่อหาคำตอบของประเด็นปัญหาหรือคำถามที่สนใจ และระดมความคิดเห็นเพื่อหาคำตอบร่วมกับผู้อื่น (Jamboard)
ขั้นที่ 3 การรวบรวมข้อมูล	แท็บเล็ต/สมาร์ตโฟน	Google Docs	● นตท. รวบรวมและตัดสินใจเลือกข้อมูลหรือคำตอบภายในกลุ่ม (Google Docs)
ขั้นที่ 4 การสร้างงานนำเสนอ	แท็บเล็ต/สมาร์ตโฟน	Canva	● นตท. แต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างโปสเตอร์โดยสรุปแนวคิด ความรู้ที่ได้ (Canva) และนำเสนอหน้าชั้นเรียน ● นตท. ทำแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หัวข้อ “เครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยาสำหรับรถยนต์” เป็นรายบุคคล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การประเมินผล

การประเมินผล	หลักฐานการเรียนรู้/ภาระงาน	เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล
ด้านความรู้ (Knowledge)	ความถูกต้องสมบูรณ์ในการทำแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (รายบุคคล)	แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แบบรูบริค 4 ระดับ
ด้านทักษะ (Skill)		

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5
ของรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน
โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

เรื่อง สารกันแดด (Sunscreen)
ผู้สอน ร้อยโทหญิง โชษิตา เกตุทิพย์ **เวลา** 3 ชั่วโมง

เป้าหมายการเรียนรู้

เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเตรียมทหารได้พัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 3 ประการ คือ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

ด้านความรู้ (Knowledge)	ด้านทักษะ (Skill)	ด้านเจตคติและคุณลักษณะ (Attitude/Attributes)
● เลือกใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล ● ระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์	● พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้ ● ประเมินวิธีการแก้ไขปัญหาหรือสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ● แปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ● วิเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ● ลงข้อสรุปได้อย่างเหมาะสม ● ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลเกี่ยวกับข้อมูลทางวิทยาศาสตร์	● สนใจในวิทยาศาสตร์ ● เห็นคุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน

บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
• กำหนดประเด็นปัญหาของปรากฏการณ์ให้สอดคล้องกับความจริง • เตรียมแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ • สรรหาเทคโนโลยีมาช่วยในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ • อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ แนะแนวทาง และคอยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง • สร้างเครื่องมือการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามเป้าหมายการเรียนรู้	• ศึกษาปรากฏการณ์จากแหล่งข้อมูลที่ผู้สอนกำหนดให้ • ใช้องค์ความรู้หรือทักษะเชื่อมโยงกับปรากฏการณ์ในโลกแห่งความจริง • ระดมความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่นเพื่อหาคำตอบร่วมกัน • แลกเปลี่ยนความรู้และความคิดกับผู้อื่น • สร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้เรียนในการทำงานเป็นทีม • มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น • ทำแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาระการเรียนรู้

แสงแดดประกอบด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตหรือรังสียูวี (Ultraviolet: UV) แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

- รังสียูวีเอ (UVA) คือ รังสีอัลตราไวโอเลตที่มีความยาวคลื่น 320 - 400 นาโนเมตร สามารถทะลุไปถึงชั้นผิวหนังกำพร้า และชั้นหนังแท้ได้ ในระยะยาวหากได้รับรังสี UVA ปริมาณมากจะทำให้เกิดอนุมูลอิสระในผิวหนัง ทำลายความยืดหยุ่นของเซลล์ ส่งผลให้ผิวหนังเหี่ยวย่น เกิดริ้วรอยก่อนวัย สีผิวคล้ำเข้ม ขาดความสดใส
- รังสียูวีบี (UVB) คือ รังสีอัลตราไวโอเลตที่มีความยาวคลื่น 290 - 300 นาโนเมตร ซึ่งรังสีชนิดนี้ไม่สามารถทะลุสู่ชั้นผิวหนังที่ลึกได้ แต่สามารถทำให้ผิวสูญเสียความชุ่มชื้น เกิดอาการแสบร้อน แดง และไหม้เกรียม

- รังสียูวีซี (UVC) คือ รังสีอัลตราไวโอเลตที่มีความยาวคลื่นสั้น 100 - 280 นาโนเมตร ให้พลังงานมากที่สุด หากใช้แสงในช่วงความยาวคลื่น 260 นาโนเมตร จะมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคสูงถึง 99.99% สามารถกำจัดได้ทั้งเชื้อไวรัส แบคทีเรีย ยีสต์ เห็ด และรา รวมถึงเชื้อไวรัสโควิด-19 ด้วย หากจ้องมองรังสี UVC โดยตรงในระยะยาว อาจทำให้กระจกตาอักเสบ แสบตา หรือเป็นต้อกระจก อาจเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ หากแสง UVC ที่มีความยาวคลื่นต่ำกว่า 240 นาโนเมตร เจอออกซิเจนในอากาศจะทำให้เกิดก๊าซโอโซน (O_3) ซึ่งเป็นก๊าซพิษออกมาได้ และอาจทำให้ผิวหนังไหม้และเกิดมะเร็งผิวหนังได้

วิธีป้องกันอันตรายจากแสงแดด

- หลีกเลี่ยงแสงแดดในช่วงเวลา 10.00-16.00 น. เป็นเวลานาน เนื่องจากเป็นช่วงที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผิวหนังมากที่สุด
- หากต้องทำกิจกรรมกลางแจ้ง ควรสวมเสื้อผ้าที่มีความหนา สีเข้ม และมิดชิด รวมทั้งสวมหมวกและกลางร่ม
- ควรทาครีมกันแดดในปริมาณที่เหมาะสม (2 มิลลิกรัมต่อ 1 ตารางเซนติเมตรของผิวหนัง) ก่อนออกแดด 15 นาที และทาซ้ำทุก 2 ชั่วโมง และควรเลือกครีมกันแดดที่มีค่า SPF 30 ขึ้นไป

นอกจากนั้นการสัมผัสรังสี UVB ในแสงแดดอ่อน ๆ ยามเช้า เป็นเวลา 10-15 นาที หรือสัปดาห์ละ 2-3 ครั้ง ช่วยให้ร่างกายสังเคราะห์คอเลสเตอรอลเป็นวิตามินดี 3 (Vitamin D3: Cholecalciferol) สะสมไว้ที่ตับเพื่อนำออกมาใช้ในการละลายไขมัน มีผลในการบำรุงกระดูก ควบคุมภาวะสมดุลของแร่ธาตุ แคลเซียม และฟอสเฟตในร่างกาย ลดความเครียด ช่วยในการนอนหลับ

ในส่วนของบรรจุภัณฑ์เครื่องสำอางแบบหลอดจะแบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ แบบ 2 ชั้น และแบบ 5 ชั้น โดยบรรจุภัณฑ์เครื่องสำอางแบบหลอด 2 ชั้นเหมาะกับครีมที่มีเนื้อครีมบางเบาเท่านั้น แต่ผู้ประกอบการบางรายต้องการประหยัดต้นทุนก็นำมาใช้ถือเป็นเรื่องที่ไม่สมควรเพราะครีมที่มีเนื้อพิเศษ เช่น ครีมกันแดด ยารักษาสิว นำมาบรรจุในหลอดที่มีความหนาเพียง 2 ชั้น ส่งผลทำให้เนื้อครีมทำปฏิกิริยากับหลอดทำให้หลอดรั่วซึมได้หรืออาจจะทำให้ตัวผลิตภัณฑ์เสื่อมสภาพได้ ดังนั้นควรเลือกบรรจุภัณฑ์เครื่องสำอางแบบหลอดหนา 5 ชั้น จะช่วยป้องกันการรั่วซึมดีกว่า ซึ่งวัสดุพลาสติกส่วนใหญ่ที่ใช้บรรจุภัณฑ์เครื่องสำอาง มี 3 ชนิด ดังนี้

1. วัสดุพลาสติกชนิด PET จะพบได้บ่อยในบรรจุภัณฑ์เครื่องสำอางประเภทกระปุกครีม ขวดปั๊ม ขวดบีบ หรือบรรจุภัณฑ์แบบใส เหมาะบรรจุเครื่องสำอางได้หลากหลาย แต่อาจจะไม่เหมาะกับพวกเครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของกรดวิตามินซี หรือ ที่มีส่วนผสมของความเข้มข้นสูง

2. วัสดุพลาสติกชนิด PP จะได้พบได้ทั้งกระปุกครีม ขวดต่าง ๆ ข้อดีของ PP คือทนกรด ทนด่าง ทนความร้อนสูง เหมาะสำหรับบรรจุเครื่องสำอางที่มีความเข้มข้นสูง

3. วัสดุพลาสติกชนิด PE คุณสมบัติคล้าย ๆ ชนิด PP พบได้บ่อยในบรรจุภัณฑ์เครื่องสำอาง หลอดครีม เหมาะกับสารกันแดด (SPF)

กิจกรรมการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

ขั้นตอนของ PhenoBL	mCSCL		การดำเนินกิจกรรม
	hardware	software	
ขั้นที่ 1 การเลือกปรากฏการณ์	แท็บเล็ต/สมาร์ตโฟน	Youtube	● ผู้สอนดำเนินการเรียนการสอนโดยเลือกหัวข้อปรากฏการณ์ “สารกันแดด” โดยตั้งปัญหาที่ใช้ในการศึกษาว่า “สมบัติพอลิเมอร์มีผลต่อการนำมาใช้บรรจุภัณฑ์สินค้าหรือไม่” ● นตท. ศึกษาปรากฏการณ์จากคลิปวิดีโอร่วมกัน (Youtube)
ขั้นที่ 2 การทำงานร่วมกับทีม	แท็บเล็ต/สมาร์ตโฟน	Jamboard และ Search engine	● ครูแบ่งกลุ่ม นตท. ออกเป็นกลุ่มละ 4 - 5 คน/กลุ่ม ตามความสามารถที่แตกต่างกัน ● นตท. ทำการศึกษา ค้นคว้าหาข้อมูล และทำการทดลองศึกษาสมบัติพอลิเมอร์ เพื่อหาคำตอบของประเด็นปัญหาหรือคำถามที่สนใจ และระดมความคิดเห็นเพื่อหาคำตอบร่วมกับผู้อื่น (Jamboard)
ขั้นที่ 3 การรวบรวมข้อมูล	แท็บเล็ต/สมาร์ตโฟน	Google Docs	● นตท. รวบรวมข้อมูลหรือคำตอบภายในกลุ่ม (Google Docs)
ขั้นที่ 4 การสร้างงานนำเสนอ	แท็บเล็ต/สมาร์ตโฟน	Canva	● นตท. แต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างโปสเตอร์โดยสรุปแนวคิด ความรู้ที่ได้ (Canva) และนำเสนอหน้าชั้นเรียน ● นตท. ทำแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หัวข้อ “เครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยาสำหรับรถยนต์” เป็นรายบุคคล ● นตท. ทำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนเป็นรายบุคคล (Google form)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนของ PhenoBL	mCSCL		การดำเนินกิจกรรม
	hardware	software	
			● นตท. ทำแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานฯ เป็นรายบุคคล

การประเมินผล

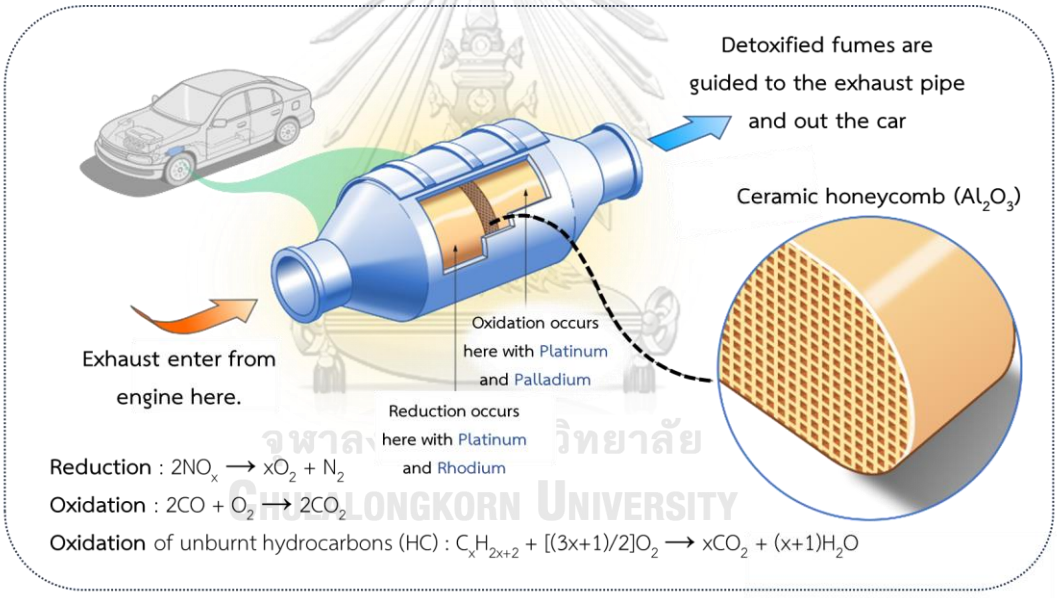
การประเมินผล	หลักฐานการเรียนรู้/ภาระงาน	เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล
ด้านความรู้ (Knowledge)	ความถูกต้องสมบูรณ์ในการทำแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (รายบุคคล)	แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แบบรูบริค 4 ระดับ
ด้านทักษะ (Skill)		
ด้านเจตคติและคุณลักษณะ (Attitude/Attributes)	การทำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (รายบุคคล)	แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

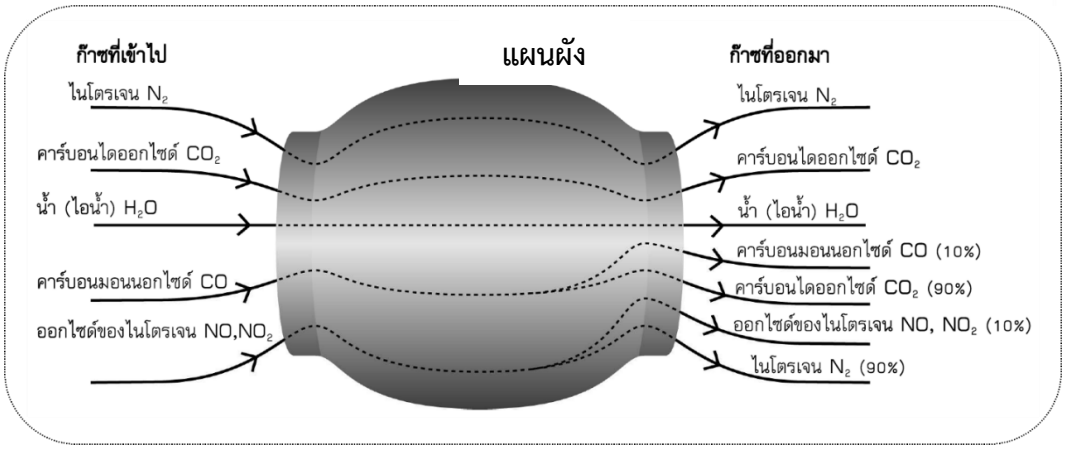
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ครั้งที่ 1

เครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยาสำหรับรถยนต์ (Catalytic Converter)

รถยนต์ก่อให้เกิดควันและก๊าซเรือนกระจกจำนวนมากที่มีส่วนทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ ซึ่งในระบบไอเสียที่ทันสมัยในยานพาหนะประกอบด้วยชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ช่วยควบคุมการปล่อยมลพิษและทำให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น หนึ่งในชิ้นส่วนเหล่านี้คือ เครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยาที่ภายทำจากเซรามิก (Ceramic) มีลักษณะคล้ายรังผึ้ง (Honeycomb) และเคลือบด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาจำพวกโลหะเฉื่อยเพื่อเกิดปฏิกิริยาเคมี ได้แก่ แพลตตินัม (Pt) โรเดียม (Rh) และแพลเลเดียม (Pd) เป็นชั้นบาง ๆ เพื่อเปลี่ยนสารประกอบที่เป็นอันตรายจากการปล่อยไอเสียของเครื่องยนต์ให้เป็นก๊าซที่ปลอดภัยมากขึ้น โดยประมาณร้อยละ 90





คำถามที่ 1 เครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยาสำหรับรถยนต์สามารถลดมลพิษทางอากาศได้จริงหรือไม่ จงอธิบายโดยใช้ข้อมูลจากแผนผังข้างบน

.....

.....

.....

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ **(C2)**
ความรู้	ระบบกายภาพ (ความรู้วิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	สิ่งแวดล้อม
สถานการณ์	สังคม
ลักษณะของข้อสอบ	เขียนตอบ

คำถามที่ 2 หากนักเรียนนำรถไปตรวจสภาพประจำปีที่สถานตรวจสภาพรถเอกชน เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของรถยนต์ว่ามีความพร้อมใช้งาน เพื่อลดอุบัติเหตุบนท้องถนน และไม่สร้างมลพิษทางอากาศ พบว่า ท่อไอเสียปล่อยควันดำเกินกว่าค่ามาตราฐานที่กำหนด แสดงว่าเครื่องยนต์ของรถยนต์นี้มีการเผาไหม้ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนหรือน้ำมันเบนซิน (C_9H_{20}) ที่สมบูรณ์หรือไม่ สังเกตจากสิ่งใด เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

.....

.....

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ **(A1)**
ความรู้	ระบบกายภาพ (ความรู้วิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	สิ่งแวดล้อม
สถานการณ์	สังคม
ลักษณะของข้อสอบ	เขียนตอบ

คำถามที่ 3 เมื่อวิศวกรและนักวิทยาศาสตร์ที่ทำเครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยาตรวจดูก๊าซที่ปล่อยออกมาสู่สิ่งแวดล้อม จากแผนผังข้างบน ยังมีปัญหาใดที่ควรต้องปรับปรุงแก้ไข เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ **(C2)**
ความรู้	ระบบกายภาพ (ความรู้วิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	สิ่งแวดล้อม
สถานการณ์	สังคม
ลักษณะของข้อสอบ	เขียนตอบ

คำถามที่ 4 “การถอดเครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยาออกนั้น ตามทฤษฎีจะทำให้รถยนต์แรงขึ้น เนื่องจากเครื่องยนต์สามารถระบายไอเสียได้อย่างรวดเร็ว” จากข้อความนี้ นักเรียนคาดว่าผลที่ตามมาหลังจากถอดเครื่องฟอกไอเสียส่งผลดีหรือเสียต่อสิ่งแวดล้อมหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

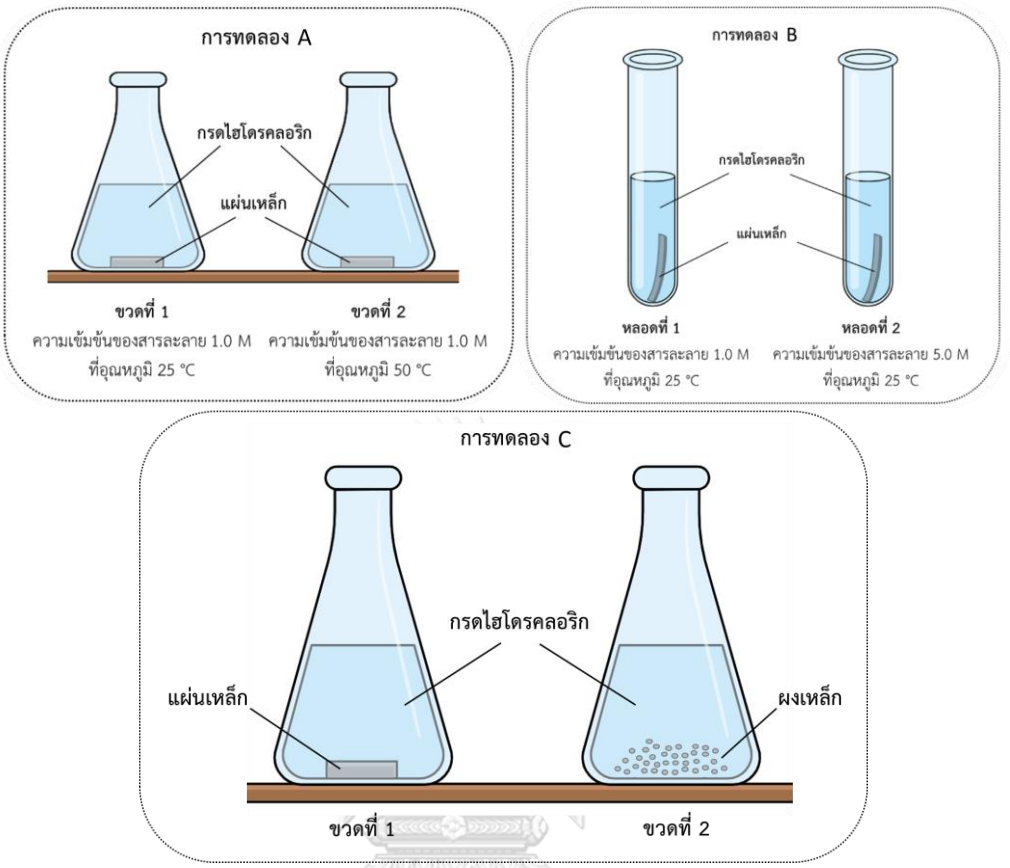
.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ **(A3)**
ความรู้	ระบบกายภาพ (ความรู้วิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	สิ่งแวดล้อม
สถานการณ์	สังคม
ลักษณะของข้อสอบ	เขียนตอบ

คำถามที่ 5 พิจารณาการทดลองตามรูปข้างล่างต่อไปนี้



การทดลองใดสามารถตรวจสอบประเด็นปัญหาว่า ทำไมภายในของเครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยาต้องมีลักษณะเป็นเซรามิกคล้ายรังผึ้ง เพราะเหตุใดจึงเลือกตอบเช่นนั้น จงอธิบายความสัมพันธ์ดังกล่าว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

.....

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ **(B3)**
ความรู้	การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถานการณ์	ส่วนตัว
ลักษณะของข้อสอบ	เขียนตอบ

คำถามที่ 6 ให้ระบุประเด็นปัญหาหรือคำถาม รวมถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมที่สอดคล้องกับการทดลองนั้นที่นักเรียนเลือกมาจากคำถามที่ 5

ประเด็นปัญหาหรือคำถาม คือ .....

ตัวแปรต้น คือ .....

ตัวแปรตาม คือ .....

ตัวแปรควบคุม คือ .....

ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ **(B1)**
ความรู้	การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถานการณ์	ส่วนตัว
ลักษณะของข้อสอบ	เขียนตอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ครั้งที่ 2

ฝนกรด (Acid Rain)

ทัชมาฮาลเป็นอนุสรณ์สถานแห่งความรักที่ยิ่งใหญ่และสถาปัตยกรรมยุคใหม่ ถูกสร้างขึ้นด้วยวัสดุหินอ่อนสีขาวที่ประดับไปด้วยเครื่องเพชรพลอยมากมาย โดยพระเจ้าชาห์ จาฮาน จักรพรรดิแห่งราชวงศ์โมกุลของอินเดีย ใช้เพื่อเป็นอนุสาวรีย์ฝังพระศพ พระมเหสีมุมตัซ มาฮาล (Mumtaz Mahal) หญิงสาวผู้เป็นที่รักยิ่งของพระองค์ ทัชมาฮาลถือเป็น 1 ใน 7 สิ่งมหัศจรรย์ของโลก ตั้งอยู่ที่ประเทศอินเดีย และได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นมรดกโลกตั้งแต่ พ.ศ. 2526 ต่อมารัฐบาลอินเดียมีการคาดเดาว่าทัชมาฮาลกำลังเสื่อมถอยลง ความแวววาวสีขาวของโครงสร้างกำลังเสื่อมลง และถูกกัดกร่อนจากฝนกรด

คำถามที่ 1 น้ำฝนปกติมีความเป็นกรดเล็กน้อย เพราะดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ ส่วนฝนกรดมีความเป็นกรดมากกว่าฝนปกติ เพราะฝนกรดดูดซับก๊าซ เช่น ออกไซด์ของซัลเฟอร์และออกไซด์ของไนโตรเจนไว้ด้วย

แหล่งกำเนิดสารประกอบออกไซด์ของซัลเฟอร์ และออกไซด์ของไนโตรเจนในอากาศมาจากไหน เกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ **(A1)**
ความรู้	ระบบกายภาพ (ความรู้วิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	ภัยอันตราย
สถานการณ์	สังคม
ลักษณะของข้อสอบ	เขียนตอบ

คำถามที่ 2 หากนักเรียนเป็นประธานาธิบดีแห่งสาธารณรัฐอินเดีย นักเรียนจะทำการปรับปรุงคุณภาพอากาศของเมืองและภูมิภาคเพื่อลดความเป็นกรดของน้ำฝนอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ **(A3)**
ความรู้	ระบบกายภาพ (ความรู้วิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	ภัยอันตราย
สถานการณ์	สังคม
ลักษณะของข้อสอบ	เขียนตอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำถามที่ 3 พิจารณาข้อความต่อไปนี้

ผลของฝนกรดที่มีต่อหินอ่อน จำลองได้โดยใส่เศษหินอ่อนลงในน้ำส้มสายชู ตั้งทิ้งไว้ค้างคืน น้ำส้มสายชูและฝนกรดมีความเป็นกรดใกล้เคียงกัน เมื่อใส่เศษหินอ่อนลงในน้ำส้มสายชูจะมีฟองก๊าซเกิดขึ้น เราสามารถชั่งน้ำหนักของหินอ่อนแห้งก่อนและหลังการทดลองได้

หากหินอ่อนชิ้นเล็ก ๆ ก่อนใส่ลงในน้ำส้มสายชู มีมวล 2.0 กรัม เมื่อใส่ลงในน้ำส้มสายชู ตั้งทิ้งไว้ค้างคืน วันรุ่งขึ้นนำเศษหินขึ้นมาและทำให้แห้ง มวลของหินอ่อนที่แห้งแล้วควรเป็นเท่าใด

1. น้อยกว่า 2.0 กรัม
2. 2.0 กรัมเท่าเดิม
3. ระหว่าง 2.0 - 2.4 กรัม
4. มากกว่า 2.4 กรัม

เพราะเหตุใดจึงเลือกตอบเช่นนั้น

.....

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ **(C3)**
ความรู้	ระบบกายภาพ (ความรู้วิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	ภัยอันตราย
สถานการณ์	ส่วนตัว
ลักษณะของข้อสอบ	เลือกตอบ และเขียนตอบ

คำถามที่ 4 หากนักเรียนไม่มีน้ำส้มสายชู จะสามารถนำสารละลายใดมาใช้ทำการทดลองแทนได้

สารละลายที่นำมาใช้แทนน้ำส้มสายชู	**ได้**	**ไม่ได้**
น้ำยาล้างจาน		
น้ำมะนาว		
แอลกอฮอล์ล้างแผล		

เพราะเหตุใดจึงเลือกตอบเช่นนั้น

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ **(B3)**
ความรู้	การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	ภัยอันตราย
สถานการณ์	ส่วนตัว
ลักษณะของข้อสอบ	เลือกตอบเชิงซ้อน และเขียนตอบ

คำถามที่ 5 หากนักเรียนที่ทำการทดลองข้างต้น ได้ทดลองใหม่อีกครั้งโดยการเปลี่ยนจากการใส่หินอ่อนชิ้นเล็ก ๆ ในน้ำส้มสายชูเป็นใส่ลงในน้ำกลั่นแทน และตั้งทิ้งไว้ค้างคืนเช่นกัน จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดนักเรียนคนนี้จึงทำการทดลองขั้นตอนนี้

คำอธิบายนี้สามารถประเมินการสำรวจตรวจสอบนี้ได้หรือไม่ ว่าเพราะเหตุใดนักเรียนคนนี้จึงทำการทดลองขั้นตอนนี้	**ได้**	**ไม่ได้**
เพื่อแสดงให้เห็นว่าน้ำกลั่นไม่มีฤทธิ์เป็นกรด		
เพื่อให้แน่ใจว่าน้ำฝนต้องมีความเป็นกรดเช่นเดียวกับฝนกรด จึงทำให้เกิดปฏิกิริยานี้		
เพื่อยืนยันว่าเศษหินอ่อนไม่ใช่จะทำปฏิกิริยากับของเหลวใดก็ได้ เนื่องจากน้ำกลั่นเป็นกลาง		

หากนักเรียนคนนี้ไม่ทำการทดลองโดยใส่หินอ่อนชิ้นเล็ก ๆ ลงในน้ำกลั่น จะเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนว่าอย่างไร

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ **(B4)**
ความรู้	การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	ภัยอันตราย
สถานการณ์	ส่วนตัว
ลักษณะของข้อสอบ	เลือกตอบเชิงซ้อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำถามที่ 6 เมื่อนักเรียนนำฝนกรดไปตรวจสอบด้วยอินดิเคเตอร์ 5 ชนิด ได้ผลทดสอบดังนี้

ชนิดของอินดิเคเตอร์	**ช่วง pH**	**สีที่เปลี่ยน**	**สีที่สังเกตได้**
เมทิลออเรนจ์	3.2 - 4.4	ส้ม - เหลือง	ส้มเหลือง
เมทิลเรด	4.2 - 6.3	ส้ม - เหลือง	ส้มเหลือง
โบรโมไทมอลบลู	6.0 - 7.6	เหลือง - น้ำเงิน	เหลือง
ฟีนอลเรด	6.8 - 8.4	เหลือง - ส้ม	เหลือง
ฟีนอล์ฟทาลีน	8.3 - 10.0	ไม่มีสี - แดง	ไม่มีสี

ฝนกรดนี้มีค่า pH ประมาณเท่าใด เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (C2)
ความรู้	การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	ภัยอันตราย
สถานการณ์	ส่วนตัว
ลักษณะของข้อสอบ	เขียนตอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ครั้งที่ 3

การทำแป้งขนมปัง (Making Bread Dough)

แป้งสาลีมีความสำคัญมากในการทำแป้งขนมปัง ซึ่งแป้งที่เหมาะสมในการแป้งทำขนมปังควรมีโปรตีนสูงและมีคุณสมบัติในการดูดน้ำได้ดี ในแป้งมีโปรตีนอยู่ 2 ชนิด คือ กลูเตนิน (glutenin) และเกียดิน (gliadin) เมื่อโปรตีนในแป้งรวมตัวกับน้ำและผ่านการนวดผสม จะเกิดเป็นโครงสร้างเหนียวและยืดหยุ่นขึ้น เรียกว่า กลูเต็น (gluten) ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างให้เนื้อแป้งขนมปังทำให้เกิดความยืดหยุ่นและเป็นตัวเก็บคาร์บอนไดออกไซด์จากยีสต์ การทำแป้งขนมปังเริ่มจากผสมแป้ง น้ำ เกลือ และยีสต์เข้าด้วยกัน หลังจากผสมแล้วจะเก็บแป้งไว้ในภาชนะหลายชั่วโมงเพื่อให้เกิดการหมัก ในระหว่างหมักมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเกิดขึ้นในแป้งโดยยีสต์ (เห็ดราเซลล์เดียว) เป็นหนึ่งในจุลินทรีย์ที่พบมากที่สุดในโลก จะช่วยเปลี่ยนแป้งและน้ำตาลให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์

Chulalongkorn University

คำถามที่ 1 การหมักทำให้แป้งขนมเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

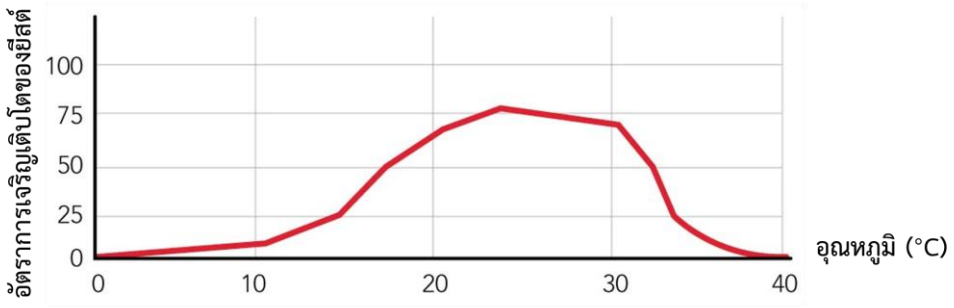
.....

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (A2)
ความรู้	ระบบกายภาพ (ความรู้วิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถานการณ์	ส่วนตัว
ลักษณะของข้อสอบ	เขียนตอบ

คำถามที่ 2 ให้นักเรียนระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามที่สามารถตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ได้ รวมถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม จากกราฟผลการทดลองด้านล่าง



ประเด็นปัญหาหรือคำถาม คือ .....

ตัวแปรต้น คือ .....

ตัวแปรตาม คือ .....

ตัวแปรควบคุม คือ .....

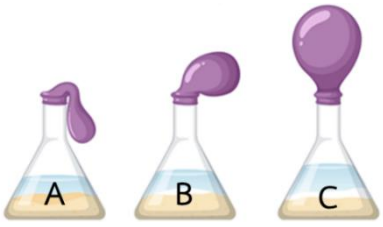
ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ **(B1)**
ความรู้	การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถานการณ์	ส่วนตัว
ลักษณะของข้อสอบ	เขียนตอบ

คำถามที่ 3 ขวดรูปกรวยทั้ง 3 ใบ ใส่ยีสต์ในปริมาณที่เท่ากัน แต่ปริมาณน้ำตาลแตกต่างกัน จงพิจารณาว่าในขวดรูปกรวยทั้ง 3 ใบ ควรมีปริมาณน้ำตาลเป็นอย่างไรจึงได้ผลการทดลองตามรูปข้างล่าง

น้ำตาล 0.1 กรัม ควรจะเป็น .....

น้ำตาล 1.0 กรัม ควรจะเป็น .....

น้ำตาล 5.0 กรัม ควรจะเป็น .....



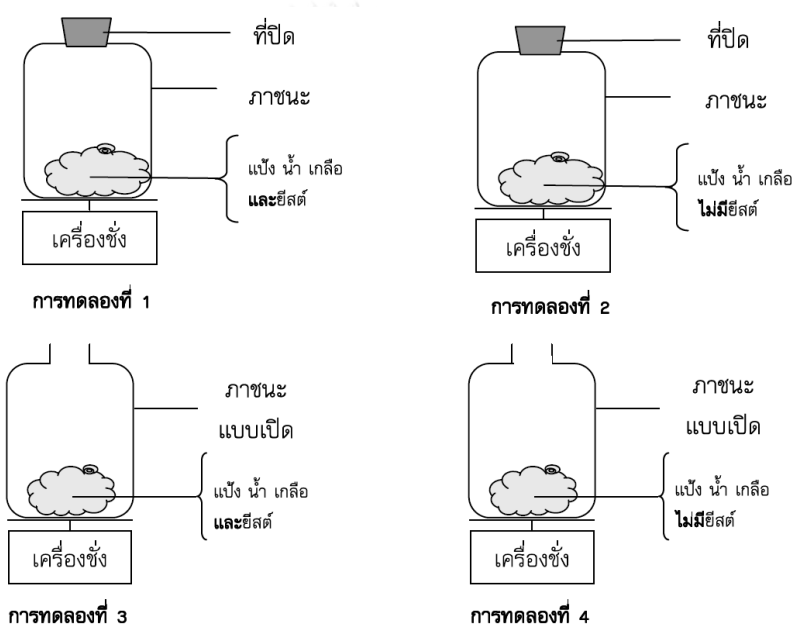
การทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่าอย่างไร

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ **(C2)**
ความรู้	การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถานการณ์	ส่วนตัว
ลักษณะของข้อสอบ	เขียนตอบ

คำถามที่ 4 ตอนเริ่มต้นการทดลองทั้ง 4 ตามรูปข้างล่าง แป้งมีน้ำหนักเท่ากัน หลังจากผสมแป้งขนมปังแล้ว 2 - 3ชั่วโมง คนทำขนมปังชั่งแป้งและเห็นว่าน้ำหนักของแป้งลดลง



ถ้าต้องการทดสอบว่ายีสต์เป็นต้นเหตุให้น้ำหนักหายไปหรือไม่ คนทำขนมปังควรทดสอบการทดลองคู่ใด เพราะเหตุใดจึงเลือกตอบเช่นนั้น

.....

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ **(B4)**
ความรู้	การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถานการณ์	ส่วนตัว
ลักษณะของข้อสอบ	เขียนตอบ

คำถามที่ 5 เมื่อแป้งขนมปังที่ฟูขึ้นถูกนำไปอบในตู้อบ ฟองอากาศและไอน้ำในแป้งขนมปังจะขยายตัว เพราะเหตุใดก๊าซและไอน้ำจึงขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน

1. โมเลกุลของก๊าซและไอน้ำใหญ่ขึ้น
2. โมเลกุลของก๊าซและไอน้ำเคลื่อนที่เร็วขึ้น
3. โมเลกุลของก๊าซและไอน้ำมีจำนวนเพิ่มขึ้น
4. โมเลกุลของก๊าซและไอน้ำมีการชนกันลดลง

จงอธิบายเหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ **(A1)**
ความรู้	ระบบทางกายภาพ (ความรู้วิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถานการณ์	ส่วนตัว
ลักษณะของข้อสอบ	เลือกตอบ และเขียนตอบ

คำถามที่ 6 ผลของการใส่ปริมาณเกลือที่แตกต่างกัน ทำให้เนื้อแป้งขนมปังที่ได้แตกต่างกันด้วย เพราะเหตุใด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. เกลือมีผลทำให้รสชาติของแป้งขนมปังอร่อยขึ้น
2. เกลือเป็นตัวหน่วงปฏิกิริยา ทำให้แป้งขนมปังฟูช้าลง
3. เกลือจะไปชะลอการทำงานของยีสต์ ทำให้ยีสต์ตาย
4. เกลือช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของยีสต์

เพราะเหตุใดจึงเลือกตอบเช่นนั้น

.....

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ **(C3)**
ความรู้	ระบบทางกายภาพ (ความรู้วิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถานการณ์	ส่วนตัว
ลักษณะของข้อสอบ	เลือกตอบ และเขียนตอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

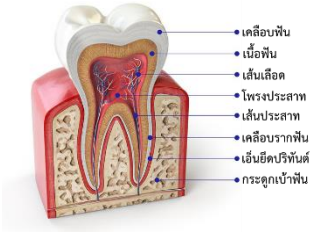
แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ครั้งที่ 4

ฟันผุ (Dental caries)

แบคทีเรียที่อยู่ในปากเป็นสาเหตุของฟันผุ ฟันผุเป็นปัญหามาตั้งแต่ปี ค.ศ.1700 นับตั้งแต่มีน้ำตาลจากการขยายอุตสาหกรรมน้ำตาลจากอ้อย

ปัจจุบันนี้ เรามีความรู้มากเกี่ยวกับฟันผุ ตัวอย่างเช่น:

- แบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของฟันผุกินน้ำตาลเป็นอาหาร
- น้ำตาลถูกเปลี่ยนไปเป็นกรด
- กรดทำลายผิวของฟัน
- การแปรงฟันช่วยป้องกันฟันผุ



คำถามที่ 1 แบคทีเรียมีบทบาทใดที่ทำให้ฟันผุ

1. แบคทีเรียสร้างสารเคลือบฟัน
2. แบคทีเรียสร้างน้ำตาล
3. แบคทีเรียสร้างแร่ธาตุ
4. แบคทีเรียสร้างกรด

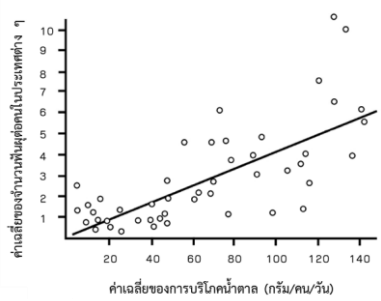
เพราะเหตุใดจึงเลือกตอบเช่นนั้น

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (C3)
ความรู้	การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	สุขภาพ
สถานการณ์	ส่วนตัว
ลักษณะของข้อสอบ	เลือกตอบ และเขียนตอบ

คำถามที่ 2 กราฟแสดงถึงการบริโภคน้ำตาลและจำนวนของฟันผุในประเทศต่าง ๆ แต่ละประเทศแสดงด้วยจุดบนกราฟ ข้อมูลจากกราฟสนับสนุนข้อความใดต่อไปนี้



1. ในบางประเทศ คนแปรงฟันบ่อยครั้งกว่าประเทศอื่น
2. ยิ่งคนกินน้ำตาลมาก อัตราเกิดฟันผุก็ยิ่งมากขึ้น
3. เมื่อไม่กี่ปีมานี้ อัตราของการเกิดฟันผุเพิ่มขึ้นในหลายประเทศ
4. เมื่อไม่กี่ปีมานี้ การบริโภคน้ำตาลเพิ่มขึ้นในหลายประเทศ

เพราะเหตุใดจึงเลือกตอบเช่นนั้น

.....

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ **(C1)**
ความรู้	การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	สุขภาพ
สถานการณ์	ส่วนตัว
ลักษณะของข้อสอบ	เลือกตอบ และเขียนตอบ

Chulalongkorn University

คำถามที่ 3 ในประเทศหนึ่งมีจำนวนฟันผุต่อคนสูงมาก คำถามใดต่อไปนี้สามารถตอบได้ด้วยการทดลองทางวิทยาศาสตร์

คำถามที่เกี่ยวกับฟันผุเหล่านี้ สามารถตอบได้โดยการทดลองทางวิทยาศาสตร์หรือไม่	**ได้**	**ไม่ได้**
การใส่ฟลูออไรด์ในน้ำประปาจะมีผลต่อฟันผุอย่างไร		
การไปหาทันตแพทย์ควรเสียค่าใช้จ่ายเท่าใด		

จงระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมของคำถามที่สามารถตอบได้โดยการทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้

ตัวแปรต้น คือ .....

ตัวแปรตาม คือ .....

ตัวแปรควบคุม คือ .....

ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ **(B2)**
ความรู้	การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	สุขภาพ
สถานการณ์	สังคม
ลักษณะของข้อสอบ	เลือกตอบเชิงซ้อน และเขียนตอบ

คำถามที่ 4 หากนักเรียนไปเลือกซื้อวัตถุดิบที่ตลาดนัดเพื่อมาทำอาหารมื้อเย็น นักเรียนคิดว่าวัตถุดิบใดที่มีโอกาสทำให้นักเรียนเกิดฟันผุได้ทุกชนิด

1. น้ำอัดลม เนื้อปลา มันเทศ
2. น้ำมันมะกอก ข้าวโพด ชีส
3. ถั่วเหลือง กาแฟดำ ไอศกรีม
4. ข้าวสาลี มะม่วงสุก เผือก

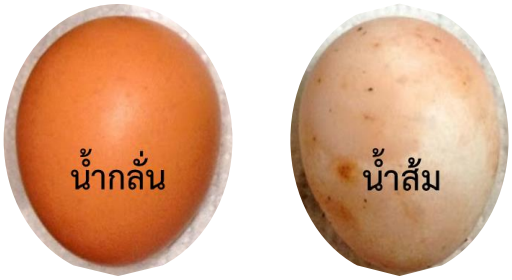
เพราะเหตุใดจึงเลือกตอบเช่นนั้น

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ **(A1)**
ความรู้	การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	สุขภาพ
สถานการณ์	สังคม
ลักษณะของข้อสอบ	เลือกตอบ และเขียนตอบ

คำถามที่ 5 การทดลองต่อไปนี้ นำไข่ไก่ไปแช่ในน้ำกลั่นและน้ำส้ม แล้วตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงของไข่ไก่ตามรูปข้างล่าง



การทดลองนี้มีจุดประสงค์เพื่ออะไร มีความเกี่ยวข้องกับฟันผุอย่างไร จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ **(B4)**
ความรู้	การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	สุขภาพ
สถานการณ์	ส่วนตัว
ลักษณะของข้อสอบ	เขียนตอบ

คำถามที่ 6 ขณะทำการทดลองแช่ไข่ไก่ในกรดเกลือ สังเกตเห็นฟองก๊าซจำนวนมากเกิดขึ้นรอบ ๆ เปลือกไข่ไก่ตามรูปด้านล่าง

ฟองก๊าซนี้เป็นก๊าซชนิดใด เกิดขึ้นได้อย่างไรให้อธิบายโดยใช้สมการเคมีแสดงการเกิดปฏิกิริยาดังกล่าว

CHULALONGKORN UNIVERSITY

.....

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ **(A1)**
ความรู้	การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	สุขภาพ
สถานการณ์	ส่วนตัว
ลักษณะของข้อสอบ	เขียนตอบ

แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ครั้งที่ 5

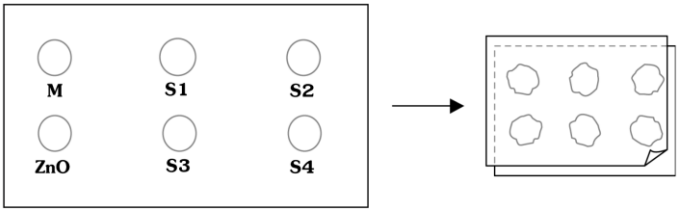
สารกันแดด (Sunscreen)

จากการสงสัยว่าสารกันแดดชนิดใดจะป้องกันผิวจากแสงแดดได้ดีที่สุด สารกันแดดมีค่าการป้องกันแสงแดด (Sun Protection Factor: SPF หรือค่าความสามารถในการปกป้องผิวจากรังสี UVB) เพื่อบอกว่าผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเลตจากแสงแดดได้ดีเพียงใด ผลิตภัณฑ์ที่มีค่า SPF สูง จะปกป้องผิวได้นานกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีค่า SPF ต่ำ จึงหาวิธีเปรียบเทียบสารกันแดดชนิดต่าง ๆ จนได้รวบรวมอุปกรณ์และสารเคมีต่อไปนี้

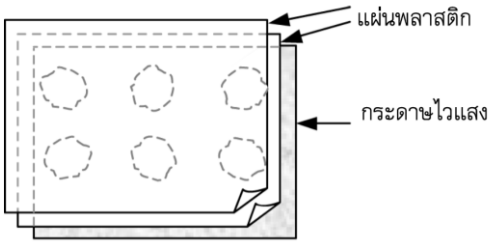
- แผ่นพลาสติกใสที่ไม่ดูดกลืนแสงแดด จำนวน 2 แผ่น
- กระดาษไวแสง จำนวน 1 แผ่น
- น้ำมันแร่ (M) และครีมที่มีส่วนประกอบของซิงค์ออกไซด์ (ZnO)
- สารกันแดด 4 ชนิด ใช้ชื่อ S1 S2 S3 และ S4

หมายเหตุ: การใช้น้ำมันแร่ เพราะว่ายอมให้แสงแดดผ่านไปได้เกือบทั้งหมด ส่วนซิงค์ออกไซด์จะกันแสงแดดได้เกือบสมบูรณ์

เริ่มจากหยดสารชนิดละหนึ่งหยดลงภายในวงกลมที่เขียนไว้บนแผ่นพลาสติกแผ่นที่หนึ่ง แล้วใช้แผ่นพลาสติกแผ่นที่สองวางทับด้านบน กดทับบนแผ่นพลาสติกทั้งสองด้วยหนังสือเล่มใหญ่ ๆ



ต่อจากนั้น วางแผ่นพลาสติกทั้งสองบนกระดาษไวแสง กระดาษไวแสงมีสมบัติเปลี่ยนสีจากเทาเข้มเป็นสีขาว (หรือสีเทาอ่อนมาก) ขึ้นอยู่กับว่ามันจะถูกแสงแดดนานเท่าใด แล้วนำทั้งหมดไปวางไว้กลางแดด



คำถามที่ 1 จากการทดลอง ข้อความใดต่อไปนี้แสดงถึงบทบาทของน้ำมันแร่และซิงค์ออกไซด์

1. น้ำมันแร่และซิงค์ออกไซด์เป็นตัวที่ถูกทดสอบทั้งคู่
2. น้ำมันแร่เป็นตัวที่ถูกทดสอบ ซิงค์ออกไซด์เป็นสารใช้เปรียบเทียบผลการทดลอง
3. ทั้งน้ำมันแร่และซิงค์ออกไซด์เป็นสารใช้เปรียบเทียบผลการทดลอง
4. น้ำมันแร่เป็นสารใช้เปรียบเทียบผลการทดลอง และซิงค์ออกไซด์เป็นตัวที่ถูกทดสอบ

เพราะเหตุใดจึงเลือกตอบเช่นนั้น

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ **(B4)**
ความรู้	การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	สุขภาพ
สถานการณ์	ส่วนตัว
ลักษณะของข้อสอบ	เลือกตอบ และเขียนตอบ

คำถามที่ 2 จากการทดลองพยายามหาคำตอบของประเด็นปัญหาหรือคำถามข้อใด

1. สารกันแดดปกป้องผิวของเราจากรังสีอัลตราไวโอเลตได้อย่างไร
2. สารกันแดดแต่ละชนิดกันแดดได้ดีเพียงใด เมื่อเปรียบเทียบกับชนิดอื่น
3. มีสารกันแดดชนิดใดหรือไม่ ที่ให้การปกป้องน้อยกว่าน้ำมันแร่
4. มีสารกันแดดชนิดใดหรือไม่ ที่ให้การปกป้องมากกว่าซิงค์ออกไซด์

จงระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมของประเด็นปัญหาหรือคำถามที่เลือก

ตัวแปรต้น คือ .....

ตัวแปรตาม คือ .....

ตัวแปรควบคุม คือ .....

ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ **(B1)**
ความรู้	การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	สุขภาพ
สถานการณ์	ส่วนตัว
ลักษณะของข้อสอบ	เลือกตอบ และเขียนตอบ

คำถามที่ 3 การกดแผ่นพลาสติกใสแผ่นที่สองลงบนแผ่นแรกด้วยหนังสือเล่มใหญ่ ๆ เพื่อทำให้หยดของสารมีความหนาเท่ากัน ในทางตรงกันข้ามหากไม่ทำเช่นนั้นจะมีผลอะไรหรือไม่ อย่างไร

.....

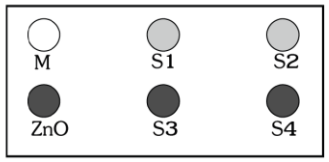
.....

.....

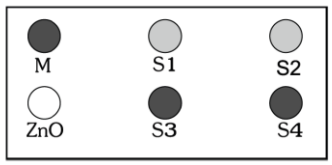
ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (A2)
ความรู้	การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	สุขภาพ
สถานการณ์	ส่วนตัว
ลักษณะของข้อสอบ	เขียนตอบ

คำถามที่ 4 กระดาษไวแสงที่มีสีเทาเข้ม จะค่อย ๆ จางลงเป็นสีเทาอ่อนเมื่อถูกแสงแดดเล็กน้อย จนเป็นสีขาวเมื่อถูกแสงแดดมาก ๆ รูปในข้อใดต่อไปนี้จะเกิดขึ้นจากการทดลอง จงอธิบายว่าทำไมนักเรียนจึงเลือกข้อนี้

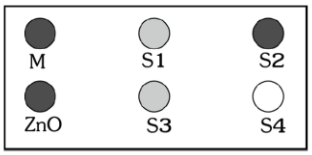
1.



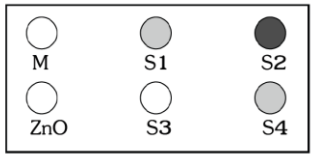
2.



3.



4.



เพราะเหตุใดจึงเลือกตอบเช่นนั้น

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (C3)
ความรู้	การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	สุขภาพ
สถานการณ์	ส่วนตัว
ลักษณะของข้อสอบ	เลือกตอบ และเขียนตอบ

คำถามที่ 5 หากผลการทดลองพบว่า หลังจากตากแดดทิ้งไว้โดยใช้ระยะเวลาที่เท่ากัน สีของกระดาษไวแสงจากการสังเกตด้วยตาเปล่ามีความแตกต่างกัน

ชนิดของสารกันแดด	สีของกระดาษไวแสง
S1	สีเทาเข้มกว่า S4
S2	สีขาว
S3	สีเทาอ่อน
S4	สีเทาเข้ม

จงระบุ S1 S2 S3 และ S4 ควรมีค่า SPF เท่าใด

ครีมกันแดด SPF 20 ควรจะเป็น ..... ครีมกันแดด SPF 30 ควรจะเป็น .....

ครีมกันแดด SPF 40 ควรจะเป็น ..... ครีมกันแดด SPF 50 ควรจะเป็น .....

จากการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่าอย่างไร

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ **(C2)**
ความรู้	การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	สุขภาพ
สถานการณ์	ส่วนตัว
ลักษณะของข้อสอบ	เขียนตอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำถามที่ 6 หากนักเรียนต้องฝึกเดินทางไกล พักแรม และดำรงชีพในป่าในช่วงเดือนเมษายน นักเรียนคิดว่าครีมกันแดดสำคัญหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของคำถาม	
สมรรถนะ	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ **(A1)**
ความรู้	การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)
การใช้ความรู้	สุขภาพ
สถานการณ์	ส่วนตัว
ลักษณะของข้อสอบ	เขียนตอบ

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนของแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

สมรรถนะ		เกณฑ์การให้คะแนน			
		0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	A1	ไม่สามารถเลือกใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์มาสร้างข้อกล่าวอ้าง	สามารถเลือกใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยว ข้องกับปรากฏการณ์มาสร้างข้อกล่าวอ้าง แต่ไม่ให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หรือยก ตัวอย่างที่สมเหตุสมผล	สามารถเลือกใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยว ข้องกับปรากฏการณ์มาสร้างข้อกล่าวอ้าง แต่ให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หรือยกตัวอย่างไม่ชัดเจน	สามารถเลือกใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยว ข้องกับปรากฏการณ์มาสร้างข้อกล่าวอ้าง และให้คำอธิบายทางวิทยา ศาสตร์หรือยกตัวอย่างที่ชัดเจนสมเหตุสมผล
	A2	ไม่สามารถพยากรณ์และอธิบายความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์	สามารถพยากรณ์และอธิบายความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์ แต่ไม่ให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนสมเหตุสมผล	สามารถพยากรณ์และอธิบายความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์ แต่ให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไม่ชัดเจนหรือไม่สมเหตุสมผล	สามารถพยากรณ์และอธิบายความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์ และให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนสมเหตุสมผล
	A3	ไม่สามารถระบุแนวทางการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในระดับสังคมที่กว้างขึ้น	สามารถระบุแนวทางการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในระดับสังคมที่กว้างขึ้น แต่ไม่ให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนสมเหตุสมผล	สามารถระบุแนวทางการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในระดับสังคมที่กว้างขึ้น แต่ให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สนับสนุนไม่ชัดเจนหรือไม่สมเหตุสมผล	สามารถระบุแนวทาง การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในระดับสังคมที่กว้างขึ้น และให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สนับสนุน ที่ชัดเจนสมเหตุสมผล
การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง	B1	ไม่สามารถระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสำรวจตรวจสอบได้	สามารถระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสำรวจตรวจสอบ แต่ระบุ	สามารถระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสำรวจตรวจสอบ แต่ระบุ	สามารถระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสำรวจตรวจสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สมรรถนะ		เกณฑ์การให้คะแนน			
		0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน
วิทยาศาสตร์			ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม หรือตัวแปรควบคุมสมบูรณ์เพียง 1 ตัวแปร	ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม หรือตัวแปรควบคุมสมบูรณ์เพียง 2 ตัวแปร	และระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมสมบูรณ์ทุกตัวแปร
	B2	ไม่สามารถแยกแยะประเด็นปัญหาหรือคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสำรวจตรวจสอบได้	สามารถแยกแยะประเด็นปัญหาหรือคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสำรวจตรวจสอบได้ แต่ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม หรือตัวแปรควบคุมสมบูรณ์เพียง 1 ตัวแปร	สามารถแยกแยะประเด็นปัญหาหรือคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสำรวจตรวจสอบได้ แต่ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม หรือตัวแปรควบคุมสมบูรณ์เพียง 2 ตัวแปร	สามารถแยกแยะประเด็นปัญหาหรือคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสำรวจตรวจสอบได้ และระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมครบถ้วนสมบูรณ์ทุกตัวแปร
	B3	ไม่สามารถเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบขอบเขตการศึกษาที่จำกัด	สามารถเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบขอบเขตการศึกษาที่จำกัดได้ แต่ไม่ให้เหตุผลในการเลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบ	สามารถเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบขอบเขตการศึกษาที่จำกัดได้ แต่ให้เหตุผลในการเลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบไม่ชัดเจน	สามารถเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบขอบเขตการศึกษาที่จำกัดได้ และให้เหตุผลในการเลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบชัดเจนสมเหตุสมผล
	B4	ไม่สามารถประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบโดยให้เหตุผลด้านความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนถูกต้อง	สามารถประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบ แต่ไม่ให้เหตุผลด้านความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน	สามารถประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบ แต่ให้เหตุผลด้านความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนไม่ชัดเจน	สามารถประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบ และให้เหตุผลด้านความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนชัดเจนสมเหตุสมผล
การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์	**C1**	ไม่สามารถแปลงข้อมูลดิบเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพในรูปแบบ	สามารถแปลงข้อมูลดิบเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพในรูปแบบอื่นเพื่อ	สามารถแปลงข้อมูลดิบเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพในรูปแบบอื่นเพื่อ	สามารถแปลงข้อมูลดิบเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพในรูปแบบอื่นเพื่อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สมรรถนะ		เกณฑ์การให้คะแนน			
		0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน
พยานในเชิงวิทยาศาสตร์		อื่นเพื่อสนับสนุนข้อสรุป	สนับสนุนข้อสรุปแต่ไม่ให้เหตุผลในการเลือกสนับสนุนข้อความ	สนับสนุนข้อสรุปแต่ให้เหตุผลในการเลือกสนับสนุนข้อความไม่ชัดเจน	สนับสนุนข้อสรุปและให้เหตุผลในการเลือกสนับสนุนข้อความชัดเจนสมเหตุสมผล
	C2	ไม่สามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปทางวิทยา ศาสตร์	สามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลแต่ไม่สามารถลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์	สามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลแต่ลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ไม่ชัดเจน	สามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ชัดเจนสมเหตุสมผล
	C3	ไม่สามารถระบุข้อสันนิษฐาน และใช้ประจักษ์พยานและเหตุผลสนับสนุนจากข้อมูลที่กำหนดให้	สามารถระบุข้อสันนิษฐาน แต่ไม่สามารถใช้ประจักษ์พยานและเหตุผลสนับสนุนจากข้อมูลที่กำหนดให้	สามารถระบุข้อสันนิษฐาน โดยใช้ประจักษ์พยานและเหตุผลสนับสนุนจากข้อมูลที่กำหนดให้ไม่ชัดเจน	สามารถระบุข้อสันนิษฐาน โดยใช้ประจักษ์พยานและเหตุผลสนับสนุนจากข้อมูลที่กำหนดให้ชัดเจนสมเหตุสมผล

เกณฑ์การแปลความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ช่วงคะแนนร้อยละ	ช่วงคะแนนเฉลี่ยที่ผู้เรียนได้	ระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์	การแปลความหมาย
0 - 12.5	0.0 - 2.2	ต่ำกว่า 1b	ระดับต่ำ
12.6 - 25.0	2.3 - 4.5	1b	
25.1 - 37.5	4.6 - 6.7	1a	
37.6 - 50.0	6.8 - 9.0	2	ระดับพื้นฐาน
50.1 - 62.5	9.1 - 11.2	3	ระดับปานกลาง
62.6 - 75.0	11.3 - 13.5	4	
75.1 - 87.5	13.6 - 15.7	5	ระดับสูง
87.6 - 100	15.8 - 18.0	6	

แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

คำชี้แจ้ง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นที่เป็นจริงของ นตท. มากที่สุด

5 คะแนน หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

4 คะแนน หมายถึง เห็นด้วยมาก

3 คะแนน หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง

2 คะแนน หมายถึง เห็นด้วยน้อย

1 คะแนน หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
ความสนใจในวิทยาศาสตร์					
- นตท. สนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์					
- นตท. อยากมีส่วนร่วมในกิจกรรมวิทยาศาสตร์					
- นตท. รู้สึกมีความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์					
- นตท. รู้สึกเชิงบวกต่ออาชีพทางวิทยาศาสตร์					
- นตท. สนใจที่จะประกอบอาชีพทางวิทยาศาสตร์ในอนาคต					
- นตท. เห็นว่าการเรียนวิทยาศาสตร์ ทำให้ได้ทักษะที่จำเป็นสำหรับอาชีพในอนาคต					
การเห็นคุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้					
- นตท. ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อค้นหาข้อเท็จจริง					
- นตท. ใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรม					
- นตท. มีเหตุผลไม่เชื่อสิ่งใดง่าย ๆ หากไม่มีข้อเท็จจริงมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ					
ความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม					
- นตท. รับรู้ถึงปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน					
- นตท. กังวลเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน					
- นตท. ตระหนักถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการกระทำของมนุษย์					
- นตท. เต็มใจที่จะมีบทบาทในการรักษา ปรับปรุงสิ่งแวดล้อม					

"ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการทำแบบสอบถาม"

ร้อยโทหญิง โชษิตา เกตุทิพย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

ผู้วิจัย ร้อยโทหญิง โชษิตา เกตุทิพย์ นิสิตระดับปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. ประกอบ กรณีกิจ
ภาควิชา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คระครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสอบถามนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนหลังจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร โดยแบบสอบถามฉบับนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร (นตท.)

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริงของ นตท. มากที่สุด

1. อายุ _____ ปี

2. เกรดเฉลี่ยสะสมเทอมที่ผ่านมา ☐ ต่ำกว่า 2.00 ☐ 2.00 - 2.49 ☐ 2.50 - 2.99
☐ 3.00 - 3.49 ☐ 3.50 - 4.00

3. นตท. มีอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาสำหรับใช้งานเป็นของตนเองหรือไม่

3.1 โน้ตบุ๊ก ☐ มี ☐ ไม่มี

3.2 สมาร์ตโฟน ☐ มี ☐ ไม่มี

3.3 แท็บเล็ต ☐ มี ☐ ไม่มี

4. ในกรณีที่ นตท. มีอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพานั้นสามารถเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตได้หรือไม่

4.1 โน้ตบุ๊ก ☐ ได้ ☐ ไม่ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2 สมาร์ตโฟน ☐ ได้ ☐ ไม่ได้

4.3 แท็บเล็ต ☐ ได้ ☐ ไม่ได้

5. อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาที่ นตท. สะดวกใช้ในทางการเรียนมากที่สุด

☐ โน้ตบุ๊ก ☐ สมาร์ตโฟน ☐ แท็บเล็ต

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริงและความคิดเห็นของ นตท. มากที่สุด โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

5 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
4 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
3 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
2 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
1 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. การเตรียมความพร้อมก่อนเรียน					
- ผู้สอนมีการปฐมนิเทศเพื่อแนะนำกิจกรรมการเรียนรู้					
- ผู้สอนมีการอธิบายรายละเอียดของจุดประสงค์การเรียนรู้ชัดเจน					
- ผู้สอนมีการอธิบายรายละเอียดของการประเมินผลชัดเจน					
- ผู้สอนมีการแนะนำการใช้งานโปรแกรมที่สนับสนุนการทำงานเป็นกลุ่ม					
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
- กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลาย แปลกใหม่ สามารถกระตุ้นและเร้าความสนใจของ นตท. ได้เป็นอย่างดี					
- ลำดับขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ ช่วยให้ นตท. เกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง					
- การจัดกิจกรรมการทำงานเป็นกลุ่ม ช่วยให้ นตท. บรรลุตามเป้าหมายการเรียนรู้					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
- ผู้สอนเปิดโอกาสให้ นตท. มีส่วนร่วมในระหว่างการจัดการเรียนการสอน					
- ผู้สอนเป็นผู้แนะแนวทางให้ นตท. ได้เรียนรู้ด้วยตนเอง					
- นตท. มีการกำหนดปัญหาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สนใจศึกษาร่วมกัน					
- นตท. มีการระดมความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่นเพื่อหาคำตอบร่วมกัน					
- นตท. มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น					
- นตท. ได้เชื่อมโยงชีวิตจริงกับสาระบทเรียน จนเกิดเป็นประสบการณ์ใหม่					
- นตท. สามารถเชื่อมโยงสาระบทเรียนกับชีวิตจริง จนเกิดเป็นประสบการณ์ใหม่					
- อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพามีจำนวนเพียงพอต่อการใช้งาน					
- โปรแกรมที่สนับสนุนการทำงานเป็นกลุ่ม ช่วยให้เกิดประสิทธิภาพและทันสมัย					
- การใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาร่วมกับโปรแกรมที่สนับสนุนการทำงานเป็นกลุ่ม ช่วยให้เกิดประสิทธิภาพทางการเรียนรู้					
- ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม					
- เกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีความชัดเจน					
- กิจกรรมการเรียนรู้นี้ ช่วยส่งเสริมให้เกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์					

Chulalongkorn University

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

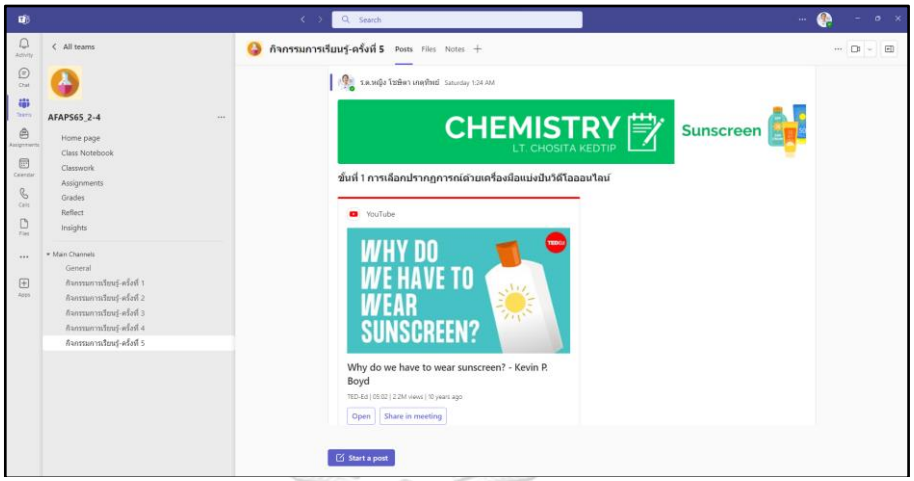
.....

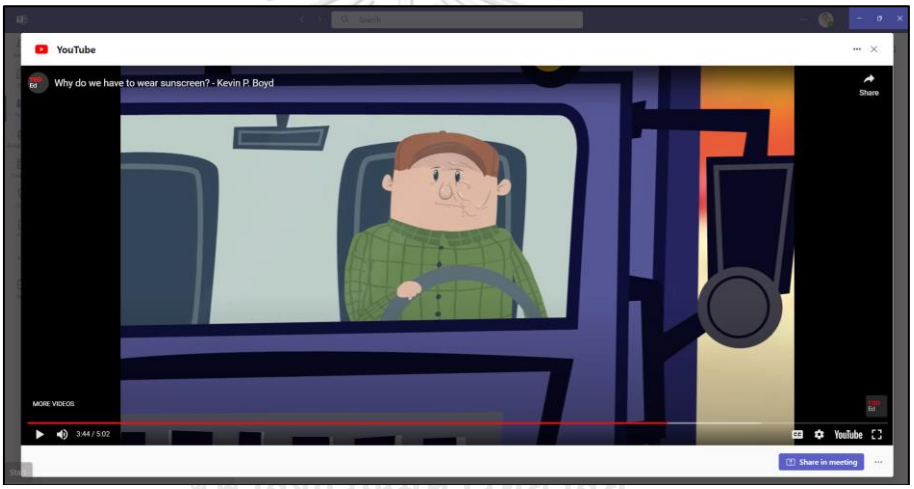
.....

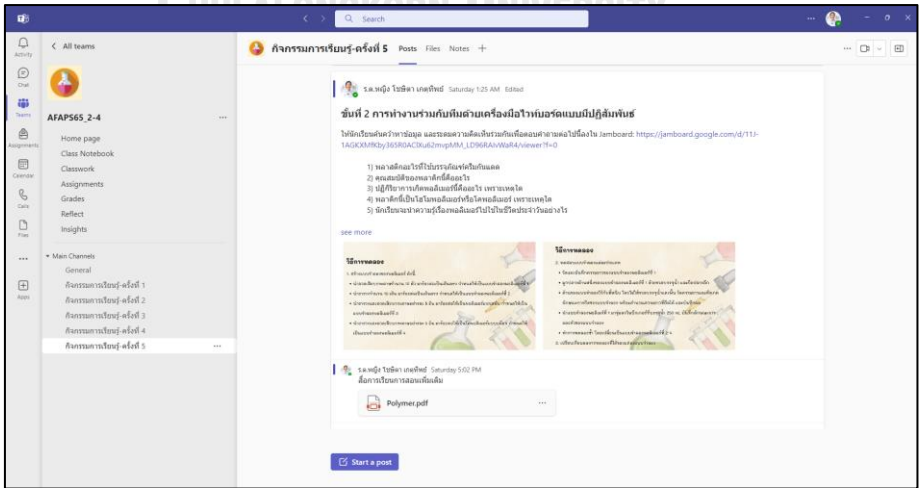
"ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการทำแบบสอบถาม"

ร้อยโทหญิง โชษิตา เกตุทิพย์

ภาพแสดงตัวอย่างคอมพิวเตอร์สนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน







จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ร.ท.หญิง โชษิตา เกตุทิพย์
วัน เดือน ปี เกิด	3 พฤษภาคม 2539
สถานที่เกิด	จังหวัดลพบุรี
วุฒิการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยมหิดล
ที่อยู่ปัจจุบัน	38 พุทธมณฑลสาย 2 ซอย 11 แขวงบางไผ่ เขตบางแค กรุงเทพมหานคร 10160

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University