

Chulalongkorn University

Chula Digital Collections

Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)

2022

การพัฒนาโมเดลแอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

กวิสรา รุ่งวิริยวงศ์
คณะครุศาสตร์

Follow this and additional works at: <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd>

 Part of the [Educational Technology Commons](#)

Recommended Citation

รุ่งวิริยวงศ์, กวิสรา, "การพัฒนาโมเดลแอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย" (2022). *Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)*. 6109.
<https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/6109>

This Thesis is brought to you for free and open access by Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD) by an authorized administrator of Chula Digital Collections. For more information, please contact ChulaDC@car.chula.ac.th.

การพัฒนาโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป
เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย



น.ส.กวิสรา รุ่งวิริยะวงศ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2565

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF INQUIRY-BASED LEARNING MOBILE APPLICATION
WITH ENDOSCOPE CAMERA TO ENHANCE UPPER ELEMENTARY STUDENTS'
SCIENCE PROCESS SKILLS



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 2022

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบ ร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย
โดย	น.ส.กวิสรา รุ่งวิริยวงค์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณীগิจ

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ใจทิพย์ ณ สงขลา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณীগิจ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แจ่มจันทร์ ศรีอรุณรัมย์)

กวิสรา รุ่งวิริยะวงศ์ : การพัฒนาโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย. (DEVELOPMENT OF INQUIRY-BASED LEARNING MOBILE APPLICATION WITH ENDOSCOPE CAMERA TO ENHANCE UPPER ELEMENTARY STUDENTS' SCIENCE PROCESS SKILLS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.ประกอบ กรณีกิจ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาสภาพปัญหาของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย 2) เพื่อพัฒนาโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป 3) เพื่อศึกษาผลการทดลองใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาสภาพปัญหาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 5 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยคือ 1) แบบสัมภาษณ์สภาพปัญหาของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างในการพัฒนาโมบายล์แอปพลิเคชัน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย คือ 1) แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับโมบายล์แอปพลิเคชัน และ 2) แบบประเมินรับรองร่างโมบายล์แอปพลิเคชัน กลุ่มตัวอย่างในการทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 32 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย คือ 1) โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป 2) แผนการจัดการเรียนรู้ตามโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป 3) เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4) แบบสอบถามความคิดเห็นต่อการใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าความถี่ ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way Repeated Measure ANOVA) ผลการวิจัยสรุปได้ว่า 1. โมบายล์แอปพลิเคชัน ที่พัฒนาขึ้นมี 6 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) เนื้อหาบทเรียน 2) ผู้สอนและผู้เรียน 3) อุปกรณ์สนับสนุนการเรียนรู้ 4) โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้ 5) การบันทึกข้อมูล และ 6) การติดต่อสื่อสาร โดยมี 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขวนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ 2) ออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคป 3) อภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการสำรวจ 4) ศึกษาและฝึกคิดเพื่อขยายความรู้เพิ่มเติม และ 5) ประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้ 2. ผลการทดลองใช้โมบายล์แอปพลิเคชัน พบว่า 1) นักเรียนที่เรียนด้วยโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการทดลองครั้งที่ 1 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 5 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) นักเรียนมีความคิดเห็นต่อการใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
ปีการศึกษา 2565

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

6280007627 : MAJOR EDUCATIONAL TECHNOLOGY AND COMMUNICATIONS

KEYWORD: INQUIRY-BASED LEARNING, MOBILE APPLICATION, ENDOSCOPE CAMERA, SCIENCE PROCESS SKILLS

Kawisara Rungwiriawong : DEVELOPMENT OF INQUIRY-BASED LEARNING MOBILE APPLICATION WITH ENDOSCOPE CAMERA TO ENHANCE UPPER ELEMENTARY STUDENTS' SCIENCE PROCESS SKILLS.

Advisor: Assoc. Prof. PRAKOB KORANEEKIJ, Ph.D.

The objectives of this research were 1) to investigate the state of teachers about upper elementary student's science learning and science process skills 2) to develop the inquiry-based learning mobile application with endoscope camera 3) to try out the inquiry-based learning mobile application with endoscope camera. The sample for investigating the state consisted of 5 upper elementary science teachers. The research instrument used is interview form. The sample in the develop mobile application consisted of 7 experts. The research instruments used are 1) interview form and 2) mobile application evaluation form. The sample in the experiment mobile application consisted of 32 fifth grade students. The research instruments used are 1) mobile application with endoscope camera 2) lesson plan of mobile application with endoscope camera 3) science process skills rubrics and 4) questionnaire of student's satisfaction. The data were analyzed by using frequency, mean, standard deviation and one-way Repeated Measure ANOVA. The results indicate that: The developed mobile application with endoscope camera had 6 components: 1) contents 2) instructors and Learners 3) devices 4) mobile application 5) collections and 6) communications; which consisted of 5 steps as follows: 1) Engagement by video 2) Exploration with endoscope camera 3) discussion and conclusion for explanation 4) study and think for elaboration and 5) Evaluation. The experimental results indicate that 1) the one-way repeated analysis of variance found that the score of science process skills in each study was statistically significantly higher than at .05 and 2) the student's satisfaction was at a high level.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study: Educational Technology and Communications

Academic Year: 2022

Student's Signature

Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความเมตตากรุณาและเอาใจใส่อย่างดียิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่งให้คำปรึกษา คำแนะนำ ข้อเสนอแนะที่ดีตลอดระยะเวลาการศึกษา ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของอาจารย์เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.จิตทิพย์ ณ สงขลา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แจ่มจันทร์ ศรีอรุณศรีมี กรรมการภายนอกสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาเสนอแนะและให้คำแนะนำแก่ผู้วิจัย ตลอดจนพิจารณาและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์และสำเร็จด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าในการให้ความร่วมมือให้สัมภาษณ์ ให้ข้อเสนอแนะ และตรวจแก้ไข ทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัยและทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ประสบการณ์ที่มีค่าแก่ผู้วิจัย ตลอดจนให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด

ขอขอบคุณเพื่อนๆ สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่คอยให้กำลังใจ ให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ น้องชาย และญาติพี่น้องทุกคนของผู้วิจัย ที่คอยดูแล ให้ความรักความห่วงใย คอยให้กำลังใจและให้การสนับสนุนผู้วิจัยในทุกเรื่อง และเป็นแรงผลักดันให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

กวิสรา รุ่งวิริยะวงศ์

สารบัญ

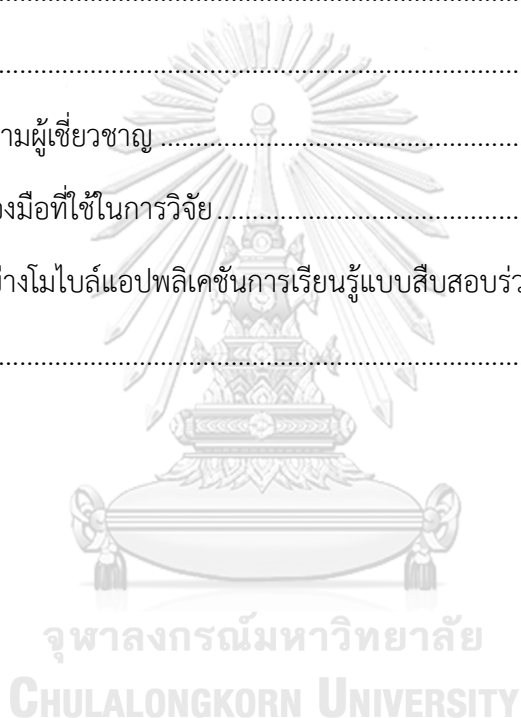
	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญภาพ	1
สารบัญตาราง.....	1
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาวิจัย.....	1
คำถามการวิจัย	7
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	7
สมมติฐานการวิจัย	7
กรอบแนวคิดการวิจัย	8
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	9
ขอบเขตการวิจัย	11
1. ประชากรในงานวิจัย	11
2. กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย.....	11
3. ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย.....	12
4. เนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย.....	12
5. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	12
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	13
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14

ตอนที่ 1 การเรียนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่.....	15
1.1 ความหมายของการเรียนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่	15
1.2 เทคโนโลยีอุปกรณ์เคลื่อนที่.....	16
1.3 องค์ประกอบของการเรียนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่	17
1.4 การออกแบบการเรียนการสอนบนอุปกรณ์เคลื่อนที่.....	21
1.5 ประโยชน์ของการเรียนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่.....	25
1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่.....	26
ตอนที่ 2 แอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้	28
2.1 ความหมายของแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้.....	28
2.2 ประเภทของแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้	29
2.3 คุณลักษณะของแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้	30
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้	31
ตอนที่ 3 การเรียนการสอนแบบสืบสอบ	32
3.1 ความหมายของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ.....	32
3.2 ประเภทของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ	33
3.3 ขั้นตอนการเรียนการสอนแบบสืบสอบ.....	34
3.4 การเรียนการสอนแบบสืบสอบตามรูปแบบการเรียนรู้ 5E.....	38
3.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนแบบสืบสอบตามรูปแบบการเรียนรู้ 5E	41
3.6 เทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับรูปแบบการเรียนรู้ 5E.....	43
3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบสืบสอบ	45
ตอนที่ 4 กล้องเอนโดสโคปกับการศึกษา	47
4.1 ความหมายของกล้องเอนโดสโคป	47
4.2 ส่วนประกอบของกล้องเอนโดสโคป	48
4.3 แนวทางการนำกล้องเอนโดสโคปมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน.....	50

4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกล้องเอนโดสโคป	51
ตอนที่ 5 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	52
5.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	52
5.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน.....	53
5.3 แนวทางการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน	57
5.4 ทฤษฎีของบลูมที่สอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	61
5.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	67
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	69
ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัญหาของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย	69
ประชากร	69
กลุ่มตัวอย่าง	69
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	70
ขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือ	70
ขั้นตอนในการวิจัย	70
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	70
ระยะที่ 2 การสร้างโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อ ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย	71
ประชากร	71
กลุ่มตัวอย่าง	71
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	71
ขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือ	71
ขั้นตอนในการวิจัย	73
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	74

ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย.....	74
ประชากร	74
กลุ่มตัวอย่าง.....	74
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	75
ขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือ	75
ขั้นตอนในการวิจัย.....	83
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	96
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	97
ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัญหาของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย	97
ระยะที่ 2 ผลการสร้างโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อ ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย	102
ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ.....	103
ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินรับรอง (ร่าง) โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้ แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปจากผู้เชี่ยวชาญ.....	104
ระยะที่ 3 ผลการทดลองใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย.....	109
ส่วนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากกิจกรรมการ เรียนครั้งที่ 1, 3 และ 5	109
ส่วนที่ 2 ผลการสำรวจความคิดเห็นต่อการใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบ ร่วมกับกล้องเอนโดสโคป	111
บทที่ 5 ผลการวิจัย	114
ตอนที่ 1 บทนำ.....	115
ตอนที่ 2 โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย.....	117

ตอนที่ 3 การนำโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายไปใช้	136
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	138
สรุปผลการวิจัย.....	139
อภิปรายผลการวิจัย	141
ข้อเสนอแนะ	147
บรรณานุกรม.....	149
ภาคผนวก.....	160
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ	161
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	163
ภาคผนวก ค ตัวอย่างโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ...	224
ประวัติผู้เขียน	237



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 2.1 ตัวอย่างการออกแบบให้สามารถรองรับการแสดงผลได้บนทุกอุปกรณ์ของผู้เรียน	23
ภาพ 2.2 กล้องเอนโดสโคป	47
ภาพ 2.3 ส่วนประกอบของ USB Endoscope Camera	48
ภาพ 2.4 ส่วนกล้องของกล้องเอนโดสโคป	48
ภาพ 2.5 ส่วนประกอบของ WIFI Endoscope Camera	49
ภาพ 2.6 WIFI Endoscope Camera ที่มีส่วนปรับระดับไฟ LED และปุ่มถ่ายภาพในตัวรับ Wifi	50
ภาพ 2.7 การนำกล้องเอนโดสโคปมาใช้ในการศึกษาแบบจำลองโมเลกุลของวัตถุ	50
ภาพ 3.1 โครงสร้างโมบายล์แอปพลิเคชัน	76
ภาพ 3.2 ร่างโมบายล์แอปพลิเคชันฯ หน้าหลัก	76
ภาพ 3.3 ร่างโมบายล์แอปพลิเคชันฯ หน้าชวนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ	77
ภาพ 3.4 ร่างโมบายล์แอปพลิเคชันฯ หน้าออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคป	77
ภาพ 3.5 ร่างโมบายล์แอปพลิเคชันฯ หน้าอภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการการสำรวจ	78
ภาพ 3.6 ร่างโมบายล์แอปพลิเคชันฯ หน้าศึกษาและฝึกคิดเพื่อขยายความรู้เพิ่มเติม	78
ภาพ 3.7 ร่างโมบายล์แอปพลิเคชันฯ หน้าประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้	79
ภาพ 3.8 โมบายล์แอปพลิเคชันฯ หน้าหลัก	79
ภาพ 3.9 โมบายล์แอปพลิเคชันฯ หน้าชวนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ	80
ภาพ 3.10 โมบายล์แอปพลิเคชันฯ หน้าออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคป	80
ภาพ 4.1 (ร่าง) โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย	103
ภาพ 4.2 คะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทดลองครั้งที่ 1 3 และ 5	111
ภาพ 5.1 องค์ประกอบและขั้นตอนของโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย	118

ภาพ 5.2 เนื้อหาบทเรียนในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ	119
ภาพ 5.3 การปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน.....	120
ภาพ 5.4 กล้องเอนโดสโคป	121
ภาพ 5.5 ตัวอย่างแอปพลิเคชัน Youtube ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้.....	121
ภาพ 5.6 ตัวอย่างแอปพลิเคชัน Padlet ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้.....	122
ภาพ 5.7 ตัวอย่างแอปพลิเคชัน Google slides ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้.....	122
ภาพ 5.8 ตัวอย่างแอปพลิเคชัน Google forms ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้.....	123
ภาพ 5.9 ตัวอย่างแอปพลิเคชัน Wordwall ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้.....	123
ภาพ 5.10 การลงทะเบียนสมัครสมาชิกในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ.....	124
ภาพ 5.11 การแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันระหว่างผู้เรียนในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ.....	125
ภาพ 5.12 หน้าหลักของโมบายล์แอปพลิเคชันฯ	126
ภาพ 5.13 กิจกรรมในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ.....	126
ภาพ 5.14 ตัวอย่างการทำกิจกรรมในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ	127
ภาพ 5.15 กิจกรรมออกสำรวจบริเวณพื้นที่จริงด้วยกล้องเอนโดสโคป.....	128
ภาพ 5.16 กิจกรรมในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ.....	128
ภาพ 5.17 ตัวอย่างกิจกรรมการบันทึกผลจากการออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคป	129
ภาพ 5.18 ตัวอย่างกิจกรรมการวาดแผนผังบริเวณพื้นที่ที่สำรวจ.....	129
ภาพ 5.19 ตัวอย่างกิจกรรมตอบคำถามท้ายกิจกรรม	130
ภาพ 5.20 กิจกรรมในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ.....	131
ภาพ 5.21 ตัวอย่างกิจกรรมอภิปรายผล.....	131
ภาพ 5.22 ตัวอย่างกิจกรรมสรุปผล.....	132
ภาพ 5.23 กิจกรรมในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ.....	133
ภาพ 5.24 ตัวอย่างกิจกรรมศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน	133
ภาพ 5.25 ตัวอย่างกิจกรรมสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม.....	134

ภาพ 5.26 ตัวอย่างกิจกรรมฝึกคิดเพื่อทำนายสิ่งที้อาจจะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง	134
ภาพ 5.27 กิจกรรมในโมไบล์แอปพลิเคชัน.....	135



สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 2.1 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบของโมไบล์เลิร์นนิ่ง	20
ตาราง 2.2 ตารางสังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบ	38
ตาราง 2.3 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนแบบสืบสอบตามรูปแบบการเรียนรู้ 5E.....	41
ตาราง 2.4 เทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับรูปแบบการเรียนรู้ 5E ในแต่ละชั้น	43
ตาราง 2.5 ความหมายและพฤติกรรมบ่งชี้ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน.....	54
ตาราง 2.6 เปรียบเทียบข้อสอบที่เป็นข้อคำถามความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	59
ตาราง 2.7 ตัวอย่างข้อสอบแบบเลือกตอบเพื่อประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	60
ตาราง 2.8 แนวคิดอนุกรมวิธานของบลูม (Bloom's Taxonomy) ที่สอดคล้องพฤติกรรมกรรมการแสดงออกทางปัญญาและการคิดในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	62
ตาราง 3.1 ขั้นตอนการทดลองใช้โมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย	85
ตาราง 4.1 ผลการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลาย	98
ตาราง 4.2 ผลการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ของผู้เชี่ยวชาญ	103
ตาราง 4.3 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับภาพรวมของร่างโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย.....	105
ตาราง 4.4 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับองค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเรียนตามโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย	105
ตาราง 4.5 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย	106

ตาราง 4.6 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย.....	107
ตาราง 4.7 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้งานโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย.....	108
ตาราง 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเกณฑ์ประเมินแบบรูบริคสำหรับการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการทดลองครั้งที่ 1 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 5	109
ตาราง 4.9 แสดงผลการเปรียบเทียบรายคู่ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเกณฑ์ประเมินรูบริคสำหรับการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการทดลองครั้งที่ 1 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 5 ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (One-Way Repeated Measure ANOVA).....	110
ตาราง 4.10 แสดงค่าเฉลี่ยของการสำรวจความคิดเห็นต่อการใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป.....	112

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาวิจัย

ปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในสังคมโลก ด้วยความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงส่งผลให้มนุษย์มีสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ทำให้เกิดความสะดวกสบายมากขึ้น สามารถติดต่อสื่อสารกันได้อย่างง่ายดายและรวดเร็วขึ้น และยังทำให้สามารถทำงานต่าง ๆ ได้รวดเร็วยิ่งขึ้นเช่นกัน ซึ่งจะเป็นพื้นฐานสำคัญที่ทำให้เกิดความเจริญทางด้านต่าง ๆ ทั้งด้านสังคมและเศรษฐกิจต่อไป ดังนั้นวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องส่งเสริมและปลูกฝังให้เด็กเกิดการเรียนรู้ และเกิดความเข้าใจเพื่อให้มีความรู้และทักษะพื้นฐานที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานต่าง ๆ ต่อไป สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ที่มีการกำหนดให้ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐานตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยจัดเรียงลำดับเนื้อหาตามความยากง่ายในแต่ละระดับชั้น เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

จากการศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จากการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ในด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการประเมินการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้งด้านเนื้อหา วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้เพื่ออธิบาย ตอบสนอง และแก้ปัญหาในบริบทหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตได้อย่างสมเหตุสมผลนั้น ผลการประเมินในปี 2018 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562) พบว่าคะแนนเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD ในด้านวิทยาศาสตร์เท่ากับ 489 คะแนน ส่วนคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนไทยเท่ากับ 426 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของประเทศสมาชิก และได้คะแนนเป็นลำดับที่ 8 ของประเทศสมาชิกอาเซียน นอกจากนี้ OECD ยังได้แบ่งระดับความสามารถของนักเรียนในแต่ละด้านออกเป็น 6 ระดับ

โดยระดับ 2 ถือเป็นระดับพื้นฐานที่นักเรียนสามารถใช้ทักษะและความรู้ในชีวิตจริงได้ พบว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD มีนักเรียน 78% ที่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ระดับ 2 ขึ้นไป สำหรับประเทศไทยมีนักเรียน 57% ที่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ระดับ 2 ขึ้นไป ซึ่งยังเป็นจำนวนที่น้อยเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD

จากการศึกษาผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) วิชาวิทยาศาสตร์ ประจำปีการศึกษา 2562 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2563) ก็มีผลการประเมินที่สอดคล้องและเป็นไปในทางเดียวกันกับการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล หรือ PISA โดยพบว่าผลการทดสอบของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ย 35.55 คะแนน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ย 30.07 คะแนน และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ย 29.20 คะแนน ดังจะเห็นได้ว่านักเรียนทุกระดับชั้นมีผลการทดสอบในรายวิชาวิทยาศาสตร์ไม่ถึง 50 คะแนน และมีคะแนนเฉลี่ยลดลงเมื่อเทียบกับปีการศึกษา 2561

ผลการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (PISA) ด้านวิทยาศาสตร์ ทำให้สามารถสะท้อนถึงการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนไทยได้ว่านักเรียนยังมีความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่มากพอ หรือยังไม่สามารถนำความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมและมีเหตุผล เนื่องจากนักเรียนต้องใช้ทั้งความรู้ วิธีการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาอธิบาย ตอบสนองและแก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ, 2563) อีกทั้งผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) วิชาวิทยาศาสตร์ยังสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนยังขาดความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และยังขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย เนื่องจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้และมีความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถเชื่อมโยงข้อมูลเพื่ออธิบายภาพรวมของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2551) นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนของครูส่วนใหญ่ยังเน้นการให้ความรู้แบบครูเป็นศูนย์กลาง ใช้วิธีการบรรยาย ไม่ได้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ หรือได้รู้จักวิธีการแสวงหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง (นวลจิตต์ เขวกีรติพงศ์, 2560) จึงทำให้นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับที่ต่ำด้วยเช่นกัน

การจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน และมีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนั้นนอกจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์แล้ว ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก็เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นที่จะต้องฝึกฝนและปลูกฝังให้เกิดขึ้นกับ

นักเรียน เนื่องจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญาหรือทักษะการคิดที่ นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้แก้ปัญหาและใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะความรู้ (วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2542) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะนำนักเรียน ไปสู่การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดีและเกิด การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถจำแนกตามความยาก ง่ายของทักษะได้เป็น 2 ประเภทคือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานหรือขั้นบูรณาการ (The American Association for the Advancement of Science, 1989) โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานเป็น ทักษะที่นักเรียนควรฝึกให้เกิดชำนาญเป็นพื้นฐานก่อนการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น ผสมผสานหรือขั้นบูรณาการ และเป็นทักษะที่เหมาะสมสำหรับเด็กในระดับชั้นประถมศึกษา (Jinks, 1997)

วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันได้มีการ ปรับเปลี่ยนให้มีรูปแบบที่เหมาะสมและสอดคล้องกับความหลากหลายของผู้เรียนมากขึ้น (ชนินันท์ พงษ์ขจรมูล, 2557) โดยการจัดการเรียนการสอนแบบนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ให้ผู้เรียนได้ลงมือทำ กิจกรรมด้วยตนเองจะสามารถช่วยส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี อีกทั้งการนำเทคโนโลยีการศึกษาเข้ามาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะเป็นการช่วยกระตุ้นความ สนใจของนักเรียนได้ดี ทำให้นักเรียนตั้งใจเรียนมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นได้

การเรียนการสอนแบบสืบสอบ (Inquiry-based learning) เป็นรูปแบบการสอนหนึ่งที่ใช้ใน การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากการเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นการให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ของ ตนเองเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ต่าง ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) โดยผู้สอนกระตุ้นให้ นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ลงมือแสวงหาความรู้แล้วนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง (ทิตินา แคมมณี, 2555) ซึ่งการเรียนการสอนแบบสืบสอบนี้จะเป็นพื้นฐานสำคัญของการศึกษา วิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษา เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย มี วิธีการค้นคว้าหาคำตอบเพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้ และสามารถสื่อสารในสิ่งที่รู้ได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้การเรียนการสอนแบบสืบสอบยังช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้อีกด้วย (Suduc, Bizoi and Gorghiu, 2015) โดยรูปแบบที่นิยมนำไปใช้ประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้น หรือที่เรียกว่า วัฏ จักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น (5E Learning Cycle Model)

รูปแบบการเรียนรู้ 5E หรือวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นนี้ ได้ถูกนำมาใช้ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในสหรัฐอเมริกาและอีกหลายประเทศทั่วโลก เพื่อใช้เป็นกรอบการวางแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) เน้นให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้โดยการแสวงหาและศึกษาค้นคว้าเพื่อสร้างองค์ความรู้ของตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้น คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ โดยครูผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจใคร่รู้ เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนหรือเนื้อหาใหม่ๆ ซึ่งอาจมาจากความสนใจของนักเรียนเอง การอภิปรายกลุ่ม หรือจากการนำเสนอของครูผู้สอนก็ได้ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้กำหนดแนวทางการดำเนินการศึกษาค้นคว้า ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบสมมติฐานและให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปใช้ในการอธิบายและสรุปผล 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และแปลผล เพื่อสรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การบรรยายสรุป การสร้างแบบจำลอง การวาดภาพ หรือการสรุปเป็นตารางหรือกราฟ เป็นต้น 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือนำมาใช้อธิบายถึงสถานการณ์และเหตุการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง และ 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นของการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบนักเรียนว่ามีความรู้ที่ถูกต้องมากน้อยเพียงใด (นรรีซด์ ผันเชียร, 2563; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ดังจะเห็นได้ว่ากระบวนการเรียนรู้รูปแบบนี้นักเรียนจะได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และครูผู้สอนยังสามารถแทรกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในทุกๆ ขั้นตอนอีกด้วย การเรียนการสอนรูปแบบนี้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จนสามารถขยายผลเพื่อเป็นความรู้หรือประสบการณ์พื้นฐานในการเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2551)

นอกจากวิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาแล้ว ความสนใจของนักเรียนก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดความล้มเหลวในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (Baharom, Atan, Rosli, Yusof and Hamid, 2020) ดังนั้นนอกจากวิธีการสอนแบบต่าง ๆ โดยเฉพาะการเรียนการสอนแบบสืบเสาะดังกล่าวกว่าข้างต้นที่นำมาใช้เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแล้ว ครูผู้สอนจึงควรนำเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ร่วมกับวิธีการสอนเพื่อเป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียน และช่วยทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนได้ดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีโมบายล์เลิร์นนิง (Mobile learning) ซึ่งเป็นการนำอุปกรณ์เทคโนโลยีเคลื่อนที่แบบพกพามาใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำมาใช้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในรายวิชาต่าง ๆ และส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี เนื่องจากนักเรียนส่วน

ใหญ่เข้าถึงอุปกรณ์หรือเทคโนโลยีที่สนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียนได้ทุกที่และทุกเวลา อย่างเช่น โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต หรือคอมพิวเตอร์แบบพกพา เป็นต้น เทคโนโลยีโมบายล์เลิร์นนิง (Mobile learning) จึงเป็นเทคโนโลยีช่วยให้การเรียนรู้มีความยืดหยุ่นได้ในแง่ของเวลาและสถานที่ ผู้เรียนสามารถกำหนดการเรียนรู้ของตนเองได้ (Ekici and Erdem, 2020) อีกทั้งยังสามารถใช้งานได้ง่าย มีราคาถูก และช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นและสนใจเรียนมากขึ้นอีกด้วย (Khery, Nufida, Suryati, Rahayu and Budiasih, 2020) ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การนำสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบสืบสอบมาอยู่บนอุปกรณ์เคลื่อนที่แบบพกพาโดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียนผ่านการสำรวจตรวจสอบ การศึกษาค้นคว้าจากกิจกรรมหรือการทดลองต่าง ๆ ให้แก่นักเรียน จะช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจได้ดี สามารถพัฒนาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ได้ (Baharom, Atan, Rosli, Yusof and Hamid, 2020)

จากการศึกษาองค์ประกอบที่สำคัญของโมบายล์เลิร์นนิง (Mobile learning) พบว่า องค์ประกอบที่สำคัญนอกจากเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนได้ศึกษาแล้ว โปรแกรมประยุกต์หรือแอปพลิเคชันที่อยู่ในอุปกรณ์สื่อสารแบบพกพาก็เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี โดยลักษณะของแอปพลิเคชันที่จะนำมาใช้เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะต้องสนับสนุนให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองและได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในทุกขั้นตอนของการเรียนรู้ เช่น google search สามารถนำมาใช้เพื่อให้นักเรียนค้นคว้าหาข้อมูลเพื่อตอบคำถามที่ตนสงสัย หรือใช้เป็นสารสนเทศเพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ต่าง ๆ ได้ ส่วน canva สามารถนำมาใช้เพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ที่สร้างขึ้นหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ โดยอาจจัดทำในรูปแบบของแผนภาพเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย ช่วยฝึกทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลซึ่งเป็นทักษะหนึ่งของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังมี youtube ที่สามารถนำมาใช้เพื่อสร้างความสนใจของนักเรียน และยังสามารถใช้เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหลายๆ ทักษะได้ เช่น ทักษะการสังเกต และทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล เป็นต้น และ google form สามารถนำมาใช้เพื่อวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนได้ ทั้งนี้ยังมีแอปพลิเคชันที่สามารถช่วยจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนทั้งในเรื่องของการสร้างและเก็บชิ้นงาน การติดตามงาน และการสื่อสารในชั้นเรียน อย่างเช่น google classroom ที่จะช่วยทำให้การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้น เป็นต้น

นอกจากนี้กล้องเอนโดสโคป (Endoscope Camera) หรือกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัยในปัจจุบันที่ช่วยในการมองเห็นนั้นก็ยังสามารถนำมาใช้เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้โดยกล้องเอนโดสโคปมีลักษณะเป็นท่อยาวขนาดเล็กที่สามารถโค้งงอได้ ที่ปลายท่อจะมีกล้องขนาดเล็กมากติดตั้งไว้ ทำให้กล้องเอนโดสโคปถูกนำมาใช้เพื่อช่วยในการมองเห็นในพื้นที่ที่

แคบหรือเข้าถึงได้ยาก สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เคลื่อนที่ได้ (Juniper, 2020) มักนำมาใช้ในด้านอุตสาหกรรมและในด้านการแพทย์ นอกจากนี้ยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานด้านต่าง ๆ ได้หลากหลาย ซึ่งในด้านการศึกษา กล้องเอนโดสโคปก็สามารถนำมาใช้ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้ เช่น การจำลองการผ่าตัด การศึกษาแบบจำลองโมเลกุลของวัตถุ (Foo & Ruiz, 2019) และการศึกษาด้านระบบนิเวศ (Webber, 2020; Novais et al., 2018) เป็นต้น โดยกล้องเอนโดสโคปทำให้มองเห็นรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ได้ชัดเจนขึ้นผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ จึงทำให้นักเรียนสามารถบอกรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ได้ดีขึ้นหรือมีทักษะการสังเกตที่ดีขึ้น นอกจากนี้กล้องเอนโดสโคปยังสามารถบันทึกวิดีโอและภาพไว้ดูในภายหลังได้ทำให้นักเรียนสามารถบันทึกสภาพแวดล้อมของสถานที่ที่นักเรียนไปสำรวจได้ละเอียดขึ้น นักเรียนจึงสามารถประมาณปริมาณต่าง ๆ และเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการวัดปริมาณ สามารถระบุจำนวนของสิ่งต่าง ๆ ระบุตำแหน่งหรือรูปร่างของสิ่งต่าง ๆ จนสามารถจำแนกหรือจัดกลุ่มสิ่งต่าง ๆ ได้ซึ่งแสดงถึงทักษะการวัด ทักษะการใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา และทักษะการจำแนกประเภทได้ตามลำดับ ดังนั้นนอกจากแอปพลิเคชันต่าง ๆ จะสามารถนำมาใช้เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้แบบสืบสอบและส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ตามลักษณะและคุณสมบัติของแอปพลิเคชันนั้น ๆ แล้วก็มีเทคโนโลยีที่ทันสมัยอย่างกล้องเอนโดสโคปสามารถนำมาใช้เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อีกด้วย

จากการศึกษาสภาพปัญหาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การนำเทคโนโลยีโมบายล์เลิร์นนิง (Mobile learning) มาใช้ร่วมกับการเรียนแบบสืบสอบมีความเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำมาใช้เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ นักเรียนได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น สนใจในการเรียนมากขึ้น และได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น ประกอบกับมีการนำกล้องเอนโดสโคปเข้ามาใช้ร่วมกับรูปแบบการสอนและเทคโนโลยีดังกล่าว จึงทำให้สามารถเพิ่มทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะในทักษะการสังเกต ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น ซึ่งเป็นทักษะสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นต่อไป

คำถามการวิจัย

1. สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายเป็นอย่างไร
2. โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายมีองค์ประกอบและขั้นตอนอย่างไร
3. โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายหรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพปัญหาของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อพัฒนาโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย
3. เพื่อศึกษาผลการทดลองใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนที่เรียนด้วยโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 5 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กรอบแนวคิดการวิจัย



คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

การเรียนรู้แบบสืบสอบ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาและศึกษาค้นคว้าเพื่อสร้างองค์ความรู้ของตนเอง โดยผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่นักเรียน ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน (5E) ดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation)

กล้องเอนโดสโคป หมายถึง กล้องขนาดเล็กที่มีคุณสมบัติช่วยในมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ในพื้นที่ที่มองเห็นได้ไม่ถนัด หรือพื้นที่ที่คับแคบและเข้าถึงได้ยาก โดยตัวกล้องจะถูกติดเข้ากับสายเคเบิลที่ยาวและยืดหยุ่น ทำให้สามารถโค้งงอได้ และมีไฟ LED ล้อมรอบตัวกล้อง สามารถปรับระดับแสงสว่างได้เพื่อให้สามารถมองเห็นได้ในที่มืด โดยภาพที่ได้จากกล้องเอนโดสโคปจะแสดงผลผ่านจอภาพของอุปกรณ์เคลื่อนที่ซึ่งสามารถเชื่อมต่อได้ผ่านทางสาย USB หรือเชื่อมต่อผ่าน Wifi สามารถบันทึกได้ทั้งภาพถ่ายและวิดีโอ

โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบ หมายถึง แอปพลิเคชันสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบ 5 ขั้นตอนที่ช่วยกระตุ้นความคิดและความสนใจของนักเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือศึกษาค้นคว้าและปฏิบัติกิจกรรมเพื่อแสวงหาความรู้และฝึกทักษะต่าง ๆ โดยมีคุณลักษณะดังนี้ 1) แพลตฟอร์มแบ่งปันวิดีโอ สำหรับนำเสนอคลิปวิดีโอหรือวิดีโอทัศน์เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน 2) กระดานประกาศออนไลน์ สำหรับใช้ในการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น 3) งานนำเสนอร่วมกัน สำหรับบันทึกข้อมูลและนำเสนอข้อมูลจากสิ่งที่ได้ศึกษาเรียนรู้ 4) แบบสำรวจออนไลน์ สำหรับใช้บันทึกข้อมูลและตอบคำถามท้ายกิจกรรม 5) เครื่องมือสร้างทรัพยากรสอน สำหรับตอบคำถามท้ายบทเรียนเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน

โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป หมายถึง แอปพลิเคชันที่ถูกรวบรวมไว้ในอุปกรณ์เคลื่อนที่แบบพกพา เช่น แท็บเล็ต (Tablet) โทรศัพท์มือถือ (Smartphone) หรือคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนได้ดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนของการเรียนรู้แบบสืบสอบ 5 ขั้นตอน โดยมีการนำกล้องเอนโดสโคปมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อช่วยเพิ่มขีดความสามารถของนักเรียนด้านการมองเห็น ทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นและสังเกตได้ดีขึ้น

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานซึ่งเป็นพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถ ความชำนาญในการคิด การเลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งวัดได้จากเกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบรูบรีค โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ 8 ทักษะ ดังนี้

1) ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้อวัยวะรับสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และกายสัมผัส เพื่อเก็บข้อมูลรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่เอาความรู้สึกนึกคิดหรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตลงไป

2) ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือวัดปริมาณต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม รวมถึงสามารถหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างถูกต้อง พร้อมระบุหน่วยของการวัด

3) ทักษะใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการนับจำนวนของวัตถุหรือเหตุการณ์และนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยใช้การบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย หรือวิธีการคำนวณอื่น ๆ

4) ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการเปรียบเทียบ แยกแยะจำแนกประเภท จัดพวกหรือจัดกลุ่มสิ่งต่าง ๆ เรียงลำดับวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานจากสมบัติของสิ่งที่ศึกษาเป็นเกณฑ์ ซึ่งอาจจะเป็นความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่กำลังศึกษา

5) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง ความสามารถในการหาความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันระหว่างพื้นที่ที่วัตถุต่าง ๆ ครอบครอง ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติและรูปทรง 3 มิติ และความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับวัตถุอีกชนิดหนึ่ง หรือสามารถหาความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันระหว่างพื้นที่ที่วัตถุครอบครองเมื่อเวลาผ่านไป ได้แก่ การแสดงทิศทางหรือตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุในเวลาต่าง ๆ กัน

6) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำใหม่ให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมายหรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้นเพื่อนำเสนอให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นได้ดีขึ้น เช่น การหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ โดยอาจแสดงในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ แผนผัง วงจร กราฟ สมการ การเขียน และการบรรยาย

7) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการคาดเดาอย่างมีหลักการ เพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ไดจากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมช่วยในการแสดงความคิดเห็นนั้น ๆ

8) ทักษะการทำนายหรือพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถในการทำนาย สรุป ผลลัพธ์หรือคำตอบล่วงหน้า โดยอาศัยหลักฐานจากข้อมูล ขอเท็จจริงหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ กัน หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้ว

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรในงานวิจัย

1.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาสภาพปัญหาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชา วิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลาย

1.2 ประชากรที่ใช้ในการสัมภาษณ์และศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับโมบายล์แอปพลิเคชัน การเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

1.3 ประชากรที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนในสังกัด สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) กระทรวงศึกษาธิการ

2. กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย

2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาสภาพปัญหาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชา วิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 5 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่ม ตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยมีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลาย อย่างน้อย 3 ปี หรือ
- 2) เป็นผู้ที่มีประสบการณ์สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลาย

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสัมภาษณ์และศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับโมบายล์แอปพลิเคชัน การเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 7 คน ประกอบไปด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา โดยมีคุณสมบัติดังนี้

- 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ มีคุณสมบัติดังนี้

1.1) เป็นผู้ที่มีประสบการณ์สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ และ/หรือ

1.2) เป็นผู้ที่มีความชำนาญทางวิชาการด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นที่ยอมรับในวงการวิชาการ

2) ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อทางการศึกษา มีคุณสมบัติดังนี้

2.1) เป็นผู้ที่มีประสบการณ์สอนด้านเทคโนโลยีและสื่อทางการศึกษา และ/หรือ

2.2) เป็นผู้ที่มีผลงานทางวิชาการด้านเทคโนโลยีและสื่อทางการศึกษาซึ่ง

เป็นที่ยอมรับในวงการวิชาการ

2.3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 32 คน โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกโรงเรียนตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

1) เป็นโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

2) เป็นโรงเรียนที่มีความพร้อมในด้านอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการจัดการเรียนการสอน

3) เป็นโรงเรียนที่ผู้บริหารและครูมีความสนใจ และให้ความร่วมมือด้านการบริหารจัดการ อำนวยความสะดวก เห็นความสำคัญของการวิจัย และอนุญาตให้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองได้

4) เป็นโรงเรียนที่มีนักเรียนต่อห้องเรียนมากกว่า 30 คนที่เพียงพอต่อการทดลอง

3. ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. เนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

5. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้จัดการเรียนการสอนทั้งหมด 8 สัปดาห์ รวมเป็นเวลาทั้งหมด 16 ชั่วโมง

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้แนวทางในการออกแบบโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย
2. ได้โมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย
3. ได้แนวทางในการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในหัวข้อดังต่อไปนี้

1. การเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่

- 1.1 ความหมายของการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่
- 1.2 เทคโนโลยีอุปกรณ์เคลื่อนที่
- 1.3 องค์ประกอบของการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่
- 1.4 การออกแบบการเรียนการสอนบนอุปกรณ์เคลื่อนที่
- 1.5 ประโยชน์ของการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่
- 1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่

2. แอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้

- 2.1 ความหมายของแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้
- 2.2 ประเภทของแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้
- 2.3 คุณลักษณะของแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้
- 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้

3. การเรียนการสอนแบบสืบสอบ

- 3.1 ความหมายของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ
- 3.2 ประเภทของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ
- 3.3 ขั้นตอนการเรียนการสอนแบบสืบสอบ
- 3.4 การเรียนการสอนแบบสืบสอบตามรูปแบบการเรียนรู้ 5E
- 3.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนแบบสืบสอบตามรูปแบบการ

เรียนรู้ 5E

- 3.6 เทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับรูปแบบการเรียนรู้ 5E
- 3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบสืบสอบ

4. กล้องเอนโดสโคปกับการศึกษา

- 4.1 ความหมายของกล้องเอนโดสโคป
- 4.2 ส่วนประกอบของกล้องเอนโดสโคป

- 4.3 แนวทางการนำกล้องเอนโดสโคปมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน
- 4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกล้องเอนโดสโคป
- 5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 5.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 5.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
 - 5.3 แนวทางการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
 - 5.4 ทฤษฎีของบลูมที่สอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 5.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 1 การเรียนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่

1.1 ความหมายของการเรียนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่

การเรียนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ หรือการเรียนด้วยโมบายล์เลิร์นนิง (Mobile learning) หรือ เอ็ม-เลิร์นนิง (M-Learning) ได้มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายดังต่อไปนี้

พุลศรี เวศย์อุฬาร (2551) ได้ให้ความหมายของโมบายล์เลิร์นนิงไว้ว่า เกิดจากรากศัพท์ที่นำมาประกอบกันคือ 1) Mobile (Devices) หมายถึง อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ หรือโทรศัพท์มือถือ และเครื่องเล่นหรือเครื่องแสดงภาพที่พกพาติดตัวไปได้ และ 2) Learning หมายถึง การเรียนรู้ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอันเนื่องมาจากบุคคลกับสิ่งแวดล้อม จึงเกิดเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ เกิดขึ้นเมื่อมีการแสวงหาความรู้ การพัฒนาความรู้ความสามารถของบุคคลให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น รวมไปถึงกระบวนการสร้างความเข้าใจ และถ่ายทอดประสบการณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อบุคคล ดังนั้น โมบายล์เลิร์นนิงหรือเอ็มเลิร์นนิงจึงเป็นการใช้เทคโนโลยีเครือข่ายไร้สายเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งก็คล้ายกับอีเลิร์นนิงยุคศตวรรษที่ 21 ที่เป็นการใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อให้เกิดการเรียนรู้

สาโรจ โศษีรักษ์ (2557) ได้ให้ความหมายของโมบายล์เลิร์นนิงไว้ว่า เป็นการเรียนการสอนหรือ บทเรียนสำเร็จรูป (instructional package) ที่นำเสนอผ่านโทรศัพท์มือถือหรือคอมพิวเตอร์แบบพกพา โดยใช้เทคโนโลยีเครือข่ายโทรศัพท์ไร้สายที่สามารถเชื่อมต่อจากเครือข่ายแม่ข่าย (network server) ผ่านจุดต่อแบบไร้สายแบบเวลาจริง (real time) อีกทั้งยังสามารถปฏิสัมพันธ์กับ โทรศัพท์มือถือหรือคอมพิวเตอร์แบบพกพาเครื่องอื่นโดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เช่น Bluetooth เพื่อสนับสนุนการทำงานร่วมกัน

สีบวงส์ ชื่นสมบัติ และสิริกัญญา มณีนิล (2563) ได้ให้ความหมายของโมบายล์เลิร์นนิงไว้ว่า เป็นการเรียนรู้หรือการจัดการเรียนการสอนผ่านตัวกลาง ได้แก่ อุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ชนิดต่าง ๆ เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต คอมพิวเตอร์แบบพกพา ฯลฯ โดยใช้เทคโนโลยีไร้สาย (Wireless Technology) สนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้โดยผู้เรียนสามารถ

เข้าถึงข้อมูลเนื้อหาบทเรียนด้วยภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว และมัลติมีเดีย นอกจากนี้ยังสามารถร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน ผู้สอน หรือระหว่างผู้เรียนด้วยกันได้ทั้งแบบประสานเวลาและไม่ประสานเวลาบนหน้าจออุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างอิสระในทุกที่ทุกเวลา

Castillo and Ayala (2012) ได้ให้ความหมายของโมบายล์เลิร์นนิ่งไว้ว่า เป็นการใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น คอมพิวเตอร์แบบพกพาขนาดเล็ก (PDAs: Personal Digital Assistant) หรือ โทรศัพท์มือถือในกิจกรรมการเรียนการสอนในทุกสถานที่และทุกเวลา เพื่อให้ได้ผู้เรียนได้เข้าถึงข้อมูลสารสนเทศและความรู้ต่าง ๆ

Metha (2016) ได้ให้ความหมายของโมบายล์เลิร์นนิ่งไว้ว่า เป็นความสามารถในจัดเนื้อหาทางการศึกษาบนอุปกรณ์พกพาส่วนตัว เช่น คอมพิวเตอร์แบบพกพาขนาดเล็ก (PDAs) สมาร์ทโฟน และโทรศัพท์มือถือ

Ekici and Erdem (2020) ได้ให้ความหมายของโมบายล์เลิร์นนิ่งไว้ว่า เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีแบบพกพาที่ช่วยให้การเรียนรู้มีความยืดหยุ่นได้ในแง่ของเวลา และสถานที่ ผู้เรียนสามารถกำหนดการเรียนรู้ของตนเองได้ ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ทั้งแบบรายบุคคลและแบบเรียนรู้ร่วมกัน เทคโนโลยีอุปกรณ์เคลื่อนที่ช่วยให้ผู้เรียนติดต่อสื่อสารกันได้ง่าย ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันผ่านกิจกรรม ขณะเดียวกันก็ยังสามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้

จากความหมายของการเรียนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่หรือโมบายล์เลิร์นนิ่งที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การเรียนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่หรือโมบายล์เลิร์นนิ่ง หมายถึง การจัดการเรียนรู้ผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่แบบพกพาซึ่งเป็นเทคโนโลยีไร้สาย เช่น แท็บเล็ต (Tablet) โทรศัพท์มือถือ (Smartphone) หรือคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) เป็นต้น เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนที่สามารถเรียนรู้อย่างอิสระได้ทุกสถานที่และทุกเวลา ช่วยส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน ผู้สอน และบทเรียน และช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

1.2 เทคโนโลยีอุปกรณ์เคลื่อนที่

โมบายล์เลิร์นนิ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ จากการศึกษาเอกสารบทความ และงานวิจัยต่าง ๆ พบว่านักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงเทคโนโลยีที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนแบบโมบายล์เลิร์นนิ่ง ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงบทเรียนโมบายล์เลิร์นนิ่งได้ทุกที่ทุกเวลาได้ ดังนี้ (คิวพร หวังพิพัฒน์วงศ์, 2551; พูลศรี เวศย์อุฬาร, 2551; ภาสกร เรืองรอง และคณะ (2556); Kulkulska-Hulme and Traxler, 2005; Ngabekti et al., 2019)

1. คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (Notebook Computer) มีประสิทธิภาพหรือการใช้งานเหมือนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (Desktop Computer) หรือ พีซี (Personal Computer: PC) ในขณะเดียวกันยังสามารถนำมาใช้สำหรับการเชื่อมต่อแบบไร้สายได้ด้วย อย่างไรก็ตามราคาค่าของ

คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กนั้นสูงกว่าอุปกรณ์แบบพกพาอื่น ๆ นอกจากนี้ยังพกพาได้ไม่สะดวกเท่าอุปกรณ์พกพาแบบอื่น ๆ เนื่องจากมีขนาดและน้ำหนักที่มากกว่า

2. แท็บเล็ต (Tablet) เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่สามารถพกพาได้และใช้หน้าจอสัมผัสในการทำงานโดยไม่มีแป้นพิมพ์ แต่อาจจะใช้แป้นพิมพ์เสมือนจริงในการใช้งานแทน แท็บเล็ตทุกเครื่องจะมีอุปกรณ์ไร้สายสำหรับเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและระบบเครือข่ายภายใน

3. โทรศัพท์มือถือ (Mobile Phone) โทรศัพท์มือถือได้รับความนิยมมากเนื่องจากมีราคาถูก มีขนาดเล็ก และมีการใช้กันอย่างแพร่หลายกว่าอุปกรณ์อื่น ๆ แต่โทรศัพท์มือถือที่นิยมใช้เป็นส่วนใหญ่จะมีจอภาพขนาดเล็ก ทำให้มีข้อจำกัดในเรื่องของการแสดงผล นอกจากนี้ยังมีหน่วยความจำที่จำกัดด้วย

4. ไอพอด (iPod) และเครื่องเล่น MP3 จากค่ายอื่น ๆ และเครื่องที่มีลักษณะการทำงานที่คล้ายกัน คือ เครื่องเสียงแบบพกพา โดย iPod คือชื่อรุ่นของสินค้าหมวดหนึ่งของบริษัท Apple Computer, Inc ผู้ผลิตเครื่องคอมพิวเตอร์แมคอินทอช สำหรับ iPod และเครื่องเล่น MP3 นับเป็นเครื่องเสียงแบบพกพาที่สามารถรับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ด้วยการต่อสาย USB หรือ รับด้วยสัญญาณ Blue tooth สำหรับรุ่นใหม่ ๆ มีฮาร์ดดิสก์จุได้ถึง 60 GB และมีช่อง Video out และมีเกมส์ให้เล่นได้อีกด้วย

ดังจะเห็นได้ว่ามีเทคโนโลยีอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่หลากหลายชนิดที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนแบบโมบายล์เลิร์นนิงได้ เช่น คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก, แท็บเล็ต, โทรศัพท์มือถือหรือสมาร์ตโฟน และเครื่องเล่น MP3 เป็นต้น โดยเทคโนโลยีแต่ละชนิดจะมีลักษณะและคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไปซึ่งผู้เรียนสามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมของผู้เรียน

1.3 องค์ประกอบของการเรียนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่

ธงชัย แก้วกิริยา (2558) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการเรียนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Mobile Learning) ไว้ว่าประกอบไปด้วย 5 องค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

1. M-LMS (Mobile Learning Management System) คือ ระบบการจัดการเรียนการสอนที่ใช้สำหรับ Mobile มีหน้าที่ในการจัดการเรียนการสอน โดยแบ่งออกเป็นส่วนย่อยดังนี้

1.1) ส่วนของผู้เรียน คือ ใช้สำหรับให้ผู้เรียนสามารถ Log in เพื่อเข้ามาสืบค้นบทเรียนที่ผู้สอนได้ทำการจัดทำเอาไว้แล้ว ในส่วนของผู้เรียนอาจจะมีรายละเอียดในการติดต่อกับผู้สอนได้ เช่น Webboard, กระดานสนทนา (Chatroom) รายละเอียดปฏิทินการศึกษา การส่งการบ้านให้กับผู้สอน การแจ้งนัดหมายระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน อื่น ๆ ตามที่ได้ออกแบบ MLMS ที่ได้พัฒนาขึ้นมา

1.2) ส่วนของผู้สอน ใช้เนื้อหาบทเรียนที่โปรแกรมเมอร์พัฒนาแล้วขึ้นระบบให้ผู้เรียนได้เข้ามาเรียนและจัดการตารางการนัดหมายระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน การแจ้งเตือนผู้เรียนในคลาส และการปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน เช่น การส่งข้อความเพื่อสอบถามผู้สอน หรือส่งการบ้าน เป็นต้น

1.3) ส่วนของผู้ดูแลระบบ (Admin) ทำหน้าที่บริหารจัดการระบบทั้งหมด ทั้งในส่วนของผู้สอน และส่วนของผู้เรียน เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้เมื่อเกิดปัญหาในการใช้งาน

2. M-content คือ เนื้อหาบทเรียนสำหรับใช้งานกับ Mobile Learning เนื่องจากการพัฒนาบทเรียนสำหรับอุปกรณ์มือถือมีข้อจำกัดหลายอย่าง เช่น พื้นที่การเก็บข้อมูล การแสดงผลกราฟิกและขนาดของหน้าจอ จึงทำให้การพัฒนาบทเรียนสำหรับอุปกรณ์มือถือมีความซับซ้อนมากกว่าการพัฒนาบทเรียนแบบปกติ ซึ่งปัจจุบันเทคโนโลยีได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วทำให้อุปกรณ์มือถือและสมาร์ตโฟนมีประสิทธิภาพสูงมากขึ้นรองรับการทำงานในรูปแบบ Multitask ได้ และสามารถประมวลผลได้ดีขึ้น

3. MCMS (Mobile Content Management System) คือ ระบบจัดการเนื้อหา มีหน้าที่ในการจัดเนื้อหา รวมทั้งเป็นเครื่องมือในการสร้างเนื้อหาบทเรียนสำหรับ M-Learning โดยระบบจัดการเนื้อหาของ Mobile มีหน้าที่เหมือนกับ CMS ที่ใช้กับระบบ e-learning ปกติทั่วไป แต่ MCMS จะแตกต่างในส่วนของการสร้างเนื้อหาโดยใช้สื่อมัลติมีเดียรูปแบบต่าง ๆ เช่น ภาพ, ข้อความ, เสียง, ภาพเคลื่อนไหว MCMS จะมีระบบการบีบอัดข้อมูลให้มีขนาดเล็กลงพอที่จะสามารถนำไปใช้งานระบบ M-Learning ได้อย่างเหมาะสม

4. M-testing เป็นส่วนของแบบทดสอบของบทเรียนเพื่อประเมินผลในการเรียนซึ่งแบบทดสอบจะแบ่งเป็นแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) เพื่อเปรียบเทียบผลคะแนนของแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยแค่ไหน และเป็นผลต่างเพื่อนำไปหาประสิทธิภาพของบทเรียนต่อไป

5. M-learner คือ ผู้เรียนที่ได้ทำการศึกษาบทเรียนที่เป็น M-learning ผู้เรียนจะหมายรวมถึงทุกกลุ่มผู้ใช้งานที่เข้ามาศึกษาบทเรียนที่อยู่ในระบบ

มนต์ชัย เทียนทอง (2547) ส่วนประกอบข่างานของ M-learning ประกอบด้วย

1. ข้อมูลคำอธิบายต่าง ๆ เกี่ยวกับบทเรียน (Context data) ได้แก่ คำอธิบายบทเรียน คู่มือการใช้งาน การช่วยเหลือ และข้อมูลที่จำเป็นอื่น ๆ เพื่อสนับสนุนและอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียนในระหว่างการเรียนรู้

2. เครื่องมือสนับสนุนที่ชาญฉลาด (intelligent support engine) ได้แก่ เทคโนโลยีเครือข่ายไร้สาย รวมถึงซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการบทเรียน (mLMS) เริ่มตั้งแต่การลงทะเบียน นำเสนอ จัดการติดต่อสื่อสาร ติดตามผล และประเมินผล รวมถึงอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ เพื่อใช้สนับสนุนการเรียนการสอนผ่านจอภาพของโทรศัพท์มือถือหรือคอมพิวเตอร์แบบพกพา ส่วนนี้

จะทำงานสัมพันธ์กับ task model และ user model ที่ได้มีการออกแบบไว้ก่อนเกี่ยวกับรูปแบบการดำเนินการเกี่ยวกับการกิจหรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะนำเสนอให้กับผู้เรียน

3. หน่วยเก็บเนื้อหาบทเรียน (Content repository) ได้แก่ ส่วนของเนื้อหาบทเรียน รวมทั้งแบบฝึกหัด และส่วนข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นองค์ความรู้เพื่อถ่ายทอดไปยังผู้เรียน

4. ส่วนของการติดต่อกับผู้เรียน (interface) ได้แก่ ส่วนของการปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนผ่านแป้นพิมพ์และจอภาพของเครื่อง

Quinn (2011) ได้กล่าวถึงหลัก 4Cs (The four C's of mobile) ซึ่งเป็นการสร้างปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนรู้ 4 ช่องทาง ดังนี้

1. Content เป็นปฏิสัมพันธ์ที่ผู้เรียนจะได้รับจากเนื้อหาสาระในอุปกรณ์สื่อสารแบบพกพา ซึ่งนำเสนอในรูปแบบที่เป็นทั้งเอกสาร ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง

2. Compute เป็นปฏิสัมพันธ์ที่เกิดจากการใช้งานของโปรแกรมสำเร็จรูปหรือแอปพลิเคชันที่อยู่ในอุปกรณ์สื่อสารแบบพกพา เพื่อให้ผู้ใช้เกิดองค์ความรู้ตามจุดประสงค์ของการใช้

3. Capture เป็นปฏิสัมพันธ์ที่เกิดจากการส่งสาร การสร้างข้อมูลและบันทึกข้อมูล ทั้งในรูปแบบของรูปภาพ วิดีโอ เสียง หรือข้อความสารสนเทศจากผู้ส่งไปยังผู้รับในสถานที่ต่าง ๆ

4. Communication เป็นปฏิสัมพันธ์ที่เกิดจากการสื่อสารผ่านอุปกรณ์สื่อสารแบบพกพา ระหว่างผู้ส่งกับผู้รับในหลากหลายวิธี เช่น การส่งข้อความ ภาพ หรือเสียง หรือ video call เป็นต้น

Koole (2009) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการเรียนรู้โมบายล์เลิร์นนิ่งว่าประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ดังนี้

1. อุปกรณ์ (Device) หมายถึง ลักษณะทางกายภาพ เทคนิคและการทำงานของอุปกรณ์พกพา ทั้งขนาด น้ำหนัก ความจุ ความเร็ว และคุณสมบัติต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นส่วนเชื่อมต่อระหว่างผู้เรียนกับการเรียนรู้ของผู้เรียน และเป็นส่วนประกอบสำคัญที่จะส่งผลต่อการใช้งานของผู้เรียน

2. ผู้เรียน (Learner) หมายถึง คุณลักษณะของผู้เรียน ทั้งความสามารถของแต่ละบุคคล ความรู้ความจำ อารมณ์และแรงจูงใจของผู้เรียน ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่จะส่งผลต่อการออกแบบการเรียนรู้แบบโมบายล์เลิร์นนิ่งเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น

3. สังคมติดต่อ (Social) หมายถึง การมีปฏิสัมพันธ์ และการทำงานแบบร่วมมือกัน มีการติดต่อสื่อสารเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล และเรียนรู้ร่วมกัน

Bidin and Ziden (2013) ได้กล่าวถึงปัจจัยหรือองค์ประกอบที่จะมีอิทธิพลหรือส่งผลต่อการเรียนรู้ผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ของผู้เรียน 3 ประการ ดังนี้

1. คุณสมบัติของอุปกรณ์ ได้แก่ ลักษณะภายนอกของอุปกรณ์ซึ่งต้องมีขนาดเล็ก มีน้ำหนักเบา สามารถพกพาได้ และการทำงานของระบบภายในอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างสะดวกทุกที่และทุกเวลา

2. ลักษณะของผู้เรียน มีสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเกี่ยวกับผู้เรียน ได้แก่ ความเป็นส่วนตัวของผู้เรียน การกำหนดการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน การเรียนรู้ต้องมีลักษณะการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่น เรียนรู้ได้ตลอดชีวิต และต้องสร้างความสนุกสนานให้กับผู้เรียน กระตุ้นความสนใจผู้เรียนได้

3. วิธีการเรียนรู้ เช่น การเรียนแบบร่วมมือ การเรียนแบบกลับด้าน การเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์ การเรียนรู้จากประสบการณ์ และการเรียนแบบปัญหาเป็นฐาน หรือ Problem-based learning เป็นต้น

ตาราง 0.1 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบของโมไบล์เลิร์นนิ่ง

องค์ประกอบของ โมไบล์เลิร์นนิ่ง	ธงชัย แก้วกิริยา (2558)	มนต์ชัย เทียนทอง (2547)	Quinn (2011)	Koole (2009)	Bidin and Ziden (2013)	ผู้วิจัย
1. ระบบการจัดการเรียนการสอน	✓					
2. วิธีการจัดการเรียนการสอน					✓	
3. เนื้อหาบทเรียน	✓	✓	✓			✓
4. ระบบจัดการเนื้อหา	✓					
5. แบบทดสอบ	✓					
6. ผู้เรียน	✓			✓	✓	✓
7. การบริการผู้เรียน		✓				
8. อุปกรณ์เคลื่อนที่พกพา		✓		✓	✓	✓
9. โปรแกรมประยุกต์		✓	✓			✓
10. การสร้างและบันทึกข้อมูล			✓			
11. การติดต่อสื่อสาร		✓	✓	✓		✓

จากตารางสังเคราะห์องค์ประกอบของโมไบล์เลิร์นนิ่ง ผู้วิจัยเลือกประเด็นที่มีนักวิชาการเห็นสอดคล้องกันตั้งแต่ 2 ท่านขึ้นไป ซึ่งพบว่ามียุทธศาสตร์ประกอบที่สำคัญ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) เนื้อหาบทเรียน หมายถึง เนื้อหาสาระในอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่แบบพกพาที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งนำเสนอในรูปแบบที่เป็นทั้งเอกสาร ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง 2) ผู้เรียน หมายถึง ผู้เรียนที่ได้ทำการศึกษาบทเรียน โดยต้องคำนึงถึงคุณลักษณะของผู้เรียนโดยเฉพาะความสามารถของผู้เรียนแต่ละบุคคล องค์ความรู้เดิมของผู้เรียน ความจำ อารมณ์และแรงจูงใจที่เป็นไปได้ 3) อุปกรณ์เคลื่อนที่พกพา หมายถึง เทคโนโลยีหรืออุปกรณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต เป็นต้น 4) โปรแกรมประยุกต์ หมายถึง โปรแกรมสำเร็จหรือแอปพลิเคชัน

(application) ที่อยู่ในอุปกรณ์การสื่อสารแบบพกพา เพื่อให้ผู้ใช้เกิดองค์ความรู้ตามจุดประสงค์ของการใช้ 5) การติดต่อสื่อสาร หมายถึง การติดต่อสื่อสารเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล และเรียนรู้ร่วมกัน การมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียน และระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน

1.4 การออกแบบการเรียนการสอนบนอุปกรณ์เคลื่อนที่

สืวงศ์ ชื่นสมบัติ และสิริกัญญา มณีนิล (2563) กล่าวถึงการออกแบบระบบการเรียนการสอนบนโมบายล์เลิร์นนิ่งว่าแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์สภาพการเรียนรู้ (Learning Situation Analysis)

เป็นขั้นตอนเพื่อรวบรวมข้อมูลสภาพแวดล้อมการเรียนรู้บนโมบายล์เลิร์นนิ่งซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับใช้ในการออกแบบการเรียนการสอนในขั้นตอนไป โดยมีสิ่งที่ต้องวิเคราะห์ดังนี้

1.1 วิเคราะห์สภาพปัญหาและความต้องการ เป็นการค้นหาข้อมูลโดยการตอบคำถามว่าอะไรคือความคาดหวังในการออกแบบการเรียนการสอนนี้ สภาพปัจจุบันของการเรียนการสอนเป็นอย่างไร ปัญหาอุปสรรคของการเรียนการสอนคืออะไร มีวิธีการใดบ้างที่จะช่วยให้สามารถขจัดปัญหาอุปสรรคและช่วยให้การเรียนการสอนนี้เป็นไปตามความคาดหวัง ซึ่งในขั้นนี้มักจะออกแบบการเรียนการสอนจะได้ทราบความคาดหวัง สภาพปัญหา สาเหตุวิธีการแก้ไขปัญหา วิธีการสอน

1.2 วิเคราะห์ผู้เรียน เป็นการศึกษาภูมิหลังความรู้ ทักษะ และทัศนคติของผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งความรู้และทักษะการใช้เทคโนโลยี ซึ่งสามารถนำชุดข้อมูลมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหา วิธีการเรียนการสอน และเครื่องมือบนโมบายล์ให้เหมาะสมกับความรู้ ทักษะ และทัศนคติของผู้เรียน

1.3 วิเคราะห์เนื้อหา เป็นการศึกษาผลลัพธ์เป้าหมายปลายทางของการเรียนการสอนบนโมบายล์เลิร์นนิ่งว่า ต้องการให้เกิดความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skills) หรือทัศนคติ (Attitudes) กับผู้เรียน แล้วนำมากำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ จากนั้นจึงกำหนดเนื้อหาโดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อใหญ่และหัวข้อย่อยที่มีความสอดคล้องกัน โดยเนื้อหาแต่ละหัวข้อย่อยจะต้องมีความกระชับ ปริมาณไม่มาก ซึ่งในขั้นนี้จะได้ชุดข้อมูลโครงสร้างเนื้อหาและเนื้อหาที่จะนำไปใช้ในการสร้างบทเรียนบนโมบายล์เลิร์นนิ่ง

1.4 วิเคราะห์เทคโนโลยีสนับสนุน เป็นการศึกษาความพร้อมทางเทคโนโลยีที่ใช้สนับสนุนการเรียนการสอนบนโมบายล์เลิร์นนิ่ง โดยมีสิ่งที่ต้องวิเคราะห์ ได้แก่ 1) เครือข่ายไร้สาย (Wireless Network) 2) อุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ 3) ซอฟต์แวร์สำหรับพัฒนาบทเรียนบนโมบายล์เลิร์นนิ่ง เช่น การพัฒนาบทเรียนบนโมบายล์โดยใช้ระบบการจัดการเรียนการสอน (Learning Management System: LMS) หรือการพัฒนาบทเรียนในรูปแบบของโมบายล์แอปพลิเคชัน 4) เครื่องมือและแอปพลิเคชันบนโมบายล์สนับสนุนการเรียนรู้ ในขั้นนี้มักจะออกแบบการเรียนการสอนจะได้ชุดข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมทางเทคโนโลยีที่ใช้สนับสนุนการสร้างบทเรียนบนโมบายล์เลิร์นนิ่ง เพื่อ

การตัดสินใจเกี่ยวกับรูปแบบการพัฒนาบทเรียนบนโมไบล์เลิร์นนิ่ง รูปแบบกิจกรรม เครื่องมือหรืออุปกรณ์เสริมที่ต้องใช้ในการเรียนการสอน ซอฟต์แวร์สำหรับพัฒนาบทเรียนบนโมไบล์เลิร์นนิ่ง ให้สามารถรองรับกับระบบปฏิบัติการและแพลตฟอร์มของอุปกรณ์โมไบล์ของผู้เรียน

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบประสบการณ์เรียนรู้บนโมไบล์เลิร์นนิ่ง (Learning Experience Design)

เป็นขั้นของการนำชุดข้อมูลที่ศึกษาในขั้นตอนที่ 1 มาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหา ผู้เรียนกับผู้สอน และผู้เรียนกับผู้เรียน ผังงานและสตอรี่บอร์ดของบทเรียนบนโมไบล์โดยนำศาสตร์ทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศในการออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้งาน (User Experience) และศาสตร์ทางด้านการศึกษาในการออกแบบการเรียนรู้มาผสมผสานกัน โดยมีเป้าหมายสำคัญคือผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการเข้าถึงบทเรียนบนโมไบล์เลิร์นนิ่งด้วยความสะดวกสบายและง่ายต่อการใช้งานซึ่งประกอบด้วย

2.1 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหา ผู้เรียนกับผู้สอน และผู้เรียนกับผู้เรียน เป็นการกำหนดขั้นตอนกิจกรรมการเรียนการสอนโดยนำรูปแบบวิธีการสอนที่ได้จากการศึกษาในขั้นตอนที่ 1 ใช้ร่วมกับการออกแบบปฏิสัมพันธ์ โดยใช้เครื่องมือหรือแอปพลิเคชันบนโมไบล์สนับสนุนการทำกิจกรรมปฏิสัมพันธ์ดังกล่าว เช่น การใช้ระบบแปลงเสียงเป็นตัวอักษรเพื่อช่วยในการฝึกการพูดหรือการออกเสียง การใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ เพื่อแชร์ข้อมูลระหว่างผู้เรียนและผู้สอน รวมถึงการให้ข้อมูลป้อนกลับจากผู้สอนการใช้ระบบบันทึกวิดีโอ เพื่อบันทึกการแสดงบทบาทสมมติ หรือการฝึกปฏิบัติให้เห็นพฤติกรรมหรือขั้นตอนการปฏิบัติของผู้เรียนแล้วส่งมายังผู้สอน เป็นต้น ซึ่งการออกแบบจะต้องไม่ซับซ้อนและเกิดความสะดวกกับผู้เรียนในการใช้งาน ควรออกแบบให้ผู้เรียนเห็นถึงความก้าวหน้าตำแหน่งปัจจุบันของการเรียนและทำให้ผู้เรียนเข้าถึงเนื้อหาบทเรียนได้ง่ายและรวดเร็วที่สุด นอกจากนี้ในขั้นนี้ยังต้องกำหนดรูปแบบวิธีการประเมินผลและระยะเวลาการทำกิจกรรมโดยนักออกแบบจะต้องออกแบบสิ่งเหล่านี้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในแต่ละวัตถุประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ตั้งไว้ได้อย่างเหมาะสม

2.2 ออกแบบผังงานบทเรียนบนโมไบล์เลิร์นนิ่ง เป็นการนำสิ่งที่ออกแบบการเรียนรู้ไว้มาเขียนเป็นผังแสดงโครงสร้างการทำงาน การเชื่อมโยงส่วนต่าง ๆ ของบทเรียนบนโมไบล์เลิร์นนิ่ง โดยเขียนเป็นผังไดอะแกรม ซึ่งผู้ออกแบบจะต้องนำความรู้เกี่ยวกับการออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้ ที่มีหลักการสำคัญคือ การใช้งานได้ง่าย(Usability) และการรองรับการเข้าถึงได้อย่างไม่มีอุปสรรค (Accessibility) มาใช้ในการออกแบบร่วมกับความรู้ในศาสตร์ด้านการศึกษา ซึ่งเน้นกระบวนการ/ขั้นตอนที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่เหมาะสม โดยในแต่ละส่วนของบทเรียนบนโมไบล์อาจมีรูปแบบของผังงานที่แตกต่างกันตามวัตถุประสงค์การใช้งานและการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น ซึ่งในขั้นนี้นักออกแบบจะได้ผังงานของโปรแกรมบทเรียนบนโมไบล์เลิร์นนิ่งสำหรับทำงานร่วมกับฝ่ายผลิตต่อไป

2.3 เขียนสตอรี่บอร์ดบทเรียนบนโมบายล์เลิร์นนิ่ง เป็นการนำสิ่งที่ออกแบบไว้ทั้ง กิจกรรมการเรียนรู้และปฏิสัมพันธ์ และผังงานของบทเรียนบนโมบายล์เลิร์นนิ่งมาเขียนเป็นแผ่น ๆ แต่ละแผ่นแทนภาพในหนึ่งจอภาพ เพื่อช่วยให้มองเห็นภาพรวมการนำเสนอของบทเรียนบนโมบายล์เลิร์นนิ่งบนหน้าจอที่ใช้แสดงผล

ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบส่วนต่อประสานผู้เรียนบนโมบายล์เลิร์นนิ่ง (Learner Interface Design)

เป็นขั้นของการจัดพื้นที่และองค์ประกอบของหน้าจอบทเรียนบนโมบายล์เลิร์นนิ่ง ซึ่งเป็นส่วนที่ผู้เรียนใช้เพื่อปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน เพื่อใช้ในการนำเสนอเนื้อหา ภาพ กราฟิก เสียง ข้อความ ปุ่ม หรือไอคอนควบคุมการทำงานและปฏิสัมพันธ์ ให้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนที่ 2 ซึ่งในขั้นนี้นักออกแบบจะได้รูปแบบของหน้าจอบทเรียนบนโมบายล์เลิร์นนิ่งที่มีความสวยงามสะดวกต่อการใช้งานและเอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนสำหรับนำไปใช้สร้างบทเรียนต่อไป ประกอบด้วย

3.1 การออกแบบโครงสร้างหน้าจอ เป็นการจัดวางองค์ประกอบโดยใช้ตารางกริดตามแนวตั้งของหน้าจอ ช่วยสร้างจังหวะบนพื้นที่ของหน้าจอ เช่น การวางหัวข้อ เนื้อหา ภาพประกอบ ทำให้ผู้เรียนอ่านและทำความเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น และยังช่วยให้มีพื้นที่ระยะห่างระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ทำให้การปฏิสัมพันธ์กับหน้าจอใช้งานได้ง่าย นอกจากนี้ยังต้องออกแบบให้สามารถรองรับการแสดงผลได้บนทุกอุปกรณ์ของผู้เรียน (Responsive Design)



ภาพ 0.1 ตัวอย่างการออกแบบให้สามารถรองรับการแสดงผลได้บนทุกอุปกรณ์ของผู้เรียน

(สืวงศ์ ชื่นสมบัติ และสิริกัญญา มณีนิล, 2563)

3.2 การใช้สี เป็นการใช้จิตวิทยาสีและการใช้สีในการออกแบบ เพื่อช่วยสร้างความกลมกลืนในงานออกแบบส่วนต่อประสานผู้เรียนและยังช่วยกระตุ้นอารมณ์ ความรู้สึก การรับรู้ของผู้เรียน นอกจากนี้ยังสามารถใช้สีสำหรับแบ่งประเภท ลักษณะเนื้อหา เพื่อเป็นจุดเน้น จุดสังเกต ทำให้ผู้เรียนสามารถจดจำได้นานยิ่งขึ้น

3.3 การใช้ตัวอักษร เป็นการเลือกใช้แบบอักษรขนาดของตัวอักษรให้เหมาะสมกับลักษณะการเรียนบนโมบายล์เลิร์นนิ่งซึ่งมีหน้าจอนขนาดเล็กและลักษณะของกลุ่มผู้เรียน

3.4 การใช้ภาพและภาพกราฟิก เป็นการเลือกใช้ภาพให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายและเนื้อหา ภาพควรมีความชัดเจน สีสันง่ายและสื่อความหมายได้ดี

ขั้นตอนที่ 4 การสร้างและตรวจสอบบทเรียนบนโมบายล์เลิร์นนิ่ง (Creation and Testing)

เป็นขั้นของการนำสิ่งที่ออกแบบไว้ทั้งหมดมาลงมือสร้างเป็นบทเรียนบนโมบายล์เลิร์นนิ่ง และตรวจสอบคุณภาพและประสิทธิภาพของบทเรียนบนโมบายล์เลิร์นนิ่งก่อนนำไปใช้จริง ซึ่งในขั้นนี้นักออกแบบจะได้บทเรียนบนโมบายล์เลิร์นนิ่งคู่มือการใช้งานที่มีคุณภาพและทำให้เกิดประสิทธิภาพประสิทธิผลในการจัดการเรียนการสอน ประกอบด้วย

4.1 สร้างบทเรียนและคู่มือการใช้งาน เป็นการดำเนินการสร้างบทเรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่ทำการวิเคราะห์ไว้ในขั้นตอนที่ 1 มาเชื่อมโยงเนื้อหา ลักษณะการปฏิสัมพันธ์เครื่องมือ/แอปพลิเคชันบนโมบายล์ ตามกิจกรรมการเรียนรู้ ฝั่งงานและสตอรี่บอร์ดของบทเรียนบนโมบายล์ที่ออกแบบไว้ และควรสร้างคู่มือการใช้งานสำหรับผู้เรียนผู้สอนและผู้ดูแลระบบเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนบนโมบายล์เลิร์นนิ่งประกอบด้วยข้อแนะนำต่าง ๆ ได้แก่แผนการสอนวิธีการใช้งานในการส่งมอบเนื้อหาและกิจกรรมปฏิสัมพันธ์วิธีการใช้งานการทดสอบ

4.2 ตรวจสอบคุณภาพและประสิทธิภาพ เป็นการตรวจสอบคุณภาพบทเรียนบนโมบายล์เลิร์นนิ่งโดยผู้เชี่ยวชาญ การทดลองใช้เพื่อสังเกตพฤติกรรมเรียนของผู้เรียน เกี่ยวกับปัญหาและอุปสรรคในการใช้งานบทเรียน รวมถึงการทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนโมบายล์เลิร์นนิ่ง

ขั้นตอนที่ 5 การนำไปใช้งาน ประเมิน และปรับปรุง (Implementation, Evaluation and Improvement)

เป็นขั้นที่นำบทเรียนบนโมบายล์เลิร์นนิ่งที่สร้างและตรวจสอบคุณภาพและประสิทธิภาพแล้วไปใช้ในการเรียนการสอน ตามแผนกิจกรรมการเรียนการสอนที่ออกแบบไว้ แล้วทำการประเมินจากการนำไปใช้จริง ซึ่งทำให้ผู้ออกแบบทราบข้อมูลเพื่อการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ซึ่งในขั้นนี้นักออกแบบจะได้รายงานผลการประเมินบทเรียนบนโมบายล์เลิร์นนิ่งเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจในการใช้งานหรือการปรับปรุงคุณภาพบทเรียนต่อไป ประกอบด้วย

5.1 นำบทเรียนบนโมบายล์เลิร์นนิ่งไปใช้งาน ในขั้นนี้ก่อนการจัดการเรียนการสอน โดยใช้บทเรียนบนโมบายล์เลิร์นนิ่งนั้น ควรมีการเตรียมความพร้อมผู้เรียนผู้สอนเกี่ยวกับการใช้งาน โดยการจัดการปฐมนิเทศแนะนำและฝึกวิธีการใช้งานบทเรียนตามคู่มือที่สร้างขึ้น

5.2 การประเมิน เป็นขั้นของการวิเคราะห์ผลอันเกิดขึ้นจากการดำเนินการออกแบบ การสร้าง และการนำไปใช้ของบทเรียนบนโมไบล์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาต่อไป ได้แก่ การประเมินกระบวนการ การประเมินผลลัพธ์ และการประเมินผลกระทบ

5.3 การพัฒนาและปรับปรุง เป็นการนำข้อมูลที่ได้รับจากการประเมินมาใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงบทเรียนบนโมไบล์เลิร์นนิ่งให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ รวมถึงการปรับปรุงเพื่อให้บทเรียนมีความถูกต้องและทันสมัยอยู่เสมอ ทั้งด้านรูปลักษณ์ คุณลักษณะการใช้งานและเนื้อหา

ดังจะเห็นได้ว่าการออกแบบระบบการเรียนการสอนบนโมไบล์เลิร์นนิ่ง เป็นกระบวนการออกแบบและพัฒนาบทเรียนบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ตั้งไว้ ซึ่งการออกแบบระบบการเรียนการสอนบนโมไบล์เลิร์นนิ่งสามารถแบ่งได้เป็น 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การวิเคราะห์สภาพการเรียนรู้ (Learning Situation Analysis) 2) การออกแบบประสบการณ์เรียนรู้บนโมไบล์เลิร์นนิ่ง (Learning Experience Design) 3) การออกแบบส่วนต่อประสานผู้เรียนบนโมไบล์เลิร์นนิ่ง (Learner Interface Design) 4) การสร้างและทดสอบบนโมไบล์เลิร์นนิ่ง (Creation and Testing) และ 5) การนำไปใช้ ประเมิน และปรับปรุง (Implementation, Evaluation and Improvement)

1.5 ประโยชน์ของการเรียนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่

การเรียนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่หรือโมไบล์เลิร์นนิ่ง มีประโยชน์หรือข้อดี ดังนี้ (สาโรจ โศษีรักษ์ , 2557; พูลศรี เวศย์อุฬาร, 2551; Metha, 2016)

1. ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่นได้ รวมทั้งการถ่ายทอดประสบการณ์ตรงร่วมกัน แทนที่จะนั่งอยู่หน้าจอภาพเหมือนการใช้คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ
2. อุปกรณ์เคลื่อนที่แบบพกพาขนาดเล็กและน้ำหนักเบา สะดวกต่อการนำพาพกพา เมื่อเปรียบเทียบกับคอมพิวเตอร์แบบโน้ตบุ๊ก หรือเปรียบเทียบกับหนังสือแบบเดิมในปริมาณของข้อมูลที่เทียบเคียงกัน
3. ผู้เรียนสามารถจดบันทึกหรือเขียนเป็นลายมือของตนเองด้วยปากกาได้ ซึ่งเป็นวิธีการที่สะดวกและเป็นธรรมชาติมากกว่าการใช้แป้นพิมพ์หรือการใช้เมาส์
4. ผู้เรียนสามารถแบ่งปันข้อมูลหรือทำงานร่วมกันในเวลาเดียวกันได้ เนื่องจากอุปกรณ์เคลื่อนที่แบบพกพาใช้เครือข่ายไร้สายเป็นช่องทางในการส่งผ่านองค์ความรู้ การแบ่งปันทรัพยากร และการกระจายองค์ความรู้เกิดขึ้นได้ง่ายกว่า
5. อุปกรณ์เคลื่อนที่ที่สามารถใช้ในสถานที่ใด ในเวลาใดๆ ก็ได้ ไม่ว่าจะเป็นบ้านพัก หรือสถานที่ทำงาน ทำให้ไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่ เพิ่มความเป็นไปได้ในการเรียนรู้
6. ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

7. อุปกรณ์เคลื่อนที่แบบพกพาที่ใช้สำหรับมอบายเลิร์นนิ่งนั้น ช่วยลดความแตกต่างทางดิจิทัลเนื่องจากราคาเครื่องถูกกว่าคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ

8. ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์ได้ทันทีกับผู้สอนหรือเพื่อนร่วมชั้นเรียน

9. ผู้เรียนมีความเป็นส่วนตัว มีอิสระในการเรียนรู้ ตอบสนองการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล

10. ผู้เรียนสามารถรับส่งข้อมูลที่ไม่มีการระบุชื่อได้ ซึ่งทำให้ผู้เรียนที่ไม่มั่นใจกล้าแสดงออกมากขึ้น

นอกจากนี้ ศิวพร หวังพิพัฒน์วงศ์ (2551), พูลศรี เวศย์อุฬาร (2551) และ Pahade et al. (2019) ยังได้นำเสนอข้อดีของการเรียนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ 4 ประเด็นหลัก ดังนี้

1. การเข้าถึง (Access) หมายถึง การเข้าถึงข้อมูลหรือบทเรียนได้ทุกสถานที่และทุกเวลา ทำให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนรู้ สามารถจัดเวลาเรียนให้มีความเหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคนได้ และไม่ต้องเสียเวลาเดินทางไปยังสถานศึกษา

2. สภาพแวดล้อม (Context) หมายถึง การนำการเรียนรู้ไปไว้ในสภาพแวดล้อมจริงหรือเสมือนจริง สร้างสภาพแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ ทำให้การเรียนรู้มีความหมายมากขึ้น

3. การเรียนรู้ร่วมกัน (Collaboration) หมายถึง การเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้เรียน และระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน โมบายล์เลิร์นนิ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือพูดคุยกับผู้อื่นได้โดยไม่จำกัดสถานที่และเวลา นอกจากนี้ยังสามารถแลกเปลี่ยนความรู้กับคนอื่น ๆ ได้ทั่วโลก

4. ความน่าสนใจ (Appeal) หมายถึง การดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนที่ไม่ค่อยสนใจเรียนสามารถเพลิดเพลินไปกับการใช้อุปกรณ์และบทเรียนได้ อีกทั้งการเป็นเจ้าของอุปกรณ์และความเป็นส่วนตัวจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียนมากขึ้น

จากประโยชน์หรือข้อดีของการเรียนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ จะเห็นได้ว่าการเรียนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ช่วยให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนรู้ สามารถกำหนดการเรียนรู้ของตนเองได้ เนื่องจากผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกสถานที่และทุกเวลา อีกทั้งอุปกรณ์เคลื่อนที่แบบพกพาและบทเรียนยังช่วยให้ผู้เรียนสนใจเรียนมากขึ้น กระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่

วีรชา ศิวเวทกุล (2558) ทำการพัฒนาและศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้ 5E ผ่านเทคโนโลยีการเรียนรู้เคลื่อนที่เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยความมีเหตุผลสำหรับนักเรียนประถมศึกษาหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิภาดา แก้วคงคา (2560) ทำการพัฒนาและศึกษารูปแบบโมไบล์เลิร์นนิ่งแบบร่วมมือกับการใช้เหรียญตราดิจิทัลเพื่อเสริมสร้างทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยทักษะการทำงานเป็นทีมของผู้เรียนเมื่อเรียนด้วยรูปแบบโมไบล์เลิร์นนิ่งแบบร่วมมือกับการใช้เหรียญตราดิจิทัลสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้เรียนที่มีบุคลิกภาพแบบเก็บตัวเมื่อเรียนด้วยรูปแบบโมไบล์เลิร์นนิ่งแบบร่วมมือกับการใช้เหรียญตราดิจิทัลมีทักษะการทำงานเป็นทีมที่แตกต่างกับผู้เรียนแบบแสดงตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พัชรินทร์ พูลสวัสดิ์ (2562) ทำการพัฒนาและศึกษาเปรียบเทียบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยแอปพลิเคชันแบบโมไบล์เลิร์นนิ่งโดยการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยภาพรวมทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ความเข้าใจในปัญหา กระบวนการในการแก้ปัญหา การมีเหตุผลในการแก้ปัญหา และความสามารถในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยรวมของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Khery et al. (2020) ทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้โมไบล์เลิร์นนิ่งที่เน้นเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจในโมโนทัศน์ของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า การใช้โมไบล์เลิร์นนิ่งดังกล่าวช่วยให้นักเรียนมีผลการเรียน เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น

Ngabekti et al. (2019) ทำการพัฒนาและศึกษาการใช้ชุดโมไบล์เลิร์นนิ่งเพิ่มเติมศึกษาเรื่องระบบนิเวศที่มีผลต่อการรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า ชุดโมไบล์เลิร์นนิ่งเพิ่มเติมศึกษาเรื่องระบบนิเวศมีประสิทธิภาพในการพัฒนาการรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนได้ เนื่องจากนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สูงขึ้น

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการเรียนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การเรียนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่หรือโมไบล์เลิร์นนิ่งสามารถช่วยพัฒนาผู้เรียนในทักษะด้านต่าง ๆ ได้ เนื่องจากผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างอิสระ ไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่ อีกทั้งโมไบล์เลิร์นนิ่งยังสามารถดึงดูดความสนใจได้เป็นอย่างดี จึงทำให้โมไบล์เลิร์นนิ่งเป็นเทคโนโลยีที่สามารถช่วยพัฒนาความรู้ความเข้าใจ และทักษะต่าง ๆ ของผู้เรียนได้

ตอนที่ 2 แอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้

2.1 ความหมายของแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้

ความหมายของแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์มาจากความหมายของโมบายล์แอปพลิเคชัน (Mobile application) ซึ่งมีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายดังนี้

ธงชัย แก้วกิริยา (2558) ได้ให้ความหมายของโมบายล์แอปพลิเคชัน (Mobile application) ไว้ว่า ประกอบขึ้นจาก Mobile และ Application โดย Mobile คือ อุปกรณ์สื่อสารที่ใช้ในการพกพาสามารถทำงานได้เหมือนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ มีคุณสมบัติเด่น คือ ขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ใช้พลังงานค่อนข้างน้อย ส่วน Application คือ ซอฟต์แวร์ที่ใช้เพื่อช่วยการทำงานของผู้ใช้ (User) ดังนั้น Mobile Application จึงเป็นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต โดยโปรแกรมจะช่วยตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค อีกทั้งยังสนับสนุนให้ผู้ใช้โทรศัพท์ใช้อย่างยิ่งขึ้น ในปัจจุบันโทรศัพท์มือถือ หรือสมาร์ทโฟน มีหลายระบบปฏิบัติการที่พัฒนาออกมาให้ผู้บริโภคใช้ ส่วนที่มีคนใช้และเป็นที่ยอมรับมากก็คือ iOS และ Android จึงทำให้เกิดการเขียนหรือพัฒนา Application ลงบนสมาร์ทโฟนเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะการนำมาประยุกต์ใช้กับเรื่องการศึกษาบทเรียน e-Learning, M-learning เป็นต้น

ภาณุวัฒน์ วรทิพย์เบญจา และคณะ (2558) ได้ให้ความหมายของโมบายล์แอปพลิเคชัน (Mobile application) ไว้ว่า เป็นโปรแกรมที่ช่วยในการทำงานของผู้ใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่ที่สามารถใช้งานอุปกรณ์นั้นได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ โดยโปรแกรมหรือแอปพลิเคชันเหล่านี้จะต้องทำงานผ่านระบบปฏิบัติการ (OS) บนอุปกรณ์เคลื่อนที่เท่านั้น ตัวอย่างระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์เคลื่อนที่เช่น Windows phone, BlackBerry OS, IOS และ Android เป็นต้น

Papadakis and Kalogiannakis (2017) ได้ให้ความหมายของโมบายล์แอปพลิเคชัน (Mobile application) ไว้ว่า เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ถูกออกแบบให้สามารถใช้งานได้บนอุปกรณ์เคลื่อนที่แบบพกพา เช่น สมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ต

Palicka et al. (2016) ได้ให้ความหมายของโมบายล์แอปพลิเคชัน (Mobile application) ไว้ว่า เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ถูกติดตั้งลงในอุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วยระบบปฏิบัติการ (OS) เช่น ในสมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ต เป็นต้น ซึ่งระบบปฏิบัติการจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างฮาร์ดแวร์กับโปรแกรมเฉพาะหรือแอปพลิเคชัน

จากความหมายของโมบายล์แอปพลิเคชันที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า แอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ หมายถึง โปรแกรมประยุกต์หรือแอปพลิเคชันที่สอดคล้องกับบทเรียนต่าง ๆ ที่ถูกรวบรวมไว้อย่างเป็นระบบ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ตอบสนองการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละบุคคล และช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 ประเภทของแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้

ธงชัย แก้วกิริยา (2558) และ วิสิทธิ์ บุญชุม (2562) ได้กล่าวถึงประเภทของ Mobile Application ว่าแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. Native Application คือ แอปพลิเคชันที่ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับระบบปฏิบัติการ (OS) รุ่นใดรุ่นหนึ่งโดยเฉพาะ เป็นแอปพลิเคชันที่พัฒนาแยก Android หนึ่งตัว iOS หนึ่งตัว เหมาะสำหรับแอปพลิเคชันและเกมแบบกราฟิกขั้นสูง เข้าถึงฮาร์ดแวร์และโทรศัพท์ทั้งหมดได้โดยตรง ใช้คุณสมบัติของแพลตฟอร์มได้เต็มที่ มีประสิทธิภาพสูง ใช้เวลาในการพัฒนานานและค่าใช้จ่ายสูงกว่า โดยแต่ละระบบปฏิบัติการก็จะมีคำสั่งเรียกใช้ที่ต่างกัน จึงทำให้เวลาเขียน Native Application ก็จะแยกเป็นไปตามระบบปฏิบัติการ ข้อดีของแอปพลิเคชันประเภทนี้คือสามารถทำงานได้เร็วเพราะว่าเขียนโค้ดไปติดต่อเรียกใช้งานผ่านระบบปฏิบัติการโดยตรง ข้อเสีย คือหากทำมากกว่า 1 ระบบปฏิบัติการต้องเขียนแยกกันซึ่งใช้เวลาในการพัฒนามากกว่าเดิม

2. Web Application คือ แอปพลิเคชันที่ถูกเขียนขึ้นมาเพื่อเป็น Browser สำหรับการใช้งานเว็บเพจต่าง ๆ ซึ่งถูกปรับแต่งให้แสดงผลแต่ส่วนที่จำเป็น การพัฒนาไม่ต้องมีการติดต่อกับทรัพยากรในเครื่องมากนัก เป็นการเปิดดูข้อมูล กรอกข้อมูล ทำงานผ่าน Server ซึ่งแทบจะไม่ได้เกี่ยวข้องกับตัวระบบปฏิบัติการมากนัก เพื่อเป็นการลดทรัพยากรในการประมวลผลของตัวเครื่องสมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ต อีกทั้งผู้ใช้งานยังสามารถใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ตและอินเทอร์เน็ตในความเร็วต่ำได้

3. Hybrid Application คือ แอปพลิเคชันที่ผสมผสานระหว่าง Web Application และ Native Application แอปพลิเคชันประเภทนี้ถูกพัฒนาขึ้นมาด้วยจุดประสงค์ที่ต้องการให้สามารถรันบนระบบปฏิบัติการได้ทุก OS โดยใช้ Framework เข้าช่วยเพื่อให้สามารถทำงานได้ทุกระบบปฏิบัติการ สามารถเขียนแอปพลิเคชันได้โดยใช้ HTML/CS/JS แต่มีส่วนที่เชื่อมต่อกับเฟรมเวิร์กพื้นเมือง ซึ่งช่วยให้สามารถดึงคุณสมบัติที่มีของแพลตฟอร์มมาได้ เป็นการพัฒนาแอปพลิเคชันแบบ Web View หรือส่วนการแสดงผลแบบ Web ซึ่งเป็นมุมมองของ Native Application ทำให้เราสามารถ run Web ในแอปพลิเคชันของเราได้ ซึ่งข้อดีคือ พัฒนาได้ไวขึ้น เป็นแอปที่ใช้ร่วมกันทั้ง Android และ iOS เหมาะสำหรับแอปธุรกิจ แอปโซเชียล หรือแอปพลิเคชันที่ซับซ้อนปานกลาง ใช้ Code ร่วมกัน ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการพัฒนา ข้อเสียคือยังช้ากว่า Native Application อยู่ เข้าถึงฮาร์ดแวร์และโทรศัพท์ได้แต่ไม่ทั้งหมด

Goodwin (2012) ได้กล่าวถึงประเภทของแอปพลิเคชันทางการศึกษาว่าแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. Constructive apps คือ แอปพลิเคชันที่ถูกออกแบบมาเพื่อให้ผู้ใช้สร้างเนื้อหาของตนเอง หรือสร้างผลงานดิจิทัลอย่างสร้างสรรค์ เช่น แอปพลิเคชันเกี่ยวกับดนตรี หรือการวาดรูป เป็นต้น

2. Instructive apps คือ แอปพลิเคชันที่ถูกออกแบบมาเพื่อให้ผู้ใช้ได้ฝึกหัดและปฏิบัติ หรือมีการมอบหมายภาระงานให้กับผู้ใช้ เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดองค์ความรู้

3. Manipulable apps คือ แอปพลิเคชันที่มีการทดลองและการแนะแนวทางเพื่อให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ภายในบริบทหนึ่งๆ

Cohen et al. (2011) ได้กล่าวประเภทของแอปพลิเคชันทางการศึกษาสำหรับเด็กว่าแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. Gaming apps เป็นแอปพลิเคชันที่มีกิจกรรมที่ทำหาย มีการกระทำและการตอบโต้ที่จะนำไปสู่ทักษะและความสำเร็จที่จะได้รับตามระดับและความเชี่ยวชาญจากการเล่น

2. Reading apps หรือ e-books เป็นแอปพลิเคชันที่มีเรื่องราวหรือการอ่านเรื่องราวต่าง ๆ ซึ่งอาจมีกิจกรรมเล็กๆ ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจากการอ่าน

3. Creating apps เป็นแอปพลิเคชันที่มีอุปกรณ์ เครื่องมือ พื้นที่การทำงาน หรือกิจกรรมต่าง ๆ ให้กับผู้เรียนได้ปฏิบัติ

จากประเภทของโมบายล์แอปพลิเคชันที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า โมบายล์แอปพลิเคชันสามารถแบ่งตามรูปแบบการพัฒนาได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1) Native application 2) Web Application และ 3) Hybrid Application นอกจากนี้โมบายล์แอปพลิเคชันยังสามารถแบ่งประเภทตามวัตถุประสงค์และการใช้งานที่หลากหลาย เช่น แอปพลิเคชันในกลุ่มเกม แอปพลิเคชันในกลุ่มสังคมออนไลน์ แอปพลิเคชันกลุ่มมัลติมีเดียเพื่อการสร้างสรรค์ผลงานต่าง ๆ และกลุ่มแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา เป็นต้น

2.3 คุณลักษณะของแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้

Pahade et al. (2019) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ว่าจำเป็นต้องมีคุณลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1. การพัฒนาฐานข้อมูลให้มีประสิทธิภาพ เนื่องจากข้อมูลทั้งหมดจะถูกอัปโหลดไปยังฐานข้อมูล ดังนั้นข้อมูลจึงจำเป็นต้องได้รับการอัปเดตทั้งสารสนเทศ วิดีโอ ตัวเลข หรือสถิติต่าง ๆ ให้มีความน่าเชื่อถือและเป็นปัจจุบัน อีกทั้งระบบฐานข้อมูลต้องมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว

2. เนื้อหาที่มีความครอบคลุมและมีประโยชน์ โดยเนื้อหาที่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้จะช่วยให้แอปพลิเคชันได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก ซึ่งเนื้อหาดังกล่าวมีลักษณะดังนี้

2.1) เป็นเนื้อหาที่ครอบคลุมและควรค่าแก่การอ่าน

2.2) เนื้อหาต้องได้รับการพัฒนาให้เฉพาะสำหรับกลุ่มเป้าหมาย

2.3) ควรใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายเพื่อให้เข้าถึงผู้เรียนได้ทุกคน

3. การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน ผู้สอนจะสามารถช่วยแก้ปัญหาหรือช่วยอธิบายผู้เรียนให้เข้าใจได้ดียิ่งขึ้น โดยผู้สอนสามารถสร้างบรรยากาศเสมือนห้องเรียนขณะที่ผู้เรียนกำลังเรียนผ่านแอปพลิเคชันโดยใช้ช่องสนทนาได้ อีกทั้งผู้สอนยังสามารถให้ผู้เรียนเสนอความคิดเห็นเพื่อนำไปพัฒนาและปรับปรุงแอปพลิเคชันต่อไป

4. การมีพื้นที่ส่วนตัวให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีอิสระที่จะเรียนรู้ สามารถเลือกวิธีการเรียนรู้ของตนเอง และตอบสนองความต้องการของแต่ละบุคคล

5. การใช้แพลตฟอร์มโซเชียลมีเดียที่มีประสิทธิภาพ การใช้โซเชียลมีเดียจะช่วยให้ข้อมูลต่างๆ สามารถแบ่งปันไปยังผู้อื่นได้ และยังทำให้แอปพลิเคชันเป็นที่รู้จักได้มากขึ้น

6. การรวบรวมแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา เป็นสิ่งหนึ่งที่จะสามารถเข้าถึงและเพิ่มจำนวนกลุ่มเป้าหมายได้ดีขึ้น โดยอาจแบ่งปันข้อมูลกับผู้เรียนและจัดหมวดหมู่ข้อมูลออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ เช่น แยกตามแต่ละโรงเรียน แยกตามระดับชั้น เป็นต้น เพื่อให้มีผู้ใช้งานแอปพลิเคชันได้มากขึ้น

ดังจะเห็นได้ว่าแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้จำเป็นจะต้องมีคุณลักษณะต่าง ๆ ที่สามารถเข้าถึงผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายได้ดี ใช้งานได้ง่าย ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนรู้ สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนได้ อีกทั้งยังต้องมีเนื้อหาที่เชื่อถือได้ มีประโยชน์และเป็นปัจจุบัน

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้

พรทิพย์ วงศ์สินอุดม และศิวินิต อรรถวุฒิกุล (2559) ทำการพัฒนาและศึกษาเปรียบเทียบผลการใช้แอปพลิเคชันบนคอมพิวเตอร์พกพาพร้อมกับการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ร่วมกันของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดเพชรบุรี ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพฤติกรรมการเรียนรู้ร่วมกันของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยภาพรวมมีพฤติกรรมการเรียนรู้ร่วมกันอยู่ในระดับดี

นุชจิรา แดงวันสี และคณะ (2561) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องตารางธาตุ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกับแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Ismail et al. (2018) ทำการศึกษาการใช้แอปพลิเคชัน DicScience PBL ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันเกี่ยวกับการเรียนรู้คำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Problem based learning: PBL) เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า หลังการใช้แอปพลิเคชันดังกล่าว นักเรียนมีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Baharom et al. (2020) ทำการศึกษาการบูรณาการการใช้แอปพลิเคชันการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ผ่านแอปพลิเคชันดังกล่าวสามารถช่วยพัฒนาผลการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์และพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า แอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนเพื่อช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะของนักเรียนได้ เนื่องจากแอปพลิเคชันเป็นโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้งานบนอุปกรณ์เคลื่อนที่แบบพกพาซึ่งสามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดี ช่วยให้นักเรียนสนใจในการเรียนมากขึ้น จึงทำให้สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะของนักเรียนได้

ตอนที่ 3 การเรียนการสอนแบบสืบสอบ

3.1 ความหมายของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ

การเรียนการสอนแบบสืบสอบ หรือ Inquiry-based learning ได้มีนักวิชาการหลายท่านเรียกชื่อที่ต่างกันไป เช่น การสืบเสาะหาความรู้ การสืบสวนสอบสวน การสืบสอบ การสืบเสาะ เป็นต้น สำหรับการวิจัยครั้งนี้เลือกใช้คำว่า “การสืบสอบ”

ทิตินา แชมมณี (2555) ได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนแบบสืบสอบไว้ว่า การเรียนการสอนแบบสืบสอบ หมายถึง การดำเนินการเรียนการสอนโดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น

จรรยา โทษนาบุตร (2560) ได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนแบบสืบสอบไว้ว่า การเรียนการสอนแบบสืบสอบ หมายถึง วิธีการจัดการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางความคิด ค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้ ส่วนผู้สอนเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก

ยุวพร ดวงศรี และบุญสม ทับสาย (2561) ได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนแบบสืบสอบไว้ว่า การเรียนการสอนแบบสืบสอบ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนจะต้องแสวงหาหรือค้นคว้าความรู้ด้วยตนเองเพื่อเพิ่มประสบการณ์ในการเรียนรู้ของตน เริ่ม

จากการให้ผู้เรียนฝึกตั้งคำถามจากสถานการณ์จริงที่พบ และดำเนินการหาคำตอบตามกระบวนการของตน รับผิดชอบในการวิเคราะห์และนำเสนอผลลัพธ์พร้อมหาหลักฐานเพื่อมาสนับสนุนความคิดของตน ผู้สอนมีหน้าที่อำนวยความสะดวก สนับสนุนการเรียนรู้ เพื่อผู้เรียนจะใช้เป็นแนวทางการศึกษาและก้าวไปสู่การเป็นอิสระในการสร้างและแบ่งปันความรู้ พัฒนาทักษะการคิด การใช้เหตุผลในการตัดสินใจ เพื่อนำมาแก้ไขปัญหที่อาจกำลังจะเกิดขึ้นในอนาคต

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาร์ ยินดีสุข (2548) ได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนแบบสืบสอบไว้ว่า การเรียนการสอนแบบสืบสอบ หมายถึง วิธีการสอนที่ให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย

Pedaste et al. (2015) ได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนแบบสืบสอบไว้ว่า การเรียนการสอนแบบสืบสอบ หมายถึง วิธีการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนค้นพบความรู้และสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และรับผิดชอบในการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ

จากความหมายของการเรียนการสอนแบบสืบสอบดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การเรียนการสอนแบบสืบสอบ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการแสวงหาความรู้ สร้างองค์ความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเองโดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้สอนจะทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ และเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ของผู้เรียน

3.2 ประเภทของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ

กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์ (2558) ได้จัดประเภทของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ โดยพิจารณาจาก 1) ระดับของบทบาทและการมีส่วนร่วมของผู้สอน 2) ระดับของบทบาทและความท้าทายของกิจกรรมที่จัดให้แก่ผู้เรียน แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. Structure Inquiry คือ การสืบสอบประเภทนี้ ผู้สอนมีบทบาทในระดับสูง โดยเป็นผู้แนะนำผู้เรียนในตลอดขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบหรือทดลอง มีการให้ปัญหาหรือคำถามทางวิทยาศาสตร์ ให้แนวคิดและขั้นตอนในการสำรวจตรวจสอบหรือทดลอง โดยผู้เรียนจะมีบทบาทในการหาคำตอบ ซึ่งการสืบเสาะประเภท Structure inquiry นี้จะเหมาะกับห้องเรียนขนาดใหญ่หรือผู้เรียนที่ยังมีประสบการณ์ในการสืบเสาะหาความรู้ในระดับเริ่มต้น

2. Guided Inquiry คือ การสืบสอบที่ผู้สอนจะลดระดับบทบาทของการมีส่วนร่วมลงและ ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนเพิ่มขึ้น กล่าวคือมีการกำหนดปัญหาหรือคำถามทางวิทยาศาสตร์ให้แต่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ออกแบบวิธีการและดำเนินการสำรวจตรวจสอบหรือทดลองด้วยตนเอง

3. Collaborative Inquiry คือ การสืบสอบที่ทั้งผู้สอนและผู้เรียนมีบทบาทร่วมกันในการสืบสอบหาความรู้ใหม่ในทุกขั้นตอนวิธีการนี้เหมาะสำหรับกลุ่มผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการสืบสอบมากขึ้น

4. Open Inquiry คือ การสืบสอบที่ผู้เรียนสร้างคำถามด้วยตนเอง ออกแบบวิธีการ และนำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบหรือทดลองด้วยตนเอง โดยผู้สอนมีบทบาทในด้านการให้คำปรึกษาและจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์เท่านั้น ซึ่งวิธีการนี้เหมาะสำหรับผู้เรียนในระดับสูง เช่น นักศึกษาปริญญาโทหรือเอก

Brewer (2023) ได้กล่าวถึงประเภทของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ 4 ประเภท ดังนี้

1. Structured Inquiry เป็นการสืบสอบที่ผู้สอนเป็นผู้นำนักเรียนในชั้นเรียนให้ดำเนินการตามกระบวนการไปพร้อมกัน โดยผู้สอนจะเป็นผู้กำหนดเนื้อหาบทเรียนและกำหนดแนวทางในการเรียน

2. Controlled Inquiry เป็นการสืบสอบภายใต้กรอบที่ผู้สอนกำหนด โดยผู้สอนจะให้บริบทริเริ่มแนวคิด ให้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้สำหรับการดำเนินการตามขั้นตอนของกระบวนการวิธีสืบสอบประเภทนี้ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนมีอิสระในการออกแบบหรือสร้างองค์ความรู้ตามความคิดของตนเอง โดยอาจมีการนำเสนอตัวอย่างหรือแนวคิดให้ผู้เรียน

3. Guided Inquiry เป็นการสืบสอบที่ผู้สอนเป็นผู้เลือกหัวข้อ จากนั้นผู้เรียนจะใช้กระบวนการสืบสอบเพื่อหาคำตอบด้วยวิธีของตนเองอย่างอิสระ

4. Free Inquiry เป็นการสืบสอบที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกหัวข้อและวิธีการในการหาคำตอบด้วยตนเองอย่างอิสระ

ดังจะเห็นได้ว่าการเรียนการสอนแบบสืบสอบเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีรูปแบบที่หลากหลาย การนำรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบไปใช้จึงควรพิจารณาถึงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาบทเรียน และวิเคราะห์ผู้เรียน เพื่อเลือกใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบที่เหมาะสม ส่งผลให้ผู้เรียนได้เกิดการพัฒนาความรู้และทักษะต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้

3.3 ขั้นตอนการเรียนการสอนแบบสืบสอบ

กระทรวงศึกษาธิการ (2545) กล่าวถึงขั้นตอนในการเรียนการสอนแบบสืบสอบซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. สร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวผู้เรียนหรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่มเรื่องที่น่าสนใจ อาจจะมาจากการเหตุการณ์ในช่วงนั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาแล้ว

เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถาม กำหนดหนดประเด็นที่จะศึกษา ผู้สอนอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการนำเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน

2. การสำรวจและค้นหา (Exploration) มีการวางแผนกำหนดแนวทางในการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรม ภาควิชา การใช้อุปกรณ์เพื่อช่วยในการสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) นำข้อมูลที่ได้อธิบายวิเคราะห์แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยาย สร้างแบบจำลองหรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้เป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวกับประเด็นที่ตั้งไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ถ้าใช้อธิบายเรื่องอื่นได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อยซึ่งจะช่วยเชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. การประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินความรู้ ทักษะกระบวนการที่ผู้เรียนได้รับและการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จะช่วยผู้เรียนเกิดการเรียนทั้งเนื้อหาหลักและทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อยอด นำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ อันจะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นปัญหาหรือคำถามที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดกระบวนการต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ

กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์ (2558) กล่าวถึงคุณลักษณะสำคัญหรือขั้นตอนของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ ดังนี้

1. ผู้เรียนตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ ผู้สอนควรจะเป็นผู้ช่วย เป็นผู้แนะนำให้นักเรียนใช้กระบวนการคิดหรือปรับข้อคำถามให้เป็นคำถามที่สามารถสำรวจตรวจสอบ (Testable question) หรือสามารถตั้งสมมติฐานที่ตรวจสอบได้ผ่านกระบวนการทำงานทางวิทยาศาสตร์

2. ผู้เรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานหรือประจักษ์พยานของคำถามที่ตั้งขึ้น จากคำถามที่ตั้งขึ้นผู้เรียนจะทำการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น จากการสำรวจตรวจสอบหรือจากการทดลอง ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องเก็บข้อมูลด้วยความละเอียด ถูกต้องและแม่นยำด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝนทักษะในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ

3. ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากข้อมูลและหลักฐานที่มี เมื่อผู้เรียนเก็บข้อมูลต่าง ๆ ด้วยความละเอียดแล้ว ข้อมูลดิบที่ได้มาจะนำมาวิเคราะห์และใช้เป็นหลักฐานในการสร้างคำอธิบาย ดังนั้น

ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องใช้เหตุผลในการคิดวิเคราะห์ด้วยวิธีการที่เหมาะสมอย่างซื่อสัตย์และสอดคล้องกับคำถามหรือปัญหาที่ตั้งไว้

4. ผู้เรียนเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่ได้สู่องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เมื่อผู้เรียนได้หลักฐานสามารถสร้างคำอธิบายและใช้กระบวนการสังเคราะห์ออกมาเป็นคำอธิบายของตนเองแล้ว ผู้เรียนควรได้ทำการสืบค้นเพื่อศึกษาเพิ่มเติมว่าจากองค์ความรู้ที่ผู้เรียนได้นั้น มีความสอดคล้องหรือแตกต่างจากองค์ความรู้ เช่น หลัก กฎ ทฤษฎี หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ในปัจจุบันอย่างไร

5. ผู้เรียนสื่อสารและประเมินองค์ความรู้อย่างเหตุผล การที่ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้จากการลงมือปฏิบัติและสืบสอบด้วยตนเอง ความรู้ใหม่ที่ได้จะช่วยให้ผู้เรียนได้รู้สึกเห็นคุณค่าของการทำงานดังเช่นนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งการทำงานของนักวิทยาศาสตร์จะไม่สิ้นสุดลงที่การได้ผลการทดลอง แต่นักวิทยาศาสตร์จะนำเอาองค์ความรู้ที่ได้มาใช้สื่อสารต่อประชาคมโลก ดังนั้น การสื่อสารจึงเป็นอีกคุณลักษณะหนึ่งที่สำคัญ เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน เป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และฝึกการให้และรับข้อเสนอแนะจากผู้อื่น ซึ่งเป็นการเติมเต็มความรู้ในส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์ให้ดียิ่งขึ้น

Martin et al. (1988) กล่าวถึงขั้นตอนของการเรียนการสอนแบบสืบสอบตามวงจรการเรียนรู้ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสำรวจ เป็นขั้นที่นักเรียนถูกระตุ้นให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญาและลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างด้วยตนเอง เพื่อนำข้อมูลมาใช้สร้างมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษา โดยครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางในการสืบสอบ

2. การอธิบาย เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันสร้างมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนวทางให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับข้อค้นพบในขั้นสำรวจ รวมทั้งจัดระบบข้อมูลที่รวบรวมมาได้

3. การขยายมโนทัศน์ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำประสบการณ์ใหม่มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมของตนเอง ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนหาแนวทางนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ รวมทั้งให้ผู้เรียนอธิบายมโนทัศน์ใหม่โดยใช้ภาษาของตนเองเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

4. การประเมินผล เป็นการดำเนินการอย่างต่อเนื่องในระหว่างที่มีการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการประเมินผลที่หลากหลาย

Joyce and Weil (2000) กล่าวถึงขั้นตอนของกระบวนการสืบสอบไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชื่นเสนอสถานการณ์ปัญหาที่น่าสงสัย
2. ชื่นรวบรวมข้อมูล
3. ชื่นตั้งสมมติฐาน
4. ชื่นสรุปเป็นกฎเกณฑ์ในการอธิบายปัญหา
5. ชื่นวิเคราะห์กระบวนการสืบสอบ

Borich et al. (2006) กล่าวถึงรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบ ซึ่งมีขั้นตอนการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตั้งคำถาม (Ask) เป็นขั้นที่สนับสนุนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยผู้เรียนเป็นผู้กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ และประเมินการเรียนรู้หลังจากกระบวนการเรียนรู้ประสบความสำเร็จ โดยผู้เรียนแสดงความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็นในประเด็นหรือสถานการณ์ที่ครูนำเสนอ เพื่อนำไปสู่การตั้งคำถามในประเด็นที่ผู้เรียนสนใจ

2. ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Investigation) เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่ปรากฏจริง หรือให้ผู้เรียนมีกระบวนการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว โดยมีการรวบรวมและตีความข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ

3. ขั้นสร้างและวิเคราะห์ (Creative and Analyze) เป็นขั้นที่ผู้เรียนทำการตรวจสอบ จัดระเบียบข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ หรือหาความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและการสร้างคำอธิบายจากข้อมูลที่ได้มา เพื่อนำไปสู่ความหมายข้อมูลรูปแบบต่าง ๆ เช่น ผังมโนทัศน์ แผนภาพ หรือนิทรรศการ เป็นต้น

4. ขั้นอภิปรายผล (Discuss) เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดหรือประสบการณ์การเรียนรู้ซึ่งกันและกัน อภิปรายสิ่งที่ได้ค้นพบ รวมทั้งร่วมกันให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปโดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ

5. ขั้นสะท้อนการเรียนรู้ (Reflect) เป็นขั้นที่ผู้เรียนสะท้อนสิ่งที่ได้จากกระบวนการเรียนรู้ โดยเขียนบันทึกการเรียนรู้เพื่อบันทึกสิ่งที่เรียนรู้จากการดำเนินงานและผลสะท้อนความคิดของตนเอง

ตาราง 0.2 ตารางสังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบ

ขั้นตอน	กระทรวง ศึกษาธิการ (2545)	กมลวรรณ กันยา ประสิทธิ์ (2558)	Martin et al. (1988)	Joyce and Weil (2000)	Borich et al. (2006)	ผู้วิจัย
1. ตั้งคำถาม/นำเสนอ สถานการณ์ปัญหาเพื่อสร้าง ความสนใจ	✓	✓		✓	✓	✓
2. ตั้งสมมติฐาน				✓		
3. สำรวจ/รวบรวมข้อมูล/ลงมือ ปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4. สร้างคำอธิบาย/สรุปกฎเกณฑ์ และอภิปรายผลจากข้อมูล	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5. เชื่อมโยงความรู้และขยาย มโนทัศน์	✓	✓	✓			✓
6. วิเคราะห์กระบวนการ				✓		
7. สื่อสารสิ่งที่ได้เรียนรู้		✓				
8. ประเมินผลหรือประเมิน องค์ความรู้	✓	✓	✓			✓
9. สะท้อนการเรียนรู้					✓	

จากตารางสังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบ ผู้วิจัยเลือกประเด็นที่มีนักวิชาการเห็น
สอดคล้องกันตั้งแต่ 2 ท่านขึ้นไป ซึ่งพบว่าการเรียนการสอนแบบสืบสอบมีขั้นตอนที่สำคัญ 5 ขั้นตอน
คือ 1) การตั้งคำถามหรือนำเสนอสถานการณ์เพื่อสร้างความสนใจ 2) การสำรวจ รวบรวมข้อมูล หรือ
ลงมือปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ 3) การสร้างคำอธิบาย สรุปผล และอภิปรายผลจากข้อมูล 4) การ
เชื่อมโยงความรู้เดิมและขยายความรู้หรือมโนทัศน์ และ 5) การประเมินผลหรือประเมินองค์ความรู้ที่
ได้รับ

3.4 การเรียนการสอนแบบสืบสอบตามรูปแบบการเรียนรู้ 5E

จากการสังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนการสอนแบบสืบสอบ พบว่า ขั้นตอนการเรียนการสอน
แบบสืบสอบประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 5 ขั้นตอน สอดคล้องกับการเรียนการสอนแบบสืบสอบ
ตามรูปแบบการเรียนรู้ BSCS 5E (5E learning model) ซึ่งเป็นรูปแบบการสอนเพื่อให้เกิดทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง (constructivism) ช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในทุกๆ ขั้นตอนจนสามารถขยายผลเพื่อเป็นความรู้หรือประสบการณ์พื้นฐานในการเรียนรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2551)

รูปแบบการเรียนรู้ 5E เป็นการเรียนการสอนแบบสืบสอบรูปแบบหนึ่งที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างแท้จริง โดยให้ผู้เรียนแสวงหาและศึกษาค้นคว้า เพื่อสร้างองค์ความรู้ของตนเองโดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุน ชี้แนะ ช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน ถือเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำความรู้ หลักการ แนวคิดหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับประเด็นปัญหาที่ผู้เรียนสนใจศึกษา ค้นคว้า และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองตามความสามารถและความถนัดของตนเองอย่างอิสระ ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้ 5E นี้ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ (นรรชต์ ฝั้นเชียร, 2563; จรรยา โทะะนาบุตร, 2560; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือนำเข้าสู่เรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากเรื่องที่สงสัย จากความสนใจของตัวผู้เรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่มเรื่องที่น่าสนใจซึ่งอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ผู้สอนอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้ผู้เรียนยอมรับประเด็นที่ผู้สอนกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและผู้เรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่ศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิมหรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยเมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ครูผู้สอนจะเปิดโอกาสให้นักเรียนให้มีการวางแผนกำหนดแนวทางในการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ แล้วดำเนินการศึกษาค้นคว้าโดยการรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การสำรวจ การสืบค้นจาก

เอกสารต่าง ๆ การทดลอง และการจำลองสถานการณ์ เป็นต้น เพื่อตรวจสอบสมมติฐานและให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

เป็นการนำเสนอข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ โดยเมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอต่อการสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การวาดรูป การสร้างตารางหรือกราฟ เป็นต้น การค้นพบในขั้นนี้เป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ เป็นต้น แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ โดยสามารถทำได้โดยนำความรู้ที่ได้จากขั้นก่อนหน้า มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือใช้อธิบายถึงสถานการณ์หรือเหตุการณ์เกี่ยวข้อง โดยครูผู้สอนอาจจัดกิจกรรมและให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมนั้น ๆ เช่น ตั้งคำถามจากการศึกษาเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เข้ากับประสบการณ์หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องได้มากขึ้น

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation)

เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด เช่น การทำข้อสอบ การทำรายงานสรุป หรือการให้นักเรียนประเมินตัวเอง เป็นต้น ทั้งนี้ครูผู้สอนจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียน วิเคราะห์ วิจัยและคิดพิจารณาความรู้ที่ได้ให้รอบคอบ โดยมีครูผู้สอนช่วยตรวจสอบและปรับปรุงความรู้ที่นักเรียนได้รับนั้นให้ถูกต้องเหมาะสมและสอดคล้องกับความรู้เดิมของนักเรียนมากยิ่งขึ้น และนำนักเรียนไปสู่คำถามที่ต้องการการสำรวจตรวจสอบต่อไปอย่างต่อเนื่อง

ดังจะเห็นได้ว่ารูปแบบการเรียนรู้ 5E เป็นรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบรูปแบบหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนการสอนโดยเฉพาะในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation)

3.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนแบบสืบสอบตามรูปแบบการเรียนรู้ 5E

บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนแบบสืบสอบตามรูปแบบการเรียนรู้ 5E สรุปได้ดังตาราง 2.3 (จรรยา โทษนาบุตร, 2560; Bybee et al., 2006)

ตาราง 0.3 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนแบบสืบสอบตามรูปแบบการเรียนรู้ 5E

ขั้นตอนการเรียนรู้	บทบาทครูผู้สอน	บทบาทนักเรียน
1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	1) สร้างความสนใจและความ อยากรู้อยากเห็น 2) ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด	1) นักเรียนถามคำถาม เช่น ทำไม สิ่งนี้จึงเกิดขึ้น ฉันได้เรียนรู้ อะไรบ้างเกี่ยวกับสิ่งนี้ 2) แสดงความสนใจต่อเรื่องที่จะ ศึกษา
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)	1) ส่งเสริมให้นักเรียนทำงาน ร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ 2) สังเกตและฟังการโต้ตอบกัน ระหว่างนักเรียน 3) ตั้งคำถามหรือซักถามเพื่อ นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ 4) ให้คำปรึกษาแนะนำแก่นักเรียน	1) คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขต ของกิจกรรม 2) คาดคะเน และตรวจสอบ สมมติฐาน 3) พยายามหาทางเลือกในการ แก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือก เหล่านั้นกับผู้อื่น 4) บันทึกผลการสังเกต ให้ ข้อคิดเห็น และลงข้อสรุป
3. ขั้นอธิบายและลง ข้อสรุป (Explanation)	1) ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบาย แนวคิดหรือให้คำจำกัดความ ด้วยคำพูดของตนเอง 2) ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลพร้อม แสดงหลักฐานและถามคำถาม ในสิ่งที่ได้เรียนรู้ 3) ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์ ประสบการณ์เดิมของตนเป็น พื้นฐานในการอธิบายแนวคิด	1) อธิบายวิธีการแก้ปัญหาหรือ คำตอบที่เป็นไปได้ 2) ฟังคำอธิบายของผู้อื่นอย่างมี วิจารณญาณ 3) ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้อื่นได้ อธิบาย 4) ฟังและพยายามทำความเข้าใจ เกี่ยวกับสิ่งที่ครูผู้สอนอธิบาย 5) อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติ มาแล้ว

ขั้นตอนการเรียนรู้	บทบาทครูผู้สอน	บทบาทนักเรียน
		6) ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกหรือสังเกตในการอธิบาย 7) ลงข้อสรุปจากหลักฐานที่ปรากฏอย่างสมเหตุสมผล
4. ขยายความรู้ (Elaboration)	1) ส่งเสริมให้นักเรียนนำเสนอสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ 2) ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่ พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามนักเรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร	1) ประยุกต์ความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม 2) ใช้ข้อมูลที่ได้ศึกษามาในการตอบคำถามหาหนทางแก้ปัญหา 3) ตัดสินใจและออกแบบการทดลองในสถานการณ์ใหม่ 4) ตรวจสอบความเข้าใจกับครูผู้สอนและเพื่อน
5. ประเมินผล (Evaluation)	1) สังเกตนักเรียนในการนำเสนอแนวคิดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ 2) ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน 3) หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนเปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม 4) นักเรียนประเมินการเรียนรู้ของตนเองและทักษะกระบวนการกลุ่ม 5) ถามคำถามปลายเปิดเพื่อประเมินการเรียนรู้ เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น	1) ตอบคำถามปลายเปิดโดยการสังเกตหลักฐานและคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว 2) แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะ 3) ประเมินความก้าวหน้าและความรู้ของตนเอง 4) ถามคำถามเพื่อให้มีการตรวจสอบในประเด็นอื่นต่อไป

3.6 เทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับรูปแบบการเรียนรู้ 5E

จากการศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับรูปแบบการเรียนรู้ 5E ในแต่ละชั้น พบว่า มีนักวิชาการหลายท่านได้นำเสนอเครื่องมือหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนรูปแบบ 5E ในแต่ละชั้น ดังแสดงในตาราง 2.4 (Tucker, 2020; Guhlin, 2016)

ตาราง 0.4 เทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับรูปแบบการเรียนรู้ 5E ในแต่ละชั้น

รูปแบบการเรียนรู้ 5E	เครื่องมือ/เทคโนโลยีที่ใช้
ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement)	<ul style="list-style-type: none"> - Padlet - Google Classroom Question - Jamboard - Learning Management System (LMS) online discussion feature - Mentimeter - Collaborative Projects with GoogleApps - Interactive web sites (ผู้เรียนสามารถเชื่อมต่อและมีปฏิสัมพันธ์กัน) - Video/audio
ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration)	<ul style="list-style-type: none"> - Video - Blog or Google Sites - Podcast/Vidcast - Data collection (Google Form/Sheet) - Google Search - YouTube - Google Classroom Question - LMS Online Discussion - Shared Google Slide Deck
ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	<ul style="list-style-type: none"> - Digital storytelling - Podcasting/Vidcasting - Presentation (Google Slides) - Blog or Google Sites

รูปแบบการเรียนรู้ 5E	เครื่องมือ/เทคโนโลยีที่ใช้
	<ul style="list-style-type: none"> - Collaborative Product Creation - Google Hangout or Zoom - Screencastify (Chrome Extension) - FlipGrid
ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration)	<ul style="list-style-type: none"> - Forum (Google Classroom) - Product creation - Virtual field trip - Shared Google Docs, Slides, Drawings, Spreadsheets - FlipGrid - Quizlet - Kahoot!
ขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation)	<ul style="list-style-type: none"> - Quizizz - Kahoot! - Schoology quiz - Google Forms - Socrative - Video feedback on product - OneNote notebook with feedback

จากตารางแสดงเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับรูปแบบการเรียนรู้ 5E ในแต่ละขั้น สรุปได้ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ เทคโนโลยีที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน และเน้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์โดยการร่วมกันอภิปรายเพื่อให้เกิดคำถามนำไปสู่การสำรวจและค้นหาต่อไป
2. ขั้นสำรวจและค้นหา เทคโนโลยีที่ใช้เป็นเทคโนโลยีที่ให้ผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้หรือค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ทั้งในรูปแบบวิดีโอหรือเว็บไซต์ และให้ผู้เรียนได้บันทึกข้อมูลโดยใช้เครื่องมือกลุ่ม Data collection เช่น Google form, Google sheet เป็นต้น
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เทคโนโลยีที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นเทคโนโลยีที่ผู้เรียนทุกคนสามารถใช้เพื่ออธิบายสิ่งที่ได้ศึกษาเรียนรู้ร่วมกันได้
4. ขั้นขยายความรู้ เทคโนโลยีที่นำมาใช้จะเป็นเทคโนโลยีที่ผู้เรียนสามารถทำงานร่วมกันได้ เช่น Google docs หรือ Google slide และใช้เทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างข้อมูลได้

5. ชั้นประเมินผล เทคโนโลยีที่นำมาใช้จะเป็นเทคโนโลยีที่ให้ผู้เรียนได้ตอบคำถามเพื่อประเมินความรู้ของผู้เรียน และเทคโนโลยีที่สามารถให้ผลสะท้อนกลับการเรียนรู้แก่ผู้เรียนได้

3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องการเรียนการสอนแบบสืบสอบ

ณัฐวดี บุญรัตน์ (2562) ทำการศึกษาและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับชุดกิจกรรม ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับชุดกิจกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับชุดกิจกรรมอยู่ระดับมาก

นรรัตน์ชนก โสภา (2561) ทำการศึกษาและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่องพลังงานแสง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานแสง ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่องพลังงานแสงอยู่ระดับมาก

นราพันธ์ สมาทอง (2558) ทำการศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เรื่อง แรงและความดัน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เรื่อง แรงและความดัน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เรื่อง แรงและความดัน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E โดยรวมอยู่ในระดับมาก

กุลธิดา ชันทอง (2563) ทำการศึกษากาการใช้ QR Code จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E เรื่องรู้เท่าทันสังคมออนไลน์ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้ QR Code จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E เรื่องรู้เท่าทันสังคมออนไลน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ขวัญชนก มาตรา และคณะ (2562) ทำการศึกษากาจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการอ่านอย่างกระตือรือร้น (Active Reading) หน่วยการเรียนรู้เรื่อง พลังงานแสง เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการอ่านและเจตคติทางวิทยาศาสตร์

สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการอ่านอย่างกระตือรือร้น สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ในสัปดาห์ที่ 3 นักเรียนมีความสามารถในการอ่านสูงกว่าสัปดาห์ที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการอ่านอย่างกระตือรือร้น สูงกว่าก่อนเรียนและอยู่ในระดับดี

Yuniarsih et al. (2020) ทำการศึกษาผลของการเรียนแบบสืบสอบโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ 5E เรื่องภาวะโลกร้อนเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนแบบสืบสอบโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ 5E เรื่องภาวะโลกร้อนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นการเรียนแบบสืบสอบโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ 5E สามารถส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

Rosdianto and Teeka (2019) ทำการศึกษากการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 5E ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 5E หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า รูปแบบการเรียนรู้แบบ 5E สามารถช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนได้

Demircioglu and Cagatay (2014) ทำการศึกษาค้นคว้าผลของการใช้ชุดกิจกรรมการทดลองโดยใช้แนวทางการสร้างความรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ 5E ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อความเข้าใจในเรื่องสารละลาย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองโดยใช้แนวทางการสร้างความรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ 5E มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบสืบสอบดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า รูปแบบการเรียนรู้ 5E เป็นรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบที่ยังคงได้รับความนิยมในปัจจุบันสามารถนำไปใช้จัดการเรียนการสอนในวิชาต่าง ๆ ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่จำเป็นต้องให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการและการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ให้การค้นคว้าหาความรู้และแก้ไขปัญหาต่าง ๆ รูปแบบการเรียนรู้ 5E จึงเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่สำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้นต่อไป

ตอนที่ 4 กล้องเอนโดสโคปกับการศึกษา

4.1 ความหมายของกล้องเอนโดสโคป

Juniper (2020) ได้กล่าวถึงกล้องเอนโดสโคปไว้ว่า กล้องเอนโดสโคปเป็นกล้องที่ใช้ในสถานที่ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ถนัด ตัวกล้องยึดติดกับแขนที่ยืดหยุ่นได้มีลักษณะคล้ายลวดอ่อนสามารถต่อเข้ากับจอภาพเพื่อแสดงผลผ่านทาง Wi-Fi บลูทูธ หรือ USB

Sparks (2020) ได้กล่าวถึงกล้องเอนโดสโคปไว้ว่า กล้องเอนโดสโคปเป็นกล้องที่มีขนาดเล็กมากซึ่งถูกต่อเข้ากับสายเคเบิลที่ยาวและยืดหยุ่นได้ โดยสายเคเบิลที่ยืดหยุ่นนี้จะช่วยให้สามารถเคลื่อนกล้องเข้าไปในช่องหรือที่แคบๆ ได้ อีกทั้งตัวกล้องยังมีไฟเพื่อช่วยส่องสว่างเมื่อเข้าไปในพื้นที่ที่มีแสงไม่เพียงพออีกด้วย ซึ่งกล้องเอนโดสโคปนี้มีประโยชน์มากในทางการแพทย์ แพทย์มักใช้ในการวินิจฉัยปัญหาทางการแพทย์โดยใช้ตรวจดูสิ่งที่เกิดขึ้นภายในร่างกายอย่างละเอียดยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังใช้ในการระหว่างการผ่าตัดหรือใช้กล้องส่องในระบบทางเดินอาหาร

Dar (2018) ได้กล่าวถึงกล้องเอนโดสโคปไว้ว่า กล้องเอนโดสโคปเป็นกล้องที่สามารถผ่านเข้าไปในสถานที่ที่แคบที่สุดได้ เป็นอุปกรณ์ที่ทำให้กล้องโทรศัพท์มือถือสามารถตรวจดูหรือมองเห็นได้ในท่อขนาดเล็กหรือที่มีดได้

จากความหมายของกล้องเอนโดสโคปดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า กล้องเอนโดสโคปเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการมองเห็น ตัวกล้องมีขนาดเล็กมากซึ่งถูกติดเข้ากับสายเคเบิลที่ยาวและยืดหยุ่นสามารถโค้งงอได้ นอกจากนี้ตัวกล้องยังมีไฟช่วยส่องสว่างเพื่อให้สามารถมองเห็นได้ในที่มืด และภาพที่ได้จากกล้องเอนโดสโคป สามารถแสดงผลบนจอภาพหรือโทรศัพท์มือถือผ่านทาง Wi-Fi บลูทูธ หรือ USB ได้ ซึ่งกล้องเอนโดสโคปนี้มักนิยมนำมาใช้ในการทางการแพทย์และอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพื่อช่วยในการมองเห็นในพื้นที่ที่แคบหรือเข้าถึงได้ยากหรือพื้นที่ที่มองเห็นได้ไม่ถนัด

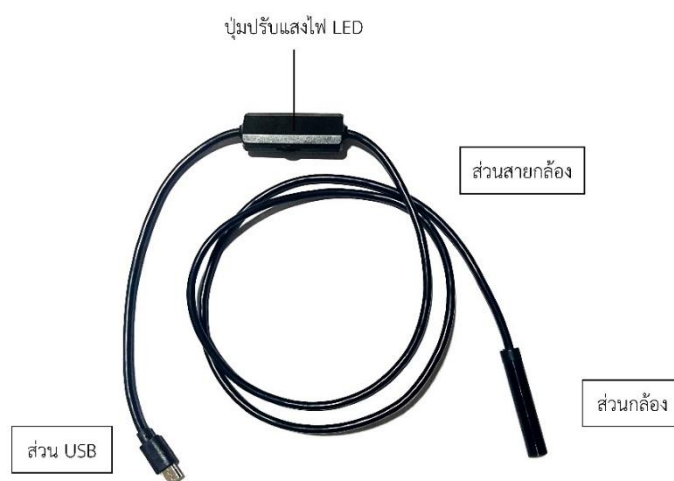


ภาพ 0.2 กล้องเอนโดสโคป

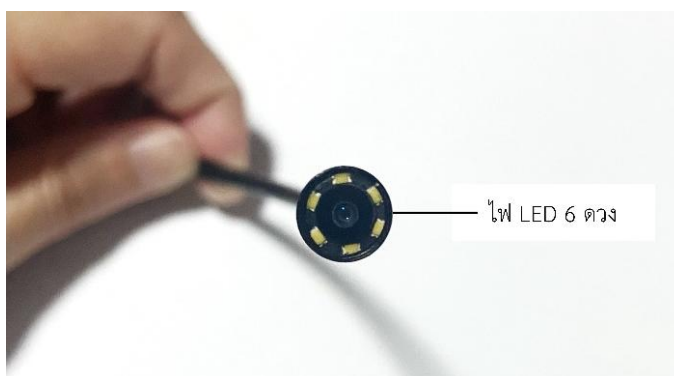
4.2 ส่วนประกอบของกล้องเอนโดสโคป

จากการศึกษากล้องเอนโดสโคปในปัจจุบัน พบว่ากล้องเอนโดสโคปมีทั้งรุ่นที่สามารถใช้งานกับอุปกรณ์เคลื่อนที่ต่าง ๆ โดยเชื่อมต่อผ่านทางสาย USB (USB Endoscope) และรุ่นที่เชื่อมต่อผ่านทาง WIFI (WIFI/Wireless Endoscope) ซึ่งทั้งสองรุ่นมีลักษณะและส่วนประกอบที่คล้ายกัน ดังนี้ (เอสเจแอกเดเจ็ต, 2563; Otero, 2021; TechGuru, 2021)

1. USB Endoscope Camera เป็นกล้องเอนโดสโคปที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์เคลื่อนที่ต่าง ๆ เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต และคอมพิวเตอร์พกพาได้ผ่านทางสาย USB โดยมีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ 1) ส่วนกล้อง ประกอบด้วยกล้องขนาดเล็ก และไฟ LED ล้อมรอบกล้อง 2) ส่วนสายกล้อง มีทั้งสายกล้องชนิดแข็งและสายกล้องชนิดอ่อน และ 3) ส่วนต่อเชื่อมกับอุปกรณ์ต่าง ๆ หรือส่วน USB ประกอบด้วย USB ปุ่มปรับระดับไฟ LED และปุ่มถ่ายภาพ ซึ่งกล้องเอนโดสโคปบางรุ่นอาจแยกปุ่มปรับระดับไฟ LED และปุ่มถ่ายภาพออกมาจาก USB ดังแสดงในภาพ 2.3 - 2.4

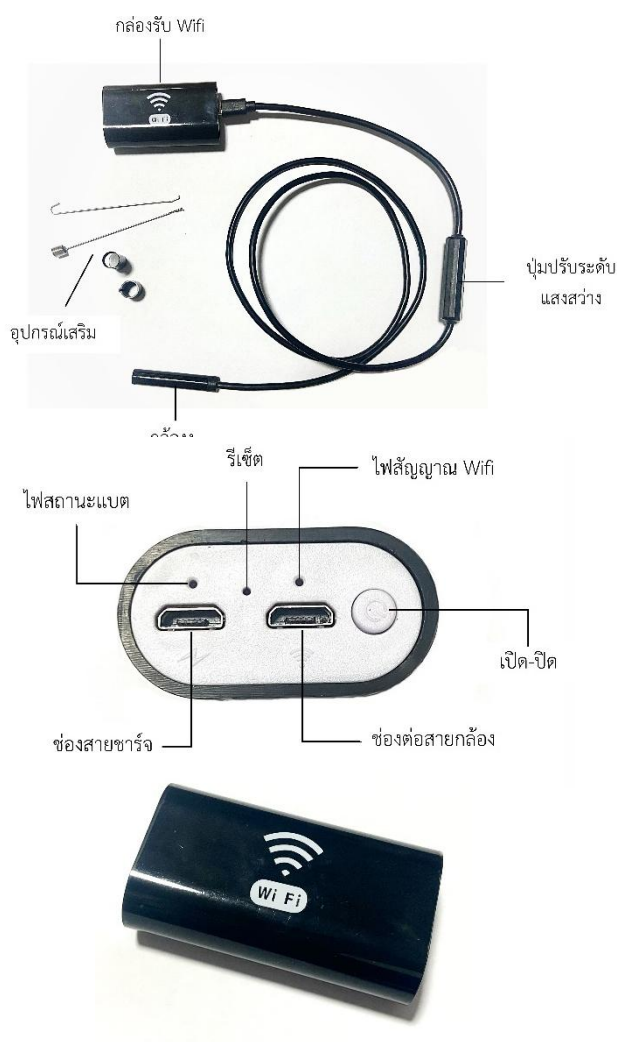


ภาพ 0.3 ส่วนประกอบของ USB Endoscope Camera



ภาพ 0.4 ส่วนกล้องของกล้องเอนโดสโคป

2. WIFI/Wireless Endoscope Camera เป็นกล้องเอนโดสโคปที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์เคลื่อนที่ต่าง ๆ ได้แบบไร้สายผ่านทาง Wifi มีส่วนประกอบที่สำคัญคล้ายกับ USB Endoscope Camera แต่จะมีตัวรับ Wifi เพิ่มเข้ามา ดังนี้ 1) ส่วนกล้อง ประกอบด้วยกล้องขนาดเล็ก และไฟ LED ล้อมรอบกล้อง 2) ส่วนสายกล้อง มีทั้งสายกล้องชนิดแข็งและสายกล้องชนิดอ่อน 3) ส่วนปรับระดับไฟ LED และปุ่มถ่ายภาพ และ 4) ตัวรับ Wifi โดย WIFI Endoscope Camera บางรุ่นอาจรวมส่วนปรับระดับไฟ LED และปุ่มถ่ายภาพอยู่ในตัวรับ Wifi ดังแสดงในภาพ 2.5 – 2.6



ภาพ 0.5 ส่วนประกอบของ WIFI Endoscope Camera



ภาพ 0.6 WIFI Endoscope Camera ที่มีส่วนปรับระดับไฟ LED และปุ่มถ่ายภาพในตัวรับ Wifi

4.3 แนวทางการนำกล้องเอนโดสโคปมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน

Foo and Ruiz (2019) ได้กล่าวถึงการนำกล้องเอนโดสโคปมาใช้ในการเรียนการสอนดังนี้

1. การจำลองการผ่าตัด กล้องเอนโดสโคปได้ถูกนำมาใช้ในการฝึกเทคนิคทางการแพทย์ เช่น การจำลองผ่าตัดในชั้นเรียน และการส่องกล้องในร่างกาย ทำให้นักเรียนได้สัมผัสและเรียนรู้เกี่ยวกับเทคนิคทางการแพทย์พื้นฐานอย่างการผ่าตัดได้จริงต่างจากเครื่อง VR หรือแอปพลิเคชันต่าง ๆ ในโทรศัพท์มือถือที่ไม่สามารถทำได้เหมือนการปฏิบัติจริง

2. การศึกษาแบบจำลองโมเลกุลของวัตถุ กล้องเอนโดสโคปสามารถนำมาใช้ในการศึกษาแบบจำลองโมเลกุลของวัตถุต่าง ๆ ได้ โดยการสร้างกล้องแบบจำลองโดยมีแบบจำลองโมเลกุลอยู่ในกล้อง นักเรียนสามารถใช้กล้องเอนโดสโคปส่องเข้าไปในกล้องเพื่อศึกษาโมเลกุลของสารหรือวัตถุต่าง ๆ ได้



ภาพ 0.7 การนำกล้องเอนโดสโคปมาใช้ในการศึกษาแบบจำลองโมเลกุลของวัตถุ

(Foo and Ruiz, 2019)

ดังจะเห็นได้ว่ากล้องเอนโดสโคปเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการมองเห็น ทำให้สามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้แม้ในสถานที่แคบหรือสถานที่ที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนโดยเฉพาะในรายวิชาวิทยาศาสตร์ได้ ทั้งในวิทยาศาสตร์ชีวภาพ และวิทยาศาสตร์กายภาพ เพื่อจัดกิจกรรมที่กระตุ้นความสนใจของนักเรียนและสามารถฝึกทักษะการสังเกตของนักเรียนได้

4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกล้องเอนโดสโคป

Park et al. (2016) ทำการศึกษาและประเมินผลความสามารถในการวินิจฉัยโรคและประโยชน์ในทางคลินิกในการใช้สมาร์ตโฟนร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเปรียบเทียบกับกล้องเอนโดสโคปแบบดั้งเดิมที่ใช้ในการแพทย์ในการสังเกตสภาวะร่างกายภายในหู ตา และคอหอยของมนุษย์ ผลการวิจัยพบว่า ผลการประเมินด้านภาพถ่ายที่ได้จากการใช้สมาร์ตโฟนร่วมกับกล้องเอนโดสโคปมีความใกล้เคียงกับเอนโดสโคปที่มีอยู่ของคลินิก แต่ก็ยังได้รับคะแนนที่ค่อนข้างต่ำกว่า แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนด้านประโยชน์สำหรับการตรวจวินิจฉัยพบว่ามีประโยชน์สำหรับการตรวจวินิจฉัย มีความง่ายและสะดวกในการใช้งานจริงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งยังต้นทุนต่ำ และสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ฉุกเฉินได้

Özkan et al. (2013) ทำการศึกษาการวินิจฉัยและรักษาโรคภายในโพรงจมูกในผู้ป่วย 2 รายโดยวิธีการต่าง ๆ ผลการวิจัยพบว่า การใช้กล้องเอนโดสโคปสามารถทำได้ง่ายและรวดเร็วมากที่สุด สามารถเห็นภาพภายในโพรงจมูกได้ดี และที่สำคัญคือเป็นวิธีที่ไม่อันตราย

Lee et al. (2016) ทำการศึกษาทดลองใช้กล้องเอนโดสโคปร่วมกับสมาร์ตโฟนเพื่อประโยชน์ในการมองเห็นช่องปากแทนกล้องวิดีโอลาริงโกสโคป (Videolaryngoscopy) ซึ่งเป็นเครื่องมือทางการแพทย์ที่ช่วยในการมองเห็นช่องปากเพื่อให้่ายต่อการใส่ท่อช่วยหายใจสำหรับผู้ป่วยที่มีการหายใจลำบาก ผลการวิจัยพบว่า กล้องเอนโดสโคปร่วมกับสมาร์ตโฟนสามารถช่วยในการมองเห็น ใช้ในการช่วยใส่ท่อช่วยหายใจบนหุ่นได้ดี ซึ่งสามารถนำมาใช้แทนกล้องวิดีโอลาริงโกสโคป (Videolaryngoscopy) ที่มีราคาสูงได้

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกล้องเอนโดสโคปดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่ากล้องเอนโดสโคปเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยในการมองเห็นได้เป็นอย่างดี มีคุณสมบัติที่ช่วยทำให้สามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ในพื้นที่ที่แคบหรือเข้าถึงได้ยาก กล้องเอนโดสโคปจึงเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เพื่อช่วยส่งเสริมการสังเกตได้

ตอนที่ 5 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชนินันท์ พลฤกษ์ประมุล (2557) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงออกทางพฤติกรรมที่เกิดจากการคิด เป็นทักษะทางสติปัญญา (Intellectual skills) ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น สามารถแสดงออกได้จากการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์หรือกิจกรรมวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ในชั้นเรียนได้

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ (2551) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถและความชำนาญในการใช้ความคิด และกระบวนการคิดเพื่อค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ การคิดลักษณะนี้เป็นทักษะทางปัญญา (intellectual skill) ซึ่งเป็นการทำงานของสมอง และไม่ใช่ทักษะที่เกิดขึ้นจากการทำปฏิบัติการต่าง ๆ (psychomotor หรือ hands-on skill)

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์นธ์ เดชะคุปต์ (2542) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะทางสติปัญญาหรือทักษะการคิดที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้แก้ปัญหา และใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้

Raj and Devi (2014) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะที่ใช้ในวิทยาศาสตร์แขนงต่าง ๆ และเป็นทักษะที่สะท้อนถึงพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์

Safaah et al. (2017) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

Sunyono (2018) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาทักษะของนักเรียนในการประมวลผลความรู้ การค้นคว้าหาความรู้และข้อเท็จจริงต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

จากความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะทางปัญญาที่แสดงถึงความสามารถในการใช้กระบวนการคิดเพื่อแสวงหาความรู้ ข้อเท็จจริง หรือแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

5.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถจำแนกประเภทโดยยึดตามสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science: AAAS, 1989) ซึ่งได้จำแนกทักษะกระบวนการตามลักษณะของความยากง่ายของทักษะต่าง ๆ ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย 8 ทักษะ ได้แก่ 1) การสังเกต (observing) 2) การวัด (measuring) 3) การจำแนกประเภท (classifying) 4) การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปสและสเปซกับเวลา (using space/space and space/time relationships) 5) การใช้ตัวเลข (using number) 6) การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (organizing data and communicating) 7) การลงความเห็นจากข้อมูล (inferring) และ 8) การพยากรณ์ (predicting)

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานหรือขั้นบูรณาการ ประกอบด้วย 5 ทักษะ ได้แก่ 1) การตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis) 2) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (operational defining of the variable) 3) การกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variable) 4) การทดลอง (experimenting) และ 5) การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data and conclusion)

โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนควรฝึกให้เกิดความชำนาญเป็นพื้นฐานก่อนทำการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานหรือ ขั้นบูรณาการ และเป็นทักษะที่เหมาะสมสำหรับเด็กในระดับชั้นประถมศึกษา (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข, 2548; Jinks, 1997) ซึ่งความหมายและพฤติกรรมบ่งชี้ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแต่ละทักษะ สรุปได้ดังตาราง 2.5 ดังนี้ (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2551; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

ตาราง 0.5 ความหมายและพฤติกรรมบ่งชี้ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้
1. การสังเกต	เป็นความสามารถในการใช้อวัยวะรับสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และกายสัมผัส โดยการมองเห็น ได้ยิน ดมกลิ่น รับรส และสัมผัสวัตถุหรือเหตุการณ์ต่างๆ เพื่อเก็บข้อมูลรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใส่เอาความรู้สึนึกคิดหรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตลงไป	<ul style="list-style-type: none"> - บ่งชี้และบรรยายลักษณะเชิงคุณภาพโดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกัน - บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุโดยการกะประมาณได้ - บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้
2. การวัด	เป็นความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือวัดปริมาณต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม รวมถึงความสามารถในการหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างถูกต้อง พร้อมระบุหน่วยของการวัดเสมอ	<ul style="list-style-type: none"> - เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด - บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้ - บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้อง - วัดปริมาณต่างๆ เช่น ความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก ได้อย่างถูกต้อง - ระบุหน่วยของตัวเลขจากการวัดได้
3. การจำแนกประเภท	เป็นความสามารถในการแยกแยะ จัดพวกหรือจัดกลุ่มสิ่งต่างๆ การเรียงลำดับวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่างๆ โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานจากสมบัติของสิ่งที่ศึกษาเป็นเกณฑ์	<ul style="list-style-type: none"> - เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้ - เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้ - บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้
	ซึ่งอาจจะเป็นความเหมือน ความ แตกต่าง หรือความสัมพันธ์ ระหว่างสิ่งที่กำลังศึกษา	
4. การหาความสัมพันธ์ ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา	การหาความสัมพันธ์ ระหว่างสเปสกับสเปส เป็น ความสามารถในการหาความ เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันระหว่าง พื้นที่ที่วัตถุต่างๆ ครอบครอง ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติและรูปทรง 3 มิติ และ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ อยู่ของวัตถุหนึ่งกับวัตถุอีกชนิด หนึ่ง การหาความสัมพันธ์ ระหว่างสเปสกับเวลา เป็น ความสามารถในการหาความ เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันระหว่าง พื้นที่ที่วัตถุครอบครองเมื่อเวลา ผ่านไป ได้แก่ การแสดงทิศทาง หรือตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุใน เวลาต่างๆ กัน	<ul style="list-style-type: none"> - บ่งชี้รูป 2 มิติและวัตถุ 3 มิติที่ กำหนดให้ได้ - วาดรูป 2 มิติจากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้ - บอกชื่อของรูปและรูปทรงเรขาคณิต ได้ - บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติได้ ได้แก่ <ul style="list-style-type: none"> 1) ระบुरुปทรง 3 มิติที่เห็นจากการ หมุนรูป 2 มิติ 2) เมื่อเห็นเงารูป 2 มิติของวัตถุแล้ว สามารถบอกรูปทรง 3 มิติของวัตถุต้น กำเนิดได้ 3) เมื่อเห็นวัตถุรูปทรง 3 มิติ สามารถบอกเงา 2 มิติที่จะเกิดขึ้นได้ 4) บอกรูปของรอยตัด 2 มิติที่ เกิดขึ้นจากการตัดวัตถุรูปทรง 3 มิติ ออกเป็น 2 ส่วนได้ - บอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุ ใดๆ ได้ - บอกทิศทางที่สัมพันธ์ระหว่างวัตถุ หนึ่งกับวัตถุอื่นได้ - บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้า กระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่า เป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้
		<ul style="list-style-type: none"> - บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้ - บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่างๆ กับเวลาได้
5. การใช้ตัวเลขหรือการ คำนวณ	เป็นความสามารถในการ นับ จำนวน ของวัตถุ หรือ เหตุการณ์และการนำตัวเลข แสดงจำนวนที่นับได้มาคิด คำนวณ โดยใช้การบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย หรือ วิธีการคำนวณอื่นๆ	<ul style="list-style-type: none"> - สามารถนับจำนวนสิ่งของหรือเหตุการณ์ได้อย่างถูกต้องและใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ - บอกวิธีคำนวณได้ คิดคำนวณได้อย่างถูกต้อง และแสดงวิธีคำนวณได้
6. การจัดกระทำและสื่อ ความหมายข้อมูล	เป็นความสามารถในการนำ ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การ วัด การทดลอง และจากแหล่ง อื่นๆ มาจัดกระทำใหม่ให้อยู่ใน รูปแบบที่มีความหมายหรือมี ความสัมพันธ์กันมากขึ้นเพื่อให้ ผู้อื่นเข้าใจความหมายของ ข้อมูลชุดนั้นได้ดีขึ้น เช่น การหา ความถี่ เรียงลำดับ จัดแยก ประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ โดยอาจแสดงในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ แผนผัง วงจร กราฟ สมการ การเขียน และการบรรยาย	<ul style="list-style-type: none"> - เลือกรูปแบบการนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม - บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบนำเสนอข้อมูลได้ - ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกได้ - เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่ายขึ้น - บรรยายลักษณะของสิ่งใดๆ ด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ - บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้
7. การลงความคิดเห็น จากข้อมูล	เป็นความสามารถในการ คาดเดาอย่างมีหลักการ การ เพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับ ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมี เหตุผล โดยอาศัยพื้นฐานความ รู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมช่วย ในการแสดงความคิดเห็นนั้นๆ	- อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มเติมความ คิดเห็นให้กับข้อมูลที่ไดจากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิม
8. การทำนายหรือการ พยากรณ์	เป็นความสามารถในการ สรุปผลลัพธ์หรือคำตอบลงหน ากอนทดลอง โดยอาศัย หลักฐานจากข้อมูล ขอเท็จจริง หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นๆ กัน หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ แล้ว	- การพยากรณ์ทั่วไป: ทำนายผลที่จะ เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้ - การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ: 1) ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายใน ขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ ได้ 2) ทำนายผลที่เกิดขึ้นภายนอก ขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ ได้

5.3 แนวทางการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

ชนินันท์ พุกษ์ประมุข (2557) กล่าวถึงแนวทางในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่ามีหลายแนวทาง ดังนี้

1. การใช้กระบวนการสังเกต (Observation)

เป็นวิธีที่ครูใช้ในการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนอยู่แล้ว ซึ่งวิธีการที่ใช้ในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตนั้น จะเกิดขึ้นในระหว่างที่ผู้เรียนทำการทดลองหรือทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีเครื่องมือที่หลากหลาย และแบ่งออกได้หลายแบบ ได้แก่

1.1 การสังเกตอย่างไม่เป็นทางการ (Informal observation form) ครูเป็นผู้สังเกตโดยไม่มีประเด็นชี้เฉพาะในการสังเกต และไม่ได้กำหนดบุคคลในการสังเกตที่ชัดเจน เป็นการสังเกต

โดยภาพรวมเพื่อการปรับปรุงการเรียนการสอน ผลการสังเกตอาจได้ข้อมูลอย่างคร่าว ๆ ว่าผู้เรียนมีพฤติกรรมอย่างไร เช่น ชอบทำงานคนเดียว ชอบที่จะให้มีผู้ชี้แนะแนวทาง เป็นต้น

1.2 การสังเกตที่มีโครงสร้าง (Structured observation) ครูเป็นผู้สังเกตโดยมีประเด็นทักษะที่ต้องการสังเกตที่ชัดเจนและเป็นระบบ มีการกำหนดกลุ่มผู้เรียน หรือผู้เรียนในการสังเกตชัดเจนในกรณีงานกลุ่มหรืองานเดี่ยว และหากผู้เรียนมีจำนวนมาก มีการจัดระบบการสังเกต จัดเวลาและหัวข้อในการสังเกตที่ชัดเจน มีแบบสังเกต ผลจากการสังเกตทำให้ได้ข้อมูลทักษะที่แสดงออก ความก้าวหน้าของทักษะที่เปลี่ยนแปลงในทางบวกและลบของผู้เรียนทั้งรายกลุ่มและรายบุคคล และครูสามารถให้ผลสะท้อนกลับ (Feedback) ไปสู่ผู้เรียนได้

1.3 การสังเกตแบบการเล่าเรื่อง (Narratives) ใช้สังเกตพฤติกรรมหรือทักษะที่ค่อนข้างซับซ้อน เช่น การทำงานกลุ่ม ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม ซึ่งอาจจะไม่สามารถตอบได้ด้วยการ checklist เช่น ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุปร่วมกันทั้งกลุ่ม การบันทึกการสังเกตจะใช้การบรรยายแบบเล่าเรื่องราวดูการทำงานของแต่ละบุคคลในกลุ่ม ซึ่งทำให้ทราบปัญหาของกลุ่มที่ลึกซึ้งจะได้แก้ปัญหการจัดการเรียนรู้ได้ถูกจุดในบทเรียนต่อไป

2. การใช้คำถาม (Question)

สามารถใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น การสัมภาษณ์ (Interview) แบบสอบถามเพื่อประเมินตนเอง (Self-assessment questionnaire) การทดสอบ (Testing) เป็นต้น

2.1 การสัมภาษณ์ (Interview) เป็นวิธีการประเมินที่ต้องใช้เวลาและส่งผลต่อการจัดการชั้นเรียน แต่ก็ยังเป็นวิธีที่มีคุณค่า โดยเฉพาะสำหรับผู้เรียนที่มีลักษณะเฉพาะตัว มีปัญหาในการเรียนรู้ หรือมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ควรพัฒนาอย่างเร่งด่วน ประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์ทำให้ได้คำตอบที่ทำให้ครูสามารถหาแนวทางในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียน และวิธีการนี้ยังทำให้ผู้เรียนได้รู้สึกว่าคุณครูให้ความสำคัญห่วงและความสนใจ ซึ่งมีส่วนช่วยในการเปลี่ยนแปลงทัศนคติและส่งเสริมการเรียนรู้ อีกทั้งยังเหมาะกับนักเรียนที่มีปัญหาการถ่ายทอดข้อความผ่านการเขียนตอบและเหมาะสำหรับการติดตามพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งวิธีการนี้สามารถจัดเป็นการสัมภาษณ์รายกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ สามารถกระทำได้ทั้งการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured interview) การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured interview) และการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured interview)

2.2 แบบสอบถามเพื่อประเมินตนเอง (Self-assessment questionnaire) เป็นอีกเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับผู้เรียนในการวิเคราะห์ตนเองว่ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไรและสามารถใช้ได้ในด้านอื่น เช่น ความรู้ ผลงานที่ตนเองทำ เจตคติ ฯลฯ เป็นการสะท้อนความคิดของผู้เรียนที่มีต่อตนเองให้ครูได้รับรู้ สามารถประเมินตนเองว่ามีทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ในแต่ละทักษะเป็นอย่างไร และตนเองยังควรต้องพัฒนาปรับปรุงส่วนไหน อย่างไร ครูสามารถใช้ผลจากการประเมินตนเองของผู้เรียนประกอบกับเครื่องมืออื่น ๆ ที่ครูใช้ประเมิน อาจทำเป็นแบบสอบถามในรูปแบบคำถามปลายเปิด (Open-ended questions) มาตรฐานประมาณค่า (Rating scale) และอีกหลายรูปแบบ

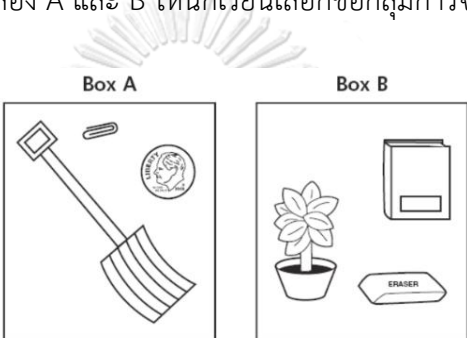
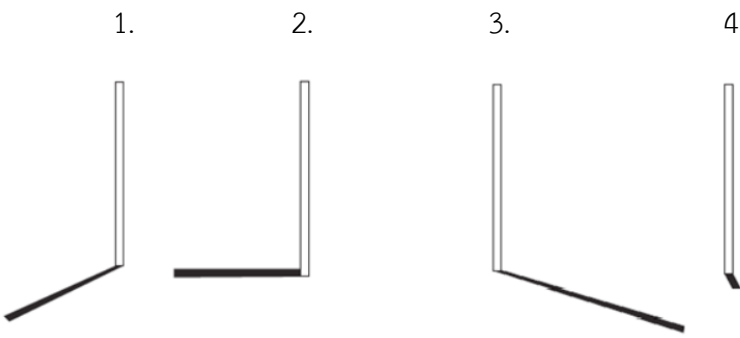
2.3 การทดสอบ (Testing) ในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถประเมินได้จากการใช้แบบทดสอบ การประเมินทักษะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงสิ่งที่ตนเองรู้มากกว่าการจดจำความรู้ ครูสามารถประเมินนักเรียนในขณะที่ลงมือทำกิจกรรม ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบข้อสอบที่เป็นข้อความความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะมีความแตกต่างกันทั้งข้อความและรูปแบบการตอบ ยกตัวอย่างดังตาราง 2.6

ตาราง 0.6 เปรียบเทียบข้อสอบที่เป็นข้อความความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตัวอย่างที่ 1 เป็นข้อความเพื่อให้ นักเรียนเข้าใจในเรื่องของทิศทาง	
ข้อความความรู้	ข้อความทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
<p>นักเรียนอาศัยอยู่ที่กรุงเทพฯ ต้องการเดินทางไป เชียงใหม่ นักเรียนต้องการเดินทางไปทางทิศใด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทิศเหนือ 2. ทิศใต้ 3. ทิศตะวันออก 4. ทิศตะวันตก 	<p>ให้นักเรียนเขียนแผนที่เส้นทางการเดินทางจาก บ้ายไปโรงเรียนโดยใช้เข็มทิศช่วยในการระบุ ทิศทาง</p>
ตัวอย่างที่ 2 เป็นข้อความเพื่อให้ นักเรียนเข้าใจในเรื่องกรด-เบส	
ข้อความความรู้	ข้อความทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
<p>ข้อใดเป็นคุณสมบัติของสารที่เป็นกรด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นน้ำเงิน 2. ให้ไฮดรอกไซด์ไอออนในสารละลาย 3. มีรสเปรี้ยว 4. เมื่อสัมผัสแล้วรู้สึกลื่นมือ 	<p>ให้นักเรียนทดสอบสาร A และ B ในหลอดทดลองที่ 1 และ 2 ตามลำดับ จากนั้นหยดสารละลายลิตมัส หลอดทดลองละ 1 หยด เขียนสิ่งที่สังเกตได้ และ ลงข้อสรุปในสิ่งที่เห็น</p>

ข้อคำถามสำหรับการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องเป็นแบบทดสอบแบบเขียนตอบหรือปฏิบัติการเท่านั้น แต่สามารถทำได้ในรูปแบบของข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-choice) ได้เช่นกัน แต่ผู้ประเมินต้องมั่นใจว่าเรื่องที่ถามเกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการตอบ ไม่ใช่แค่เพื่อวัดความรู้ความจำเท่านั้น ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังตาราง 2.7

ตาราง 0.7 ตัวอย่างข้อสอบแบบเลือกตอบเพื่อประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

<p>ตัวอย่างที่ 1 เพื่อประเมินทักษะการจำแนกประเภท</p>
<p>พิจารณาการจำแนกวัสดุในกล่อง A และ B ให้นักเรียนเลือกชื่อกลุ่มการจำแนกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับวัสดุ 2 กล่องนี้</p> <div style="text-align: center;">  </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. โลหะและอโลหะ 2. สิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต 3. ขนาดใหญ่และขนาดเล็ก 4. วัสดุในบ้านและนอกบ้าน
<p>ตัวอย่างที่ 2 เพื่อประเมินทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา</p>
<p>เด็กชายแดงทำการทดลองเรื่องเงาของแท่งไม้ ภาพที่ได้เป็นภาพวาดที่ได้จากการสังเกตการณ์เคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้า ภาพใดแสดงให้เห็นทราบถึงช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์อยู่ที่ตำแหน่งสูงสุดบนท้องฟ้า</p> <div style="text-align: center;">  </div>

3. การประเมินจากผลงานของนักเรียน (Looking at students' work)

สามารถใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาได้จากการตอบคำถามในใบงาน (Worksheet) การเขียนอนุทิน (Journal) ผลงาน โครงงาน ชิ้นงาน และการสาธิต (Project, product and demonstration) และแฟ้มสะสมผลงาน (Portfolio) เป็นต้น เครื่องมือต่าง ๆ เหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญที่ครูจะใช้ในการวิเคราะห์ถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ลงลึกในรายบุคคล และมีประโยชน์เป็นอย่างยิ่งในการจัดการชั้นเรียน แต่ครูผู้สอนต้องมีความทุ่มเทเพราะวิธีการต่าง ๆ เหล่านี้ มักจะใช้เวลาในการตรวจ ประเมิน และให้คะแนนค่อนข้างมาก และหากผู้เรียนมีจำนวนมากจะเป็นการเพิ่มภาระงานของครูยิ่งขึ้นไปอีก

จากแนวทางการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถทำได้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่หลากหลาย ซึ่งแต่ละเครื่องมือและวิธีการต่าง ๆ นั้นมีข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงต้องทำการพิจารณาเลือกใช้เครื่องมือและวิธีการให้เหมาะสมกับทักษะที่ต้องการวัดและประเมินผล

5.4 ทฤษฎีของบลูมที่สอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิชญ์ ทรัพย์สมบัติ (2563) ได้กล่าวถึงการวัดและประเมินผลด้านความรู้ความคิดหรือความสามารถด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดอนุกรมวิธานของบลูม (Bloom's Taxonomy) ไว้ว่าสามารถจำแนกได้เป็น 6 ระดับ ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า โดยการตรวจสอบความรู้ความคิดจะดูจากพฤติกรรมที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน พฤติกรรมเหล่านี้เกี่ยวข้องกับการแสดงออกทางปัญญาและการคิด นักคิดชั้นนำทางการศึกษาได้นำพฤติกรรมต่าง ๆ เหล่านี้มาจัดประเภทอย่างเป็นระบบ เรียกว่า Taxonomy of Educational Objectives เพื่อช่วยในการเขียนจุดประสงค์ทางการศึกษา และเอื้อให้เกิดความเชื่อมโยงสอดคล้องระหว่างหลักสูตร การสอน และการประเมินผล โดยแนวคิดอนุกรมวิธานของบลูม (Bloom's Taxonomy) สอดคล้องพฤติกรรมการแสดงออกทางปัญญาและการคิดในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตาราง 2.8 (วิชญ์ ทรัพย์สมบัติ, 2563; รัฐพล ประดับเวทย์, 2560; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

ตาราง 0.8 แนวคิดอนุกรมวิธานของบลูม (Bloom's Taxonomy) ที่สอดคล้องพฤติกรรมการแสดงออกทางปัญญาและการคิดในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ระดับ	ความสามารถด้าน	ความหมาย	ทักษะที่แสดงออก	คำบ่งชี้พฤติกรรม	ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความสามารถในวิชาวิทยาศาสตร์
พุทธิพิสัย					
1. ความรู้ที่เกิดจากความจำ (Knowledge)	1. ความรู้ที่เกิดจาก	เป็นการเรียนรู้ในระดับที่ผู้เรียนสามารถตอบ	- สังเกตแล้วจำข้อมูล	- จัดทำรายการ (list)	- สิ่งแวดล้อมหมายถึงอะไร
	ความจำ	เกี่ยวกับสาระหรือข้อเท็จจริง คำนิยาม ชื่อ	- ความรู้ข้อมูล วันที่	- แสดง (show)	- ระบบสุริยะประกอบด้วยอะไรบ้าง
2. ความเข้าใจ (Comprehension)	สูตรต่างๆ หลักเกณฑ์ ทฤษฎี การประเมิน	การเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้ผู้เรียนแสดง	เหตุการณ์ สถานที่	- ระบุ (define)	- โมเลกุลคืออะไร
	พฤติกรรมว่าใช้ความสามารถในการจำและ	ระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือเคยพบมาแล้วมา	- ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดสำคัญ ความรู้ใน	- ติดป้ายบอก (label)	
	ตอบคำถาม		เนื้อหาวิชา	- บอก (tell)	
				- รวบรวม (collect)	
2. ความเข้าใจ (Comprehension)			- เลือก (select)		
	2. ความเข้าใจ	เป็นการเรียนรู้ในระดับที่ผู้เรียนเข้าใจเรื่องที่	- เข้าใจข้อมูล	- สรุป (summarize)	- เพราะเหตุใดในทะเลทราย
	(Comprehension)	เรียนทั้งด้านความหมาย ความสัมพันธ์ และ	- จับความได้	- อภิปราย (discuss)	จึงมีพืชดำรงชีวิตอยู่ได้น้อย
		ความรู้ที่เป็นโครงข่ายระหว่างแนวคิดทั้งหมด	- ถ่ายโอนความรู้เป็นบริบทใหม่	- ดีความ (interpret)	- ทำไมดวงจันทร์จึงมีลักษณะแตกต่างกันในแต่ละคืน
		การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้	- ดีความ	- อธิบาย (explain)	- เพราะเหตุใดจึงต้องสร้าง
		ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมหรือใช้ความสามารถ	- เปรียบเทียบความ	- บอกความแตกต่าง (contrast)	เขื่อนให้ฐานเพื่อมีความ
	ในการอธิบาย บรรยาย แปลความหมาย				

ระดับ ความสามารถด้าน พุทธิพิสัย	ความหมาย	ทักษะที่แสดงออก	คำบ่งชี้พฤติกรรม	ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมิน ความสามารถในวิชา วิทยาศาสตร์
	ขยายความ สรุปอ้างอิงจากข้อมูลที่ผ่านมา ประมวลผลเป็นสารสนเทศแล้ว เช่น กราฟ แผนภูมิ	เหมือนความแตกต่าง - ทำนายผลพวงที่ ตามมา	- จำแนก (Classify) - ประมาณ (estimate) - ทำนาย พยากรณ์ (predict)	กว้างกว่าเส้นเชื่อม
3. การนำไปใช้ (Application)	เป็นการเรียนรู้ในระดับที่ผู้เรียนนำความรู้ไป ใช้ในการหาคำตอบและแก้ไขปัญหาใน สถานการณ์ต่างๆ การประเมินการเรียนรู้ ระดับนั้นทำได้โดยให้ผู้เรียนใช้ความสามารถใน การนำเอาข้อเท็จจริง ความคิด หลักการ กฎ วิธีการ หรือสูตรต่างๆ มาใช้ในการตอบ คำถามหรือแก้ปัญหานั้นสถานการณ์ใหม่	- ใช้ข้อมูลสารสนเทศ - ใช้วิธีการ กรอบ ความคิดทฤษฎีใน สถานการณ์ใหม่ - แก้ปัญหาโดยใช้ทักษะ หรือความรู้ที่จำเป็น นั้น ๆ	- ใช้ (apply) - เชื่อมโยง (relate) - สาธิต (demonstrate) - เปลี่ยนแปลง (change) - คำนวณ (calculate) - ทดลอง (experiment) - ค้นหา (discover) - แก้ปัญหา (solve)	- ถ้าอันแก่งไปเรื่อยๆ จะเกิด อะไรขึ้นบ้าง - ในการทำน้ำเชื่อม ถ้าอยาก ให้น้ำตาลทรายทั้งหมด ละลายได้เร็วขึ้นจะทำอย่างไร ได้บ้าง - เราจะวัดความสูงของต้นไม้ ได้อย่างไร

ระดับ ความสามารถด้าน พุทธิพิสัย	ความหมาย	ทักษะที่แสดงออก	คำบ่งชี้พฤติกรรม	ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมิน ความสามารถในวิชา วิทยาศาสตร์
4. การวิเคราะห์ (Analyzation)	<p>เป็นการเรียนรู้ในระดับที่ผู้เรียนคิดอย่างมี วิจารณญาณและลึกซึ้ง เนื่องจากไม่สามารถ หาข้อมูลที่มีอยู่ได้โดยตรง มี 2 ลักษณะ คือ</p> <p>1) วิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่เพื่อให้ได้ข้อสรุป และหลักการที่สามารถนำไปใช้สถานการณ์ อื่นๆ ได้</p> <p>2) วิเคราะห์ข้อสรุป ข้ออ้างอิง หรือ หลักการต่างๆ เพื่อหาหลักฐานที่สนับสนุน หรือปฏิเสธข้อความนั้น</p> <p>การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้ ผู้เรียนใช้ความสามารถในการแยกแยะ เรื่องราวให้กระจายออกเป็นส่วนย่อยๆ จนกระทั่งมองเห็นความสำคัญ หา ความสัมพันธ์และหลักการของเรื่องนั้นมา ตอบคำถาม</p>	<ul style="list-style-type: none"> - การเห็นรูปแบบ - การจัดส่วนย่อยต่างๆ เข้าด้วยกัน - การเข้าใจนัยของ ความหมายแฝง - การระบุส่วนประกอบ ต่างๆ 	<ul style="list-style-type: none"> - วิเคราะห์ (analyze) - จัดประเภท (classify) - จัดเรียง (arrange) - เปรียบเทียบ (compare) - เชื่อมโยง (connect) - บูรณาการ (Integrate) 	<ul style="list-style-type: none"> - การทดลองนี้ นักเรียนต้อง ควบคุมอะไรให้คงที่บ้าง - ดาวศุกร์และโลกมีอะไร เหมือนกันและต่างกันบ้าง - ถ้าน้ำมันปีโตรเลียมและ แก๊สธรรมชาติหมดไปจากโลก จะส่งผลต่อมนุษย์อย่างไรบ้าง

ระดับ ความสามารถด้าน พุทธิพิสัย	ความหมาย	ทักษะที่แสดงออก	คำบ่งชี้พฤติกรรม	ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมิน ความสามารถในวิชา วิทยาศาสตร์
5. การสังเคราะห์ (Synthesis)	<p>เป็นการเรียนรู้ระดับที่ผู้เรียนสามารถคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ ทำนายสถานการณ์ในอนาคต คิดวิธีแก้ไขปัญหา การประเมินผลในระดับนั้นทำได้โดยให้ผู้เรียนใช้ความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกันหรือสร้างรูปแบบหรือแนวคิดใหม่</p> <p>หรือปรับปรุงของเก่าให้ดีขึ้นและมีคุณภาพสูงขึ้นมาตอบคำถาม</p>	<p>- ใช้ความคิดในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่</p> <p>- สรุปจากข้อเท็จจริงที่ให้</p> <p>- เชื่อมโยงความรู้จากสาขาวิชาต่างๆ</p> <p>- ลงสรุป</p>	<p>- ผสม (combine)</p> <p>- แต่ง เขียน (write)</p> <p>- สร้างสูตร (formulate)</p> <p>- จัดเรียงใหม่ (rearrange)</p> <p>- สรุปเป็นกฎ (generalize)</p> <p>- วางแผน (plan)</p> <p>- ออกแบบ (design)</p> <p>- ประดิษฐ์ (invent)</p> <p>- สร้างสรรค์ (create)</p>	<p>- เราจะวางแผนการบันทึกจำนวนแมลงที่บินเข้าและออกจากสวนได้อย่างไร</p> <p>- ถ้าต้องอธิบายเรื่องความหนาแน่นให้น้องชั้น ป.4 เข้าใจ จะมีวิธีการอย่างไรบ้าง</p> <p>- ถ้าต้องสร้างแบบจำลองแสดงลักษณะของอะตอมอีกครั้งหนึ่ง จะทำให้เหมือนจริงมากกว่าแบบจำลองที่ทำไว้ก่อนหน้านี้ได้อย่างไรบ้าง</p>

ระดับ ความสามารถด้าน พุทธิพิสัย	ความหมาย	ทักษะที่แสดงออก	คำบ่งชี้พฤติกรรม	ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมิน ความสามารถในวิชา วิทยาศาสตร์
6. การประเมินค่า (Evaluation)	<p>เป็นการเรียนรู้ในระดับที่ผู้เรียนต้องใช้ในการตัดสินคุณค่า โดยต้องมีการตั้งเกณฑ์ในการประเมินและแสดงความเห็นในเรื่องนั้นๆ ได้</p> <p>การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้ผู้เรียนใช้ความสามารถในการวินิจฉัยหรือตัดสินโดยใช้เหตุผลมาตอบคำถาม</p>	<p>- เปรียบเทียบแล้ว จำแนกระหว่างผล ความคิดต่างๆ</p> <p>- ประเมินคุณค่าของ ทฤษฎี</p> <p>- การนำเสนอ เลือกลงโดย ใช้เหตุผลที่โต้แย้งกัน แล้วพิสูจน์คุณค่าของ หลักฐาน</p>	<p>- ประเมิน (assess)</p> <p>- วิพากษ์ (criticize)</p> <p>- ตัดสินใจ (decide)</p> <p>- ให้ระดับ (grade)</p> <p>- ตัดสิน (judging)</p> <p>- ทดสอบ (test)</p>	<p>- นักเรียนคิดว่าเหตุผลของ นักดาราศาสตร์ในการตัดสิน ให้ดาวพลูโตเป็นดาวเคราะห์ แคระในระบบสุริยะเพียงพอ แล้วหรือไม่ เพราะเหตุใด</p> <p>- นักเรียนคิดว่าการค้นพบ ทฤษฎีสัมพัทธภาพของ ไอน์สไตน์มีประโยชน์หรือไม่ เพราะเหตุใด</p> <p>- หากประเทศไทยจะ ประกาศให้การโคลนเป็น เรื่องที่ได้โดยกฎหมาย นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด</p>

5.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

อุทัยวรรณ ปันคำ และคณะ (2563) ทำการศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ของโรงเรียนประถมศึกษาในตำบลสันตันหม้อ จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นชุดกิจกรรมรายบุคคลสำหรับเรียนด้วยตนเอง จำนวน 10 กิจกรรม ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับพื้นฐานและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กุลธิดา ชูเสน (2560) ทำการศึกษาการใช้เกมเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พฤติกรรมบางประการของสัตว์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

เสาวลักษณ์ ชนะพาล และคณะ (2558) ทำการศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ความคงทนในการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแรงและความดันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่างกันโดยใช้โปรแกรมบทเรียนผสมผสานแบบ 50:50 ซึ่งแบ่งเป็นการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ 8 ชั่วโมง และการเรียนการสอนด้วยโปรแกรมบทเรียนแบบผสมผสาน 8 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนโดยรวมและจำแนกตามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อเรียนด้วยโปรแกรมบทเรียนผสมผสานเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงและนักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานโดยรวมและรายด้านไม่แตกต่างกัน ความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน และความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยโปรแกรมบทเรียนแบบผสมผสานโดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับมากที่สุด

ภารดี กล่อมดี (2561) ทำการศึกษาผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ชุดแบบฝึกทักษะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ผลการวิจัยพบว่า ชุดแบบฝึกทักษะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) สามารถนำมาใช้สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้ การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานหลังเรียนโดยใช้ชุดแบบฝึกทักษะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูง

กว่าก่อนเรียน แต่ไม่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้ชุดแบบฝึกทักษะอยู่ในระดับมาก

Vebrianto and Osman (2011) ทำการศึกษาผลการใช้สื่อการสอนที่หลากหลายเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า การใช้สื่อการสอนที่หลากหลายหรือการใช้ชุดมัลติมีเดียในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Arifullah et al. (2020) ทำการศึกษาและพัฒนาชุดใบงานสำหรับใช้ร่วมกับแอปพลิเคชัน PhET เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนด้วยชุดใบงานที่พัฒนาขึ้นสำหรับใช้ร่วมกับแอปพลิเคชัน PhET สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่าการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสามารถทำได้โดยใช้สื่อการสอนหรือเทคโนโลยีทางการศึกษาที่หลากหลายร่วมกับวิธีการสอนต่าง ๆ เช่น การใช้ชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การใช้วิธีการสอนแบบสืบสอบ (5E) เป็นต้น อย่างไรก็ตามในการเลือกใช้สื่อการสอนหรือเทคโนโลยีการศึกษาต่าง ๆ จำเป็นจะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระและผู้เรียนในแต่ละระดับชั้นเพื่อให้สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) เรื่องการพัฒนาโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย วิธีการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาโดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยออกเป็น 3 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัญหาของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

ระยะที่ 2 การสร้างโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัญหาของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

การวิจัยระยะที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพปัญหาของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการดังนี้

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 1 คือ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 1 คือ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลายจำนวน 5 คน ซึ่งได้มาจากการการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยมีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลาย อย่างน้อย 3 ปี หรือ
- 2) เป็นผู้ที่มีประสบการณ์สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลาย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 1 ได้แก่ แบบสัมภาษณ์สภาพปัญหาของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

ขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือ

1) ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมากำหนดโครงสร้างและประเด็นข้อคำถาม นำมาพัฒนาเป็นแบบสัมภาษณ์สภาพปัญหาของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

2) นำแบบสัมภาษณ์ที่ได้ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง และปรับปรุงแบบสัมภาษณ์ตามคำแนะนำ

3) นำแบบสัมภาษณ์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์ ความตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้องของภาษา โดยใช้การประเมินความสอดคล้องกับจุดประสงค์ (IOC) โดยเมื่อพิจารณาพบว่า มีค่า IOC ระหว่าง 0.60-1.00 ซึ่งถือว่าอยู่ในช่วงเกณฑ์ที่กำหนด

4) ปรับปรุงแบบสัมภาษณ์ตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนในการวิจัย

ขั้นตอนในการศึกษาสภาพปัญหาของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย มีขั้นตอนการวิจัยดังนี้

1) ศึกษา วิเคราะห์ ข้อมูลสภาพปัญหาของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย จากรายงานการวิจัย วิทยานิพนธ์และบทความที่เกี่ยวข้องเพื่อรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น

2) เก็บข้อมูลเพิ่มเติมจากแบบสัมภาษณ์สภาพปัญหาของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

3) นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์สภาพปัญหาของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย มาวิเคราะห์ประเด็นที่เกี่ยวข้อง แล้วจัดทำเป็นร่างรูปแบบต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์และศึกษาความคิดเห็น วิเคราะห์ประเด็นที่ได้จากการเก็บข้อมูลเทียบกับหลักการและทฤษฎี

ระยะที่ 2 การสร้างโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

การวิจัยในระยะที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการดังนี้

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 2 คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 2 คือผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คนซึ่งได้มาจากการการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ประกอบไปด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา โดยมีคุณสมบัติดังนี้

- 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ มีคุณสมบัติดังนี้
 - 1.1) เป็นผู้ที่มีประสบการณ์สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ และ/หรือ
 - 1.2) เป็นผู้ที่มีผลงานทางวิชาการด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นที่ยอมรับในวงการวิชาการ
- 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มีคุณสมบัติดังนี้
 - 2.1) เป็นผู้ที่มีประสบการณ์สอนด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา และ/หรือ
 - 2.2) เป็นผู้ที่มีผลงานทางวิชาการด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาซึ่งเป็นที่ยอมรับในวงการวิชาการ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 2 ได้แก่ 1) แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย และ 2) แบบประเมินรับรองร่างโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

ขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือ

- 1) แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย มีขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

1.1) ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดนิยาม ตัวแปร และกำหนดขอบเขตในการตั้งประเด็นแบบสัมภาษณ์

1.2) กำหนดข้อคำถามจากประเด็นคำถามที่ได้ศึกษาในระยะที่ 1 มาพัฒนาเป็นแบบ สัมภาษณ์เกี่ยวโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

1.3) นำแบบสัมภาษณ์ฯ ที่ได้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความ ถูกต้องและปรับปรุงแบบสัมภาษณ์ตามคำแนะนำ

1.4) นำแบบสัมภาษณ์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์ ความตรงเชิง เนื้อหา ความถูกต้องของภาษา โดยใช้การประเมินความสอดคล้องกับจุดประสงค์ (IOC) โดยเมื่อ พิจารณาพบว่า มีค่า IOC ระหว่าง 1.00 ซึ่งถือว่าอยู่ในช่วงเกณฑ์ที่กำหนด

1.5) ปรับปรุงตามแบบสัมภาษณ์ตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ

1.6) นำแบบสัมภาษณ์ฯ ไปสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน เพื่อนำมาออกแบบร่างโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อ ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

2) แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญเพื่อรับรองร่างโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบ สอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ประถมศึกษาตอนปลาย มีขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

2.1) ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดนิยาม ตัวแปร และกำหนดขอบเขตในการตั้งคำถาม

2.2) กำหนดข้อคำถามจากประเด็นคำถามที่ได้ศึกษาในข้อที่ 1) มาพัฒนาเป็นแบบ ประเมินรับรองร่างโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

2.3) นำแบบประเมินฯ ที่ได้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง และปรับปรุงแบบประเมินตามคำแนะนำ

2.4) นำแบบประเมินที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมิน ความตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้องของภาษา โดยใช้การประเมินความสอดคล้องกับจุดประสงค์ (IOC) โดยเมื่อพิจารณา พบว่า มีค่า IOC ระหว่าง 0.60 - 1.00 ซึ่งถือว่าอยู่ในช่วงเกณฑ์ที่กำหนด

2.5) ปรับปรุงตามแบบสัมภาษณ์ตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ

2.6) นำแบบประเมินฯ ให้กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่านเพื่อประเมินร่างโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนในการวิจัย

1) นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาและการเก็บรวบรวมข้อมูลจากระยะที่ 1 มาร่างเป็นโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ประกอบไปด้วย

1.1) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ กำหนดขอบเขตในการเรียน กำหนดรายละเอียดในการเรียนรู้ และวัตถุประสงค์ในการเรียนโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ

1.2) ออกแบบกิจกรรม และวิธีการจัดการเรียนการสอน การมีปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน บทบาทผู้สอน และบทบาทผู้เรียน

1.3) ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบสืบสอบตามรูปแบบการเรียนรู้ 5E ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนในการเรียนรู้ ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) มาออกแบบขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสม

1.4) ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้ ซึ่งประกอบไปด้วย 1) เครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับขั้นสร้างความสนใจ 2) เครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับขั้นสำรวจและค้นหา 3) เครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) เครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับขั้นขยายความรู้ และ 5) เครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับขั้นประเมินผล

2) ร่างโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ

3) นำร่างโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ไปเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเหมาะสมแล้วนำมาปรับปรุงให้สมบูรณ์

4) นำร่างโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ที่ได้ไปสัมภาษณ์ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน โดยเรียงเรียงเป็นข้อคำถามในแต่ละองค์ประกอบและขั้นตอนการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

5) ดำเนินการปรับปรุงร่างโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ

6) สร้างแบบประเมินร่างโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ที่ปรับปรุงแก้ไขจากการสัมภาษณ์ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คนประเมินรับรองความ

ตรงตามเนื้อหา ในด้านความเหมาะสมขององค์ประกอบและขั้นตอนการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ

7) ดำเนินการปรับโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ นำข้อมูลมาใช้ในการพิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหา ประเด็นที่สำคัญจากการเก็บรวบรวมข้อมูล เปรียบเทียบกับแนวคิดที่ได้ศึกษามาปรับองค์ประกอบและขั้นตอนการเรียนรู้

2) การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินรับรองร่างโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

การวิจัยในขั้นตอนนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ และศึกษาผลการทดลองใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ โดยจัดกิจกรรมตามแผนการสอน และศึกษาผลคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการทำงาน ครั้งที่ 1, 3 และ 5 โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 3 คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้การวิจัยระยะที่ 3 คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 32 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกโรงเรียนตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

1) เป็นโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

2) เป็นโรงเรียนที่มีความพร้อมในด้านอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการจัดการเรียนการสอน

3) เป็นโรงเรียนที่ผู้บริหารและครูมีความสนใจ และให้ความร่วมมือด้านการบริหารจัดการ
อำนวยความสะดวก เห็นความสำคัญของการวิจัย และอนุญาตให้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองได้

4) เป็นโรงเรียนที่มีนักเรียนต่อห้องเรียนมากกว่า 30 คนที่เพียงพอต่อการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 3 ได้แก่

- 1) โมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป
- 2) แผนการจัดการเรียนรู้ตามโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป

3) เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

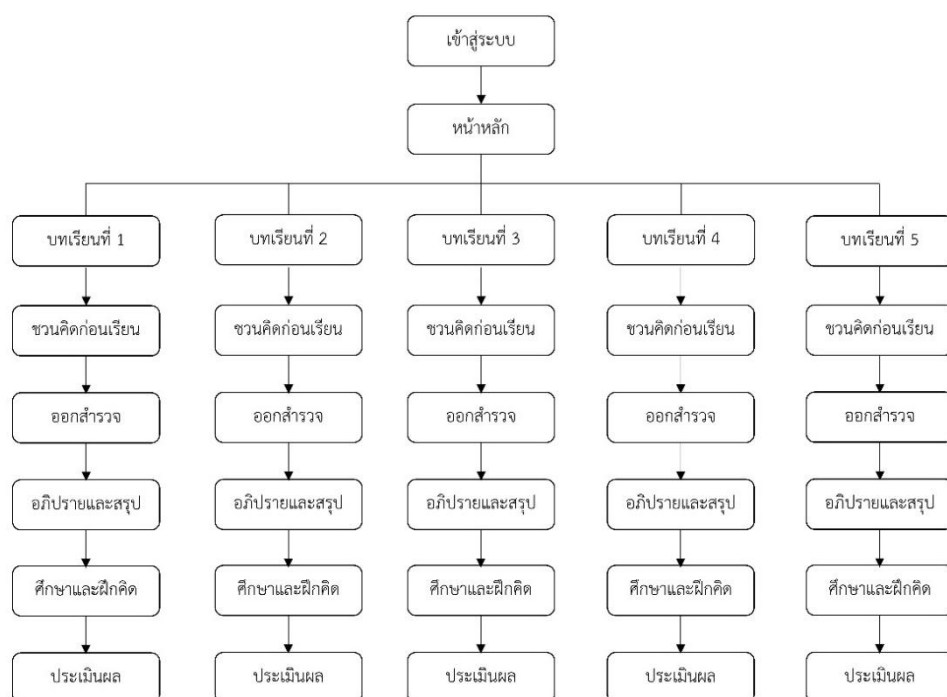
- 4) แบบสอบถามความคิดเห็นต่อการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป

ขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือ

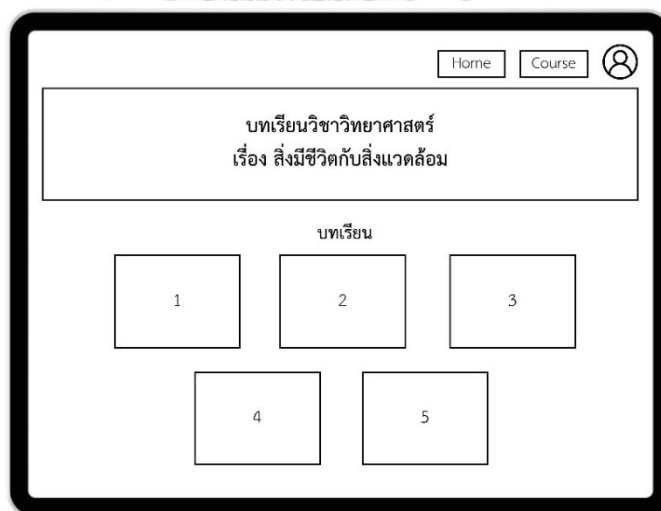
- 1) โมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป มีขั้นตอนในการสร้างและพัฒนา ดังนี้

1.1) ศึกษา วิเคราะห์ สังเคราะห์ เนื้อหา กลุ่มผู้เรียน วัตถุประสงค์การเรียนรู้โดยใช้
โมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป

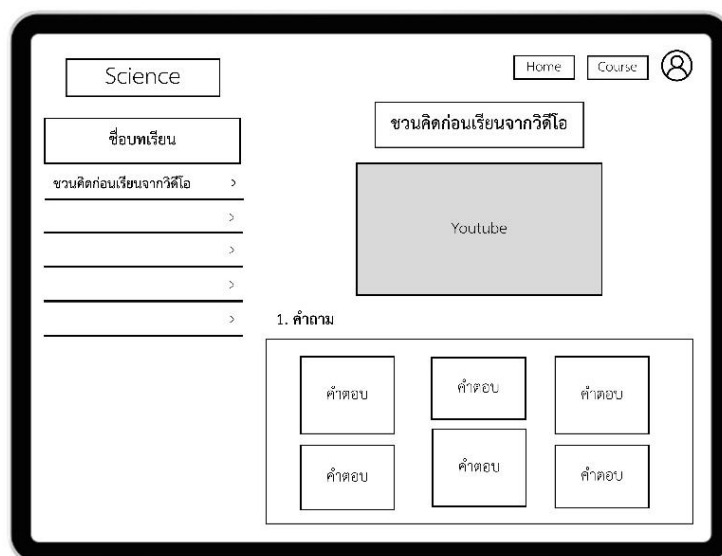
1.2) นำข้อมูลที่ได้มาออกแบบโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับ
กล้องเอนโดสโคป โดยผู้วิจัยเลือกใช้ WordPress ในการสร้างโมไบล์แอปพลิเคชันฯ โดยมี
รายละเอียดของโมไบล์แอปพลิเคชันฯ แสดงดังภาพ 3.1-3.7



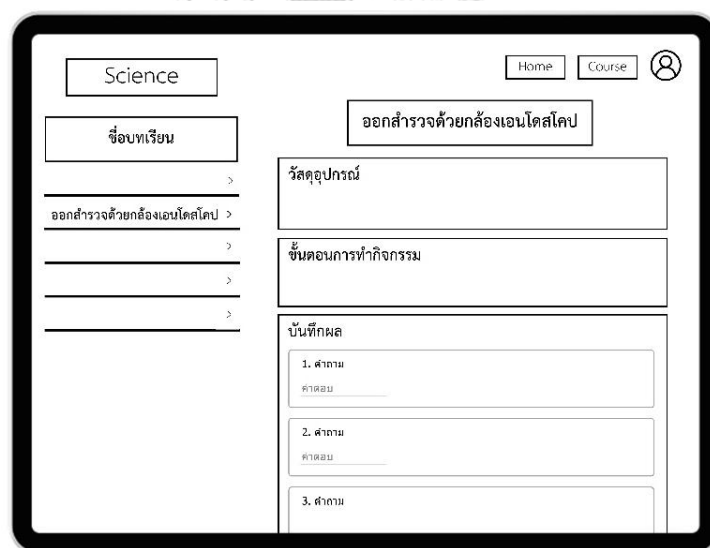
ภาพ 3.1 โครงสร้างโมบายล์แอปพลิเคชัน



ภาพ 3.2 ร่างโมบายล์แอปพลิเคชัน หน้าหลัก



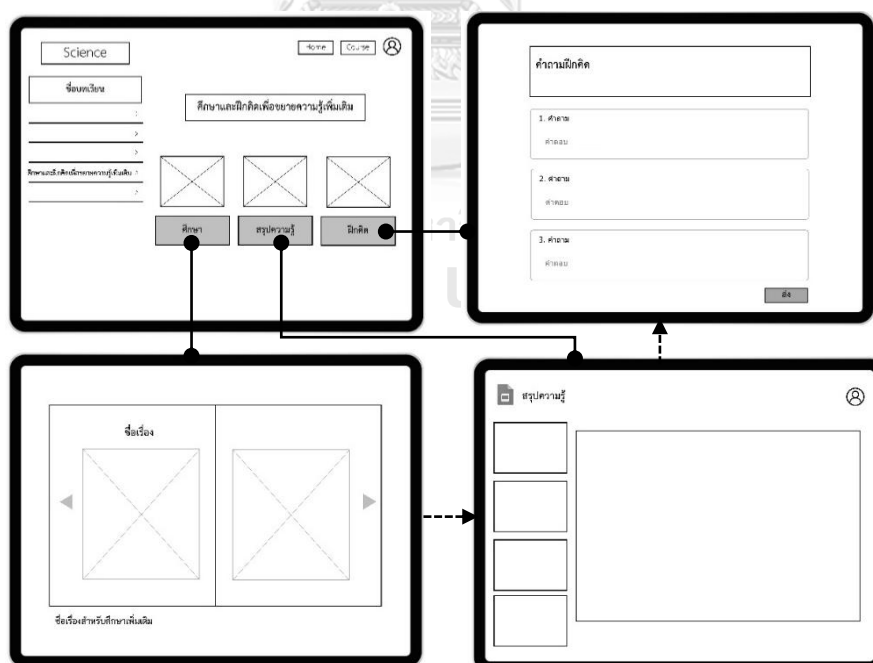
ภาพ 3.3 ร่างโมบายล์แอปพลิเคชันฯ หน้าชวนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ



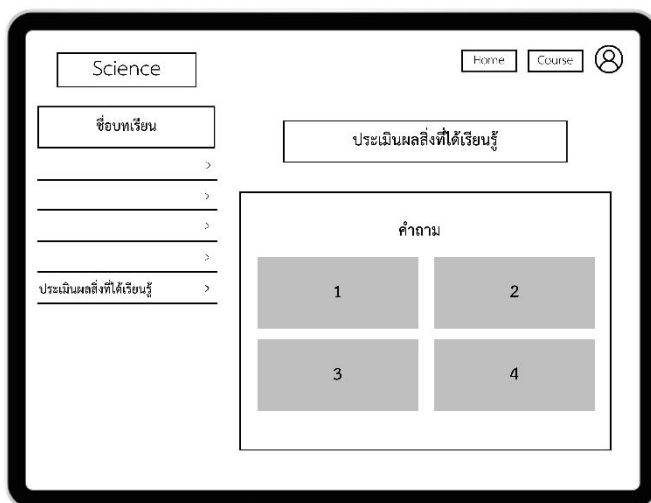
ภาพ 3.4 ร่างโมบายล์แอปพลิเคชันฯ หน้าออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคป



ภาพ 3.5 ร่างโมบายล์แอปพลิเคชันฯ หน้าอภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการการสำรวจ



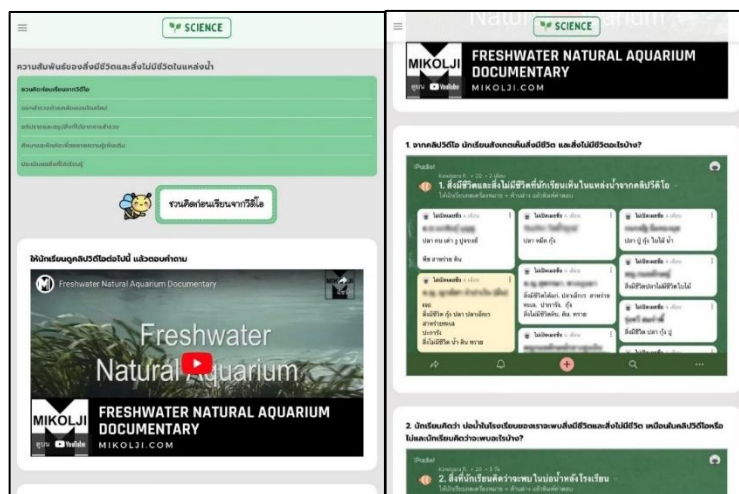
ภาพ 3.6 ร่างโมบายล์แอปพลิเคชันฯ หน้าศึกษาและฝึกคิดเพื่อขยายความรู้เพิ่มเติม



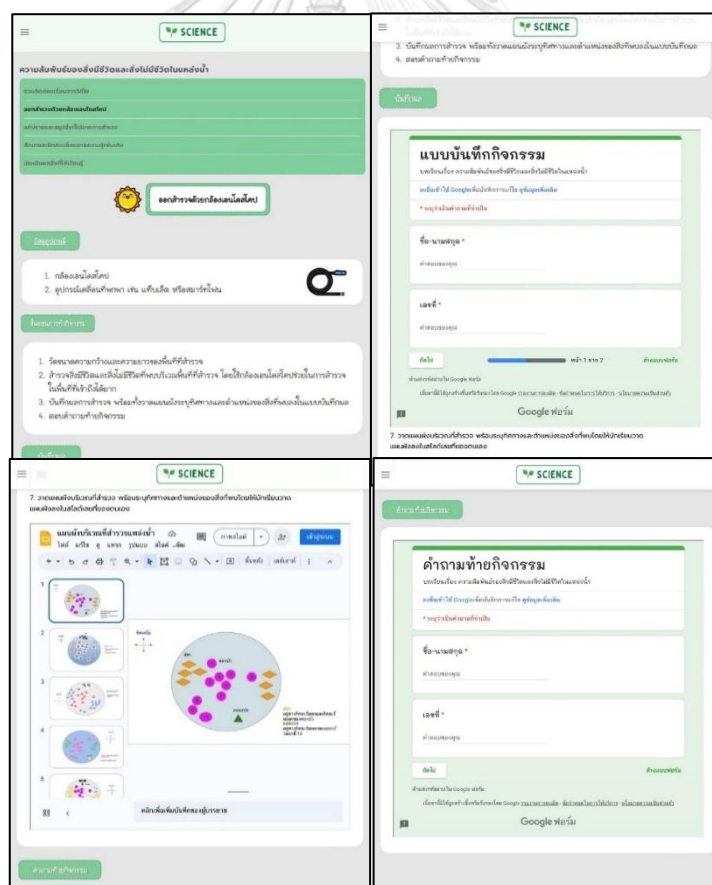
ภาพ 3.7 ร่างโมบายล์แอปพลิเคชันฯ หน้าประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้



ภาพ 3.8 โมบายล์แอปพลิเคชันฯ หน้าหลัก



ภาพ 3.9 โมไบล์แอปพลิเคชันฯ หน้าชวนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ



ภาพ 3.10 โมไบล์แอปพลิเคชันฯ หน้าออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคป

1.3) นำเสนอโมไบล์แอปพลิเคชันฯ ที่ได้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
ตรวจสอบ

1.4) ปรับปรุงตามคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.5) สร้างแบบประเมินโมไบล์แอปพลิเคชันฯ โดยกำหนดข้อคำถามเกี่ยวกับการ
ประเมินโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาข้อคำถามที่
เหมาะสมกับการประเมิน โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1.5.1) แบบประเมินโมไบล์แอปพลิเคชันฯ ที่มีเกณฑ์การประเมินความ
เหมาะสม

1.5.2) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

การประเมินใช้เกณฑ์การประเมินค่าในการประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ
ตามวิธีของ ลิเคิร์ท (Likert scale) และแบบคำถามปลายเปิด โดยใช้เกณฑ์ยอมรับของรูปแบบโมไบล์
แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ในระดับความเหมาะสมระดับมากขึ้น
ไป

1.6) ตรวจสอบความเหมาะสมของโมไบล์แอปพลิเคชันฯ จากผู้เชี่ยวชาญทางด้าน
การการสอนวิทยาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา จำนวน 3 คน ผล
ปรากฏว่าโมไบล์แอปพลิเคชันฯ มีความเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, $SD = 0.25$)

1.7) ปรับปรุงตามคำแนะนำ และนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพของโมไบล์แอป
พลิเคชันฯ โดยใช้การทดสอบแบบ 1 ต่อ 1 และกลุ่มเล็กจำนวน 6 คน โดยคัดเลือกผู้เรียนที่มีความ
ใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพปรากฏว่าในการทำกิจกรรมขั้นที่ 2 และ ขั้น
ที่ 4 พบปัญหาและการแก้ปัญหา คือ การสรุปและนำเสนอสิ่งที่ได้ศึกษาเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น
แผนภาพหรือแผนผังความคิด โดยการสร้างและวาดภาพด้วยเครื่องมือพื้นฐานในแอปพลิเคชัน
Google docs สามารถทำได้ยากและไม่สะดวก ทำการแก้ปัญหาโดยใช้แอปพลิเคชัน Google Slides
แทน

**2) แผนการจัดการเรียนรู้ตามโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้อง
เอนโดสโคปฯ มีขั้นตอนการสร้างและพัฒนา ดังนี้**

2.1) ศึกษา วิเคราะห์รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการ
เรียนรู้ตามโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาเขียนเป็นแผนการจัดการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์เนื้อหา ผู้วิจัยได้เสนอแผนการสอนที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติการทดลอง
หรือสำรวจด้วยตนเองเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของผู้เรียน โดย

อ้างอิงเนื้อหาตามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม โดยใช้ระยะเวลาการทดลองทั้งหมด 8 สัปดาห์ รวมทั้งหมด 16 ชั่วโมง โดยในชั่วโมงแรกเป็นการปฐมนิเทศ

2.2) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ

2.3) ปรับปรุงตามคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

2.4) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ตรวจสอบความเหมาะสม พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด สามารถนำไปใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ได้ ($\bar{X} = 4.81$, $SD = 0.29$)

2.5) ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินกิจกรรมต่อไป (รายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้ฯ อยู่ในภาคผนวก ข)

3) เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบประเมินแบบรูปรีค มีขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือดังนี้

3.1) กำหนดจุดมุ่งหมายของการประเมิน เพื่อใช้ในการตรวจร่องรอยหลักฐานการทำงานของผู้เรียนระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

3.2) ศึกษา วิเคราะห์ สังเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยอิงแนวคิดและปรับปรุงรายละเอียดของคำอธิบายเกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2562) และ Duruk et al. (2017)

3.3) พัฒนาเกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดเกณฑ์ในการประเมินด้วยรูปรีค 3 ระดับคือ

ระดับ 1 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

ระดับ 2 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ พอใช้

ระดับ 3 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ ดี

3.4) นำเกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนแบบรูปรีค ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง

3.5) ปรับปรุงเกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนตามข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.6) ตรวจสอบคุณภาพของเกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 คน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

และความถูกต้องของภาษา โดยผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะในการปรับภาษาให้มีความกระชับมากขึ้น (IOC = 0.88, SD = 0.22) จากนั้นดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.7) ตรวจสอบความสอดคล้องภายในของเกณฑ์ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการนำเกณฑ์ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองตรวจผลงาน โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของการให้คะแนนจากผู้ตรวจจำนวน 2 คน มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($r_{xy} = .990$) (รายละเอียดเกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในภาคผนวก ข)

4) แบบสอบถามความคิดเห็นต่อการใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป

- 4.1) ศึกษา วิเคราะห์ สังเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 4.2) กำหนดประเด็นคำถามเพื่อพัฒนาแบบสอบถามความคิดเห็น โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม และส่วนที่ 2 ความคิดเห็นที่มีต่อการเรียน
- 4.3) นำแบบสอบถามความคิดเห็นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ
- 4.4) ปรับปรุงแบบสอบถามความคิดเห็นตามข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
- 4.5) นำแบบสอบถามความคิดเห็นไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาจำนวน 3 คน เพื่อประเมินความสอดคล้องในส่วนของเนื้อหา พบว่าผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะให้ปรับภาษาของข้อคำถามให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น (IOC = 0.96, SD = 0.06)
- 4.6) ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและนำแบบประเมินที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่คล้ายกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงของของแบบสอบถามโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha-Coefficient) พบว่ามีค่าความเที่ยงอยู่ที่ .985 (รายละเอียดแบบสอบถามฯ อยู่ในภาคผนวก ข)

ขั้นตอนในการวิจัย

การดำเนินการในระยะที่ 3 นี้เป็นการศึกษาผลการใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป มีแผนการวิจัยแบบศึกษากับกลุ่มเดียวแบบวัดซ้ำ (One Shot Repeated Measures Design) โดยทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 32 คน มีรายละเอียดดังนี้

E:	X	O ₁	X	O ₂	X	O ₃
----	---	----------------	---	----------------	---	----------------

X	หมายถึง	การเรียนรู้ด้วยโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับ กล้องเอนโดสโคปฯ
O ₁	หมายถึง	การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนโดยใช้ เกณฑ์แบบรูปรีคครั้งที่ 1
O ₂	หมายถึง	การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนโดยใช้ เกณฑ์แบบรูปรีคครั้งที่ 2
O ₃	หมายถึง	การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนโดยใช้ เกณฑ์แบบรูปรีคครั้งที่ 3

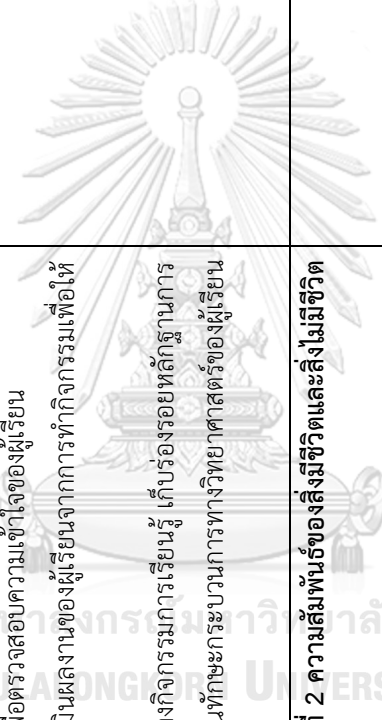
โดยมีขั้นตอนในการทดลองดังนี้

- 1) เตรียมความพร้อมของสถานที่ และอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการทดลองให้มีความพร้อมในการดำเนินการประกอบไปด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์เคลื่อนที่ ระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ต โมบายล์แอปพลิเคชันฯ และห้องเรียน
- 2) ปฐมนิเทศผู้เรียนเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ กระบวนการเรียนรู้ และการใช้กล้องเอนโดสโคป และเครื่องมือต่าง ๆ
- 3) ดำเนินกระบวนการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ แผนจัดการเรียนรู้ละ 3 ชั่วโมง รวมเป็นเวลาทั้งหมด 16 ชั่วโมง ดังตาราง 3.1
- 4) เก็บข้อมูลระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 3 และ ครั้งที่ 5
- 5) ประเมินความคิดเห็นของผู้เรียนโดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นในการเรียนรู้ด้วยโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ

ตาราง 3.1 ขั้นตอนการทดลองใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

ลำดับที่	ชั่วโมงที่	รายละเอียดกิจกรรม	เครื่องมือที่ใช้	แอปพลิเคชันที่ใช้	การประเมินผล
1	1	<p>ปฐมนิเทศ</p> <ol style="list-style-type: none"> เตรียมความพร้อมของอุปกรณ์ และสถานที่ ปฐมนิเทศและชี้แจงการใช้งานโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย และการใช้งานกล้องเอนโดสโคป จัดกลุ่มผู้เรียนโดยคลตามระดับความสามารถ กลุ่มละ 3-5 คน 			
	2	<p>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในแหล่งน้ำ</p> <ol style="list-style-type: none"> ดำเนินการทดลองใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ที่มีขั้นตอนในการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ <ol style="list-style-type: none"> ขั้นพินิจพิจารณาจากวิดีโอ ผู้สอนนำเสนอคลิปวิดีโอเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน จากนั้นตั้งคำถามจากคลิปวิดีโอแล้วให้ผู้เรียนโพสต์คำตอบลงในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ 	<p>- โมบายล์แอปพลิเคชันฯ</p>	<p>- แพลตฟอร์มแบ่งปันวิดีโอ (Youtube)</p> <p>- กระดานประกาศออนไลน์ (Padlet)</p>	<p>- ทักษะการสังเกต</p>
		<ol style="list-style-type: none"> ขั้นออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคป ผู้สอนอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรม 	<p>- โมบายล์แอปพลิเคชันฯ</p> <p>- กล้องเอนโดสโคป</p>	<p>- แบบสำรวจออนไลน์ (Google forms)</p>	<p>- ทักษะการสังเกต</p> <p>- ทักษะการวัด</p>

สัปดาห์ที่	ชั่วโมงที่	รายละเอียดกิจกรรม	เครื่องมือที่ใช้	แอปพลิเคชันที่ใช้	การประเมินผล
		<p>- ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการสำรวจและเก็บข้อมูลในพื้นที่จริงโดยใช้กล้องเอนโดสโคป เพื่อให้ผู้เรียนได้ทำการสังเกต จำแนกประเภท ผีตกใช้อุปกรณ์ต่างๆ ในการวัด ผีตกการคำนวณ การหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ จากข้อมูลที่ได้</p> <p>- ผู้เรียนบันทึกผลจากการสำรวจและวาดแผนผังบริเวณที่สำรวจลงในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ</p>		<p>- งานนำเสนอร่วมกันออนไลน์ (Google Slides)</p>	<p>- ทักษะการจำแนกประเภท</p> <p>- ทักษะการใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ</p> <p>- ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา</p>
2	3	<p>3) อภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการสำรวจ</p> <p>- ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและลงความคิดเห็นจากข้อมูลเพื่อสรุปผลการทำกิจกรรมผ่านทางโมบายล์แอปพลิเคชันฯ โดยมีผู้สอนคอยแนะนำและชี้แนะแนวทางการอภิปรายผลและสรุปผลจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน</p>	<p>- โมบายล์แอปพลิเคชันฯ</p>	<p>- กระดานสนทนา (Plugin bbPress)</p>	<p>- ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล</p>
		<p>4) ศึกษาและฝึกคิดเพื่อขยายความรู้เพิ่มเติม</p> <p>- ผู้เรียนศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนจากแหล่งข้อมูลที่คุณสอนเตรียมให้</p> <p>- ผู้เรียนสรุปและนำเสนอความรู้ที่ตนได้รับโดยจัดกระทำข้อมูลในรูปแบบแผนผังความคิด (Mind mapping) ในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ</p>	<p>- โมบายล์แอปพลิเคชันฯ</p>	<p>- งานนำเสนอร่วมกันออนไลน์ (Google Slides)</p> <p>- แบบสำรวจออนไลน์ (Google forms)</p>	<p>- ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล</p> <p>- ทักษะการทำนายหรือพยากรณ์</p>

สัปดาห์ที่	ชั่วโมงที่	รายละเอียดกิจกรรม	เครื่องมือที่ใช้	แอปพลิเคชันที่ใช้	การประเมินผล
		<ul style="list-style-type: none"> - ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อให้ให้นักเรียนได้ร่วมกันฝึกคิด และทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน - ผู้เรียนตอบคำถามที่ผู้สอนถามลงในโน้ตแอปพลิเคชัน 			
	4	5) ประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้ <ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนประเมินผลการเรียนรู้ด้วยแบบทดสอบผ่านทางโน้ตแอปพลิเคชัน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน - ผู้สอนประเมินผลงานของผู้เรียนจากการทำกิจกรรมเพื่อให้ผลป้อนกลับที่ชัดเจน 2. เก็บข้อมูลระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ เก็บร่องรอยหลักฐานการทำงาน ด้วยแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนแบบรูปรีด ครึ่งที่ 1	- โน้ตแอปพลิเคชัน 	- เครื่องมือสร้างทรัพยากรการสอน (Wordwall)	
3	5	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในพืชดิน <ol style="list-style-type: none"> ดำเนินการทดลองใช้โน้ตแอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ที่มีขั้นตอนในการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ <ol style="list-style-type: none"> ขั้นชวนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ <ul style="list-style-type: none"> - ผู้สอนนำเสนอคลิปวิดีโอเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน จากนั้นตั้งคำถามจากคลิปวิดีโอแล้วให้ผู้เรียนโพสต์คำตอบลงในโน้ตแอปพลิเคชัน 	- โน้ตแอปพลิเคชัน	- แพลตฟอร์มแบ่งปันวิดีโอ (Youtube) - กระดานประกาศออนไลน์ (Padlet)	- ทักษะการสังเกต

สัปดาห์ที่	ชั่วโมงที่	รายละเอียดกิจกรรม	เครื่องมือที่ใช้	แอปพลิเคชันที่ใช้	การประเมินผล
		<p>2) ขึ้นออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคป</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้สอนอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรม - ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการสำรวจและเก็บข้อมูลในพื้นที่จริง <p>โดยใช้กล้องเอนโดสโคป เพื่อให้ผู้เรียนได้ทำการสังเกต จำแนกประเภท ผิวกายใช้อุปกรณ์ต่างๆ ในการวัด ผิวกายคำนวณ การหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ จากข้อมูลที่ได้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนบันทึกผลจากการสำรวจและวาดแผนผังบริเวณที่สำรวจลงในโมบายล์แอปพลิเคชัน 	<ul style="list-style-type: none"> - โมบายล์แอปพลิเคชัน - กล้องเอนโดสโคป 	<ul style="list-style-type: none"> - แบบสำรวจออนไลน์ (Google forms) - งานนำเสนอร่วมกันออนไลน์ (Google Slides) 	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการวัด - ทักษะการจำแนกประเภท - ทักษะการใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ - ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
	6	<p>3) อภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการสำรวจ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้อภิปรายการสำรวจมาอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและลงความคิดเห็นจากข้อมูลเพื่อสรุปผลการทำกิจกรรมผ่านทางโมบายล์แอปพลิเคชัน โดยผู้สอนคอยแนะนำและชี้แนะแนวทางการอภิปรายผลและสรุปผลจนเกิดความเข้าใจตรงกัน <p>4) ศึกษาและฝึกคิดเพื่อขยายความรู้เพิ่มเติม</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนจากแหล่งข้อมูลผู้สอนเตรียมให้ 	<ul style="list-style-type: none"> - โมบายล์แอปพลิเคชัน 	<ul style="list-style-type: none"> - กระดานสนทนา (Plugin bbPress) 	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
		<ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนจากแหล่งข้อมูลผู้สอนเตรียมให้ 	<ul style="list-style-type: none"> - โมบายล์แอปพลิเคชัน 	<ul style="list-style-type: none"> - งานนำเสนอร่วมกันออนไลน์ (Google Slides) - แบบสำรวจออนไลน์ (Google forms) 	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการจัดการทำและสื่อความหมายข้อมูล - ทักษะการทำนายหรือพยากรณ์

สัปดาห์ที่	ชั่วโมงที่	รายละเอียดกิจกรรม	เครื่องมือที่ใช้	แอปพลิเคชันที่ใช้	การประเมินผล
4		<p>- ผู้เรียนสรุปและนำเสนอความรู้ที่นักเรียนได้รับโดยจัดกระทำข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ที่ให้ผู้เรียนเข้าใจได้โดยง่ายในโมบายล์แอปพลิเคชัน</p> <p>- ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันฝึกคิด และทำกายสิ่งที่อาจจะเกิดขึ้นจากสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน</p> <p>- ผู้เรียนตอบคำถามที่ผู้สอนถามลงในโมบายล์แอปพลิเคชัน</p>			
	7	<p>5) ประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้</p> <p>- ผู้เรียนประเมินผลการเรียนรู้ด้วยแบบทดสอบผ่านทางโมบายล์แอปพลิเคชัน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน</p> <p>- ผู้สอนประเมินผลงานของผู้เรียนจากการทำกิจกรรมเพื่อให้ผลป้อนกลับที่ชัดเจน</p>	- โมบายล์แอปพลิเคชัน	- เครื่องมือสร้างทรัพยากรการสอน (Wordwall)	
	8	<p>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต</p> <p>บริเวณขอนแก่น</p> <p>1. ดำเนินการทดลองใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปๆ ที่มีขั้นตอนในการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่</p> <p>1) ขั้นตอนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ</p> <p>- ผู้สอนนำเสนอคลิปวิดีโอเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน จากนั้นตั้งคำถามจากคลิปวิดีโอแล้วให้ผู้เรียนโพสต์คำตอบลงในโมบายล์แอปพลิเคชัน</p>	- โมบายล์แอปพลิเคชัน	<p>- แพลตฟอร์มแบ่งปันวิดีโอ (Youtube)</p> <p>- กระดานประกาศออนไลน์ (Padlet)</p>	- ทักษะการสังเกต

สัปดาห์ที่	ชั่วโมงที่	รายละเอียดกิจกรรม	เครื่องมือที่ใช้	แอปพลิเคชันที่ใช้	การประเมินผล
		<p>2) ขึ้นออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคป</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้สอนอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรม - ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการสำรวจและเก็บข้อมูลในพื้นที่จริง <p>โดยใช้กล้องเอนโดสโคป เพื่อให้ผู้เรียนได้ทำการสังเกต จำแนกประเภท ผิวกายอุปกรณ์ต่างๆ ในการวัด ผิวกายคำนวณ การหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ จากข้อมูลที่ได้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนบันทึกผลจากการสำรวจและวาดแผนผังบริเวณที่สำรวจลงในโมบายล์แอปพลิเคชัน 	<ul style="list-style-type: none"> - โมบายล์แอปพลิเคชัน - กล้องเอนโดสโคป 	<ul style="list-style-type: none"> - แบบสำรวจออนไลน์ (Google forms) - งานนำเสนอร่วมกันออนไลน์ (Google Slides) 	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการวัด - ทักษะการจำแนกประเภท - ทักษะการใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ - ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
5	9	<p>3) อภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการสำรวจ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและลงความคิดเห็นจากข้อมูลเพื่อสรุปผลการทำกิจกรรมผ่านทางโมบายล์แอปพลิเคชัน โดยผู้สอนคอยแนะนำและชี้แนะแนวทางการอภิปรายผลและสรุปผลจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน <p>4) ศึกษาและฝึกคิดเพื่อขยายความรู้เพิ่มเติม</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนจากแหล่งข้อมูลที่คุณสอนเตรียมให้ 	<ul style="list-style-type: none"> - โมบายล์แอปพลิเคชัน 	<ul style="list-style-type: none"> - กระดานสนทนา (Plugin bbPress) 	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
			<ul style="list-style-type: none"> - โมบายล์แอปพลิเคชัน 	<ul style="list-style-type: none"> - งานนำเสนอร่วมกันออนไลน์ (Google Slides) - แบบสำรวจออนไลน์ (Google forms) 	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล - ทักษะการทำนายหรือพยากรณ์

สัปดาห์ที่	ชั่วโมงที่	รายละเอียดกิจกรรม	เครื่องมือที่ใช้	แอปพลิเคชันที่ใช้	การประเมินผล
		<p>- ผู้เรียนสรุปและนำเสนอความรู้ที่นักเรียนได้รับโดยจัดกระทำข้อมูลในรูปแบบแผนผังความคิด (Mind mapping) ในโมบายล์แอปพลิเคชัน</p> <p>- ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันฝึกคิด และทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน</p> <p>- ผู้เรียนตอบคำถามที่ผู้สอนถามลงในโมบายล์แอปพลิเคชัน</p>			
	10	<p>5) ประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้</p> <p>- ผู้เรียนประเมินผลการเรียนรู้ด้วยแบบทดสอบผ่านทางโมบายล์แอปพลิเคชัน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน</p> <p>- ผู้สอนประเมินผลงานของผู้เรียนจากการทำกิจกรรมเพื่อให้ผลป้อนกลับที่ชัดเจน</p> <p>2. เก็บข้อมูลระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ เก็บร่องรอยหลักฐานการทำงาน ด้วยแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน แบบรูบริค ครั้งที่ 2</p>	<p>- โมบายล์แอปพลิเคชัน</p> <p>- เครื่องมือสร้างทรัพยากรการสอน (Wordwall)</p>		
6	11	<p>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตบริเวณโซดหิน</p> <p>1. ดำเนินการทดลองใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ที่มีขั้นตอนในการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่</p>			

สัปดาห์ที่	ชั่วโมงที่	รายละเอียดกิจกรรม	เครื่องมือที่ใช้	แอปพลิเคชันที่ใช้	การประเมินผล
		<p>1) ขั้นชวนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้สอนนำเสนอคลิปวิดีโอเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน จากนั้นตั้งคำถามจากคลิปวิดีโอแล้วให้ผู้เรียนโพสต์คำตอบลงในโมเมนต์แอปพลิเคชันฯ 	- โมเมนต์แอปพลิเคชันฯ	<ul style="list-style-type: none"> - แพลตฟอร์มแบ่งปันวิดีโอ (Youtube) - กระดานประกาศออนไลน์ (Padlet) 	- ทักษะการสังเกต
		<p>2) ขั้นออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคป</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้สอนอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรม - ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการสำรวจและเก็บข้อมูลในพื้นที่จริง โดยใช้กล้องเอนโดสโคป เพื่อให้ผู้เรียนได้ทำการสังเกต จำแนกประเภท ผูกข้ออุปกรณ์ต่างๆ ในการวัด ผูกการคำนวณ การหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ จากข้อมูลที่ได้ - ผู้เรียนบันทึกผลจากการสำรวจและวาดแผนผังบริเวณที่สำรวจลงในโมเมนต์แอปพลิเคชันฯ 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่ไปล์แอปพลิเคชันฯ - กล้องเอนโดสโคป 	<ul style="list-style-type: none"> - แบบสำรวจออนไลน์ (Google forms) - งานนำเสนอร่วมกันออนไลน์ (Google Slides) 	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการวัด - ทักษะการจำแนกประเภท - ทักษะการใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ - ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
	12	<p>3) อภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการสำรวจ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและลงความคิดเห็นจากข้อมูลเพื่อสรุปผลการทำกิจกรรมผ่านทางโมเมนต์แอปพลิเคชันฯ โดยมีผู้สอนคอยแนะนำและชี้แนะแนวทางการอภิปรายผลและสรุปผลงานเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน 	- ไม่ไปล์แอปพลิเคชันฯ	<ul style="list-style-type: none"> - กระดานสนทนา (Plugin bbPress) 	- ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

สัปดาห์ที่	ชั่วโมงที่	รายละเอียดกิจกรรม	เครื่องมือที่ใช้	แอปพลิเคชันที่ใช้	การประเมินผล
		<p>4) ศึกษาและฝึกคิดเพื่อขยายความรู้เพิ่มเติม</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนจากแหล่งข้อมูลผู้สอนเตรียมให้ - ผู้เรียนสรุปและนำเสนอความรู้ที่นักเรียนได้รับโดยจัดกระทำข้อมูลในรูปแบบแผนภาพโมโนโบล์แอปพลิเคชัน - ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันฝึกคิด และทำนายสิ่งที่อาจจะเกิดขึ้นจากสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน - ผู้เรียนตอบคำถามที่ผู้สอนถามลงในโมโนโบล์แอปพลิเคชัน 	<ul style="list-style-type: none"> - โน้ตบุ๊กแอปพลิเคชัน 	<ul style="list-style-type: none"> - งานนำเสนอร่วมกันออนไลน์ (Google Slides) - แบบสำรวจออนไลน์ (Google forms) 	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล - ทักษะการทำงานหรือพยากรณ์
7	13	<p>5) ประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนประเมินผลการเรียนรู้ด้วยแบบทดสอบผ่านทางโมโนโบล์แอปพลิเคชัน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน - ผู้สอนประเมินผลงานของผู้เรียนจากการทำกิจกรรม เพื่อให้ผลป้อนกลับที่ชัดเจน 	<ul style="list-style-type: none"> - โน้ตบุ๊กแอปพลิเคชัน 	<ul style="list-style-type: none"> - เครื่องมือสร้างทรัพยากรการสอน (Wordwall) 	
	14	<p>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต</p> <p>บริเวณพุ่มไม้</p> <ol style="list-style-type: none"> ดำเนินการทดลองใช้โมโนโบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ที่มีขั้นตอนในการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ <ol style="list-style-type: none"> ขั้นชวณคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ <ul style="list-style-type: none"> - ผู้สอนนำเสนอคลิปวิดีโอเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน จากนั้นตั้งคำถามจากคลิปวิดีโอแล้วให้ผู้เรียนโพสต์คำตอบลงในโมโนโบล์แอปพลิเคชัน 	<ul style="list-style-type: none"> - โน้ตบุ๊กแอปพลิเคชัน 	<ul style="list-style-type: none"> - แพลตฟอร์มแบ่งปันวิดีโอ (Youtube) 	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต

สัปดาห์ที่	ชั่วโมงที่	รายละเอียดกิจกรรม	เครื่องมือที่ใช้	แอปพลิเคชันที่ใช้	การประเมินผล
				- กระดานประกาศออนไลน์ (Padlet)	
		2) ขึ้นออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคป <ul style="list-style-type: none"> - ผู้สอนอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรม - ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการสำรวจและเก็บข้อมูลในพื้นที่จริง โดยใช้กล้องเอนโดสโคป เพื่อให้ผู้เรียนได้ทำการสังเกต จำแนกประเภท ผีเสื้ออุปกรณต่างๆ ในการวัด ผีเสื้อจำนวน การหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ จากข้อมูลที่ได้ <ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนบันทึกผลจากการสำรวจและวาดแผนผังบริเวณที่สำรวจลงในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ 	- โมบายล์แอปพลิเคชันฯ - กล้องเอนโดสโคป	- แบบสำรวจออนไลน์ (Google forms) - งานนำเสนอร่วมกันออนไลน์ (Google Slides)	- ทักษะการสังเกต - ทักษะการวัด - ทักษะการจำแนกประเภท - ทักษะการใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ - ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
8	15	3) อภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการสำรวจ <ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและลงความคิดเห็นจากข้อมูลเพื่อสรุปผลการทำกิจกรรมผ่านทางโมบายล์แอปพลิเคชันฯ โดยมีผู้สอนคอยแนะนำและชี้แนะแนวทางการอภิปรายผลและสรุปผลงานเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน 4) ศึกษาและฝึกคิดเพื่อขยายความรู้เพิ่มเติม <ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนจากแหล่งข้อมูลที่คุณสอนเตรียมให้ 	- โมบายล์แอปพลิเคชันฯ	- กระดานสนทนา (Plugin bbPress)	- ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
			- โมบายล์แอปพลิเคชันฯ	- งานนำเสนอร่วมกันออนไลน์ (Google Slides)	- ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล - ทักษะการทำงานหรือ

สัปดาห์ที่	ชั่วโมงที่	รายละเอียดกิจกรรม	เครื่องมือที่ใช้	แอปพลิเคชันที่ใช้	การประเมินผล
		<p>- ผู้เรียนสรุปและนำเสนอความรู้ที่นักเรียนได้รับโดยจัดกระทำข้อมูลในรูปแบบแผนผังความคิด (Mind mapping) ในโมบายล์แอปพลิเคชัน</p> <p>- ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันฝึกคิด และทำมาลาสืบที่อาจจะเกิดขึ้นจากสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน</p> <p>- ผู้เรียนตอบคำถามที่ผู้สอนถามส่งโมบายล์แอปพลิเคชัน</p>		<p>- แบบสำรวจออนไลน์ (Google forms)</p>	<p>พยากรณ์</p>
	16	<p>5) ประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้</p> <p>- ผู้เรียนประเมินผลการเรียนรู้ด้วยแบบทดสอบผ่านทางโมบายล์แอปพลิเคชัน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน</p> <p>- ผู้สอนประเมินผลงานของผู้เรียนจากการทำกิจกรรม เพื่อให้ผลป้อนกลับที่ชัดเจน</p> <p>2. เก็บข้อมูลระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ เก็บร่องรอยหลักฐานการทำงาน ด้วยแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน แบบรูบริค ครั้งที่ 3</p>	<p>- โมบายล์แอปพลิเคชัน</p>	<p>- เครื่องมือสร้างทรัพยากรการสอน (Wordwall)</p>	

การวิเคราะห์ข้อมูล

- 1) รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลอง โดยใช้สถิติเชิงบรรยายเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ความถี่ ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่ออธิบายข้อมูลทั่วไป
- 2) วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความต่างของคะแนนจากเกณฑ์ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแบบรูบริค จากกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 5 ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way Repeated Measure ANOVA)
- 3) วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นในการเรียน โดยใช้ความถี่ ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่ออธิบายข้อมูล



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ส่วนตามระยะของการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัญหาของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

ระยะที่ 2 การสร้างโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

โดยมีรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละส่วน ดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัญหาของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาสภาพปัญหาของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย โดยการรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลายจำนวน 5 ท่าน การสัมภาษณ์ครั้งนี้เป็นการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เพื่อให้ได้มาซึ่งร่างโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลายสามารถสรุปได้ ดังนี้

ตาราง 4.1 ผลการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลาย

ประเด็นคำถาม	ประเด็นความคิดเห็น
1. ประสิทธิภาพและความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	
<ul style="list-style-type: none"> - อุปกรณ์เคลื่อนที่ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต - แอปพลิเคชัน ได้แก่ สื่อวิดีโอ เช่น youtube เครื่องมือสำหรับการทำงาน เช่น google docs, google sheets, word, excel เครื่องมืออภิปราย เช่น padlet, blog, discussion board, mentimeter เครื่องมือค้นหา เช่น google เครื่องมือสร้างและนำเสนอผลงาน เช่น google slides, PowerPoint, Mindmeister เครื่องมือสำหรับสำรวจและทดสอบ เช่น google form, kahoot, wordwall 	<ul style="list-style-type: none"> - สามารถใช้งานคอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต และใช้งานอินเทอร์เน็ตได้ดี - ครูมีความสามารถใช้งานแอปพลิเคชันต่าง ๆ ได้ดี โดยเฉพาะแอปพลิเคชันประเภทสื่อวิดีโอ เครื่องมือสำหรับการทำงาน เครื่องมือสำหรับสร้างและนำเสนอข้อมูลและเครื่องมือค้นหา ส่วนนักเรียนมีความสามารถใช้งานแอปพลิเคชันต่าง ๆ ได้ร้อยละ 70-100 โดยแอปพลิเคชันที่นักเรียนมีความสามารถใช้งานได้ดี ได้แก่ แอปพลิเคชันประเภทวิดีโอ เครื่องมืออภิปราย เครื่องมือค้นหา และเครื่องมือสำหรับสำรวจและทดสอบ
2. สภาพการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	
<ul style="list-style-type: none"> - หลักสูตรสถานศึกษาของท่านมุ่งเน้นให้มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบสอบหรือไม่ - หลักสูตรสถานศึกษาของท่านมุ่งเน้นให้มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่หรือไม่ 	<ul style="list-style-type: none"> - หลักสูตรสถานศึกษามุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนแบบ Active learning เป็นส่วนใหญ่ แต่ไม่ได้มุ่งเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยเฉพาะ - หลักสูตรสถานศึกษาส่งเสริมให้มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีที่หลากหลาย เหมาะสม สามารถใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้

ประเด็นคำถาม	ประเด็นความคิดเห็น
<p>3. สภาพปัญหาและความต้องการใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป</p>	
<p>- ท่านเคยได้รับการอบรม/สัมมนาเกี่ยวกับการเรียนแบบสืบสอบ การจัดการเรียนการสอนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ การใช้กล้องเอนโดสโคป และการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนหรือไม่ และท่านต้องการอบรมเพิ่มเติมในเรื่องดังกล่าวหรือไม่ มากน้อยเพียงใด</p>	<p>- ครูเคยได้รับการอบรมเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ แต่ยังไม่เคยได้รับการอบรมที่เกี่ยวกับการเรียนแบบสืบสอบและการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน และยังไม่เคยได้รับการอบรมเกี่ยวกับการใช้กล้องเอนโดสโคปมาก่อน ซึ่งเป็นเรื่องใหม่ที่น่าสนใจและต้องการอบรมเพิ่มเติม นอกจากนี้ยังต้องการศึกษาอบรมเกี่ยวกับการเรียนแบบสืบสอบ การจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนการสอนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ให้มีความรู้ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนให้ดีขึ้นกว่าเดิม</p>
<p>- ท่านมีประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ การจัดการเรียนการสอนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ การใช้กล้องเอนโดสโคป และการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนหรือไม่ มากน้อยเพียงใด</p>	<p>- ครูเคยมีประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ การจัดการเรียนการสอนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ และการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนบ้างเป็นบางครั้งในบางบทเรียน แต่ยังไม่เคยมีประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนโดยการใช้กล้องเอนโดสโคป</p>
<p>- ท่านประสบปัญหาในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ การจัดการเรียนการสอนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ การใช้</p>	<p>- ในการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนนั้นยังไม่สามารถจัดได้ครอบคลุมทุกทักษะ</p>

ประเด็นคำถาม	ประเด็นความคิดเห็น
<p>กล้องเอนโดสโคป และการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนหรือไม่ อย่างไร</p>	<p>การเรียนการสอนแบบสืบสอบผู้เรียนยังไม่สามารถหาคำตอบและสร้างองค์ความรู้ได้อย่างถูกต้อง และการจัดการเรียนการสอนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่บางกิจกรรมยังไม่สามารถดึงดูดผู้เรียนได้เท่าที่ควร</p>
<p>- ผู้บริหารโรงเรียนของท่านมีนโยบายสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ การจัดการเรียนการสอนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ การใช้กล้องเอนโดสโคป และการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร</p>	<p>- ผู้บริหารโรงเรียนให้การส่งเสริมและสนับสนุนการนำสื่อและเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการจัดการเรียนการสอน นักเรียนสามารถใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่ในการเรียนรู้ได้ ส่วนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ผู้บริหารโรงเรียนได้ส่งเสริมให้มีการเรียนการสอนแบบ Active learning ด้วยวิธีการสอนที่หลากหลาย และสนับสนุนกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการได้จัดหาวัสดุอุปกรณ์สำหรับการเรียนวิทยาศาสตร์ เช่น อุปกรณ์การทดลองต่าง ๆ เป็นต้น</p>
<p>- โรงเรียนของท่านมีความพร้อมสำหรับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ การจัดการเรียนการสอนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ การใช้กล้องเอนโดสโคป และการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร</p>	<p>- โรงเรียนค่อนข้างมีความพร้อมในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ การจัดการเรียนการสอนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ การใช้กล้องเอนโดสโคป และการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากโรงเรียนมีอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการเรียนการสอนที่ค่อนข้างพอเพียงกับนักเรียน นักเรียนทุกคนมีอุปกรณ์เคลื่อนที่ และโรงเรียนพอมอบงบประมาณที่จะสนับสนุนอุปกรณ์การศึกษาเพิ่มเติม</p>
<p>- นักเรียนของท่านมีความพร้อมสำหรับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ</p>	<p>- นักเรียนค่อนข้างมีความพร้อม เนื่องจากนักเรียนทุกคนเคยใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่ใน</p>

ประเด็นคำถาม	ประเด็นความคิดเห็น
การจัดการเรียนการสอนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ การใช้กล้องเอนโดสโคป และการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่มากนักน้อยเพียงใด	กิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียน และมีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ โดยเฉพาะกับกิจกรรมที่ต้องใช้เทคโนโลยี และอุปกรณ์เคลื่อนที่ในการจัดการเรียนการสอน
4. ข้อเสนอแนะอื่น ๆ	<ul style="list-style-type: none"> - การนำกล้องเอนโดสโคปมาใช้ในการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่น่าสนใจที่น่าจะสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้นได้ - ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับต่ำ ควรมีกิจกรรมการเรียนการสอนที่ดึงดูดความสนใจของนักเรียนและส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากตาราง 4.1 ผลการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลายเกี่ยวกับสภาพปัญหาของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ผลการสัมภาษณ์พบว่า การจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษานั้นมีหลักสูตรที่มุ่งเน้นให้ส่งเสริมทั้งความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการสอนที่หลากหลายและส่งเสริมให้นำเทคโนโลยีหรืออุปกรณ์เคลื่อนที่มาใช้ในการเรียนการสอนอย่างเหมาะสม นอกจากนี้ในหลักสูตรยังมุ่งเน้นให้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงแต่ยังไม่ได้ส่งเสริมให้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบสอบเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกหาคำตอบด้วยตนเองและฝึกใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างรอบด้าน

ส่วนครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการใช้งานคอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต อินเทอร์เน็ต และโปรแกรมประยุกต์หรือแอปพลิเคชันต่าง ๆ ได้ดีแต่ยังไม่สามารถนำเทคโนโลยีและอุปกรณ์เคลื่อนที่ต่าง ๆ มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและมีคุณภาพ การเรียนการสอนส่วนใหญ่ยังใช้วิธีการที่ไม่หลากหลายตามจุดเน้นของหลักสูตร และยังไม่ได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบสอบมากเท่าที่ควรเพื่อส่งเสริมให้นักเรียน

ได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างครบถ้วน จึงส่งผลให้นักเรียนไม่กระตือรือร้นในการเรียนวิทยาศาสตร์และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงควรจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการสืบสอบในการค้นคว้าหาคำตอบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทุกทักษะ และเนื่องจากสถานศึกษาส่วนใหญ่ครูผู้สอน และนักเรียนค่อนข้างมีความพร้อมด้านการใช้เทคโนโลยีจึงควรมีการนำเทคโนโลยีหรืออุปกรณ์เคลื่อนที่เข้ามาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น ซึ่งกล้องเอนโดสโคปเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่มีประโยชน์ต่อการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ครูผู้สอนสนใจนำมาใช้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

ระยะที่ 2 ผลการสร้างโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

ระยะที่ 2 เป็นการพัฒนา (ร่าง) โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ซึ่งมีองค์ประกอบทั้งสิ้น 6 องค์ประกอบ ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านเนื้อหาบทเรียน
2. องค์ประกอบด้านผู้สอนและผู้เรียน
3. องค์ประกอบด้านอุปกรณ์สนับสนุนการเรียนรู้
4. องค์ประกอบด้านโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้
5. องค์ประกอบด้านการบันทึกข้อมูล
6. องค์ประกอบด้านการติดต่อสื่อสาร

(ร่าง) โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย มีขั้นตอนในการเรียนทั้งสิ้น 5 ขั้นตอนดังนี้

- ขั้นที่ 1 ชวนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ
- ขั้นที่ 2 ออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคป
- ขั้นที่ 3 อภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการสำรวจ
- ขั้นที่ 4 ศึกษาและฝึกคิดเพื่อขยายความรู้เพิ่มเติม
- ขั้นที่ 5 ประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้



ภาพ 4.1 (ร่าง) โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในส่วนของความเหมาะสมของ (ร่าง) โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ แบ่งออกเป็น 3 ประเด็นหลัก ได้แก่ 1) องค์ประกอบของโมบายล์แอปพลิเคชันฯ 2) ขั้นตอนการเรียนรู้และกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของโมบายล์แอปพลิเคชันฯ และ 3) แผนภาพแสดงรูปแบบโมบายล์แอปพลิเคชันฯ ดังนี้

ตาราง 4.2 ผลการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ของผู้เชี่ยวชาญ

ประเด็นคำถาม	ประเด็นความคิดเห็น
1. ความคิดเห็นที่มีต่อองค์ประกอบของโมบายล์แอปพลิเคชันฯ	ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าองค์ประกอบของโมบายล์แอปพลิเคชันฯ มีความเหมาะสมดีแล้ว แต่ในองค์ประกอบด้านโมบายล์แอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ควรระบุแอปพลิเคชันที่ใช้ในการทำกิจกรรมให้ชัดเจนว่าเลือกใช้แอปพลิเคชันใดบ้าง ส่วนในองค์ประกอบด้านการบันทึกข้อมูล ผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำว่าควรหาวิธีการบันทึกข้อมูลให้เหมาะสมเพื่อให้มีหลักฐานในการประเมินนักเรียนได้ชัดเจน

ประเด็นคำถาม	ประเด็นความคิดเห็น
2. ความคิดเห็นที่มีต่อขั้นตอนการเรียนรู้และ กิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของโมไบล์แอป พลิเคชันฯ	ขั้นตอนของโมไบล์แอปพลิเคชันฯ ในภาพรวม ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมดีสามารถ ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนประถมศึกษาตอนปลายได้ โดยในแต่ละ ขั้นตอนควรกำหนดรายละเอียดของกิจกรรมให้ ชัดเจนมากขึ้น และควรคำนึงถึงเวลาที่ใช้ในการทำ กิจกรรมในแต่ละคาบเรียนให้มีความพอเหมาะพอดี
3. ความคิดเห็นที่มีต่อแผนภาพแสดงรูปแบบ โมไบล์แอปพลิเคชันฯ	ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าแผนภาพมีความ เหมาะสมดีแล้ว สามารถแสดงถึงองค์ประกอบ และขั้นตอนของโมไบล์แอปพลิเคชันฯ ได้ชัดเจน และครบถ้วน มีการเลือกใช้สัญลักษณ์ที่แสดงถึง กิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ได้ดี

จากตาราง 4.2 ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในส่วนของคุณภาพของ (ร่าง) โมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ สามารถสรุปข้อเสนอแนะและข้อปรับปรุงได้ดังนี้

- 1) เพิ่มรายละเอียดขององค์ประกอบที่ 4 ด้านโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้ให้มีความชัดเจนขึ้นว่าในโมไบล์แอปพลิเคชันฯ มีการเลือกใช้แอปพลิเคชันใดบ้าง
- 2) ระบุรายละเอียดของกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจนมากขึ้น
- 3) ปรับกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนให้มีความกระชับและเหมาะสมกับเวลาเรียนในแต่ละชั่วโมง

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินรับรอง (ร่าง) โมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯจากผู้เชี่ยวชาญ

มีเกณฑ์ในการวิเคราะห์ดังนี้

ค่าคะแนนเฉลี่ย	4.50 – 5.00	มีความเหมาะสมมากที่สุด
ค่าคะแนนเฉลี่ย	3.50 – 4.49	มีความเหมาะสมมาก
ค่าคะแนนเฉลี่ย	2.50 – 3.49	มีความเหมาะสมปานกลาง
ค่าคะแนนเฉลี่ย	1.50 – 2.49	มีความเหมาะสมน้อย
ค่าคะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.49	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ตาราง 4.3 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับภาพรวมของร่างโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับความเหมาะสม
1. วัตถุประสงค์ของโมบายล์แอปพลิเคชันฯ	5.00	0.00	มากที่สุด
2. หลักการและแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาโมบายล์แอปพลิเคชันฯ	4.86	0.38	มากที่สุด
3. องค์ประกอบของโมบายล์แอปพลิเคชันฯ	4.71	0.49	มากที่สุด
4. ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน	5.00	0.00	มากที่สุด
5. เครื่องมือที่ใช้ในการเรียน	4.57	0.53	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยในภาพรวม	4.83	0.28	มากที่สุด

จากตาราง 4.3 ผลการประเมินความเหมาะสมเกี่ยวกับภาพรวมของร่างโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย พบว่า ผลการประเมินในภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ย 4.83 ซึ่งอยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด เมื่อพิจารณาประเด็นย่อยพบว่าภาพรวมของร่างโมบายล์แอปพลิเคชันฯ ได้รับการประเมินให้มีความเหมาะสมมากที่สุดในทุกด้าน

ตาราง 4.4 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับองค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเรียนตามโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับความเหมาะสม
1. เนื้อหาบทเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ผู้สอนและผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
3. อุปกรณ์สนับสนุนการเรียนรู้	4.86	0.38	มากที่สุด
4. โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้	4.71	0.49	มากที่สุด
5. การบันทึกข้อมูล	4.71	0.49	มากที่สุด

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับความเหมาะสม
6. การติดต่อสื่อสาร	4.71	0.49	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยในภาพรวม	4.83	0.31	มากที่สุด

จากตาราง 4.4 ผลการประเมินความเหมาะสมเกี่ยวกับองค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเรียนตามโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย พบว่า ผลการประเมินในภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ย 4.83 ซึ่งอยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด เมื่อพิจารณาประเด็นย่อยพบว่าองค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเรียนตามโมไบล์แอปพลิเคชันฯ ได้รับการประเมินให้มีความเหมาะสมมากที่สุดในทุกด้าน

ตาราง 4.5 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับความเหมาะสม
1. การเตรียมการ			
1.1 วิเคราะห์ผู้เรียน เนื้อหาบทเรียน และเตรียมสื่อการเรียนการสอน	4.86	0.38	มากที่สุด
1.2 การปฐมนิเทศและแนะนำการเรียน	4.86	0.38	มากที่สุด
2. กระบวนการเรียนการสอน			
2.1 ขึ้นชวนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ	4.86	0.38	มากที่สุด
2.2 ขึ้นออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคป	4.71	0.49	มากที่สุด
2.3 ขึ้นอภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการสำรวจ	4.57	0.53	มากที่สุด
2.4 ขึ้นศึกษาและฝึกคิดเพื่อขยายความรู้เพิ่มเติม	4.57	0.53	มากที่สุด
2.5 ขึ้นประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้	4.57	0.53	มากที่สุด
3. การวัดและประเมินผล			
3.1 การประเมินผลงานจากการทำกิจกรรม	4.71	0.49	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยในภาพรวม	4.71	0.46	มากที่สุด

จากตาราง 4.5 ผลการประเมินความเหมาะสมเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย พบว่า ผลการประเมินในภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ย 4.71 ซึ่งอยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด เมื่อพิจารณาประเด็นย่อยพบว่าขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามโมไบล์แอปพลิเคชันฯ ได้รับการประเมินให้มีความเหมาะสมมากที่สุดในทุกด้าน

ตาราง 4.6 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับความเหมาะสม
1. วัตถุประสงค์กระตุ้นความสนใจ	4.57	0.53	มากที่สุด
2. แหล่งข้อมูลบนโมไบล์แอปพลิเคชันฯ ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น เอกสาร ภาพ และหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น	4.57	0.53	มากที่สุด
3. เครื่องมือสำหรับบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้	4.43	0.53	มาก
4. แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.71	0.49	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยในภาพรวม	4.57	0.52	มากที่สุด

จากตาราง 4.6 ผลการประเมินความเหมาะสมเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย พบว่า ผลการประเมินในภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ย 4.57 ซึ่งอยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด เมื่อพิจารณาประเด็นย่อยพบว่าเครื่องมือที่ใช้ในโมไบล์แอปพลิเคชันฯ ได้รับการประเมินให้มีความเหมาะสมมากที่สุดในทุกด้าน และเครื่องมือสำหรับบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ได้รับการประเมินอยู่ในระดับมาก

ตาราง 4.7 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้งานโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับความเหมาะสม
1. โมบายล์แอปพลิเคชันฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้จัดการเรียนการสอนได้จริง	4.71	0.49	มากที่สุด
2. สถานที่ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามโมบายล์แอปพลิเคชันฯ	4.86	0.38	มากที่สุด
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามโมบายล์แอปพลิเคชันฯ	4.57	0.53	มากที่สุด
4. โมบายล์แอปพลิเคชันฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้จริง	4.86	0.38	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยในภาพรวม	4.75	0.44	มากที่สุด

จากตาราง 4.7 ผลการประเมินความเหมาะสมเกี่ยวกับการใช้งานโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย พบว่า ผลการประเมินในภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ย 4.75 ซึ่งอยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด เมื่อพิจารณาประเด็นย่อยพบว่าการใช้งานโมบายล์แอปพลิเคชันฯ ได้รับการประเมินให้มีความเหมาะสมมากที่สุดในทุกด้าน

จากตาราง 4.3 - ตาราง 4.7 ผลการประเมินความเหมาะสมของร่างโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย พบว่า โดยรวมร่างโมบายล์แอปพลิเคชันมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.74, SD = 0.40) แสดงให้เห็นว่าร่างโมบายล์แอปพลิเคชันฯ ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและสามารถนำไปทดลองใช้ได้

ระยะที่ 3 ผลการทดลองใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

ในระยะที่ 3 ผู้วิจัยได้นำโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายที่ได้พัฒนาขึ้นไป ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสุพรรณภูมิ จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 32 คน ทำการเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ระยะเวลาในการทดลอง 8 สัปดาห์ จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองใช้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งที่ 1, 3 และ 5

ระหว่างการทดลองผู้วิจัยได้มีการเก็บคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเกณฑ์ ประเมินแบบรูบรีคสำหรับการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยทำการเก็บคะแนนใน การทำกิจกรรมในการเรียนครั้งที่ 1 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 5 นำผลที่ได้จากทั้ง 3 ครั้งมาเปรียบเทียบกับ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way Repeated Measure ANOVA) ดัง แสดงในตาราง 4.8 และตาราง 4.9 ต่อไปนี้

ตาราง 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์จากเกณฑ์ประเมินแบบรูบรีคสำหรับการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการทดลองครั้งที่ 1 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 5

การประเมิน	คะแนน เต็ม	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 5	
		ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD
1. การสังเกต	3	2.44	0.72	2.72	0.52	2.78	0.49
2. การวัด	3	2.47	0.62	2.78	0.49	2.88	0.42
3. การจำแนกประเภท	3	2.38	0.66	2.63	0.61	2.75	0.57
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปซกับสเปซและสเปซกับ เวลา	3	2.34	0.65	2.63	0.55	2.69	0.54
5. การใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ	3	2.28	0.68	2.56	0.62	2.66	0.60
6. การจัดกระทำและสื่อความ หมายข้อมูล	3	2.56	0.50	2.75	0.44	2.81	0.40

การประเมิน	คะแนน เต็ม	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 5	
		ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD
7. การลงความคิดเห็นจาก ข้อมูล	3	2.13	0.61	2.44	0.67	2.56	0.67
8. การทำนายหรือการ พยากรณ์	3	2.16	0.63	2.47	0.62	2.59	0.61
รวมทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	24	18.75	3.86	20.97	3.78	21.72	3.72

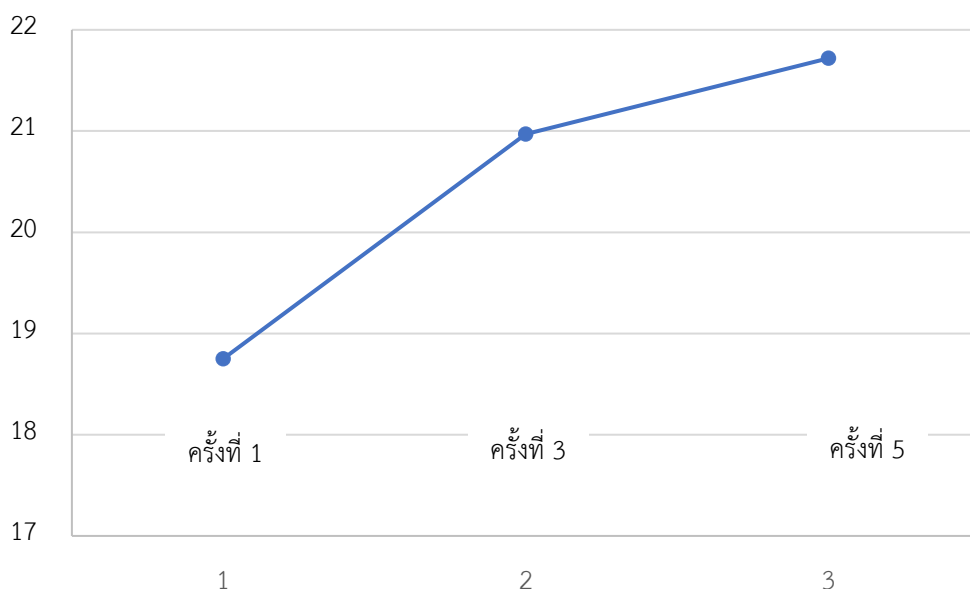
จากตาราง 4.8 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเกณฑ์ประเมินแบบรูปรีสำหรับการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการทดลองครั้งที่ 1 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 5 พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงขึ้นในทุกทักษะ และในภาพรวมมีคะแนนสูงขึ้นในทุกครั้ง โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 18.75 20.97 และ 21.72 ตามลำดับ

ตาราง 4.9 แสดงผลการเปรียบเทียบรายคู่ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จาก เกณฑ์ประเมินรูปรีสำหรับการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการทดลอง ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 5 ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (One-Way Repeated Measure ANOVA)

การประเมิน		Mean Difference	Std. Error	Sig	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	3	-2.219*	.253	<.001	-2.735	-1.703
	5	-2.969*	.319	<.001	-3.619	-2.318
3	1	2.219*	.253	<.001	1.703	2.735
	5	-.750*	.215	.002	-1.189	-.311
5	1	2.969*	.319	<.001	2.318	3.619
	3	.750*	.215	.002	.311	1.189

*p < .05

จากตาราง 4.9 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเกณฑ์ประเมินรูปรีคสำหรับการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการทดลองครั้งที่ 1 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 5 พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเกณฑ์ประเมินรูปรีคสำหรับการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ครั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเกณฑ์ประเมินรูปรีคสำหรับการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 5 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงกว่าครั้งที่ 3 และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเกณฑ์ประเมินรูปรีคสำหรับการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 5 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงกว่าครั้งที่ 1



ภาพ 4.2 คะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทดลองครั้งที่ 1 3 และ 5

ส่วนที่ 2 ผลการสำรวจความคิดเห็นต่อการใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป

ผู้วิจัยได้สำรวจและวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป โดยมีเกณฑ์ในการวิเคราะห์ดังนี้

4.50 – 5.00	หมายถึง	เห็นด้วยในระดับมากที่สุด
3.50 – 4.49	หมายถึง	เห็นด้วยในระดับมาก
2.50 – 3.49	หมายถึง	เห็นด้วยในระดับปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง	เห็นด้วยในระดับน้อย
1.00 – 1.49	หมายถึง	เห็นด้วยในระดับน้อยที่สุด

ตาราง 4.10 แสดงค่าเฉลี่ยของการสำรวจความคิดเห็นต่อการใช้โมบิลแอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ

	รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD	แปล ความหมาย
1	เนื้อหาในบทเรียนมีความง่ายเหมาะสม	4.47	0.57	มาก
2	เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน	4.38	0.71	มาก
3	สื่อที่นำมาใช้ เช่น วิดีโอ ภาพ มีความทันสมัย น่าสนใจ	4.44	0.56	มาก
4	สื่อที่นำมาใช้ เช่น วิดีโอ ภาพ ทำให้เข้าใจในบทเรียนมากขึ้น	4.44	0.56	มาก
5	กิจกรรมกลุ่มทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนมากขึ้น	4.34	0.70	มาก
6	กิจกรรมชวนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ ทำให้นักเรียนได้ฝึกการสังเกตสิ่งต่าง ๆ มากขึ้น และทำให้นักเรียนอยากเรียนรู้เนื้อหาในบทเรียนต่อไป	4.50	0.57	มากที่สุด
7	กิจกรรมสำรวจบริเวณต่าง ๆ ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครบถ้วนและมีทักษะเพิ่มขึ้น	4.50	0.57	มากที่สุด
8	กิจกรรมอภิปรายและสรุปผลสิ่งที่ได้จากการสำรวจผ่านกระดานสนทนา ทำให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น และได้ฝึกการอภิปรายและสรุปผลมากขึ้น	4.47	0.72	มาก
9	กิจกรรมสรุปและนำเสนอความรู้ที่ได้ศึกษา ทำให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้และสรุปเนื้อหาตามความเข้าใจของตนเอง	4.22	0.75	มาก
10	กล้องเอนโดสโคปทำให้นักเรียนมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ดีขึ้น และชัดเจนขึ้นโดยเฉพาะในพื้นที่ที่คับแคบและเข้าถึงได้ยาก	4.66	0.55	มากที่สุด
11	โมบิลแอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ สามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวก	4.44	0.56	มาก
12	คำถามท้ายกิจกรรมและคำถามชวนคิดในโมบิลแอปพลิเคชันฯ ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิดฝึกทำนายผลที่จะเกิดขึ้นได้ดี	4.28	0.77	มาก

รายการประเมิน		ค่าเฉลี่ย	SD	แปล ความหมาย
13	การเรียนรู้ด้วยโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น	4.50	0.57	มากที่สุด
14	การเรียนรู้ด้วยโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น	4.44	0.56	มาก
15	การเรียนรู้ด้วยโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ทำให้นักเรียนสนุกกับการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น	4.66	0.55	มากที่สุด
16	โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ เหมาะที่จะนำมาใช้ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	4.56	0.56	มากที่สุด
17	นักเรียนต้องการใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ต่อไปสำหรับการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	4.44	0.56	มาก
18	โดยภาพรวมนักเรียนคิดว่าการเรียนรู้ด้วยโมบายล์แอปพลิเคชัน การเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ เหมาะสม กับฉัน	4.34	0.70	มาก
รวม		4.45	0.56	มาก

จากตาราง 4.10 พบว่า ค่าเฉลี่ยจากการสำรวจความคิดเห็นต่อการใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.45 SD = 0.56) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ความคิดเห็นส่วนใหญ่อยู่ในระดับมาก ถึงมากที่สุดในทุกด้าน

บทที่ 5

ผลการวิจัย

การพัฒนาโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย มีรายละเอียดการนำเสนอผลการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 บทนำ

1. หลักการและเหตุผลของโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย
2. วัตถุประสงค์ของโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 2 โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

1. องค์ประกอบของโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย
2. ขั้นตอนของโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 3 การนำโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายไปใช้

1. วิธีการนำโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายไปใช้
2. เงื่อนไขของการนำโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายไปใช้

ตอนที่ 1 บทนำ

1. หลักการและเหตุผลของโมเดลแอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

ปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน และมีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนั้นนอกจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์แล้ว ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก็เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นที่จะต้องฝึกฝนและปลูกฝังให้เกิดขึ้นกับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ใช้เป็นวิธีการในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น โดยวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันได้มีการปรับเปลี่ยนให้มีรูปแบบที่เหมาะสมและสอดคล้องกับความหลากหลายของผู้เรียนมากขึ้น (ชนินันท์ พงษ์ประมุข, 2557) โดยการจัดการเรียนการสอนแบบนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ให้ผู้เรียนได้ลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเองจะสามารถช่วยส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี อีกทั้งการนำเทคโนโลยีการศึกษาเข้ามามีใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะเป็นการช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ดี ทำให้นักเรียนตั้งใจเรียนมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจและมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นได้

การเรียนการสอนแบบสืบสอบ (Inquiry-based learning) เป็นรูปแบบการสอนหนึ่งที่ใช้ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากการเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นการให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ของตนเองเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) โดยผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ลงมือแสวงหาความรู้แล้วนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง (ทิศนา ชมมน, 2555) ซึ่งการเรียนการสอนแบบสืบสอบนี้จะเป็นพื้นฐานสำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษา เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย มีวิธีการค้นคว้าหาคำตอบเพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้ และสามารถสื่อสารในสิ่งที่รู้ได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้การเรียนการสอนแบบสืบสอบยังช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้อีกด้วย (Suduc et al., 2015) โดยรูปแบบที่นิยมนำไปใช้ประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน หรือที่เรียกว่า วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นตอน (5E Learning Cycle Model)

นอกจากการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาแล้ว ความสนใจของนักเรียนก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดความล้มเหลวในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (Baharom et al., 2020) ดังนั้นนอกจากวิธีการสอนแบบต่าง ๆ โดยเฉพาะการเรียนการสอนแบบสืบสอบดังกล่าวข้างต้นที่นำมาใช้เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแล้ว ครูผู้สอนจึงควรนำเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ร่วมกับวิธีการสอนเพื่อเป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียน และช่วยทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนได้ดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีโมบายล์เลิร์นนิง (Mobile Learning) ซึ่งเป็นการนำอุปกรณ์เทคโนโลยีเคลื่อนที่แบบพกพามาใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำมาใช้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในรายวิชาต่าง ๆ และส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่เข้าถึงอุปกรณ์หรือเทคโนโลยีที่สนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียนได้ทุกที่และทุกเวลา เป็นเทคโนโลยีช่วยให้การเรียนรู้มีความยืดหยุ่นได้ในแง่ของเวลาและสถานที่ ผู้เรียนสามารถกำหนดการเรียนรู้ของตนเองได้ (Ekici and Erdem, 2020) อีกทั้งยังสามารถใช้งานได้ง่าย มีราคาถูก และช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นและสนใจเรียนมากขึ้นอีกด้วย (Khery et al., 2020) ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การนำสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบสืบสอบมาอยู่บนอุปกรณ์เคลื่อนที่แบบพกพาโดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียนผ่านการสำรวจตรวจสอบ การศึกษาค้นคว้าจากกิจกรรมหรือการทดลองต่าง ๆ ให้แก่นักเรียน จะช่วยทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจได้ดี สามารถพัฒนาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ได้ (Baharom et al., 2020)

นอกจากนี้กล้องเอนโดสโคป (Endoscope Camera) หรือกล้องงู ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัยในปัจจุบันที่ช่วยในการมองเห็นนั้นก็ยังสามารถนำมาใช้เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยกล้องเอนโดสโคปมีลักษณะเป็นท่อยาวขนาดเล็กที่สามารถโค้งงอได้ ที่ปลายท่อจะมีกล้องขนาดเล็กมากติดตั้งไว้ ทำให้กล้องเอนโดสโคปถูกนำมาใช้เพื่อช่วยในการมองเห็นในพื้นที่ที่แคบหรือเข้าถึงได้ยาก สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เคลื่อนที่ได้ (Juniper, 2020) มักนำมาใช้ในด้านอุตสาหกรรมและในด้านการแพทย์ อย่างไรก็ตามกล้องเอนโดสโคปถูกนำมาประยุกต์ใช้กับงานด้านต่าง ๆ ได้หลากหลาย ซึ่งในด้านการศึกษา การนำกล้องเอนโดสโคปมาใช้ในทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ก็จะสามารถช่วยให้นักเรียนได้มีทักษะการสังเกตได้ดียิ่งขึ้นซึ่งเป็นทักษะหนึ่งของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการส่งเสริมให้กับนักเรียน ดังนั้นนอกจากแอปพลิเคชันต่าง ๆ จะสามารถนำมาใช้เพื่อสนับสนุนการเรียนแบบสืบสอบและส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ตามลักษณะและคุณสมบัติของแอปพลิเคชันนั้น ๆ แล้วก็มีเทคโนโลยีที่ทันสมัยอย่างกล้องเอนโดสโคปสามารถนำมาใช้เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อีกด้วย

จากการศึกษาสภาพปัญหาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การนำเทคโนโลยีโมบายล์เลิร์นนิง (Mobile learning) หรือการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่มาใช้ร่วมกับการเรียนแบบสืบสอบมีความเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำมาใช้เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ นักเรียนได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น สนใจในการเรียนมากขึ้น และได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น ประกอบกับมีการนำกล้องเอนโดสโคปเข้ามาใช้ร่วมกับรูปแบบการสอนและเทคโนโลยีดังกล่าว จึงทำให้สามารถเพิ่มทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะในทักษะการสังเกต ดังนั้นการพัฒนาโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปจะสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น ซึ่งเป็นทักษะสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้นต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

2.1. เพื่อพัฒนาโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

2.2. เพื่อศึกษาผลการใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 2 โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยรายละเอียด 2 ส่วน ได้แก่ องค์ประกอบ และขั้นตอนของโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

องค์ประกอบของโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ ดังนี้

1. เนื้อหาบทเรียน
2. ผู้สอนและผู้เรียน
3. อุปกรณ์สนับสนุนการเรียนรู้
4. โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้

5. การบันทึกข้อมูล

6. การติดต่อสื่อสาร

ขั้นตอนของโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ชวนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ

ขั้นที่ 2 ออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคป

ขั้นที่ 3 อภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการสำรวจ

ขั้นที่ 4 ศึกษาและฝึกคิดเพื่อขยายความรู้เพิ่มเติม

ขั้นที่ 5 ประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้



กิจกรรมการเรียนการสอน

1. หมายถึง ชมวิดีโอ
2. หมายถึง สำรวจบริเวณต่างๆ ด้วยกล้องเอนโดสโคป
3. หมายถึง บันทึกข้อมูลจากการสำรวจลงในแอปพลิเคชัน
4. หมายถึง อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
5. หมายถึง สรุปข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ
6. หมายถึง ศึกษาข้อมูลที่กำหนดให้
7. หมายถึง ทำกิจกรรมเพื่อสรุปความรู้
8. หมายถึง ฝึกคิดเพื่อขยายความรู้
9. หมายถึง ตอบคำถามท้ายกิจกรรม
10. หมายถึง ประเมินผลผู้เรียน

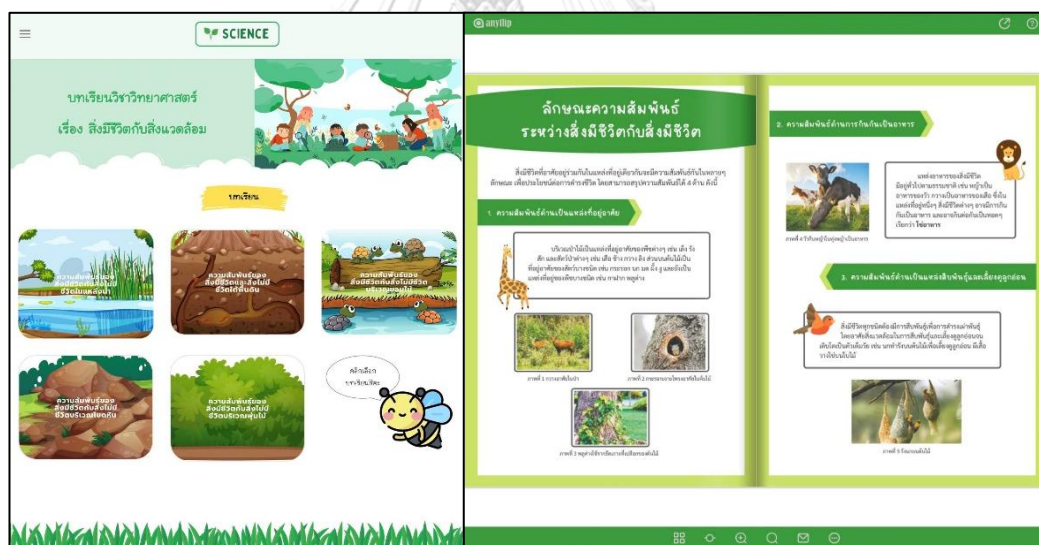
ภาพ 5.1 องค์ประกอบและขั้นตอนของโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

1. รายละเอียดขององค์ประกอบของโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

องค์ประกอบของโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 เนื้อหาบทเรียน

เนื้อหาบทเรียน เป็นเนื้อหาสาระในโมบายล์แอปพลิเคชันสำหรับใช้งานในอุปกรณ์เคลื่อนที่แบบพกพาที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งนำเสนอในรูปแบบที่เป็นทั้งเอกสาร ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง โดยเนื้อหาบทเรียนที่ใช้เกี่ยวข้องกับการสำรวจสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตจาก 5 บริเวณ ได้แก่ บริเวณแหล่งน้ำ บริเวณใต้พื้นดิน บริเวณขอนไม้ บริเวณโขดหิน และบริเวณพุ่มไม้ ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้จะเน้นให้ผู้เรียนได้ทั้งความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปพร้อมกัน



ภาพ 5.2 เนื้อหาบทเรียนในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ

องค์ประกอบที่ 2 ผู้สอนและผู้เรียน

ผู้สอนและผู้เรียนมีความสำคัญอย่างยิ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้การเรียนการสอนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ตั้งไว้ โดยบทบาทของผู้สอนและผู้เรียน มีดังนี้

ผู้สอน มีบทบาทหน้าที่สำคัญ คือ 1) กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้และดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ 2) ตั้งคำถามกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความสนใจ อยากรู้ อยากเห็น และ

กระตุ้นความคิดของผู้เรียนเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบและการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ต่อไป 3) คอยชี้แนะแนวทางและให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้ ตลอดจนสามารถอภิปรายผลและสรุปผลเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนได้อย่างถูกต้องจนเกิดความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน และ 4) ประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการทำกิจกรรม เพื่อให้ผลป้อนกลับที่ชัดเจน

ผู้เรียน มีบทบาทหน้าที่สำคัญ คือ 1) ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่คุณสอนได้กำหนดไว้อย่างเต็มความสามารถ ได้แก่ การศึกษาค้นคว้าข้อมูล การออกสำรวจตรวจสอบ ตลอดจนการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ 2) คาดคะเนคำตอบหรือใช้ข้อมูลที่ได้ศึกษามาตอบคำถามที่คุณสอนชวนคิด และ 3) อภิปรายและสรุปผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า โดยนำข้อมูลที่ได้มาแลกเปลี่ยนความรู้กันระหว่างผู้เรียน จนนำไปสู่การลงข้อสรุปที่ถูกต้องอย่างสมเหตุสมผล



ภาพ 5.3 การปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน

องค์ประกอบที่ 3 อุปกรณ์สนับสนุนการเรียนรู้

อุปกรณ์สนับสนุนการเรียนรู้ เป็นเทคโนโลยีหรืออุปกรณ์ที่ผู้เรียนใช้สำหรับเรียนรู้หรือใช้ในการเรียนการสอน เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต เป็นต้น รวมไปถึงเทคโนโลยีหรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น อย่างเช่น กล้องเอนโดสโคป ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ในพื้นที่ที่แคบหรือพื้นที่ที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ หรือพื้นที่ที่เข้าถึงได้ยาก ให้สามารถมองเห็นได้ดีขึ้น และชัดเจนยิ่งขึ้นได้ ส่งผลให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการสังเกตได้ดียิ่งขึ้น

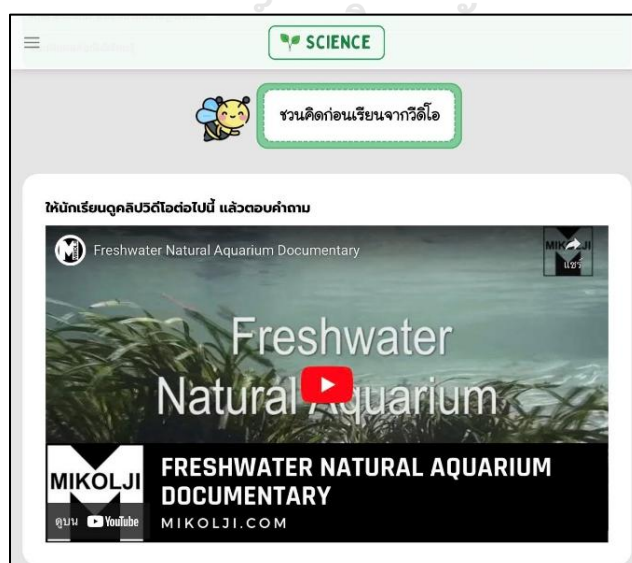


ภาพ 5.4 กล้องเอนโดสโคป

องค์ประกอบที่ 4 โมไบล์แอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้

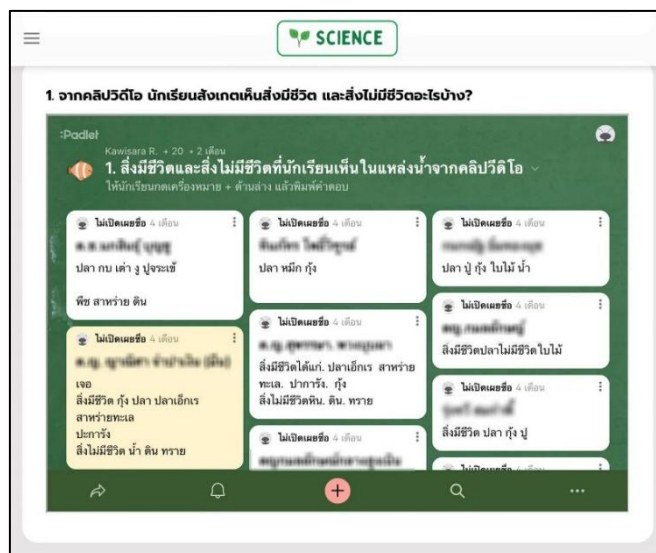
โมไบล์แอปพลิเคชัน เป็นโปรแกรมสำเร็จหรือแอปพลิเคชัน (application) ที่ผู้เรียนใช้สำหรับเรียนรู้ โดยแอปพลิเคชันมีหลายชนิดและมีจุดประสงค์การใช้งานที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องเลือกใช้แอปพลิเคชันให้เหมาะสมกับกิจกรรมและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดองค์ความรู้ตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ ซึ่งแอปพลิเคชันที่นำมาบูรณาการในโมไบล์แอปพลิเคชันครั้งนี้ มีดังนี้

- 1) แพลตฟอร์มแบ่งปันวิดีโอ (Youtube) สำหรับใช้นำเสนอคลิปวิดีโอหรือวีดิทัศน์เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน



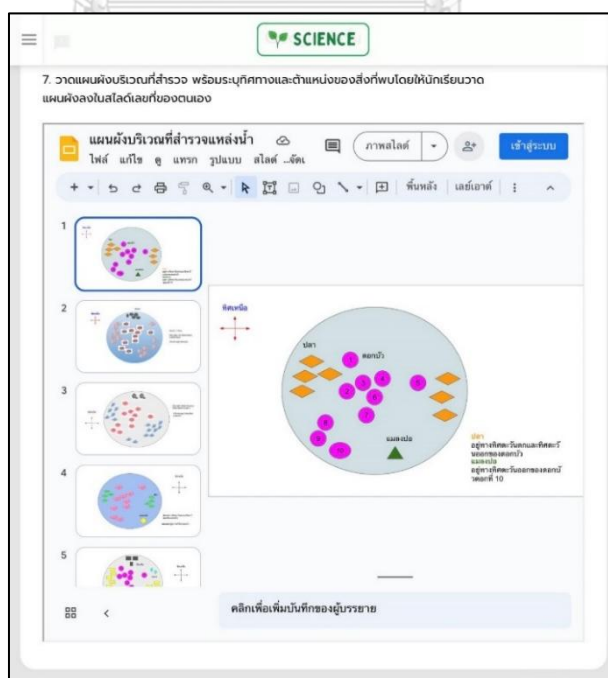
ภาพ 5.5 ตัวอย่างแอปพลิเคชัน Youtube ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้

2) กระดานประกาศออนไลน์ (Padlet) สำหรับใช้ในการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น



ภาพ 5.6 ตัวอย่างแอปพลิเคชัน Padlet ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้

3) งานนำเสนอร่วมกันออนไลน์ (Google slides) สำหรับบันทึกข้อมูลและนำเสนอข้อมูลจากสิ่งที่ได้ศึกษาเรียนรู้



ภาพ 5.7 ตัวอย่างแอปพลิเคชัน Google slides ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้

4) แบบสำรวจออนไลน์ (Google forms) สำหรับใช้บันทึกข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและใช้ตอบคำถามท้ายกิจกรรม

ภาพ 5.8 ตัวอย่างแอปพลิเคชัน Google forms ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้

5) เครื่องมือสร้างทรัพยากรการสอน (Wordwall) สำหรับใช้ตอบคำถามท้ายบทเรียนเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนของผู้เรียน

ภาพ 5.9 ตัวอย่างแอปพลิเคชัน Wordwall ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้

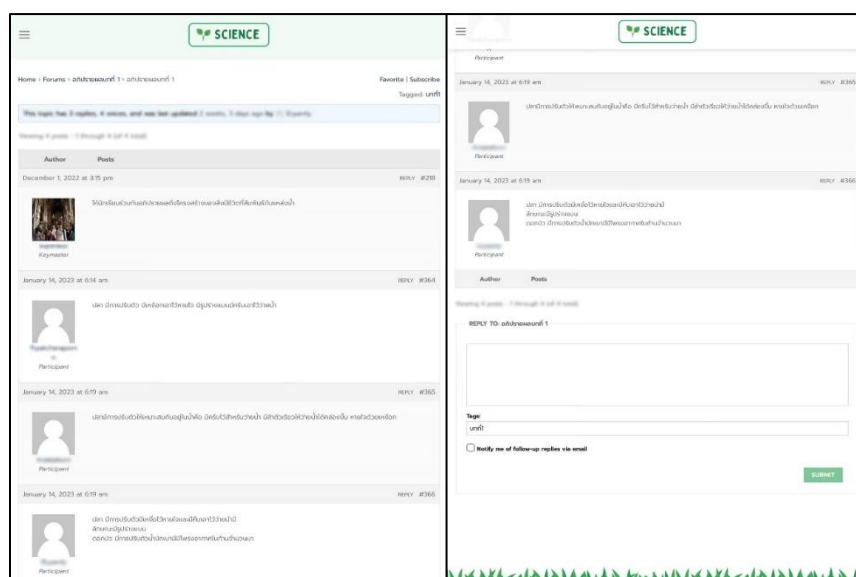
องค์ประกอบที่ 5 การบันทึกข้อมูล

การบันทึกข้อมูลเป็นการบันทึกข้อมูลจากการทำกิจกรรม หรือร่องรอยหลักฐานการเรียนรู้ในกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ของผู้เรียน ซึ่งข้อมูลที่บันทึกอาจอยู่ในรูปแบบของข้อความ หรือภาพวาด เป็นต้น โดยก่อนเริ่มกิจกรรมการเรียนการสอนในครั้งแรกผู้เรียนจะต้องทำการลงทะเบียนสมัครอีเมลเพื่อใช้สำหรับการทำกิจกรรมในแอปพลิเคชันต่าง ๆ และลงทะเบียนสมัครสมาชิกในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ เพื่อใช้สำหรับการอธิบายผ่านแอปพลิเคชันกระดานสนทนาของโมบายล์แอปพลิเคชัน เพื่อให้สามารถยืนยันตัวตนของผู้เรียนและมีหลักฐานการทำกิจกรรมสำหรับนำไปใช้ในการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ต่อไป

ภาพ 5.10 การลงทะเบียนสมัครสมาชิกในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ

องค์ประกอบที่ 6 การติดต่อสื่อสาร

การติดต่อสื่อสาร เป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้เรียน รวมถึงการมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียน และระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ซึ่งเป็นการมีปฏิสัมพันธ์กันทั้งที่ผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่แบบพกพา และไม่ผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่แบบพกพาหรือการมีปฏิสัมพันธ์กันในชั้นเรียน



ภาพ 5.11 การแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันระหว่างผู้เรียนในโมไบล์แอปพลิเคชัน

2. รายละเอียดของขั้นตอนของโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

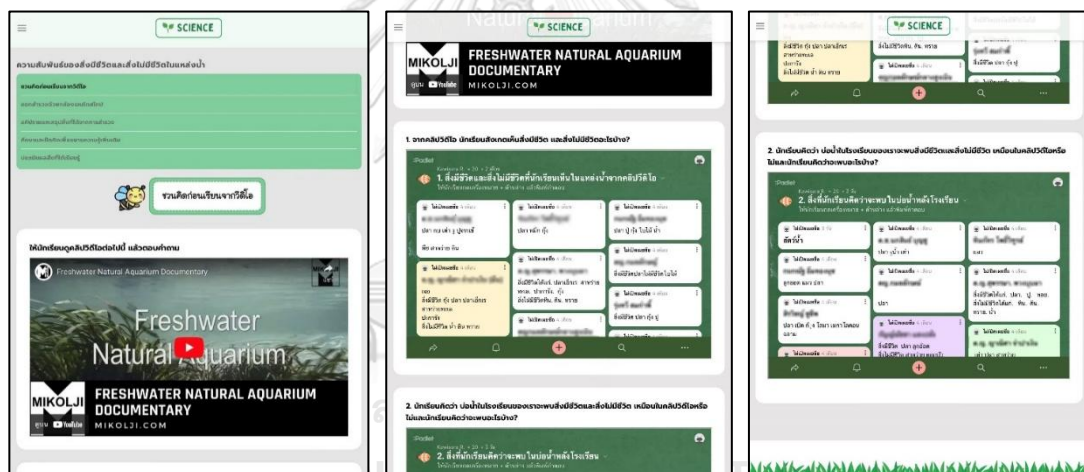
ขั้นที่ 1 ขวนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ

เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้สังเกตสถานการณ์ หรือตัวอย่างต่าง ๆ จากสื่อที่เป็นคลิปวิดีโอเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนและกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้เกิดความสงสัย ใคร่รู้ หรือเกิดการตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นที่จะศึกษา และคาดคะเนคำตอบ โดยใช้แอปพลิเคชันแพลตฟอร์มแบ่งปันวิดีโอ (Youtube) หลังจากนั้นจะให้นักเรียนได้ตอบคำถามที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นเพื่อเป็นการกระตุ้นความคิดของนักเรียน โดยให้นักเรียนโพสต์คำตอบลงในแอปพลิเคชันกระดานประกาศออนไลน์ (Padlet) เพื่อนำไปสู่การสำรวจและค้นคว้าหาคำตอบในขั้นตอนต่อไป

หลังจากเลือกบทเรียนในหน้าหลัก (Home) แล้ว นักเรียนจะเข้าสู่เมนู “ขวนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ” ในโมไบล์แอปพลิเคชัน ซึ่งในขั้นตอนนี้ของแต่ละบทเรียนครูผู้สอนจะให้นักเรียนทุกคนได้ดูคลิปวิดีโอเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนจากแอปพลิเคชัน Youtube จากนั้นครูผู้สอนถามคำถามจากคลิปวิดีโอเพื่อกระตุ้นความสนใจและกระตุ้นความคิดของนักเรียน และให้นักเรียนตอบคำถามเป็นรายบุคคลผ่านแอปพลิเคชัน Padlet ซึ่งครูผู้สอนสามารถพิจารณาทักษะการสังเกตของผู้เรียนแต่ละคนจากการตอบคำถามในแอปพลิเคชัน Padlet

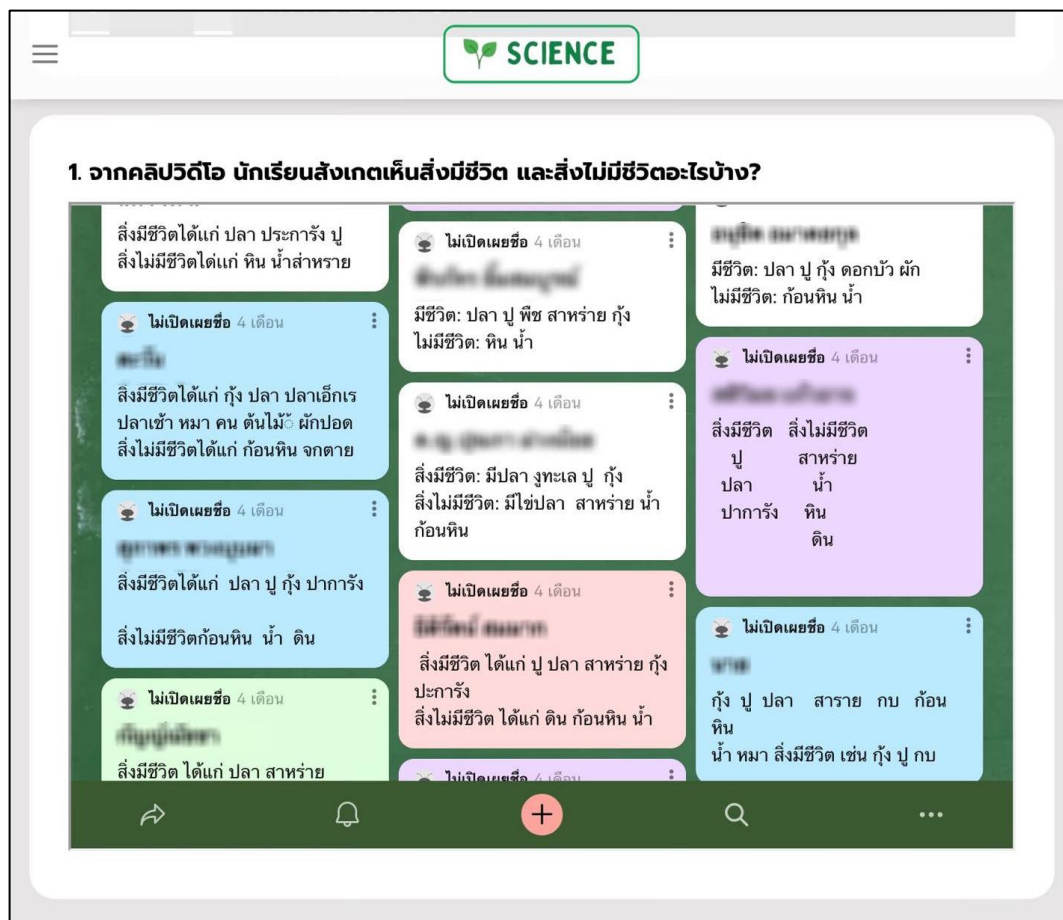


ภาพ 5.12 หน้าหลักของโมไบล์แอปพลิเคชัน



ภาพ 5.13 กิจกรรมในโมไบล์แอปพลิเคชัน

ขั้นที่ 1 ชวนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ



ภาพ 5.14 ตัวอย่างการทำกิจกรรมในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ

ขั้นที่ 1 ชวนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ

ขั้นที่ 2 ออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคป

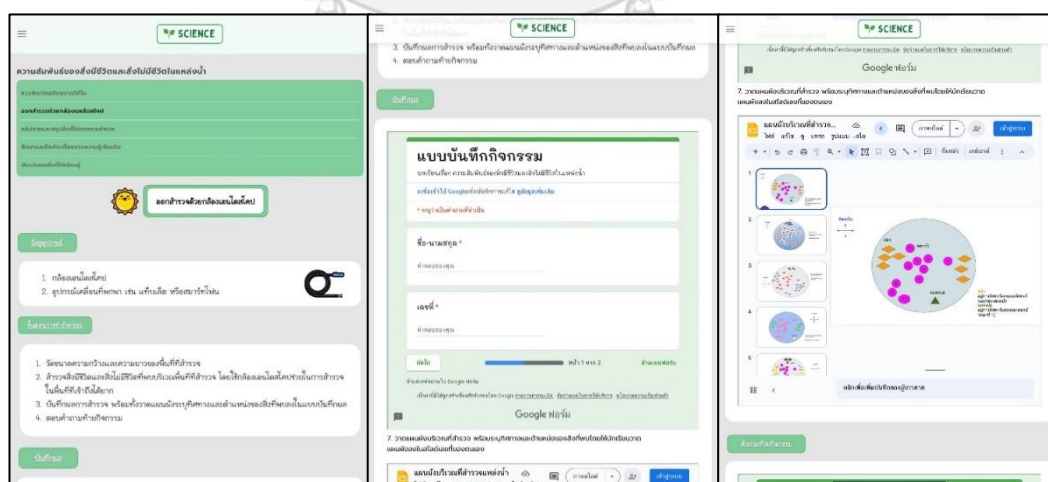
เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้วางแผนและลงมือปฏิบัติการสำรวจค้นหาข้อมูลในพื้นที่จริง โดยใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์และกล้องเอนโดสโคปในการสำรวจและเก็บข้อมูล เพื่อให้นักเรียนได้ทำการสังเกต จำแนกประเภท ฝึกการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในการวัด ฝึกการคำนวณ การหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ จากข้อมูลที่ได้ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาบันทึกลงในโมบายล์แอปพลิเคชัน เพื่อนำไปสู่การอภิปรายและสรุปผลจากการสำรวจในขั้นตอนต่อไป

ในขั้นนี้นักเรียนจะเข้าทำกิจกรรมผ่านเมนู “ออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคป” ในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ โดยครูผู้สอนจะอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรมแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ออกไปสำรวจและเก็บข้อมูลต่าง ๆ ในบริเวณพื้นที่จริงที่ครูกำหนดให้ภายในบริเวณโรงเรียนโดยใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์เพื่อเก็บข้อมูลต่าง ๆ เช่น ความกว้างและความยาวของพื้นที่ และใช้กล้องเอนโดสโคปสำหรับสังเกตสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตบริเวณพื้นที่ที่สำรวจ จากนั้นนักเรียนจะนำข้อมูลที่ได้ไป

บันทึกผลลงในแอปพลิเคชัน Google forms และวาดแผนผังบริเวณพื้นที่ที่สำรวจลงในแอปพลิเคชัน Google slides พร้อมทั้งตอบคำถามท้ายกิจกรรมลงในแอปพลิเคชัน Google forms เป็นรายบุคคล ซึ่งครูผู้สอนสามารถพิจารณาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องของนักเรียนแต่ละคน ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปซและสเปกกับเวลา ได้จากข้อมูลการตอบกลับของนักเรียนและการวาดแผนผังบอกตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ ที่พบจากการสำรวจ



ภาพ 5.15 กิจกรรมออกสำรวจบริเวณพื้นที่จริงด้วยกล้องเอนโดสโคป



ภาพ 5.16 กิจกรรมในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ
ขั้นที่ 2 ออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคป

The image shows two screenshots of a Google Form titled 'แบบบันทึกกิจกรรม' (Activity Record Form) for 'SCIENCE'. The form is designed for recording activities and includes fields for name, ID, and a list of activities to be completed. The first screenshot shows the initial form with fields for 'ชื่อ-นามสกุล' (Name-Surname) and 'เลขที่' (ID). The second screenshot shows the 'บันทึกผลการสำรวจ' (Record Survey Results) section, which contains four numbered questions related to the survey results.

แบบบันทึกกิจกรรม
บทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

ลงทะเบียนไว้ Google เพื่อบันทึกกิจกรรมของคุณ

* กรุณาเป็นคำถามที่จำเป็น

ชื่อ-นามสกุล *

คำตอบของคุณ

เลขที่ *

คำตอบของคุณ

ถัดไป

หน้า 1 จาก 2

ลิงก์แบบฟอร์ม

ทำเสร็จแล้วใน Google Forms

เมื่อทำไม่ได้ดูตัวอย่างของ Google Forms หรือดูตัวอย่างของ Google Forms หรือดูตัวอย่างของ Google Forms

Google Forms

บันทึกผลการสำรวจ

1. ขนาดความกว้างของพื้นที่สำรวจ *

คำตอบของคุณ

2. ขนาดความยาวของพื้นที่สำรวจ *

คำตอบของคุณ

3. สิ่งมีชีวิตที่พบ (ให้ระบุชนิด จำนวน และร้อยละ) *

(ตัวอย่าง : 1. ปลา จำนวน 2 ตัว คิดเป็นร้อยละ 40
2. ปูทะเล จำนวน 3 ตัว คิดเป็นร้อยละ 60)

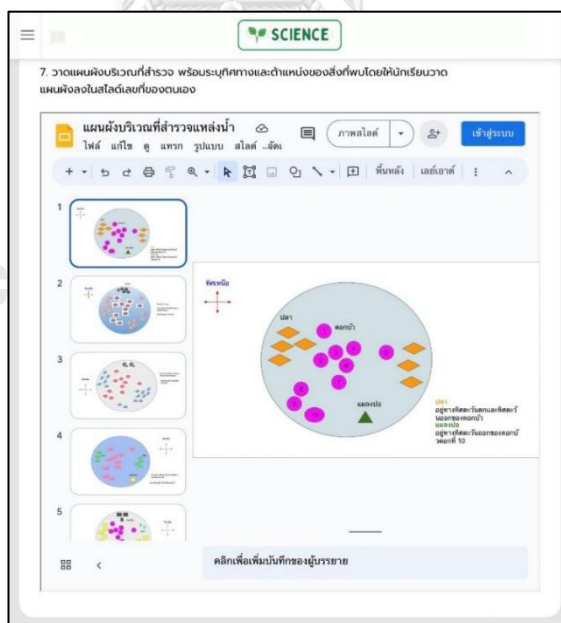
คำตอบของคุณ

4. สิ่งไม่มีชีวิตที่พบ *

(ตัวอย่าง : 1. ก้อนหิน)

คำตอบของคุณ

ภาพ 5.17 ตัวอย่างกิจกรรมการบันทึกผลจากการออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคป



ภาพ 5.18 ตัวอย่างกิจกรรมการวาดแผนผังบริเวณพื้นที่ที่สำรวจ

The image shows two side-by-side screenshots of a Google Forms interface. Both forms are titled 'คำถามท้ายกิจกรรม' (Post-activity questions) and are part of a science activity. The left screenshot shows the form's header with the title and a description: 'บทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ของพืชกับดินและน้ำในชีวิตประจำวัน'. It also includes a note about Google Forms and a 'ส่งแบบฟอร์ม' (Submit form) button. The right screenshot shows the form's questions, which are multiple-choice and short-answer questions related to the experiment.

ภาพ 5.19 ตัวอย่างกิจกรรมตอบคำถามท้ายกิจกรรม

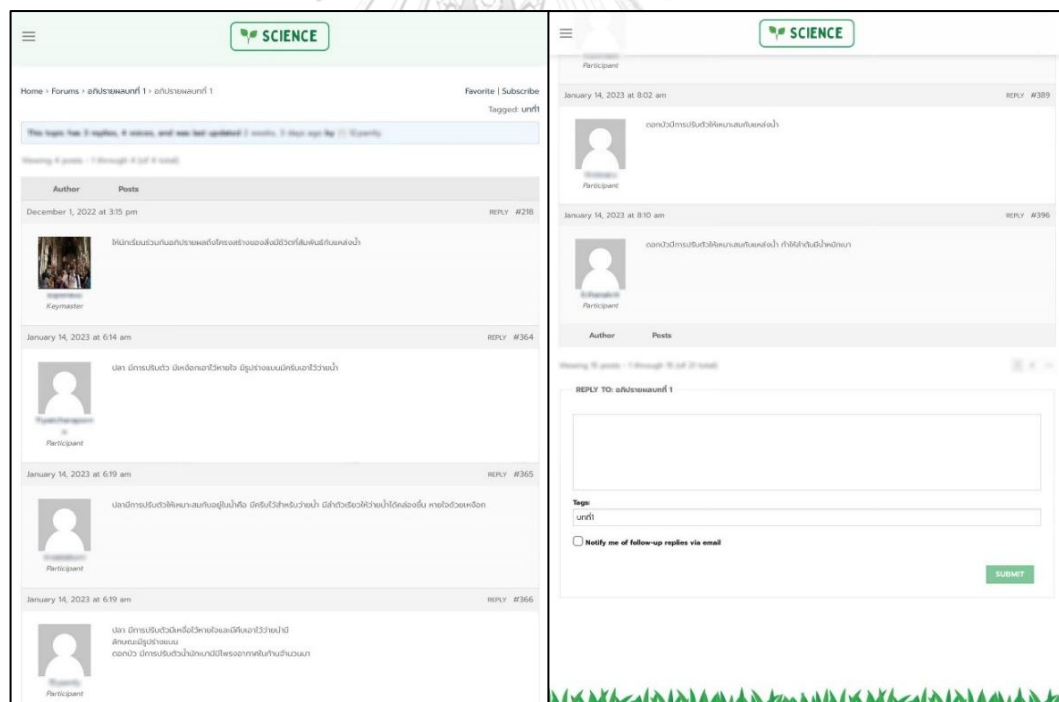
ขั้นที่ 3 อภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการสำรวจ

เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาลงความคิดเห็น เพื่อนำไปสู่การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการสรุปผลการทำกิจกรรมผ่านทางแอปพลิเคชันกระดานสนทนาในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ โดยมีครูผู้สอนคอยแนะนำและชี้แนะแนวทางการอภิปรายผลและสรุปผลจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

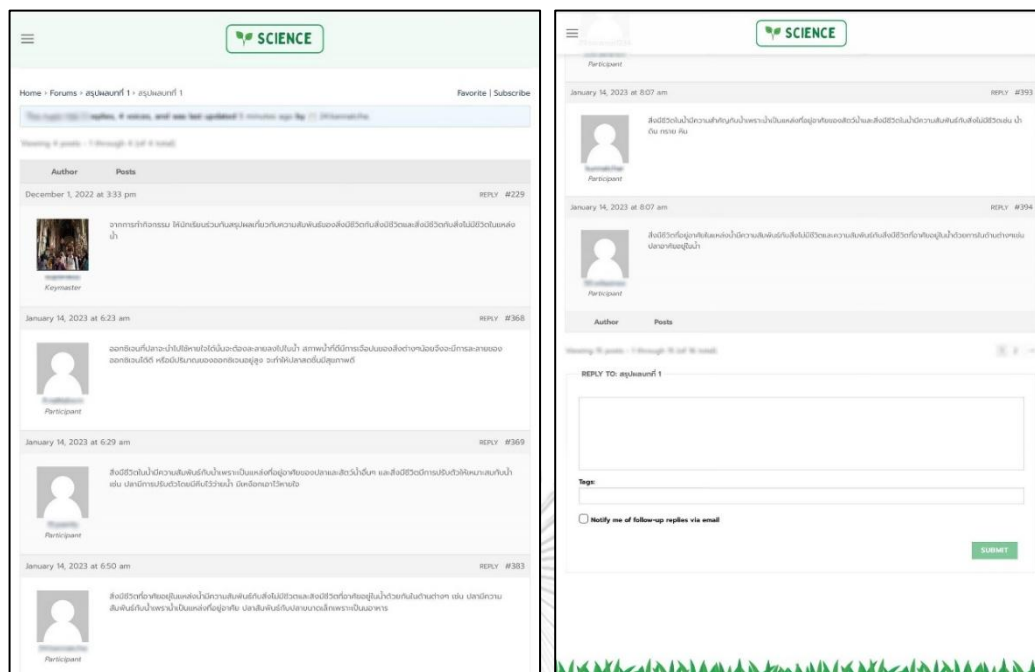
ในขั้นนี้นักเรียนจะเข้าทำกิจกรรมผ่านเมนู “อภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการสำรวจ” ในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ โดยครูผู้สอนจะให้นักเรียนแต่ละคนได้ร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันจากการออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคปในขั้นก่อนหน้านี้นี้โดยโพสต์คำตอบลงในบล็อก (Blog) หรือฟอรัม (Forum) ที่สร้างจาก bbPress ซึ่งเป็น plugin ใน WordPress ในหัวข้อ “อภิปรายผล” และ “สรุปผล” ซึ่งครูผู้สอนสามารถพิจารณาทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลของนักเรียนแต่ละคนได้จากการโพสต์คำตอบในฟอรัม



ภาพ 5.20 กิจกรรมในโมบายล์แอปพลิเคชัน
ขั้นที่ 3 อภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการสำรวจ



ภาพ 5.21 ตัวอย่างกิจกรรมอภิปรายผล



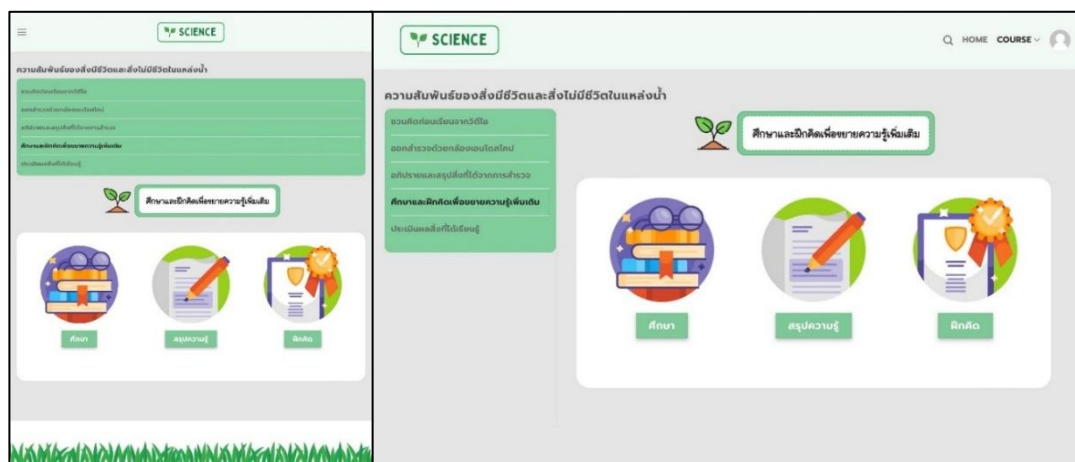
ภาพ 5.22 ตัวอย่างกิจกรรมสรุปผล

ขั้นที่ 4 ศึกษาและฝึกคิดเพื่อขยายความรู้เพิ่มเติม

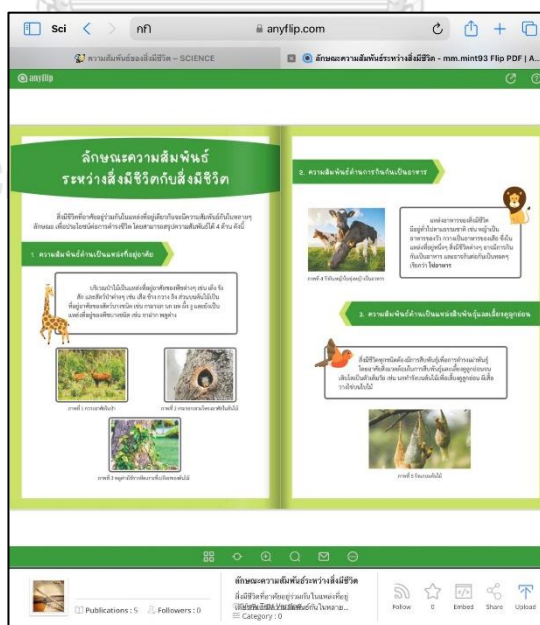
เมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานเพียงพอแล้ว ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ขยายความรู้จากสิ่งที่ได้ศึกษาค้นคว้าในขั้นก่อนหน้านี้อีกเพิ่มเติม โดยให้นักเรียนศึกษาข้อมูลในเรื่องที่เกี่ยวข้องจากแหล่งข้อมูลที่ครูผู้สอนเตรียมให้ แล้วให้นักเรียนสรุปและนำเสนอความรู้ที่นักเรียนได้รับในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนผังความคิด (Mind mapping) แผนภาพ หรือการเขียนบรรยายข้อมูล เป็นต้น หลังจากนั้นครูผู้สอนตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันฝึกคิด ตอบคำถาม และทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้อง โดยนักเรียนจะได้ศึกษาและทำกิจกรรมทั้งหมดผ่านทางโมบายล์แอปพลิเคชัน

ในขั้นนี้นักเรียนจะเข้าทำกิจกรรมผ่านเมนู “ศึกษาและฝึกคิดเพื่อขยายความรู้เพิ่มเติม” ในโมบายล์แอปพลิเคชัน โดยครูผู้สอนจะให้นักเรียนแต่ละคนได้ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนจากแหล่งข้อมูลที่เตรียมให้ในหัวข้อ “ศึกษา” จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปและนำเสนอความรู้ที่ได้รับในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนผังความคิด (Mind mapping) แผนภาพ หรือการเขียนบรรยายข้อมูลลงในแอปพลิเคชัน Google Slides เป็นกิจกรรมกลุ่มในหัวข้อ “สรุปความรู้” โดยให้นักเรียนแต่ละคนเข้าสู่ระบบของ Google ก่อนเริ่มการทำงาน ซึ่งครูผู้สอนสามารถพิจารณาทักษะจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนแต่ละคนได้จากประวัติการแก้ไขในเครื่องมือ

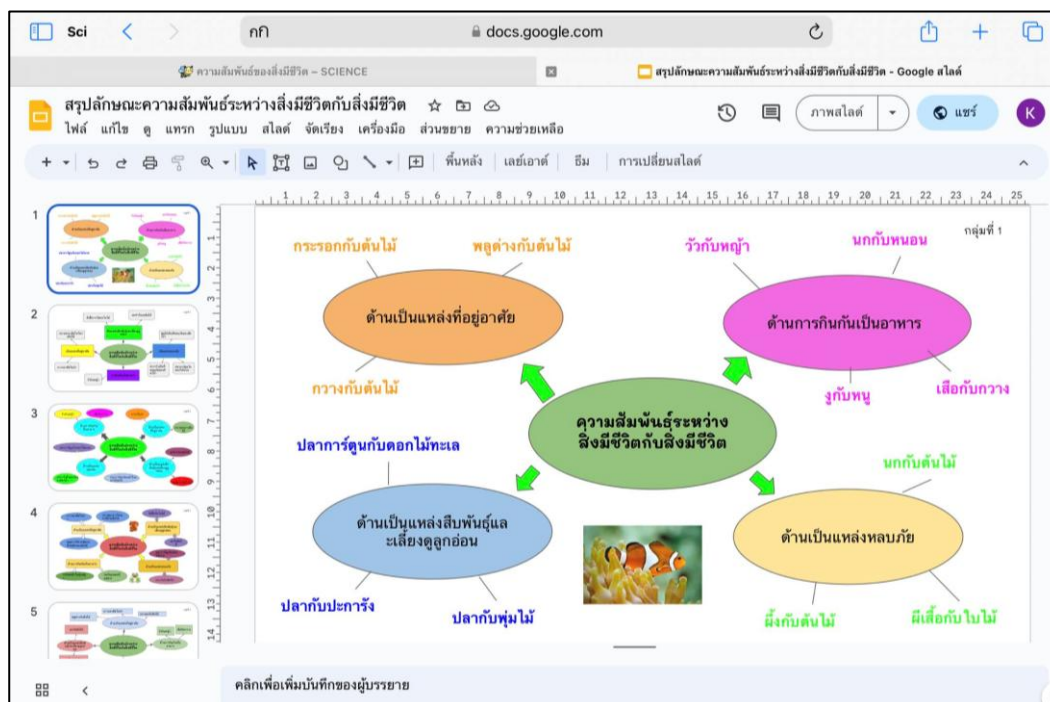
การทำงาน หลังจากนั้นครูผู้สอนจะตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนแต่ละคนได้ร่วมกันฝึกคิด ตอบคำถาม และทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโดยการตอบคำถามในแอปพลิเคชัน Google forms เป็นรายบุคคลในหัวข้อ “ฝึกคิด” ซึ่งครูผู้สอนสามารถพิจารณาทักษะการทำนายหรือพยากรณ์ของนักเรียนแต่ละคนได้จากข้อมูลการตอบกลับของนักเรียน



ภาพ 5.23 กิจกรรมในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ
ขั้นที่ 4 ศึกษาและฝึกคิดเพื่อขยายความรู้เพิ่มเติม



ภาพ 5.24 ตัวอย่างกิจกรรมศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน



ภาพ 5.25 ตัวอย่างกิจกรรมสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม

ภาพ 5.26 ตัวอย่างกิจกรรมฝึกคิดเพื่อทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 5 ประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้

หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาเรียนรู้ในเรื่องต่าง ๆ พร้อมกับฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนโดยการทำแบบทดสอบผ่านทางโมบิลแอปพลิเคชันฯ และประเมินนักเรียนด้วยแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในโมบิลแอปพลิเคชันฯ เพื่อให้ผลป้อนกลับที่ชัดเจน

ในขั้นนี้นักเรียนจะเข้าทำกิจกรรมผ่านเมนู “ประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้” ในโมบิลแอปพลิเคชันฯ ซึ่งครูผู้สอนจะให้นักเรียนได้ทำแบบทดสอบเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ในบทเรียนนั้นในแอปพลิเคชัน Wordwall เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน จากนั้นครูผู้สอนอภิปรายและสรุปความรู้เพิ่มเติมอีกครั้งเพื่อปรับปรุงความรู้ที่นักเรียนได้รับให้ถูกต้องจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน และประเมินนักเรียนด้วยเกณฑ์ประเมินแบบรูบริคสำหรับการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการทำการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในโมบิลแอปพลิเคชันฯ เพื่อให้ผลป้อนกลับแก่นักเรียน



ภาพ 5.27 กิจกรรมในโมบิลแอปพลิเคชันฯ

ขั้นที่ 5 ประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้

ตอนที่ 3 การนำโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายไปใช้

การนำโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายไปใช้ ประกอบด้วย 1) วิธีการนำโมบายล์แอปพลิเคชันฯ ไปใช้ และ 2) เงื่อนไขของการนำโมบายล์แอปพลิเคชันฯ ไปใช้

1. วิธีการนำโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายไปใช้

1.1 ผู้สอนที่นำโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ไปใช้ ควรเตรียมความพร้อมในขั้นตอนก่อนการทดลองใช้โมบายล์แอปพลิเคชันฯ ทั้งในด้านเครื่องมือ ด้านโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการจัดการเรียนการสอนภายในโรงเรียน ได้แก่ ห้องเรียน กล้องเอนโดสโคป อุปกรณ์เคลื่อนที่ และระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1.2 ผู้สอนที่นำโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ไปใช้ ควรตรวจสอบความพร้อมของนักเรียนในด้านเครื่องมือพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการทำกิจกรรม ได้แก่ อุปกรณ์เคลื่อนที่ และระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1.3 การนำโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ไปใช้ ผู้สอนควรมีการปฐมนิเทศเพื่อชี้แจงนักเรียนให้ทราบถึงขั้นตอนในการเรียน กิจกรรมการเรียนรู้ การใช้งานกล้องเอนโดสโคป และการใช้งานโมบายล์แอปพลิเคชันฯ

1.4 ในการใช้งานโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ผู้สอนควรเก็บข้อมูลการทำงาน การมีส่วนร่วมในกิจกรรมของนักเรียนตลอดกระบวนการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในขั้นตอนการเรียนรู้ว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้จริง

1.5 ผู้สอนที่นำโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ไปใช้ ต้องดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนการเรียนการสอนตามรูปแบบโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ตามลำดับ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนได้ประสิทธิภาพสูงที่สุด แต่สามารถปรับระยะเวลาและกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนได้ตามความเหมาะสม

2. เงื่อนไขของการนำโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายไปใช้

2.1 โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ มี 6 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) เนื้อหาบทเรียน 2) ผู้สอนและผู้เรียน 3) อุปกรณ์สนับสนุนการเรียนรู้ 4) โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้ 5) การบันทึกข้อมูล และ 6) การติดต่อสื่อสาร หากนำโมบายล์แอป

พลีเคชันฯ ไปใช้เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนและสิ่งที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียนสูงสุด ควรออกแบบกิจกรรมให้ครอบคลุมทั้ง 6 องค์ประกอบ

2.2 โมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ มีขั้นตอนทั้งหมด 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ชวนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ 2) ออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคป 3) อภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการสำรวจ 4) ศึกษาและฝึกคิดเพื่อขยายความรู้เพิ่มเติม และ 5) ประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้ การนำโมไบล์แอปพลิเคชันฯ ไปใช้ ต้องทำกิจกรรมให้ครบทุกขั้นตอนการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ครบทุกทักษะ

2.3 ผู้สอนที่นำโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ไปใช้ ควรจัดเตรียมความพร้อมด้านเครื่องมือที่จำเป็น มีการเตรียมเนื้อหาที่เหมาะสมกับนักเรียน และสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่สามารถส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

2.4 การนำโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ไปใช้ ผู้สอนควรสังเกตการณ์ในระหว่างการเรียนรู้ ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน โดยในระยะแรกอาจให้คำชี้แนะ คำแนะนำในการเรียนอย่างใกล้ชิด หลังจากนั้นเมื่อผู้เรียนคุ้นเคยกับเครื่องมือและกระบวนการเรียนรู้แล้วผู้สอนสามารถสังเกตการณ์ ให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนต้องการและให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมด้วยตนเองได้

2.5 นักเรียนที่ใช้โมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ควรมีทักษะในการใช้งานอินเทอร์เน็ตพื้นฐาน การใช้งานแอปพลิเคชันเบื้องต้นในโมไบล์แอปพลิเคชันฯ และมีอุปกรณ์ในการเรียนที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย มีวัตถุประสงค์ การวิจัยดังนี้

1. เพื่อศึกษาสภาพปัญหาของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อพัฒนาโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อ ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย
3. เพื่อศึกษาผลการทดลองใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอน โดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) เรื่องการพัฒนา โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย วิธีการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยและ พัฒนาโดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยออกเป็น 3 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัญหาของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

ระยะที่ 2 การพัฒนาโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอน โดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัยแบ่งเป็น 3 ตอน เพื่อให้สอดคล้องกับขั้นตอนการดำเนินการวิจัยที่กล่าวข้างต้น โดยมีรายละเอียดพอสังเขป ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 5 คน สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ครูผู้สอนมีความสามารถใช้งานแอปพลิเคชันต่าง ๆ ได้ดี โดยเฉพาะแอปพลิเคชันประเภทสื่อวิดีโอ เครื่องมือสำหรับการทำงาน เครื่องมือสำหรับสร้างและนำเสนอข้อมูลและเครื่องมือค้นหา ส่วนนักเรียนมีความสามารถใช้งานแอปพลิเคชันต่าง ๆ ได้ร้อยละ 70-100 โดยแอปพลิเคชันที่นักเรียนมีความสามารถใช้งานได้ดี ได้แก่ แอปพลิเคชันประเภทวิดีโอ เครื่องมืออภิปราย เครื่องมือค้นหา และเครื่องมือสำหรับสำรวจและทดสอบ

2. การจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษานั้นมีหลักสูตรที่มุ่งเน้นให้ส่งเสริมทั้งความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการสอนที่หลากหลาย และส่งเสริมให้นำเทคโนโลยีหรืออุปกรณ์เคลื่อนที่มาใช้ในการเรียนการสอนอย่างเหมาะสม นอกจากนี้ในหลักสูตรยังมุ่งเน้นให้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงแต่ยังไม่ได้ส่งเสริมให้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบสอบเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกหาคำตอบด้วยตนเองและฝึกใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างรอบด้าน

3. การเรียนการสอนในห้องเรียนส่วนใหญ่ยังใช้วิธีการที่ไม่หลากหลายตามจุดเน้นของหลักสูตร และยังไม่ได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบสอบมากเท่าที่ควรเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างครบถ้วน จึงส่งผลให้นักเรียนไม่กระตือรือร้นในการเรียนวิทยาศาสตร์และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

การพัฒนาโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายที่ได้จากการบูรณาการหลักการและผลการสัมภาษณ์สภาพปัญหาของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายจำนวน 5 คนและการนำร่างโมบายล์แอปพลิเคชันฯ เข้าสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน นำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงองค์ประกอบและขั้นตอนของโมบายล์แอปพลิเคชันฯ ให้มีความเหมาะสมมากขึ้นก่อนนำเสนอให้

ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินความเหมาะสมของโมบายล์แอปพลิเคชันฯ อีกครั้ง โดยภาพรวมของการประเมินรับรองร่างโมบายล์แอปพลิเคชันฯ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.74 , SD = 0.40) แสดงให้เห็นว่าร่างโมบายล์แอปพลิเคชันฯ ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายได้ ทำให้ได้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายที่มี 6 องค์ประกอบ คือ 1) เนื้อหาบทเรียน 2) ผู้สอนและผู้เรียน 3) อุปกรณ์สนับสนุนการเรียนรู้ 4) โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้ 5) การบันทึกข้อมูล และ 6) การติดต่อสื่อสาร และมีขั้นตอน 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ชวนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ ขั้นที่ 2 ออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคป ขั้นที่ 3 อภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการสำรวจ ขั้นที่ 4 ศึกษาและฝึกคิดเพื่อขยายความรู้เพิ่มเติม และขั้นที่ 5 ประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้

ตอนที่ 3 ผลการทดลองใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

ผลการทดลองใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย โดยมีกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสุพรรณภูมิ จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 32 คน ทำการเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ระยะเวลาในการทดลอง 8 สัปดาห์ สรุปผลได้ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเกณฑ์ประเมินแบบรูปรีสำหรับการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way Repeated Measure ANOVA) พบว่าคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเกณฑ์ประเมินแบบรูปรีสำหรับการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 5 (ค่าเฉลี่ย = 21.72 , SD = 3.72) มีค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยครั้งที่ 3 (ค่าเฉลี่ย = 20.97 , SD = 3.78) และคะแนนเฉลี่ยครั้งที่ 5 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยครั้งที่ 1 (ค่าเฉลี่ย = 18.75 , SD = 3.86) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนต่อการใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.45 SD = 0.56) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าความคิดเห็นส่วนใหญ่อยู่ในระดับมากถึงมากที่สุดในทุกด้าน โดยการเรียนรู้ด้วยโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ทำให้นักเรียนสนุกกับการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น

และกล้องเอนโดสโคปทำให้นักเรียนมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ดีขึ้นและชัดเจนขึ้นโดยเฉพาะในพื้นที่ที่คับแคบและเข้าถึงได้ยาก เป็นความคิดเห็นที่นักเรียนเห็นด้วยในระดับมากที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด (ค่าเฉลี่ย = 4.66 , SD = 0.55)

อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลการวิจัยเรื่องการพัฒนาโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1) จากการศึกษาผลการใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเกณฑ์ประเมินแบบรูบริกสำหรับการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 5 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยครั้งที่ 3 และคะแนนเฉลี่ยครั้งที่ 5 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นรายด้านซึ่งประกอบไปด้วยทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา ทักษะการใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นข้อมูล และทักษะการทำนายหรือพยากรณ์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยในครั้งที่ 5 ของทั้ง 8 ทักษะพื้นฐานมีค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยครั้งที่ 3 และคะแนนเฉลี่ยครั้งที่ 5 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยครั้งที่ 1 แสดงให้เห็นว่าโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายให้เพิ่มมากขึ้นได้ทุกทักษะเนื่องจากโมบายล์แอปพลิเคชันฯ ที่พัฒนาขึ้นมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบซึ่งเป็นการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข, 2548; Suryaningsih and Ruslih, 2020) เมื่อนักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมเพื่อค้นหาความรู้หรือหาคำตอบด้วยตนเองผ่านโมบายล์แอปพลิเคชันฯ โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ เริ่มจากให้นักเรียนได้แสดงความสนใจหรืออยากรู้อยากเห็นในประเด็นที่ต้องการจะศึกษา แล้วให้นักเรียนได้ดำเนินการหาคำตอบด้วยตนเองโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในทุกขั้นตอนการเรียนรู้ จึงส่งผลให้นักเรียนได้สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ครบทุกทักษะ

นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ในลักษณะที่เป็นกิจกรรมกลุ่มก็มีส่วนสำคัญที่ทำให้ให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีความรู้ความเข้าใจในบทเรียนได้ดีขึ้น เนื่องจากกระบวนการ

กลุ่มแบบแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์จะเน้นให้นักเรียนได้ร่วมกันเรียนรู้วิธีแก้ปัญหาแบบวิทยาศาสตร์ และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนเป็นผู้เตรียมข้อมูลและสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ช่วยนักเรียนสรุปและประเมินผลการเรียนรู้ และคอยให้คำปรึกษาหากเกิดข้อสงสัยหรือปัญหา ส่วนนักเรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ แสดงความคิดเห็น และปฏิบัติกิจกรรมตามที่กำหนด ซึ่งประสบการณ์จากกลุ่มจะช่วยพัฒนาการเรียนรู้เป็นรายบุคคลได้ (ณรงค์ กาญจนะ, 2553) การปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มจึงทำให้นักเรียนทุกคนได้ฝึกการวางแผน ร่วมกันคิดร่วมกันปฏิบัติกิจกรรม อภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในประเด็นต่าง ๆ ร่วมกัน และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ส่งผลให้นักเรียนทุกคนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ อย่างทั่วถึงมากขึ้นจากการปฏิบัติกิจกรรม นอกจากนี้กระบวนการกลุ่มยังส่งผลให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้และเกิดบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของอมรรัตน์ วิริชิตกุล และเบญจพร สว่างศรี (2564) ที่พบว่าการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มสามารถส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

2) จากผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนต่อการใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.45 SD = 0.56) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ความคิดเห็นส่วนใหญ่อยู่ในระดับมากถึงมากที่สุดในทุกด้าน โดยความคิดเห็นที่กล่าวว่า การเรียนรู้ด้วยโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป ทำให้นักเรียนสนุกกับการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น และกล้องเอนโดสโคปทำให้นักเรียนมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ดีขึ้นและชัดเจนขึ้นโดยเฉพาะในพื้นที่ที่คับแคบและเข้าถึงได้ยาก เป็นความคิดเห็นที่นักเรียนเห็นด้วยในระดับมากที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.66, SD = 0.55) แสดงให้เห็นว่าการนำเทคโนโลยีอย่างโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป เข้ามาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนรู้สึกกระตือรือร้น และสนุกกับการเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น เนื่องจากนักเรียนได้เรียนรู้และได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านโมบายล์แอปพลิเคชันฯ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ekici and Erdem (2020) ที่พบว่าการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่ช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากกว่าการเรียนรู้แบบปกติ นอกจากนี้จากผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนยังแสดงให้เห็นว่ากล้องเอนโดสโคปสามารถช่วยให้นักเรียนได้สังเกตและมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ดีขึ้น เนื่องจากกล้องเอนโดสโคปมีประโยชน์อย่างมากสำหรับการสำรวจสิ่งต่าง ๆ โดยเฉพาะในสถานที่ที่เข้าถึงได้ยากและได้น้ำ เป็นอุปกรณ์ภาคสนามที่สามารถพกพาและใช้งานได้ง่าย ภาพที่ได้จากกล้องเอนโดสโคปจะแสดงผลผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ สามารถบันทึกเป็นภาพถ่ายและวิดีโอได้ (Webber, 2020) จึงทำให้นักเรียนมองเห็นและสังเกตสิ่งต่าง ๆ ได้ละเอียดและชัดเจนมากขึ้น

3) จากการพัฒนาโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ จากการวิจัยในระยะที่ 2 ซึ่งประกอบไปด้วย 6 องค์ประกอบ 5 ขั้นตอนการเรียนรู้สามารถอภิปรายแต่ละขั้นตอนได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ชวนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ เป็นขั้นที่ครูผู้สอนจะให้นักเรียนได้สังเกตสถานการณ์หรือตัวอย่างต่าง ๆ จากสื่อที่เป็นคลิปวิดีโอ เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนและกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้เกิดความสงสัย ใคร่รู้ หรือเกิดการตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นที่จะศึกษาและคาดคะเนคำตอบเพื่อนำไปสู่การสำรวจและค้นคว้าหาคำตอบในขั้นตอนต่อไป โดยในขั้นนี้จะใช้แอปพลิเคชันแพลตฟอร์มแบ่งปันวิดีโอ (Youtube) สำหรับนำเสนอคลิปวิดีโอหรือวีดิทัศน์เกี่ยวกับสถานการณ์ในเรื่องที่กำลังจะศึกษาผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน หลังจากนั้นจะให้นักเรียนได้ตอบคำถามที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นเพื่อเป็นการกระตุ้นความคิดของนักเรียน โดยให้นักเรียนโพสต์คำตอบลงในแอปพลิเคชันกระดานประกาศออนไลน์ (Padlet) ซึ่งการใช้คำถามจากคลิปวิดีโอในขั้นนี้จะช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียน (Rice et al., 2019) ทำให้นักเรียนได้เกิดความรู้สึกสงสัยใคร่รู้ ได้บรรยายสิ่งที่นักเรียนเห็นจากคลิปวิดีโอมากขึ้น ซึ่งกิจกรรมในขั้นตอนการเรียนรู้นี้นอกจากจะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความรู้สึกสงสัยและอยากหาคำตอบในขั้นตอนต่อไปแล้วยังช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการสังเกตสิ่งต่าง ๆ มากขึ้นซึ่งเป็นทักษะหนึ่งในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับจันทร์จิรา จุมพลกล้า (2560) และณรงค์ กาญจนะ (2553) ที่ว่าคำถามมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งกับการเรียนการสอน การใช้คำถามก่อให้เกิดประโยชน์หลายประการที่สำคัญ ได้แก่ ช่วยเสริมสร้างความสามารถทางความคิดของนักเรียน ช่วยกระตุ้นความคิดของนักเรียน ช่วยให้นักเรียนตื่นตัว เกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ และสนใจเรียนดีขึ้น และสอดคล้องกับ Widiyanti et al. (2015) ที่ว่าการใช้วิดีโอเป็นสื่อการเรียนการสอนส่งผลทางบวกในการเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนของนักเรียน นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tokarczyk (2015) ที่ศึกษาการนำเทคโนโลยีอุปกรณ์เคลื่อนที่อย่างไอแพดซึ่งสามารถบันทึกได้ทั้งภาพและวิดีโอมาใช้ในการศึกษาวจรชีวิตของสิ่งมีชีวิตเพื่อช่วยเพิ่มทักษะการสังเกตของนักเรียน และช่วยให้นักเรียนสนใจเรียนและกระตือรือร้นในการเรียนเพิ่มมากขึ้น และสอดคล้องกับความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ว่ากิจกรรมชวนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ ทำให้นักเรียนได้ฝึกการสังเกตสิ่งต่าง ๆ มากขึ้น และทำให้นักเรียนอยากเรียนรู้เนื้อหาในบทเรียนต่อไปในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.50, SD = 0.57)

ขั้นที่ 2 ออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคป เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้วางแผนและลงมือปฏิบัติการสำรวจค้นหาข้อมูลในพื้นที่จริง แล้วบันทึกข้อมูลจากการสำรวจลงในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ โดยในขั้นนี้ครูผู้สอนจะอธิบายขั้นตอนการทำการกิจกรรมแล้วให้นักเรียนได้ออกไปสำรวจและเก็บข้อมูลต่าง ๆ ในบริเวณพื้นที่จริงที่ครูกำหนดให้โดยใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์เพื่อเก็บข้อมูลต่าง ๆ เช่น ความกว้างและความยาวของพื้นที่ และใช้กล้องเอนโดสโคปซึ่งเป็นกล้องที่มีขนาดเล็กที่นักนิเวศวิทยาใช้สำหรับสำรวจในพื้นที่ที่

เข้าถึงได้ยาก (Webber, 2020) สำหรับสังเกตสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตบริเวณพื้นที่ที่สำรวจ จากนั้นนักเรียนจะนำข้อมูลที่ได้อัปโหลดและตอบคำถามท้ายกิจกรรมลงในแอปพลิเคชันแบบสำรวจออนไลน์ (Google forms) และวาดแผนผังบริเวณพื้นที่ที่สำรวจลงในแอปพลิเคชันงานนำเสนอร่วมกันออนไลน์ (Google slides) ผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ ซึ่งการใช้กล้องเอนโดสโคปในกิจกรรมขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ในบริเวณพื้นที่ที่เข้าถึงได้ยาก เช่น แหล่งน้ำ หรือบริเวณพุ่มไม้ เป็นต้น และช่วยให้นักเรียนมองเห็นรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ได้ชัดเจนขึ้น นักเรียนจึงสามารถบอกลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ได้ดีขึ้นซึ่งแสดงถึงการมีทักษะการสังเกตที่ดีขึ้น นอกจากนี้กล้องเอนโดสโคปยังสามารถช่วยในการประมาณขนาดของสิ่งต่าง ๆ ได้ (Novais et al., 2018) โดยใช้อุปกรณ์เสริมที่เป็นแท่งเหล็กยึดกับตัวกล้องเอนโดสโคปเป็นขนาดอ้างอิง เมื่อนักเรียนมองผ่านกล้องเอนโดสโคปจึงทำให้นักเรียนสามารถประมาณขนาดของสิ่งต่าง ๆ ได้ ส่งผลให้นักเรียนสามารถบอกหน่วยและเลือกใช้เครื่องมือในการวัดได้อย่างเหมาะสมซึ่งแสดงถึงการมีทักษะการวัดที่ดีขึ้น อีกทั้งกล้องเอนโดสโคปยังสามารถบันทึกภาพและวิดีโอไว้สำหรับดูในภายหลังได้จึงทำให้นักเรียนสามารถระบุจำนวนของสิ่งที่พบ ระบุตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ ได้ อย่างแม่นยำ และทำให้มองเห็นความแตกต่างของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจนจนสามารถจำแนกหรือจัดกลุ่มสิ่งต่าง ๆ ได้ดีขึ้นซึ่งแสดงถึงการฝึกทักษะการใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปกและสเปกกับเวลา และทักษะการจำแนกประเภทตามลำดับ กิจกรรมในขั้นนี้จึงทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ เพิ่มขึ้น (Choirunnisa et al., 2018) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wiratman et al. (2019) ที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ใบกิจกรรมสำหรับการศึกษานอกห้องเรียนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พบว่านักเรียนได้เรียนรู้และทำกิจกรรมนอกห้องเรียนผ่านกระบวนการสำรวจธรรมชาติและกิจกรรมที่อาศัยความสามารถในการสังเกต การจำแนกข้อมูล การอนุมาน และการสื่อสาร ช่วยให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงในการสืบค้นข้อมูล ออกแบบทดลอง รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ส่งผลให้นักเรียนสนใจเรียนมากขึ้น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น และส่งผลต่อแรงจูงใจและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เพิ่มสูงขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wahyuni et al. (2017) ที่พบว่าการเรียนรู้นอกห้องเรียนสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้เนื่องจากนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมสืบสอบและทดลองโดยตรงจากแหล่งเรียนรู้จริงซึ่งเป็นพื้นที่รอบโรงเรียน ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยตรงเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียนทุกด้านทั้งด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย และสอดคล้องกับความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ว่ากิจกรรมสำรวจบริเวณต่าง ๆ ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครบถ้วนและมีทักษะเพิ่มขึ้นในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.50, SD = 0.57)

ขั้นที่ 3 อภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการสำรวจ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาลงความคิดเห็น อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในโมบิลแอปพลิเคชันฯ เพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทำกิจกรรมโดยมีครูผู้สอนคอยแนะนำและชี้แนะแนวทางการอภิปรายผลและสรุปผลจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน กิจกรรมในขั้นนี้นักเรียนจะได้ร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันโดยใช้แอปพลิเคชันกระดานสนทนาซึ่งจะทำให้นักเรียนได้ฝึกการลงความคิดเห็นจากข้อมูลซึ่งเป็นการคาดเดาอย่างมีหลักการหรือเพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมช่วยในการแสดงความคิดเห็นนั้น ๆ (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2551; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) จนนักเรียนสามารถสรุปและสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ สอดคล้องกับ Rodriguez et al. (2019) ที่ว่ากิจกรรมการอธิบายเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิดที่เป็นไปได้ ใช้ข้อมูลที่ได้มาสรุปผล และแบ่งปันผลงานกับคนอื่น ๆ ในชั้นเรียนหรือในรูปแบบบล็อกหรือฟอรัม นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับสุไม บิลไบ (2559) ที่ว่าการนำเว็บบล็อกมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดและสะท้อนผลการเรียนรู้ว่าได้เรียนรู้อะไรไปบ้างมาน้อยเพียงใด ซึ่งครูสามารถติดตามตรวจสอบความก้าวหน้าและพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนผ่านช่องทางการสื่อสารบนเว็บบล็อกได้ นอกจากนี้เว็บบล็อกยังให้พื้นที่แก่ผู้เรียนในการแสดงความคิดเห็นและสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างผู้เรียนด้วยกันและระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และสอดคล้องกับความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ว่ากิจกรรมอภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการสำรวจผ่านกระดานสนทนา ทำให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น และได้ฝึกการอภิปรายและสรุปผลมากขึ้นในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.47, SD = 0.72)

ขั้นที่ 4 ศึกษาและฝึกคิดเพื่อขยายความรู้เพิ่มเติม เมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานเพียงพอแล้ว ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ขยายความรู้จากสิ่งที่ได้ศึกษาค้นคว้าในขั้นก่อนหน้านี้เพิ่มเติม โดยให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องที่เกี่ยวข้องจากแหล่งข้อมูลที่ครูผู้สอนเตรียมให้ แล้วให้นักเรียนสรุปและนำเสนอความรู้ที่นักเรียนได้รับในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนผังความคิด (Mind mapping) แผนภาพ หรือการเขียนบรรยายข้อมูล เป็นต้น ลงในแอปพลิเคชันงานนำเสนอร่วมกันออนไลน์ (Google Slides) หลังจากนั้นครูผู้สอนจะตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันฝึกคิด ตอบคำถาม และทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโดยการตอบคำถามในแอปพลิเคชันแบบสำรวจออนไลน์ (Google forms) ซึ่งกิจกรรมในขั้นตอนนี้จะช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้ ได้สรุปความรู้ และได้ฝึกทักษะการทำนายหรือพยากรณ์มากขึ้นจากคำถามที่ครูสร้างขึ้น นอกจากนี้การนำเสนอความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนผังความคิด แผนภาพ หรือการเขียนบรรยายข้อมูล ตามความเข้าใจของนักเรียนให้สามารถสื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้ยังเป็นการให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลมากขึ้น สอดคล้องกับ Rodriguez et al. (2019) ที่ว่ากิจกรรมขยายความรู้เป็นการให้นักเรียนได้เพิ่มเติมความรู้หรือประสบการณ์ใหม่และเพิ่มความรู้ความ

เข้าใจให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น โดยครูผู้สอนอาจให้ข้อมูลใหม่แก่นักเรียนเพื่อเพิ่มเติมแนวคิด ให้นักเรียนได้ร่วมมือกันออกแบบแนวคิดใหม่ สรุปผลจากข้อมูล และเชื่อมโยงแนวคิดในประเด็นที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jbeili (2013) ที่พบว่าการใช้แผนผังความคิดแบบดิจิทัล (Digital Mind maps) ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้ และสอดคล้องกับ Fung and Liang (2022) ที่พบว่าการทำแผนผังความคิดร่วมกันของนักเรียน (Collaborative Mind Mapping) ช่วยเสริมแรงจูงใจในการเรียนและช่วยให้นักเรียนเข้าใจและสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ดี และสอดคล้องกับความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ว่ากิจกรรมสรุปและนำเสนอความรู้ที่ได้ศึกษา ทำให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้และสรุปเนื้อหาตามความเข้าใจของตนเองในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.22, SD = 0.75) และคำถามท้ายกิจกรรมและคำถามชวนคิดในโมบิลแอปพลิเคชัน ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิดฝึกทำนายผลที่จะเกิดขึ้นได้ดีในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.28, SD = 0.77)

ขั้นที่ 5 ประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้ ในขั้นนี้หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาเรียนรู้ในเรื่องต่าง ๆ พร้อมกับฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว นักเรียนจะได้ทำแบบทดสอบเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ในบทเรียนนั้นในแอปพลิเคชันเครื่องมือสร้างทรัพยากรการสอน (Wordwall) ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันที่ใช้งานง่าย มีรูปแบบที่ดึงดูดนักเรียน มีรูปแบบคำถามที่หลากหลายเหมาะสมสำหรับเป็นเครื่องมือประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน (Anisah, 2022) จากนั้นครูผู้สอนจะอภิปรายและสรุปความรู้เพิ่มเติมอีกครั้งเพื่อปรับปรุงความรู้ที่นักเรียนได้รับให้ถูกต้องจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน และประเมินนักเรียนด้วยแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นแบบประเมินแบบรูบริคจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในโมบิลแอปพลิเคชัน เพื่อให้ผลป้อนกลับที่ชัดเจน ซึ่งขั้นตอนการเรียนรู้นี้จะช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจในบทเรียนที่ได้เรียนรู้และได้ประเมินความสามารถของตนเอง อีกทั้งยังเป็นการเปิดโอกาสให้ครูผู้สอนได้ประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Parveen, 2017)

4) การวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เป็นการประเมินผลการทำกิจกรรมของนักเรียนโดยครูผู้สอน ซึ่งเป็นแบบประเมินแบบรูบริคที่อ้างอิงแนวคิดและปรับปรุงรายละเอียดของคำอธิบายเกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2562) และ Duruk et al. (2017) โดยแบ่งการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 8 ด้าน ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นข้อมูล และทักษะการทำนายหรือพยากรณ์ ที่มีการพิจารณาจากผลการทำกิจกรรมของนักเรียนอย่างละเอียด 3 ระดับ ทำให้ครูผู้สอนสามารถประเมินนักเรียนได้ง่าย ไม่ซับซ้อน และสามารถสะท้อนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามสภาพจริงได้ดี

ข้อเสนอแนะ

จากการสรุปและอภิปรายผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การวิจัยในครั้งนี้มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนออกสำรวจบริเวณพื้นที่ต่าง ๆ นอกห้องเรียน ครูผู้สอนควรมีการกำหนดพื้นที่และจัดเตรียมพื้นที่ที่นักเรียนจะไปทำกิจกรรมให้พร้อมก่อนการทำกิจกรรม และควรคำนึงถึงความปลอดภัยของนักเรียนเป็นสำคัญ

1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ กล้องเอนโดสโคป และโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ครูผู้สอนควรเตรียมความพร้อมในการใช้งานเครื่องมือและแอปพลิเคชันต่าง ๆ ให้กับนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนทุกคนสามารถดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างราบรื่น

1.3 กล้องเอนโดสโคปเป็นอุปกรณ์ช่วยในการมองเห็นในสถานที่ที่คับแคบหรือเข้าถึงได้ยาก ดังนั้นการนำกล้องเอนโดสโคปมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์จึงเหมาะสม สำหรับการสำรวจสิ่งต่าง ๆ ในบริเวณพื้นที่ที่สามารถมองเห็นได้ไม่ถนัดหรือพื้นที่ที่เข้าถึงได้ยาก ซึ่งเกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียนในเรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

1.4 การวิจัยในครั้งนี้ได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในลักษณะกิจกรรมกลุ่ม แต่ในการวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะมีการดำเนินการเป็นรายบุคคลโดยครูผู้สอนจะประเมินผลจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของนักเรียนในโมบายแอปพลิเคชันฯ ด้วยเกณฑ์ประเมินแบบรูบริค ซึ่งการทำกิจกรรมในทุกขั้นตอนการเรียนรู้ นักเรียนจะได้ทำกิจกรรมเป็นรายบุคคล เช่น การบันทึกผลจากการสำรวจในแอปพลิเคชัน Google forms การวาดแผนผังบริเวณพื้นที่ที่สำรวจในแอปพลิเคชัน Google slide และการตอบคำถามในแอปพลิเคชัน Google forms หรือ Padlet เป็นต้น ส่วนในขั้นตอนที่ 4 ศึกษาและฝึกคิดเพื่อขยายความรู้เพิ่มเติม นักเรียนจะได้สรุปความรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มในแอปพลิเคชัน Google slide แต่ครูผู้สอนสามารถวัดและประเมินผลนักเรียนเป็นรายบุคคลได้จากประวัติการแก้ไขในเครื่องมือการทำงาน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกศึกษากลุ่มเป้าหมายที่เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจศึกษากับกลุ่มเป้าหมายที่แตกต่างออกไป

2.2 การวิจัยครั้งนี้มีขอบเขตในการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไปอาจศึกษาในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หรือ ศึกษาเจาะจงเฉพาะในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นรายทักษะ เช่น ศึกษาในทักษะการสังเกต เป็นต้น

2.3 การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกนำกล้องเอนโดสโคปมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนเรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจนำกล้องเอนโดสโคปมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนที่เกี่ยวข้องกับเรื่องสัตว์และพืช เช่น ศึกษาเกี่ยวกับอวัยวะภายในของสัตว์ หรือศึกษาท่อลำเลียงของพืช เป็นต้น



บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์. (2558). 5 คุณลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ (5 Essential feature of inquiry). In เอกสารประกอบการสอน ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ pdf.
http://sciedcenter.swu.ac.th/Portals/25/Documents/News/5%20Essential%20features%20of%20inquiry_Kamonwan.pdf?timestamp=143444000
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กุลธิดา ชันทอง. (2563). การใช้ QR Code จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E เรื่อง รู้เท่าทันสังคมออนไลน์ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *คุรุสภาวิทยากร*, 1(3), 44-53.
- กุลธิดา ชูเสน. (2560). การใช้เกมเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรื่อง พฤติกรรมบางประการของสัตว์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม].
- ขวัญชนก มาตรา, สมศิริ สิงห์หลพ และ เชษฐ ศิริสวัสดิ์. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการอ่านอย่างกระตือรือร้น (Active Reading) หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พลังงานแห่งแสง เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการอ่านและเจตคติทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารบัณฑิตศึกษา*, 16(74), 182-190.
- จรรยา โทษนาบุตร. (2560). รูปแบบการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ในศตวรรษที่ 21 <https://www.kroobannok.com/83399>
- จันทร์จิรา จุมพลหล้า. (2560). เอกสารประกอบการสอนรายวิชา การออกแบบและการจัดการเรียนรู้ (ED12202) Learning Design and Management คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.
- ชนินันท์ พงษ์ประมุข. (2557). การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Assessing Science Process Skills). *สุทธิปริทัศน์*, 28(6), 352-364.

- ณรงค์ กาญจนะ. (2553). *เทคนิคและทักษะการสอนเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 2).* โปรแกรมวิชาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.
- ณัฐวดี บุญรัตน์. (2562). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับชุดกิจกรรม* มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ทิตินา แคมมณี. (2555). *ศาสตร์การสอน (พิมพ์ครั้งที่ 15).* สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธงชัย แก้วกิริยา. (2558). *การออกแบบและพัฒนาบทเรียน M-Learn รูปแบบเกมมัลติมีเดียสำหรับ iOS และ Android.* วารสารร่มพญักษ์ มหาวิทยาลัยเกริก, 33(1), 120-135.
- นรรัตน์ ฝันเชียร. (2563). *การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (The 5 E's of Inquiry-Based Learning).* <http://www.truelookpanya.com/blog/content/82385/-blog-teamet-learning>.
- นรรัตน์ชนก โสภาก. (2561). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่อง พลังงานแสง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.* มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร].
- นราพันธ์ สมาทอง. (2558). *ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดัน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5* มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- นวลจิตต์ เขาวงกตพิงศ์. (2560). *การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการคิด (The Instruction in Science for Developing Thinking Ability).* Veridian E-Journal Silpakorn University, 10(2), 484-505.
- นุชจิรา แดงวันสี, ปริญวรณ์ สุนทรักษ์ สนธิ พลชัยยา และ กานต์ตระกูล วุฒิสเลลา. (2561). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบรวมมือกับแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องตารางธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 1(1), 61-73.
- พรทิพย์ วงศ์สินอุดม และ ศิวนิต อรรถวุฒิกุล. (2559). *การพัฒนาแอปพลิเคชันบทเรียนบนคอมพิวเตอร์พกพา ร่วมกับการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ร่วมกันของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดเพชรบุรี.* Veridian E-Journal Silpakorn University สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ, 9(3), 588-601.
- พัชรินทร์ พูลสวัสดิ์. (2562). *การพัฒนาแอปพลิเคชันแบบโมบายเลิร์นนิ่งโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3* มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข. (2548). *วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. พัฒนาคุณภาพ*

วิชาการ.

- พลศรี เวศย์อุฬาร. (2551). *Mobile Learning (mLearning) เอ็มเลิร์นนิง – การเรียนทางเครือข่ายไร้สาย*. <http://thaimlearning.blogspot.com/2007/02/mobile-learning-mlearning.html>
- ภาณุวัฒน์ วรทิพย์เบญจา, จำรัส กลิ่นหนู และ ณรงค์ศักดิ์ ศรีสม,. (2558). การพัฒนาแอปพลิเคชันการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนเสมือนจริงบนอุปกรณ์เคลื่อนที่. *วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง*, 8(2), 58-67.
- ภารดี กล่อมดี. (2561). ผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ชุดแบบฝึกทักษะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E). *Journal Silpakorn University สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ*, 11(1), 2004-2020.
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2547). M-Learning: แนวทางใหม่ของ e-learning. *วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา*, 1(1), 3-11.
- ยุวพร ดวงศรี และ บุญสม ทับสาย. (2561). การเรียนรู้แบบสืบเสาะ: กระบวนการเรียนรู้เพื่อปฏิรูปชั้นเรียน. *วารสารสังคมศาสตร์วิจัย*, 9(2), 371-382.
- รัฐพล ประดับเวทย์. (2560). แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีตามแนวคิดอนุกรมวิธานของ บลูม. *Veridian E-Journal Silpakorn University สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ*, 10(3), 1051-1065.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และ พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2542). การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- วิภาดา แก้วคงคา. (2560). การพัฒนารูปแบบโมบายเลิร์นนิงแบบร่วมมือร่วมกับการใช้เหรียญตราดิจิทัลเพื่อเสริมสร้างทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิชญ์ ทรัพย์สมบัติ. (2563). การวัดและประเมินด้านความรู้ความคิด. <https://bet.obec.go.th/New2020/?p=1900>
- วิชญ์ ทรัพย์สมบัติ. (2563b). ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2562 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. <https://bet.obec.go.th/New2020/wp-content/uploads/2020/06/onet-p3m3m62562.pdf>
- วิสิทธิ์ บุญชุม. (2562). บทที่ 1 การพัฒนาโปรแกรมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่. ใน *เอกสารประกอบการสอนวิชาการโปรแกรมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่*. มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- วีรชา ศิวเวทกุล. (2558). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ 5E ผ่านเทคโนโลยีการเรียนรู้เคลื่อนที่เพื่อ

เสริมสร้างความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนประถมศึกษาตอนต้น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].

ศิวพร หวังพิพัฒน์วงศ์. (2551). M-Learning: มิติใหม่ของการเรียนรู้. วารสารนักบริหาร, 28(1), 70-73.

ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ. (2563). ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์.

<https://pisathailand.ipst.ac.th/about-pisa/scientific-literacy/>

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2563). สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2562.

http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM3_2562.pdf

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2563). สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562.

http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM6_2562.pdf

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2563). สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐานระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562.

http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETP6_2562.pdf

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). คู่มือวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์.

<http://sa.ipst.ac.th/?p=682>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับประถมศึกษา.

<http://scimath.org/e-books/8922/flippingbook/index.html>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562a). การแถลงข่าวผลการประเมิน PISA 2018. <https://drive.google.com/file/d/18DKqGcid1dN6IWF07TXG8YZsOOg-NLWZ/view>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562b). คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 2 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. <https://www.scimath.org/e-books/10946/flippingbook/index.html>

- สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2551). การสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นทักษะกระบวนการ. *ก้าวทันโลก วิทยาศาสตร์*, 8(2), 28-38.
- สาโรจน์ ไศภักษ์. (2557). M – Learning. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี*, 3(2), 32-42.
- สืบวงศ์ ชื่นสมบัติ และ สิริกัญญา มณีนิล. (2563). การออกแบบการเรียนการสอนบนโมบายเลิร์นนิ่ง. *วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา*, 15(18), 45-59.
- สุไม บิลโบ. (2559). เว็บล็อก: สื่อการเรียนรู้ยุคดิจิทัลที่ครูไม่ควรมองข้าม. *วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 11(2), 238-249.
- เสาวลักษณ์ ชนะพาล, ไชยยศ เรืองสุวรรณ และไพฑูรย์ สุขศรีงาม,. (2558). การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ความคงทนในการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแรงและความดัน โดยใช้โปรแกรมบทเรียนแบบผสมผสานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่างกัน. *วารสารมหาวิทยาลัยนครพนม*, 5(2), 70-79.
- อมรรัตน์ วิริชิตกุล และ เบญจพร สว่างศรี. (2564). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ*, 5, 63-75.
- อุทัยวรรณ ปันคำ, นวลจิตต์ เขวกีรติพงษ์ และ ดวงเดือน สุวรรณจินดา,. (2563). ผลการใช้ชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับพื้นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ของโรงเรียนประถมศึกษาในตำบลสันต้นหม้อ จังหวัดเชียงใหม่. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*, 31(2), 123-136.
- เอสเจแกดเจ็ต. (2563). ตารางเปรียบเทียบกล้องจุลทรรศน์. <https://www.sjgadget.com/article/1509/>

ภาษาอังกฤษ

- Anisah, L. (2022). Using “Wordwalls” as an assessment tool for Indonesian junior high school students. *English Review: Journal of English Education*, 10(3), 831-842.
- Arifullah, H., A., Syukri, M., & Nurfadilla, E. . (2020). The development of student worksheets with PhET assisted to improve student science process skill. *Journal of Physics: Conference Series*, 1460, 012144. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1460/1/012144>
- Baharom, M. M., Atan, N. A., Rosli, M. S., Yusof, S., & Hamid, M. Z. A. . (2020). Integration

- of Science learning Apps based on Inquiry Based Science Education (IBSE) in enhancing Students Science Process Skills (SPS). *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 14(9), 95-109.
- Bidin, S., & Ziden, A. A. . (2013). Adoption and Application of Mobile Learning in the Education Industry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 90, 720-729. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.07.145>
- Borich, G. D., Hao, Y. W. & Aw, W. L. . (2006). Inquiry-based learning: A practical application. Teaching strategies that promote thinking: Models and curriculum approaches, McGraw-Hill Education, Singapore.
- Brewer, S. (2023). 4 Powerful Inquiry Based Teaching Strategies. <https://www.steampoweredfamily.com/inquiry-based-teaching-strategies/>
- Bybee, R., Taylor, J., Gardner, A., Scotter, P., Carlson, J., Westbrook, A., & Landes, N. . (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. BSCS. . https://www.researchgate.net/publication/242363914_The_BSCS_5E_Instructional_Model_Origins_Effectiveness_and_Applications
- Choirunnisa, N. L., Prabowo, P., & Suryanti. S. . (2018). Improving Science Process Skills for Primary School Students Through 5E Instructional Model-Based Learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 947, 12-21.
- Cohen, M., Hadley, M., & Frank, M. . (2021). *Young Children, Apps & iPad*. . <https://docplayer.net/14375391-Young-children-apps-ipad.html>
- Dar, T. (2018). *Best Wireless Endoscope Cameras*. <https://wonderfulengineering.com/10-best-wireless-endoscope-cameras/>
- Demircioğlu, G., & Çağatay, G. (2014). The effect of laboratory activities based on 5e model of constructivist approach on 9th grade students' understanding of solution chemistry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 3120-3124.
- Duruk, U., Akgün, A., Doğan, C., & Gülsuyu, F. . (2017). Examining the Learning Outcomes Included in the Turkish Science Curriculum in Terms of Science Process Skills: Document Analysis with Standards-Based Assessment. *International Journal of Environmental & Science Education*, 12(12), 117-142.
- Ekici, M., & Erdem, M. (2020). Developing Science Process Skills through Mobile Scientific Inquiry. *Thinking Skills and Creativity*, 36, 100658.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100658>

- Foo, P., & Ruiz, M. (2019). Inexpensive endoscope activities. . *Physics Education*, 54(5), 055005. <https://doi.org/doi:10.1088/1361-6552/ab26f0>
- Fung, D., & Liang, T. . (2022). The Effectiveness of Collaborative Mind Mapping in Hong Kong Primary Science Classrooms. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21(2), 1-24.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10763-022-10279-1>
- Goodwin, K. (2012). *Use of Tablet Technology in the Classroom*. State of New South Wales: NSW Curriculum and Learning Innovation Centre.
- Guhlin, M. (2016). *LESSON PLANNING: 5E MODEL + TECHNOLOGY*.
<https://blog.tcea.org/lesson-planning-5e-model/>
- Hutapea, A., Bukit, N., & Manurung, S.R. . (2021). Improvement science process skills of high school students through learning models scientific inquiry. *Journal of Physics: Conference Series*, 1811.
- Jbeili, I. M. (2013). The impact of digital mind maps on science achievement among sixth grade students in Saudi Arabia. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 103, 1078-1087.
- Jinks, J. (1997). *THE SCIENCE PROCESSES*. .
<http://my.ilstu.edu/~jdpeter/THE%20SCIENCE%20PROCESSES.htm>
- Joyce, B. R. W., M. . (2000). *Model of teaching* (6 ed.). Massachusetts: Allyn & Bacon.
- Juniper, A. (2020). *The best borescopes and inspection cameras in 2021*.
<https://www.digitalcameraworld.com/buying-guides/the-best-borescopes-and-inspection-cameras-in-2020>
- Khery, Y., Nufida, B., Suryati, S., Rahayu, S., & Budiasih, E. . (2020). The influence of mobile learning with oriented NOS to students learning performances. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567, 042033. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/4/042033>
- Koole, M. L. (2009). A model for framing mobile learning. *Mobile learning: Transforming the delivery of education and training*, 1(2), 25-47.
- Kulkulka-Hulme, A., & Traxler, J. . (2005). *Mobile Learning a handbook for educators and trainers*. Taylor & Francis Inc.

- Lee, C. J., Cho, S. H., & Kim, J. S. . (2016). Endotracheal intubation using smartphone endoscope camera. *Asian Pacific Journal of Health Sciences*, 3(2), 19-21.
- Maison, M., Darmaji, D., Astalini, A., Kurniawan, D. A., & Indrawati, P. S. . (2019). Science process skills and motivation. *Humanities & Social Sciences Reviews*, 7(5), 48-56.
- Martin, R. E., Wood, G. H., Stevens, E. W. Jr. . (1988). *An introduction of teaching: A question of commitment*. Allyn & Bacon.
- Metha, R. (2016). Mobile learning for education - benefits and challenges. *International Research Journal of Management Sociology & Humanity*, 7(1), 75-83.
- Novais, W. R. R., Couto, E. C. G., & Carvalho, F. L. . (2018). The use of an endoscopic camera to estimate size of brachyuran crabs in burrows. *Journal of Crustacean Biology*, 38(4), 509-513.
- Otero, A. (2021). *Top 11+ Best Endoscope Camera of 2021*.
<https://transitwirelesswifi.com/best-endoscope-camera/>
- Özkan, Ö., Bingöl, F., & Budak, A. . (2013). The importance of endoscopy in the diagnosis and treatment of rhinolithiasis: A case report. *Journal of Acute Disease*, 2, 70-72.
- Pahade, P., Akarte, R., Kanugo, P., & Deshmukh, S. . (2019). Integration of Mobile Application in Education. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 6(1), 1308-1314.
- Palicka, P., Jakubec, L., & Zvoniček, J. . (2016). Mobile apps that support physical activities and the potential of these applications in physical education at school. *Journal of Human Sport and Exercise*, 11(proc1), 167-194.
<https://doi.org/10.14198/jhse.2016.11.Proc1.08>
- Papadakis, S., & Kalogiannakis, M. . (2017). Mobile educational applications for children. What educators and parents need to know. . *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 11(3), 256-277.
<https://doi.org/10.1504/IJMLO.2017.10003925>
- Park, H.-J., Sohn, U.-J., Kim, G.-H., Bae, I.-H., Wang, S.-G., Cho, J.-K., & Kim, J.-D. (2016). Clinical application of endoscopy using smartphone. *Journal of Clinical Otolaryngology, Head and Neck Surgery*, 27(1), 103-111.
- Parveen, Z. (2017). Educational effectiveness of the 5E model for scientific achievement of students with hearing impairment. *Journal of Baltic Science Education*, 16(5),

723-732.

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Tsourlidaki, E. . (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. . *Educational Research Review*, 14, 47-61.

<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>

Quinn, C. N. (2011). *Designing mLearning: Tapping into the mobile revolution for organizational performance*. John Wiley & Sons.

Raj, R. G., & Devi, S. N. . (2014). SCIENCE PROCESS SKILLS AND ACHIEVEMENT IN SCIENCE AMONG HIGH SCHOOL STUDENTS. *Scholarly Research Journal for Interdisciplinary studies*, 2(15), 2435-2443.

Rice, P., Beeson, P. & Blackmore-Wright, J. . (2019). Evaluating the Impact of a Quiz Question within an Educational Video. *TechTrends*, 63, 552-532.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11528-019-00374-6>.

Rodriguez, S., Allen, K., Harron, J., & Qadri, S. . (2019). Making and the 5E Learning Cycle. *Science Teacher*, 86, 48-55. https://doi.org/10.2505/4/tst18_086_05_48

Rosdianto, H., & Teeka, C. . (2020). The Improvement of Students' Problem-Solving Skills Through 5E Learning Model. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 8(2), 235-243. <https://doi.org/doi:10.23887/jpi-undiksha.v8i2.17124>

Safaah, E. S., Muslim, M., & Liliawati, W. . (2017). Teaching Science Process Skills by Using the 5-Stage Learning Cycle in Junior High School. *Journal of Physics: Conference Series*, 895, 012106. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012106>

Science, A. A. f. t. A. o. (1989). *American Association for the Advancement of Science Project 2061: Science for All Americans*. Washinton, DC: AAAS.

Seel, N. M. (2011). *Encyclopedia of the Sciences of Learning*. Springer Science & Business Media.

Sparks, R. (2020). *Endoscope vs Borescope: What's the Difference?* .

<https://opticsmag.com/endoscope-vs-borescope/>

Sunyono, S. (2018). Science Process Skills Characteristics of Junior High School Students in Lampung. . *European Scientific Journal*, 14(10), 32-45.

Suryaningsih, T., & Ruslih, F. . (2020). Mastery of Concepts, Scientific Attitudes, and

- Science Process Skills in Inquiry-based Learning in the 5th Grade. *Journal of Madrasah Ibtidaiyah Education*, 4(2), 248-260.
- TechGuru. (2021). *Best Smart WiFi Endoscopes (Borescopes) for Apple/Android Devices*. <https://nerdtechy.com/best-smart-endoscope>
- Tokarczyk, S. (2015). *Using Technology and Phenology to Increase Students' Observation Skills* School of Education and Leadership Student Capstone Theses and Dissertations.]. https://digitalcommons.hamline.edu/hse_all/162
- Tucker, C. (2020). *Tips for Designing an Online Learning Experience Using the 5Es Instructional Model*. <https://catlintucker.com/2020/03/designing-an-online-lesson/>
- Vebrianto, R., & Osman, K. (2011). The effect of multiple media instruction in improving students' science process skill and achievement. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 346-350.
- Wahyuni, S., Indrawati, I., Sudarti, S., & Suana, W. . (2017). Developing Science Process Skills and Problem Solving Abilities Based on Outdoor Learning in Junior High School. . *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(1), 165-169.
- Webber, S. (2020). *NHBS In the Field – Video Endoscope*. <https://www.nhbs.com/blog/nhbs-in-the-field-video-endoscope>
- Widiyanti, F., Indriyanti, D. R., & Ngabekti, S. . (2015). The effectiveness of the application of scientific literacy-based natural science teaching set toward the students' learning activities and outcomes on the topic of the interaction of living organism and environment. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 4(1), 20-24.
- Wiratman, A., Mustaji, M., & Widodo, W. ((2019). The effect of activity sheet based on outdoor learning on student's science process skills. *Journal of Physics Conference Series*, , 1157(2), 022007. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/2/022007>
- Yuniarsih, N., Arfiani, Y., & Hayati, M. N. . (2020). THE EFFECT OF LEARNING CYCLE 5E ON GLOBAL WARMING THEME TO ENCOURAGE STUDENTS' SCIENTIFIC PROCESS SKILLS. *Jurnal Pena Sains*, 7(1), 60-67.



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รายนามผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป
เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษาและสื่อสารการศึกษา

อาจารย์ชัยศักดิ์ ตั้งนิตพิฐจักร	ศึกษานิเทศก์กลุ่มส่งเสริมการศึกษาทางไกล เทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาสุพรรณบุรี เขต 1
อาจารย์นิภาพร กลิ่นเกตุ	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดลาดตาล
อาจารย์สัมพันธ์ ลือขจร	ครูชำนาญการ โรงเรียนสุพรรณภูมิ

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

อาจารย์อนุวัฒน์ แผลงศรี	ครู ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดลาดตาล
อาจารย์เยาวภา ผิวขำทองดี	ครู ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดไผ่โรงวัว
อาจารย์กมลรัตน์ พรหมสุข	ครู ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสุพรรณภูมิ
อาจารย์ธัญญา โรจน์ชาญชัย	ครู ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสุพรรณภูมิ

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แบบสัมภาษณ์สภาพปัญหาของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย
- แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ
- แบบประเมินรับรองร่างโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ
- แบบสอบถามความคิดเห็นต่อการใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ
- แผนการจัดการเรียนรู้ตามโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ
- เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบสัมภาษณ์

เรื่อง สภาพปัญหาและความต้องการในการใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับ
กล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

ชื่อ-นามสกุล ผู้ให้สัมภาษณ์.....

โรงเรียน.....จังหวัด.....

วันที่สัมภาษณ์.....เวลา.....น.

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ให้สัมภาษณ์

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. อายุ.....ปี
3. ตำแหน่ง.....
4. วุฒิการศึกษา ☐ ต่ำกว่าปริญญาตรี ☐ ปริญญาตรี ☐ ปริญญาโท
☐ ปริญญาเอก ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....
5. ประสบการณ์การสอนในโรงเรียน.....ปี
6. ประสบการณ์ในการสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย.....ปี
7. ท่านมีคอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานเองหรือไม่
☐ ไม่มี ☐ มี
8. ในกรณีที่มีคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ของท่านเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้หรือไม่
☐ ไม่ได้ ☐ ได้
9. ท่านมีสมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ตสำหรับใช้งานเองหรือไม่
☐ ไม่มี ☐ มี
10. ในกรณีที่มีสมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ต อุปกรณ์ของท่านเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้หรือไม่
☐ ไม่ได้ ☐ ได้
11. ท่านมีประสบการณ์ในการใช้คอมพิวเตอร์.....ปี
12. ท่านมีประสบการณ์ในการใช้สมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ต.....ปี
13. ท่านมีประสบการณ์ในการใช้อินเทอร์เน็ต.....ปี

14. ท่านพอมีความสามารถใช้แอปพลิเคชันเหล่านี้หรือไม่ และนักเรียนของท่านสามารถใช้แอปพลิเคชันเหล่านี้ได้ร้อยละเท่าไร

แอปพลิเคชัน	ตัวท่าน		นักเรียนของท่าน	
	สามารถ	ไม่สามารถ	สามารถ (ระบุเป็นร้อยละ)	ไม่สามารถ
1. สื่อวิดีโอ เช่น youtube				
2. เครื่องมือสำหรับทำงาน เช่น google docs, word, google sheets, excel				
3. เครื่องมืออภิปราย เช่น padlet, blog, discussion board, forum				
4. เครื่องมือค้นหา เช่น google				
5. เครื่องมือสร้างและนำเสนอผลงาน เช่น google slides, PowerPoint, mindmeister				
6. เครื่องมือสำรวจและทดสอบ เช่น google form, kahoot, wordwall				

15. ท่านสนใจใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์หรือไม่ ☐ ไม่สนใจ ☐ สนใจ
 เพราะเหตุใด.....

ตอนที่ 2 สภาพการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

1. หลักสูตรสถานศึกษาของท่านมุ่งเน้นให้มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบสอบหรือไม่
2. หลักสูตรสถานศึกษาของท่านมุ่งเน้นให้มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่หรือไม่
3. หลักสูตรสถานศึกษาของท่านมุ่งเน้นการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่
4. ท่านได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบสอบให้แก่ผู้เรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์หรือไม่ มากน้อยเพียงใด

5. ท่านได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ในรายวิชาวิทยาศาสตร์หรือไม่
อย่างน้อยเพียงใด และท่านใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่อะไรบ้าง
6. ท่านได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยกล้องเอนโดสโคปในรายวิชาวิทยาศาสตร์หรือไม่
7. ท่านได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่
อย่างไร และอย่างน้อยเพียงใด
8. นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนแบบสืบสอบและการเรียนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่อย่างไร

**ตอนที่ 3 สภาพปัญหาและความต้องการในการใช้โมบิลแอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบ
ร่วมกับ กล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ประถมศึกษาตอนปลาย**

1. ท่านเคยได้รับการอบรม/สัมมนาเกี่ยวกับการเรียนแบบสืบสอบ การจัดการเรียนการสอน
ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ การใช้กล้องเอนโดสโคป และการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์แก่นักเรียนหรือไม่ และท่านต้องการอบรมเพิ่มเติมในเรื่องดังกล่าวหรือไม่
อย่างน้อยเพียงใด
2. ท่านมีประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ การจัดการเรียนการสอนด้วย
อุปกรณ์เคลื่อนที่ การใช้กล้องเอนโดสโคป และการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์แก่นักเรียนหรือไม่
อย่างน้อยเพียงใด
3. ท่านประสบปัญหาในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ การจัดการเรียนการสอนด้วย
อุปกรณ์เคลื่อนที่ การใช้กล้องเอนโดสโคป และการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์แก่นักเรียนหรือไม่ อย่างไร
4. ผู้บริหารโรงเรียนของท่านมีนโยบายสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ การ
จัดการเรียนการสอนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ การใช้กล้องเอนโดสโคป และการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริม
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร
5. โรงเรียนของท่านมีความพร้อมสำหรับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ การจัดการ
เรียนการสอนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ การใช้กล้องเอนโดสโคป และการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

6. นักเรียนของท่านมีความพร้อมสำหรับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ การจัดการเรียนการสอนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ การใช้กล้องเอนโดสโคป และการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ มากน้อยเพียงใด

7. ท่านมีข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ การจัดการเรียนการสอนด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ การใช้กล้องเอนโดสโคป และการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนหรือไม่ อย่างไร



แบบสัมภาษณ์การวิจัยเรื่อง การพัฒนาโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบ
ร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับ
กล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

DEVELOPMENT OF INQUIRY-BASED LEARNING MOBILE
APPLICATION WITH ENDOSCOPE CAMERA TO ENHANCE
UPPER ELEMENTARY STUDENTS' SCIENCE PROCESS
SKILLS

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ

ผู้วิจัย

นางสาวกวิสรา รุ่งวิริยะวงศ์

นิสิตระดับปริญญาโทบริหารธุรกิจ

ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แนวทางการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

1. เริ่มสนทนา

1.1 อธิบายวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์

- เพื่อนำข้อเสนอแนะไปใช้ในการปรับปรุงโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้ฯ
ให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

1.2 อธิบายขอบเขตของการสัมภาษณ์

- ความเหมาะสมขององค์ประกอบของโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้ฯ
- ความเหมาะสมของขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอนของโมบายล์
แอปพลิเคชันการเรียนรู้ฯ
- ความเหมาะสมของแผนภาพแสดงรูปแบบของโมบายล์แอปพลิเคชันการ
เรียนรู้ฯ

2. การสัมภาษณ์

2.1 ท่านคิดว่าองค์ประกอบของโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายมีความเหมาะสมหรือไม่ และควรจะมีเพิ่มเติมองค์ประกอบใดเพื่อให้รูปแบบของโมบายล์แอปพลิเคชันสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

- 1) เนื้อหาบทเรียน
- 2) ผู้สอนและผู้เรียน
- 3) อุปกรณ์สนับสนุนการเรียนรู้
- 4) โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้
- 5) การบันทึกข้อมูล
- 6) การติดต่อสื่อสาร

2.2 ท่านคิดว่าขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ทั้ง 5 ขั้นตอน มีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

- 1) ขั้นชวนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ
- 2) ขั้นออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคป
- 3) ขั้นอภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการสำรวจ
- 4) ขั้นศึกษาและฝึกคิดเพื่อขยายความรู้เพิ่มเติม
- 5) ขั้นประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้

2.3 ท่านคิดว่ากิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายมีความเหมาะสมหรือไม่ และควรปรับแก้ในรายละเอียดในข้อใดบ้าง อย่างไร

2.4 ท่านคิดว่าแผนภาพแสดงรูปแบบโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายมีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

2.5 ท่านคิดว่าโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร

**แบบประเมิน (ร่าง) รูปแบบโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบ
ร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย**

วัตถุประสงค์ของการประเมิน

เพื่อประเมินความเหมาะสมของ (ร่าง) รูปแบบโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบ ร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ผลที่ได้จากการประเมินจะนำไปปรับปรุงแก้ไขโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้ฯ ให้มีความสมบูรณ์ก่อนนำไปทดลองใช้ในการเรียนการสอนจริง

คำชี้แจง

การประเมินความเหมาะสมของรูปแบบโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยคำถาม จำนวน 5 ตอน ได้แก่ 1) ภาพรวมของรูปแบบโมบายล์แอปพลิเคชันฯ 2) องค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเรียนตามรูปแบบโมบายล์แอปพลิเคชันฯ 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบโมบายล์แอปพลิเคชันฯ 4) เครื่องมือที่ใช้ตามรูปแบบโมบายล์แอปพลิเคชันฯ 5) การใช้งานโมบายล์แอปพลิเคชันฯ

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็นของท่านพร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

- | | | |
|---|---------|--|
| 5 | หมายถึง | หัวข้อการประเมินมีความเหมาะสม มากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | หัวข้อการประเมินมีความเหมาะสม มาก |
| 3 | หมายถึง | หัวข้อการประเมินมีความเหมาะสม ปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | หัวข้อการประเมินมีความเหมาะสม น้อย |
| 1 | หมายถึง | หัวข้อการประเมินมีความเหมาะสม น้อยที่สุด |

**แบบประเมิน (ร่าง) รูปแบบโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบ
ร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย**

ชื่อผู้ประเมินรูปแบบ.....

ตำแหน่ง.....

สถานที่ทำงาน.....

ตอนที่ 1 ภาพรวมของรูปแบบโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมาก	เหมาะสมปานกลาง	เหมาะสมน้อย	เหมาะสมที่สุด
	5	4	3	2	1
1. วัตถุประสงค์ของโมบายล์แอปพลิเคชันฯ					
2. หลักการและแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาโมบายล์แอปพลิเคชันฯ					
3. องค์ประกอบของโมบายล์แอปพลิเคชันฯ					
4. ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน					
5. เครื่องมือที่ใช้ในการเรียน					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้งานตามรูปแบบโมบายล์แอปพลิเคชันฯ

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 องค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเรียนตามรูปแบบโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบ
ร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ประถมศึกษาตอนปลาย

ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	เหมาะสม มากที่สุด	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	เหมาะสม ที่สุด
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหาบทเรียน					
2. ผู้สอนและผู้เรียน					
3. อุปกรณ์สนับสนุนการเรียนรู้					
4. โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้					
5. การบันทึกข้อมูล					
6. การติดต่อสื่อสาร					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้งานตามรูปแบบโมบายล์แอปพลิเคชันฯ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 3 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบ
ร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ประถมศึกษาตอนปลาย

ข้อความถาม	ระดับความคิดเห็น				
	เหมาะสม มากที่สุด	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	เหมาะสม ที่สุด
	5	4	3	2	1
1. การเตรียมการ					
1.1 วิเคราะห์ผู้เรียน เนื้อหา บทเรียน และเตรียมสื่อการเรียนการสอน					
1.2 การปฐมนิเทศและแนะนำการ เรียน					
2. กระบวนการเรียนการสอน					
2.1 ขึ้นชวนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ					
2.2 ขึ้นออกสำรวจด้วยกล้องเอน โดสโคป					
2.3 ขึ้นอภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้ จากการสำรวจ					
2.4 ขึ้นศึกษาและฝึกคิดเพื่อขยาย ความรู้เพิ่มเติม					
2.5 ขึ้นประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้					
3. การวัดและประเมินผล					
3.1 การประเมินผลงานจากการทำ กิจกรรม					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้งานตามรูปแบบโมบายล์แอปพลิเคชันฯ

.....

.....

.....

ตอนที่ 4 เครื่องมือที่ใช้ในโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคป
เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

ข้อความคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	เหมาะสม มากที่สุด	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	เหมาะสม ที่สุด
	5	4	3	2	1
1. วิดีทัศน์กระตุ้นความสนใจ					
2. แหล่งข้อมูลบนโมบายล์แอปพลิเคชันฯ ที่อยู่ในรูปแบบต่างๆ เช่น เอกสาร ข้อความ ภาพและหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น					
3. เครื่องมือสำหรับบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้					
4. แบบประเมินทักษะกระบวนการ - การทางวิทยาศาสตร์					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้งานตามรูปแบบโมบายล์แอปพลิเคชันฯ

..... จฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

..... CHULALONGKORN UNIVERSITY

.....

ตอนที่ 5 การใช้งานโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมาก	เหมาะสมปานกลาง	เหมาะสมน้อย	เหมาะสมที่สุด
	5	4	3	2	1
1. รูปแบบโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้จัดการเรียนการสอนได้จริง					
2. สถานที่ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบของโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ					
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบของโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ					
4. รูปแบบโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้จริง					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้งานตามรูปแบบโมบายล์แอปพลิเคชันฯ

.....

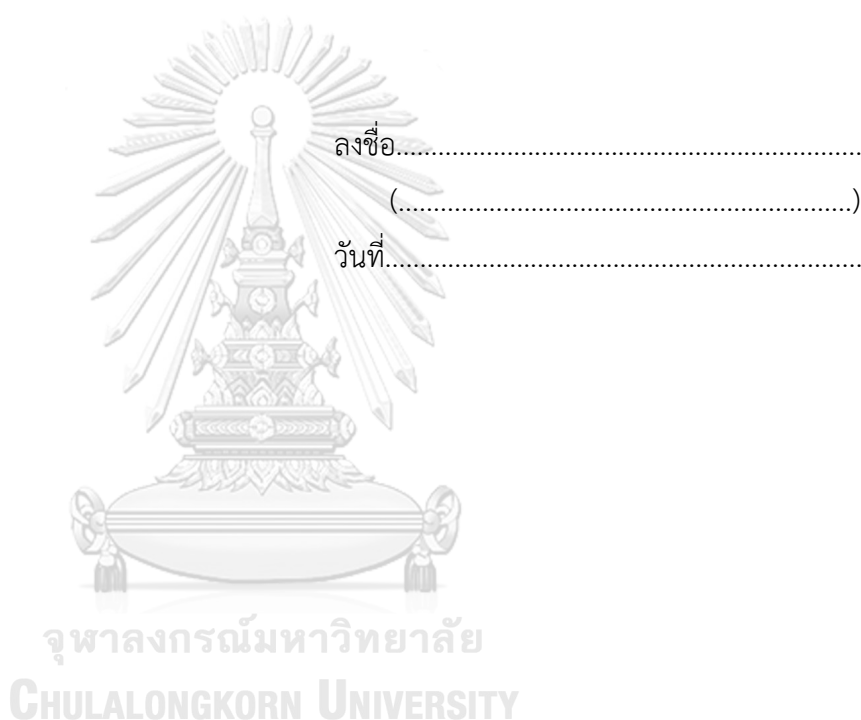
.....

.....

จากการประเมินความเหมาะสมของ (ร่าง) โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบ
ร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษา
ตอนปลาย

ข้าพเจ้ามีความเห็นว่า

- ☐ รูปแบบมีความเหมาะสมดีแล้ว สามารถนำไปใช้ทดลองได้
- ☐ รูปแบบมีความเหมาะสม แต่ควรปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะก่อนนำไปทดลองใช้
- ☐ รูปแบบยังไม่มี ความเหมาะสม



แบบสอบถามความคิดเห็นต่อการใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบ
ร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

2. แบบสอบถามแบ่งเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ซึ่งประกอบด้วย

3. แบบสอบถามนี้จะถูกนำไปใช้เพื่อการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนสอบ และคำตอบของนักเรียนจะถือเป็นความลับ

ผู้วิจัยขอความร่วมมือจากนักเรียนตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริง ขอขอบคุณผู้ตอบแบบสอบถามทุกคน



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ หรือกรอกข้อมูลตามความเป็นจริง

1. ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
2. อายุ.....ปี
3. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
4. เกรดเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ในปีที่ผ่านมา

<input type="checkbox"/> 3.50 - 4.00	<input type="checkbox"/> 3.00 - 3.49	<input type="checkbox"/> 2.50 - 2.99
<input type="checkbox"/> 2.00 - 2.49	<input type="checkbox"/> 1.50 - 1.99	<input type="checkbox"/> 1.00 - 1.49
<input type="checkbox"/> 0 - 1.00		

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการใช้โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับ กล้องเอนโดสโคป

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้แต่ละข้อ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุดเพียงช่องเดียว โดยในแต่ละช่องมีความหมายดังนี้

- 5 หมายถึง นักเรียนเห็นด้วย มากที่สุด
- 4 หมายถึง นักเรียนเห็นด้วย มาก
- 3 หมายถึง นักเรียนเห็นด้วย ปานกลาง
- 2 หมายถึง นักเรียนเห็นด้วย น้อย
- 1 หมายถึง นักเรียนเห็นด้วย น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหาในบทเรียนมีความง่ายเหมาะสม					
2. เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน					
3. สื่อที่นำมาใช้ เช่น วิดีโอ ภาพ มีความทันสมัย น่าสนใจ					
4. สื่อที่นำมาใช้ เช่น วิดีโอ ภาพ ทำให้เข้าใจในบทเรียนมากขึ้น					
5. กิจกรรมกลุ่มทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนมากขึ้น					
6. กิจกรรมชวนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ ทำให้นักเรียนได้ฝึกการสังเกตสิ่งต่างๆ มากขึ้น และทำให้นักเรียนอยากเรียนรู้เนื้อหาในบทเรียนต่อไป					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
7. กิจกรรมสำรวจบริเวณต่างๆ ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครบถ้วนและมีทักษะเพิ่มขึ้น					
8. กิจกรรมอภิปรายและสรุปผลสิ่งที่ได้จากการสำรวจผ่านกระดานสนทนา ทำให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น และได้ฝึกการอภิปรายและสรุปผลมากขึ้น					
9. กิจกรรมสรุปและนำเสนอความรู้ที่ได้ศึกษา ทำให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้และสรุปเนื้อหาตามความเข้าใจของตนเอง					
10. กล้องเอนโดสโคปทำให้นักเรียนมองเห็นสิ่งต่างๆ ได้ดีขึ้น และชัดเจนขึ้นโดยเฉพาะในพื้นที่ที่คับแคบและเข้าถึงได้ยาก					
11. โมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ สามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวก					
12. คำถามท้ายกิจกรรมและคำถามชวนคิดในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิดฝึกทำนายผลที่จะเกิดขึ้นได้ดี					
13. การเรียนรู้ด้วยโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่ใช้การเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น					
14. การเรียนรู้ด้วยโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่ใช้การเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น					
15. การเรียนรู้ด้วยโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่ใช้การเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ทำให้นักเรียนสนุกกับการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
16. โมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ เหมาะที่จะนำมาใช้ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์					
17. นักเรียนต้องการใช้โมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ ต่อไปสำหรับการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์					
18. โดยภาพรวมนักเรียนคิดว่าการเรียนรู้ด้วยโมไบล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ เหมาะสมกับฉัน					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในแหล่งน้ำ
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
 เวลาเรียน 3 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต
 ต่างๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 1.1 ป.5/1 บรรยายโครงสร้างและลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตซึ่งเป็นผลมาจากการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตในแต่ละแหล่งที่อยู่

ว 1.1 ป.5/2 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต เพื่อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต

สาระการเรียนรู้

สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์มีโครงสร้างและลักษณะที่เหมาะสมในแต่ละแหล่งที่อยู่ ซึ่งเป็นผลมาจากการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้ดำรงชีวิตและอยู่รอดได้ในแต่ละแหล่งที่อยู่ เช่น ผักตบชวาขึ้นชองอากาศในก้นบึงช่วยให้ลอยน้ำได้ ต้นโกงกางที่ขึ้นอยู่ในป่าชายเลนมีรากค้ำจุนทำให้ลำต้นไม่ล้ม ปลามีครีบช่วยในการเคลื่อนที่ในน้ำ

ในแหล่งที่อยู่หนึ่งๆ สิ่งมีชีวิตจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันและสัมพันธ์กับสิ่งไม่มีชีวิตเพื่อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต เช่น ความสัมพันธ์กัน ด้านการกินกันเป็นอาหาร เป็นแหล่งที่อยู่อาศัย หลบภัยและเลี้ยงดูลูกอ่อน ใช้อากาศในการหายใจ

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
<p>นักเรียนสามารถ</p> <p>1. อธิบายโครงสร้างหรือลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตในแหล่งน้ำได้</p> <p>2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งมีชีวิตและระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำได้</p> <p>3. สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำได้</p>	<p>สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่อาศัยในแหล่งน้ำต้องมีโครงสร้างและลักษณะที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตกับแหล่งน้ำ ซึ่งเป็นผลมาจากการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้สิ่งมีชีวิตสามารถอาศัยอยู่หาอาหาร และดำรงชีวิตอยู่รอดได้ในแหล่งน้ำ</p> <p>สิ่งแวดล้อมต่างๆที่อยู่รอบตัวเรามีทั้งสิ่งมีชีวิต เช่น ต้นไม้ นก แมลง ดอกไม้ คน และสิ่งไม่มีชีวิต เช่น ดิน</p>	<p>ชั่วโมงที่ 1</p> <p>ขั้นที่ 1 ขวนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ</p> <p>1. ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนเรื่องความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในแหล่งน้ำ</p> <p>2. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยคลิปวิดีโอจาก Youtube เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตบริเวณบ่อน้ำแห่งหนึ่งจากโมบายล์แอปพลิเคชันฯ แล้วตั้งประเด็นคำถามจากคลิปวิดีโอ ดังนี้</p> <p>2.1 จากคลิปวิดีโอ นักเรียนสังเกตเห็นสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตอะไรบ้าง</p> <p>2.2 นักเรียนคิดว่าบริเวณบ่อน้ำหลังโรงเรียนของเราจะมีสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตเหมือนในคลิปวิดีโอหรือไม่ อย่างไร และนักเรียนคิดว่าจะมีอะไรบ้าง</p> <p>3. นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามโดยโพสต์คำตอบลงในแอปพลิเคชัน Padlet โน้ตบุ๊กแอปพลิเคชันฯ</p>	<p>1. โมบายล์แอปพลิเคชันฯ</p> <p>2. อุปกรณ์เคลื่อนที่พกพา เช่น Tablet หรือ Smartphone</p>	<p>1. ทักษะการสังเกต</p>	<p>ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</p>

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
<p>ในแหล่งน้ำได้</p> <p>4. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้</p> <p>รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย</p>	<p>ก่อนหิวน้ำอากาศซึ่งสิ่งมีชีวิตทุกชนิดล้วนต้องการน้ำ</p> <p>มีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมโดยสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำหรือในแหล่งที่อยู่หนึ่งๆนั้น จะมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตด้วยกันเอง และมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตในรูปแบบต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการดำรงชีวิต ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตสามารถจำแนกได้เป็นรูปแบบต่างๆ ได้แก่ 1)</p>	<p>ขั้นที่ 2 ออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคป</p> <p>1. ครูให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการทำกิจกรรมสำรวจบริเวณแหล่งน้ำจากโมบายล์แอปพลิเคชันฯ</p> <p>2. ครูชี้แจงการทำกิจกรรมอีกครั้งและแจกอุปกรณ์การสำรวจพร้อมกล้องเอนโดสโคปให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม</p> <p>3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนและปฏิบัติตามการสำรวจบริเวณแหล่งน้ำโดยใช้กล้องเอนโดสโคป แล้วบันทึกผลการสำรวจลงในแบบบันทึกกิจกรรมออนไลน์รายบุคคลในแอปพลิเคชัน Google Forms ในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ ในประเด็นต่างๆ ดังนี้</p> <p>3.1 ขนาดความกว้างและความยาวของพื้นที่สำรวจ</p> <p>3.2 ขนาดพื้นที่ของพื้นที่ที่สำรวจ</p> <p>3.3 ชนิดและจำนวนของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตที่พบ</p> <p>3.4 ลักษณะของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตที่พบ</p>	<p>1. อุปกรณ์การทดลองที่ใช้ในกิจกรรมสำรวจแหล่งน้ำ</p> <p>2. กล้องเอนโดสโคป</p> <p>3. โมบายล์แอปพลิเคชันฯ</p> <p>4. อุปกรณ์เคลื่อนที่พกพา เช่น Tablet หรือ Smartphone</p>	<p>1. ทักษะการสังเกต</p> <p>2. ทักษะการวัด</p> <p>3. ทักษะการจำแนกประเภท</p> <p>4. ทักษะการใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ</p> <p>5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา</p>	

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
<p>ความสัมพันธ์แบบพึ่งพา 2) ความสัมพันธ์แบบได้ประโยชน์ร่วมกัน 3) ความสัมพันธ์แบบอิงอาศัย 4) ความสัมพันธ์แบบปรสิต 5) ความสัมพันธ์แบบล่าเหยื่อ 6) ความสัมพันธ์แบบแข่งขัน และ 7) ความสัมพันธ์แบบเป็นกลางต่อกัน</p>	<p>ความสัมพันธ์แบบพึ่งพา 2) ความสัมพันธ์แบบได้ประโยชน์ร่วมกัน 3) ความสัมพันธ์แบบอิงอาศัย 4) ความสัมพันธ์แบบปรสิต 5) ความสัมพันธ์แบบล่าเหยื่อ 6) ความสัมพันธ์แบบแข่งขัน และ 7) ความสัมพันธ์แบบเป็นกลางต่อกัน</p>	<p>4. นักเรียนวาดแผนผังของบริเวณที่สำรวจ พร้อมระบุทิศและตำแหน่งของสิ่งทีพบในแอปพลิเคชัน Google Slides ในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ</p> <p>5. นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรมในแอปพลิเคชัน Google forms ในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ ซึ่งมีคำถามดังนี้</p> <p>5.1 นักเรียนสังเกตหรือพบสิ่งใดบริเวณแหล่งน้ำที่สำรวจบ้าง</p> <p>5.2 จากการสำรวจ นักเรียนสามารถจัดกลุ่มสิ่งทีพบได้เป็นกี่กลุ่ม อะไรบ้าง และใช้เกณฑ์ใดในการจัดกลุ่ม</p> <p>5.3 สิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตมีความสัมพันธ์กันอย่างไรบ้าง</p> <p>5.4 สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีความสัมพันธ์กันอย่างไร</p> <p>5.5 สิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันมีความสัมพันธ์กันอย่างไร</p> <p>5.6 จากการทำกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร</p>			

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
		<p>ชั่วโมงที่ 2</p> <p>ขั้นที่ 3 อภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการสำรวจ</p> <p>1. นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตที่สัมพันธ์กับแหล่งที่อยู่ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม และสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตในบริเวณแหล่งน้ำ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาสรุปและลงความคิดเห็น ผ่านทาง Forum ในโมบายล์แอปพลิเคชัน</p> <p>2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรมจนเกิดความเข้าใจตรงกัน</p>	<p>1. โมบายล์แอปพลิเคชัน</p> <p>2. อุปกรณ์เคลื่อนที่พกพา เช่น Tablet หรือ Smartphone</p>	<p>1. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล</p>	
		<p>ขั้นที่ 4 ศึกษาและฝึกคิดเพื่อขยายความรู้เพิ่มเติม</p> <p>1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต ได้แก่ ความสัมพันธ์ด้านแหล่งที่อยู่อาศัย ด้านแหล่งอาหาร ด้านแหล่งหลบภัย และด้านแหล่งสืบพันธุ์และเลี้ยงดูลูกอ่อนจากแหล่งข้อมูลที่ครูเตรียมให้ในโมบายล์แอปพลิเคชัน</p>	<p>1. โมบายล์แอปพลิเคชัน</p> <p>2. อุปกรณ์เคลื่อนที่พกพา เช่น Tablet หรือ Smartphone</p>	<p>1. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล</p> <p>2. ทักษะการทำนายหรือพยากรณ์</p>	

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
		<p>2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปสาระสำคัญที่ได้เรียนรู้โดยนำเสนอข้อมูลในรูปแบบแผนผังความคิด (Mind mapping) ลงในแอปพลิเคชัน Google Slides ในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ เพื่อให้ผู้สนใจเข้าได้โดยง่าย</p> <p>3. ครูตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นที่ให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการทำนายหรือพยากรณ์ โดยให้นักเรียนแต่ละคนตอบคำถามในแอปพลิเคชัน Google Forms ในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ ซึ่งมีแนวคำถามดังนี้</p> <p>3.1 ในแหล่งน้ำแห่งหนึ่งพบนกกระยางกินปลาเป็นอาหาร และปลากินพืชน้ำเป็นอาหาร อยากทราบว่า ถ้านกกระยางมีจำนวนน้อยลง นักเรียนคิดว่าจะส่งผลกระทบต่อปลา และพืชน้ำอย่างไร</p> <p>3.2 เด็กชายบอยทำการสำรวจและศึกษาพบว่า ปลาในบ่อน้ำแห่งหนึ่งกินพืชน้ำเป็นอาหาร เขาสังเกตว่าปลา 2 ตัว ต้องการกินพืชน้ำเป็นอาหารวันละ 30 กรัม ปลา 4 ตัว ต้องการกินพืชน้ำเป็นอาหารวันละ 60 กรัม และปลา</p>			

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
		6 ตัว ต้องการกินพืชน้ำเป็นอาหารวันละ 90 กรัม อยากทราบว่า ถ้ามีปลา 5 ตัว จะต้องใช้พืชน้ำเพื่อเป็นอาหารจำนวนกี่กรัม			
		<p>ชั่วโมงที่ 3</p> <p>ขั้นที่ 5 ประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้</p> <p>1. นักเรียนทำแบบทดสอบเรื่องความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในแหล่งน้ำในแอปพลิเคชัน Wordwall ในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน</p> <p>2. ครูประเมินผลนักเรียนจากการทำกิจกรรมในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ และสรุปความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในแหล่งน้ำ</p>	<p>1. โมบายล์แอปพลิเคชันฯ</p> <p>2. อุปกรณ์เคลื่อนที่พกพา เช่น Tablet หรือ Smartphone</p>		

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
เวลาเรียน 3 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตที่พัฒนา

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 1.1 ป.5/1 บรรยายโครงสร้างและลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตซึ่งเป็นผลมาจากการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตในแต่ละแหล่งที่อยู่

ว 1.1 ป.5/2 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต เพื่อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต

สาระการเรียนรู้

สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์มีโครงสร้างและลักษณะที่เหมาะสมในแต่ละแหล่งที่อยู่ ซึ่งเป็นผลมาจากการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้ดำรงชีวิตและอยู่รอดได้ในแต่ละแหล่งที่อยู่ เช่น ผักตบชวาที่มีช่องอากาศในก้านใบช่วยให้ลอยน้ำได้ ต้นโกกนังกาที่ขึ้นอยู่ในป่าชายเลนมีรากค้ำจุนทำให้ลำต้นไม่ล้ม ปลาที่มีครีบช่วยในการเคลื่อนที่ในน้ำ

ในแหล่งที่อยู่หนึ่งๆ สิ่งมีชีวิตจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันและสัมพันธ์กับสิ่งไม่มีชีวิตเพื่อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต เช่น ความสัมพันธ์กัน ด้านการกินกันเป็นอาหาร เป็นแหล่งที่อยู่อาศัย หลบภัยและเลี้ยงดูลูกอ่อน ใช้อากาศในการหายใจ

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
<p>นักเรียนสามารถ</p> <p>1. อธิบายโครงสร้างหรือลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตได้เป็นอย่างดี</p> <p>2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตได้</p> <p>3. สืบเสาะหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตได้</p>	<p>สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่อาศัยได้บนดินต้องมีโครงสร้างและลักษณะที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตกับพืชดิน ซึ่งเป็นผลมาจากการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้สามารถอาศัยอยู่หาอาหาร และดำรงชีวิตอยู่รอดได้ในดิน</p> <p>สิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเราทั้งสิ่งมีชีวิต เช่น ต้นไม้ นก แมลง ดอกไม้ คน และสิ่งไม่มีชีวิต เช่น ดิน</p>	<p>ชั่วโมงที่ 1</p> <p>ขั้นที่ 1 ขวนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ</p> <p>1. ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนเรื่องความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตได้บนดิน</p> <p>2. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยคลิปวิดีโอจาก Youtube เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตได้บนดินจากโมบิลแอปพลิเคชันฯ แล้วตั้งประเด็นคำถามจากคลิปวิดีโอ ดังนี้</p> <p>2.1 จากคลิปวิดีโอ นักเรียนสังเกตเห็นสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตอะไรบ้าง</p> <p>2.2 หากเราลองสำรวจได้บนดินที่โรงเรียนของเรา นักเรียนคิดว่าจะมีสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตเหมือนในคลิปวิดีโอหรือไม่ อย่างไร และนักเรียนคิดว่าจะมีอะไรบ้าง</p> <p>3. นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามโดยโพลคำตอบลงในแอปพลิเคชัน Padlet ในโมบิลแอปพลิเคชันฯ</p>	<p>1. โมบิลแอปพลิเคชันฯ</p> <p>2. อุปกรณ์เคลื่อนที่พกพา เช่น Tablet หรือ Smartphone</p>	<p>1. ทักษะการสังเกต</p>	<p>ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</p>

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
ผู้เรียนได้ 4. ตั้งใจเรียนรู้และ แสวงหาความรู้ รับผิดชอบหน้าที่ที่ ได้รับมอบหมาย	ก่อนหน้า นำ อากาศ ซึ่ง สิ่งมีชีวิตทุกชนิดล้วน ต้องมีความสัมพันธ์กับ สิ่งแวดล้อม โดย โดย สิ่งมีชีวิตได้พึ่งดินหรือ สิ่งมีชีวิตที่พึ่งดินหรือ ในแหล่งที่อยู่หนึ่งๆนั้น จะมีความสัมพันธ์กับ สิ่งมีชีวิตด้วยกันเอง และมีความสัมพันธ์กับ สิ่งไม่มีชีวิตในรูปแบบ ต่างๆ เพื่อประโยชน์ใน การดำรงชีวิต ซึ่ง ความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต สามารถสรุป ความสัมพันธ์ได้ 4 ด้าน ได้แก่ 1)	ขั้นที่ 2 ออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคป 1. ครูให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการทำกิจกรรมสำรวจ บริเวณใต้พื้นดินจากโมเดลแอปพลิเคชันฯ 2. ครูชี้แจงการทำกิจกรรมอีกครั้งและแจกอุปกรณ์การ สำรวจพร้อมกล้องเอนโดสโคปให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม 3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนและปฏิบัติตามการสำรวจ บริเวณใต้พื้นดินโดยใช้กล้องเอนโดสโคป แล้วบันทึกผลการ สำรวจลงในแบบบันทึกกิจกรรมออนไลน์รายบุคคลในแอป พลิเคชัน Google Forms ในโมเดลแอปพลิเคชันใน ประเด็นต่างๆ ดังนี้ 3.1 ขนาดความกว้างและความยาวของพื้นที่ที่ สำรวจ 3.2 ขนาดพื้นที่ของพื้นที่สำรวจ 3.3 ชนิดและจำนวนของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต ที่พบ 3.4 ลักษณะของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตที่พบ	1. อุปกรณ์การ ทดลองที่ใช้ใน กิจกรรมสำรวจ แหล่งน้ำ 2. กล้องเอนโดส โคป 3. โมเดลแอปพลิเคชัน ฯ 4. อุปกรณ์เคลื่อนที่ พกพา เช่น Tablet หรือ Smartphone	1. ทักษะการ สังเกต 2. ทักษะการวัด 3. ทักษะการ จำแนกประเภท 4. ทักษะการใช้ ตัวเลขหรือการ คำนวณ 5. ทักษะการหา ความสัมพันธ์ ระหว่างสเปส กับสเปส และสเปสกับ เวลา	

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
	<p>ความสัมพันธ์ด้านแหล่งที่อยู่อาศัย</p> <p>2) ความสัมพันธ์ด้านแหล่งสืบพันธุ์และเลี้ยงดูลูกอ่อน และ</p> <p>4) ความสัมพันธ์ด้านแหล่งหลบภัย</p>	<p>4. นักเรียนวาดแผนผังของบริเวณที่สำรวจ พร้อมระบุพืชและตำแหน่งของสิ่งชีพในแอปพลิเคชัน Google Slides ในโมบิลแอปพลิเคชัน</p> <p>5. นักเรียนตอบคำถามทำกิจกรรมในแอปพลิเคชัน Google Forms ในโมบิลแอปพลิเคชันฯ ซึ่งมีคำถามดังนี้</p> <p>5.1 นักเรียนสังเกตหรือพบสิ่งใดบริเวณใต้พื้นดินที่สำรวจบ้าง</p> <p>5.2 จากการสำรวจ นักเรียนสามารถจัดกลุ่มสิ่งชีพได้เป็นกี่กลุ่ม อะไรบ้าง และใช้เกณฑ์ใดในการจัดกลุ่ม</p> <p>5.3 สิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตมีความสัมพันธ์กันอย่างไรบ้าง</p> <p>5.4 สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีความสัมพันธ์กันอย่างไร</p> <p>5.5 สิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันมีความสัมพันธ์กันอย่างไร</p> <p>5.6 จากการทำกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร</p>			

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
		<p>ชั่วโมงที่ 2</p> <p>ขั้นที่ 3 อภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการสำรวจ</p> <p>1. นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตที่สัมพันธ์กับแหล่งที่อยู่ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต และสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตในบริเวณใต้พื้นดิน โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาสรุปและลงความคิดเห็น ผ่านทาง Forum ในโมบายล์แอปพลิเคชัน</p> <p>2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรมจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน</p>	<p>1. โมบายล์แอปพลิเคชัน</p> <p>2. อุปกรณ์เคลื่อนที่พกพา เช่น Tablet หรือ Smartphone</p>	<p>1. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล</p>	
		<p>ขั้นที่ 4 ศึกษาและฝึกคิดเพื่อขยายความรู้เพิ่มเติม</p> <p>1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต ได้แก่ ความสัมพันธ์แบบพึ่งพา แบบได้ประโยชน์ร่วมกัน แบบอิงอาศัย แบบปรสิต แบบล่าเหยื่อ แบบแข่งขัน และแบบเป็นกลาง จากแหล่งข้อมูลที่ครูเตรียมให้ในโมบายล์แอปพลิเคชัน</p>	<p>1. โมบายล์แอปพลิเคชัน</p> <p>2. อุปกรณ์เคลื่อนที่พกพา เช่น Tablet หรือ Smartphone</p>	<p>1. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล</p> <p>2. ทักษะการทำนายหรือ</p>	

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
		<p>2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปสาระสำคัญที่ได้เรียนรู้ โดยจัดกระทำและนำเสนอข้อมูลผ่าน Google Slides ในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ เพื่อให้ผู้สนใจได้โดยง่าย</p> <p>3. ครูตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นที่ให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการทำนายหรือพยากรณ์ โดยให้นักเรียนแต่ละคนตอบคำถามในแอปพลิเคชัน Google Forms ในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ ซึ่งมีแนวคำถามดังนี้</p> <p>3.1 เด็กหญิงเอ สังเกตการเจริญเติบโตของไส้เดือนตัวหนึ่งพบว่า วันที่ 1 วัดความยาวของไส้เดือนได้ 12 เซนติเมตร วันที่ 3 วัดความยาวของไส้เดือนได้ 15 เซนติเมตร และวันที่ 5 วัดความยาวของไส้เดือนได้ 18 เซนติเมตร อยากทราบว่า วันที่ 7 เด็กหญิงเอน่าจะสามารถวัดความยาวไส้เดือนได้กี่วันได้กี่เซนติเมตร</p>		<p>พยากรณ์</p>	

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
		<p>ชั่วโมงที่ 3</p> <p>ขั้นที่ 5 ประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนทำแบบทดสอบเรื่องความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตได้พื้นดินในแอปพลิเคชัน Wordwall ในโมบายล์แอปพลิเคชัน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน 2. ครูประเมินผลนักเรียนจากการทำกิจกรรมในโมบายล์แอปพลิเคชัน และสรุปความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตได้พื้นดิน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. โมบายล์แอปพลิเคชัน 2. อุปกรณ์เคลื่อนที่พกพา เช่น Tablet หรือ Smartphone 		

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตบริเวณรอบๆ

เวลาเรียน 3 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 1.1 ป.5/1 บรรยายโครงสร้างและลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตซึ่งเป็นผลมาจากการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตในแต่ละ

แหล่งที่อยู่

ว 1.1 ป.5/2 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต เพื่อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต

สาระการเรียนรู้

สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์มีโครงสร้างและลักษณะที่เหมาะสมในแต่ละแหล่งที่อยู่ ซึ่งเป็นผลมาจากการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้ดำรงชีวิตและอยู่รอดได้ในแต่ละแหล่งที่อยู่ เช่น ผักตบชวาที่มีความชอบอากาศในน้ำได้ ต้นโกงกางที่ขึ้นอยู่ในป่าชายเลนมีรากค้ำจุนทำให้ลำต้นไม่ล้ม ปลาที่มีครีบช่วยในการเคลื่อนที่ในน้ำ

ในแต่ละแหล่งที่อยู่หนึ่งๆ สิ่งมีชีวิตจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันและสัมพันธ์กับสิ่งไม่มีชีวิตเพื่อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต เช่น ความสัมพันธ์กัน ด้านการกินกันเป็นอาหาร เป็นแหล่งที่อยู่อาศัย หลบภัยและเลี้ยงดูลูกอ่อน ใช้อากาศในการหายใจ

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
<p>นักเรียนสามารถ</p> <p>1. อธิบายโครงสร้างหรือลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตบริเวณนั้นได้</p> <p>2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตและระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตบริเวณนั้นได้</p> <p>3. สามารถอธิบายอาหารและดำรงชีวิตอยู่รอดได้ในบริเวณนั้น</p> <p>4. สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต</p>	<p>สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่อาศัยบริเวณนั้นต้องมีโครงสร้างและลักษณะที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตกับบริเวณนั้น ซึ่งเป็นผลมาจาก การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้สามารถอาศัยอยู่หาอาหาร และดำรงชีวิตอยู่รอดได้ในบริเวณนั้น</p> <p>5. สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต</p>	<p>ชั่วโมงที่ 1</p> <p>ขั้นที่ 1 ขวนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ</p> <p>1. ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนเรื่องความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตบริเวณนั้น</p> <p>2. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยคลิปวิดีโอจาก Youtube เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตบริเวณนั้น</p> <p>จากโมเดลแอปพลิเคชัน แล้วตั้งประเด็นคำถามจากคลิปวิดีโอ ดังนี้</p> <p>2.1 จากคลิปวิดีโอ นักเรียนสังเกตเห็นสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตอะไรบ้าง</p> <p>2.2 หากเราลองสำรวจบริเวณรอบๆ โรงเรียนของเรา นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตเหมือนในคลิปวิดีโอหรือไม่ อย่างไร และนักเรียนคิดว่าจะมีอะไรบ้าง</p> <p>3. นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามโดยโพลคำตอบลงในแอปพลิเคชัน Padlet ในโมเดลแอปพลิเคชัน</p>	<p>1. โมเดลแอปพลิเคชัน</p> <p>2. อุปกรณ์เคลื่อนที่พกพา เช่น Tablet หรือ Smartphone</p>	<p>1. ทักษะการสังเกต</p>	<p>ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</p>

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
4. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ที่รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	สิ่งมีชีวิต เช่น ดิน ก่อนหิน น้ำ อากาศ ซึ่งมีชีวิตทุกชนิดล้วนต้องการสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โดยสิ่งมีชีวิตบริเวณขอบหรือในแหล่งที่อยู่หนึ่งนั้น จะมีความสัมพันธ์กันเอง สิ่งมีชีวิตด้วยตัวเอง และมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตในรูปแบบต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการดำรงชีวิต เช่น ใช้อากาศในการหายใจ ใช้ดินและหินเป็นที่อยู่อาศัยหรือเป็นแหล่ง	<p>ขั้นที่ 2 ออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคป</p> <p>1. ครูให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการทำงานกิจกรรมสำรวจบริเวณขอบไม่จากโมไบล์แอปพลิเคชันฯ</p> <p>2. ครูชี้แจงการทำงานกิจกรรมอีกครั้งและแจกอุปกรณ์การสำรวจพร้อมกล้องเอนโดสโคปให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม</p> <p>3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนและปฏิบัติตามการสำรวจบริเวณขอบไม่โดยใช้กล้องเอนโดสโคป แล้วบันทึกผลการสำรวจลงในแบบบันทึกกิจกรรมออนไลน์รายบุคคลในแอปพลิเคชัน Google Forms ในโมไบล์แอปพลิเคชันฯ ในประเด็นต่างๆ ดังนี้</p> <p>3.1 ขนาดความกว้างและความยาวของพื้นที่ที่สำรวจ</p> <p>3.2 ขนาดพื้นที่ของพื้นที่ที่สำรวจ</p> <p>3.3 ชนิดและจำนวนของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตที่พบ</p> <p>3.4 ลักษณะของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตที่พบ</p>	<p>1. อุปกรณ์การทดลองที่ใช้ในกิจกรรมสำรวจแหล่งน้ำ</p> <p>2. กล้องเอนโดสโคป</p> <p>3. โมไบล์แอปพลิเคชันฯ</p> <p>4. อุปกรณ์เคลื่อนที่พกพา เช่น Tablet หรือ Smartphone</p>	<p>1. ทักษะการสังเกต</p> <p>2. ทักษะการวัด</p> <p>3. ทักษะการจำแนกประเภท</p> <p>4. ทักษะการใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ</p> <p>5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา</p>	

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
	<p>หลบภัย ซึ่งสิ่งมีชีวิต น อ ก จ า ก ะ มี ความสัมพันธ์กับแหล่ง ที่อยู่อาศัยแล้ว ยังมี ความสัมพันธ์กับ Google Forms ในโมบิลแอปพลิเคชัน สภาพแวดล้อมทาง กายภาพต่างๆ เช่น ส้วม แสง อากาศ อุณหภูมิ น้ำ ดินและแร่ธาตุ เป็น ต้น</p>	<p>4. นักเรียนวาดแผนผังของบริเวณที่สำรวจ พร้อมระบุทิศทาง และตำแหน่งของสิ่งที่พบในแอปพลิเคชัน Google Slides ในโมบิลแอปพลิเคชันฯ</p> <p>5. นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรมในแอปพลิเคชัน Google Forms ในโมบิลแอปพลิเคชันฯ ซึ่งมีคำถามดังนี้</p> <p>5.1 นักเรียนสังเกตหรือพบสิ่งใดบริเวณรอบนอกที่ไม่ สำรวจบ้าง</p> <p>5.2 จากการสำรวจ นักเรียนสามารถจัดกลุ่มสิ่ง ที่พบได้เป็นกี่กลุ่ม อะไรบ้าง และใช้เกณฑ์ใดในการจัดกลุ่ม</p> <p>5.3 สิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตมีความสัมพันธ์กัน อย่างไรบ้าง</p> <p>5.4 สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีความสัมพันธ์กัน อย่างไร</p> <p>5.5 สิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันมีความสัมพันธ์กันอย่างไร</p> <p>5.6 จากการทำกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร</p>			

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
		<p>ชั่วโมงที่ 2</p> <p>ขั้นที่ 3 อภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการสำรวจ</p> <p>1. นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตที่สัมพันธ์กับแหล่งที่อยู่ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม และสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตในบริเวณรอบๆ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาสรุปและลงความคิดเห็น ผ่านทาง Forum ในโมบายล์แอปพลิเคชัน</p> <p>2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรมจนเกิดความเข้าใจตรงกัน</p>	<p>1. โมบายล์แอปพลิเคชัน</p> <p>2. อุปกรณ์เคลื่อนที่พกพา เช่น Tablet หรือ Smartphone</p>	<p>1. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล</p>	
		<p>ขั้นที่ 4 ศึกษาและฝึกคิดเพื่อขยายความรู้เพิ่มเติม</p> <p>1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่แตกต่าง ได้แก่ แสง อากาศ อุณหภูมิ น้ำ และดินและแร่ธาตุ จากแหล่งข้อมูลที่คุณครูเตรียมให้ในโมบายล์แอปพลิเคชัน</p> <p>2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปสาระสำคัญที่ได้เรียนรู้ โดยจัดทำและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบแผนผัง</p>	<p>1. โมบายล์แอปพลิเคชัน</p> <p>2. อุปกรณ์เคลื่อนที่พกพา เช่น Tablet หรือ Smartphone</p>	<p>1. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล</p> <p>2. ทักษะการทำนายหรือพยากรณ์</p>	

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
		<p>ความคิด (Mind mapping) ลงในแอปพลิเคชัน Google Slides ในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ เพื่อให้ผู้สอนเข้าใจได้ง่าย</p> <p>3. ครูตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นที่ให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการทำนายหรือพยากรณ์ โดยให้นักเรียนแต่ละคนตอบคำถามในแอปพลิเคชัน Google Forms ในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ ซึ่งมีแนวคำถามดังนี้</p> <p>3.1 ที่บริเวณขอนแก่นมีป่าแห่งหนึ่ง พบสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ได้แก่ มดและปลวกเป็นจำนวนมาก ถ้าวันหนึ่งแก๊สออกซิเจนมีปริมาณน้อยลง นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณขอนแก่นเหล่านี้จะเป็นอย่างไร</p> <p>3.2 เด็กหญิงบ๊องเกิดการเจริญเติบโตของต้นไม้ต้นหนึ่งที่ตั้งอยู่ข้างๆ ขอนไม้เป็นเวลา 15 วัน พบว่า วันที่ 6 ต้นไม้มีความสูง 5 เซนติเมตร วันที่ 9 ต้นไม้มีความสูง 9 เซนติเมตร วันที่ 12 ต้นไม้มีความสูง 12 เซนติเมตร และวันที่ 15 ต้นไม้มีความสูง 14 เซนติเมตร อยากทราบว่าใน</p>			

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
		วันที่ 18 ^๕ นี้ไม่น่าจะมีความสูงเท่าไร			
		<p>ชั่วโมงที่ 3</p> <p>ขั้นที่ 5 ประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้</p> <p>1. นักเรียนทำแบบทดสอบเรื่องความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตบริเวณขอนไม้ในแอปพลิเคชัน Wordwall ในโมบายล์แอปพลิเคชัน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน</p> <p>2. ครูประเมินผลนักเรียนจากการทำกิจกรรมในโมบายล์แอปพลิเคชัน และสรุปความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตบริเวณขอนไม้</p>	<p>1. โมบายล์แอปพลิเคชัน</p> <p>2. อุปกรณ์เคลื่อนที่พกพา เช่น Tablet หรือ Smartphone</p>		

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตบริเวณโซดหิน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
เวลาเรียน 3 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 1.1 ป.5/1 บรรยายโครงสร้างและลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตซึ่งเป็นผลมาจากการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตในแต่ละ

แหล่งที่อยู่

ว 1.1 ป.5/2 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต เพื่อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต

ว 1.1 ป.5/3 เขียนโภชนาการและระบบบทบาทหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้ผลิตและผู้บริโภคในโซ่อาหาร

สาระการเรียนรู้

สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์มีโครงสร้างและลักษณะที่เหมาะสมในแต่ละแหล่งที่อยู่ ซึ่งเป็นผลมาจากการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้ดำรงชีวิตและอยู่รอดได้ในแต่ละแหล่งที่อยู่ เช่น ผักตบชวา มีช่องอากาศในก้านใบช่วยให้อยู่ได้ ต้นโกงกางที่ขึ้นอยู่ในป่าชายเลนมีรากค้ำจุนทำให้ลำต้นไม่ล้ม ปลามีครีบช่วยในการเคลื่อนที่ในน้ำ

ในแต่ละแหล่งที่อยู่หนึ่งๆ สิ่งมีชีวิตจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันและสัมพันธ์กับสิ่งไม่มีชีวิตเพื่อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต เช่น ความสัมพันธ์กัน ด้านการกินกันเป็นอาหาร เป็นแหล่งที่อยู่อาศัย หลบภัยและเลี้ยงดูลูกอ่อน ใช้อากาศในการหายใจ

สิ่งมีชีวิตมีการกินกันเป็นอาหารโดยกินต่อกันเป็นทอดๆ ในรูปแบบของโซ่อาหาร ทำให้สามารถระบุบทบาทหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตเป็นผู้ผลิตและผู้บริโภค

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
นักเรียนสามารถ	สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่อาศัยบริเวณเขตหินต้องมีโครงสร้างและลักษณะที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตกับบริเวณเขตหินได้	1. อธิบายโครงสร้างหรือลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตบริเวณเขตหินได้	1. ไม่ไปสแอปพลิเคชัน	1. ทักษะการสังเกต	ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต	สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่อาศัยบริเวณเขตหินต้องมีโครงสร้างและลักษณะที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตกับบริเวณเขตหินได้	2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต	2. อุปกรณ์เคลื่อนที่พกพา เช่น Tablet หรือ Smartphone		
3. สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต	สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่อาศัยบริเวณเขตหินต้องมีโครงสร้างและลักษณะที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตกับบริเวณเขตหินได้	3. สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต			

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
4. อธิบายถึงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตในรูปแบบโซ่อาหารและสายใยอาหารได้	สิ่งมีชีวิต เช่น ดิน ก้อนหิน น้ำ อากาศ สิ่งมีชีวิตทุกชนิดล้วนต้องมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โดยสิ่งมีชีวิตบริเวณใดหนึ่งหรือในแหล่งที่อยู่หนึ่งนั้น จะมี ความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตด้วยกันเอง และมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตในรูปแบบต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการดำรงชีวิต เช่น ใช้อากาศในการหายใจ ใช้ดินและหินเป็นที่อยู่อาศัยหรือเป็นแหล่ง	<p>ขั้นที่ 2 ออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคป</p> <p>1. ครูให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการทำกิจกรรมสำรวจบริเวณใต้ดินจากโมบายล์แอปพลิเคชันฯ</p> <p>2. ครูชี้แจงการทำกิจกรรมอีกครั้งและแจกอุปกรณ์การสำรวจพร้อมกล้องเอนโดสโคปให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม</p> <p>3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนและปฏิบัติตามการสำรวจบริเวณใต้ดินโดยใช้กล้องเอนโดสโคป แล้วบันทึกผลการสำรวจลงในแบบบันทึกกิจกรรมออนไลน์รายบุคคลในแอปพลิเคชัน Google Forms ในโมบายล์แอปพลิเคชันในประเด็นต่างๆ ดังนี้</p> <p>3.1 ขนาดความกว้างและความยาวของพื้นที่ที่สำรวจ</p> <p>3.2 ขนาดพื้นที่ของพื้นที่ที่สำรวจ</p> <p>3.3 ชนิดและจำนวนของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตที่พบ</p> <p>3.4 ลักษณะของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตที่พบ</p>	<p>1. อุปกรณ์การทดลองที่ใช้ในกิจกรรมสำรวจแหล่งน้ำ</p> <p>2. กล้องเอนโดสโคป</p> <p>3. โมบายล์แอปพลิเคชันฯ</p> <p>4. อุปกรณ์เคลื่อนที่พกพา เช่น Tablet หรือ Smartphone</p>	<p>1. ทักษะการสังเกต</p> <p>2. ทักษะการวัด</p> <p>3. ทักษะการจำแนกประเภท</p> <p>4. ทักษะการใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ</p> <p>5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา</p>	

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
<p>หลบภัย</p> <p>สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ต้องการพลังงานเพื่อการดำรงชีวิต และการทำกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งพลังงานนี้สิ่งมีชีวิตจะได้จากการกินอาหาร โดยในแต่ละแหล่งที่อยู่สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่รวมกันจะมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในด้าน การกินอาหาร และมีการถ่ายทอดพลังงานต่อกันเป็นทอดๆ ในรูปแบบของโซ่อาหาร</p>	<p>4. นักเรียนวาดแผนผังของบริเวณที่สำรวจ พร้อมระบุทิศและตำแหน่งของสิ่งทีพบในแอปพลิเคชัน Google Slides ในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ</p> <p>5. นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรมในแอปพลิเคชัน Google Forms ในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ ซึ่งมีคำถามดังนี้</p> <p>5.1 นักเรียนสังเกตหรือพบสิ่งใดบริเวณโหนดหินที่สำรวจบ้าง</p> <p>5.2 จากการศึกษา นักเรียนสามารถจัดกลุ่มสิ่งทีพบได้เป็นกี่กลุ่ม อะไรบ้าง และใช้เกณฑ์ใดในการจัดกลุ่ม</p> <p>5.3 สิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตมีความสัมพันธ์กันอย่างไรบ้าง</p> <p>5.4 สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีความสัมพันธ์กันอย่างไร</p> <p>5.5 สิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันมีความสัมพันธ์กันอย่างไร</p> <p>5.6 จากการทำกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร</p>				

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
		<p>ชั่วโมงที่ 2</p> <p>ขั้นที่ 3 อภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการสำรวจ</p> <p>1. นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตที่สัมพันธ์กับแหล่งที่อยู่ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม และสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตในบริเวณโซ่กิน โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาสรุปและลงความคิดเห็น ผ่านทาง Forum ในโมบายล์แอปพลิเคชัน</p> <p>2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรมจนเกิดความเข้าใจตรงกัน</p>	<p>1. โมบายล์แอปพลิเคชัน</p> <p>2. อุปกรณ์เคลื่อนที่พกพา เช่น Tablet หรือ Smartphone</p>	<p>1. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล</p>	
		<p>ขั้นที่ 4 ศึกษาและฝึกคิดเพื่อขยายความรู้เพิ่มเติม</p> <p>1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับโซ่อาหารและสายใยอาหารจากแหล่งข้อมูลที่ได้เตรียมให้ในโมบายล์แอปพลิเคชัน</p>	<p>1. โมบายล์แอปพลิเคชัน</p> <p>2. อุปกรณ์เคลื่อนที่พกพา เช่น Tablet หรือ Smartphone</p>	<p>1. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล</p> <p>2. ทักษะการทำนายหรือพยากรณ์</p>	

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
		<p>2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปสาระสำคัญที่ได้เรียนรู้ โดยจัดกระทำและนำเสนอใช้อาหารในระบบนิเวศที่กำหนดให้ผ่านแอปพลิเคชัน Google Slides ลงในโมบายแอปพลิเคชันฯ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย</p> <p>3. ครูตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นที่ให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการทำงานหรือพยากรณ์ โดยให้นักเรียนแต่ละคนตอบคำถามในแอปพลิเคชัน Google Forms ในโมบายแอปพลิเคชันฯ ซึ่งมีแนวคำถามดังนี้</p> <p>3.1 ไปไม่ → หนอน → นก → งู</p> <p>จากโซ่อาหารข้างต้น ถ้านกมีจำนวนน้อยลง นักเรียนคิดว่า จะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอื่นในโซ่อาหารนี้อย่างไร</p> <p>3.2 เด็กชายซี ทำการสำรวจและนับจำนวนด้วงที่บริเวณโหนดินแห่งหนึ่ง พบว่าเมื่อเขาสังเกตด้วงในพื้นที่ 30 ตารางเซนติเมตร พบด้วงจำนวน 8 ตัว เมื่อเขาสังเกตด้วงในพื้นที่ 50 ตารางเซนติเมตร พบด้วงจำนวน 16 ตัว เมื่อเขาสังเกตด้วงในพื้นที่ 70 ตารางเซนติเมตร พบด้วงจำนวน</p>			

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
		24 ตัว เมื่อเขาลำเลียงตัวในพื้นที 90 ตารางเซนติเมตร พบตัวจำนวน 32 ตัว อยากทราบว่าในพื้นที่ 80 ตารางเซนติเมตร เด็กชายชิน่าจะพบตัวจำนวนกี่ตัว			
		<p>ชั่วโมงที่ 3</p> <p>ขั้นที่ 5 ประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้</p> <p>1. นักเรียนทำแบบทดสอบเรื่องความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตบริเวณโซ่หินในแอปพลิเคชัน Wordwall ในโมบายล์แอปพลิเคชันเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน</p> <p>2. ครูประเมินผลนักเรียนจากการทำกิจกรรมในโมบายล์แอปพลิเคชัน และสรุปความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตบริเวณโซ่หิน</p>	<p>1. โมบายล์แอปพลิเคชัน</p> <p>2. อุปกรณ์เคลื่อนที่พกพา เช่น Tablet หรือ Smartphone</p>		

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
เวลาเรียน 3 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตบริเวณพุ่มไม้

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 1.1 ป.5/1 บรรยายโครงสร้างและลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตซึ่งเป็นผลมาจากการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตในแต่ละ

แหล่งที่อยู่

ว 1.1 ป.5/2 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต เพื่อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต

ว 1.1 ป.5/4 ตระหนักในคุณค่าของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต โดยมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม

สาระการเรียนรู้

สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์มีโครงสร้างและลักษณะที่เหมาะสมในแต่ละแหล่งที่อยู่ ซึ่งเป็นผลมาจากการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้ดำรงชีวิตและอยู่รอดได้ในแต่ละแหล่งที่อยู่ เช่น ผักตบชวา มีช่องอากาศในก้านใบช่วยให้อยู่ในน้ำได้ ต้นโกงกางที่ขึ้นอยู่ในป่าชายเลนมีรากค้ำจุนทำให้ลำต้นไม่ล้ม ปาล์มศรีช่วยในการเคลื่อนที่ในน้ำ

ในแหล่งที่อยู่หนึ่งๆ สิ่งมีชีวิตจะมีความสัมพันธ์ ซึ่งกันและกันและสัมพันธ์กับสิ่งไม่มีชีวิตเพื่อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต เช่น ความสัมพันธ์กัน ด้านการกินกันเป็นอาหาร เป็นแหล่งที่อยู่อาศัย หลบภัยและเลี้ยงดูลูกอ่อน ใช้อากาศในการหายใจ

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
<p>นักเรียนสามารถ</p> <p>1. อธิบายโครงสร้างหรือลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตบริเวณพื้นที่ได้</p> <p>2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งมีชีวิตและสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตบริเวณพื้นที่</p> <p>3. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต</p>	<p>สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่อาศัยบริเวณพื้นที่ต้องมีโครงสร้างและลักษณะที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตกับบริเวณพื้นที่ ซึ่งเป็นผลมาจากการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้สามารถอาศัยอยู่หาอาหาร และดำรงชีวิตอยู่รอดได้ในบริเวณพื้นที่</p> <p>สิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรามีทั้งสิ่งมีชีวิต เช่น ต้นไม้ นก แมลง ดอกไม้ คน และสิ่งไม่มีชีวิต เช่น ดิน</p>	<p>ชั่วโมงที่ 1</p> <p>ขั้นที่ 1 ขวนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ</p> <p>1. ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนเรื่องความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตบริเวณพื้นที่</p> <p>2. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยคลิปวิดีโอจาก Youtube เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตบริเวณพื้นที่จากโมบายล์แอปพลิเคชันฯ แล้วตั้งประเด็นคำถามจากคลิปวิดีโอ ดังนี้</p> <p>2.1 จากคลิปวิดีโอ นักเรียนสังเกตเห็นสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตอะไรบ้าง</p> <p>2.2 หากเราลองสำรวจบริเวณพื้นที่โรงเรียนของเรา นักเรียนคิดว่าจะมีสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตเหมือนในคลิปวิดีโอหรือไม่ อย่างไร และนักเรียนคิดว่าจะพบอะไรบ้าง</p> <p>3. นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามโดยโพลคำตอบลงในแอปพลิเคชัน Padlet ในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ</p>	<p>1. โมบายล์แอปพลิเคชันฯ</p> <p>2. อุปกรณ์เคลื่อนที่พกพา เช่น Tablet หรือ Smartphone</p>	<p>1. ทักษะการสังเกต</p>	<p>ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</p>

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
4. อธิบายการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมได้ 5. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	ก่อนหิวนำอากาศซึ่ง สิ่งมีชีวิตทุกชนิดล้วน ต้องมีความสัมพันธ์กับ สิ่งแวดล้อม โดย สิ่งมีชีวิตบริเวณเขตกิน หรืออินทรีย์ที่อยู่ใน หนึ่ง ๆ นั้น จะมี ความสัมพันธ์กับ สิ่งมีชีวิตด้วยกันเอง และมีความสัมพันธ์กับ สิ่งมีชีวิตในรูปแบบ ต่างๆ เพื่อประโยชน์ใน การดำรงชีวิต เช่น ใช้ อากาศในการหายใจ ใช้ดินและหินเป็นที่อยู่ อาศัยหรือเป็นแหล่ง หลบภัย	<p>ขั้นที่ 2 ออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคป</p> <p>1. ครูให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการทำกิจกรรมสำรวจบริเวณพุ่มไม้จากโมบายล์แอปพลิเคชันฯ</p> <p>2. ครูชี้แจงการทำกิจกรรมอีกครั้งและแจกอุปกรณ์การสำรวจพร้อมกล้องเอนโดสโคปให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม</p> <p>3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนและปฏิบัติตามการสำรวจบริเวณพุ่มไม้โดยใช้กล้องเอนโดสโคป แล้วบันทึกผลการสำรวจลงในแบบบันทึกกิจกรรมออนไลน์รายบุคคลในแอปพลิเคชัน Google Forms ในโมบายล์แอปพลิเคชันในประเด็นต่างๆ ดังนี้</p> <p>3.1 ขนาดความกว้างและความยาวของพื้นที่ที่สำรวจ</p> <p>3.2 ขนาดพื้นที่ของพื้นที่ที่สำรวจ</p> <p>3.3 ชนิดและจำนวนของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตที่พบ</p> <p>3.4 ลักษณะของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตที่พบ</p> <p>4. นักเรียนวาดแผนผังของบริเวณที่สำรวจ พร้อมระบุพืช</p>	<p>1. อุปกรณ์การทดลองที่ใช้ในกิจกรรมสำรวจแหล่งน้ำ</p> <p>2. กล้องเอนโดสโคป</p> <p>3. โมบายล์แอปพลิเคชันฯ</p> <p>4. อุปกรณ์เคลื่อนที่พกพา เช่น Tablet หรือ Smartphone</p>	<p>1. ทักษะการสังเกต</p> <p>2. ทักษะการวัด</p> <p>3. ทักษะการจำแนกประเภท</p> <p>4. ทักษะการใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ</p> <p>5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา</p>	

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
	<p>สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่อาศัยบริเวณโหนดินต้องมีโครงสร้างและลักษณะที่เหมือนกัน</p> <p>การดำรงชีวิตกับบริเวณโหนดิน ซึ่งเป็นผลมาจากการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้สามารถอาศัยอยู่หาอาหาร และดำรงชีวิตอยู่รอดได้ในบริเวณโหนดิน</p> <p>สิ่งแวดล้อมต่างๆที่อยู่รอบตัวเรามีทั้งสิ่งมีชีวิต เช่น ต้นไม้ นก</p>	<p>และตำแหน่งของสิ่งมีชีวิตในแอปพลิเคชัน Google Slides ในโมบายล์แอปพลิเคชัน</p> <p>5. นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรมในแอปพลิเคชัน Google Forms ในโมบายล์แอปพลิเคชัน ซึ่งมีคำถามดังนี้</p> <p>5.1 นักเรียนสังเกตหรือพบสิ่งใดบริเวณพุ่มไม้ที่สำรวจบ้าง</p> <p>5.2 จากการสำรวจ นักเรียนสามารถจัดกลุ่มสิ่งมีชีวิตเป็นกลุ่มอะไรบ้าง และใช้เกณฑ์ใดในการจัดกลุ่ม</p> <p>5.3 สิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตมีความสัมพันธ์กันอย่างไรบ้าง</p> <p>5.4 สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีความสัมพันธ์กันอย่างไร</p> <p>5.5 สิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันมีความสัมพันธ์กันอย่างไร</p> <p>5.6 จากการทำกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร</p>			

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
	<p>แมลง ดอกไม้ คน และสิ่งไม่มีชีวิต เช่น ดิน ก้อนหิน น้ำ อากาศ ซึ่งสิ่งมีชีวิตทุกชนิดล้วนต้องมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โดยสิ่งมีชีวิตบริเวณไฮเดรียนหรือในแหล่งที่อยู่หนึ่ง ๆ นั้น จะมีความสัมพันธ์กับ</p>	<p>ชั่วโมงที่ 2</p> <p>ขั้นที่ 3 อภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการสำรวจ</p> <p>1. นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตที่สัมพันธ์กับแหล่งที่อยู่ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม และสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตในบริเวณพุ่มไม้ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาสรุปและลงความคิดเห็น ผ่านทาง Forum ในโมบิลแอปพลิเคชัน</p> <p>2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรมจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน</p>	<p>1. โมบิลแอปพลิเคชัน</p> <p>2. อุปกรณ์เคลื่อนที่พกพา เช่น Tablet หรือ Smartphone</p>	<p>1. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล</p>	
			<p>1. โมบิลแอปพลิเคชัน</p> <p>2. อุปกรณ์เคลื่อนที่พกพา เช่น Tablet หรือ Smartphone</p>	<p>1. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล</p> <p>2. ทักษะการทำนายหรือพยากรณ์</p>	
	<p>สิ่งมีชีวิตด้วยกันเอง และมีความสัมพันธ์กับสิ่งไม่มีชีวิตในรูปแบบต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการดำรงชีวิต เช่น ใช้อากาศในการหายใจใช้ดินและหินเป็นที่อยู่</p>	<p>ขั้นที่ 4 ศึกษาและฝึกคิดเพื่อขยายความรู้เพิ่มเติม</p> <p>1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสำคัญของสองแควต่อมาจากแหล่งข้อมูลที่ได้เตรียมไว้ในโมบิลแอปพลิเคชัน</p> <p>2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปสาระสำคัญที่ได้เรียนรู้ โดยจัดกระทำและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบแผนผังความคิด (Mind mapping) ลงในแอปพลิเคชัน Google</p>	<p>1. โมบิลแอปพลิเคชัน</p> <p>2. อุปกรณ์เคลื่อนที่พกพา เช่น Tablet หรือ Smartphone</p>	<p>1. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล</p> <p>2. ทักษะการทำนายหรือพยากรณ์</p>	
			<p>1. โมบิลแอปพลิเคชัน</p> <p>2. อุปกรณ์เคลื่อนที่พกพา เช่น Tablet หรือ Smartphone</p>	<p>1. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล</p> <p>2. ทักษะการทำนายหรือพยากรณ์</p>	

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
	<p>อาศัยหรือเป็นแหล่งหลบภัย</p> <p>สิ่งมีชีวิตต่างๆ ต้องการพลังงานเพื่อการดำรงชีวิต และการทำกิจกรรมต่างๆ ซึ่งพลังงานนี้สิ่งมีชีวิตจะได้รับจากการกินอาหาร</p> <p>โดยในแต่ละแหล่งที่อยู่สิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่อาศัยอยู่รวมกันจะมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในด้าน การกินอาหาร และมีการถ่ายทอดพลังงานต่อกันเป็นทอดๆ ในรูปแบบของ</p>	<p>Slides ในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ เพื่อให้ผู้สนใจได้โดยง่าย</p> <p>3. ครูตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นที่ให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการทำงานหรือพยากรณ์ โดยให้นักเรียนแต่ละคนตอบคำถามในแอปพลิเคชัน Google Forms ในโมบายล์แอปพลิเคชันฯ ซึ่งมีแนวคำถามดังนี้</p> <p>3.1 นักวิทยาศาสตร์ท่านหนึ่งทำการสำรวจและศึกษาหนอนบริเวณพุ่มไม้แห่งหนึ่ง พบว่าหนอน 3 ตัว กินใบไม้วันละ 35 กรัม หนอน 5 ตัว กินใบไม้วันละ 45 กรัม หนอน 7 ตัว กินใบไม้วันละ 55 กรัม และหนอน 9 ตัว กินใบไม้วันละ 65 กรัม อยากทราบว่าถ้ามีหนอน 8 ตัว น่าจะต้องการใบไม้เป็นอาหารวันละกี่กรัม</p>			

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ทักษะที่พัฒนา	การประเมินการเรียนรู้
	โภชนาการ	<p>ชั่วโมงที่ 3</p> <p>ขั้นที่ 5 ประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้</p> <p>1. นักเรียนทำแบบทดสอบเรื่องความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตบริเวณพุ่มไม้ในแอปพลิเคชัน Wordwall ในแอปพลิเคชันเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน</p> <p>2. ครูประเมินผลนักเรียนจากการทำกิจกรรมในแอปพลิเคชัน และสรุปความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตบริเวณพุ่มไม้</p>	<p>1. โน้ตบุ๊กแอปพลิเคชัน</p> <p>2. อุปกรณ์เคลื่อนที่พกพา เช่น Tablet หรือ Smartphone</p>		

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

(ปรับปรุงจากเกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562 และ Duruk et al., 2017)

คำชี้แจง

1. เกณฑ์การประเมินนี้เป็นเกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยผู้สอน
2. เกณฑ์การแปลผลคะแนนมี 3 ระดับ ดังนี้

ค่าเฉลี่ยระหว่าง	2.51 – 3.00	หมายถึง	อยู่ในระดับดี
ค่าเฉลี่ยระหว่าง	1.51 – 2.50	หมายถึง	อยู่ในระดับพอใช้
ค่าเฉลี่ยระหว่าง	1.00 – 1.50	หมายถึง	อยู่ในระดับควรปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	คำอธิบาย
1. การสังเกต	สามารถใช้อวัยวะรับสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และกายสัมผัส เพื่อเก็บข้อมูลรายละเอียดของ สิ่งนั้นๆ โดยไม่ใส่เอาความรู้สึกนึกคิดหรือประสบการณ์เดิมของผู้ สังเกตลงไป
2. การวัด	สามารถเลือกใช้เครื่องมือวัดปริมาณต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม รวมถึง สามารถหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่าง ถูกต้อง พร้อมระบุหน่วยของการวัด
3. การจำแนกประเภท	สามารถเปรียบเทียบ แยกแยะ จำแนกประเภท จัดพวกหรือจัดกลุ่ม สิ่งต่างๆ เรียงลำดับวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่างๆ โดยใช้ ข้อมูลพื้นฐานจากสมบัติของสิ่งที่ศึกษาเป็นเกณฑ์ ซึ่งอาจจะเป็น ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่กำลัง ศึกษา
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา	สามารถหาความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันระหว่างพื้นที่ที่วัตถุต่างๆ ครอบครอง ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติและรูปทรง 3 มิติ และความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับวัตถุอีกชนิด หนึ่ง หรือสามารถหาความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันระหว่างพื้นที่ที่วัตถุ ครอบครองเมื่อเวลาผ่านไป ได้แก่ การแสดงทิศทางหรือตำแหน่งที่ อยู่ของวัตถุในเวลาต่างๆ กัน

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	คำอธิบาย
5. การใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ	สามารถนับจำนวนของวัตถุหรือเหตุการณ์และนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยใช้การบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย หรือวิธีการคำนวณอื่นๆ
6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำใหม่ให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมายหรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้นเพื่อนำเสนอให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นได้ดีขึ้น เช่น การหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ โดยอาจแสดงในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ แผนผัง วงจร กราฟ สมการ การเขียน และการบรรยาย
7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	สามารถคาดเดาอย่างมีหลักการ เพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมช่วยในการแสดงความคิดเห็นนั้นๆ
8. การทำนายหรือการพยากรณ์	สามารถทำนาย สรุปผลลัพธ์หรือคำตอบลงหนา โดยอาศัยหลักฐานจากข้อมูล ขอเท็จจริงหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นๆ กัน หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้ว

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
		ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
1. การสังเกต	การบรรยายรายละเอียดโดยใช้ประสาทสัมผัสเกี่ยวกับรายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของสิ่งมีชีวิตและสิ่งมีชีวิตและสิ่งมีชีวิตที่พบจากคลิปลิขิตวิดีโอและการสำรวจโดยใช้กล้องเอนโดสโคป	สามารถบรรยายรายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของสิ่งมีชีวิตและสิ่งมีชีวิตที่พบจากคลิปลิขิตวิดีโอและการสำรวจโดยใช้กล้องเอนโดสโคปได้ด้วยตนเอง โดยไม่เพิ่มเติมความคิดเห็น	สามารถบรรยายรายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของสิ่งมีชีวิตและสิ่งมีชีวิตที่พบจากคลิปลิขิตวิดีโอและการสำรวจโดยใช้กล้องเอนโดสโคปได้จากการชี้แนะของครูหรือผู้อื่น หรือมีการเพิ่มเติมความคิดเห็น	สามารถบรรยายรายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของสิ่งมีชีวิตและสิ่งมีชีวิตที่พบจากคลิปลิขิตวิดีโอและการสำรวจโดยใช้กล้องเอนโดสโคปได้เพียงบางลักษณะ แม้ว่าจะได้รับคำชี้แนะจากครูหรือผู้อื่น
2. การวัด	การใช้อุปกรณ์การวัดความกว้างและความยาวของพื้นที่ที่สำรวจ การอ่านค่าและการระบุหน่วยความกว้างและความยาวที่ได้จาก การวัดพื้นที่ที่สำรวจ	สามารถใช้อุปกรณ์วัดความกว้างและความยาวของพื้นที่ที่สำรวจ อ่านค่าและระบุหน่วยความกว้างและความยาวของพื้นที่ที่สำรวจได้อย่างถูกต้องด้วยตนเอง	สามารถใช้อุปกรณ์วัดความกว้างและความยาวของพื้นที่ที่สำรวจ อ่านค่าและระบุหน่วยความกว้างและความยาวของพื้นที่ที่สำรวจได้อย่างถูกต้องจากการชี้แนะของครูหรือผู้อื่น	สามารถใช้อุปกรณ์วัดความกว้างและความยาวของพื้นที่ที่สำรวจ อ่านค่าและระบุหน่วยความกว้างและความยาวของพื้นที่ที่สำรวจได้ถูกต้องเพียงบางส่วน แม้ว่าจะได้รับคำชี้แนะจากครูหรือผู้อื่น

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
		ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
3. การจำแนกประเภท	การจัดประเภทของสิ่งมีชีวิตจากการสำรวจออกเป็นสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต และการจำแนกประเภทของสิ่งมีชีวิตโดยใช้เกณฑ์ต่างๆ เช่น จำแนกโดยใช้การมีกระดูกสันหลังเป็นเกณฑ์ออกเป็นกลุ่มสัตว์มีกระดูกสันหลังและกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง หรือจำแนกโดยใช้ลักษณะเฉพาะที่สังเกตได้เป็นเกณฑ์ออกเป็นกลุ่มปลา กลุ่มสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก กลุ่มสัตว์เลื้อยคลาน กลุ่มนก และกลุ่มสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม	สามารถจัดประเภทของสิ่งมีชีวิตจากการสำรวจออกเป็นสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตได้ และสามารถจำแนกประเภทของสิ่งมีชีวิตโดยใช้เกณฑ์ต่างๆ ได้ เช่น จำแนกโดยใช้การมีกระดูกสันหลังเป็นเกณฑ์ออกเป็นกลุ่มสัตว์มีกระดูกสันหลังและกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง หรือจำแนกโดยใช้ลักษณะเฉพาะที่สังเกตได้เป็นกลุ่มปลา กลุ่มสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก กลุ่มสัตว์เลื้อยคลาน กลุ่มนก และกลุ่มสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมได้อย่างถูกต้องตามเกณฑ์ที่กำหนดได้ด้วยตนเอง	สามารถจัดประเภทของสิ่งมีชีวิตจากการสำรวจออกเป็นสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตได้ และสามารถจำแนกประเภทของสิ่งมีชีวิตโดยใช้เกณฑ์ต่างๆ ได้ เช่น จำแนกโดยใช้การมีกระดูกสันหลังเป็นเกณฑ์ออกเป็นกลุ่มสัตว์มีกระดูกสันหลังและกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง หรือจำแนกโดยใช้ลักษณะเฉพาะที่สังเกตได้เป็นกลุ่มปลา กลุ่มสัตว์เลื้อยคลาน กลุ่มนก และกลุ่มสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมได้	สามารถจัดประเภทของสิ่งมีชีวิตจากการสำรวจออกเป็นสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตได้ และสามารถจำแนกประเภทของสิ่งมีชีวิตโดยใช้เกณฑ์ต่างๆ ได้ เช่น จำแนกโดยใช้การมีกระดูกสันหลังเป็นเกณฑ์ออกเป็นกลุ่มสัตว์มีกระดูกสันหลังและกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง หรือจำแนกโดยใช้ลักษณะเฉพาะที่สังเกตได้เป็นกลุ่มปลา กลุ่มสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก กลุ่มสัตว์เลื้อยคลาน กลุ่มนก และกลุ่มสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมได้

อย่างถูกต้องบางส่วน แม้จะได้รับคำชี้แนะจากครูหรือผู้อื่น

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
		ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	การบอกตำแหน่งหรือทิศทางของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตใดๆ หรือบอกทิศทางที่สัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตหรือสิ่งไม่มีชีวิตหนึ่งกับสิ่งมีชีวิตหรือสิ่งไม่มีชีวิตหนึ่งในบริเวณที่สำรวจ	สามารถระบุตำแหน่งหรือทิศทางของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตใดๆ หรือทิศทางที่สัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตหรือสิ่งไม่มีชีวิตหนึ่งกับสิ่งไม่มีชีวิตหรือสิ่งไม่มีชีวิตหนึ่งในบริเวณที่สำรวจได้ <u>ด้วยตนเอง</u>	สามารถระบุตำแหน่งหรือทิศทางของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตใดๆ หรือทิศทางที่สัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตหรือสิ่งไม่มีชีวิตหนึ่งกับสิ่งไม่มีชีวิตหรือสิ่งไม่มีชีวิตหนึ่งในบริเวณที่สำรวจได้ <u>อย่างถูกต้องจากการ์ตูนหรือสื่ออื่น</u>	สามารถระบุตำแหน่งหรือทิศทางของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตใดๆ หรือระบุทิศทางที่สัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตหรือสิ่งไม่มีชีวิตหนึ่งกับสิ่งไม่มีชีวิตหรือสิ่งไม่มีชีวิตหนึ่งในบริเวณที่สำรวจได้ <u>แต่ไม่สมบูรณ์ แม้ว่าจะได้รับคำชี้แนะจากครูหรือผู้อื่น</u>
5. การใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ	การคำนวณหาพื้นที่ และคำนวณหาร้อยละของสิ่งมีชีวิตที่พบในบริเวณที่สำรวจ	สามารถคำนวณหาพื้นที่ และคำนวณหาร้อยละของสิ่งมีชีวิตที่พบในบริเวณที่สำรวจได้ <u>อย่างถูกต้องทั้งหมด ด้วยตนเอง</u>	สามารถคำนวณหาพื้นที่ และคำนวณหาร้อยละของสิ่งมีชีวิตที่พบในบริเวณที่สำรวจได้ <u>ถูกต้องทั้งหมดจากการชี้แนะของครูหรือผู้อื่น</u>	สามารถคำนวณหาพื้นที่ และคำนวณหาร้อยละของสิ่งมีชีวิตที่พบในบริเวณที่สำรวจได้ <u>ถูกต้องเพียงบางส่วน แม้ว่าจะได้รับคำชี้แนะจากครูหรือผู้อื่น</u>

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
		ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	การนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลที่ครูกำหนดให้มาออกแบบการนำเสนอข้อมูลรูปแบบต่างๆ เช่น แผนภาพ แผนภูมิ แผนผัง หรือการเขียนบรรยายข้อมูล โดยให้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทีครูกำหนดให้ และสื่อให้ผู้สนใจได้ช่วยตนเอง	สามารถออกแบบการนำเสนอข้อมูลรูปแบบต่างๆ เช่น แผนภาพ แผนภูมิ แผนผังความคิด ตาราง หรือการเขียนบรรยายข้อมูล โดยใช้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทีครูกำหนดให้ และสื่อให้ผู้สนใจได้ช่วยตนเอง	สามารถออกแบบการนำเสนอข้อมูลรูปแบบต่างๆ เช่น แผนภาพ แผนภูมิ แผนผังความคิด ตาราง หรือการเขียนบรรยายข้อมูล โดยใช้ข้อมูลทีครูกำหนดให้ และสื่อให้ผู้สนใจได้	สามารถออกแบบการนำเสนอข้อมูลรูปแบบต่างๆ เช่น แผนภาพ แผนภูมิ แผนผังความคิด ตาราง หรือการเขียนบรรยายข้อมูล โดยใช้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทีครูกำหนดให้ และสื่อให้ผู้สนใจได้ <u>เพียงบางส่วน แม้ว่าจะได้รับคำชี้แนะจากครูหรือผู้อื่น</u>

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
		ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
7. การลงความ คิดเห็นจากข้อมูล	สรุปข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและรวบรวมข้อมูลลงในโมโนใบสแอมป์ พลีเคชั่นว่าโครงสร้างและลักษณะใดของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตในแหล่งที่อยู่และเหมาะสมอย่างไร รวมทั้งสรุปข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในด้านต่างๆ ในแต่ละแหล่งที่อยู่	สามารถสรุปข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและรวบรวมข้อมูลลงในโมโนใบสแอมป์พลีเคชั่นว่าโครงสร้างและลักษณะใดของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตในแหล่งที่อยู่และเหมาะสมอย่างไร รวมทั้งสรุปข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิต และความสัมพัธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต ในแต่ละแหล่งที่อยู่ได้อย่างถูกต้องจากกาการชี้แนะของครูหรือผู้อื่น	สามารถสรุปข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและรวบรวมข้อมูลลงในโมโนใบสแอมป์พลีเคชั่นว่าโครงสร้างและลักษณะใดของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตในแหล่งที่อยู่และเหมาะสมอย่างไร รวมทั้งสรุปข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิต และความสัมพัธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต ในแต่ละแหล่งที่อยู่ได้อย่างถูกต้องจากกาการชี้แนะของครูหรือผู้อื่น	สามารถสรุปข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและรวบรวมข้อมูลลงในโมโนใบสแอมป์พลีเคชั่นว่าโครงสร้างและลักษณะใดของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตในแหล่งที่อยู่และเหมาะสมอย่างไร รวมทั้งสรุปข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต และความสัมพัธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต ในแต่ละแหล่งที่อยู่ได้อย่างถูกต้องจากกาการชี้แนะของครูหรือผู้อื่น

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
		ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
8. การทำนายหรือการพยากรณ์	การพยากรณ์ เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิต เช่น จำนวนของสิ่งมีชีวิต ปริมาณอาหารที่ต้องการในแต่ละวัน น้ำหนักของน้ำหนักของสิ่งมีชีวิต และอื่นๆ จากข้อมูลที่กำหนดให้ในโมเดลแอปพลิเคชัน	สามารถพยากรณ์ เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิต เช่น จำนวนของสิ่งมีชีวิต ปริมาณอาหารที่ต้องการในแต่ละวัน น้ำหนักของน้ำหนักของสิ่งมีชีวิต และอื่นๆ โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากข้อมูลที่ได้จากข้อมูลด้วยตนเอง	สามารถพยากรณ์ เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิต เช่น จำนวนของสิ่งมีชีวิต ปริมาณอาหารที่ต้องการในแต่ละวัน น้ำหนักของสิ่งมีชีวิต และอื่นๆ โดยอาศัยข้อมูลที่กำหนดให้ในโมเดลแอปพลิเคชัน <u>ได้อย่างสมเหตุสมผลโดยอาศัยการชี้แนะของครูหรือผู้อื่น</u>	สามารถพยากรณ์ เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิต เช่น จำนวนของสิ่งมีชีวิต ปริมาณอาหารที่ต้องการในแต่ละวัน น้ำหนักของสิ่งมีชีวิต และอื่นๆ โดยอาศัยข้อมูลที่กำหนดให้ในโมเดลแอปพลิเคชัน <u>ได้อย่างไม่สมเหตุสมผล แม้จะได้รับคำชี้แนะจากครูหรือผู้อื่น</u>



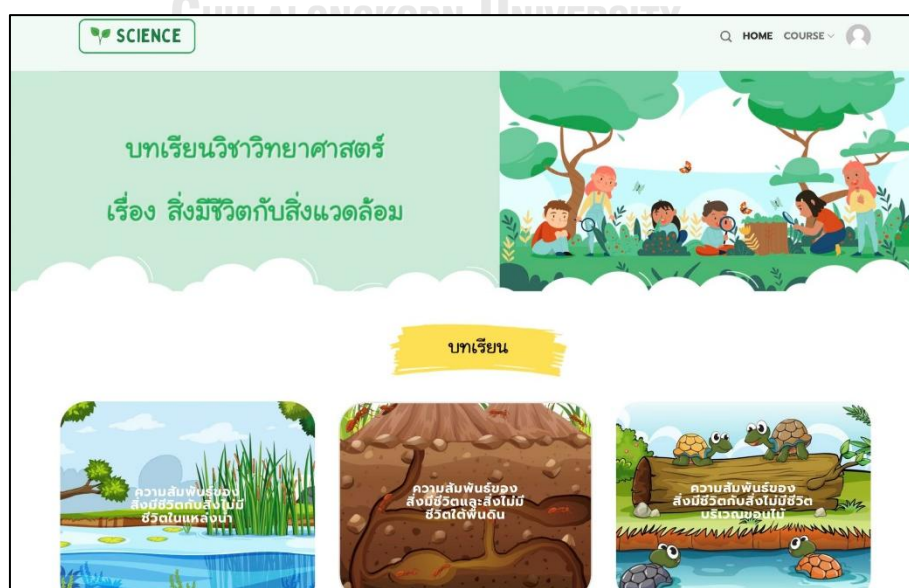
ภาคผนวก ค

ตัวอย่างโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ

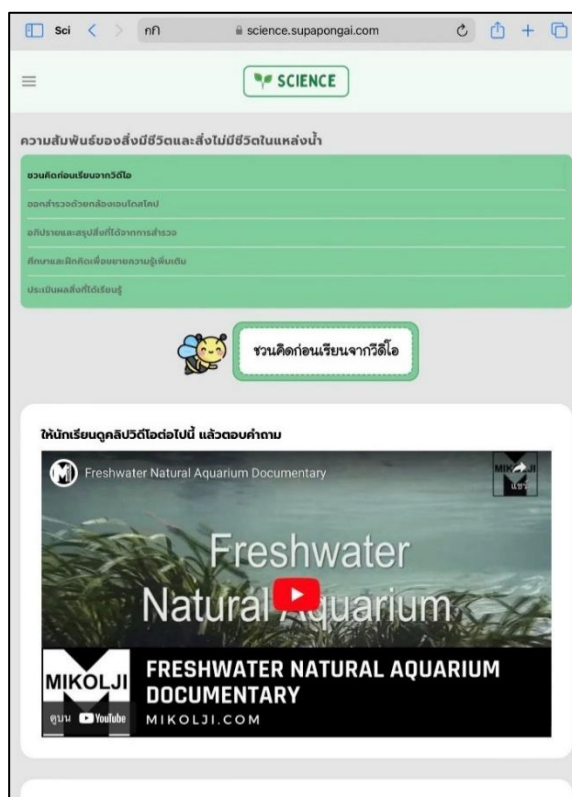
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพตัวอย่างโมบายล์แอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกล้องเอนโดสโคปฯ

หน้าหลักโมบายล์แอปพลิเคชันฯ เมื่อแสดงผลในแนวตั้งและแนวนอน



หน้ากิจกรรมชวนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอในโมไบล์แอปพลิเคชันฯ



2. สํารวจสัณนิเวศและสิ่งมีชีวิตในสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์
ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

- บันทึกผลการสำรวจ พร้อมทั้งวาดแผนผังระบุทิศทางและตำแหน่งของสิ่งที่พบลงในแบบบันทึกผล
- ตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผล

แบบบันทึกกิจกรรม

บทเขียนเรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในแหล่งน้ำ

ชื่อที่ใช้ Google เพื่อบันทึกการแก้ไข ดูข้อมูลเพิ่มเติม

* ระบุว่าเป็นคำถามที่จำเป็น

ชื่อ-นามสกุล *

คำตอบของคุณ

เลขที่ *

คำตอบของคุณ

ถัดไป หน้า 1 จาก 2 ล้างแบบฟอร์ม

ห้ามส่งฟรีผ่าน Google โฟร์ม

เนื้อหาไม่ได้ถูกสร้างขึ้นหรือรับรองโดย Google รวมรายการละเมิด - ข้อกำหนดการใช้งานให้ดีกว่า - นโยบายความเป็นส่วนตัว

Google โฟร์ม

7. วาดแผนผังบริเวณที่สำรวจ พร้อมระบุทิศทางและตำแหน่งของสิ่งที่พบโดยให้นักเรียนวาดแนบหลังลงในสไลด์เลขที่ของตนเอง

SCIENCE

บันทึกผล

4. สิ่งมีชีวิตที่พบ *
(ตัวอย่าง : 1. ก้อนหิน)

คำตอบของคุณ _____

5. ลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่พบ *
(ตัวอย่าง : 1) ปลา มีสีส้ม ขนาดเล็ก
2) ปูตัวใหญ่ มีดอกสีชมพู)

คำตอบของคุณ _____

6. ลักษณะของสิ่งไม่มีชีวิตที่พบ *
(ตัวอย่าง : 1) ก้อนหิน มีลักษณะเป็นก้อนกลม มีสีน้ำตาลออกเทา)

คำตอบของคุณ _____

กลับ

ส่ง

หน้า 2 จาก 2

ล้างแบบฟอร์ม

ห้ามส่งรหัสผ่านใน Google ฟอร์ม

เนื้อหาไม่ได้ถูกสร้างขึ้นหรือรับรองโดย Google หน่วยงานการละเมิด - ติดต่อหน่วยในมหาวิทยาลัยวิทยา - นโยบายความเป็นส่วนตัว

SCIENCE

7. วาดแผนผังบริเวณที่สำรวจ พร้อมระบุทิศทางและตำแหน่งของสิ่งทีพบโดยให้นักเรียนวาดแผนผังลงในสไลด์โดยที่ตนเอง

แผนผังบริเวณที่สำรวจแหล่งน้ำ

ไฟล์ แก้ไข ดู แพรก รูปแบบ สไลด์ ...จัด

ภาพสไลด์ + -

เข้าสู่ระบบ

1 2 3 4 5

ทิศทาง

ปลา ปลาบู่ ปลา

แมลงปลา

ปลา
อยู่ข้างสะพานวัดหนองมะเกลือ
ของโรงเรียนวัดหนองมะเกลือ
อยู่ข้างสะพานวัดหนองมะเกลือ
วัดหนองมะเกลือ 10

คลิกเพื่อเพิ่มบันทึกของผู้บรรยาย

คำถามท้ายกิจกรรม

SCIENCE

คำถามท้ายกิจกรรม

คำถามท้ายกิจกรรม

บทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในแหล่งน้ำ

ลงชื่อเข้าใช้ Google เพื่อบันทึกการแก้ไข ดูข้อมูลเพิ่มเติม

* กรุณาเป็นคำถามที่จำเป็น

ชื่อ-นามสกุล *

คำตอบของคุณ

เลขที่ *

คำตอบของคุณ

ถัดไป

ล้างแบบฟอร์ม

ห้ามส่งคำถามใน Google ฟอรัม

เนื้อหาที่มีได้ถูกสร้างขึ้นหรือรับรองโดย Google ภายนอกในการให้บริการ - นโยบายความเป็นส่วนตัว

Google ฟอรัม

SCIENCE

คำถามท้ายกิจกรรม

คำตอบของคุณ

4. สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน มีความสัมพันธ์กันอย่างไร *

คำตอบของคุณ

5. สิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน มีความสัมพันธ์กันอย่างไร *

คำตอบของคุณ

6. จากการทำกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร *

คำตอบของคุณ

กลับ ส่ง ล้างแบบฟอร์ม

ผ่านสกรีนพัฒนาโดย Google ฟอรัม

เนื้อหาที่ได้ถูกสร้างด้วยเครื่องมือของ Google

Google ฟอรัม

หน้ากิจกรรมอภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการสำรวจในโมไบล์แอปพลิเคชันฯ

Sci < > กฟ science.supapongai.com

SCIENCE

ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในแหล่งน้ำ

ช่วยคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ

ออกสำรวจด้วยกล้องแอปมือถือ

อภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการสำรวจ

ศึกษานะมีมิตรเพื่อขยายความรู้เพิ่มเติม

ประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้

อภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการสำรวจ

อภิปรายผล สรุปผล

หน้าอภิปรายผล

Home > Forums > อภิปรายผลครั้งที่ 1 > อภิปรายผลครั้งที่ 1

Favorite | Subscribe
Tagged: บทที่ 1

This topic has 3 replies, 4 votes, and was last updated 2 months, 3 days ago by 11 years ago.

Showing 4 posts - 1 through 4 of 4 total

Author	Posts
 Keymaster	December 1, 2022 at 3:15 pm REPLY #218 ได้มีการรับชมและอภิปรายผลถึงโครงงานเรื่องสิ่งมีชีวิตที่สืบพันธุ์กับเซลล์น้ำ
 Participant	January 14, 2023 at 6:14 am REPLY #364 ปลา มีการปรับตัว มีพฤติกรรมที่ต่างออกไป เมื่ออยู่ในน้ำคือ มีการปรับตัวให้สามารถว่ายน้ำได้
 Participant	January 14, 2023 at 6:19 am REPLY #365 ปลา มีการปรับตัวให้สามารถว่ายน้ำได้ เมื่ออยู่ในน้ำคือ มีการปรับตัวให้สามารถว่ายน้ำได้
 Participant	January 14, 2023 at 6:19 am REPLY #366 ปลา มีการปรับตัวให้สามารถว่ายน้ำได้ เมื่ออยู่ในน้ำคือ มีการปรับตัวให้สามารถว่ายน้ำได้

Participant

January 14, 2023 at 6:19 am
REPLY #365

Participant

ปลา มีการปรับตัวให้สามารถว่ายน้ำได้ เมื่ออยู่ในน้ำคือ มีการปรับตัวให้สามารถว่ายน้ำได้

January 14, 2023 at 6:19 am
REPLY #366

Participant

ปลา มีการปรับตัวให้สามารถว่ายน้ำได้ เมื่ออยู่ในน้ำคือ มีการปรับตัวให้สามารถว่ายน้ำได้

Author Posts

Showing 4 posts - 1 through 4 of 4 total

REPLY TO: อภิปรายผลครั้งที่ 1

Tags:

☐ Notify me of follow-up replies via email

SUBMIT

หน้าสรุปผล

☰

SCIENCE


[Home >](#)
[Forums >](#)
[สุขภาพน่ารู้ >](#)
[สุขภาพน่ารู้ 1](#)


[Favorite |](#)
[Subscribe](#)

[This topic has 1 question, 4 replies, and was last updated 1 minute ago by @Dikkamatcha.](#)

Viewing 4 posts - 1 through 4 (of 4 total)

Author	Posts
<div style="background-color: #f0f0f0; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">December 1, 2022 at 3:33 pm</div> <div style="text-align: right;">REPLY #229</div>	<div style="text-align: center;"> <small>@keymaster</small> Keymaster </div> <p>จากการทำทบทวน ได้มีการรวบรวมงานสรุปและเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตในแหล่งน้ำ</p>
<div style="background-color: #f0f0f0; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">January 14, 2023 at 6:23 am</div> <div style="text-align: right;">REPLY #368</div>	<div style="text-align: center;"> <small>@participant</small> Participant </div> <p>ขออธิบายที่ถามจะนำไปใช้ภายหลังได้ไหมคะต้องละเอียดลงไปในนั้นค่ะ สรุปรายงานที่ได้มีการเรียบเรียงมาจะต้องมีตัวอย่างรายละเอียดลงมาพอออกสื่อจะได้ดี หรือมีปริมาณของข้อมูลเยอะๆสูง จะทำให้เป็นประโยชน์มากขึ้น</p>
<div style="background-color: #f0f0f0; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">January 14, 2023 at 6:29 am</div> <div style="text-align: right;">REPLY #369</div>	<div style="text-align: center;"> <small>@participant</small> Participant </div> <p>สิ่งมีชีวิตนั้นมีมีความสัมพันธ์กันเพราะเป็นเหตุผลที่อยู่อาศัยของปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ และสิ่งมีชีวิตมีการปรับตัวให้เหมาะสมกับน้ำ เช่น ปลา มีการปรับตัวเพื่ออยู่ในใต้น้ำ มีเหงือกเอาไว้หายใจ</p>



SCIENCE



REPLY #369

January 14, 2023 at 6:29 am

สวัสดีครับในบทความเกี่ยวกับผู้นำพร่าเป็นบทสะท้อนต่อสังคมของปัจเจกและสังคมในภาพรวม และสิ่งมีชีวิตมีการปรับตัวให้เหมาะสมกับน้ำ เช่น ปลา มีการปรับตัวโดยมีทั้งวิธีว่ายน้ำ มีเหงือกเอาไว้หายใจ



REPLY #383

January 14, 2023 at 6:50 am

สวัสดีครับจากข้อมูลในแหล่งข่าวความเชื่อเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำด้วยกันในด้านต่างๆ เช่น ปลา มีความสัมพันธ์กันเพราะมันเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย ปลา สัมพันธ์กับปลาขนาดใหญ่เพราะเป็นอาหาร

Author	Posts

Showing 0 posts - 1 through 0 (all 0 total)

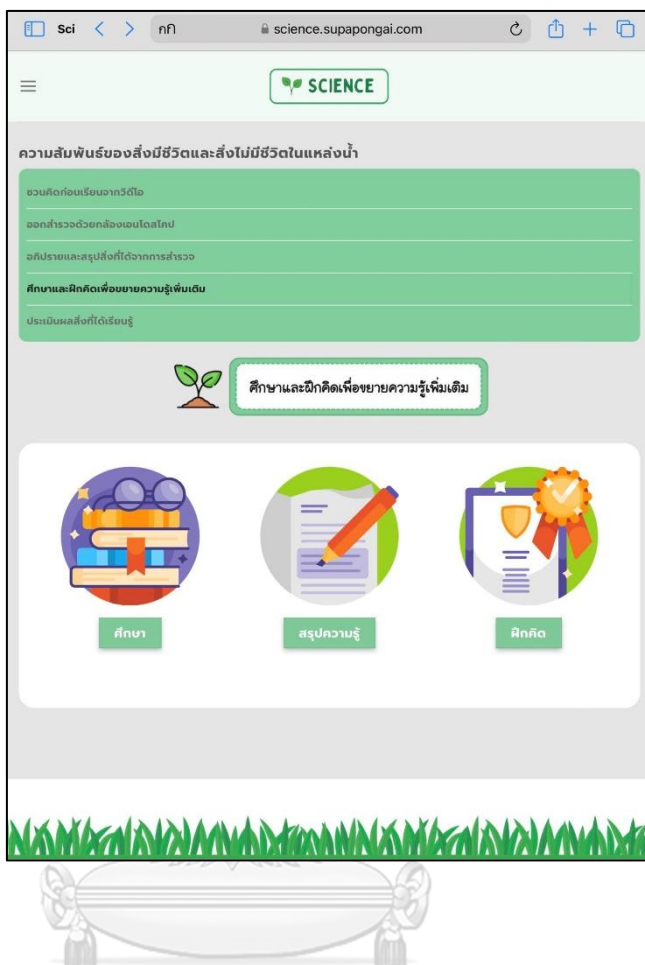
REPLY TO: aquanaut 1

Tags:

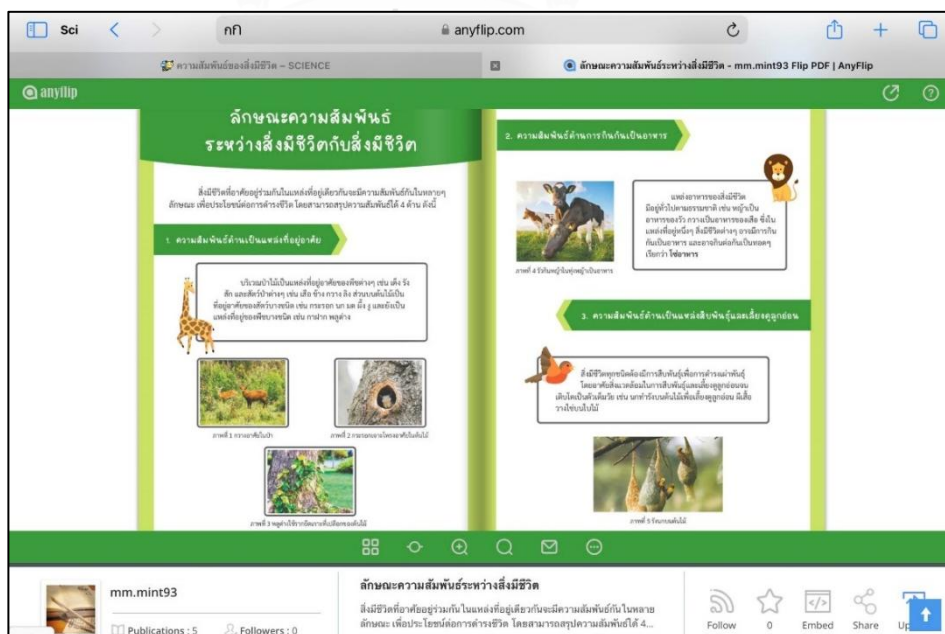
☐ Notify me of follow-up replies via email

SUBMIT

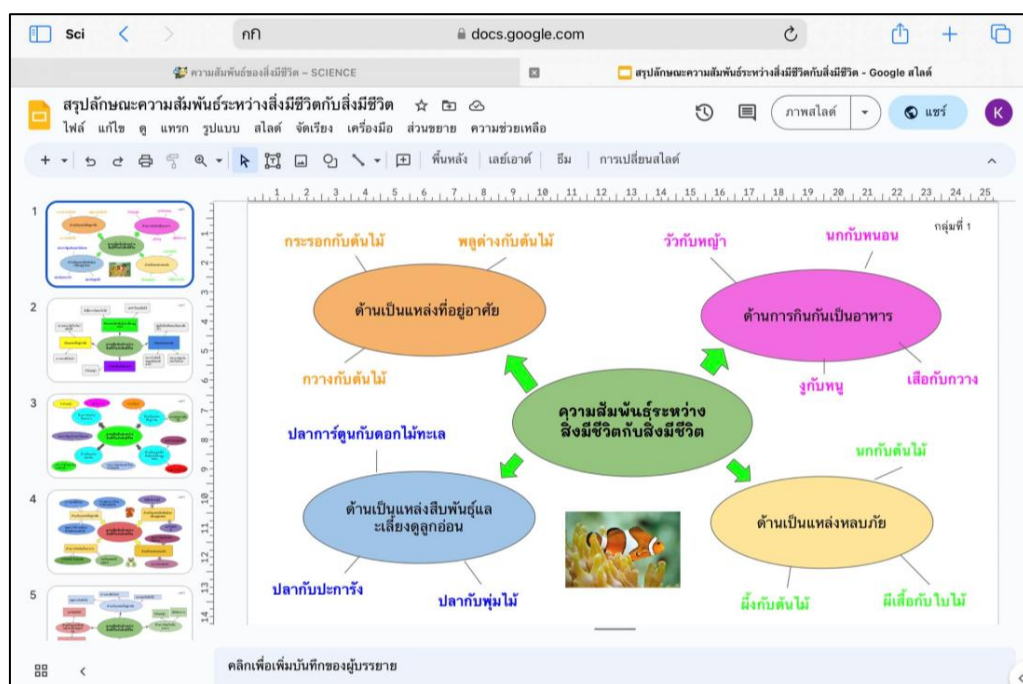
หน้ากิจกรรมศึกษาและฝึกคิดเพื่อขยายความรู้เพิ่มเติมในโมไบล์แอปพลิเคชันฯ



หน้าศึกษา



หน้าสรุปความรู้



หน้าฝึกคิด

คำถามฝึกคิด

บทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตในแหล่งน้ำ

mm.mint93@gmail.com สลับบัญชี

👤 ไม่ใช้ร่วมกัน

* ระบุว่าเป็นคำถามที่จำเป็น

ชื่อ-นามสกุล *

คำตอบของคุณ

เลขที่ *

คำตอบของคุณ

ส่งไป

กำลังแบบฟอร์ม

หน้าสำรวจผ่านใน Google Forms

เนื้อหาได้ถูกสร้างขึ้นด้วย Google ฟอร์ม

Google ฟอร์ม

Sci < > กฟิ docs.google.com

ความลับขั้นสูงถึงผู้ใช้ - SCIENCE

คำถามฝึกคิด

mm.mint93@gmail.com กลับบัญชี

ไม่ใช้ร่วมกัน

* ระบุว่าเป็นคำถามที่จำเป็น

ให้นักเรียนฝึกคิด และตอบคำถามต่อไปนี้

1. "ในแหล่งน้ำแห่งหนึ่งพบนกกระยางกินปลาเป็นอาหาร และปลากินพืชน้ำเป็นอาหาร"

อธิบายพบว่า ถ้านกกระยางมีจำนวนน้อยลง นักเรียนคิดว่าจะส่งผลกระทบต่อปลา และพืชน้ำอย่างไร

คำตอบของคุณ
2. "เด็กชายชอบทำการสำรวจและศึกษาพบว่าปลาในบ่อน้ำแห่งหนึ่งกินพืชน้ำเป็นอาหาร เขาจึงคิดว่า

ปลา 2 ตัว ต้องการกินพืชน้ำเป็นอาหารวันละ 30 กรัม

ปลา 4 ตัว ต้องการกินพืชน้ำเป็นอาหารวันละ 60 กรัม

และปลา 6 ตัว ต้องการกินพืชน้ำเป็นอาหารวันละ 90 กรัม"

อธิบายพบว่า ถ้ามีปลา 5 ตัว จะต้องใช้พืชน้ำเพื่อเป็นอาหารจำนวนกี่กรัม

คำตอบของคุณ

กลับ ส่ง สร้างแบบฟอร์ม

ผ่านแล้วพิมพ์ลงใน Google Forms

เนื้อหาที่มีลิขสิทธิ์ทั้งหมดของ Google รวมถึงเอกสารนี้ - จัดทำภายใต้การกำกับดูแล - จดลิขสิทธิ์โดย Google LLC

Google ฟอรัม

หน้ากิจกรรมประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้ในโมไบล์แอปพลิเคชันฯ

Sci < > กฟิ science.supapongai.com

SCIENCE

ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในแหล่งน้ำ

ส่วนที่ต่อเนื่องจากวิดีโอ

จอกรสำรวจด้วยกล้องแบบไฮดรอป

อุปกรณ์และอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจ

ศึกษาและฝึกคิดเรื่องสายใยความสัมพันธ์

ประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้

คำถามท้ายบทเรียน

แบบทดสอบท้ายบทเรียน

เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ

แบบทดสอบ

แบบทดสอบท้ายบทเรียนเรื่อง
ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในแหล่งน้ำ

เริ่ม

ชุดคำถามหลายตัวเลือก
และคำตอบที่ถูกต้องเพื่อดำเนินการต่อ

สนับสนุนโดย สสวท.สสค.

Sci < > กฟ science.supapongai.com

SCIENCE

ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในแหล่งน้ำ

ชวนคิดก่อนเรียนจากวิดีโอ

ออกสำรวจด้วยกล้องเอนโดสโคป

อภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการสำรวจ

ศึกษาและฝึกคิดเพื่อขยายความรู้เพิ่มเติม

ประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้

คำถามท้ายบทเรียน

แบบทดสอบท้ายบทเรียน

เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ

✓ 0

สิ่งมีชีวิตในข้อใดจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับ "บัวหลวง"

ก ปะการัง ข เห็ดฟาง

ค หนอน ง เฟิร์น

1 จาก 10

Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวกวิสรา รุ่งวิริยะวงศ์
วัน เดือน ปี เกิด	8 กันยายน 2536
สถานที่เกิด	นครปฐม
วุฒิการศึกษา	ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชามัธยมศึกษา ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	อ.เมืองฯ จ.สุพรรณบุรี

