



การประยุกต์ใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมในการจัดการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์สืบเสาะ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

IMPLEMENTATION OF BOARD GAME EMBEDDED AUGMENTED REALITY
TECHNOLOGY IN INQUIRY-BASED SCIENCE LEARNING APPROACH FOR
ELEVENTH GRADERS' PHOTOSYNTHESIS CLASS

นางสาวสนธิยา ยอดสง่า

วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2565

การประยุกต์ใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมในการจัดการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์สืบเสาะ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

นางสาวสนธิยา ยอดสง่า

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์และเทคโนโลยี
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2565

IMPLEMENTATION OF BOARD GAME EMBEDDED AUGMENTED REALITY
TECHNOLOGY IN INQUIRY-BASED SCIENCE LEARNING APPROACH FOR
ELEVENTH GRADERS' PHOTOSYNTHESIS CLASS

MISS. SONTIYA YODSANGA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF EDUCATION
IN SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION
GRADUATE SCHOOL KHONKAEN UNIVERSITY

2022



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
หลักสูตร
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชื่อวิทยานิพนธ์: การประยุกต์ใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมในการจัดการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์สืบเสาะ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 5

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์: นางสาวสนธิยา ยอดสง่า

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปรัชญพงษ์ ยาศรี ประธานกรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร. อิศรา ก้านจักร กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์:

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์)

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. เกียรติไชย พักศรี)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุมาลี ชัยเจริญ)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

สนธิยา ยอดสง่า. 2565. การประยุกต์ใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมในการจัดการ
เรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์
และเทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์

บทคัดย่อ

จุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้ คือ การออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกมดิจิทัล เพื่อใช้ในการเป็นสื่อ
การเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อ
ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช แรงจูงใจทางชีววิทยา ความเข้าใจโมเดลและ
การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งงานวิจัยนี้ได้แบ่งออกเป็น 2 การศึกษา

สำหรับการศึกษาแรก มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการยอมรับเทคโนโลยีแบบบอร์ดเกม
ดิจิทัล เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 บนพื้นฐานของเพศ โดย
ผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 72 คน โดยใช้แบบสอบถาม
จำนวน 24 ข้อ เพื่อศึกษาการรับรู้ของนักเรียนที่มีต่อบอร์ดเกมดิจิทัลใน 4 มิติย่อย หลังจากที่นักเรียน
มีปฏิสัมพันธ์กับบอร์ดเกมดิจิทัล จากผลการศึกษาพบว่า นักเรียนเพศชายและเพศหญิงมีการรับรู้
เทคโนโลยีแบบบอร์ดเกมดิจิทัลต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติใน 3 มิติย่อย คือ การรับรู้ว่ามีประโยชน์ การรับรู้ว่าง่ายต่อการใช้ และพฤติกรรม
ความตั้งใจในการใช้ ในขณะที่การรับรู้ในมิติ ทักษะคิดที่มีต่อการใช้งานมีความแตกต่างกันอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งข้อค้นพบดังกล่าวจะถูกนำไปพัฒนากิจกรรมการเรียน และเป็นข้อคำนึงในการ
นำบอร์ดเกมดิจิทัลไปใช้ในการส่งเสริมการเรียนรู้ทางชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
ต่อไป

สำหรับการศึกษาที่สอง มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อส่งเสริมแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์
ความเข้าใจโมเดล และการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงพืช โดยศึกษากับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 109 คน ซึ่งถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มได้แก่ กลุ่มควบคุมได้รับการ
เรียนรู้สืบเสาะแบบปกติ ตามรูปแบบปกติของโรงเรียน จำนวน 37 คน กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการ
จัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติโดยร่วมกับบอร์ดเกมดิจิทัล จำนวน 35 คน และกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับ
การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยร่วมกับบอร์ดเกมดิจิทัล จำนวน 37 คน สำหรับการเก็บข้อมูล
ให้นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ทำแบบวัดแรงจูงใจทางการเรียนรู้วิชาชีววิทยา หลังเรียนทำแบบทดสอบ
ความเข้าใจโมเดลเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ทั้งก่อนและหลังเรียน และทำแบบวัดการ

อธิบายทางวิทยาศาสตร์จากแอปพลิเคชัน KKU iNote ระหว่างเรียน ผลการศึกษาพบว่า แรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญใน 4 มิติย่อย กล่าวคือ กลุ่มทดลองที่ 2 มีแรงจูงใจภายใน ความมุ่งมั่นในการทำงาน ประสิทธิภาพของตนเอง และความมุ่งมั่นในการเรียนสูง เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ 1 ส่วนมิติการตัดสินใจด้วยตนเอง ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้จากการศึกษาความเข้าใจในมนต์ พบว่า กลุ่มทดลองที่ 2 มีความเข้าใจในมนต์เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ยังพบว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยร่วมกับบอร์ดเกมดิจิทัล มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูง และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญในครั้งที่ 2 และ 3 ของการทำกิจกรรม แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัลสามารถส่งเสริมแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในมนต์ และความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้

Sontiya Yodsanga. 2022. **Implementation of Board Game embedded Augmented Reality Technology in Inquiry-based Science Learning Approach for Eleventh Graders' Photosynthesis Class.** Master of Education Thesis in Education in Sciences and Technology, Graduate School, Khon Kaen University.
Thesis Advisor: Asst. Prof. Dr. Niwat Srisawasdi

ABSTRACT

This research aims to design and develop a digital board game. To be used as a learning tool for science and biology learning management of 11-grade students to promote the learning of photosynthesis. Biology Understanding of consensus and creating scientific explanations Which this research is divided into 2 studies.

For the first study, the objective is to compare the adoption of digital game board technology on photosynthesis. Of 11-grade students based on gender, the sample subjects were 72 people 11-grade students using 24 questionnaires to study students' perceptions of digital boards game in four sub-dimensions after students interacted with the digital board game. According to the study results, it was found that the male and female students perceived digital board game technology towards the management of quest science learning. There was no statistically significant difference in the sub-3 dimensions, which was Perceived usefulness. Perceived ease of use and behavioral intention to use. While perception in dimensions Attitudes towards the use were statistically different. Which the above findings will be used to develop learning activities and it is the consideration for the use of digital boards game to further promote the biological learning of photosynthesis.

The second study Its main objective is to promote scientific incentives. Understanding of consensus and scientific explanation of photosynthesis This study was conducted with 109 people 11-grade students, which were divided into 3 groups, namely the control group. According to the school's usual format, of 37 students, Experimental Group 1 was administered a normal quest learning in collaboration with a digital board game of 35 people, and the experimental group 2 organized open-inquiry learning in collaboration with the digital board game for 37 students to collect

data for all 3 groups of students to measure the learning motivation in biology after studying. Photosynthesis Both before and after class and to make scientific explanatory measurements from the KKU iNote app during the study. Scientific motivation Between control groups Experimental group 1 and experimental group 2 showed significant differences in four sub-dimensions. In other words, experimental group 2 had intrinsic motivation. career motivation Self-efficiency and grade motivation performance motivation When compared to the control group and the experimental group 1, the self-determination dimension. There were no statistically significant differences among the 3 groups of students. In addition, from the study of understanding of consensus, it was found that the second experimental group understood the concept of consensus. photosynthesis It was significantly higher than the control group and experimental group 1. It was also found that students who received an open inquiry learning in conjunction with a digital board game. Have a high level of scientific explanatory ability. Showed that Managing science tracing using digital boards game can promote scientific incentives. Understanding of consensus and the ability to explain scientifically.

วิทยานิพนธ์นี้ขอมอบส่วนดีแด่บุพการีและคณาจารย์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรมจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปรัชญพงศ์ ยาศรี ประธานกรรมการการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. อิศรา ก้านจักร กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์รวมถึงข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่นฝ่ายมัธยมศึกษา (มอดินแดง) จังหวัดขอนแก่น ที่ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูล และชอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2563 ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอพระขอบคุณ คณาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นทุกท่านที่กรุณาประสิทธิ์ประสาทความรู้และประสบการณ์อันมีคุณค่าอย่างยิ่งแก่ศิษย์ และผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ที่คอยสนับสนุนและให้กำลังใจในการเรียนและการทำวิจัยตลอดจนสนับสนุนกำลังทรัพย์มาโดยตลอดระยะเวลาการศึกษา

สนธิยา ยอดสง่า

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
คำอุทิศ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 คำถามการวิจัย	6
1.3 จุดประสงค์การวิจัย	6
1.4 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่คิดค้นขึ้น	7
1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย	13
บทที่ 2 การเปรียบเทียบการยอมรับเทคโนโลยีการเรียนรู้แบบบอร์ดเกมดิจิทัล เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 บนพื้นฐานของเพศ	14
2.1 บทนำ	14
2.2 จุดประสงค์การวิจัย	15
2.3 สมมติฐานของการวิจัย	15
2.4 หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	15
2.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	17
2.6 วิธีดำเนินการวิจัย	18
2.7 ผลการวิจัย	21
2.8 อภิปรายผล	24
2.9 ข้อเสนอแนะ	26

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 ผลของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล ที่มีผลต่อแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	27
3.1 บทนำ	27
3.2 คำถามการวิจัย	29
3.3 จุดประสงค์การวิจัย	29
3.4 หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	29
3.5 บริบทเกี่ยวกับการวิจัย	33
3.6 วิธีดำเนินการวิจัย	36
3.7 ผลการวิจัย	41
3.8 อภิปรายผล	43
3.9 บทสรุปจากการวิจัย	45
3.10 ข้อจำกัดหรือข้อเสนอแนะจากการวิจัย	46
บทที่ 4 ความเข้าใจโมเมนต์และความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะผ่านบอร์ดเกมดิจิทัล	47
4.1 บทนำ	47
4.2 คำถามการวิจัย	49
4.3 จุดประสงค์การวิจัย	49
4.4 หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	50
4.5 บริบทเกี่ยวกับการวิจัย	54
4.6 วิธีดำเนินการวิจัย	57
4.7 ผลการวิจัย	63
4.8 อภิปรายผล	67
4.9 บทสรุปจากการวิจัย	69
4.10 ข้อจำกัดหรือข้อเสนอแนะจากการวิจัย	69

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5	
สรุปผลการวิจัย	70
5.1	
บทสรุปและข้อค้นพบจากการวิจัย	70
5.2	
ข้อจำกัดของงานวิจัย	73
5.3	
ข้อเสนอแนะจากการวิจัย	73
บรรณานุกรม	74
ภาคผนวก	80
ภาคผนวก ก	
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	81
ภาคผนวก ข	
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	103
ภาคผนวก ค	
ผลงานของนักเรียน	115
ภาคผนวก ง	
ตัวอย่างภาพกิจกรรม	121
ประวัติผู้เขียน	124

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	การเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะแบบเปิด กับสภาพแวดล้อมที่ใช้ เกมที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน	13
ตารางที่ 2	ผล Kruskal–Wallis analysis of variance และ Mann – Whitney U Test ของแบบสอบถามการรับรู้ต่อการเรียนวิชา ชีววิทยาโดยใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริม	22
ตารางที่ 3	ข้อมูลเกี่ยวกับการรับรู้ของนักเรียน	23
ตารางที่ 4	ผล Kruskal–Wallis analysis of variance และ Mann – Whitney U Test ของแบบสอบถามแรงจูงใจทางชีววิทยาโดยใช้ บอร์ดเกมดิจิทัล	43
ตารางที่ 5	เกณฑ์เชิงปริมาณในการจัดระดับการสืบเสาะความรู้	51
ตารางที่ 6	เกณฑ์การตรวจให้คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	63
ตารางที่ 7	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความเข้าใจแนวคิดหลังเรียนของนักเรียนทั้ง สามกลุ่ม โดยใช้สถิติ ANCOVA	63
ตารางที่ 8	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน ของนักเรียนทั้งสามกลุ่ม	65
ตารางที่ 9	ผล Kruskal–Wallis analysis of variance และ Mann – Whitney U Test ของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน ของนักเรียนทั้งสามกลุ่ม	66
ตารางที่ 10	คะแนนการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจโนติ เรื่อง การ สังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดร่วมกับการใช้บอร์ดเกมดิจิทัล	104
ตารางที่ 11	คะแนนการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจโนติ เรื่อง การ สังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 ที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติ 5E	105

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 12	คะแนนการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจโนติ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติ 5E ร่วมกับใช้บอร์ดเกมดิจิทัล	106
ตารางที่ 13	คะแนนการทำแบบทดสอบวัดแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิด ร่วมกับใช้บอร์ดเกมดิจิทัล	108
ตารางที่ 14	คะแนนการทำแบบทดสอบวัดแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติ	109
ตารางที่ 15	คะแนนการทำแบบทดสอบวัดแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติ ร่วมกับใช้บอร์ดเกมดิจิทัล	110
ตารางที่ 16	คะแนนการทำแบบทดสอบวัดแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพศหญิง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะ ร่วมกับใช้บอร์ดเกมดิจิทัล	112
ตารางที่ 17	คะแนนการทำแบบทดสอบวัดแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพศชาย ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะ ร่วมกับใช้บอร์ดเกมดิจิทัล	113

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	ตัวอย่างแอปพลิเคชัน KKU iNote: หน้าจอการลงเข้าใช้งาน หน้าจอตัวอย่างบทเรียนสืบเสาะที่สร้างขึ้นมาโดยครู หน้าจอ ตัวอย่างการตอบคำถามผ่านกระบวนการวิทยาศาสตร์สืบเสาะของ นักเรียน	7
ภาพที่ 2	ตัวอย่างบอร์ดเกมดิจิทัล การใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมและแอป พลิเคชัน KKU iNote	8
ภาพที่ 3	การคิดคะแนนจากทรัพยากร	10
ภาพที่ 4	ตัวอย่างการ์ดโรงเรือน ตัวอย่างการ์ดนวัตกรรม	10
ภาพที่ 5	ตัวอย่างการ์ด AR	11
ภาพที่ 6	ตัวอย่างบอร์ดเกมหลัก ตัวอย่างบอร์ดผู้เล่น	11
ภาพที่ 7	แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี	17
ภาพที่ 8	แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยีบนพื้นฐานความแตกต่างของเพศ	19
ภาพที่ 9	ตัวอย่างกิจกรรมวิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้เทคโนโลยีการเรียนรู้ แบบบอร์ดเกมดิจิทัล	20
ภาพที่ 10	การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้เทคโนโลยีการเรียนรู้ แบบบอร์ดเกมดิจิทัล	20
ภาพที่ 11	การรับรู้เทคโนโลยีการเรียนรู้แบบบอร์ดเกมดิจิทัลระหว่างเพศชาย และเพศหญิง	22
ภาพที่ 12	การรับรู้เทคโนโลยีการเรียนรู้แบบบอร์ดเกมดิจิทัลของนักเรียน	24
ภาพที่ 13	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	31
ภาพที่ 14	ขั้นการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิด	32
ภาพที่ 15	ตัวอย่างแอปพลิเคชัน KKU iNote: หน้าจอการลงเข้าใช้งาน หน้าจอตัวอย่างบทเรียนสืบเสาะที่สร้างขึ้นมาโดยครู หน้าจอ ตัวอย่างการตอบคำถามผ่านกระบวนการวิทยาศาสตร์สืบเสาะของ นักเรียน	34

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 16	ตัวอย่างบอร์ดเกมดิจิทัล การใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมและแอปพลิเคชัน KCU iNote	36
ภาพที่ 17	แผนผังแสดงวิธีการดำเนินงานวิจัย	37
ภาพที่ 18	สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารเองได้และสร้างอาหารเองไม่ได้ การนำเสนอคำถามหลัก	38
ภาพที่ 19	การนำเสนอแนวคิดพื้นฐาน Application KCU iNote และบทเรียนเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง	38
ภาพที่ 20	กระบวนการสืบเสาะจากบอร์ดเกม กิจกรรมการสืบเสาะ	39
ภาพที่ 21	การวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกัน และร่วมกันอภิปรายเตรียมนำเสนอข้อมูล	39
ภาพที่ 22	การนำเสนอผลการสืบเสาะหน้าชั้นเรียน	40
ภาพที่ 23	การทำกิจกรรมใน Polleverywhere.com เพื่อสรุปผล	40
ภาพที่ 24	กราฟแสดงร้อยละแรงจูงใจทางชีววิทยาจากการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัลของนักเรียน	42
ภาพที่ 25	ขั้นการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิด	53
ภาพที่ 26	ตัวอย่างแอปพลิเคชัน KCU iNote: หน้าจอการลงเข้าใช้งาน หน้าจอตัวอย่างบทเรียนสืบเสาะที่สร้างขึ้นมาโดยครู หน้าจอตัวอย่างการตอบคำถามผ่านกระบวนการวิทยาศาสตร์สืบเสาะของนักเรียน	55
ภาพที่ 27	ตัวอย่างบอร์ดเกมดิจิทัล การใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมและแอปพลิเคชัน KCU iNote	57
ภาพที่ 28	แผนผังแสดงวิธีการดำเนินงานวิจัย	58
ภาพที่ 29	การนำเสนอคำถามสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	59
ภาพที่ 30	Application KCU iNote และบทเรียนเรื่อง ปฏิกริยาแสง	59
ภาพที่ 31	ตัวอย่างกิจกรรมสืบเสาะจากบอร์ดเกมดิจิทัลและการตอบคำถามใน KCU iNote	60

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 32	การวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผลกลุ่ม	60
ภาพที่ 33	การนำเสนอข้อมูลผลการสืบเสาะของนักเรียน	61
ภาพที่ 34	การสรุปผลหน้าชั้นเรียน	61
ภาพที่ 35	กราฟการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนของนักเรียน สามกลุ่ม	66

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

องค์การการศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติหรือ ยูเนสโก (UNESCO) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการศึกษาสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้สรุปแนวทางการจัดการศึกษาเป็นรายงานและตั้งชื่อรายงานว่า “Learning : The Treasure Within” แปลว่า “การเรียนรู้: ชุมทรัพย์ในตน” หลักในการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วยการเรียนรู้ 4 แบบ ได้แก่ การเรียนรู้เพื่อรู้ (Learning to know) หมายถึง การเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนากระบวนการคิด การแสวงหาความรู้และวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนเพื่อให้สามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ตลอดชีวิต การเรียนรู้เพื่อปฏิบัติได้ (Learning to do) หมายถึง การเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาความสามารถและความชำนาญรวมทั้งสมรรถนะทางด้านวิชาชีพ สามารถปฏิบัติงานเป็นหมู่คณะสามารถประยุกต์องค์ความรู้ไปสู่การปฏิบัติงานและอาชีพได้อย่างเหมาะสม การเรียนรู้ที่จะอยู่ร่วมกัน (Learning to live together) การเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับ ผู้อื่นในสังคมพหุวัฒนธรรมได้อย่างมีความสุข และการเรียนรู้เพื่อชีวิต (Learning to be) การเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านจิตใจ ร่างกาย และสติปัญญาให้มีความสำคัญกับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ ภาษา และวัฒนธรรม เพื่อพัฒนาความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ (คณะกรรมการนิยามนานาชาติว่าด้วยการศึกษาในศตวรรษที่ 21, 2540) ซึ่งจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 – 2564) การที่จะมุ่งพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ จะต้องมีการพัฒนาคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีคุณภาพ พัฒนาคนสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต ให้ประชาชนได้รับความรู้ ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเป็นกำลังหลักในการพัฒนาขับเคลื่อนประเทศไทย (สำนักงาน คณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560) ตามที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะ และสามารถแก้ไขปัญหาที่หลากหลายได้ นอกจากนี้ผู้เรียนยังมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนการเรียนรู้ จากการทำกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติอย่างจริงจัง และเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

ปัจจุบันความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตและการมีส่วนร่วมในสังคมของมนุษย์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานของคนทุกระดับ นักเรียนควรต้องได้รับการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะได้มีความเข้าใจในเทคโนโลยีที่มนุษย์พัฒนาขึ้น และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างเกิดประโยชน์และสร้างสรรค์ การรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) หมายถึง การรู้กระบวนการ (Process) การรู้แนวคิดและสาระเนื้อหา (Concepts and Content) และการใช้วิทยาศาสตร์เพื่อที่จะสามารถเข้าใจและช่วยการตัดสินใจเกี่ยวกับโลกธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนทั้งในปัจจุบันและการใช้ชีวิตในสังคมในอนาคต การพัฒนาคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต้องอาศัยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ดีและมีคุณภาพ สามารถส่งเสริมให้ประชาชนมีความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific literacy) (Fensham, 2008) บุคคลที่ได้ชื่อว่ามี ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientifically Literate Person) คือ ผู้ที่สามารถสื่อสารหรือโต้แย้ง ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งบุคคลนั้นจำเป็นต้องรู้ และใช้องค์ประกอบหลายอย่าง ได้แก่ บริบทหรือสถานการณ์ของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ PISA (สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563) ในช่วงเวลาที่ผ่านมาการประเมินของ PISA ได้กำหนดกรอบการประเมินความรู้และทักษะหรือ ที่เรียกว่า “การรู้เรื่อง” (Literacy) ไว้ 3 ด้าน แต่ในปี 2015 ได้กำหนดกรอบการประเมินเพิ่มเติมด้าน การแก้ปัญหาแบบร่วมมือโดยแต่ละด้านมีสาระสำคัญในการประเมิน ดังนี้ 1) การรู้เรื่องการอ่าน (Reading Literacy) 2) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) 3) การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ซึ่งการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์จะครอบคลุมใน 3 ด้าน คือ ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ได้แก่ ความรู้ในโลกธรรมชาติที่เรียกว่า ความรู้วิทยาศาสตร์กับความรู้ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ การระบุประเด็น ทาง วิทยาศาสตร์การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และการใช้ประจักษ์พยาน/ข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ได้แก่ ความสนใจในวิทยาศาสตร์การสนับสนุนส่งเสริมการใช้ กระบวนการวิทยาศาสตร์ และการแสดงความรับผิดชอบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2558) ผลการ ประเมินนักเรียนนานาชาติ (PISA) ของนักเรียนไทยตั้งแต่ PISA 2000 -PISA 2012 ผลการประเมินทั้ง ด้านการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ยังอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติ มีแนวโน้มว่า คะแนนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยโดยรวมลดต่ำลง จาก PISA 2012 ถึง PISA 2015 และคะแนน ลดลงจนเท่ากับการประเมินรอบ PISA 2006 ที่วิทยาศาสตร์เป็นวิชาหลัก (สถาบันส่งเสริมการสอน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2015) จากรายงานดังกล่าวบ่งบอกถึง นักเรียนในประเทศไทยยังขาดความสามารถในการรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากในรายวิชาชีววิทยา เนื้อหาส่วนมากเป็นเรื่องที่มีความซับซ้อนและ ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จึงเป็นสิ่งที่ต้องใช้จินตนาการค่อนข้างสูง ซึ่งยากต่อความเข้าใจ ทั้งยังมีรายละเอียดและเนื้อหาค่อนข้างมาก ซึ่งหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานวิทยาศาสตร์แห่งชาติของประเทศไทยได้วางกรอบแนวคิด ไว้ในระดับประถมศึกษาตอนต้นจนถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งส่วนใหญ่แล้วมักมีการจัดการเรียนการสอนแบบบรรยายและใช้สไลด์เป็นหลัก นักเรียนเรียนรู้แบบท่องจำโดยไม่ได้ เข้าใจในกระบวนการและเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันไม่ได้ ในส่วนกระบวนการที่เกิดขึ้นต่าง ๆ เกิดขึ้นในระดับโมเลกุลที่ไม่สามารถจับต้องได้ เป็นนามธรรมซึ่งเป็นเรื่องที่ซับซ้อนและต้องใช้จินตนาการที่เป็นนามนคติค่อนข้างมากจากการศึกษาก่อนหน้านี้ เกี่ยวข้องในรายวิชาชีววิทยา โดยนักวิจัยพบว่า นักเรียนมักมีความรู้หรือความเข้าใจผิดมากมายเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (Pinatuwong and Srisawasdi, 2014). เช่นเดียวกับ งานวิจัยก่อนหน้านี้ของ Kose (2008) และ Svandova (2014) เปิดเผยว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงมีความเข้าใจผิด เช่น ในคลอโรพลาสต์มีเพียง คลอโรฟิลล์ (Kijkuakul, 2006) และการสังเคราะห์แสงเป็นกระบวนการเกี่ยวกับการหายใจของพืช (Svandova, 2014) ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจและไม่สามารถอธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นได้ในแง่ของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นเหตุเป็นผล ทำให้เกิดความยุ่งยากในการเรียนรู้ จึงนำไปสู่ปัญหาสำคัญในการเรียนรู้ ซึ่งนั่นก็คือการที่ผู้เรียนมีความเข้าใจโมเดลที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception) ซึ่งอาจเกิดขึ้นก่อนเรียน หรือในระหว่างเรียน โดยมีผลทำให้ผู้เรียน สอบไม่ผ่านหรือผ่านแต่คะแนนไม่ดี ทำให้มีผลการเรียนที่ไม่น่าพึงพอใจ ผู้เรียนรู้สึกหมดกำลังใจที่จะเรียนรู้และมีทัศนคติที่ไม่ดีต่อวิชาที่เรียน (ศิริเดช สุชีวะ, 2538 อ้างอิงใน นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์, 2548) จากการศึกษาในรูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะ ซึ่งการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงวิธีการที่หลากหลายที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อศึกษาสิ่งต่าง ๆ ทางธรรมชาติและเสนอคำอธิบายสิ่งเหล่านั้นด้วยข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้า หรือการสืบเสาะเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนยังไม่เคยมีความรู้ในเรื่องนั้นมาก่อน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ จึงเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง การจัดการเรียนรู้โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญซึ่งมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) โดยมีรากฐานสำคัญมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget's Theory of Cognitive Development) ซึ่ง

อธิบายว่าพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวทางกระบวนการดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมหากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาพให้อยู่ในสภาวะสมดุล (Equilibrium) (อุไรวรรณ ปานีสงค์, จิต นวนแก้ว และสุมาลี เลี่ยมทอง, 2560) การจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการหนึ่งที่ยอมรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สืบค้นศึกษาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก เป็นวิธีการที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (ศิริพิมล หงส์เหม, 2555) Buck, Bretz and Towns (2008 อ้างถึงใน นิวัฒน์ศรีสวัสดิ์, 2555ก) ได้อธิบายถึงลักษณะการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ ไว้เป็น 5 ลักษณะที่แตกต่างกันได้แก่ การตรวจสอบข้อเท็จจริง (Confirmation), การสืบเสาะแบบกำหนดโครงสร้าง (Structured inquiry), การสืบเสาะแบบมีการชี้แนะแนวทาง (Guided inquiry), การสืบเสาะแบบเปิด (Open inquiry), และการสืบเสาะแบบวิทยาศาสตร์ (Authentic inquiry) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นการสอนที่เน้นการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงหรือคำตอบของข้อคำถามต่าง ๆ ด้วยตนเอง ทั้งยังช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้วิชานั้น ๆ ครูจึงต้องเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้โดยการจัดลำดับเนื้อหาและครูทำหน้าที่เป็นเหมือนผู้ช่วยและให้นักเรียนทำหน้าที่เหมือนผู้จัดการเรียนการวางแผนการจัดการเรียนด้วยตนเอง เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาความรู้ และเป็นการเปลี่ยนความคิดจากการเป็นผู้รับความรู้มาเป็นผู้แสวงหาความรู้และสามารถใช้ความรู้ที่ให้เกิดประโยชน์ได้ (ภพ เลหาไพบูลย์, 2542) วิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าข้อมูลด้วยตนเอง ได้ปฏิบัติจริง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ธวัชชัย คงนุ่ม, 2549) จักริน งานไว (2555) พบว่านักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์เป้าหมายที่โรงเรียนได้กำหนดสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2545) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้มีหลากหลายระดับ แต่ละระดับมีความต่อเนื่องกันจากที่เน้นครูเป็นสำคัญไปจนถึงเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ การจัดการเรียนรู้สืบเสาะอีกรูปแบบหนึ่ง คือ การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิด (Open inquiry) ที่เป็นการจัดการเรียนรู้ที่การสืบเสาะหาความรู้แบบนักเรียนเป็นผู้กำหนดแนวทาง การสืบเสาะหาความรู้ด้วยวิธีนี้ ครูเป็นผู้จัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบให้กับนักเรียน แต่

นักเรียนเป็นผู้ตั้งคำถามและออกแบบการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิด เป็นผู้กำหนดปัญหา ออกแบบและปฏิบัติ การสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดที่หลากหลาย โดยใช้คำถามแบบปลายเปิดเพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียน ผลักดันให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจในสาระสำคัญที่ได้จากปัญหา และใช้กระบวนการแสวงหาความรู้อย่างมีเหตุผลเพื่อนำไปสู่องค์ความรู้ของนักเรียนเอง (สมโภชน์อ่อนเนกสุขุม, 2554ก อ่างถึงใน รณชัย กลิ่นกล้า และคณะ, 2559) แนวทางในการจัดการเรียนการสอนอีกแนวทางหนึ่ง ที่ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาการคิดวิเคราะห์ในระหว่างเรียน วิธีการสอนนั้น คือวิธีการแบบเปิด เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ฝึกให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดที่หลากหลาย สร้างโอกาสให้นักเรียนที่มีความสามารถและความต้องการต่างกัน ได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนในชั้นเรียนได้โดยใช้ปัญหาแบบปลายเปิดเพื่อกระตุ้นการคิดของนักเรียน และผลักดันให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง (ไมตรี อินทรประสิทธิ์, 2549)

จากผลงานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา นักวิจัยมากมายพยายามหาวิธีการจัดการเรียนรู้ โดยนำเทคโนโลยีเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้อง ความก้าวหน้าของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการศึกษาสามารถใช้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา การศึกษาและครูได้พยายามนำเกมมาใช้เพื่อการศึกษาและการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการเพิ่มวัตถุประสงค์ในการศึกษาเกม การเรียนรู้โดยใช้เกมดิจิทัลเป็นรูปแบบการเรียนรู้เชิงคอนสตรัคติวิสต์ที่มีผลลัพธ์เชิงบวกของการเรียนรู้ เกมดิจิทัลได้รับความนิยมและมีความสำคัญเป็นส่วนหนึ่งของสังคม โดยเฉพาะคนรุ่นใหม่หรือเด็ก ๆ ที่ชื่นชอบเล่นเกม และมีการศึกษามากมายแสดงให้เห็นว่าเกมเพื่อการศึกษาสามารถส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้และแรงจูงใจในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยทั่วไป เกมกระดานหรือบอร์ดเกมเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ที่มีส่วนร่วมในการส่งเสริมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ เกมกระดานที่ทำจากบอร์ดเกม การ์ดภาพ ประกอบคำอธิบาย ข้อความและคุณสมบัติบางอย่างที่สอดแทรกเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกมกระดานคล้ายกับเกมคอมพิวเตอร์ที่สามารถทำให้การเรียนรู้มีความสนุกสนานและน่าสนใจยิ่งขึ้น เนื่องจากการพัฒนาของเทคโนโลยีที่ทันสมัย นักวิจัยหลายคนจึงเห็นว่าการใช้เกมกระดานหรือบอร์ดเกมสามารถใช้เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกฝนการเรียนรู้ด้วยตนเองและพัฒนาทักษะกระบวนการในศตวรรษที่ 21 (Premthaisong and Srisawasdi, 2020)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล เพื่อศึกษาการรับรู้เทคโนโลยีการเรียนรู้บอร์ดเกมดิจิทัล พร้อมทั้งส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนมีความเข้าใจในมนต์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และเพื่อเป็นการสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่จะนำไปสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเป็นเหตุเป็นผลมากยิ่งขึ้น

1.2 คำถามการวิจัย

1.2.1 การยอมรับเทคโนโลยีแบบบอร์ดเกมดิจิทัล เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของเพศชายและเพศหญิงต่อประโยชน์ของบอร์ดเกมมีความแตกต่างกันหรือไม่

1.2.2 การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติกับการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัลทำให้แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักเรียนแตกต่างกันหรือไม่

1.2.3 การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติกับการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัลทำให้ความเข้าใจในมนต์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักเรียนแตกต่างกันหรือไม่

1.2.4 การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติกับการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัลทำให้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักเรียนแตกต่างกันหรือไม่

1.3 จุดประสงค์การวิจัย

1.3.1 เพื่อเปรียบเทียบการยอมรับเทคโนโลยีแบบบอร์ดเกมดิจิทัล เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 บนพื้นฐานของเพศ

1.3.2 เพื่อศึกษาแรงจูงใจในการเรียนวิชาชีววิทยา (Motivation toward biology) เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล

1.3.3 เพื่อศึกษามโนคติ (Conceptual understanding) เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล

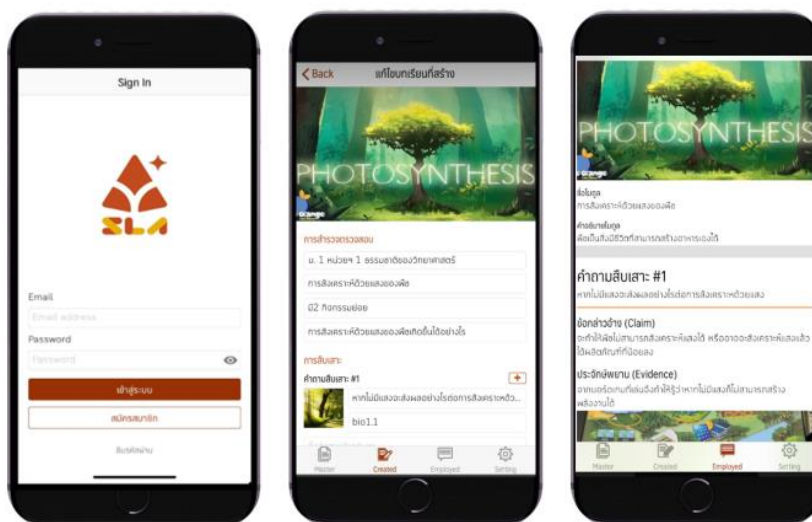
1.3.4 เพื่อศึกษาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Scientific explanation) เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล

1.4 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่คิดค้นขึ้น

สิ่งแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้เครื่องมือเทคโนโลยีหลักสำหรับเป็นองค์ประกอบสำคัญของการออกแบบและพัฒนาประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีรายละเอียดดังนี้

โมบายแอปพลิเคชัน (Mobile Application) KKU iNote

เครื่องมือนี้ถูกออกแบบและพัฒนาโดยนักวิจัยในเครือข่ายวิจัยวิทยาการและเทคโนโลยีทางการศึกษาแนวใหม่ (Frontiers of Educational Sciences and Technology, FEST, Research Network) และถูกนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนางานการสอนของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ และส่งเสริมความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ดังที่แสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ตัวอย่างแอปพลิเคชัน KKU iNote: หน้าจอการลงเข้าใช้งาน (ซ้าย) หน้าจอตัวอย่างบทเรียนสืบเสาะที่สร้างขึ้นมาโดยครู (กลาง) หน้าจอตัวอย่างการตอบคำถามผ่านกระบวนการวิทยาศาสตร์สืบเสาะของนักเรียน (ขวา)

บอร์ดเกมและเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน สำหรับการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบบอร์ดเกมดิจิทัล และมีการนำคำถามสืบเสาะมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสนใจและมองเห็นภาพเชิงประจักษ์มากขึ้น ดังที่แสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ตัวอย่างบอร์ดเกมดิจิทัล (ซ้าย) การใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมและแอปพลิเคชัน KKU iNote (ขวา)

ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับบอร์ดเกม การสังเคราะห์แสง Photosynthesis

ในเกม Photosynthesis นี้ผู้เล่นจะได้รับบทเป็นเจ้าของฟาร์มต้นไม้ ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงที่ยุคผู้คนเริ่มหันมาสนใจในการบริโภคพืชผักกันมากขึ้น ทำให้พืชผักหรือต้นไม้เป็นที่ต้องการอย่างมาก ชีวิตอยู่ในช่วงยุคแห่งเทคโนโลยีสมัยใหม่ เป้าหมายของผู้เล่น คือการสร้างฟาร์มให้มีความเจริญมากกว่าฟาร์มของผู้เล่นคนอื่น โดยการส่งต้นไม้ไปหาของ (ปัจจัยที่ใช้ในการเจริญเติบโต) ขยายพันธุ์สร้างอาหาร ทำฟาร์ม แม้กระทั่งการสร้างโรงเรือน ซึ่งสิ่งที่เราทำต่าง ๆ จะนำไปสู่การทำแต้มให้กับเรา จบเกมใครทำคะแนนได้มากที่สุดก็ชนะไป

วิธีการเล่นเกม

เกมนี้จะให้ผู้เล่นเป็นเจ้าของฟาร์ม โดยในฟาร์มเริ่มต้นจะมีต้นไม้มาให้ทั้งหมด 5 ต้น (ตัวเดินหมาก) ซึ่งต้นไม้เหล่านี้จริง ๆ ก็คือต้นไม้ในโรงเรือน เพื่อที่เราจะส่งออกไปยังจุดต่าง ๆ ที่อยู่บนบอร์ดของเกม โดยในเกมจะแบ่งช่วงการเล่นออกเป็นทั้งหมด 3 ช่วงหลักๆ ได้แก่ 1. ช่วงวางตัวหมาก (ต้นไม้) ในช่วงนี้ ผู้เล่นจะผลัดกันวางต้นไม้ไปลงในช่องว่างต่าง ๆ โดยวางไปลงที่ต้นก็ได้ภายในหนึ่งสถานที่ โดยจะมีสถานที่ต่าง ๆ เช่น ไปหาวัตถุดิบซึ่งจะมี แสง น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ รวมไปถึงธาตุอาหาร นอกจากนี้ยังมีบริเวณเก็บ ATP NADPH : ต้องใช้ของมากแลก เช่น แสง น้ำ บริเวณเก็บน้ำตาล: ต้องใช้ของแลก เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ ATP NADPH การวางหมากที่แผงโซลาร์ เพื่อลดการจ่ายแสงที่ต้นไม้ในฟาร์มใช้ในการเจริญเติบโต การวางหมากหาธาตุอาหารเพื่อให้การเจริญเติบโตมีประสิทธิภาพขึ้น การขยายพันธุ์เพื่อให้เราได้ต้นไม้ที่มากขึ้น การหาวัตถุดิบ สร้าง

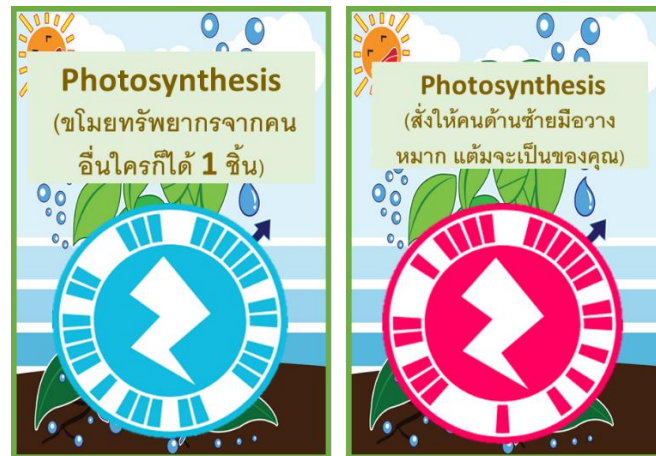
โรงเรือนและคิดค้นนวัตกรรมต่าง ๆ ซึ่งจะกลายเป็นคะแนนตอนจบเกม 2. ช่วงเก็บตัวหมาก (ต้นไม้) หลังจากทุกคนวางต้นไม้เสร็จหมดแล้ว จะเก็บต้นไม้กลับมา ซึ่งจะได้รับผลลัพธ์ของช่องต่าง ๆ ที่เราไปลงด้วย เช่น วางหมาก 1 ตัวที่โรงเรือนขยายพันธุ์ เราก็จะได้ต้นไม้เพิ่มมา 1 ต้น หรือการวางที่ต่าง ๆ เก็บวัตถุดิบ เราก็จะได้วัตถุดิบต่าง ๆ มา ใช้แลกการ์ดหรือแลกเปลี่ยนแต้ม ยกตัวอย่าง ในการวางหมาก จะได้ทอยลูกเต๋าตามจำนวนที่ลง เช่น แสง จะใช้ผลรวมของแต้ม หารด้วย 2 เช่น วางหมากไป 2 ต้น จะทอยลูกเต๋าคือ 2 ลูก ถ้าทอยออกมาได้ 5 กับ 6 ผลรวม คือ 11 จะเก็บแสงได้ $11/2$ ปัดลง = 5 ขึ้นเศษให้ปัดทิ้ง น้ำตาล จะใช้ผลรวมของแต้มหารด้วย 6 วางหมากไป 3 ต้น จะทอยเต๋าคือ 3 ลูก ถ้าทอยออกมาได้ 1 1 3 ผลรวมคือ 5 จะเก็บน้ำตาลได้ $5/6$ ปัดลง = 0 ถ้าเก็บน้ำตาลได้แล้วมาแลกแต้มในการ์ดโรงเรือนคะแนนจะคูณ 3 ทันที เช่น ใช้น้ำตาล 1 อันแลกการ์ด จะมีค่า $6 \times 3 = 18$ แต้ม (แต่อย่าลืมว่าจะได้น้ำตาล ต้องจ่าย CO_2 ATP NADPH มาก่อน) ธาตุอาหาร เก็บธาตุอาหาร สามารถใช้ให้ การเพิ่มแต้มจากการทอยลูกเต๋าคือ โดยจะมีค่า +1 3. ช่วงจ่ายแสง ต้นไม้ 1 ต้นจะใช้แสง 1 เทริยญ แต่หากมีแผงโซลาร์เป็นของตัวเองจะลดแสงที่ต้องจ่ายตามจำนวนเลเวลของแสงที่มี เช่นหากมีโซลาร์ เลเวล 2 มีต้นไม้ 5 ต้น ก็จะจ่ายแสงแค่ 3 เทริยญเท่านั้นเอง ถ้าไม่มีแสงพอจ่ายตามจำนวนต้นไม้ สามารถใช้ของที่มีจ่ายแทนได้ หากไม่มีเลย จะถูกลบคะแนน -10 แต้ม ดังนั้นต้องมีการวางแผนในการวางหมากให้ดี เกมจะเล่นวนรอบแบบนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งมีแถวการ์ดโรงเรือนหมด 1 แถว ก็จะถือว่าเป็นการจบเกม และมานับคะแนนตามของที่แลกการ์ดมาและการ์ดนวัตกรรมของแต่ละผู้เล่นว่าใครคะแนนมากที่สุดก็ชนะไป หรือถ้ากำหนดเวลา เมื่อเวลาหมดใครคะแนนมากที่สุดก็จะชนะการคิดคะแนนจากทรัพยากร แสดงดังภาพที่ 3

 <p>แสง 1 เทริยญ มีค่า 2 คะแนน</p>	 <p>น้ำ มีค่า 3 คะแนน</p>
 <p>คาร์บอน มีค่า 4 คะแนน</p>	  <p>ATP NADPH มีค่า 5 คะแนน เมื่อใช้ แลกการ์ดโรงเรือนคะแนนจะคูณ 2</p>
 <p>น้ำตาล มีค่า 6 คะแนน เมื่อใช้ แลกการ์ดโรงเรือนคะแนนจะ คูณ 3</p>	 <p>บัตริธาตุนาไมล์ สามารถบวกคะแนนจาก การทอยลูกเต๋าค่าได้ 1 คะแนน</p>
 <p>บัตริธาตุนาไมล์ สามารถบวกคะแนนจากการ ทอยลูกเต๋าค่าได้ 1 คะแนน</p>	

ภาพที่ 3 การคิดคะแนนจากทรัพยากร



ภาพที่ 4 ตัวอย่างการ์ดโรงเรือน (ซ้าย) ตัวอย่างการ์ดนวัตกรรม (ขวา)



ภาพที่ 5 ตัวอย่างการ์ด AR



ภาพที่ 6 ตัวอย่างบอร์ดเกมหลัก (ซ้าย) ตัวอย่างบอร์ดผู้เล่น (ขวา)

นวัตกรรมที่นำมาใช้เพื่อการเรียนรู้ชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

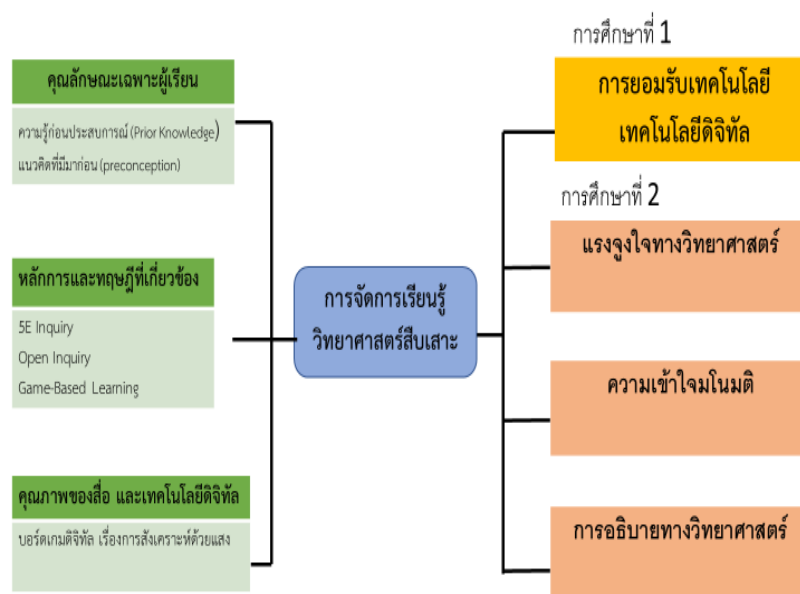
จากความพยายามในการนำเทคโนโลยีมาใช้ในห้องเรียนเพื่อสนับสนุนชีววิทยาการเรียนรู้ของนักเรียน ตัวอย่างการวิจัยก่อนหน้านี้แสดงให้เห็นว่าการใช้เกมดิจิทัลเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สามารถเพิ่มความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับเนื้อหาทางชีววิทยาของนักเรียนได้ Cheng and Annetta (2012) รายงานว่านักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาเกี่ยวกับประสาทวิทยาศาสตร์มากขึ้นหลังจากสัมผัสกับเกม ยิ่งไปกว่านั้นการสนับสนุนเกมที่พวกเขาแสดงความรู้ความเข้าใจและความรู้ความเข้าใจหลายอย่างในขณะที่ได้ตอบกับเกมการศึกษาที่จริงจัง นอกจากนี้ Cheng, Su, Huang and Chen (2014) รายงานว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาที่มีประสิทธิภาพดีกว่าผู้ที่เรียนรู้โดยใช้เนื้อหาบนเว็บโดยอาศัยความเข้าใจในความรู้และกระบวนการรับรู้ในระดับที่สูงขึ้น ยิ่งไปกว่านั้นพวกเขายังมีการ

รับรู้เชิงบวกต่อการสอนแบบเกม รับรู้ความสะดวกในการใช้งานการเรียนรู้แบบเพื่อนและพฤติกรรม การขอความช่วยเหลือ นอกจากนี้การจัดการเรียนในประเทศไทย Lokayut and Ni Srisawasdi (2015) รายงานว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอบถามแบบเปิดโดยใช้เกมที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนมี พัฒนาการด้านความเข้าใจเชิงแนวคิดเพิ่มแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ในแบบจำลองทางจิตไปสู่แนวคิด ทางวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนด้วย แนวทางการสอนแบบเดิม เกมกระดานและแรงจูงใจใน การเรียนรู้ นอกจากนี้ยังมีการใช้เกมกระดานเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ Taspinar et al. (2016) ค้นพบว่า การเล่นเกมจะกระตุ้นให้นักศึกษาในเยอรมนีเรียนรู้ทฤษฎีในหลักสูตรการ จัดการความรู้ การเล่นเกมทำให้การเรียนรู้เป็นไปตามทฤษฎีเนื้อหาสนุกสนานและสนับสนุนให้ นักเรียนเรียนรู้ Gonzalo-Iglesia et al. (2018) กล่าวถึงประสบการณ์ของนักเรียนสเปนในการศึกษา การสื่อสารและชีวเคมีเล่นเกมบอร์ดเกมเชิงพาณิชย์ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาหลักสูตร ข้อเสนอแนะหลัง การใช้เกมแสดงให้เห็นถึงการเล่นเกมบอร์ดเกม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเรียนรู้ในขณะเดียวกันก็เพิ่ม ความเป็นกันเอง การสื่อสารการตัดสินใจและการทำงานเป็นทีม สิ่งเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าเกมเพื่อ การศึกษาเป็นสื่อการเรียนรู้ที่น่าสนใจเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของนักเรียน . ดังนั้นการเรียน การสอนการใช้บอร์ดเกมดิจิทัลจึงได้รับการพัฒนาจากการศึกษาของ Srisawasdi (2012) การเรียน การสอนนี้เป็นการผสมผสานระหว่างการสืบเสาะแบบเปิดและการสืบเสาะจากเกมที่เกี่ยวข้องกับ นักเรียนดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะแบบเปิด กับสภาพแวดล้อมที่ใช้เกมที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน

		กิจกรรมการสืบเสาะโดยใช้เกมที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน			
		ก่อนสืบเสาะโดยใช้เกม	ช่วงเกม	หลังการสืบเสาะโดยใช้เกม	
องค์ประกอบของการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิด	ครู	การนำเสนอคำถาม ปลายเปิด/ปัญหา			
		นำเสนอแนวคิด พื้นฐาน/ทฤษฎี			
	นักเรียน		ขั้นการดำเนินการสำรวจ และค้นหา		
			การวิเคราะห์ข้อมูลและ อภิปราย		
					การนำเสนอข้อมูล
					สรุปผล

1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย



บทที่ 2

การเปรียบเทียบการยอมรับเทคโนโลยีการเรียนรู้แบบบอร์ดเกมดิจิทัล เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 บนพื้นฐานของเพศ

2.1 บทนำ

ปัจจุบันความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตและการมีส่วนร่วมในสังคมของมนุษย์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานของคนทุกระดับ นักเรียนควรต้องได้รับการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะได้มีความเข้าใจในเทคโนโลยีที่มนุษย์ได้พัฒนาขึ้น และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างเกิดประโยชน์และสร้างสรรค์ การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) เป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่สำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Lehrer and Schuable, 2012) ความก้าวหน้าของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการศึกษาสามารถใช้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และเพิ่มความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา นักการศึกษาและครูได้พยายามนำเกมมาปรับใช้เพื่อการศึกษาและการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้โดยใช้เกมดิจิทัลเป็นรูปแบบการเรียนรู้เชิงคอนสตรัคติวิสต์ที่มีผลลัพธ์เชิงบวกของการเรียนรู้ เกมดิจิทัลได้รับความนิยมและมีความสำคัญเป็นส่วนหนึ่งของสังคม โดยเฉพาะกลุ่มคนรุ่นใหม่หรือเด็ก ๆ ที่ชื่นชอบการเล่น เกม และมีการศึกษามากมายแสดงให้เห็นว่าเกมเพื่อการศึกษา นั้น สามารถส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้และสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ของนักเรียนได้ โดยทั่วไปเกมกระดานหรือบอร์ดเกมเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ที่มีส่วนร่วมในการส่งเสริมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ เกมกระดานที่มาจากบอร์ดเกม การ์ดภาพ ประกอบคำอธิบายข้อความและคุณสมบัติบางอย่างที่สอดแทรกเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกมกระดานคล้ายกับเกมคอมพิวเตอร์ที่สามารถทำให้การเรียนรู้มีความสนุกและน่าสนใจยิ่งขึ้น เนื่องจากการพัฒนาของเทคโนโลยีที่ทันสมัย นักวิจัยหลายคนจึงเห็นว่าการใช้เกมกระดานหรือบอร์ดเกมสามารถใช้เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกฝนการเรียนรู้ด้วยตนเองและพัฒนาทักษะกระบวนการในศตวรรษที่ 21 (Premthaisong and Srisawasdi, 2020)

จากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะที่ผ่านมา Srisawasdi and Panjaburee (2018) ได้ใช้เกมคอมพิวเตอร์เพื่อส่งเสริมทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้และเพิ่มความสามารถประสิทธิภาพการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจและแรงจูงใจในการเรียนรู้วิชาเคมี ซึ่งบอร์ดเกมมีความสำคัญ และประโยชน์ต่อผู้เรียนในด้านต่าง ๆ เช่น เปิดพื้นที่และประสบการณ์การเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น สามารถเชื่อมโยงกับเหตุการณ์ในชีวิตจริง ใช้วัสดุที่น่าสนใจให้

ผู้เรียนได้สัมผัส เสริมสร้างการเรียนรู้แก่ผู้เรียนผ่านความสนุกที่ได้จากบอร์ดเกม ส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณในการวางแผนและแก้ไขปัญหา ช่วยให้ผู้เรียนได้ผ่อนคลาย หรือช่วยให้ได้มีโอกาสฝึกฝนทักษะหลายอย่าง เช่น การสังเกตสีหน้า คำพูด หรือท่าทาง การแสดงออก การให้เหตุผล การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาแบบเดี่ยวและแบบทีม การฝึกการเผชิญหน้ากันในวง ทักษะการสื่อสารกันในกลุ่ม การมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด เป็นต้น (Gardner, 1999; Rodilla, 2012) Taspinar et al. (2016) ค้นพบว่า การเล่นเกมบนกระดานกระตุ้นให้นักศึกษาในเยอรมนีเรียนรู้ทฤษฎีในหลักสูตรการจัดการความรู้ การเล่นเกมบนกระดานทำให้การเรียนรู้เป็นไปตามทฤษฎี เนื้อหาสนุกสนานและสนับสนุนให้นักเรียนเรียนรู้ นอกจากนี้บอร์ดเกมช่วยลดความซับซ้อนของเนื้อหาที่ซับซ้อนและระบบซึ่งทำให้เหมาะสมในการสำรวจการเรียนรู้และแนวคิดเพิ่มเติมเช่นแรงจูงใจและการคิดเชิงคำนวณในสภาพแวดล้อมที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ (Bayeck, 2020)

จากความเป็นมาและรายงานการวิจัยที่ผ่านมาดังกล่าวข้างต้น งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบการยอมรับเทคโนโลยีแบบบอร์ดเกมดิจิทัล เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 บนพื้นฐานของเพศ โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้สืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกมดิจิทัล

2.2 จุดประสงค์การวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบการยอมรับเทคโนโลยีแบบบอร์ดเกมดิจิทัล เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 บนพื้นฐานของเพศ

2.3 สมมติฐานของการวิจัย

การยอมรับเทคโนโลยีแบบบอร์ดเกมดิจิทัล เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักเรียนเพศชายและนักเรียนเพศหญิงมีความแตกต่างกัน

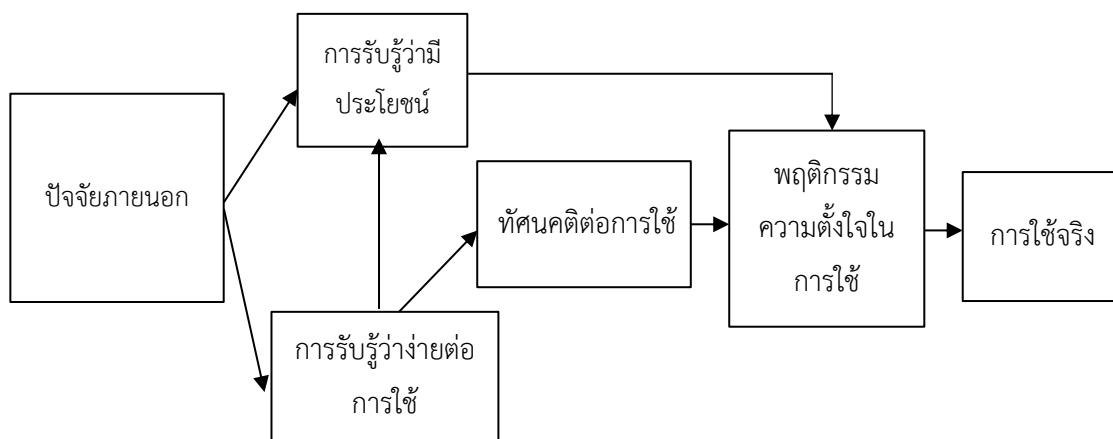
2.4 หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาการศึกษาจำนวนมากเกี่ยวกับเทคโนโลยีสมาร์ตโฟนเพิ่มขึ้น มีการใช้อุปกรณ์ในชั้นเรียนหรือนอกชั้นเรียนจำนวนมากเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เช่น สมาร์ตโฟน แท็บเล็ต (Chu et al., 2010; Klopfer et al., 2012) ผลการวิจัยส่วนใหญ่ชี้ให้เห็นการเรียนรู้ผ่านมือถือสมาร์ตโฟนที่เพิ่มเข้ามาช่วยส่งเสริมความสนใจ ทักษะคิด และความรู้ความเข้าใจ แนวความคิด ในแง่ของการส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียน ข้อค้นพบจากการศึกษาเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าการใช้อุปกรณ์พกพาสามารถเสริมสร้างแนวคิดของนักเรียนได้ (Chu et al., 2010; Zacharia, Lazaridou, and Avraamidou, 2016) Chanunan (2018) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะ

ทางปัญญาในการเรียนรู้ชีววิทยา โดยใช้การสืบเสาะแบบเปิด พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนสืบเสาะแบบเปิดมีความสามารถทางวิชาการสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ วราภรณ์ ลิ้มเปรมวัฒนา และกันตภณ ธรรมวัฒนา (2560) ได้ศึกษาพฤติกรรมการเล่นเกมและองค์ประกอบของปัจจัยในการเล่นของวัยรุ่นในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เล่นเกมกระดานเพื่อความบันเทิง ความสนุกสนานเพลิดเพลินและผ่อนคลายความเครียด โดยผลกระทบต่อพฤติกรรมการเล่นเกมกระดาน ในภาพรวมอยู่ระดับปานกลาง ได้แก่ ด้านสุขภาพร่างกาย ด้านการเงิน ด้านการศึกษาและสติปัญญา ด้านความสัมพันธ์ในครอบครัวและกลุ่มเพื่อน และด้านอารมณ์ Bayeck (2020) ได้ศึกษาโดยการทบทวนวรรณกรรม พบว่า เกมเป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางเลือก เกมกระดานหรือบอร์ดเกม คือ ช่องว่างสำหรับการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์สำหรับปฏิสัมพันธ์ทางสังคมการคิดเชิงคำนวณและสำหรับการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติที่หลากหลาย เกมกระดานยังช่วยให้เรียนรู้เรื่องต่าง ๆ และสามารถกระตุ้นให้ผู้เล่นเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับหัวข้อจากข้อมูลเป็นที่ประจักษ์ เกมกระดานเป็นพื้นที่ที่อนุญาตให้ผู้เล่นมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และวางกลยุทธ์ในการทำความเข้าใจแนวคิดที่ซับซ้อน อันที่จริงการเล่นเกมกระดานอำนวยความสะดวกความเข้าใจแนวคิดที่ซับซ้อน (เช่น วิศวกรรมการเงินและวิทยาศาสตร์) ความซับซ้อนของเกมเพลย์ “de-complexifying” ซึ่งอาจอธิบายถึงการใช้เกมกระดานเพื่อสอนเกี่ยวกับหัวข้อที่ซับซ้อน ทั้งยังเป็นตัวช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้อีกด้วย Wu et al. (2014) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดการเรียนรู้ภาษา เกมกระดานดิจิทัลในการทำงานร่วมกัน รูปแบบการเรียนรู้บอร์ดเกมดิจิทัลออกแบบมาสำหรับการเรียนรู้ในห้องเรียน ช่วยให้ตรวจสอบว่าทักษะการสื่อสารและแรงจูงใจภายใน สามารถปรับปรุงได้หรือไม่ โดยการมองเห็นผ่านบริบทที่เกี่ยวข้องและได้รับการฝึกฝนอย่างเพียงพอ ผ่านการเล่น เกม ผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่เรียนภาษาด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบบอร์ดเกมดิจิทัล ประสบความสำเร็จความสามารถในการสื่อสารที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับผู้ที่เรียนในรูปแบบการสอนแบบธรรมดาและการสอนภาษาแบบปรับเปลี่ยนบอร์ดเกมที่ไม่ใช่ดิจิทัล นอกจากนี้บอดเกมส์การเรียนรู้ดิจิทัลยังมีประโยชน์ต่อนักเรียนในการกระตุ้นให้พวกเขาพูดโดยการเล่นและเรียนรู้ด้วยการเล่นเกมที่เกี่ยวข้องกับบริบทที่เพียงพอและมีประสิทธิภาพการ Taspinar et al. (2016) ได้ศึกษาแนวทาง gamification เพื่อพัฒนาเกมกระดานหรือ บอร์ดเกม เป็นเครื่องมือสำหรับอาจารย์ (มหาวิทยาลัย) บอร์ดเกมเป็นเครื่องมือของการสอนหมายความว่า นักเรียนสามารถเลือกได้ด้วยตนเอง เมื่อใช้แนวคิดการเรียนรู้แบบผสมผสานรวมถึงการโต้ตอบและองค์ประกอบการเรียนรู้ พบว่าความคิดเห็นแรกที่รวบรวมได้บ่งชี้ว่าเกมมีความเหมาะสมในการจัดการกับข้อกำหนดระบุไว้สำหรับการใช้งานตามวัตถุประสงค์ ในตอนแรกนักเรียนและครูยืนยันผลของการเรียนรู้ว่าเป็นการเพิ่มแรงจูงใจและความสนุกสนานในบริบทของเนื้อหาที่มีทฤษฎี แน่ใจว่าจำเป็นต้องมีการประเมินเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อค้นพบ ข้อจำกัด ของผลกระทบเชิงบวก สามารถสันนิษฐานได้สำหรับการใช้

แนวคิดเกม ชั่ว ๆ สำหรับเนื้อหาการเรียนรู้ที่แตกต่างกันกับผู้เรียนกลุ่มเดียวกันภายในระยะเวลาสั้น ๆ นอกจากนี้บอร์ดเกมยังสามารถช่วยลดข้อจำกัดของเนื้อหา เช่น เนื้อหาที่ซับซ้อน ระบบเกมที่ยากต่อการเล่น

อย่างไรก็ตามการพัฒนาเทคโนโลยีการเรียนรู้ต้องคำนึงถึงตัวผู้ใช้งาน Davis (1989) ได้พัฒนาและทดสอบแบบจำลองทางทฤษฎีเกี่ยวกับผลของลักษณะของระบบที่มีต่อการยอมรับของผู้ใช้ ระบบสารสนเทศที่ใช้คอมพิวเตอร์ แบบจำลองนี้เรียกว่า แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (TAM) โดยในทฤษฎีดังกล่าว ศึกษาปัจจัยภายนอก (External Variables) ที่มีผลต่อ การรับรู้ว่ามีประโยชน์ (Perceived Usefulness) หมายถึง การรับรู้วาระบบสารสนเทศที่ใช้นั้นก่อให้เกิดประโยชน์ และถ้าหากมีการใช้ระบบสารสนเทศที่มีการพัฒนาขึ้นใหม่จะทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพดีขึ้น การรับรู้ว่าจะง่ายต่อการใช้ (Perceive Ease of Use) หมายถึง ความเชื่อว่าเทคโนโลยีไม่ต้องใช้ความพยายามมากที่จะใช้งาน ซึ่งทั้งสองมิติจะมีผลต่อ ทศนคติต่อการใช้ (Attitude toward using) หมายถึง ถ้าผู้ใช้มีทัศนคติที่ดีนั้น จะส่งผลต่อไปยังความตั้งใจที่จะใช้เทคโนโลยี และส่งผลต่อพฤติกรรมความตั้งใจในการใช้ (Behavioral Intention to use) หมายถึง ความตั้งใจที่ผู้ใช้พยายามใช้งาน และความเป็นไปได้ที่จะยอมรับ และใช้งานต่อเนื่อง จึงจะส่งผลให้เกิดการใช้งานจริงได้ (Actual system use) ซึ่งแสดงดังแผนภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (ดัดแปลงจาก Davis, 1987)

2.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

2.5.1 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะแบบบอร์ดเกมดิจิทัล หมายถึง กระบวนการสืบเสาะแบบเปิดมีขั้นตอนสำคัญโดยแบ่งเป็น 3 ช่วงคือ (1) ขั้นตอนการปฏิบัติสืบเสาะ 1) ช้่นนำเสนอคำถามหลักของการสืบเสาะ (Open-ended inquiry question) เป็นการนำเสนอคำถามหลักของการ

สืบเสาะโดยเกิดจากการทบทวนความรู้เดิมร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดนำเพื่อให้ นักเรียนเข้าสู่เนื้อหา 2) ขั้นนำเสนอแนวคิดพื้นฐาน (Scientific background) เป็นขั้นการให้ข้อมูลหรือสารสนเทศพื้นฐานในหัวข้อที่เรียน เพื่อให้ นักเรียนได้ค้นหาคำตอบ ซึ่งสารสนเทศที่ให้ต้องไม่ใช่คำตอบของคำถามหลัก (2) ขั้นปฏิบัติการสืบเสาะ 3) ขั้นการดำเนินการสำรวจและค้นหา (Procedure) เป็นการลงมือปฏิบัติสืบเสาะหรือการทำกิจกรรม ทดลอง เพื่อหาคำตอบของคำถามหลัก 4) ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล (Data and Result Analysis) เป็นขั้นการนำข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรม หรือการทดลองมาจัดกระทำ เรียบเรียง เพื่อนำเสนอผลของการสืบเสาะ ในรูปแบบกราฟหรือตาราง (3) ขั้นหลังปฏิบัติการสืบเสาะ 5) ขั้นนำเสนอข้อมูล (Result Communication) เป็นขั้นการนำเสนอข้อมูลจากการสืบเสาะหน้าชั้นเรียน เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกลุ่มอื่น 6) ขั้นสรุปผล (Conclusion) เป็นขั้นการสรุปจากการทำกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การตอบคำถามหลักจากขั้นแรกของการสืบเสาะ เพื่อให้คำตอบของนักเรียนไปในทิศทางเดียวกัน (Srisawasdi and Panjaburee, 2019)

2.5.2 การยอมรับเทคโนโลยี (The Technology Acceptance Model — TAM) หมายถึง เป็นทฤษฎีที่คิดค้นโดย Davis (1989) ซึ่งพัฒนามาจากแนวคิดของ TRA โดย TAM จะเน้นการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการยอมรับหรือการตัดสินใจที่จะใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมใหม่ซึ่งปัจจัยหลักที่ส่งผลโดยตรงต่อการยอมรับเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมของผู้ใช้ได้แก่ “การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน” (Perceived Ease of Use) และ “การรับรู้ถึงประโยชน์ที่เกิดจากการใช้” (Perceived Usefulness) โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อ “ความตั้งใจเชิงพฤติกรรมในการใช้” (Behavioral Intention) “ทัศนคติต่อการใช้” (Attitude) ซึ่งในท้ายที่สุดความตั้งใจเชิงพฤติกรรม (Behavioral intention to use) ในการใช้เทคโนโลยีจะมีอิทธิพลต่อการยอมรับและใช้งานเทคโนโลยีนั้นแสดงดังภาพที่ 6

2.6 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative research methodology) ในรูปแบบแผนการทดลองขั้นต้น (Pre-Experimental research) ในลักษณะแผนงานวิจัยที่มีการวัด

X O

หลังเรียนเท่านั้น (One-Shot case study) โดยมีกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม จำนวน 72 คน ที่มีรับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกมดิจิทัล งานวิจัยนี้มีรูปแบบตามแผนผัง ดังนี้

- X คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกมดิจิทัล
- O คือ การวัดการรับรู้เทคโนโลยีแบบบอร์ดเกมดิจิทัล

2.6.1 ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย (research participants)

กลุ่มคนที่เข้าร่วมการวิจัยเป็นนักเรียนจากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น(มอ ดินแดง) ที่มาจากการเลือกแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยกลุ่มเป้าหมายที่ศึกษา เป็นนักเรียนเป็นนักเรียนที่เรียนหลักสูตรเน้นวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 2 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 72 คน โดย แบ่งเป็นเพศชาย 30 คน และ เพศหญิง 42 คน

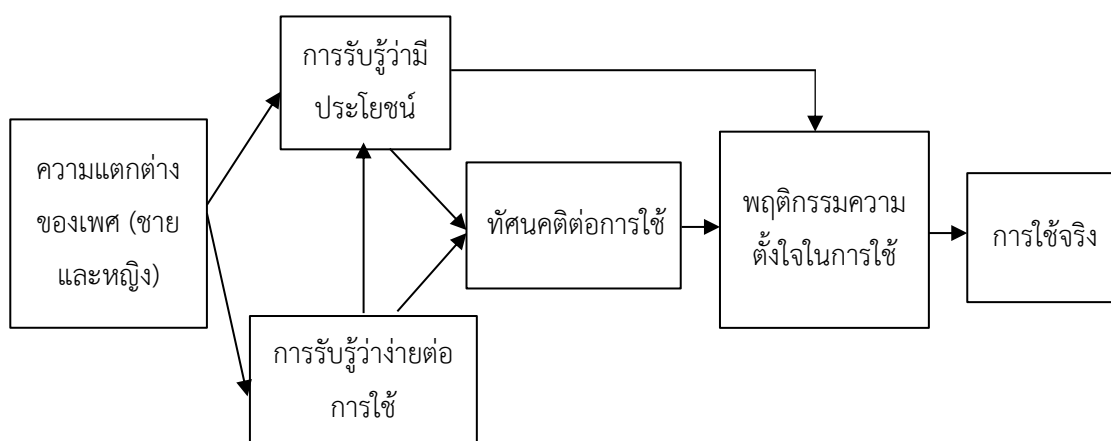
2.6.2 ตัวแปรที่ศึกษา (variables)

- ตัวแปรต้น คือ ความแตกต่างของเพศ และ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมส์ดิจิทัล
- ตัวแปรตาม คือ การยอมรับเทคโนโลยีการเรียนรู้แบบบอร์ดเกม เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของผู้เรียนบนพื้นฐานของเพศ

2.6.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (research instruments)

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการ เรียนรู้ คือ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 1 แผน คือ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งหมด 2 คาบ คาบละ 50 นาที

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล คือ แบบสอบถามการรับรู้ที่มีต่อการเรียนวิชา ชีววิทยา โดยใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริม ประกอบด้วยคำถาม 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 คือ คำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนที่ 2 คือ คำถามเกี่ยวกับแบบสอบถาม การรับรู้ที่มีต่อการเรียนวิชาชีววิทยาโดยใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริม จำนวน 24 ข้อ ซึ่งแสดงตามแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี ดังแผนภาพที่ 8



ภาพที่ 8 แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยีบนพื้นฐานความแตกต่างของเพศ

2.6.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล (data collection)

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดย (1) ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะจากบอร์ดเกมดิจิทัลเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ดังภาพที่ 9 โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกมดิจิทัล ในชั้นเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 1 แผน ใช้เวลา 2 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 1 สัปดาห์ ดังภาพที่ 10 (2) ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบสอบถามการรับรู้ที่มีต่อการเรียนวิชาชีววิทยาโดยใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริม จำนวน 24 ข้อ เพื่อวัดการรับรู้เทคโนโลยีการเรียนรู้แบบบอร์ดเกมดิจิทัล โดยใช้เวลาในการทำแบบสอบถาม 20 นาที ซึ่งเป็นแบบสอบถามมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับ



ภาพที่ 9 ตัวอย่างกิจกรรมวิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้เทคโนโลยีการเรียนรู้แบบบอร์ดเกมดิจิทัล



ภาพที่ 10 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้เทคโนโลยีการเรียนรู้แบบบอร์ดเกมดิจิทัล

2.6.5 การวิเคราะห์ข้อมูล (data analysis)

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลตามตัวแปรที่ได้ศึกษา คือ การรับรู้เทคโนโลยีการเรียนรู้แบบบอร์ดเกม เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของผู้เรียนบนพื้นฐานของเพศ (1) ตรวจสอบให้คะแนนการตอบแบบสอบถามการรับรู้ที่มีต่อการเรียนวิชาชีววิทยาโดยใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริม ของผู้เรียนแต่ละคนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่พัฒนาขึ้นและใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (X) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนของผู้เรียนกลุ่มเพศชายและกลุ่มเพศหญิง (2) เปรียบเทียบการรับรู้ที่มีต่อการเรียนวิชาชีววิทยาโดยใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมของผู้เรียนกลุ่มเพศชายและกลุ่มเพศหญิง ใน 4 มิติ ดังนี้ 1) การรับรู้ว่าประโยชน์ 2) การรับรู้ว่าง่ายต่อการใช้ 3) ทักษะคิดต่อการใช้ 4) พฤติกรรมความตั้งใจในการใช้ (3) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการรับรู้ที่มีต่อการเรียนวิชาชีววิทยาโดยใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมของผู้เรียนระหว่างกลุ่มเพศชายและกลุ่มเพศหญิง โดยใช้ Kruskal–Wallis analysis of variance และเปรียบเทียบผลต่างของคะแนนเฉลี่ยการรับรู้ที่มีต่อการเรียนวิชาชีววิทยาโดยใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมของผู้เรียนกลุ่มเพศชายและกลุ่มเพศหญิง โดยใช้ Mann – Whitney U Test

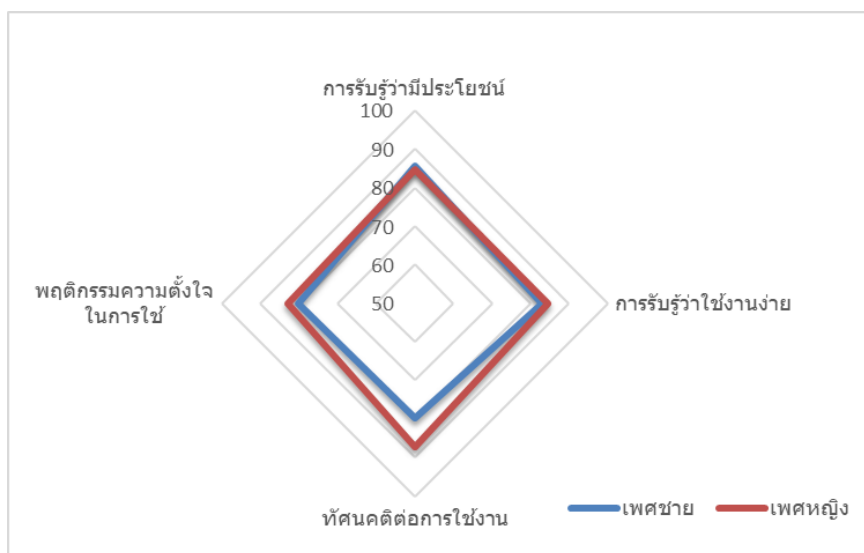
2.7 ผลการวิจัย

การรับรู้ที่มีต่อการเรียนวิชาชีววิทยาโดยใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริม เพื่อเปรียบเทียบการยอมรับเทคโนโลยีการเรียนรู้แบบบอร์ดเกม เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของผู้เรียนบนพื้นฐานของเพศ โดยใช้ Kruskal–Wallis analysis of variance และ Mann – Whitney U Test แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผล Kruskal–Wallis analysis of variance และ Mann – Whitney U Test ของแบบสอบถามการรับรู้ต่อการเรียนวิชาชีวะวิทยาโดยใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริม

	Post-questionnaire		Chi-square	Pose-hoc comparison
	Male	Female		
U	a=8.57[37.70] (1.33)	b=8.48[35.64] (1.27)	7.856	a>b
E	c=12.43[36.83] (2.25)	d=12.67[36.26] (1.83)	15.352	c>d
A	e=11.97[29.25] (1.86)	f=13.07[41.68] (1.53)	14.769	e<f*
BI	g=12.03[35.52] (2.49)	h=12.45[37.20] (1.71)	13.144	g<h

หมายเหตุ: 1) *หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P <.05)
 2) U= การรับรู้ว่ามีประโยชน์, E= การรับรู้ว่าง่ายต่อการใช้, A= ทักษะคิดต่อการใช้, BI= พฤติกรรมความตั้งใจในการใช้
 3) XX. XX [yy. yy] (zz. zz) หมายถึง Mean [Mean Rank] (S.D.)



ภาพที่ 11 การรับรู้เทคโนโลยีการเรียนรู้แบบบอร์ดเกมดิจิทัลระหว่างเพศชายและเพศหญิง

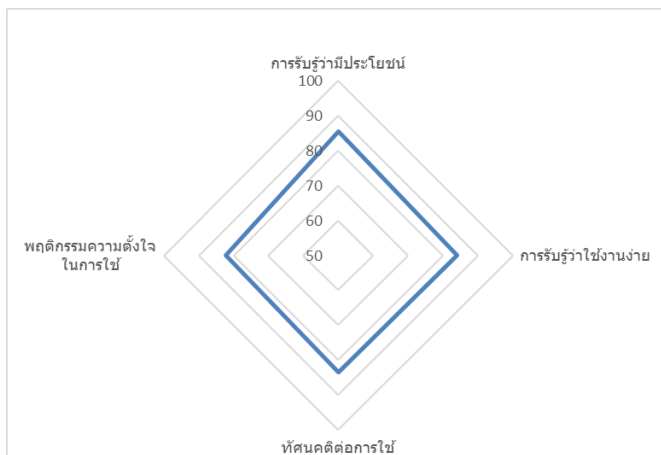
จากตารางที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ค่า U (Chi-square=7.856, $p=0.164>0.05$) E (Chi-square=15.352, $p=0.053>0.05$) BI (Chi-square=13.144, $p=0.107>0.05$) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ค่า A (Chi-square, $p=0.039<0.05$) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น การรับรู้เทคโนโลยีการเรียนรู้แบบบอร์ดเกมดิจิทัลของเพศชายและเพศหญิง แสดงดังตารางที่ 2 จากการวิเคราะห์หลังการทดสอบด้วย Mann-Whitney U-Test ผลวิจัยชี้ให้เห็นว่า ความแตกต่างของเพศมีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีการเรียนรู้แบบบอร์ดเกมดิจิทัล เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ในแง่ของทัศนคติต่อการใช้ (A) แต่ความแตกต่างของเพศไม่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีการเรียนรู้แบบบอร์ดเกมดิจิทัล เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ในแง่ของมิติการรับรู้ประโยชน์ (U) การรับรู้ว่าง่ายต่อการใช้ (E) และพฤติกรรมการตั้งใจในการใช้ (BI) สรุป การยอมรับเทคโนโลยีการเรียนรู้แบบบอร์ดเกมดิจิทัล ผลพบว่า นักเรียนเพศหญิงมีทัศนคติต่อการใช้ สูงกว่าเพศชายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล ยิ่งไปกว่านั้น จากภาพที่ 11 แสดงคะแนนเฉลี่ยของการรับรู้การเรียนรู้ชีววิทยาโดยใช้บอร์ดเกมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริม ระหว่างเพศชายและเพศหญิง แสดงให้เห็นชัดเจนว่า นักเรียนเพศหญิงที่มีการเรียนรู้ชีววิทยาจากบอร์ดเกมดิจิทัลมีทัศนคติต่อการใช้สูง เชื่อว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมจะช่วยให้พวกเขาทำการเรียนรู้เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช รู้สึกว่าน่าสนใจ รู้สึกสนุกสนานและเห็นว่า บอร์ดเกมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมเหมาะต่อการใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่านักเรียนเพศชาย

ตารางที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการรับรู้ของนักเรียน

มิติการรับรู้เทคโนโลยี	N	Mean (%)	SD
การรับรู้ว่ามีประโยชน์ Perceived usefulness (U)	72	85.39	1.26
การรับรู้ว่าง่ายต่อการใช้ Perceived ease of use (E)	72	84.04	1.98
ทัศนคติต่อการใช้ Attitude towards the using (A)	72	83.42	1.81
พฤติกรรมการตั้งใจในการใช้ Behavioral intention to use (BI)	72	82.13	1.03

จากตารางที่ 3 แสดงข้อมูลเชิงพรรณนาเกี่ยวกับการรับรู้รูปแบบการเรียนรู้แบบบอร์ดเกมดิจิทัลโดยอาศัยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสี่มิติเห็นได้ชัดว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบบอร์ดเกมดิจิทัลที่เน้นการสืบเสาะ แสดงให้เห็นการรับรู้เชิงบวกต่อเทคโนโลยีการเรียนรู้ที่

พัฒนา ยิ่งไปกว่านั้น จากภาพที่ 12 แสดงคะแนนเฉลี่ยของการรับรู้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะ โดยใช้บอร์ดดิจิทัลของนักเรียนทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยในระดับสูง โดยมีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ ในมิติการรับรู้ว่ามีประโยชน์ (ค่าเฉลี่ย = 85.39; SD = 1.26) มิติการรับรู้ว่าง่ายต่อการใช้ (ค่าเฉลี่ย=84.04: SD= 1.98) มิติทัศนคติต่อการใช้ (ค่าเฉลี่ย= 83.42: SD= 1.81) และมิติพฤติกรรมการความตั้งใจในการใช้ (ค่าเฉลี่ย=82.13: SD= 1.03) เชื่อว่าการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล มีประโยชน์ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ใช้งานได้โดยง่าย ไม่ต้องใช้ความพยายามมาก และเห็นว่า บอร์ดเกมดิจิทัลเหมาะต่อการใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 12 การรับรู้เทคโนโลยีการเรียนรู้แบบบอร์ดเกมดิจิทัลของนักเรียน

2.8 อภิปรายผล

การศึกษาเป็นการศึกษาขั้นต้น ที่นำเสนอการใช้เทคโนโลยีการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบบอร์ดเกมดิจิทัล เพื่อเปรียบเทียบการยอมรับเทคโนโลยีการเรียนรู้ บนพื้นฐานความแตกต่างของเพศ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่จัดให้มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และใช้แบบสอบถามการรับรู้เทคโนโลยีเป็นหลัก แบบสอบถามได้รับการปรับให้เหมาะกับการเรียนรู้เกี่ยวกับแนวคิดเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ผลการวิจัยพบว่า หลังจากการได้รับประสบการณ์เรียนรู้แบบบอร์ดเกมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริม ความแตกต่างของเพศมีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีการเรียนรู้ ในแง่ของมิติทัศนคติที่มีต่อการใช้งานระบบ (A) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนเพศหญิงมีการยอมรับเทคโนโลยีในแง่ของมิติ ทัศนคติที่มีต่อการใช้งานของบอร์ดเกมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริม สูงกว่านักเรียนเพศชายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้ บอร์ดเกมดิจิทัล

แต่ความแตกต่างของเพศไม่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีการเรียนรู้ในแง่ของมิติ ประโยชน์ของบอร์ดเกม (U) ความง่ายของการใช้งานของระบบ (E) และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (BI) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยก่อนหน้านี้ของ Sakulphon, Srisawasdi and Wangsomnuk (2015) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติในวิชาชีววิทยาและการรับรู้ที่มีต่อการใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมบนมือถือสมานโฟน เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และผลกระทบต่อความแตกต่างระหว่างเพศ พบว่า ความแตกต่างของเพศไม่ได้ส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมบนมือถือสมานโฟน แสดงให้เห็นว่า ไม่ว่าเพศใด ๆ ก็สามารถเรียนรู้ชีววิทยา เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ด้วยการใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมบนมือถือสมานโฟนได้ Miangsantia (2016) ศึกษาผลของความแตกต่างของเพศต่อการรับรู้ของนักเรียนที่มีต่อการเรียนการสอนในสภาพแวดล้อมที่ใช้เกมที่มีปัญหาเป็นฐาน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกันของมนุษย์ โดยผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 106 คน โดยใช้แบบสอบถามจำนวน 18 ข้อ เพื่อศึกษาการรับรู้ของนักเรียนที่มีต่อดิจิตอลเกมที่มีปัญหาเป็นฐานใน 6 ด้านย่อย หลังจากที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับดิจิตอลเกม จากผลการศึกษาพบว่า นักเรียนเพศชายและเพศหญิงมีการรับรู้ต่อการเรียนการสอนในสภาพแวดล้อมที่ใช้เกมที่มีปัญหาเป็นฐานเหมือนกัน 3 ด้านย่อย คือ การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน การรับรู้ความเพลิดเพลิน และการรับรู้ความพึงพอใจ ในขณะที่มีการรับรู้อีก 3 ด้านย่อย คือ การรับรู้การเรียนรู้ การรับรู้ความ การรับรู้ความสนุกสนาน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เพื่อให้เข้าใจการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัลที่เน้นการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างจากการตอบแบบสอบถามการรับรู้เกี่ยวข้องกับรูปแบบการยอมรับเทคโนโลยีที่ระบุการรับรู้ว่ามีประโยชน์ การรับรู้ว่าใช้งานง่าย ทัศนคติต่อการใช้งานและพฤติกรรมความตั้งใจในการใช้เทคโนโลยี Davis (1989) ได้กล่าวว่า การรับรู้ว่ามีประโยชน์ หมายถึง การที่บุคคลเชื่อว่าเทคโนโลยีจะช่วยให้เขาทำงานบางอย่างได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลในทางตรงกันข้าม การรับรู้ว่าใช้งานง่าย หมายถึง การที่บุคคลคิดว่าการใช้เทคโนโลยีจะไม่ต้องใช้ความพยายาม ทัศนคติต่อการใช้ หมายถึง การที่บุคคลมีความคิดเห็นและความรู้สึกต่อเทคโนโลยี นอกจากนี้ พฤติกรรมความตั้งใจในการใช้ หมายถึง บุคคลที่มีความต้องการใช้เทคโนโลยี และเชื่อว่าสามารถใช้เทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์แก่ตนได้ จากการวิจัยในครั้งนี้เป็นการนำร่องเพื่อปรับใช้ในการศึกษาครั้งต่อไป ผู้วิจัยจะใช้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล เพื่อศึกษแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจโมโนมิติ และการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

2.9 ข้อเสนอแนะ

2.9.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1) นำผลการรับรู้เทคโนโลยีมิติทัศนคติที่มีต่อการใช้งานของบอร์ดเกมผसानเทคโนโลยีความจริงเสริมที่มีความแตกต่างกัน ไปใช้ในการออกแบบกิจกรรมกลุ่มซึ่งควรให้นักเรียนเพศหญิงและเพศชายได้ทำงานร่วมกัน อาจจะจัดกลุ่มแบบคละเพศชายและเพศหญิง เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนแนวความคิดและเกิดการรับรู้ไปในทิศทางเดียวกัน

2) ในระหว่างการทำกิจกรรมครูควร เข้าไปมีส่วนร่วมในพูดคุยในกลุ่มนักเรียนชายและนักเรียนหญิง เพื่อสอบถามความเข้าใจที่มีในเนื้อหาและการใช้เทคโนโลยี เพื่อให้กิจกรรมดำเนินไปในทิศทางเดียวกัน

2.9.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ในการทำวิจัยครั้งต่อไปอาจจะต้องเพิ่มจำนวนผู้เข้าร่วมวิจัย หรือทดลองกับกลุ่มผู้เข้าร่วมวิจัยที่ต่างแผนการเรียน

บทที่ 3

ผลของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล ที่มีผลต่อ แรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

3.1 บทนำ

เนื่องจากธรรมชาติของวิชาชีววิทยา ในเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เป็นเรื่องที่มีความซับซ้อนและไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จึงเป็นสิ่งที่ต้องใช้จินตนาการค่อนข้างสูง ซึ่งยากต่อความเข้าใจ ทั้งยังมีรายละเอียดและเนื้อหาค่อนข้างมาก ซึ่งหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานวิทยาศาสตร์แห่งชาติของประเทศไทยได้วางกรอบแนวคิดเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ไว้ในระดับประถมศึกษาตอนต้นจนถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งส่วนใหญ่แล้วมักมีการจัดการเรียนการสอนแบบบรรยายและใช้สไลด์เป็นหลัก นักเรียนเรียนรู้แบบท่องจำโดยไม่ได้เข้าใจในกระบวนการและทำให้ไม่สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ ในส่วนกระบวนการที่เกิดขึ้นต่าง ๆ เช่น การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร และการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ ปฏิกิริยาต่าง ๆ เกิดขึ้นในระดับโมเลกุลที่ไม่สามารถจับต้องได้ เป็นนามธรรมซึ่งเป็นเรื่องที่ซับซ้อนและต้องใช้จินตนาการที่เป็นนามธรรมค่อนข้างมาก นักเรียนมักมีความรู้หรือความเข้าใจผิดมากมายเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (Pinatuwong and Srisawasdi, 2014) เช่นเดียวกับ งานวิจัยก่อนหน้านี้ของ Kose (2008) และ Svandova (2014) เปิดเผยว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงมีความเข้าใจผิด เช่น ในคลอโรพลาสต์มีเพียงคลอโรฟิลล์ (Kijkuakul, 2006) และการสังเคราะห์แสงเป็นกระบวนการเกี่ยวกับการหายใจของพืช (Svandova, 2014) ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจและไม่สามารถอธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นได้ในแง่ของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นเหตุเป็นผล ทำให้เกิดความยุ่งยากในการเรียนรู้ จึงนำไปสู่ปัญหาสำคัญในการเรียนรู้ ซึ่งนั่นก็คือการที่ผู้เรียนมีความเข้าใจโมเดลที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception) ซึ่งอาจเกิดขึ้นก่อนเรียน หรือในระหว่างเรียน โดยมีผลทำให้ผู้เรียน สอบไม่ผ่านหรือผ่านแต่คะแนนไม่ดี ทำให้มีผลการเรียนที่ไม่น่าพึงพอใจ ผู้เรียนรู้สึกหมดกำลังใจที่จะเรียนรู้และมีทัศนคติที่ไม่ดีต่อวิชาที่เรียน (ศิระเดช สุชีวะ, 2538 อ้างอิงใน นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์, 2548) ซึ่งทำให้นักเรียนขาดแรงจูงใจในการเรียน ดังนั้น เป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับนักเรียน เพราะจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความต้องการที่จะเรียนรู้ เพื่อให้ประสบผลสำเร็จและบรรลุเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้ กล่าวได้ว่า นักเรียนที่มีแรงจูงใจในการเรียนรู้สูงจะมีโอกาสได้รับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับสูงเช่นกัน (นิภารัตน์ รูปไข่, 2557) สอดคล้องกับงานวิจัย Lepper (2005) ที่ได้แสดงให้เห็นว่าแรงจูงใจในการเรียนถือเป็น

ปัจจัยสำคัญที่ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีและส่งผลให้นักเรียนประสบความสำเร็จในด้านการเรียนอีกด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ วรณิ ลิ้มอักษร (2551) ที่ได้กล่าวเพิ่มเติมเกี่ยวกับกลวิธีในการสร้างแรงจูงใจในการเรียนว่าจะต้องสร้างเจตคติที่ดีและทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของบทเรียน โดยวิธีการสอนจะต้องมีลักษณะคล้ายคลึงกับสถานการณ์ในชีวิตจริง อีกทั้งครูผู้สอนจะต้องอธิบายให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เรียนกับสภาพความเป็นจริงในสังคม ซึ่งนักเรียนต้องการความช่วยเหลือเป็นพิเศษจากนักวิจัยทางการศึกษาหรือครูผู้เชี่ยวชาญ เพื่อชี้แนะแนวทางในการเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เพื่อพัฒนาการเรียนรู้วิชาชีววิทยาให้มีความหมายมากขึ้น

จากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะที่ผ่านมา Srisawasdi and Panjaburee (2018) ได้ใช้เกมคอมพิวเตอร์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะแบบเปิด เพื่อส่งเสริมทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้และเพิ่มความสามารถประสิทธิภาพการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจและแรงจูงใจในการเรียนรู้วิชาเคมี ซึ่งบอร์ดเกมมีความสำคัญ และประโยชน์ต่อผู้เรียนในด้านต่าง ๆ เช่น เปิดพื้นที่และประสบการณ์การเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น สามารถเชื่อมโยงกับเหตุการณ์ในชีวิตจริง ใช้วัสดุที่น่าสนใจให้ ผู้เรียนได้สัมผัส เสริมสร้างการเรียนรู้แก่ผู้เรียนผ่านความสนุกที่ได้จากบอร์ดเกม ส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึก ความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณในการวางแผนและแก้ไขปัญหา ช่วยให้ผู้เรียนได้ผ่อนคลายหรือช่วยให้เด็กมีโอกาสดึงฝนทักษะหลายอย่าง เช่น การสังเกตสีหน้า คำพูด หรือท่าทาง การแสดงออก การให้เหตุผล การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาแบบเดี่ยวและแบบทีม การฝึกการเผชิญหน้ากันในวง ทักษะการสื่อสารกันในกลุ่ม การมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด เป็นต้น (Gardner, 1999; Rodilla, 2012) Taspinar et al. (2016) ค้นพบว่า การเล่นเกมบนกระดานกระตุ้นให้นักศึกษาในเยอรมนีเรียนรู้ทฤษฎีในหลักสูตรการจัดการความรู้ การเล่นเกมกระดานทำให้การเรียนรู้เป็นไปตามทฤษฎี เนื้อหา มีความสนุกสนานและสนับสนุนให้นักเรียนเรียนรู้ นอกจากนี้บอร์ดเกมช่วยลดความซับซ้อนของเนื้อหาที่ซับซ้อนและระบบซึ่งทำให้เหมาะสมในการสำรวจการเรียนรู้และแนวคิดเพิ่มเติม เช่นแรงจูงใจและการคิดเชิงคำนวณในสภาพแวดล้อมที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ (Bayeck, 2020)

จากความเป็นมาและรายงานการวิจัยที่ผ่านมาดังกล่าวข้างต้น งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะ เพื่อเป็นการสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะแบบเปิดร่วมกับการใช้บอร์ดเกมดิจิทัลจากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้

3.2 คำถามการวิจัย

การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติกกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมส์ดิจิทัลทำให้แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักเรียนแตกต่างกันหรือไม่

3.3 จุดประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาแรงจูงใจในการเรียนวิชาชีววิทยา (Motivation toward biology) เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมส์ดิจิทัล

3.4 หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

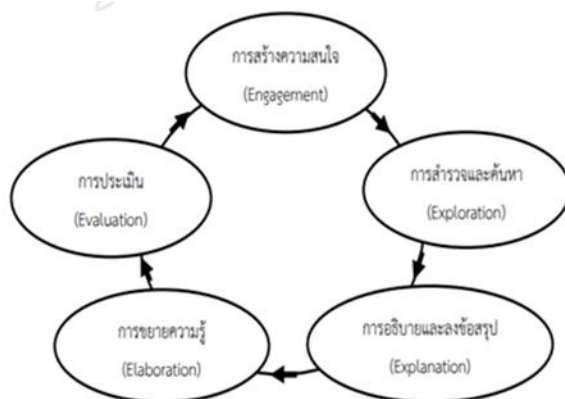
การจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการหนึ่งที่ยอมรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สืบค้นศึกษาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก เป็นวิธีการที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (ศิริพิมล หงส์เหม, 2555) Buck, Bretz and Towns (2008) อ้างถึงในนิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ (2552) ได้อธิบายถึงลักษณะการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ไว้เป็น 5 ลักษณะที่แตกต่างกัน ได้แก่ การตรวจสอบข้อเท็จจริง (Confirmation) การสืบเสาะแบบกำหนดโครงสร้าง (Structured inquiry) การสืบเสาะแบบมีการชี้แนะแนวทาง (Guided inquiry) การสืบเสาะแบบเปิด (Opened inquiry) และการสืบเสาะแบบวิทยาศาสตร์ (Authentic inquiry) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงหรือคำตอบของข้อคำถามต่าง ๆ ด้วยตนเอง ทั้งยังช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้วิชานั้น ๆ ครูจึงต้องเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้โดยการจัดลำดับเนื้อหาและครูทำหน้าที่เป็นเหมือนผู้ช่วย และให้นักเรียนทำหน้าที่เหมือนผู้จัดการเรียนการวางแผนการจัดการเรียนด้วยตนเอง เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาความรู้ และเป็นการเปลี่ยนความคิดจากการเป็นผู้รับความรู้มาเป็นผู้แสวงหาความรู้และสามารถใช้ความรู้นั้นให้เกิดประโยชน์ได้ (ภพ เลหาไพบูลย์, 2542) วิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าข้อมูลด้วยตนเอง ได้ปฏิบัติจริง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ธวัชชัย คงน่วม, 2549) จักริน งานไว (2552) พบว่า นักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์เป้าหมายที่โรงเรียนได้กำหนด สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2545) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้ มีหลากหลายระดับ แต่ละระดับมีความต่อเนื่องกันจากที่เน้นครูเป็นสำคัญไปจนถึงเน้น

นักเรียนเป็นสำคัญ การจัดการเรียนรู้สืบเสาะอีกรูปแบบหนึ่ง คือ การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิด (Opened inquiry) ที่เป็นการจัดการเรียนรู้ที่การสืบเสาะหาความรู้แบบนักเรียนเป็นผู้กำหนดแนวทาง การสืบเสาะหาความรู้ด้วยวิธีนี้ ครูเป็นผู้จัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบให้กับนักเรียน แต่นักเรียนเป็นผู้ตั้งคำถามและออกแบบการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด เป็นการสืบเสาะความรู้ที่ให้ผู้เรียนพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิด เป็นผู้กำหนดปัญหา ออกแบบและปฏิบัติ การสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดที่หลากหลายโดยใช้คำถามแบบปลายเปิดเพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียน ผลักดันให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจในสาระสำคัญที่ได้จากปัญหา และใช้กระบวนการแสวงหาความรู้อย่างมีเหตุผลเพื่อนำไปสู่องค์ความรู้ของนักเรียนเอง (สมโภชน์ อเนกสุขุม, 2554 อ้างถึงใน รณชัย กลิ่นกล้า และคณะ, 2559) แนวทางในการจัดการเรียนการสอนอีกแนวทางหนึ่ง ที่ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาการคิดวิเคราะห์ในระหว่างเรียน วิธีการสอนนั้น คือ Open class approach เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนที่ฝึกให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดที่หลากหลาย สร้างโอกาสให้นักเรียนที่มีความสามารถและความต้องการต่างกัน ได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนในชั้นเรียนได้โดยใช้ปัญหาแบบปลายเปิดเพื่อกระตุ้นการคิดของนักเรียน และผลักดันให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง (ไมตรี อินทรประสิทธิ์, 2549)

กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะ ในการจัดการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1) การสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียน เป็นการสืบเสาะหาความรู้แบบครูเป็นผู้กำหนดแนวในการทำกิจกรรมนั้น ครูจะมีส่วนในการชี้มนักเรียนมากกว่าการสืบเสาะหาความรู้แบบปลายเปิด ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนขึ้นอยู่กับจุดประสงค์การเรียนเรื่องนั้น ๆ อย่างเช่น แนวทางจัดการเรียนรู้ โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้สืบเสาะ (5E) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญคือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียนหรือประเด็นที่สนใจ อาจเกิดจากความสนใจของตัวผู้เรียนเองหรือเกิดจากการอธิบายในเรื่องที่สนใจ อาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงนั้น ๆ ซึ่งสามารถเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาแล้ว เป็นสิ่งกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามในประเด็นที่ศึกษา 2) ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบมีหลายวิธี เช่น การทำการทดลอง การทำกิจกรรม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นการนำข้อมูลหรือสารสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้ในการอธิบายสถานการณ์ ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้มีความรู้มากขึ้น 5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง

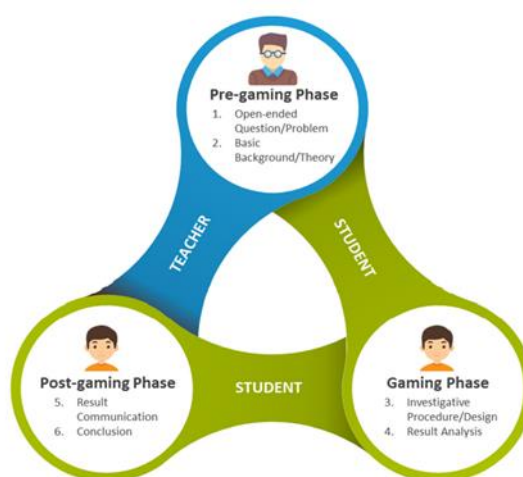
อย่างไร นำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ดังภาพที่ 13 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2546)



ภาพที่ 13 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) (สสวท., 2546)

2) การสืบเสาะของนักวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้โดยนักวิทยาศาสตร์มีรูปแบบที่หลากหลายทั้งการสืบเสาะหาความรู้แบบปลายเปิด (Opened inquiry) หรือการสืบเสาะหาความรู้แบบครูเป็นผู้กำหนดแนวในการทำกิจกรรม (Structured inquiry) การสืบเสาะหาความรู้แบบปลายเปิดนั้นนักเรียนจะเป็นผู้ควบคุมการสืบเสาะหาความรู้ของตนเองตั้งแต่การสร้างประเด็นคำถาม การสำรวจตรวจสอบและอธิบายสิ่งที่ศึกษาโดยใช้ข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ การประเมินและเชื่อมโยงความรู้ที่เกี่ยวข้องหรือคำอธิบายอื่น เพื่อปรับปรุงคำอธิบายของตนและนำเสนอต่อผู้อื่น อย่างเช่น กระบวนการสืบเสาะแบบเปิด มีขั้นตอนสำคัญโดยแบ่งเป็น 3 ช่วงต่อเนื่องกัน คือ ช่วงแรก เป็นขั้นก่อนการปฏิบัติสืบเสาะ (Pre-gaming phase) ซึ่งครูผู้สอนจะมีบทบาทในการนำนักเรียนไปสู่การสืบเสาะ ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 นำเสนอคำถามหลักของการสืบเสาะ (Open-ended inquiry question) เป็นการนำเสนอคำถามหลักของการสืบเสาะโดยอาจจะเกิดจากการทบทวนความรู้เดิมร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดนำเพื่อให้นักเรียนเข้าสู่เนื้อหา ขั้นที่ 2 นำเสนอแนวคิดพื้นฐาน (scientific background) เป็นขั้นการให้ข้อมูลหรือสารสนเทศพื้นฐานในหัวข้อที่เรียนเพื่อให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบ ซึ่งสารสนเทศที่ให้อาจไม่ใช่คำตอบของคำถามหลัก ช่วงที่สอง เป็นขั้นปฏิบัติการสืบเสาะ (Gaming phase) ในขั้นนี้ นักเรียนมีบทบาทในการสืบเสาะค้นหาคำตอบของคำถามและดำเนินกิจกรรมด้วยตนเอง ซึ่งครูจะสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนแต่จะไม่เข้าไปชี้นำระหว่างการทำกิจกรรมรวมถึงการบอกคำตอบ ประกอบด้วย ขั้นที่ 3 การดำเนินการสำรวจและค้นหา (Procedure) เป็นการลงมือปฏิบัติสืบเสาะหรือการทำกิจกรรม ทดลอง เพื่อหาคำตอบของคำถามหลัก ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูล (data and result analysis) เป็นขั้นการนำข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรม หรือการทดลองมาจัดกระทำ เรียบเรียง เพื่อนำเสนอผลของการสืบเสาะ ในรูปแบบกราฟ

หรือตาราง ช่วงที่สาม เป็นขั้นหลังปฏิบัติการสืบเสาะ (Post-gaming phase) ขั้นนี้ นักเรียนมีบทบาทในการทำกิจกรรมในการนำเสนอข้อมูลและสรุปผล สามารถถลงความเห็น และแลกเปลี่ยนข้อมูลกับเพื่อนร่วมชั้นเพื่อให้ได้ข้อสรุปของคำตอบด้วยตนเอง บทบาทของครูผู้สอน คือ กำหนดระยะเวลาในการทำกิจกรรมและตอบข้อสงสัยหากนักเรียนเกิดการติดขัดในการทำกิจกรรม หรือเกิดข้อสงสัยที่ไม่สามารถยอมรับได้ การสรุปข้อความรู้ที่ได้ศึกษาให้ไปในแนวทางเดียวกัน ประกอบด้วย ขั้นที่ 5 นำเสนอข้อมูล (result communication) เป็นการนำเสนอข้อมูลจากการสืบเสาะหน้าชั้นเรียน เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกลุ่มอื่น ขั้นที่ 6 สรุปผล (conclusion) เป็นขั้นการสรุปจากการทำกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การตอบคำถามหลักจากขั้นแรกของการสืบเสาะ เพื่อให้คำตอบของนักเรียนไปในทิศทางเดียวกัน ดังภาพที่ 14 (Srisawasdi and Panjaburee, 2019)



ภาพที่ 14 ขั้นการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิด (Srisawasdi and Panjaburee, 2019)

ดังนั้นครูสามารถจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้ทั้งแบบสืบเสาะหาความรู้แบบปลายเปิดและแบบกำหนดแนวในการ ทำกิจกรรมตามความเหมาะสม

การวัดแรงจูงใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นักวิจัยทางการศึกษาได้พยายามพิจารณาว่าเหตุใดนักเรียนจึงมีความมุ่งมั่นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รู้สึกอย่างไรในขณะที่มุ่งมั่นอย่างหนัก และพยายามนานแค่ไหน ความเชื่อความรู้สึกและอารมณ์ การวัดแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ท้าทาย เนื่องจากโครงสร้างและส่วนประกอบ ไม่ใช่ตัวแปรที่สังเกตได้โดยตรง โดยทั่วไปการวัดแรงจูงใจมีเป้าหมายมุ่งเน้นศึกษาสภาวะภายในที่กระตุ้นชี้นำและพฤติกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งแรงจูงใจในการเรียนรู้ หมายถึง การที่นักเรียนมีความพยายามในการค้นหาความรู้จากกิจกรรมทางวิชาการที่เกี่ยวข้องและพยายามที่จะได้รับประโยชน์จากการพยายามนั้น ส่วนประกอบที่สร้างแรงจูงใจที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 6 ด้าน ซึ่งเป็นอิสระจากกันแม้ว่าอาจเกี่ยวข้องกันก็ตาม ด้านที่ 1 แรงจูงใจภายใน (intrinsic motivation: IM) เป็นแรงจูงใจที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้

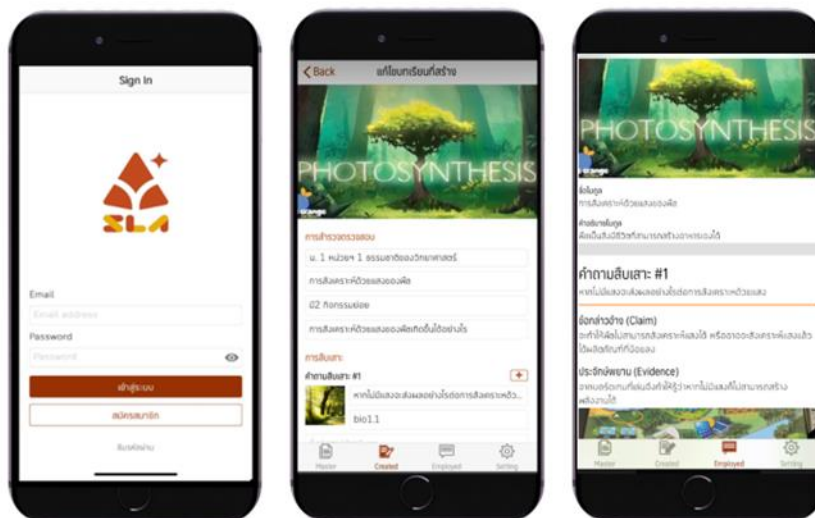
วิทยาศาสตร์เพื่อประโยชน์ของตนเอง ด้านที่ 2 แรงจูงใจภายนอกหรือแรงจูงใจในการทำงาน (career Motivation: CM) เป็นแรงจูงใจซึ่งเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้อัตโนมัติเป็นหนทางไปสู่การประกอบอาชีพในอนาคต ด้านที่ 3 ด้านประสิทธิภาพของตนเอง (self-efficacy: SEC) เป็นด้านที่มีความเกี่ยวข้องกับตัวบุคคล ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับเป้าหมายการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ด้านที่ 4 ด้านการตัดสินใจด้วยตนเอง (self-determination: SDT) เป็นความเชื่อของนักเรียนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสามารถคิดและตัดสินใจได้ด้วยตนเอง ด้านที่ 5 แรงจูงใจในผลการเรียน (gred motivation: GM) นักเรียนเชื่อว่าตนเองสามารถประสบความสำเร็จในด้านการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ในระดับสูง ส่วนด้านที่ 6 นั้นคือเป็นการประเมินความวิตกกังวล ซึ่งเป็นความตึงเครียดที่บ้านทอนกำลังใจที่นักเรียนบางคนมีประสบการณ์ร่วมกับการให้คะแนนวิทยาศาสตร์ (Glynn et al., 2011)

3.5 บริบทเกี่ยวกับการวิจัย

สิ่งแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้เครื่องมือเทคโนโลยีหลักสำหรับเป็นองค์ประกอบสำคัญของการออกแบบและพัฒนาประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีรายละเอียดดังนี้

โมบายแอปพลิเคชัน (Mobile Application) KKU iNote

นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ และทีมนักวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสมาร์ตของโครงการพัฒนาสมรรถนะนักเรียนระดับมัธยมศึกษาด้วยนวัตกรรม KKU Smart Learning มหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้พัฒนาโมบาย แอปพลิเคชันทางการศึกษา ชื่อว่า “KKU iNote” เป็นหนึ่งในเครื่องมือสำคัญของระบบนิเวศการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบดิจิทัลที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการปฏิบัติงานการเรียนรู้สะเต็มศึกษาดูรวม (Integrated STEM Education) ผ่านบริบทการปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์สืบเสาะที่เสริมสร้างและการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในยุคปัจจุบัน โดยที่เน้นการเอื้ออำนวยการบ่มเพาะความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Explanation) นอกจากนั้นแล้วยังเป็นเครื่องมือเพื่อช่วยในการปฏิบัติงานการสอนของครูผู้สอนและนำไปสู่การพัฒนาความรู้ในการสอนจำเพาะเนื้อหาโดยใช้เทคโนโลยี (TPACK) สำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ได้ด้วย ซึ่งเครื่องมือนี้ถูกออกแบบและพัฒนาโดยนักวิจัยในเครือข่ายวิจัยวิทยาการและเทคโนโลยีทางการศึกษาแนวใหม่ (Frontiers of Educational Sciences and Technology, FEST, Research Network) และถูกนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนางานการสอนของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ และส่งเสริมความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ดังที่แสดงในภาพที่ 15



ภาพที่ 15 ตัวอย่างแอปพลิเคชัน KKU iNote: หน้าจอการลงเข้าใช้งาน (ซ้าย) หน้าจอตัวอย่างบทเรียนสืบเสาะที่สร้างขึ้นมาจากครู (กลาง) หน้าจอตัวอย่างการตอบคำถามผ่านกระบวนการวิทยาศาสตร์สืบเสาะของนักเรียน (ขวา)

การนำบอร์ดเกมและเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมา

Chanunan (2018) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะทางปัญญาในการเรียนรู้ชีววิทยา โดยใช้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะ มีความสามารถทางวิชาการสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ Bayeck (2020) ได้ศึกษาโดยการทบทวนวรรณกรรม พบว่า เกมเป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ทางเลือก เกมกระดาน คือ ช่องว่างสำหรับการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์สำหรับปฏิสัมพันธ์ทางสังคมการคิดเชิงคำนวณและสำหรับการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติที่หลากหลาย เกมกระดานยังช่วยให้เรียนรู้เรื่องต่าง ๆ และสามารถกระตุ้นให้ผู้เล่นเรียนรู้เพิ่มเติมจากข้อมูลที่เป็นที่ประจักษ์ เกมกระดานเป็นพื้นที่ที่อนุญาตให้ผู้เล่นมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และวางกลยุทธ์ในการทำความเข้าใจแนวคิดที่ซับซ้อน นอกจากนี้การเล่นเกมกระดาน ยังช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้และเพิ่มความเข้าใจแนวคิดที่ซับซ้อน (เช่นวิศวกรรม การเงินและวิทยาศาสตร์) ความซับซ้อนของเกมเพลย์ “de-complexifying” ซึ่งอาจอธิบายถึงการใช้เกมกระดานเพื่อสอนเกี่ยวกับหัวข้อที่ซับซ้อน ทั้งยังเป็นตัวช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้อีกด้วย Wu et al. (2014) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดการเรียนรู้ภาษาเกมกระดานดิจิทัลในการทำงานร่วมกัน การเรียนรู้ดิจิทัล เป็นรูปแบบ พื้นที่สำหรับเด็กเล่น และออกแบบมาสำหรับการเรียนรู้ในห้องเรียน ช่วยให้ตรวจสอบว่าทักษะการสื่อสารและแรงจูงใจภายในสามารถปรับปรุงได้หรือไม่ โดยการมองผ่านบริบทที่เกี่ยวข้องและได้รับการฝึกฝนอย่างเพียงพอผ่านการเล่น เกม ผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่เรียนภาษาด้วยรูปแบบเกมกระดานแบบดิจิทัล ประสบความสำเร็จมีความสามารถในการสื่อสารได้ดีขึ้น

อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับผู้ที่เรียนในรูปแบบการสอนแบบธรรมดาและการสอนภาษาแบบปรับเปลี่ยนเกมกระดานที่ไม่ใช่ดิจิทัล นอกจากนี้บอดเกมส์การเรียนรู้ดิจิทัลยังมีประโยชน์ต่อนักเรียนในการกระตุ้นให้พูด โดยการเล่นและเรียนรู้ด้วยการเล่นเกม ที่เกี่ยวข้องกับบริบทที่เพียงพอและมีประสิทธิภาพ Taspinar et al. (2016) ได้ศึกษาแนวทาง gamification เพื่อพัฒนาเกมกระดานเป็นเครื่องมือสำหรับการสอนของอาจารย์ (มหาวิทยาลัย) เครื่องมือของการสอนหมายความว่าครูสามารถเลือกได้ว่าจะใช้แนวคิดการเรียนรู้แบบผสมผสานรวมถึงการโต้ตอบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง พบว่า ความคิดเห็นแรกที่รวบรวมได้บ่งชี้ว่าเกมมีความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารได้ดีขึ้น ผู้เรียนและครูยืนยันผลของการเรียนรู้สามารถเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนและเพิ่มความสุขสนานในบริบทของเนื้อหาที่มีทฤษฎี อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องมีการประเมินเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้แนวคิดเกมซ้ำ ๆ เพื่อให้ได้ข้อค้นพบ ข้อจำกัดของผลกระทบเชิงบวก สำหรับเนื้อหาการเรียนรู้ที่แตกต่างกันกับผู้เรียนกลุ่มเดียวกัน ภายในระยะเวลาสั้น ๆ จะสามารถช่วยหลีกเลี่ยง หรืออย่างน้อยที่สุดสามารถลดข้อจำกัด เช่น เนื้อหาที่ซับซ้อน ระบบเกมที่ยากต่อการเล่น โหมบายแอปพลิเคชัน ROAR Augmented Reality (AR)

เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานระหว่างความเป็นจริง และ โลกเสมือนที่สร้างขึ้นมาผสมผสานเข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ ซึ่งถือว่าการสร้างข้อมูลอีกข้อมูลหนึ่งที่เป็นส่วนประกอบบนโลกเสมือน (virtual world) เช่น ภาพกราฟิก วิดีโอ รูปทรงสามมิติ และข้อความตัวอักษร ให้ผนวกซ้อนทับกับภาพในโลกจริงที่ปรากฏบนกล้อง เทคโนโลยี AR แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ แบบที่ใช้ภาพสัญลักษณ์และแบบที่ใช้ระบบพิกัดในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างข้อมูลบนโลกเสมือนจริง ซึ่งในทางเทคนิคแล้วภาพสัญลักษณ์ที่ใช้ จะนิยมเรียกว่า “Marker” หรืออาจจะเรียกว่า AR Code ก็ได้ โดยใช้กล้องเว็บแคมในการรับภาพ เมื่อซอฟต์แวร์ที่เราใช้งานอยู่ประมวลผลรูปภาพเจอสัญลักษณ์ที่กำหนดไว้ก็จะแสดงข้อมูลภาพสามมิติที่ถูกระบุไว้ในโปรแกรมให้เห็น สามารถที่จะหมุนดูภาพที่ปรากฏได้ทุกทิศทางหรือเรียกว่าหมุนได้ 360 องศา

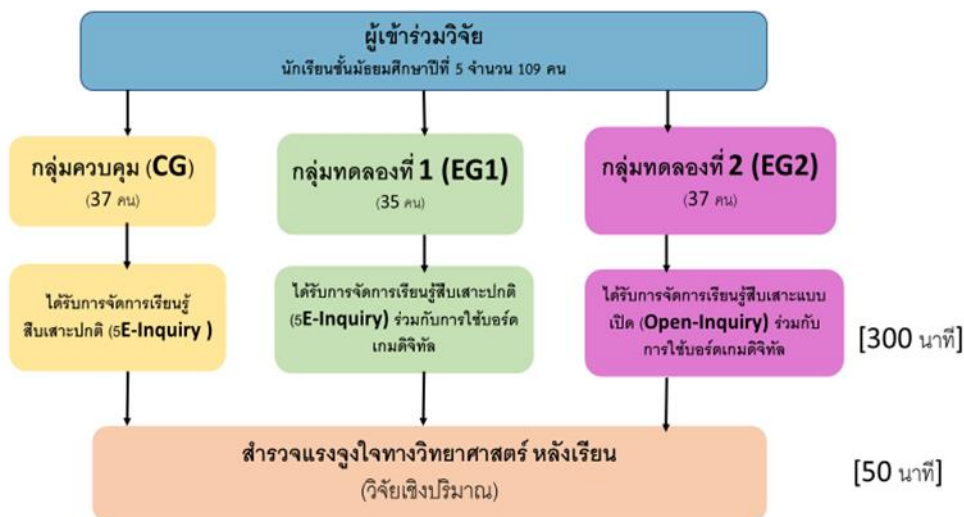
สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบบอร์ดเกมดิจิทัล และมีการนำคำถามสืบเสาะมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสนใจและมองเห็นภาพเชิงประจักษ์มากขึ้น ดังที่แสดงในภาพที่ 16



ภาพที่ 16 ตัวอย่างบอร์ดเกมดิจิทัล (ซ้าย) การใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมและแอปพลิเคชัน KKU iNote (ขวา)

3.6 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative research methodology) ในรูปแบบการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental research) ในลักษณะแผนงานวิจัยที่มีการวัดหลังเรียนเท่านั้น (One-Shot case study) โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1. กลุ่มควบคุม (Control Group) จำนวน 37 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะปกติ (5E-Inquiry) 2. กลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 35 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะปกติ (5E-Inquiry) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกมดิจิทัล 3. กลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 37 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิด (Open-Inquiry) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกมดิจิทัล งานวิจัยนี้มีรูปแบบตามแผนผัง ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 แผนผังแสดงวิธีการดำเนินงานวิจัย

3.6.1 ผู้เข้าร่วมวิจัย

กลุ่มคนที่เข้าร่วมการวิจัยเป็นนักเรียนจากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น(มอ ดินแดง) ที่มาจากการเลือกแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยกลุ่มเป้าหมายที่ศึกษา เป็นนักเรียนเป็นนักเรียนที่เรียนหลักสูตรเน้นวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 3 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 109 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 37 คน กลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 35 คน กลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 37 คน ที่มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีและความสามารถในการใช้บอร์ดเกมเป็นอย่างดี

3.6.2 เครื่องมือทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 3 แผน ได้แก่ (1) ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (2) ปฏิกริยาแสง (3) วิถีจักรคัลวิน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งหมด 6 คาบ คาบละ 50 นาที เป็นแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะปกติ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกมดิจิทัล และ เป็นแผนจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบเปิด (Opened-Inquiry) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกมดิจิทัล ตัวอย่างรายละเอียดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบเปิด (Open inquiry) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกมดิจิทัล เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ในแผนที่ 18 เรื่อง ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงโดยมีรายละเอียดดังนี้

กิจกรรมการเรียนรู้หลัก

- 1) ช้่นนำเสนอคำถามหลักของการสืบเสาะ (Opened inquiry question): ทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารเองได้และสร้างอาหารเองไม่ได้ ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยเปิดรูปให้นักเรียนดู (ภาพที่ 18) แล้วถามคำถาม “ถ้าคนมีชีวิตและเจริญเติบโตได้จากการกินสิ่งมีชีวิตอื่นแล้ว ต้นไม้จะมีชีวิตอยู่และเจริญเติบโตได้หรือไม่ ถ้าต้นไม้ไม่ได้กินสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร” คำถามหลัก “การสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นได้อย่างไร”



ภาพที่ 18 สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารเองได้และสร้างอาหารเองไม่ได้ (ซ้าย) การนำเสนอคำถามหลัก (ขวา)

- 2) ช้่นนำเสนอนแนวคิดพื้นฐาน (Scientific background): ครูนำเสนอแนวคิดพื้นฐาน เพื่อนำนักเรียนไปสู่กิจกรรมการสืบเสาะ ครูนำเสนอและอธิบายกระบวนการใช้ Application KKU iNote เพื่อสแกน QR-Cord บทเรียนเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และทำกิจกรรมสืบเสาะข้อมูล (ภาพที่ 19)



ภาพที่ 19 การนำเสนอแนวคิดพื้นฐาน (ซ้าย) Application KKU iNote และบทเรียนเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง (ขวา)

กิจกรรมการเรียนรู้หลัก (ต่อ)

- 3) ขั้นการดำเนินการสำรวจและค้นหา (Procedure): ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย 4 - 6 กลุ่ม ประมาณกลุ่มละ 4 - 7 คน นักเรียนแต่ละคนเปิดใช้งานสมาร์ตโฟนแต่ละเครื่องของตนเอง โดยครูกำหนดเงื่อนไขให้สมาชิกแต่ละกลุ่มนั่งทำงานร่วมกัน เมื่อนักเรียนเข้าสู่บทเรียนแล้ว ครูให้นักเรียนตั้งข้อกล่าวอ้าง (claim) ซึ่งทุกคนต้องตอบคำถามสืบเสาะก่อนการเล่นบอร์ดเกม ซึ่งนักเรียนจะสามารถเก็บประจักษ์พยานได้จากการเล่นเกมและหาการ์ดสารสนเทศ (ภาพที่ 20)



ภาพที่ 20 กระบวนการสืบเสาะจากบอร์ดเกม (ซ้าย) กิจกรรมการสืบเสาะ (ขวา)

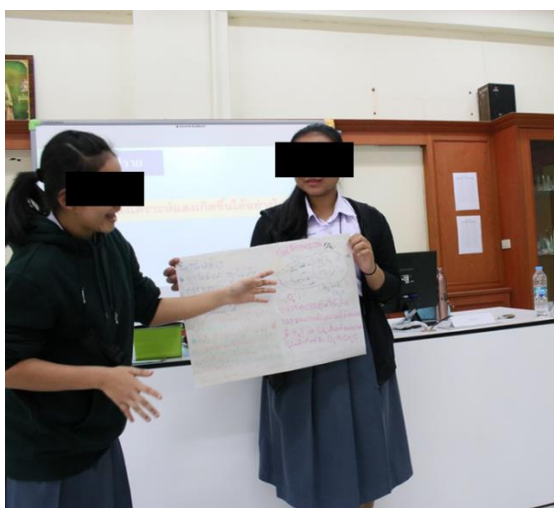
- 4) ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล (Data and Result Analysis): ให้นักเรียนทุกคนหยุดเล่นบอร์ดเกมแล้วอภิปรายแนวทางหรือวิธีการที่ทำให้ภารกิจสำเร็จ ผ่านการสนทนาหรือปรึกษากันภายในกลุ่มในประเด็นที่ว่าเหตุจึงสามารถทำภารกิจได้สำเร็จ สร้างกราฟหรือตารางแสดงคะแนนในการทำภารกิจของนักเรียนแต่ละคนว่าได้คะแนนจากการทำภารกิจเท่าใด หลังจากนั้นให้นักเรียนสร้างเอกสารนำเสนอข้อมูลลงในกระดานขบคิด ครูเข้าร่วมการอภิปรายของนักเรียน โดยการนำเสนอประเด็นคำถามเพื่อเป็นการวัดและประเมินผลเพื่อพัฒนา ดังต่อไปนี้ใครได้คะแนนสูงสุดและต่ำสุดภายในกลุ่ม ในการเล่นเกมนักเรียนจะได้คะแนนในกรณีใดในการตอบคำถามใช้วิธีการใด ดังภาพที่ 21



ภาพที่ 21 การวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกัน (ซ้าย) และร่วมกันอภิปรายเตรียมนำเสนอข้อมูล (ขวา)

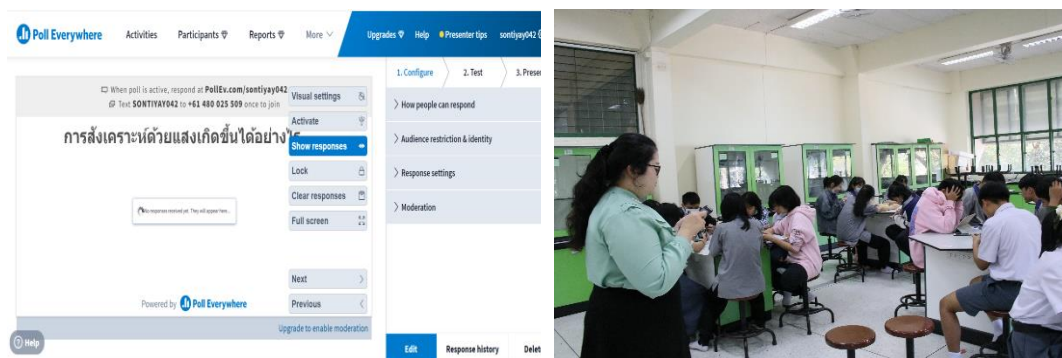
กิจกรรมการเรียนรู้หลัก (ต่อ)

- 5) **ชั้นนำเสนอข้อมูล (Result Communication):** นักเรียนนำเสนอผลของการสืบเสาะหรือสำรวจของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และจับสลากเพื่อสุ่มกลุ่มนักเรียนที่จะออกมานำเสนอคำตอบของคำถามสืบเสาะของกลุ่มตัวเองหน้าชั้นเรียน กลุ่มละ 2 - 3 นาที นักเรียนออกมานำเสนอคำตอบของคำถามสืบเสาะของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน โดยใช้เวลาการนำเสนอตามที่กำหนดไว้ โดยมีองค์ประกอบในการนำเสนอได้แก่ คำตอบของคำถามสืบเสาะ และตารางข้อมูลคะแนน ดังภาพที่ 22



ภาพที่ 22 การนำเสนอผลการสืบเสาะหน้าชั้นเรียน

- 6) **ขั้นสรุปผล (Conclusion):** นำเสนอประเด็นคำถามเพื่อเป็นหลักการประเมินเพื่อพัฒนา (Formative Assessment) โดยใช้แบบสำรวจจากเว็บไซต์ Polleverywhere.com โดยให้นักเรียนแต่ละคนตอบคำถามและสุดท้ายสรุปผลจากคำถามหลัก “การสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดขึ้นได้อย่างไร” ดังภาพที่ 23



ภาพที่ 23 การทำกิจกรรมใน Polleverywhere.com เพื่อสรุปผล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ แบบสำรวจแรงจูงใจที่มีต่อการเรียนรู้วิชาชีววิทยา จำนวน 25 ข้อ โดยแบ่งออกเป็น 5 ด้าน ด้านละ 5 ข้อ และได้รับการแปลจากแบบสอบถามที่พัฒนาโดย Glynn, Brickman, Armstrong, and Taasobshirazi (2011) ประกอบด้วย: (1) แรงจูงใจที่ภายใน (IM) (2) การตัดสินใจด้วยตนเอง (SDT) (3) ด้านประสิทธิภาพของตนเอง (SEC) (4) แรงจูงใจในการทำงาน (CM) และ (5) แรงจูงใจในผลการเรียน (GM) แบบสอบถามได้รับการแปลเป็นภาษาไทยภาษาและค่า Cronbach's alpha ของแบบสอบถาม ในฉบับภาษาไทยเท่ากับ 0.92 กล่าวเป็นนัยว่าแบบสอบถามมีความน่าเชื่อถือ (Srisawasdi et al., 2013)

3.6.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดย (1) ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ในชั้นเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน ใช้เวลา 6 คาบ คาบละ 50 นาที รวมทั้งสิ้น 3 สัปดาห์ โดยกลุ่มควบคุม ใช้การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติ (5E-Inquiry) กลุ่มทดลองที่ 1 ใช้การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติ (5E-Inquiry) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกมดิจิทัล และกลุ่มทดลองที่ 2 การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิด (Open-Inquiry) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกมดิจิทัล (2) ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบสำรวจแรงจูงใจที่มีต่อการเรียนรู้วิชาชีววิทยาจำนวน 25 ข้อ โดยแบ่งออกเป็น 5 ด้าน ด้านละ 5 ข้อ เพื่อวัดแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์

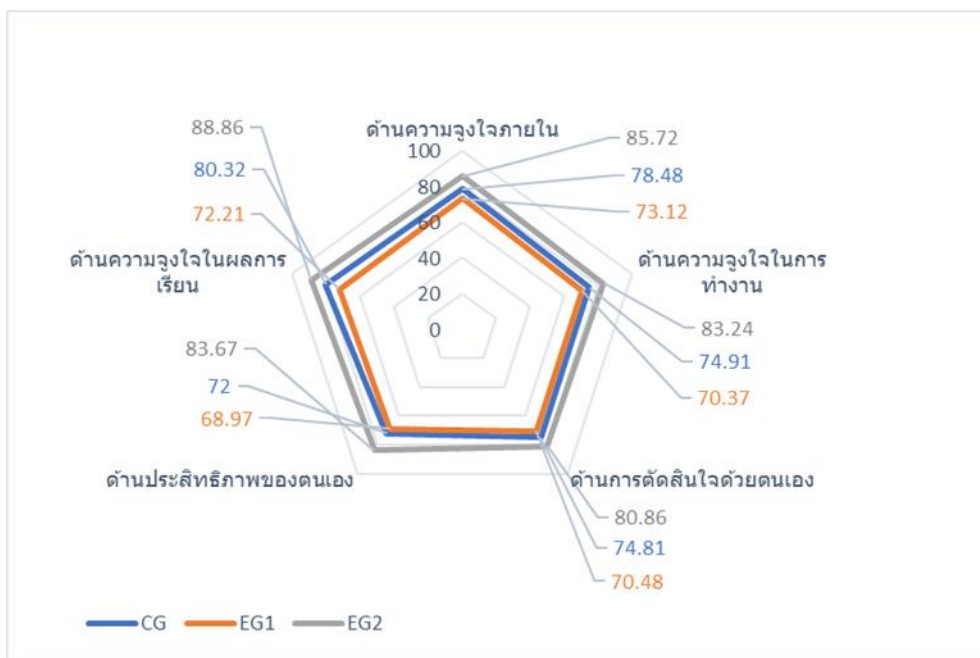
3.6.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลตามตัวแปรที่ได้ศึกษา ดังต่อไปนี้ โดย แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ (1) ตรวจสอบให้คะแนนการตอบแบบสำรวจแรงจูงใจต่อการเรียนรายวิชาชีววิทยาของผู้เรียนแต่ละคนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่พัฒนาขึ้นและใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (X) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยแรงจูงใจของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม โดยใช้ Kruskal-Wallis analysis of variance และ เปรียบเทียบผลต่างของคะแนนเฉลี่ยแรงจูงใจที่มีต่อการเรียนวิชาชีววิทยาโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัลของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม โดยใช้ Mann - Whitney U Test

3.7 ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ผลการตรวจคำตอบแบบสำรวจแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากแบบสำรวจมาตรวจให้คะแนน โดยได้วิเคราะห์ข้อมูลความแตกต่างกันในมิติย่อยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ (Science Motivation) ทั้งหมด 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความจูงใจภายใน (IM) 2) ด้านความจูงใจในการทำงาน (CM) 3) ด้านการตัดสินใจด้วยตนเอง (STD) 4) ด้านประสิทธิภาพของตนเอง (SEC) 5) ด้านความจูงใจในผลการเรียน (GM) ของนักเรียนหลังเรียนรู้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช แล้วนำคะแนนแต่ละด้านมาจัดระดับแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นร้อยละ ได้แก่

ระดับ 1 คือ น้อยที่สุด ระดับ 2 คือ น้อย ระดับ 3 คือ ปานกลาง ระดับ 4 คือ มาก และระดับ 5 คือ มากที่สุด นำคะแนนแต่ละด้านมาเฉลี่ย และคิดเป็นร้อยละ ซึ่งสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้ ดังแสดงในภาพที่ 24



ภาพที่ 24 กราฟแสดงร้อยละแรงจูงใจทางชีววิทยาจากการจัดการเรียนรู้อชีววิทยาสตรีสืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัลของนักเรียน

จากผลการวิเคราะห์ แรงจูงใจทางชีววิทยาจากการเรียนรู้อชีววิทยาสตรีสืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัลของนักเรียนในภาพที่ 24 ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบความแตกต่างของวิธีการจัดการเรียนรู้อชีววิทยาสตรีสืบเสาะ ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ Shapiro-Wilk Test เพื่อตรวจสอบลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (Normal distribution) ของข้อมูลคะแนนแรงจูงใจจากการจัดการเรียนรู้อชีววิทยาสตรีสืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัลของนักเรียนในแต่ละด้าน พบว่า ชุดข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบไม่ปกติ (ปฏิเสธ Null hypothesis ที่ว่าชุดข้อมูลดังกล่าวมาจากลักษณะการแจกแจงแบบปกติในทุกชุดข้อมูล และความแปรปรวนร่วมของทุกชุดข้อมูลมีความไม่แตกต่างกัน (Homogeneity of Covariance)) ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้สถิติแบบนอนพารามิเตอร์ (Nonparametric statistic) ของดั่งนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้สถิติ Nonparametric statistic แบบ Kruskal-Wallis H-test Independent-Simple Mann-Whitney U Test ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างข้อมูลคะแนนแรงจูงใจทางชีววิทยาจากการจัดการเรียนรู้อชีววิทยาสตรีสืบเสาะ

โดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัลของนักเรียนในแต่ละด้านของนักเรียนห้องควบคุมและห้องทดลอง ซึ่งผลการวิเคราะห์สามารถนำเสนอได้ แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผล Kruskal–Wallis analysis of variance และ Mann – Whitney U Test ของแบบสอบถามแรงจูงใจทางชีววิทยาโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล

	Post-questionnaire			Chi-square	Pose-hoc comparison
	CG	EG1	EG2		
IM	a=9.26[32.03](3.67)	b=19.31[28.91](2.88)	c=21.43[43.68](2.73)	41.66	b < a < c*
CM	d=18.73[31.72](4.06)	e=18.60[29.79](4.07)	f=20.81[42.85](4.11)	42.44	e < d < f*
SDT	g=18.70[36.85](3.62)	h=18.63[36.13](3.54)	i=20.22[40.95](3.18)	28.75	h < g < i
SEC	j=18.00[30.11](4.08)	k=18.23[29.89](4.33)	l=20.92[42.76](3.26)	37.13	k < j < l*
GM	m=20.08[32.12](4.30)	n=19.09[26.90](4.15)	o=22.22[45.58](2.78)	65.53	n < m < o*

หมายเหตุ 1) สัญลักษณ์ * แสดงถึง ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 ($p < 0.01$)

2) สัญลักษณ์ IM แสดงถึง ด้านความจูงใจภายใน, CM = ด้านความจูงใจในการทำงาน, SDT = ด้านการตัดสินใจด้วยตนเอง, SEC = ด้านประสิทธิภาพของตนเอง, GM = ด้านความจูงใจในผลการเรียน

3) สัญลักษณ์ XX. XX [yy. yy] (zz. zz) หมายถึง Mean [Mean Rank] (S.D.)

3.8 อภิปรายผล

จากภาพที่ 23 กราฟแรงจูงใจทางชีววิทยาจากการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัลของนักเรียนหลังเรียนโดยพิจารณาทั้งหมด 5 ด้าน พบว่า หลังเรียนนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัลมีแรงจูงใจทางชีววิทยาสูงกว่าทุกกลุ่มในทุกมิติ ได้แก่ 1) ด้านความจูงใจภายใน (IM) คิดเป็นร้อยละ 85.72 2) ด้านความจูงใจในการทำงาน (CM) คิดเป็นร้อยละ 83.24 3) ด้านการตัดสินใจด้วยตนเอง (STD) คิดเป็นร้อยละ 80.86 4) ด้านประสิทธิภาพของตนเอง (SEC) คิดเป็นร้อยละ 83.67 5) ด้านความจูงใจในผลการเรียน (GM) คิดเป็นร้อยละ 88.86 โดยด้านความจูงใจในผลการเรียน (GM) เป็นด้านที่มีคะแนนสูงที่สุด นั่นคือนักเรียนมีความเห็นว่าการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัลสามารถเอื้อให้นักเรียนมีผลการเรียนดีได้

จากตารางที่ 4 ผลการวิจัยพบว่าค่า IM (Chi-square=41.66, $p=0.000 < 0.01$) CM (Chi-square= 42.44, $p=0.000 < 0.01$) SEC (Chi-square=37.14, $p=0.002 < 0.01$) GM (Chi-square= 65.53, $p=0.000 < 0.01$) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่า SDT (Chi-square= 28.75, $p=0.011 > 0.01$) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ มี ดังนั้น แรงจูงใจทางชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มควบคุม(CG) กลุ่มทดลองที่ 1 (EG1) และกลุ่มทดลองที่ 2 (EG2) แสดงดังตารางที่ 4 จากการวิเคราะห์หลังการ ทดสอบด้วย Mann-Whitney U-Test ผลวิจัยชี้ให้เห็นว่า แรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ผ่านการเรียนรู้ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ผู้เรียนทั้งสามกลุ่มที่ได้รับสภาพแวดล้อมการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ในแง่ของมิติ แรงจูงใจภายใน(IM) ด้านความตั้งใจในการทำงาน (CM)) ด้านประสิทธิภาพของตนเอง (SEC) ด้านความตั้งใจในผลการเรียน (GM) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แต่ไม่มีความแตกต่างกันในมิติ ด้านการตัดสินใจด้วยตนเอง (SDT) นั่นคือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีผลต่อแรงจูงใจทางชีววิทยาในแง่มิติ แรงจูงใจภายใน ความตั้งใจในการทำงาน ประสิทธิภาพของตนเอง และความตั้งใจในผลการเรียน มีความแตกต่างกัน แต่รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะ ไม่มีผลต่อแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ในมิติการตัดสินใจด้วยตนเอง คือไม่มีความแตกต่างกันในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัลกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งอาจเกิดจากวิชาชีววิทยาในเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเป็นเนื้อหาที่ซับซ้อนและยากต่อการเข้าใจ ซึ่งนักเรียนต้องใช้ความพยายามอย่างมากที่จะศึกษา และวิธีการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ในส่วนของการจัดการเรียนรู้ทั้งสามวิธีการนั้น ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมและแสวงหาคำตอบของคำถามด้วยตนเองโดยไม่ได้ปิดกั้นความคิดของนักเรียน นักเรียนสามารถตัดสินใจได้ด้วยตนเองในการทำกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Niwat and Patcharin (2019) ได้ศึกษาการนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบเปิดมาใช้ในเกมโดยเปรียบเทียบกับชั้นเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทั่วไป ผลการศึกษานี้ประกอบด้วยแง่มุมของแนวคิดของนักเรียนความเข้าใจเกี่ยวกับเคมีและแรงจูงใจในการเรียนเคมี พบว่า แรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ในมิติ ด้านแรงจูงใจภายใน ด้านแรงจูงใจในการทำงาน ด้านการตัดสินใจ ด้านความสามารถในตนเองและคะแนนของการตัดสินใจด้วยตนเองและมิติ ด้านประสิทธิภาพของนักเรียนหลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับก่อนเรียน และ หลังจากเรียนรู้คุณสมบัติของของเหลวด้วยแนวทางการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เปลี่ยนรูปแบบเกม นักเรียนปรับปรุงแรงจูงใจในการทำงาน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการจัดการเรียนรู้สืบเสาะปกติกับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ในแรงจูงใจหลังเคมีในแง่ของแรงจูงใจภายใน ด้านการตัดสินใจด้วยตนเอง ด้านประสิทธิภาพของตนเอง ระหว่างทั้งสามวิธีการจัดการเรียนรู้ ผลลัพธ์นี้บ่งชี้ว่าการให้คะแนนเฉลี่ยของแรงจูงใจที่แท้จริงด้านการตัดสินใจด้วยตนเองและด้านประสิทธิภาพของตนเอง ของนักเรียนที่เข้าร่วมในการตอบแบบสอบถาม ผู้ที่เรียนรู้

ด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกม ทำให้แรงจูงใจทางการเรียนรู้สูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ Pawat and Niwat (2018) ได้ศึกษาแรงจูงใจทางวิชาวิทยาศาสตร์รายวิชาฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะแบบพลิกกลับด้วยเทคโนโลยีมือถือ (FILM) ผลวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะแบบพลิกกลับด้วยเทคโนโลยีมือถือสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ ในมิติด้านความสนใจภายใน ด้านการตัดสินใจด้วยตนเอง และด้านประสิทธิภาพของตนเอง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีการแสดงผลภายในที่ดีขึ้น แรงจูงใจการตัดสินใจในตนเองและการรับรู้ความสามารถของตนเอง หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้กับผู้พลิกการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะแบบพลิกกลับด้วยเทคโนโลยีมือถือ ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้สะท้อนให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล สามารถช่วยให้นักเรียนมีแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์และเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะ

3.9 บทสรุปจากการวิจัย

จากการวิจัยโดย ศึกษาแรงจูงใจในการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล เพื่อเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติกับการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัลทำให้แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักเรียนมีความแตกต่างกันหรือไม่ จากผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดมีแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ สูงใน 5 มิติ เมื่อเทียบกับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติและการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติรวมกับการใช้บอร์ดเกมดิจิทัล โดยในมิติด้านความสนใจในผลการเรียน เป็นด้านที่มีคะแนนสูงที่สุด นั่นคือ นักเรียนมีความเห็นว่าการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดช่วยเอื้อให้นักเรียนมีผลการเรียนดีได้ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมิติแรงจูงใจภายใน ความสนใจในการทำงาน ประสิทธิภาพของตนเอง และความสนใจในผลการเรียน นั่นคือ นักเรียนมีความเห็นว่าการเรียนรู้อัตโนมัติเป็นสิ่งที่น่าสนใจและมีความเชื่อมโยงกันได้กับชีวิตของตนเอง การเรียนรู้อัตโนมัติจะช่วยให้ได้การงานที่ดี เป็นประโยชน์ต่อการประกอบวิชาชีพนำไปสู่ความก้าวหน้าในวิชาชีพได้ มั่นใจได้ว่าตนเองจะสามารถผ่านการทดสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ดี สามารถสร้างความรอบรู้ ในเนื้อหาและทักษะทางวิทยาศาสตร์ได้ เชื่อว่าจะสามารถทำให้ตนเองได้คะแนนในรายวิชาชีววิทยาในระดับสูง การได้เกรดสูงในรายวิชาชีววิทยามีความสำคัญต่อตนเอง รู้สึกชอบเมื่อสามารถทำคะแนนทดสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มากกว่าคนอื่น ดังนั้น การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกม

ดิจิทัล เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สามารถส่งเสริมแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

3.10 ข้อจำกัดหรือข้อเสนอแนะจากการวิจัย

3.10.1 ข้อจำกัด

การวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีแนวโน้มมีแรงจูงใจทางชีววิทยาจากการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะ ในการจัดเรียนรู้เนื้อหารายวิชาชีววิทยาระดับมัธยมปลาย โดยอ้างอิงผลการวิจัยข้างต้นที่มีกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนจำนวน 109 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล จำนวน 37 คน ในเนื้อหาการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ซึ่งใช้แบบสำรวจแรงจูงใจทางชีววิทยาของนักเรียน ซึ่งเป็นเพียงกลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ในจังหวัดขอนแก่นเพียงโรงเรียนเดียว จึงไม่สามารถนำมาอ้างอิงได้ครอบคลุมนักเรียนทั้งหมดได้ โดยผลแรงจูงใจทางชีววิทยา โดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัลเป็นสิ่งยืนยันว่า นักเรียนมีแรงจูงใจทางชีววิทยาสูงในบทความนี้

3.10.2 ข้อเสนอแนะ

ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะ ในรูปแบบการสืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัลไปใช้ในการสอนหรือการทำกรวิจัย ครูหรือผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องศึกษารูปแบบ และความสอดคล้องของเนื้อหาที่จะนำไปใช้ในการสอนอย่างลึกซึ้ง โดยพื้นฐานที่เชื่อว่านักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีจากสิ่งที่ชอบ น่าสนใจและนักเรียนได้มีอิสระในการเรียนรู้ จะส่งผลให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนมากขึ้น และในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยเสนอว่าควรเก็บข้อมูลเพิ่มเติมในส่วนของการวัดแรงจูงใจก่อนเรียน เพราะจะสามารถเปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนรู้ก่อนการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ ที่จะช่วยอธิบายถึงผลการวิจัยได้ครอบคลุมและสมบูรณ์

บทที่ 4

ความเข้าใจในมิติและความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะผ่านบอร์ดเกมดิจิทัล

4.1 บทนำ

ปัจจุบันความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตและการมีส่วนร่วมในสังคมของมนุษย์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานของคนทุกระดับ ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างสร้างสรรค์และมีเหตุผล การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) เป็นวิธีการหนึ่งที่สำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นวิธีการค้นหาความรู้ในธรรมชาติที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ใน การอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ นำเสนอผลการค้นคว้านั้นในรูปของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific explanation) (Lehrer and Schuabe, 2012) โครงการประเมินผลทักษะการเรียนรู้ของนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาการเตรียมความพร้อมให้ประชาชนมีความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง โดย PISA เน้นไปที่การประเมินสมรรถนะของนักเรียน ว่านักเรียนมีความสามารถในการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรของโรงเรียน และความสามารถในการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ซึ่งเป็นหนึ่งในสามด้านที่มุ่งเน้นที่การทดสอบความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผลการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ พบว่าคะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยต่ำกว่ามาตรฐานและมีแนวโน้มคะแนนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยโดยรวมลดต่ำลง จาก PISA 2012 ถึง PISA 2015 และคะแนนลดลงจนเท่ากับการประเมินรอบ PISA 2006 ที่วิทยาศาสตร์เป็นวิชาหลัก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2015) จากรายงานดังกล่าวบ่งบอกถึง นักเรียนในประเทศไทยยังขาดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งในงานวิจัยของ Kuhn and Reiser (2004; Mcneil et al., 2006, Ruiz-Primo et al., 2008; Berland and Reiser, 2009; Sampson and Clark, 2009) อ้างถึงในสันติชัย อนุวรชัย, 2557) ได้กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ต้องมีองค์ประกอบคือ 1) ข้อยืนยันหรือคำกล่าวอ้าง (claim) 2) หลักฐานหรือข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ (evidence) 3) การให้เหตุผลและการเชื่อมโยงเหตุผล (reasoning) โดยนักเรียนจะต้องนำเอาหลักฐาน (Evidence) มาใช้ในการ

สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Claim) และต้องสามารถให้เหตุผล (Reasoning) ประกอบเพื่อสร้างความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง การอธิบายที่ตื้นนั้นควรแสดงถึงการอธิบายจากหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้อง (พรรณนภา อนิวรรตนิวงค์ และร่มเกล้า จันทราช, 2562) และจุดมุ่งหมายที่สำคัญของกระบวนการจัดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ บรรยากาศและการจัดกิจกรรมในชั้นเรียนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทุกคนได้สำรวจตรวจสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์จากการที่นักเรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่ชอบ จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจและทัศนคติที่ดีในการเรียนวิทยาศาสตร์นำไปสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างเป็นเหตุเป็นผลมากยิ่งขึ้น เนื่องจากธรรมชาติของวิชาชีววิทยา ในเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เป็นเรื่องที่มีความซับซ้อนและไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จึงเป็นสิ่งที่ต้องใช้จินตนาการค่อนข้างสูง ซึ่งยากต่อความเข้าใจ ทั้งยังมีรายละเอียดและเนื้อหาค่อนข้างมาก ซึ่งหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานวิทยาศาสตร์แห่งชาติของประเทศไทยได้วางกรอบแนวคิดเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ไว้ในระดับประถมศึกษาตอนต้นจนถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งส่วนใหญ่แล้วมักมีการจัดการเรียนการสอนแบบบรรยายและใช้สไลด์เป็นหลัก นักเรียนเรียนรู้แบบท่องจำโดยไม่ได้เข้าใจในกระบวนการและเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันไม่ได้ ในส่วนกระบวนการที่เกิดขึ้นต่าง ๆ เช่น การถ่ายทออดีเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร การถ่ายทออดีเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร และการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ ปฏิกริยาต่าง ๆ เกิดขึ้นในระดับโมเลกุลที่ไม่สามารถจับต้องได้ เป็นนามธรรมซึ่งเป็นเรื่องที่ซับซ้อนและต้องใช้จินตนาการที่เป็นนามคิดค่อนข้างมาก นักเรียนมักมีความรู้หรือความเข้าใจผิดมากมายเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (Pinatuwong and Srisawasdi, 2014) เช่นเดียวกับ งานวิจัยก่อนหน้านี้ของ Kose (2008) และ Svandova (2014) เปิดเผยว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงมีความเข้าใจผิด เช่น ในคลอโรพลาสต์มีเพียงคลอโรฟิลล์ (Kijkuakul, 2006) และการสังเคราะห์แสงเป็นกระบวนการเดียวกับการหายใจของพืช (Svandova, 2014) ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจและไม่สามารถอธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นได้ในแง่ของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นเหตุเป็นผล ทำให้เกิดความยุ่งยากในการเรียนรู้ จึงนำไปสู่ปัญหาสำคัญในการเรียนรู้ ซึ่งนั่นก็คือการที่ผู้เรียนมีความเข้าใจโมเดลที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception) ซึ่งอาจเกิดขึ้นก่อนเรียน หรือในระหว่างเรียน

จากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะที่ผ่านมา Srisawasdi and Panjaburee (2018) ได้ใช้เกมคอมพิวเตอร์เพื่อส่งเสริมทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้และเพิ่มความสามารถประสิทธิภาพการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจและแรงจูงใจในการเรียนรู้วิชาเคมี ซึ่งบอร์ดเกมมีความสำคัญ และประโยชน์ต่อผู้เรียนในด้านต่าง ๆ เช่น เปิดพื้นที่และประสบการณ์การเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น สามารถเชื่อมโยงกับเหตุการณ์ในชีวิตจริง ใช้วัสดุที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้สัมผัส เสริมสร้างการเรียนรู้แก่ผู้เรียนผ่านความสนุกที่ได้จากบอร์ดเกม ส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึก

ความคิดสร้างสรรค์ คืออย่างมีวิจารณญาณในการวางแผนและแก้ไขปัญหา ช่วยให้ผู้เรียนได้ผ่อนคลาย หรือช่วยให้เด็กมีโอกาสฝึกฝนทักษะหลายอย่าง เช่น การสังเกตสีหน้า คำพูด หรือท่าทาง การแสดงออก การให้เหตุผล การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาแบบเดี่ยวและแบบทีม การฝึกการเผชิญหน้ากันในวง ทักษะการสื่อสารกันในกลุ่ม การมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด เป็นต้น (Gardner, 1999; Rodilla, 2012) Taspinar et al. (2016) ค้นพบว่า การเล่นเกมบนกระดานกระตุ้นให้นักศึกษาในเยอรมนีเรียนรู้ทฤษฎีในหลักสูตรการจัดการความรู้ การเล่นเกมกระดานทำให้การเรียนรู้เป็นไปตามทฤษฎีเนื้อหาสนุกสนานและสนับสนุนให้นักเรียนได้เรียนรู้ นอกจากนี้บอร์ดเกมช่วยลดความซับซ้อนของเนื้อหาที่ซับซ้อนและระบบซึ่งทำให้เหมาะสมในการเรียนรู้และแนวคิดเพิ่มเติม เช่น แรงจูงใจและการคิดเชิงคำนวณในสภาพแวดล้อมที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ (Bayeck, 2020)

จากความเป็นมาและรายงานการวิจัยที่ผ่านมาดังกล่าวข้างต้น งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิด เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เพื่อนำไปสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดร่วมกับการใช้บอร์ดเกมดิจิทัล

4.2 คำถามการวิจัย

4.2.1 การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติกับการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมส์ดิจิทัลทำให้ความเข้าใจแนวคิด เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักเรียนแตกต่างกันหรือไม่

4.2.2 การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติกับการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมส์ดิจิทัลทำให้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักเรียนแตกต่างกันหรือไม่

4.3 จุดประสงค์การวิจัย

4.3.1 เพื่อศึกษามโนคติ (Conceptual understanding) เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมส์ดิจิทัล

4.3.2 เพื่อศึกษาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Scientific explanation) เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมส์ดิจิทัล

4.4 หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้ในการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สืบค้นศึกษาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้และ สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก เป็นวิธีการที่เน้นผู้เรียนเป็น ศูนย์กลาง (ศิริพิมล หงส์เหม, 2555) Buck, Bretz and Towns (2008 อ้างถึงใน นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์, 2552ก) ได้อธิบายถึงลักษณะการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ไว้เป็น 5 ลักษณะที่ แตกต่างกันได้แก่ การตรวจสอบข้อเท็จจริง (Confirmation), การสืบเสาะแบบกำหนดโครงสร้าง (Structured inquiry), การสืบเสาะแบบมีการชี้แนะแนวทาง (Guided inquiry), การสืบเสาะแบบ เปิด (Open inquiry), และการสืบเสาะแบบวิทยาศาสตร์ (Authentic inquiry) ซึ่งการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะ เป็นการสอนที่เน้นการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริง หรือคำตอบของข้อคำถามต่าง ๆ ด้วยตนเอง ทั้งยังช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ วิชา นั้น ๆ ครูจึงต้องเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้โดยการจัดลำดับเนื้อหาและครูทำหน้าที่เป็น เหมือนผู้ช่วย และให้นักเรียนทำหน้าที่เหมือนผู้จัดการเรียนการวางแผนการจัดการเรียนด้วยตนเอง เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาความรู้ และเป็นการเปลี่ยนความคิดจากการ เป็นผู้รับความรู้มาเป็นผู้แสวงหาความรู้และสามารถใช้ความรู้ นั้นให้เกิดประโยชน์ได้ (ภพ เลาห ไพบูลย์, 2542) วิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นคว้า ข้อมูลด้วยตนเอง ได้ปฏิบัติจริง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ธวัชชัย คงนุ่น, 2549) จักริน งานไว (2552) พบว่า นักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์เป้าหมายที่โรงเรียนได้กำหนด สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2545) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนที่เน้นการสืบ เสาะหาความรู้ มีหลากหลายระดับ แต่ละระดับมีความต่อเนื่องกันจากที่เน้นครูเป็น สำคัญไปจนถึง เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ การจัดการเรียนรู้สืบเสาะอีกรูปแบบหนึ่ง คือ การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ เปิด (Open inquiry) ที่เป็นการจัดการเรียนรู้ที่การสืบเสาะหาความรู้แบบนักเรียนเป็นผู้กำหนด แนวทาง การสืบเสาะหาความรู้ด้วยวิธีนี้ ครูเป็นผู้จัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบให้กับ นักเรียน แต่นักเรียนเป็นผู้ตั้งคำถามและออกแบบการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง การสืบเสาะหา ความรู้แบบเปิด เป็นการสืบเสาะความรู้ที่ให้ผู้เรียนพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนมีอิสระ ในการคิด เป็นผู้กำหนดปัญหา ออกแบบและปฏิบัติ การสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง เป็นกระบวนการ จัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดที่หลากหลาย โดยใช้คำถามแบบปลายเปิดเพื่อ กระตุ้นความคิดของนักเรียน ผลักดันให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจใน สารสำคัญที่ได้จากปัญหา และใช้กระบวนการแสวงหาความรู้อย่างมีเหตุผลเพื่อนำไปสู่องค์ความรู้ ของนักเรียนเอง (สมโภชน์ อเนกสุขุม, 2554ก อ้างถึงใน รณชัย กลิ่นกล้า และคณะ, 2559) แนวทาง

ในการจัดการเรียนการสอนอีกแนวทางหนึ่ง ที่ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาการคิดวิเคราะห์ในระหว่างเรียน วิธีการสอนนั้น คือ วิธีการแบบเปิด เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนที่ฝึกให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดที่หลากหลาย สร้างโอกาสให้นักเรียนที่มีความสามารถและความต้องการต่างกัน ได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนในชั้นเรียนได้โดยใช้ปัญหาแบบปลายเปิดเพื่อกระตุ้นการคิดของนักเรียน และผลักดันให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง (ไมตรี อินทรประสิทธิ์, 2549)

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะ(Inquiry-based Science Learning Process) Buck et al. (2008) ได้พัฒนาและนำเสนอเกณฑ์เชิงปริมาณเพื่อจัดระดับกระบวนการสืบเสาะในการจัดการเรียนรู้ไว้โดยแบ่งองค์ประกอบของกระบวนการสืบเสาะ 6 องค์ประกอบตามลักษณะของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ปัญหาหรือคำถาม ทฤษฎีหรือข้อมูลพื้นฐาน กระบวนการหรือรูปแบบในการแก้ปัญหา ผลการวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และการสรุปผล เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการจัดระดับโดยแบ่งระดับการสืบเสาะได้เป็น 5 ระดับตามองค์ประกอบที่ให้แก่นักเรียน รายละเอียดดัง ตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เกณฑ์เชิงปริมาณในการจัดระดับการสืบเสาะความรู้

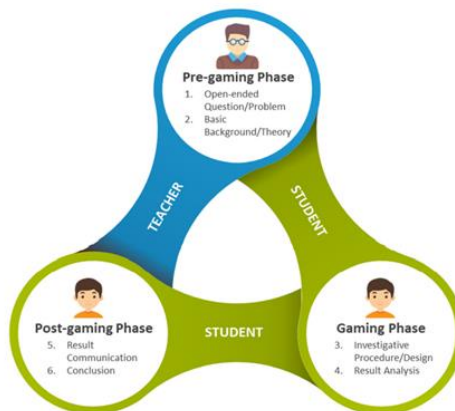
ลักษณะเฉพาะ	การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน	การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง	การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง	การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด	การสืบเสาะหาความรู้ตามสภาพจริง
ปัญหา/คำถาม	ครูเตรียมให้	ครูเตรียมให้	ครูเตรียมให้	ครูเตรียมให้	ครูไม่เตรียมให้
ทฤษฎี	ครูเตรียมให้	ครูเตรียมให้	ครูเตรียมให้	ครูเตรียมให้	ครูไม่เตรียมให้
วิธีการ/การออกแบบ	ครูเตรียมให้	ครูเตรียมให้	ครูเตรียมให้	ครูไม่เตรียมให้	ครูไม่เตรียมให้
การวิเคราะห์ข้อมูล	ครูเตรียมให้	ครูเตรียมให้	ครูไม่เตรียมให้	ครูไม่เตรียมให้	ครูไม่เตรียมให้
การนำเสนอ	ครูเตรียมให้	ครูไม่เตรียมให้	ครูไม่เตรียมให้	ครูไม่เตรียมให้	ครูไม่เตรียมให้
การสรุปผล	ครูเตรียมให้	ครูไม่เตรียมให้	ครูไม่เตรียมให้	ครูไม่เตรียมให้	ครูไม่เตรียมให้

(Buck et al., 2008)

1) Problem/Question: “ปัญหาหรือคำถาม” จะต้องเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อของการค้นคว้า และคำถามจะไม่ใช่เป็นคำถามที่ซับซ้อนและบ่งบอกถึงการศึกษาค้นคว้า 2) Theory/Background: “ทฤษฎีหรือข้อมูลเบื้องต้น” เป็นข้อมูลความรู้พื้นฐาน ที่จำเป็นสำหรับการค้นคว้า 3) Procedures/Design: “วิธีการ หรือการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา” เป็นการวางแผน ออกแบบและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหา 4) Results analysis: “การวิเคราะห์ข้อมูล” คือการตีความและวิเคราะห์ข้อมูลที่ค้นพบ 5) Results Communication: “การนำเสนอข้อมูล” เป็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง โดยนักเรียนสามารถออกแบบการนำเสนอเอง หรือตามที่กำหนดไว้ได้ 6) Conclusion: “การสรุปผล” เป็นการลงข้อสรุปจากข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้าหรือรายการผลการสังเกตและข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลอง

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ได้ในการสืบเสาะแบบแนะแนวทางในการจัดกิจกรรมรู้เรียนในห้องเรียน สำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะผ่านบอร์ดเกมดิจิทัล ตามกระบวนการสืบเสาะแบบเปิด มีขั้นตอนสำคัญโดยแบ่งเป็น 3 ช่วงต่อเนื่องกัน คือ ช่วงแรก เป็นขั้นก่อนการปฏิบัติสืบเสาะ (Pre-gaming phase) ซึ่งครูผู้สอนจะมีบทบาทในการนำนักเรียนไปสู่การสืบเสาะประกอบด้วย ขั้นที่ 1 นำเสนอคำถามหลักของการสืบเสาะ (Open-ended inquiry question) เป็นการนำเสนอคำถามหลักของการสืบเสาะโดยอาจจะเกิดจากการทบทวนความรู้เดิมร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดนำเพื่อให้นักเรียนเข้าสู่เนื้อหา ขั้นที่ 2 นำเสนอแนวคิดพื้นฐาน (scientific background) เป็นขั้นการให้ข้อมูลหรือสารสนเทศพื้นฐานในหัวข้อที่เรียน เพื่อให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบ ซึ่งสารสนเทศที่ให้ต้องไม่ใช่คำตอบของคำถามหลัก ช่วงที่สอง เป็นขั้นปฏิบัติการสืบเสาะ (Gaming phase) ในขั้นนี้ นักเรียนมีบทบาทในการสืบเสาะค้นหาคำตอบของคำถามและดำเนินกิจกรรมด้วยตนเอง ซึ่งครูจะสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนแต่จะไม่เข้าไปชี้นำระหว่างการทำกิจกรรม รวมถึงการบอกคำตอบ ประกอบด้วย ขั้นที่ 3 การดำเนินการสำรวจและค้นหา (Procedure) เป็นการลงมือปฏิบัติสืบเสาะหรือการทำกิจกรรม ทดลอง เพื่อหาคำตอบของคำถามหลัก ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูล (data and result analysis) เป็นขั้นการนำข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรม หรือการทดลองมาจัดกระทำ เรียบเรียง เพื่อนำเสนอผลของการสืบเสาะ ในรูปแบบกราฟหรือตาราง ช่วงที่สาม เป็นขั้นหลังปฏิบัติการสืบเสาะ (Post-gaming phase) ขั้นนี้ นักเรียนมีบทบาทในการทำกิจกรรมในการนำเสนอข้อมูลและสรุปผล สามารถลงความเห็น และแลกเปลี่ยนข้อมูลกับเพื่อนร่วมชั้นเพื่อให้ได้ข้อสรุปของคำตอบด้วยตนเอง บทบาทของครูผู้สอน คือ กำหนดระยะเวลาในการทำกิจกรรมและตอบข้อสงสัยหากนักเรียนเกิดการติดขัดในการทำกิจกรรม หรือเกิดข้อสงสัยที่ไม่สามารถยอมรับได้ การสรุปข้อความรู้ที่ได้ศึกษาให้ไปในแนวทางเดียวกัน ประกอบด้วย ขั้นที่ 5 นำเสนอข้อมูล (result communication) เป็นการนำเสนอข้อมูลจากการสืบเสาะหน้าชั้นเรียน เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกลุ่มอื่น ขั้นที่ 6 สรุปผล (conclusion) เป็นขั้นการสรุปจากการทำกิจกรรมเพื่อนำไปสู่

การตอบคำถามหลักจากขั้นแรกของการสืบเสาะ เพื่อให้คำตอบของนักเรียนไปในทิศทางเดียวกัน ดังภาพที่ 25 (Srisawasdi and Panjaburee, 2019)



ภาพที่ 25 ขั้นการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิด (Srisawasdi and Panjaburee,2019)

มโนคติหรือ Concept หมายถึง ความคิดรวบยอด มโนทัศน์มโนภาพ มโนคติสังกัป และแนวความคิด เป็นต้น ความเข้าใจมโนคติ หมายถึง ข้อสรุปทางความคิดหรือความเข้าใจที่เกิดขึ้นภายในเฉพาะตัวบุคคลที่จะสรุปความเกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ ซึ่งเป็นผลมาจากการได้ลองสัมผัสกับประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับสิ่ง ๆ นั้น แล้วใช้ลักษณะ สำคัญที่เกี่ยวข้องกับสิ่งนั้นมาประมวลผลเข้าด้วยกัน เกิดเป็นข้อสรุปใหม่ของสิ่งๆ นั้นที่มีความเฉพาะเจาะจง (นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์, 2548)

การอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การอธิบายว่าสิ่งต่าง ๆ เกิดขึ้นได้อย่างไร โดยมีการใช้หลักฐาน และเหตุผล เพื่อสนับสนุนคำอธิบายนั้น” องค์ประกอบของอธิบายจะประกอบด้วย 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือการท านาย หรือตั้งสมมติฐาน 2) หลักฐาน (Evidence) คือสิ่งที่ค้นพบจากการสังเกต หรือการทดลอง เพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และ 3)การให้เหตุผล (Reasoning) คือ การนำทฤษฎีหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อมาเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้าง และ ข้อมูล การสร้างคำอธิบายนั้นสามารถช่วยให้นักเรียนเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนได้ เรียนรู้ว่าการรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นต้องเชื่อมโยงกับหลักฐาน และมีการนำเหตุผลมาสนับสนุน (สันติชัย อนุวรชัย, 2557) นวลจิตต์ เขาวกิตพิงศ์ (2562) ได้กล่าวถึงการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยนำเสนอปัญหาของครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอน องค์ประกอบของการสร้างคำ อธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 3 ประการคือ 1) การใช้ข้อกล่าวอ้าง 2) การใช้หลักฐาน และ 3) การให้เหตุผล หากครูนำ แนวทางดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ จะ ช่วยพัฒนาทักษะการสอนและนำผู้เรียนไปสู่

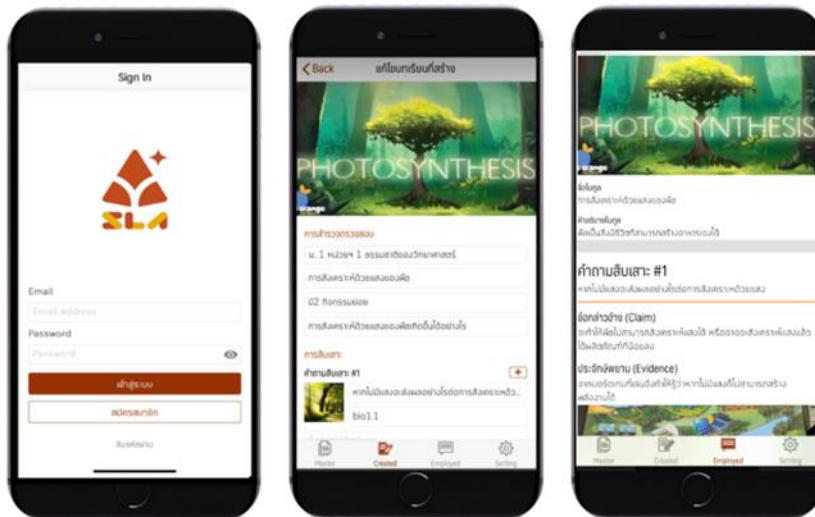
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งถือเป็น เป้าหมายสำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

4.5 บริบทเกี่ยวกับการวิจัย

สิ่งแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้เครื่องมือเทคโนโลยีหลักสำหรับเป็นองค์ประกอบสำคัญของการออกแบบและพัฒนาประสิทธิภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีรายละเอียดดังนี้

โมบายแอปพลิเคชัน (Mobile Application) KKU iNote

นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ และทีมนักวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสมาร์ทของโครงการพัฒนาสมรรถนะนักเรียนระดับมัธยมศึกษาด้วยนวัตกรรม KKU Smart Learning มหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้พัฒนาโมบายแอปพลิเคชันทางการศึกษา ชื่อว่า “KKU iNote” เป็นหนึ่งในเครื่องมือสำคัญของระบบนิเวศการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบดิจิทัลที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการปฏิบัติงานการเรียนรู้สะเต็มศึกษาบูรณาการ (Integrated STEM Education) ผ่านบริบทการปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์สืบเสาะที่เสริมสร้างและการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในยุคปัจจุบัน โดยที่เน้นการเอื้ออำนวยการบ่มเพาะความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Explanation) นอกจากนั้นแล้วยังเป็นเครื่องมือเพื่อช่วยในการปฏิบัติงานการสอนของครูผู้สอนและนำไปสู่การพัฒนาความรู้ในการสอนจำเพาะเนื้อหาโดยใช้เทคโนโลยี (TPACK) สำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ได้ด้วย ซึ่งเครื่องมือนี้ถูกออกแบบและพัฒนาโดยนักวิจัยในเครือข่ายวิจัยวิทยาการและเทคโนโลยีทางการศึกษาแนวใหม่ (Frontiers of Educational Sciences and Technology, FEST, Research Network) และถูกนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนางานการสอนของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ และส่งเสริมความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ดังที่แสดงในภาพที่ 26



ภาพที่ 26 ตัวอย่างแอปพลิเคชัน KKU iNote: หน้าจอการลงเข้าใช้งาน (ซ้าย) หน้าจอตัวอย่างบทเรียนสืบเสาะที่สร้างขึ้นมาโดยครู (กลาง) หน้าจอตัวอย่างการตอบคำถามผ่านกระบวนการวิทยาศาสตร์สืบเสาะของนักเรียน (ขวา)

การนำบอร์ดเกมและเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมา

Chanunan (2018) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะทางปัญญาในการเรียนรู้ชีววิทยา โดยใช้การสืบเสาะแบบเปิด พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนสืบเสาะแบบเปิด มีความสามารถทางวิชาการสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ Bayeck (2020) ได้ศึกษาโดยการทบทวนวรรณกรรมพบว่า เกมเป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ทางเลือก เกมกระดาน คือช่องว่างสำหรับการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์สำหรับปฏิสัมพันธ์ทางสังคมการคิดเชิงคำนวณและสำหรับการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติที่หลากหลาย เกมกระดานยังช่วยให้เรียนรู้เรื่องต่าง ๆ และสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเรียนรู้เพิ่มเติมจากข้อมูลที่เป็นที่ประจักษ์ เกมกระดานเป็นพื้นที่ที่อนุญาตให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และวางกลยุทธ์ในการทำความเข้าใจแนวคิดที่ซับซ้อน นอกจากนี้การเล่นเกมกระดาน ยังช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้และเพิ่มความเข้าใจแนวคิดที่ซับซ้อน (เช่นวิศวกรรมการเงินและวิทยาศาสตร์) ความซับซ้อนของเกมเพลย์ “de-complexifying” ซึ่งอาจอธิบายถึงการใช้เกมกระดานเพื่อสอนเกี่ยวกับหัวข้อที่ซับซ้อน ทั้งยังเป็นตัวช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้อีกด้วย Wu et al. (2014) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดการเรียนรู้ภาษาเกมกระดานดิจิทัลในการทำงานร่วมกัน การเรียนรู้ดิจิทัล เป็นรูปแบบ พื้นที่สำหรับเด็กเล่น และออกแบบมาสำหรับการเรียนรู้ในห้องเรียน ช่วยให้ตรวจสอบว่าทักษะการสื่อสารและแรงจูงใจภายในสามารถปรับปรุงได้หรือไม่ โดยการมองผ่านบริบทที่เกี่ยวข้องและได้รับการฝึกฝนอย่างเพียงพอผ่านการเล่น เกม ผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่เรียนภาษาด้วยรูปแบบเกมกระดาน

แบบดิจิทัล ประสบความสำเร็จสามารถในการสื่อสารได้ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับผู้ที่เรียนในรูปแบบการสอนแบบธรรมดาและการสอนภาษาแบบปรับเปลี่ยนเกมกระดานที่ไม่ใช่ดิจิทัล นอกจากนี้บอดเกมส์การเรียนรู้ดิจิทัลยังมีประโยชน์ต่อนักเรียนในการกระตุ้นให้พูด โดยการเล่นและเรียนรู้ด้วยการเล่นเกม ที่เกี่ยวข้องกับบริบทที่เพียงพอและมีประสิทธิภาพ Taspinar et al. (2016) ได้ศึกษาแนวทาง gamification เพื่อพัฒนาเกมกระดานเป็นเครื่องมือสำหรับอาจารย์ (มหาวิทยาลัย) เครื่องมือของการสอนหมายความว่า ครูสามารถเลือกได้ว่าจะใช้แนวคิดการเรียนรู้แบบผสมผสาน รวมถึงการโต้ตอบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง พบว่า ความคิดเห็นแรกที่รวบรวมได้บ่งชี้ว่าเกมมีความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารได้ดีขึ้น ผู้เรียนและครูยืนยันผลของการเรียนรู้สามารถเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนและเพิ่มความสุขสนุกสนานในบริบทของเนื้อหาที่มีทฤษฎี อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องมีการประเมินเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้แนวคิดเกมซ้ำ ๆ เพื่อให้ได้ข้อค้นพบข้อจำกัดของผลกระทบเชิงบวก สำหรับเนื้อหาการเรียนรู้ที่แตกต่างกันกับผู้เรียนกลุ่มเดียวกัน ภายในระยะเวลาสั้น ๆ จะสามารถช่วยหลีกเลี่ยง หรืออย่างน้อยที่สุดสามารถลดข้อจำกัด เช่น เนื้อหาที่ซับซ้อน ระบบเกมที่ยากต่อการเล่น

โมบายแอปพลิเคชัน ROAR Augmented Reality (AR)

เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานระหว่างความเป็นจริง และ โลกเสมือนที่สร้างขึ้นมาผสมผสานเข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ ซึ่งถือว่าเป็นการสร้างข้อมูลอีกข้อมูลหนึ่งที่เป็นส่วนประกอบบนโลกเสมือน (virtual world) เช่น ภาพกราฟิก วิดีโอ รูปทรงสามมิติ และข้อความตัวอักษร ให้ผนวกซ้อนทับกับภาพในโลกจริงที่ปรากฏบนกล้อง เทคโนโลยี AR แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ แบบที่ใช้ภาพสัญลักษณ์และแบบที่ใช้ระบบพิกัดในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างข้อมูลบนโลกเสมือนจริง ซึ่งในทางเทคนิคแล้วภาพสัญลักษณ์ที่ใช้ จะนิยมเรียกว่า “Marker” หรืออาจจะเรียกว่า AR Code ก็ได้ โดยใช้กล้องเว็บแคมในการรับภาพ เมื่อซอฟต์แวร์ที่เราใช้งานอยู่ประมวลผลรูปภาพเจอสัญลักษณ์ที่กำหนดไว้ก็จะแสดงข้อมูลภาพสามมิติที่ถูกระบุไว้ในโปรแกรมให้เห็น สามารถที่จะหมุนดูภาพที่ปรากฏได้ทุกทิศทางหรือเรียกว่าหมุนได้ 360 องศา

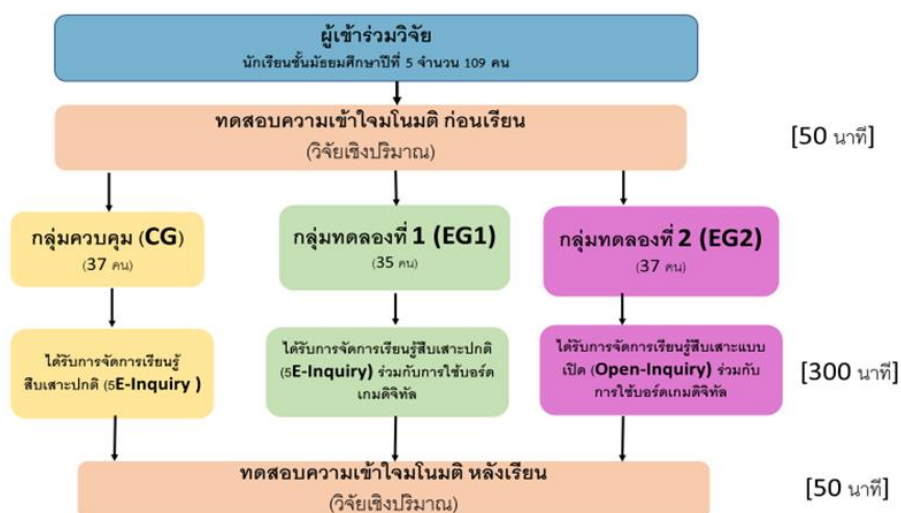
สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบบอร์ดเกมดิจิทัล และมีการนำคำถามสืบเสาะมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสนใจและมองเห็นภาพเชิงประจักษ์มากขึ้น ดังที่แสดงในภาพที่ 27



ภาพที่ 27 ตัวอย่างบอร์ดเกมดิจิทัล (ซ้าย) การใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมและแอปพลิเคชัน KKU iNote (ขวา)

4.6 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative research methodology) ในรูปแบบการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental research) ในลักษณะแผนงานวิจัยที่มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (pretest-posttest design) โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1. กลุ่มควบคุม (Control Group) จำนวน 37 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะปกติ (5E-Inquiry) 2. กลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 37 คน ที่มีรับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิด (Open-Inquiry) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกมดิจิทัล 3. กลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 35 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะปกติ (5E-Inquiry) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกมดิจิทัล งานวิจัยนี้มีรูปแบบตามแผนผัง ดังนี้ (ภาพที่ 28)



ภาพที่ 28 แผนผังแสดงวิธีการดำเนินงานวิจัย

4.6.1 ผู้เข้าร่วมวิจัย

กลุ่มคนที่เข้าร่วมการวิจัยเป็นนักเรียนจากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย ขอนแก่น (มอ ดินแดง) ที่มาจากการเลือกแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยกลุ่มเป้าหมายที่ศึกษาเป็นนักเรียนเป็นนักเรียนที่เรียนหลักสูตรเน้นวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 3 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 109 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 37 คน กลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 35 คน กลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 37 คน ที่มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีและความสามารถในการใช้บอร์ดเกมเป็นอย่างดี

4.6.2 เครื่องมือทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 3 แผน ได้แก่ (1) ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (2) ปฏิกริยาแสง (3) วัฏจักรคัลวิน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งหมด 6 คาบ คาบละ 50 นาที เป็นแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะปกติ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกมดิจิทัล และ เป็นแผนจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบเปิด (Open-Inquiry) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกมดิจิทัล

ตัวอย่างรายละเอียดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบเปิด (Open inquiry) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกมดิจิทัล เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ในแผนที่ 19 เรื่อง ปฏิกริยาแสง

กิจกรรมการเรียนรู้หลัก

- 1) ชั้นนำเสนอคำถามหลักของการสืบเสาะ (Open-ended inquiry question): ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยเปิดรูปให้นักเรียนดูแล้วถามว่ารูปนี้หมายความว่าอย่างไร โดยเปิดรูปให้นักเรียนดู (ภาพที่ 29) แล้วถามว่า นักเรียนคิดว่าถ้าบนโลกไม่มีพืชหรือสิ่งมีชีวิตที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ จะเกิดอะไรขึ้น(แนวคำตอบ ไม่มีสิ่งมีชีวิตที่สามารถอาศัยอยู่บนโลกนี้ได้ เนื่องจากไม่มีแก๊สออกซิเจน) เพื่อนำไปสู่คำถามหลัก จึงถามว่า นักเรียนคิดว่าพืชสร้างแก๊สออกซิเจนเกิดขึ้นได้อย่างไร (แนวคำตอบ แก๊สออกซิเจนเกิดขึ้นในขั้นตอนปฏิกิริยาแสง ในการถ่ายทอดอิเล็กตรอน โดยมีการเร่งปฏิกิริยาการแตกตัวของน้ำ)คำถามหลัก “ปฏิกิริยาแสงในการสังเคราะห์ด้วยแสงคืออะไร ”



ภาพที่ 29 การนำเสนอคำถามสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

- 2) ชั้นนำเสนอแนวคิดพื้นฐาน (Scientific background): ครูนำเสนอแนวคิดพื้นฐาน เพื่อนำนักเรียนไปสู่กิจกรรมการสืบเสาะ ครูนำเสนอและอธิบายกระบวนการใช้ Application Kku iNote เพื่อสแกน QR-Cord บทเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาแสง และทำกิจกรรมสืบเสาะข้อมูล (ภาพที่ 30)



ภาพที่ 30 Application Kku iNote และบทเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาแสง

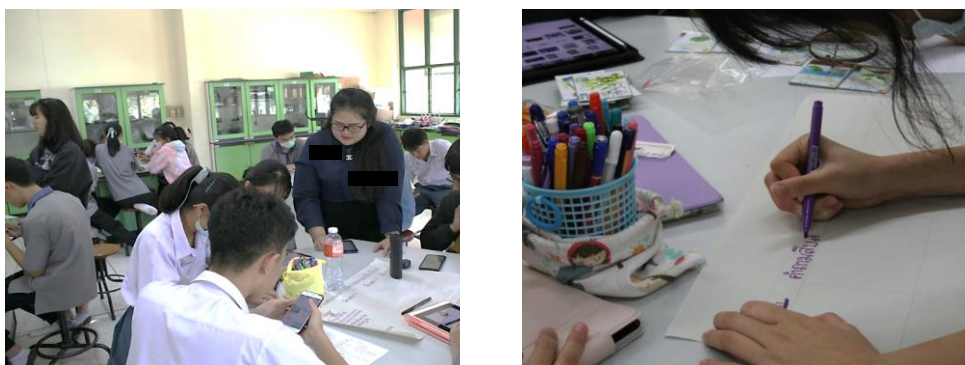
กิจกรรมการเรียนรู้หลัก (ต่อ)

- 3) ขั้นการดำเนินการสำรวจและค้นหา (Procedure): ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย 4 - 6 กลุ่ม ประมาณกลุ่มละ 4 - 7 คน นักเรียนแต่ละคนเปิดใช้งานสมาร์ทโฟนแต่ละเครื่องของตนเอง โดยครูกำหนดเงื่อนไขให้สมาชิกแต่ละกลุ่มนั่งทำงานร่วมกัน เมื่อนักเรียนเข้าสู่บทเรียนแล้ว ครูให้นักเรียนตั้งข้อกล่าวอ้าง (claim) ซึ่งทุกคนต้องตอบคำถามสืบเสาะก่อนการเล่นบอร์ดเกม ซึ่งนักเรียนจะสามารถเก็บประจักษ์พยานได้จากการเล่นเกมและหาкарตสารสนเทศ (ภาพที่ 31)



ภาพที่ 31 ตัวอย่างกิจกรรมสืบเสาะจากบอร์ดเกมดิจิทัลและการตอบคำถามใน KCU iNote

- 4) ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล (Data and Result Analysis): ให้นักเรียนทุกคนหยุดเล่นบอร์ดเกมแล้วอภิปรายแนวทางหรือวิธีการที่ทำให้ภารกิจสำเร็จ ผ่านการสนทนาหรือปรึกษากันภายในกลุ่ม ในประเด็นที่ว่าเหตุจิงสามารถทำภารกิจได้สำเร็จ สร้างกราฟหรือตารางแสดงคะแนนในการทำภารกิจของนักเรียนแต่ละคนว่าได้คะแนนจากการทำภารกิจเท่าใด หลังจากนั้นให้นักเรียนสร้างเอกสารนำเสนอข้อมูลลงในกระดาษขรุขระ ครูเข้าร่วมการอภิปรายของนักเรียน โดยการนำเสนอประเด็นคำถามเพื่อเป็นการวัดและประเมินผลเพื่อพัฒนา ดังต่อไปนี้ใครได้คะแนนสูงสุดและต่ำสุดภายในกลุ่ม ในการเล่นเกมนักเรียนจะได้คะแนนในกรณีใดในการตอบคำถามใช้วิธีการใด (ภาพที่ 32)



ภาพที่ 32 การวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผลกลุ่ม

กิจกรรมการเรียนรู้หลัก (ต่อ)

- 5) **ชั้นนำเสนอข้อมูล (Result Communication):** นักเรียนนำเสนอผลของการสืบเสาะหรือสำรวจของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และจับสลากเพื่อสุ่มกลุ่มนักเรียนที่จะออกมานำเสนอคำตอบของคำถามสืบเสาะของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน กลุ่มละ 2 - 3 นาที นักเรียนออกมานำเสนอคำตอบของคำถามสืบเสาะของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน โดยใช้เวลาการนำเสนอตามที่กำหนดไว้ โดยมีองค์ประกอบในการนำเสนอได้แก่ คำตอบของคำถามสืบเสาะ และตารางข้อมูลคะแนน (ภาพที่ 33)



ภาพที่ 33 การนำเสนอข้อมูลผลการสืบเสาะของนักเรียน

- 6) **ขั้นสรุปผล (Conclusion):** นำเสนอประเด็นคำถามเพื่อเป็นหลักการประเมินเพื่อพัฒนา (Formative Assessment) โดยใช้แบบสำรวจจากเว็บไซต์ Polleverywhere.com โดยให้นักเรียนแต่ละคนตอบคำถามและสุดท้ายสรุปผลจากคำถามหลัก “ปฏิภริยาแสงของการสังเคราะห์ด้วยแสง คืออะไร” จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผล โดยเปิดคำถามหลักบนจอโปรเจคเตอร์หน้าชั้นเรียนในการสรุปผล (ภาพที่ 34)



ภาพที่ 34 การสรุปผลหน้าชั้นเรียน

4.6.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดย (1) ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบเพื่อวัดมโนคติ ก่อนเรียน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ (2) ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ในชั้นเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน ใช้เวลา 6 คาบ คาบละ 50 นาที รวมทั้งสิ้น 3 สัปดาห์ โดยกลุ่มควบคุม ใช้การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติ (5E-Inquiry) กลุ่มทดลองที่ 1 ใช้การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติ (5E-Inquiry) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกมดิจิทัล และกลุ่มทดลองที่ 2 การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิด (Open-Inquiry) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกมดิจิทัล (3) ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบเพื่อวัดมโนคติ หลังเรียน เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ (4) ทำการเก็บข้อมูลการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากแอปพลิเคชัน KKU iNote ซึ่งจะช่วยให้การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เนื่องจากในแต่ละบทเรียนจะประกอบไปด้วย คำถามการสืบเสาะ การกล่าวอ้าง การใช้หลักฐาน และการให้เหตุผลของผู้เรียนซึ่งเป็นการฝึกการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยมีการตั้งคำถามสำคัญสำหรับการสืบเสาะ

4.6.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลตามตัวแปรที่ได้ศึกษา ดังต่อไปนี้ โดย 1) ความเข้าใจมโนคติของผู้เรียน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (1) ตั้งเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับแบบวัดความเข้าใจมโนคติ แบบปรนัย โดยนักเรียนที่ตอบตัวเลือกถูก ได้ 1 คะแนน และนักเรียนที่ตอบตัวเลือกผิด ได้ 0 คะแนน และใช้ค่าสถิติพื้นฐานได้แก่ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) (2) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจมโนคติหลังเรียนโดยใช้สถิติ ANCOVA 2) คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (1) ตรวจสอบให้คะแนนคำตอบของนักเรียนแต่ละคนโดยใช้เกณฑ์การประเมินความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ McNeil et al. (2006) ของนักเรียนระหว่างเรียน และใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ (%) ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาในแต่ละองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) เพื่อจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนรายข้อ โดยทำการ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับดี (2 คะแนน) ระดับพอใช้ (1 คะแนน) และระดับต่ำ (0 คะแนน) ดังตารางที่ 6 จากนั้นทำการจำแนกคะแนน คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของแต่ละเนื้อหา และหาค่าร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนนแต่ละระดับ ตามแผนการสอนในแต่ละครั้ง

ตารางที่ 6 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2	1	0
ข้อกล่าวอ้าง	เขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน	เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้องแต่ไม่ชัดเจน	ไม่เขียนข้อกล่าวอ้างหรือเขียน ข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง
หลักฐาน	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมและเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอหรืออาจมีหลักฐานบางประการที่ไม่เหมาะสม	ไม่มีการแสดงหลักฐานหรือแสดงหลักฐานไม่เหมาะสม
การให้เหตุผล	เขียนข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ได้เหมาะสมและเพียงพอ	เขียนข้อความแสดงความเชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง มีการใช้หลักฐานบ้าง แต่ไม่เพียงพอ	ไม่แสดงเหตุผล หรือแสดงเหตุผลที่ไม่ถูกต้องในการเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง

4.7 ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ผลจากแบบวัดความเข้าใจโมโนมิติ ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากแบบวัดมาตรวจให้คะแนน โดยได้วิเคราะห์ข้อมูลของนักเรียนสามกลุ่มโดยใช้สถิติ ANCOVA เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจโมโนมิติของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความเข้าใจโมโนมิติหลังเรียนของนักเรียนทั้งสามกลุ่ม โดยใช้สถิติ ANCOVA

กลุ่ม	จำนวนนักเรียน	ค่าเฉลี่ย (S.D.)	ค่าเฉลี่ยที่ถูกปรับแก้	Std. error	F	Post hoc test
(a) CG	37	7.97 (2.90)	8.46	0.57		(b) > (a)
(b) EG1	35	8.51 (2.94)	8.75	0.52	19.01	(c) > (a)*
(c) EG2	37	13.59(3.43)	12.33	0.48		(c) > (b)*

หมายเหตุ * หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 0.05 ($p < 0.05$)

ผลการวิจัยพบว่า ความเข้าใจโมเดลของนักเรียน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 19.01, p = 0.000$) ในสามกลุ่ม หลังจากกำจัดอิทธิพลของความแปรปรวนร่วม (การทดสอบก่อนเรียน) แต่ละกลุ่มได้รับการปรับคะแนนเฉลี่ยแล้ว กลุ่ม CG มีค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วเท่ากับ 8.46 ($SE = 0.57$) กลุ่ม EG1 มีค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วเท่ากับ 8.75 ($SE = 0.52$) และกลุ่ม EG2 มีค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วเท่ากับ 12.33 ($SE = 0.48$) สำหรับการวัดความเข้าใจโมเดลหลังการทดสอบหลังเรียน เกี่ยวกับผลลัพธ์หลังการสอน (การเรียนรัฐวิเทศศาสตร์สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล (กลุ่ม EG2)) นักเรียนในกลุ่มนี้ได้รับการส่งเสริมความเข้าใจโมเดลเกี่ยวกับแนวคิดเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ผลการทดสอบ Post HOC ของ Bonferroni ในตารางที่ 7 ถูกนำมาใช้เพื่อทดสอบความมีนัยสำคัญของวิธีการสอนโดยดำเนินการโดยใช้วิธีการปรับเพื่อควบคุมความแตกต่างความเข้าใจในแนวคิด ก่อนเรียน กลุ่ม EG2 ถูกเปรียบเทียบกับกลุ่ม CG และ EG1 พบค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างคือ 3.865, $p = 0.000$ และ 3.580, $p = 0.000$ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรัฐวิเทศศาสตร์สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล (EG2) สามารถส่งเสริมสร้างความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้สูง เมื่อเทียบกับการจัดการเรียนรัฐสืบเสาะแบบปกติ (CG) และการเรียนรัฐสืบเสาะแบบปกติร่วมกับบอร์ดเกมดิจิทัล (EG1) และทั้งสองกลุ่มนี้ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ การจัดการเรียนรัฐสืบเสาะแบบปกติและการจัดการเรียนรัฐสืบเสาะปกติร่วมกับบอร์ดเกมดิจิทัล สามารถส่งเสริมความเข้าใจโมเดลเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงไม่แตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์ผลการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน จากแอปพลิเคชัน KKU iNote ในแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน ของนักเรียนที่จัดการเรียนรัฐวิเทศศาสตร์สืบเสาะ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนของนักเรียนมาวิเคราะห์และแจกแจงตามองค์ประกอบในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เมื่อนำคะแนนการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มทดลองมาเปรียบเทียบ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนเฉลี่ยการ อธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนของนักเรียน โดยวิเคราะห์ข้อมูลตามองค์ประกอบความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และจำแนกร้อยละของนักเรียนเป็น 3 กลุ่มตามระดับความสามารถ ซึ่งคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยแยกตามองค์ประกอบมีคะแนนเต็มเท่ากับ 2.00 คะแนน จากนั้นนำคะแนนขององค์ประกอบในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 3 รายการมาหาคะแนน รวมและค่าเฉลี่ย ซึ่งมีคะแนนเต็มเท่ากับ 6.00 คะแนน สามารถจำแนกได้เป็น 3 ระดับความสามารถ ดังนี้ ความสามารถระดับต่ำ มีคะแนนเฉลี่ย 0.00 – 2.00 คะแนน ความสามารถระดับปานกลาง มี คะแนนเฉลี่ย 2.01 – 4.00 คะแนน และความสามารถระดับสูง มีคะแนนเฉลี่ย 4.01 – 6.00 คะแนน แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนของนักเรียนทั้งสามกลุ่ม

กลุ่มการทดลอง	การจัดการเรียนรู้	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความสามารถการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	คิดเป็นร้อยละ
กลุ่มควบคุม (CG)	ครั้งที่ 1	3.67	ปานกลาง	61.26
	ครั้งที่ 2	3.48	ปานกลาง	58.10
	ครั้งที่ 3	3.35	ปานกลาง	55.85
กลุ่มทดลองที่ 1 (EG1)	ครั้งที่ 1	4.05	สูง	67.56
	ครั้งที่ 2	3.78	ปานกลาง	63.06
	ครั้งที่ 3	3.54	ปานกลาง	59.00
กลุ่มทดลองที่ 2 (EG2)	ครั้งที่ 1	4.37	สูง	72.97
	ครั้งที่ 2	5.05	สูง	84.23
	ครั้งที่ 3	4.94	สูง	82.43

จากผลการวิเคราะห์ การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมจิตลของนักเรียน ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบความแตกต่างของวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีต่อการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ Shapiro-Wilk Test เพื่อตรวจสอบลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (Normal distribution) ของข้อมูลคะแนนแรงจูงใจจากการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมจิตลของนักเรียนในแต่ละครั้ง พบว่า ชุดข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบไม่ปกติ (ปฏิเสธ Null hypothesis ที่ว่าชุดข้อมูลดังกล่าวมาจากลักษณะการแจกแจงแบบปกติในทุกชุดข้อมูล และความแปรปรวนร่วมของทุกชุดข้อมูลมีความไม่แตกต่างกัน (Homogeneity of Covariance)) ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้สถิติแบบนอนพารามิเตอร์ (Nonparametric statistic) แบบ Kruskal-Wallis H-test Independent-Simple Mann-Whitney U Test ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างข้อมูลคะแนนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมจิตลของนักเรียนในแต่ละครั้งของนักเรียนห้องควบคุมและห้องทดลอง ซึ่งผลการวิเคราะห์สามารถนำเสนอได้ แสดงดัง ตารางที่ 9

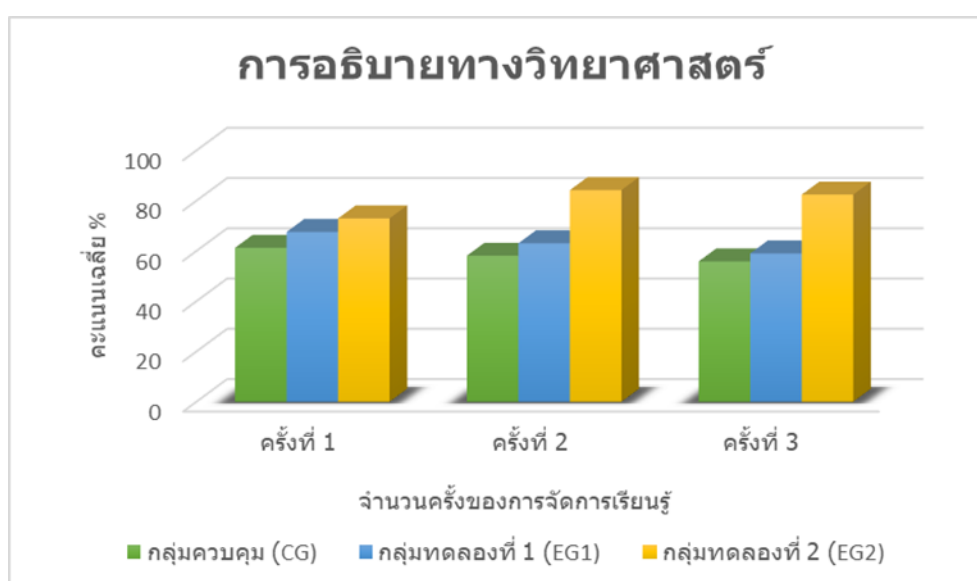
ตารางที่ 9 ผล Kruskal–Wallis analysis of variance และ Mann – Whitney U Test ของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนของนักเรียนทั้งสามกลุ่ม

	Post-questionnaire			Chi-square	Pose-hoc comparison
	CG	EG1	EG2		
ครั้งที่ 1	a= 3.68[32.72] (1.07)	b= 4.29 [40.50] (1.23)	c= 4.38[42.18] (1.44)	22.14	b < a < c
ครั้งที่ 2	d= 3.49[33.95](1.86)	e=4.00 [39.20] (1.39)	f= 5.05[46.76] (1.22)	32.79	e < d < f*
ครั้งที่ 3	g=3.35[34.04] (1.87)	h=3.74[39.10] (1.87)	i= 4.95[46.62] (1.35)	38.67	h < g < i*

หมายเหตุ 1) สัญลักษณ์ * แสดงถึง ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ($p < 0.05$)

2) สัญลักษณ์ XX. XX [yy. yy] (zz. zz) หมายถึง Mean [Mean Rank] (S.D.)

เมื่อวิเคราะห์ผลความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ระหว่างเรียน โดยวิเคราะห์ข้อมูลตามครั้งของการจัดการเรียนรู้ และ จำแนกร้อยละของนักเรียนเป็น 3 กลุ่มตามระดับความสามารถ ดังภาพที่ 35



ภาพที่ 35 กราฟการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนของนักเรียนสามกลุ่ม

4.8 อภิปรายผล

จากตารางที่ 7 ผลการเปรียบเทียบผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติความเข้าใจใจโนมติ ของนักเรียนทั้งสามกลุ่ม พบว่า หลังเรียนนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล (EG2) มีคะแนนความเข้าใจใจโนมติ (Adjusted mean) สูงกว่าทุกกลุ่ม คือ 12.33 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล (EG2) สามารถส่งเสริมสร้างความเข้าใจใจโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้สูง เมื่อเทียบกับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติ (CG) และการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติร่วมกับบอร์ดเกมดิจิทัล (EG1) และทั้งสองกลุ่มนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติและการจัดการเรียนรู้สืบเสาะปกติร่วมกับบอร์ดเกมดิจิทัล สามารถส่งเสริมความเข้าใจใจโนมติเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้าของ Niwat and Patcharin (2019) ที่ได้ศึกษาความเข้าใจใจโนมติในวิชาเคมีเรื่อง สมบัติของของเหลว ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะแบบเปิดผ่านเกมคอมพิวเตอร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะผ่านเกมคอมพิวเตอร์ รายวิชาเคมีที่พัฒนาผ่านการเรียนการสอนแบบเปิด มีประสิทธิภาพดีกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยไม่ใช้เกมคอมพิวเตอร์ ดังนั้น ผลการศึกษาจึงตรวจสอบว่าเกมคอมพิวเตอร์เคมี สามารถทำหน้าที่เป็นเครื่องมือทางปัญญาที่สำคัญในการเพิ่มพูน ความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนในวิชาเคมีได้ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ Patcharin (2016) ได้ศึกษาและพัฒนาดิจิทัลเกมที่มีปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้แนวคิดหลักทางชีววิทยา เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกันของมนุษย์ ที่ได้เรียนรู้ผ่านการนำการสืบเสาะแบบเปิดโดยร่วมกันของผู้เรียนผ่านเกม หรือ SAGOI ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนทั้ง 3 กลุ่มมีการพัฒนาความเข้าใจใจโนมติ เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกันของมนุษย์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นแสดงว่าการเรียนรู้ทั้ง 3 วิธีการสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ได้เช่นเดียวกัน ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้สะท้อนให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล สามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจใจโนมติและเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

จากตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสามกลุ่ม แบ่งเป็นรายครั้งตามแผนการจัดการเรียนรู้ หลังจากนักเรียนได้เรียนรู้ผ่านวิธีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัลพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูง ในการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 1 2 และ 3 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 5.05 และ 4.94 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเทียบกับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะปกติที่มีระดับความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลางในทุกครั้งของการจัดการเรียนรู้ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.67 3.48 3.35 ตามลำดับและ การจัดการเรียนรู้สืบเสาะปกติร่วมกับการใช้บอร์ดเกมมีระดับความสามารถในการ

อธิบายทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูงในการเรียนรู้ครั้งที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.05 และ ระดับปานกลาง ในครั้งที่ 2 และ 3 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.78 และ 3.54 จากตารางที่ 9 ผลการเปรียบเทียบการสร้าง คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสามกลุ่ม แบ่งเป็นรายครั้งตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดย หลังการทดสอบด้วย Mann-Whitney U-Test ผลการวิจัยพบว่าค่า ครั้งที่ 1 (Chi-square=22.14, $p=0.108 > 0.05$) ครั้งที่ 2 (Chi-square= 32.79, $p=0.000 < 0.05$) ครั้งที่ 3 (Chi-square=38.67, $p=0.000 < 0.05$) ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ในครั้งที่ 1 ทั้งสามกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญซึ่งเป็นผลจากในการจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 1 เนื้อหากล่าวถึงความรู้พื้นฐานของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ไม่ได้ซับซ้อน ในระดับโมเลกุล นักเรียนทั้งสามกลุ่มจึงสามารถสร้าง คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามจากวิธีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล ในการจัดการเรียนรู้ในครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ทั้งสามกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่ 2 สามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้สูงกว่า กลุ่มควบคุมที่มีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และกลุ่มทดลองที่ 1 ที่มีการจัดการเรียนรู้แบบ ปกติร่วมกับการใช้บอร์ดเกมดิจิทัล นั่นเป็นเพราะ ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะร่วมกับการ ใช้บอร์ดเกมดิจิทัลนักเรียนมีอิสระในการทำกิจกรรมได้ลงมือปฏิบัติเพื่อหาคำตอบด้วยตนเอง ส่วน ในการจัดการเรียนรู้แบบปกติเน้นให้นักเรียนจำเนื้อหาให้ได้มากที่สุด ซึ่งนักเรียนบางคนขาดความ สนใจในเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน นักเรียนจึงสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้น้อยกว่ากลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 แต่อย่างไรก็ตาม นักเรียนกลุ่มทดลองที่ 2 มีความสามารถในการสร้าง คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สูงกว่า กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ 1 ที่มีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ร่วมกับการใช้บอร์ดเกมดิจิทัล เป็นเพราะวิธีในการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ครูมีบทบาทในการสืบเสาะ ของนักเรียนมากจนเกินนักเรียนไม่ได้ใช้เวลาในการสืบเสาะอย่างอิสระและการทำงานที่ยังเน้นให้ นักเรียนท่องจำเนื้อหา นักเรียนส่วนหนึ่งไม่เข้าใจหรืออาจเกิดการเข้าใจผิดในกระบวนการถ่ายทอด อิเล็กตรอนในแผนที่ 2 ซึ่งส่งผลต่อการเรียนในแผนที่ 3 วัฏจักรคาร์วิน แสดงให้เห็นว่า การจัดการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะแบบเปิดร่วมกับการใช้บอร์ดเกมดิจิทัล สามารถส่งเสริมความสามารถใน การอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ได้ดี ซึ่งวิธีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล ประกอบด้วกิจกรรมที่เป็นการเรียนรู้เชิงวิทยาศาสตร์ใน ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนจะต้องทำกิจกรรมและค้นหาคำตอบของคำถามผ่านการเล่นบอร์ด เกม พร้อมกับเก็บประจักษ์พยานในการสำรวจและค้นหา ซึ่งนักเรียนสามารถถ่ายภาพผ่าน โทรศัพท์มือถือที่จะแสดงให้เห็นถึงกลไกที่ตาเปล่าไม่สามารถมองเห็นได้ และนำภาพไปใช้เป็น ประจักษ์พยานในการตอบคำถามในแอปพลิเคชัน KKO iNote ซึ่งมีความสะดวกรวดเร็ว นอกจากนี้ การเล่นบอร์ดเกมยังทำให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ ร่วมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการอภิปรายและ วิเคราะห์ผลจากข้อมูลและหลักฐานที่ รวบรวมได้ นำมาสู่ซึ่งการตอบในลักษณะของคำอธิบายเชิง

วิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัย ของ Yang & Wang (2014 อ้างถึงใน กฤตกร สภาสันติกุล, 2558) การพัฒนาการอธิบายการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านรูปแบบการเขียน DCI ที่กล่าวว่า การเขียนทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการสร้างและรวบรวม ข้อมูล รวมทั้งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานนำไปสู่การสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะเห็นได้ว่าผลการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความสอดคล้องกับผลความเข้าใจมโนคติ ที่นักเรียนที่มีการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ในระดับดี จะส่งผลให้มีความรู้ความเข้าใจมโนคติได้ดีตามไปด้วย

4.9 บทสรุปจากการวิจัย

จากการวิจัย โดยศึกษาความเข้าใจมโนคติและการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล เพื่อเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติกับการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล ทำให้ความเข้าใจมโนคติและการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแตกต่างกันหรือไม่ จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะแบบเปิดร่วมกับการใช้บอร์ดเกมดิจิทัล มีความเข้าใจมโนคติสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติ และการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติร่วมกับการใช้บอร์ดเกมดิจิทัล นั่นคือ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล ช่วยส่งเสริมความรู้ความเข้าใจมโนคติ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้ ยิ่งไปกว่านั้น ยังช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ในระดับสูง เมื่อเทียบกับการเรียนรู้สืบเสาะปกติ

4.10 ข้อจำกัดหรือข้อเสนอแนะจากการวิจัย

4.10.1 ข้อจำกัด

การวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีแนวโน้มมีการอธิบายทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจมโนคติได้ดี จากการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะ ในการจัดเรียนรู้เนื้อหารายวิชาชีววิทยาระดับมัธยมปลาย โดยอ้างอิงผลการวิจัยข้างต้นที่มีกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนจำนวน 109 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล ในเนื้อหาการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช จำนวน 37 คน ที่มีความสามารถให้การใช้เทคโนโลยีและประสบการณ์ใช้บอร์ดเกมเป็นอย่างดี ซึ่งใช้แบบวัดความเข้าใจมโนคติของนักเรียน ที่มีการใช้ในการทำวิจัยมาแล้ว โดยผลความเข้าใจมโนคติและการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัลเป็นสิ่งยืนยันว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนคติและการอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงในบทความนี้

4.10.2 ข้อเสนอแนะ

ในการจัดการเรียนรู้อุตสาหกรรมศาสตร์สืบเสาะ ในรูปแบบการสืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัลไปใช้ในการสอนหรือการทำกรวิจัย ครูหรือผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องศึกษารูปแบบ และความสอดคล้องของเนื้อหาที่จะนำไปใช้ในการสอนอย่างลึกซึ้ง เพื่อให้การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนสามารถค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเองและครูต้องเตรียมความพร้อมในการใช้บอร์ดเกมให้กับนักเรียน ซึ่งจะทำให้มั่นใจได้ว่า นักเรียนจะสามารถใช้บอร์ดเกมเป็นเครื่องมือในการสืบเสาะหาข้อมูลได้ และจะยิ่งส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจในมิติในเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ ในการทำวิจัยครั้งต่อไป อาจเพิ่มกลุ่มตัวอย่างที่ต่างแผนการเรียน

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

5.1 บทสรุปและข้อค้นพบจากการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ นำเสนอบทสรุปของการศึกษาทั้งสองการศึกษา ได้แก่ การศึกษาที่ 1 คือ การเปรียบเทียบการยอมรับเทคโนโลยีการเรียนรู้แบบบอร์ดเกมดิจิทัล เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 บนพื้นฐานของเพศ การศึกษาที่ 2 ได้แก่ ผลของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล ที่มีผลต่อ แรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และ ความเข้าใจโน้มนมติและความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะผ่านบอร์ดเกมดิจิทัล ผลการวิจัยวิจัยครั้งนี้ ตามวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนานวัตกรรมในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เพื่อส่งเสริมความเข้าใจโน้มนมติของนักเรียน ในรายวิชาชีววิทยาเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ช่วยเพิ่มแรงจูงใจทางชีววิทยาและสนับสนุนทักษะการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผลการวิจัยนี้สามารถตอบคำถามการวิจัยในแต่ละการศึกษาได้ดังนี้ ในการศึกษาที่ 1 เป็นการศึกษานำร่อง จากคำถามวิจัย ที่1: การยอมรับเทคโนโลยีแบบบอร์ดเกมดิจิทัล เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของเพศชายและเพศหญิงต่อประโยชน์ของบอร์ดเกมมีความแตกต่างกันหรือไม่งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อเปรียบเทียบการยอมรับเทคโนโลยีแบบบอร์ดเกมดิจิทัล เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 บนพื้นฐานของเพศ จากนักเรียนจำนวนทั้งหมด 72 คน แบ่งเป็นนักเรียนชาย 30 คน และนักเรียนหญิง 42 คน คนที่ขาดประสบการณ์ในการเรียนรู้ผ่านบอร์ดเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ได้รับการทดสอบการรับรู้เทคโนโลยีการเรียนรู้แบบบอร์ดเกมหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนหญิงมีการรับรู้เทคโนโลยีในมิติทัศนคติที่มีต่อการใช้งานของบอร์ดเกมดิจิทัลสูงกว่านักเรียนชาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการรับรู้ว่ามีประโยชน์ การรับรู้ว่าง่ายต่อการใช้ และพฤติกรรมการความตั้งใจในการใช้ การรับรู้ไม่มีความแตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าความแตกต่างของเพศมีผลต่อทัศนคติต่อการใช้งานของบอร์ดเกมดิจิทัล แต่ไม่มีผลต่อ การรับรู้ว่ามีประโยชน์ การรับรู้ว่าง่ายต่อการใช้ และพฤติกรรมการความตั้งใจในการใช้ ดังนั้น นักเรียนไม่ว่าเพศใดก็สามารถเรียนรู้เทคโนโลยีการเรียนรู้แบบบอร์ดเกมดิจิทัลได้ ต่อมาในการศึกษาครั้งที่ 2 เป็นการศึกษาระงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแรงจูงใจในการเรียนวิชาชีววิทยา

(Motivation toward biology) เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมสัจจิตัล จากคำถามวิจัย: การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติกับการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมสัจจิตัลทำให้แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักเรียนแตกต่างกันหรือไม่ จากนักเรียน 3 กลุ่มจำนวนทั้งหมด 109 คน ที่ได้ทำแบบสอบถามแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมสัจจิตัล ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมสัจจิตัลมีแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ในมิติแรงจูงใจภายใน ความสนใจในการทำงาน ประสิทธิภาพของตนเอง และความสนใจในผลการเรียน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แต่การตัดสินใจด้วยตนเอง ไม่มีความแตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่า ความแตกต่างของวิธีการจัดการเรียนรู้มีผลต่อแรงจูงใจภายใน ความสนใจในการทำงาน ประสิทธิภาพของตนเอง และความสนใจในผลการเรียน แต่ไม่มีผลต่อการตัดสินใจด้วยตนเอง ดังนั้น การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมสัจจิตัลเป็นวิธีที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ ยังทำการศึกษาความเข้าใจแนวคิดและการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อ เพื่อศึกษามโนคติ (Conceptual understanding) และสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Scientific explanation) เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมสัจจิตัล จากคำถามวิจัย: การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติกับการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมสัจจิตัลทำให้ความเข้าใจแนวคิด การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักเรียนแตกต่างกันหรือไม่ จากนักเรียน 3 กลุ่มจำนวนทั้งหมด 109 คน ทำแบบทดสอบปรนัยก่อนและหลังเรียน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช จำนวน 20 ข้อ และตอบคำถามการอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากแอปพลิเคชัน KKU iNote ระหว่างเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมสัจจิตัล มีความเข้าใจแนวคิดสูงอย่างมีนัยสำคัญ การอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ของการจัดการเรียนรู้ และมีผลการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูง เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่าในการศึกษาครั้งนี้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมสัจจิตัล ช่วยส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดและการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ในระดับสูง ดังนั้น การที่นักเรียนมีความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงจะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดที่ดีด้วย จากการวิจัยทั้งสองการศึกษาจึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมสัจจิตัลเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถช่วยสร้างแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ดีได้

5.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีแนวโน้มมีการรับรู้เทคโนโลยีและแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์สูง มีการอธิบายทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจโมเดลได้ดี จากการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะ ในการจัดเรียนรู้เนื้อหารายวิชาชีววิทยาระดับมัธยมปลาย โดยอ้างอิงผลการวิจัยข้างต้นที่มีกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนจำนวน 109 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล ในเนื้อหาการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช จำนวน 37 คนเท่านั้น ที่มีความสามารถให้การใช้เทคโนโลยีและประสบการณ์ใช้บอร์ดเกมเป็นอย่างดี ซึ่งใช้แบบวัดการรับรู้เทคโนโลยี แบบวัดแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบความเข้าใจโมเดลของนักเรียน ที่มีการใช้ในการทำวิจัยมาแล้ว โดยผลแรงจูงใจความเข้าใจโมเดลและการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัลเป็นสิ่งยืนยันว่า นักเรียนมีความเข้าใจโมเดลและการอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงในบทความนี้

5.3 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะ ในรูปแบบการสืบเสาะแบบเปิดโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัลไปใช้ในการสอนหรือการทำวิจัย เนื่องจากในเนื้อหา เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นเรื่องที่มีความซับซ้อน ครูหรือผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องศึกษารูปแบบ และความสอดคล้องของเนื้อหาที่จะนำไปใช้ในการสอนอย่างลึกซึ้ง เพื่อให้การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนสามารถค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเองและครูต้องเตรียมความพร้อมในการใช้บอร์ดเกมดิจิทัลให้กับนักเรียน ซึ่งจะทำให้มั่นใจได้ว่า นักเรียนจะสามารถใช้บอร์ดเกมดิจิทัลเป็นเครื่องมือในการสืบเสาะหาข้อมูลได้ และจะยิ่งส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจโมเดลในเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ ครอบคลุมเนื้อหาการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C3 เท่านั้น หากมีการวิจัยในครั้งต่อไป อาจจะนำเนื้อหาในหัวข้อการสังเคราะห์แสงของพืช C4 และ CAM มาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนในอนาคต

บรรณานุกรม

- กฤตกร สภาสันติกุล. (2558). ผลของกลวิธีการสอนเคมีโดยใช้การทำนาย การสังเกต การอธิบาย
อย่างมีขั้นตอนที่มีต่อความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และ ความมีเหตุผลของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
การศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- คณะกรรมการการนานาชาติว่าด้วยการศึกษาในศตวรรษที่ 21. (2540). การเรียนรู้ : ชุมทรัพย์
ในตน. (ศรีน้อย โพธิ์วาทอง และคณะ, ผู้แปล). กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการศึกษา
แห่งชาติ.
- จักริน งานไว. (2552). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เรื่อง
ไฟฟ้าจาก การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ Inquiry Cycle
(5Es) ในนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. การศึกษาอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ธวัชชัย คงนุ่ม. (2549). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนคติในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง
พลังงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
ตามแนววงจรการเรียนรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
วิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์. (2555). แนวทางการพัฒนากระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการ
จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ เอกสารประกอบการสอนรายวิชา
232 429 ปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ผ่านคอมพิวเตอร์ในการสอน วิทยาศาสตร์.
ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์. (2548). การปรับเปลี่ยนมโนคติเรื่องแรงและการเคลื่อนที่โดยใช้การจัดการ
เรียนรู้บนเครือข่าย ที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม. วิทยานิพนธ์ปริญญา
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์. (2562). การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
ของผู้เรียน ด้วยการสืบเสาะหาความรู้. วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ, 12(1), 40-54.
- ภพ เลาทไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

- ไมตรี อินทรประสิทธิ์. (2549). **โครงการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาด้วยยุทธวิธีปัญหาปลายเปิด**. ขอนแก่น: ศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- รมชัย กลิ่นกล้า, ศรีณยู ภีบาลชนม์ และ สพลณภัทร์ ศรีแสนยงค์. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และวิธีการแบบเปิดเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร**, 8(1), 211-217.
- วราภรณ์ ลิ้มเปรมวัฒนา และกันตภณ ธรรมวัฒนา. (2560). พฤติกรรมในการเล่นเกมนกระดานและองค์ประกอบของปัจจัยทางด้านผลกระทบจากการเล่นเกมของวัยรุ่นในเขตกรุงเทพมหานคร. **วารสารวิจัยสังคม**, 40(2), 107-132.
- ศิริพิมล หงส์เหม. (2555). **การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะใฝ่เรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้**. ปริญญาศึกษามหาบัณฑิตบัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษาศาสตร์บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สันติชัย อนุวรชัย. (2557). **การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์**. **วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ**, 7(2), 1-14.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2546). **การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. กรุงเทพฯ: องค์การคุรุสภา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ. (2545). **เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.
- สำนักงานคณะกรรมการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2560). **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ ๑๒ (พ.ศ. ๒๕๖๐-๒๕๖๔)**. ค้นเมื่อวันที่ 26 เมษายน 2564, จาก https://www.nesdc.go.th/ewt_w3c/ewt_dl_link.php?nid=6422
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2563). **ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ PISA THAILAND**. ค้นเมื่อวันที่ 26 เมษายน 2564, จาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/about-pisa>.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551). **ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สำหรับโลกวันนี้**. กรุงเทพฯ: เซเวนพรีนติ้ง กรุ๊ป.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2558).

ชุดฝึกอบรมการยกระดับคุณภาพผู้เรียนสู่ความพร้อมในการประเมินระดับ

นานาชาติ (PISA). ค้นเมื่อวันที่ 26 เมษายน 2564, จาก <http://www.dusitaram.ac.th>

อุไรวรรณ ปานีสงค์, จิต นวนแก้ว และสุมาลี เลี่ยมทอง. (2560). การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เสริมด้วยเทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. **Humanities and Social Sciences Journal of Graduate School**, 11(1), 134-147.

Bayeck, R.Y. (2020). Examining Board Gameplay and Learning: A Multidisciplinary Review of Recent Research. **Simulation & Gaming**, 51(4), 411–431.

Berland, L.K. & Reiser, B.J. (2009). Making Sense of Argumentation and Explanation. **Science Education**. 93(1), 26-55.

Buck, L.B. et al. (2008). Characterizing the Level of Inquiry in the Undergraduate Laboratory. **Journal of College Science Teaching**, 38, 52-58.

Chu, H.C., Hwang, G.J., & Tsai, C.C. (2010). A two-tier test approach to developing location-aware mobile learning systems for natural science courses. **Computers & Education**, 55, 1618-1627.

Chanunan, S. (2018). Open Inquiry in Facilitating Metacognitive Skills on High School Biology Learning: An Inquiry on Low and High Academic Ability. **International Journal of Instruction**, 11(4), 593-606.

Cheng, M.T. & Annetta, L. (2012). Students' learning outcomes and learning experiences through playing a Serious Educational Game. **Journal of Biological Education**, 46(4), 203–213.

Cheng, M.T., Su, T.F., Huang W.Y., & Chen, J.H. (2014). An educational game for learning human immunology: What do students learn and how do they perceive?. **British Journal of Educational Technology**, 45(5), 820-833.

Dass, K., Head, L.M., & Rushton T.G. (2015). Building an understanding of how model-based inquiry is implemented in the high school chemistry classroom. **Journal of Chemical Education**, 92, 1306-1314.

- Davis, F.D. (1985). **A Technology Acceptance Model for Empirically Testing New End-User Information System: theory and results**. Ph.D. Dissertation Massachusetts Institute of Technology, Sloan School of Management.
- _____. (1987). User acceptance of information systems: the technology acceptance model (TAM). **International Journal of Man-Machine Studies**, **38**, 475-487
- _____. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. **MIS Quarterly**, **13**(3), 319–340.
- Dass K., Head L.M., & Rushton T.G. (2015). Building an understanding of how model-based inquiry is implemented in the high school chemistry classroom. **Journal of Chemical Education**, **92**, 1306-1314.
- Fensham, P.J. (2008). **Science education policy-making: Eleven emerging issues**. Retrieved April 26, 2021, from <http://unesdoc.unesco.org/images/pdf>.
- Gardner, H. (1999). **Intelligences reframed: Multiple intelligences for the 21st century**. Basic Books: Member of the Perseus Books Group.
- Glynn, S.M., Brickman, P., Armstrong, N., & Taasoobshirazi, G. (2011). Science motivation questionnaire II: Validation with science majors and nonscience majors. **Journal of Research in Science Teaching**, **48**(10), 1159-1176.
- Gonzalo-Iglesia, J.L., Lozano-Monterrubio, N., & Prades-Tena, J. (2018). Perceptions of students experiencing game-based learning methodologies. Noneducational board games in university education. **Revista LUsófona de Educação**, **41**(41), 45–62.
- Klopfer, E., Sheldon, J., Perry, J., & Chen, V. H.-H. (2012). Ubiquitous games for learning (UbiqGames): Weatherlings, a worked example. **Journal of Computer Assisted Learning**, **28**, 465–476.
- Kuhn, L. & Reiser, B. (2004). **Students Constructing and Defending Evidence-Based Scientific Explanations**. Retrieved October 9, 2020, from [http://p2061.org/documents/Students_Evidence_Based_Scientific Explanations.pdf](http://p2061.org/documents/Students_Evidence_Based_Scientific_Explanations.pdf)
- Lehrer, R. & Schuabale, L. (2012). **Cultivating model-based reasoning in science education**. USA: Cambridge University.

- Lepper, M.R., Corpus, J.H., & Iyengar, S. S. (2005). Intrinsic and extrinsic motivational orientations in the classroom: Age differences and academic correlates. **Journal of Educational Psychology**, *97*(2), 184-196.
- Lokayut, J., & Srisawasdi, N. (2014). Designing educational computer game for human circulatory system: a pilot study. **The 22nd International Conference on Computers in Education. Japan: Asia-Pacific Society for Computers in Education.** Japan: ICCE 2014 Organizing Committee.
- McNeill, K.L. et al. (2006). Supporting Students' Construction of Scientific Explanations by Fading Scaffolds in Instructional Materials. **The Journal of the Learning Sciences**. *15*(2), 153–191.
- Miangsantia, P. (2016). **Effect of using problem-based gaming inquiry for enhancing ten grade students' learning of human immune system.** Master of Education Thesis in Education in Sciences and Technology, Graduate School, Khon Kaen University.
- Premthaisong, S. & Srisawasdi, N. (2020). **Supplementing Primary Science Learning with Multi-player Digital Board Game: A Pilot Study.** Retrieved January 28, 2021, from <https://www.researchgate.net/publication/339472576>
- Ruiz-Primo, M.A. et al. (2008). **Testing One Premise of Scientific Inquiry in Science Classrooms: A Study That Examines Students' Scientific Explanations.** California: Graduate School of Education & Information Sciences University.
- Sakulphon, M., Srisawasdi, N., & Wangsomnuk, P. (2015). Examining Relationship Between Biology Attitudes and Perceptions toward Mobile Augmented Reality of Photosynthesis and Impact on Gender Difference. **Proceedings of the 23rd International Conference on Computers in Education.** (pp. 836-841). China: Asia- Pacific Society for Computers in Education.
- Srisawasdi, N. (2012). Introducing Students to Authentic Inquiry Investigation Using an Artificial Olfactory System. In: K.C.D. Tan & M. Kim (Eds.). **Issues and Challenges in Science 93 Education Research: Moving Forward.** (pp. 93-106). Retrieved October 9, 2020, from https://www.researchgate.net/publication/263969245_Introducing_Students_to_Authentic_Inquiry_Investigation_by_Using_an_Artificial_Olfactory_System

- Srisawasdi, N. (2018). Transforming chemistry class with technology-enhanced active inquiry learning for the digital native generation. In C. Cox & W. Schatzberg (Eds.) **International Perspectives on Chemistry Education Research and Practice**. (pp.221–233). Washington, DC.: ACS Symposium Series.
- Srisawasdi, N., & Panjaburee, P. (2019). Implementation of Game-transformed Inquiry-based Learning to Promote the Understanding of and Motivation to Learn Chemistry. **Journal of Science Education and Technology**, **28**, 152–164.
- Srisawasdi, N., Moonsara, R., & Panjaburee, P. (2013). Students' Motivation of Science Learning in Integrated Computer-based Laboratory Environment. In S.C. Tan (Eds.). **The 21st International Conference on Computers in Education**. Indonesia: Asia-Pacific Society for Computers in Education.
- Taspinar, B., Schmidt, W., & Schuhbauer, H. (2016). Gamification in education: A board game approach to knowledge acquisition. **Procedia Computer Science**, **99**, 101–116.
- Wu, C.J., Chen, G.D., & Huang, C.W. (2014). Using digital board games for genuine communication in EFL classrooms. **Education Tech Research**, **62**, 209–226.
- Zacharia, Z.C., Lazaridou, C., & Avraamidou, L. (2016). The use of mobile devices as means of data collection in supporting elementary school students' conceptual understanding about plants. **International Journal of Science Education**, **38**(4), 596-620.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 18

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาโครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก (ว32242)
 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ฝ่ายมัธยมศึกษา (มอดินแดง) มัธยมศึกษาปีที่ 5
 รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม ภาคเรียนที่
 2/2563

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 การสังเคราะห์ด้วยแสง

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง จำนวน 2 คาบ (100 นาที)

ผู้สอน	นางสาวสนธิยา ยอดสง่า	อาจารย์ที่เลี้ยง	อาจารย์ทวีพันธุ์ บุญชี
ใช้สอน	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 วันที่เดือน.....พ.ศ.....	คาบที่.....เวลา.....	
	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 วันที่เดือน.....พ.ศ.....	คาบที่.....เวลา.....	
	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 วันที่เดือน.....พ.ศ.....	คาบที่.....เวลา.....	

1. มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของ

โครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

สาระชีววิทยา 3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืชการสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

10. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 2.1 นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้ (K)
- 2.2 นักเรียนสามารถเขียนแผนภาพกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้ (P)
- 2.3 นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและรับผิดชอบต่อน้ำที่ของตนเอง (A)

3. สารสำคัญ

กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมี ๒ ขั้นตอน คือ ปฏิกิริยาแสง และการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ ปฏิกิริยาแสงเป็นปฏิกิริยาที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมีโดยแสงออกซิไดส์โมเลกุลสารสีที่ไทลาคอยด์ของคลอโรพลาสต์ทำให้เกิดการ ถ่ายทอดอิเล็กตรอน ได้ผลิตภัณฑ์เป็น ATP และ $\text{NADPH}^+ \text{H}^+$ ในสโตรมาของคลอโรพลาสต์ การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์เกิดในสโตรมา โดยใช้ RuBP และเอนไซม์รูบิสโก ได้สารที่ประกอบด้วยคาร์บอน ๓ อะตอม คือ PGA โดยใช้ ATP และ NADPH ที่ได้จากปฏิกิริยาแสงไปรีดิวซ์ สารประกอบคาร์บอน ๓ อะตอม ได้เป็นน้ำตาลที่มีคาร์บอน ๓ อะตอม คือ PGAL ซึ่งส่วนหนึ่งจะถูกนำไปสร้าง RuBP กลับคืนเป็นวัฏจักรโดยพืช C_3 จะมีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยวัฏจักรคัลวินเพียงอย่างเดียว

4. สารการเรียนรู้

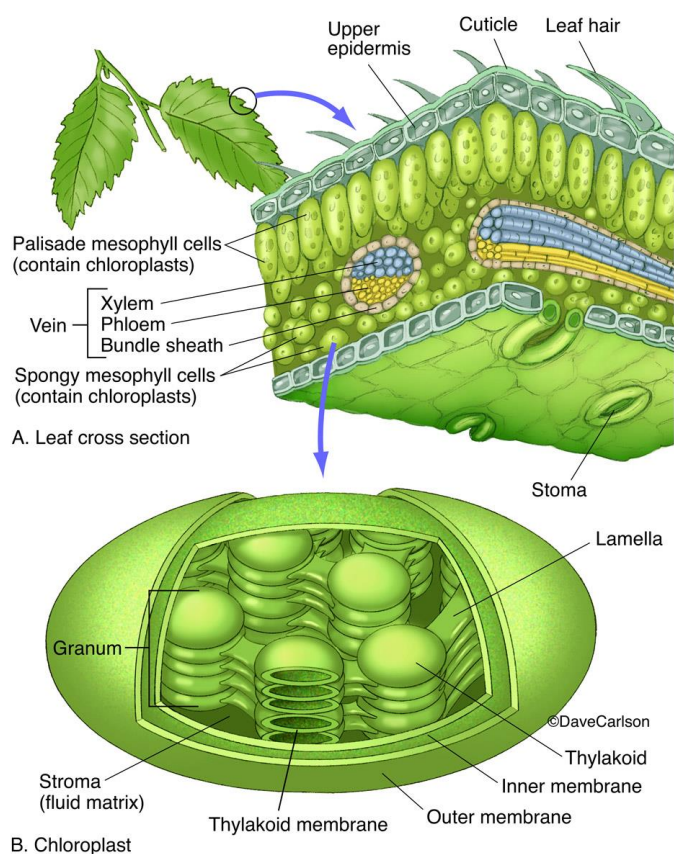
กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) เป็นกระบวนการที่ประกอบด้วยปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันเป็นลำดับในคลอโรพลาสต์ในเซลล์พืช โดยใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ เปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และไฮโดรเจนจากน้ำ หรือแหล่งไฮโดรเจนอื่น ๆ ให้กลายเป็นสารประกอบประเภทคาร์โบไฮเดรตและมีแก๊สออกซิเจนเกิดขึ้น

กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และการหายใจในเซลล์จะทำงานร่วมกันอย่างสมดุล โดยกระบวนการหายใจสลายอาหารได้พลังงานและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ส่วนกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจะสร้างคาร์โบไฮเดรตและมีแก๊สออกซิเจนเกิดขึ้นเป็นวัฏจักรแก๊สออกซิเจนประมาณ 85% เกิดขึ้นในมหาสมุทร เนื่องมาจากการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) อีก 10% มาจากสิ่งมีชีวิตบนพื้นดิน และ 5% มาจากแหล่งน้ำจืด

คลอโรพลาสต์ (chloroplast) เป็นออร์แกเนลล์ชนิดหนึ่งในเซลล์พืช ภายในคลอโรพลาสต์มีคลอโรฟิลล์เป็นองค์ประกอบ ซึ่งสามารถดูดกลืนพลังงานจากแสงอาทิตย์มาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง คลอโรพลาสต์ในพืชชั้นสูงจะมีลักษณะเป็นรูปไข่หรือกลมรี ขนาดยาวประมาณ 5 ไมครอน กว้างประมาณ 2 ไมครอน หนาประมาณ 1-2 ไมครอน มีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น ภายในประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ สโตรมา (stroma) และ ลามลลา (lamella)

- สโตรมา เป็นของเหลวใส มีเอนไซม์หลายชนิดที่นำไปใช้ในปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสง
- ลามลลา เป็นส่วนหนึ่งของเยื่อหุ้มชั้นในที่ยื่นเข้าไปในคลอโรพลาสต์ มีลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ ซ้อนกัน ประกอบด้วยโปรตีน ไขมัน คลอโรฟิลล์และรงควัตถุ แผ่นลามลลาซ้อนกันหลาย ๆ

ชั้นเรียกว่า กรานา (grana) แผ่นลามลลาแต่ละแผ่นที่ซ้อนอยู่ในกรานาเรียกว่า ไทลาคอยด์ (thylakoid) เป็นแหล่งรับพลังงานจากแสงซึ่งประกอบด้วยกลุ่มของรงควัตถุระบบ 1 และรงควัตถุระบบ 2



ตำแหน่งและโครงสร้างของคลอโรพลาสต์

ที่มา: <https://www.carlsonstockart.com>

1. ปัจจัยเกี่ยวกับพืช

หมายถึง ชนิดของพืช สภาพทางสรีรวิทยาของพืช เช่น ใบไม้พืชที่อ่อนหรือแก่เกินไป พบว่าความสามารถในการสังเคราะห์แสงต่ำ ใบที่อ่อนเกินไปการพัฒนาของคลอโรฟิลล์ยังไม่เต็มที่ ส่วนใบที่แก่เกินไปจะมีการสลายตัวของรงควัตถุในคลอโรพลาสต์ การสูญเสียโครงสร้างที่สำคัญนี้มีผลให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง

2. ปัจจัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ได้แก่

2.1 แสง เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งเพราะการสังเคราะห์แสงเป็นการใช้พลังงานจากแสงมาสร้างเป็นอาหาร และเก็บสะสมพลังงานนั้นไว้ในอาหารที่สร้างขึ้น พลังงานธรรมชาติที่พืชได้รับคือ

พลังงานจากแสงแดด เราอาจใช้แสงจากไฟฟ้าหรือตะเกียงก็ได้ แต่สู้แสงแดดไม่ได้ พืชแต่ละชนิดมีความต้องการความเข้มของแสงไม่เท่ากัน ถ้าความเข้มของแสงมากเกินไปจนจุดอิมตัวแสง อาจทำให้ใบไหม้เกรียมตายได้ ถ้าปริมาณความเข้มของแสงต่ำ พืชก็จะมีอัตราการสังเคราะห์แสงต่ำ แต่พืชไม่สามารถลดอัตราการหายใจให้ต่ำลงไปด้วย จะทำให้พืชไม่เจริญและตายได้ในที่สุด

2.2 อุณหภูมิ พืชแต่ละชนิดมีช่วงอุณหภูมิในการสังเคราะห์ที่ต่างกันตั้งแต่ 5-40 องศาเซลเซียส พืชเขตร้อนอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วงที่ค่อนข้างสูง ส่วนพืชเขตอบอุ่นหรือเขตหนาวจะทำการสังเคราะห์แสงได้ดีในอุณหภูมิต่ำกว่า ถ้าอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ในปฏิกิริยา

2.3 ปริมาณก๊าซในบรรยากาศ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) เป็นก๊าซที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง ในสภาพที่มีแสงและอุณหภูมิพอเหมาะอัตราการสังเคราะห์แสงจะขึ้นกับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ถ้าเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ให้สูงขึ้น จะมีผลทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นจนถึงจุดอิมตัว พืชจะไม่เพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสงอีก

2.4 ธาตุอาหาร การขาดธาตุอาหารมีผลต่ออัตราการ

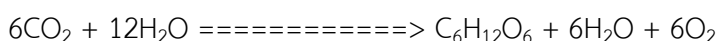
สังเคราะห์ด้วยแสงทั้งทางตรงและทางอ้อม แมกนีเซียมและไนโตรเจน เป็นธาตุที่สำคัญในองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์การขาดสารเหล่านี้ทำให้พืชมีอาการใบเหลืองซีดที่เรียกว่าคลอโรซิส เนื่องจากใบขาดคลอโรฟิลล์

2.5 ปริมาณน้ำที่พืชได้รับ น้ำเป็นแหล่งของอิเล็กตรอนที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง เมื่อพืชขาดน้ำอัตราการสังเคราะห์แสงจะลดลงนอกจากนี้ยังมีผลต่อการปิด-เปิด ของปากใบ ซึ่งมีผลกระทบต่อการแพร่กระจายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปในใบ ถ้าสภาพขาดน้ำปากใบจะปิดเพื่อลดการคายน้ำ ทำให้ขาดแคลนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสง

กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthetic Process)

การสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการที่พืชสีเขียวใช้พลังงานแสงเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมี โดยมีน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์เป็นวัตถุดิบ ปฏิกิริยาของการสังเคราะห์แสงเขียนสรุปได้ดังนี้

แสง



คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ น้ำตาล น้ำ ออกซิเจน

ผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงนอกจากออกซิเจนแล้ว จะได้คาร์โบไฮเดรตเป็นน้ำตาลที่มีคาร์บอน 6 อะตอม คือกลูโคส, น้ำ และพลังงานที่สะสมในรูปสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งสิ่งมีชีวิตทั้งหลายจะนำไปใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึม เพื่อสร้างสารประกอบอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีพ อาหารที่พืชสร้างขึ้นมานั้นนอกจากจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ผลิตเองแล้ว ยังเป็นประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตทั้งหมดที่ไม่สามารถสร้างอาหารโดยกระบวนการสังเคราะห์แสง ตลอดทั้งเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในกระบวนการเม

แบบอลิซิมต่าง ๆ และการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตทั้งหลายรวมทั้งมนุษย์ด้วย ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับการสังเคราะห์แสงของพืชจะเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิตให้เพียงพอต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

5. กิจกรรมการเรียนรู้ (Open-Inquiry)

ขั้นก่อนปฏิบัติการสืบเสาะ

5.1 ขั้นนำเสนอคำถามหลักของการสืบเสาะ (Open-ended inquiry question) (10นาที)

1. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารเองได้และสร้างอาหารเองไม่ได้ ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยเปิดรูปให้นักเรียนดูแล้วถามว่ารูปนี้หมายความว่าอย่างไร



(แนวคำตอบ ภาพซ้าย คนกำลังกินอาหาร ภาพขวา ต้นไม้ที่กำลังเจริญเติบโต)

1. นักเรียนคิดว่าถ้าคนมีชีวิตและเจริญเติบโตได้จากการกินสิ่งมีชีวิตอื่นแล้ว ต้นไม้จะมีชีวิตอยู่และเจริญเติบโตได้หรือไม่ ถ้าต้นไม้ไม่ได้กินสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร

(แนวคำตอบ ได้ เนื่องจาก ต้นไม้เป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารเองได้จากการสังเคราะห์แสง)

2. นักเรียนคิดว่าหากต้นไม้สร้างอาหารไม่ได้ ต้นไม้จะเป็นอย่างไร

(แนวคำตอบ ต้นไม้ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ และตายไปในที่สุด)

3. นักเรียนคิดว่าการสังเคราะห์ด้วยแสงคืออะไร

(แนวคำตอบ การสังเคราะห์ด้วยแสง คือ เป็นกระบวนการสร้างอาหารของพืชสีเขียว โดยมีคลอโรฟิลล์ทำหน้าที่ดูดพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมี)

4. การสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นได้อย่างไร

(แนวคำตอบ การสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดขึ้นได้ เมื่อมีแสง โดยทำให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ได้ผลิตภัณฑ์คือ น้ำตาลและออกซิเจน)

คำถามหลัก

“การสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นได้อย่างไร”

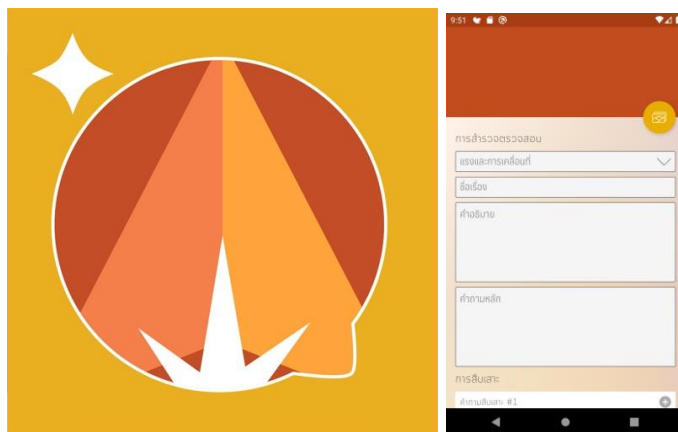
5.2 ขั้่นนำเสนอแนวคิดพื้นฐาน (Scientific background) (10นาที)

ครูนำเสนอแนวคิดพื้นฐาน เพื่อนำนักเรียนไปสู่กิจกรรมการสืบเสาะ ดังนี้

1. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) มีปัจจัยด้านสัณฐานวิทยา และสิ่งแวดล้อม ซึ่งในหัวข้อการสังเคราะห์แสงที่เน้นเป็นพื้นฐานในการศึกษาทางสรีระวิทยาพืช ให้นักเรียนควรรู้จัก ได้แก่ แสง น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ ธาตุอาหาร อุณหภูมิ

- โครงสร้างและตำแหน่งของคลอโรพลาสต์
- ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง
 - ปริมาณแสง
 - ปริมาณน้ำ
 - ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์
 - ปริมาณธาตุอาหารในดิน
 - อุณหภูมิ

2. ข้อมูลเชิงปฏิบัติการ โดยครูนำเสนอและอธิบายกระบวนการใช้ Application Kku iNote เพื่อสแกน QR-Cord บทเรียนเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และทำกิจกรรมสืบเสาะข้อมูล



Kku iNote

ขั้นปฏิบัติการสืบเสาะ

5.3 ขั้นการดำเนินการสำรวจและค้นหา (Procedure) (30 นาที)

1. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย 4 - 6 กลุ่ม ประมาณกลุ่มละ 4 - 7 คน
2. นักเรียนแต่ละคนเปิดใช้งานสมาร์ตโฟนแต่ละเครื่องของตนเอง โดยครูกำหนดเงื่อนไขให้สมาชิกแต่ละกลุ่มนั่งทำงานร่วมกัน
3. เมื่อนักเรียนเข้าสู่บทเรียนแล้ว ครูให้นักเรียนตั้งข้อกล่าวอ้าง (claim) ซึ่งทุกคนต้องตอบคำถามสืบเสาะก่อน การเล่นเกมบอร์ดเกม ซึ่งนักเรียนจะสามารถเก็บประจักษ์พยานได้จากการเล่นเกมและ หาการ์ตสารสนเทศ
4. ครูอธิบายขั้นตอนการสำรวจเกม "Photosynthesis" ดังนี้



4.1 ให้นักเรียนจัดเตรียมบอร์ดเกม สำหรับเริ่มต้นเล่นเกม

4.2 ให้นักเรียนเลือกสีโทเคนของตนเอง เพื่อเป็นตัวแทนต้นไม้ของตนเองจากนั้น

4.3 นักเรียนจะมีภารกิจ ในเกม คือ นักเรียน จะได้รับบทเป็นเจ้าของฟาร์ม ต้นไม้ ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงที่ยุคผู้คนเริ่มหันมาสนใจในการบริโภคพืชผักกันมากขึ้น ทำให้พืชผักหรือต้นไม้ เป็นที่ต้องการอย่างมาก เป้าหมายของเรา คือ การสร้างฟาร์มของเราให้มีความเจริญมากกว่าฟาร์ม ของผู้เล่นคนอื่น โดยการส่งต้นไม้ของเราไปหาของ(ปัจจัยที่ใช้ในการเจริญเติบโต) ขยายพันธุ์ สร้าง อาหาร ทำฟาร์ม แม้กระทั่งการสร้างโรงเรือน ซึ่งสิ่งที่เราทำต่าง ๆจะนำไปสู่การทำแถมให้กับนักเรียน จบเกมใครแถมเยอะสุดก็ชนะไป นักเรียนจะได้รับคะแนนจากการค้นพบการดพิเศษต่าง ๆ ขึ้นส่วน สำคัญ รวมทั้งปริศนาต่าง ๆ โดยนักเรียนจะต้องค้นหาคำตอบและวิธีการเพื่อพัฒนาฟาร์มของตนเอง

4.4 หลังจากนักเรียนได้โทเคนของตัวเองแล้วจากนั้นจะเริ่มวาง ซึ่งแต่ละคนจะ ผลัดกันวางโทเคนจนครบทุกคนจากนั้นจะเริ่มทยอยลูกเต๋า ซึ่งในเกมจะแบ่งช่วงการเล่นออกเป็น ทั้งหมด 3 ช่วงหลักๆได้แก่

1. ช่วงวางตัวหมาก(ต้นไม้)

ในช่วงนี้ ผู้เล่นจะผลัดกันวางต้นไม้ไปลงในช่องว่างต่าง ๆ โดยวางไปลง กี่ ต้นก็ได้ภายในหนึ่งสถานที่ โดยจะมีสถานที่ต่าง ๆ เช่น ไปหาวัตถุดิบซึ่งจะมี แสง น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ รวมไปถึงธาตุอาหาร นอกจากนี้ยังมีบริเวณเก็บ ATP NADPH: ต้องใช้ของมาก แลก เช่น แสง น้ำ บริเวณเก็บน้ำตาล: ต้องใช้ของแลก เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ ATP NADPH การ วางหมากที่แผงโซลาร์ (อพลูเวลแถบแสง) เพื่อลดการจ่ายแสงที่ต้นไม้ในฟาร์มใช้ในการเจริญเติบโต การวางหมากหาธาตุอาหารเพื่อให้การเจริญเติบโตมีประสิทธิภาพขึ้น การขยายพันธุ์เพื่อให้เราได้ ต้นไม้ที่มากขึ้น การหาวัตถุดิบสร้างโรงเรือนและคิดค้นนวัตกรรมต่าง ๆ ซึ่งจะกลายเป็นแถมให้เรา ตอนจบเกม

2. ช่วงเก็บตัวหมาก(ต้นไม้)

หลังจากทุกคนวางต้นไม้เสร็จหมดแล้ว เราจะเก็บต้นไม้ของเรากลับมา ซึ่งเราจะได้รับผลลัพธ์ของช่องต่างๆ ที่เราไปลงด้วย เช่น วางหมาก 2 ตัวที่โรงเรือนขยายพันธุ์เราก็จะ ได้ต้นไม้เพิ่มมา 1 ต้น หรือการวางที่ต่างๆเก็บวัตถุดิบ เราก็จะได้วัตถุดิบต่างๆมา ใช้แลกการ์ดหรือ แลกเป็นแถม ยกตัวอย่าง ในการวางหมาก จะได้ทยอยลูกเต๋าดตามจำนวนที่ลง เช่น แสง จะใช้ผลรวม ของแถม หารด้วย 2 เช่น วางหมากไป 2 ต้น จะทยอยลูกเต๋าดได้ 2 ลูก สมมติทยอยออกมาได้ 5 กับ 6 ผลรวม คือ 11 จะเก็บแสงได้ $11/2$ ปัดลง = 5 ขึ้น เศษเราปัดทิ้ง!!!! น้ำตาล จะใช้ผลรวมของแถม หารด้วย 6 วางหมากไป 3 ต้น จะทยอยเต๋าดได้ 3 ลูก ถ้าทยอยออกมาได้ 1 1 3 ผลรวมคือ 5 จะเก็บ น้ำตาลได้ $5/6$ ปัดลง = 0 อออิ!!!!!! เก็บไม่ได้เลยเสียเวลาไปเก็บลมฟรีๆ 3 ต้น (อาศัยดวง) พิเศษ ถ้า เก็บน้ำตาลได้แล้วมาแลกแถมในการ์ดโรงเรือนแถมจะคูณ3 ทันที เช่น ใช้น้ำตาล 1 อันแลกการ์ด จะมี

ค่า $6 \times 3 = 18$ แด้ม (แต่อย่าลืมว่าจะได้น้ำตาล ต้องจ่าย CO_2 บัตร ATP Synthase หรือ จ่ายเป็น ATP NADPH มาก่อน) ธาตุอาหาร เกือบธาตุอาหาร สามารถใช้ให้การเพิ่มแด้มจากการทยอยเต้าได้โดยจะมีค่า +1 บัตร ATP Synthase และ Rubisco สามารถเก็บและใช้ เพิ่มแด้มจากการทยอยเต้าได้โดยจะมีค่า +1 หรือใช้แลกของในกระบวนการ แลก ATP หรือ น้ำตาล G3P

3. ช่วงจ่ายแสง

ต้นไม้ 1 ต้นจะใช้แสง 1 เหยี่ยว แต่หากเรามีแผงโซลาร์เป็นของตัวเอง จะลดแสงที่ต้องจ่ายตามจำนวนเลเวลของแสงที่เรามี เช่นหากมีโซลาร์เลเวล 2 มีต้นไม้ 5 ต้น ก็จ่ายแสงแค่ 3 เหยี่ยวเท่านั้นเอง ถ้าไม่มีแสงพอจ่ายตามจำนวนต้นไม้ สามารถใช้ของที่มีจ่ายแทนได้ หากไม่มีเลย จะถูกลบคะแนน -10 แด้มดังนั้นต้องมีการวางแผนในการวางหมากให้ดี เกมจะเล่นวนลูบบนนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งมีแถวการ์ดโรงเรือนหมด 1 แถว ก็จะถือว่าเป็นการจบเกม และมานับแด้มตามของที่แลกการ์ดมาและการด้นนวัตกรรมของแต่ละผู้เล่นว่าใครแด้มเยอะสุดก็ชนะไป หรือถ้ากำหนดเวลา เมื่อเวลาหมดใครแด้มเยอะที่สุดชนะ

หมายเหตุ**** ในการเก็บประวัติการพยานในการตอบคำถามสืบเสาะ นักเรียนสามารถแสกนการ์ด AR เพื่อดูสารสนเทศ จากการแลกทรัพยากรจากกอง การ์ดนวัตกรรม ซึ่งต้องใช้ทรัพยากรคือน้ำตาลในการแลกการ์ดเท่านั้น

5.4 ชั้นวิเคราะห์ข้อมูล (Data and Result Analysis) (20 นาที)

ชั้นหลังปฏิบัติการสืบเสาะ

1. หลังจากเล่นเกมเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนทุกคนหยุดเล่นบอร์ดเกมแล้วให้นักเรียนอภิปรายแนวทางหรือวิธีการที่ทำให้ภารกิจสำเร็จ ผ่านการสนทนาหรือปรึกษากันภายในกลุ่มในประเด็นที่ว่าเหตุจึงสามารถทำภารกิจได้สำเร็จ

2. สร้างกราฟหรือตารางแสดงคะแนนในการทำภารกิจของนักเรียนแต่ละคนว่าได้คะแนนจากการทำภารกิจเท่าใด หลังจากนั้นให้นักเรียนสร้างเอกสารนำเสนอข้อมูลลงในกระดาษขบรีด

3. ครูเข้าร่วมการอภิปรายของนักเรียน โดยการนำเสนอประเด็นคำถามเพื่อเป็นการวัดและประเมินผลเพื่อพัฒนา ดังต่อไปนี้

3.1 ใครได้คะแนนสูงสุดและต่ำสุดภายในกลุ่ม

3.2 ในการเล่นเกมนักเรียนจะได้คะแนนในกรณีใด

3.3 ในการตอบคำถามใช้วิธีการใด

ข้อพิจารณา คือ ถ้าพบว่านักเรียนสามารถตอบคำถามได้เป็นไปในแนวทางเชื่อมโยงและสอดคล้องกับทิศทางที่ครูต้องการก็จะปฏิบัติการสอนในขั้นต่อไป แต่ถ้านักเรียนไม่สามารถตอบคำถามตามทิศทางดังกล่าวได้ครูสามารถใช้คำถามย่อยที่สอดคล้องกับคำถามข้างต้นได้ เพื่อให้กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นไปในแนวทางที่กำหนด

5.5 ขั้นนำเสนอข้อมูล (Result Communication) (20นาที)

1. ครูให้นักเรียนนำเสนอผลของการสืบเสาะหรือสำรวจของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และจับสลากเพื่อสุ่มกลุ่มนักเรียนที่จะออกมานำเสนอคำตอบของคำถามสืบเสาะของกลุ่มตัวเองหน้าชั้นเรียน กลุ่มละ 2 - 3 นาที

2. นักเรียนออกมานำเสนอคำตอบของคำถามสืบเสาะของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน โดยใช้เวลาการนำเสนอตามที่กำหนดไว้ โดยมีองค์ประกอบในการนำเสนอได้แก่ คำตอบของคำถามสืบเสาะ และตารางข้อมูลคะแนน

5.6 ขั้นสรุปผล (Conclusion) (10นาที)

1. ครูนำเสนอประเด็นคำถามเพื่อเป็นหลักการประเมินเพื่อพัฒนา (Formative Assessment) โดยใช้แบบสำรวจจากเว็บไซต์ Polleverywhere.com โดยให้นักเรียนแต่ละคนตอบคำถามต่อไปนี้

- 1.1 หากไม่มีแสงจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างไร
(แนวคำตอบ พืชไม่สามารถสร้างอาหารได้ ไม่เกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ เนื่องจากไม่มีปัจจัยกระตุ้นการเกิดปฏิกิริยาระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ)
- 1.2 หากมีแสงจะส่งผลอย่างไรต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างไร
(แนวคำตอบ พืชสามารถสร้างอาหารได้ ทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสงเกิดขึ้น เกิดปฏิกิริยาระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ได้น้ำตาลและออกซิเจน)
- 1.3 หากมีแสงแต่ไม่มีคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ จะส่งผลอย่างไรต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
(แนวคำตอบ ไม่เกิดการสร้างอาหาร เนื่องจากไม่มีสารตั้งต้นในการสร้างน้ำตาล)
- 1.4 ออร์แกเนลล์ที่ทำหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสง คือ ออร์แกเนลล์ใด และจะพบออร์แกเนลล์นี้มากในเซลล์ชนิดใดของพืช

ก. คลอโรพลาสต์ อีปีเดอร์มิส	ข. คลอโรพิลล์ สปันจ์เซลล์
ค. คลอโรพิลล์ เซลล์คุม	ง. คลอโรพลาสต์ พาลิเสดเซลล์
- 1.5 ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช มีการสลายสารประกอบที่เป็นวัตถุดิบ 2 อย่างด้วยกัน อยากทราบว่าวัตถุดิบอะไร แตกตัวเมื่อได้รับแสง

ก. คาร์บอนไดออกไซด์	ข. น้ำ
ค. คลอโรพิลล์	ง. ออกซิเจน

2. ครูพิจารณาคำตอบของนักเรียนว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าพบว่าไม่ประเด็นที่ไม่ถูกต้อง ครูต้องให้ข้อมูลย้อนกลับทันที

3. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผล โดยเปิดคำถามหลักบนจอโปรเจคเตอร์หน้าชั้นเรียนในการสรุปผล

3.1 การสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดขึ้นได้อย่างไร

(แนวคำตอบ การสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดขึ้นได้ เมื่อมีแสง โดยทำให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ได้ผลิตภัณฑ์คือ น้ำตาลและออกซิเจน)

6. สื่อ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้

- สื่อ power point
- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา เล่ม 3 สสวท.
- บอร์ดเกมส์ การสังเคราะห์ด้วยแสง
- แอปพลิเคชัน ROAR และ KKu iNote
- เว็บไซต์ Polleverywhere.com

7. การวัดและการประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์การประเมิน
1) ด้านความรู้ (knowledge) - นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ได้(K)	- ตรวจสอบจากการทำกิจกรรมในชั้นเรียน - ตรวจสอบจากการตอบคำถาม	แบบประเมินการตอบคำถามเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง แบบประเมินพฤติกรรม	- นักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดีขึ้นขึ้นไป
2) ด้านกระบวนการ (process)- - นักเรียนสามารถสรุปและอภิปรายเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้(P)	- ตรวจสอบจากการกิจกรรมในชั้นเรียน - ตรวจสอบจากการตอบคำถาม	-แบบประเมินการตอบคำถามเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง แบบประเมินพฤติกรรม	- นักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดีขึ้นขึ้นไป
3) ด้านเจตคติ (attitude) - มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและความรับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเอง	- สังเกตพฤติกรรม	- แบบประเมินพฤติกรรม	- นักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับพอใช้ขึ้นไป

แบบทดสอบมโนมติ ก่อนเรียนและหลังเรียน

เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

คำชี้แจง: ให้ทำเครื่องหมายกากบาท (X) เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงใน
กระดาษคำตอบ

- ข้อใดต่อไปนี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

ก. พลังงานแสงและน้ำตาลไตรโอสฟอสเฟต	ข. น้ำตาลไตรโอสฟอสเฟตและ CO ₂
ค. CO ₂ และน้ำ	ง. น้ำตาลไตรโอสฟอสเฟตและ O ₂
- ข้อใดต่อไปนี้เป็นผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยาแสง ของการสังเคราะห์ด้วยแสง

ก. ATP, CO ₂ และปฏิกิริยารีดักชันของ NADPH	ข. NADPH และ ATP
ค. O ₂ จากปฏิกิริยารีดักชัน	ง. น้ำตาลและ ATP
- ในระหว่างกระบวนการสังเคราะห์แสง พลังงานแสงจะถูกดูดกลืนโดยตรงกับอะไร

ก. โปรตอนจาก NADPH	ข. อิเล็กตรอนจากคลอโรฟิลล์
ค. ฟอสเฟตจาก ATP	ง. คาร์บอนจากโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์
- การสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นปฏิกิริยารีดิวซ์-ออกซิเดชันเป็นหลัก สารประกอบใดถูกออกซิไดซ์ใน
กระบวนการ

ก. คาร์บอนไดออกไซด์	ข. คาร์โบไฮเดรต
ค. น้ำ	ง. ออกซิเจน
- การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบวัฏจักรของปฏิกิริยาแสงผลผลิตที่ได้คืออะไร?

ก. ATP เท่านั้น	ข. ATP และ NADPH
ค. NADPH เท่านั้น	ง. NADP ⁺ และ NADPH
- ปริมาณสารโดยรวมในวัฏจักร Calvin ที่มีการใช้ไป ได้แก่ CO₂ : NADPH: ATP มีอัตราส่วนคือ

ก. 3: 3: 9	ข. 1: 3: 2	ค. 3: 4: 6	ง. 3: 6: 9
------------	------------	------------	------------
- ในระหว่างการสังเคราะห์แสง จะเกิดปฏิกิริยาขึ้นได้ต้องใช้พลังงาน ATP พลังงานนี้เกิดจากอะไร

ก. การเกิดออกซิเดชันของน้ำ	ข. การเกิดออกซิเดชันของ NADPH
ค. การขนส่งอิเล็กตรอนในเยื่อไทลาคอยด์	ง. ความแตกต่างของโปรตอน (proton gradient) ที่มีอยู่ภายในและภายนอกไทลาคอยด์ ของคลอโรพลาสต์

**แบบสอบถามการรับรู้ที่มีต่อการเรียนวิชาชีววิทยาโดยใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริม
(AR Board Game Learning Technology)**

แบบสอบถามนี้เป็นแบบสอบถามการรับรู้ที่มีต่อการเรียนวิชาชีววิทยากับการเรียนรู้จากบอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริม โดยข้อมูลที่ได้รับจากการตอบแบบสอบถามนี้จะถูกเก็บเป็นความลับและไม่สามารถระบุตัวตนไปถึงผู้ตอบแบบสอบถามได้ ผู้วิจัยจะนำข้อมูลไปแปรผลในรูปแบบของตารางและการวิเคราะห์ในภาพรวม ผู้วิจัยใคร่ขอความร่วมมือจากทุกท่านในการกรอกแบบสอบถามให้ครบถ้วนและตรงตามความเป็นจริงมากที่สุด ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่สละเวลาในการตอบแบบสอบถามนี้เป็นอย่างยิ่ง

แบบสอบถามนี้ ประกอบด้วยคำถาม 2 ส่วน คือ

- ส่วนที่ 1 คือ คำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
- ส่วนที่ 2 คือ คำถามเกี่ยวกับแบบสอบถามการรับรู้ที่มีต่อการเรียนวิชาชีววิทยาโดยใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริม จำนวน 24 ข้อ

ขอขอบพระคุณในความร่วมมือเป็นอย่างสูง

นางสาวสนธิยา ยอดสง่า

นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์

อาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ส่วนที่ 1 คือ คำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง หรือเติมข้อความที่ตรงกับความเป็นจริงของนักเรียนมากที่สุด

1. เพศ ชาย หญิง
2. อายุ ปี เดือน
3. ระดับชั้น ม.4 ม.5 ม.6
4. นักเรียนมีเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัวเป็นของตนเองหรือไม่ มี ไม่มี
5. นักเรียนมีสมาร์ทโฟนเป็นของตนเองหรือไม่ มี ไม่มี
6. ระยะเวลาประสบการณ์ในการเล่นเกมดิจิทัล (Digital game) หากพิจารณาเป็น 1 คือน้อยที่สุด ถึง 10 คือมากที่สุด คิดเป็นหมายเลข
7. ระยะเวลาประสบการณ์ในการเล่นบอร์ดเกม (Board game) (หากพิจารณาเป็น 1 คือน้อยที่สุด ถึง 10 คือมากที่สุด) คิดเป็นหมายเลข
8. ระยะเวลาประสบการณ์ในการใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented reality: AR) ผ่านสมาร์ทโฟน (หากพิจารณาเป็น 1 คือน้อยที่สุด ถึง 10 คือมากที่สุด) คิดเป็นหมายเลข
9. ระยะเวลาประสบการณ์ในการใช้สมาร์ทโฟนเพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (หากพิจารณาเป็น 1 คือน้อยที่สุด ถึง 10 คือมากที่สุด) คิดเป็นหมายเลข

ส่วนที่ 2 คือ คำถามเกี่ยวกับแบบสอบถามการรับรู้ที่มีต่อการเรียนวิชาชีววิทยาโดยใช้บอร์ดเกม ผสานเทคโนโลยีความจริงเสริม ()

คำชี้แจง โปรดเลือกเพื่อระบุระดับการรับรู้ที่ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด โดยทำเครื่องหมาย ✓ ตามมาตรวัด 5 ระดับ คือ

ระดับที่ 1 ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ระดับที่ 2 ไม่เห็นด้วย

ระดับที่ 3 เฉยๆ

ระดับที่ 4 เห็นด้วย

ระดับที่ 5 เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ในแต่ละประเด็นถามไม่มีคำตอบที่ถูกหรือผิดเป็นเพียงการถามเกี่ยวกับแบบสอบถามการรับรู้ที่มีต่อการเรียนวิชาชีววิทยาโดยใช้บอร์ดเกม ผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมเท่านั้น ดังนั้นโปรดไตร่ตรองการตอบประเด็นถามในแต่ละประเด็นอย่างถี่ถ้วน

ประเด็นถาม	5	4	3	2	1
ประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับเกม					
1. โดยปกติฉันมีความสนใจใคร่รู้ในการเล่นเกมน่าสนใจ อื่นๆ อยู่แล้ว					
2. โดยปกติฉันสามารถเล่นเกมต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดีอยู่แล้ว					
3. โดยปกติฉันมุ่งมั่นตั้งใจในการเล่นเกมน่าสนใจ อื่นๆ อย่างเต็มที่ เป็นทุนเดิมอยู่แล้วในทุก ๆ กิจกรรม					
ประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์					
4. โดยปกติฉันมีความสนใจใคร่รู้ในการเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ อยู่แล้ว					
5. โดยปกติฉันสามารถเล่นเกมต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดีอยู่แล้ว					
6. โดยปกติฉันตั้งใจในการเล่นเกมน่าสนใจ อื่นๆ อย่างเต็มที่ เป็นทุนเดิมอยู่แล้วในทุก ๆ กิจกรรม					
ประโยชน์ของบอร์ดเกม					
7. การใช้บอร์ดเกม ผสานเทคโนโลยีความจริงเสริม จะช่วยพัฒนาประสิทธิภาพในการเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของฉันได้					

ประเด็นถำ	5	4	3	2	1
8. การใช้บอร์ดเกมผสมานเทคโนโลยีความจริงเสริมจะช่วยเพิ่มคุณภาพผลลัพธ์ที่เกิดจากการเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชของฉันได้					
ความง่ายในการใช้งานของระบบ					
9. บอร์ดเกมผสมานเทคโนโลยีความจริงเสริมมีขั้นตอนการใช้งานที่ชัดเจนและความเข้าใจได้ง่าย					
10. บอร์ดเกมผสมานเทคโนโลยีความจริงเสริมสามารถตอบสนองต่อเป้าหมายของการเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชของฉันได้					
11. บอร์ดเกมผสมานเทคโนโลยีความจริงเสริมสามารถใช้งานได้โดยง่าย					
ทัศนคติที่มีต่อการใช้งานของบอร์ดเกมผสมานเทคโนโลยีความจริงเสริม					
12. การใช้บอร์ดเกมผสมานเทคโนโลยีความจริงเสริม ทำให้การเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช น่าสนใจมากขึ้น					
13. การใช้บอร์ดเกมผสมานเทคโนโลยีความจริงเสริม ทำให้ฉันรู้สึกสนุกที่จะเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช					
14. บอร์ดเกมผสมานเทคโนโลยีความจริงเสริมเหมาะต่อการใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช					
ความซับซ้อนของบอร์ดเกมผสมานเทคโนโลยีความจริงเสริม					
15. ฉันใช้ระยะเวลาเพื่อที่จะเรียนรู้การใช้บอร์ดเกมผสมานเทคโนโลยีความจริงเสริมมากจนเกินไป					
16. ฉันต้องใช้ระยะเวลาในการเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช มากจนเกินไป หากต้องใช้บอร์ดเกมผสมานเทคโนโลยีความจริงเสริมในชั้นเรียน					
17. ฉันใช้ระยะเวลายาวนานจนเกินไปในการเรียนรู้ที่จะใช้บอร์ดเกมผสมานเทคโนโลยีความจริงเสริมในการเรียน					

ประเด็นถาม	5	4	3	2	1
ประสิทธิภาพของตนเองในการใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริม					
18. การที่ฉันจะสามารถเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชโดยใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมอย่างสำเร็จลุล่วงได้นั้น จำเป็นที่จะต้องมีการสักคนหนึ่งคอยให้คำปรึกษากับฉันเมื่อฉันเกิดการติดขัดในการดำเนินการ					
19. ฉันสามารถที่จะเรียนรู้เรื่อง การโดยใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมอย่างสำเร็จลุล่วงได้ ถ้าหากมีใครสักคนหนึ่งปฏิบัติเป็นตัวอย่างให้ฉันได้เห็นก่อนว่าต้องทำอย่างไร					
ปัจจัยแวดล้อมที่เอื้ออำนวยความสะดวกต่อการใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริม					
20. เมื่อฉันเกิดปัญหาในการใช้งานบอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริม จำเป็นที่จะต้องมีการสักคนหนึ่งให้ความช่วยเหลือกับฉัน					
21. เมื่อฉันเกิดปัญหาในการเรียนรู้ที่จะใช้งานบอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริม จำเป็นที่จะต้องมีการสักคนหนึ่งสอนฉัน					
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
22. ฉันจะใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อการเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ในอนาคตของฉันอย่างแน่นอน					
23. ฉันคิดว่าฉันจะใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อการเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ในชั้นเรียนของฉันได้บ่อยครั้ง					
24. ฉันจะแนะนำบอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมแก่ผู้อื่นให้นำไปใช้ในการเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชในชั้นเรียน					

😊😊😊😊😊😊😊😊 ขอขอบพระคุณในความร่วมมือเป็นอย่างสูง 😊😊😊😊😊😊😊😊

แบบสำรวจความสนใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์

ข้อมูลเบื้องต้น : เพศ ชาย หญิง ชั้น.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนอ่านแต่ละข้อคำถามด้วยความระมัดระวังและตั้งใจในการตีความหมายเพราะ

ข้อคำถามมีลักษณะที่เป็นประเด็นทั้งทางด้านบวกและด้านลบ จากนั้นให้ทำเครื่องหมายกากบาท

(X) ลงในช่องว่างตามระดับการรับรู้ที่แท้จริงของนักเรียนเอง โดยนักเรียนไม่ต้องกังวลกับการตอบข้อ

คำถามแต่ละประเด็นว่าจะถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ เพราะไม่มีระดับใดระดับหนึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้อง

ประเด็นคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	น้อย ที่สุด (1)	น้อย (2)	ปาน กลาง (3)	มาก (4)	มาก ที่สุด (5)

ตามที่นักเรียนได้ผ่านการเรียนรู้วิชาชีววิทยาในชั้นเรียนมาแล้วนั้น (หลังจากที่จะได้มาเรียนโดยวิธีการนี้)

นักเรียนมีความรู้สึกว่ ...

1	การเรียนรู้ชีววิทยาเป็นสิ่งที่น่าสนใจ					
2	เกิดความสงสัยในการค้นพบทางชีววิทยา					
3	การเรียนรู้ที่ได้รับมีความเชื่อมโยงกันได้กับชีวิตของตนเอง					
4	การเรียนรู้ชีววิทยาทำให้เข้าใจชีวิตอย่างมีความหมายมากขึ้น					
5	สนุกสนานในการเรียนรู้ชีววิทยา					
6	การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะช่วยให้ได้การทำงานที่ดี					
7	การเข้าใจในชีววิทยาเป็นประโยชน์ต่อการประกอบวิชาชีพ					
8	การรู้เกี่ยวกับชีววิทยาจะนำไปสู่ความก้าวหน้าในวิชาชีพได้					
9	จะใช้ทักษะการแก้ปัญหาทางชีววิทยาในการประกอบวิชาชีพ					
10	อยากจะมีอาชีพการงานที่เกี่ยวข้องกับชีววิทยา					
11	ต้องทุ่มเทอย่างหนักเพื่อที่จะเรียนรู้ชีววิทยา					
12	จะสามารถทำแบบทดสอบความรู้ หรือปฏิบัติการทดลองทางชีววิทยาได้ดี					
13	ได้พยายามอย่างเพียงพอแล้วในการเรียนรู้เกี่ยวกับชีววิทยา					
14	ใช้ระยะเวลาอย่างมากในการเรียนรู้ชีววิทยา					
15	ใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ เพื่อการเรียนรู้ชีววิทยา					
16	เชื่อได้ว่าตนเองสามารถที่จะได้เกรด 4 ในรายวิชาชีววิทยา					

ประเด็นคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	น้อย ที่สุด (1)	น้อย (2)	ปาน กลาง (3)	มาก (4)	มาก ที่สุด (5)

ตามที่นักเรียนได้ผ่านการเรียนรู้วิชาชีววิทยาในชั้นเรียนมาแล้วนั้น (หลังจากที่จะได้มาเรียนโดยวิธีการนี้)
นักเรียนมีความรู้สึกที่ว่า ...

17	มั่นใจได้ว่าตนเองจะสามารถผ่านการทดสอบความรู้ทางชีววิทยาได้ดี					
18	มั่นใจได้ว่าตนเองสามารถสร้างความรอบรู้ในเนื้อหาและทักษะทางวิทยาศาสตร์ได้					
19	แน่นอนได้เลยว่าตนเองสามารถเข้าใจชีววิทยาได้					
20	มั่นใจได้ว่าตนเองจะทำการทดลองและโครงการทางชีววิทยาได้ดี					
21	จะสามารถทำให้ตนเองได้คะแนนในรายวิชาชีววิทยาในระดับสูง					
22	การได้เกรด 4 ในรายวิชาชีววิทยามีความสำคัญต่อตนเอง					
23	นึกถึงเกี่ยวกับเกรดที่ตนเองจะได้ ในรายวิชาชีววิทยา					
24	การได้ระดับเกรดที่ดีมีความสำคัญต่อตนเอง					
25	ชอบ ที่จะสามารถได้คะแนนทดสอบความรู้ทางชีววิทยามากกว่าคนอื่น					

26. นักเรียนรู้สึกอย่างไรต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนปกติที่ผ่านมา (หลังที่จะได้มาเรียนโดยวิธีการนี้)

ตอบ

ภาคผนวก ข
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางที่ 10 คะแนนการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจโนติ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดร่วมกับการใช้บอร์ด
 เกมดิจิทัล (คะแนนเต็ม 20)

ลำดับ	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	ลำดับ	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
1	7	10	3	20	4	16	12
2	8	8	0	21	4	15	11
3	7	15	8	22	6	17	11
4	3	15	12	23	7	11	4
5	5	6	1	24	5	16	11
6	6	14	8	25	4	14	10
7	5	12	7	26	3	7	4
8	7	13	6	27	8	12	4
9	6	16	10	28	7	15	8
10	10	10	0	29	4	14	10
11	6	7	1	30	9	15	6
12	7	19	12	31	6	17	11
13	8	9	1	32	7	10	3
14	8	14	8	33	4	18	14
15	7	18	11	34	7	18	11
16	10	18	8	35	8	12	4
17	5	15	10	36	4	17	13
18	4	14	10	37	6	14	8
19	6	12	6				

ตารางที่ 11 คะแนนการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจโนติ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติ 5E (คะแนนเต็ม
 20)

ลำดับ	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	ลำดับ	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
1	5	6	1	20	4	5	1
2	6	9	3	21	4	4	0
3	6	7	1	22	4	15	11
4	2	4	2	23	2	4	2
5	8	9	1	24	7	10	3
6	5	10	5	25	6	10	4
7	5	8	3	26	1	6	5
8	6	5	1	27	3	9	6
9	9	7	2	28	5	8	3
10	5	6	1	29	5	7	2
11	6	9	3	30	4	8	4
12	3	5	2	31	5	9	4
13	5	8	3	32	5	10	5
14	7	7	0	33	6	8	2
15	2	5	3	34	2	6	3
16	5	9	4	35	3	10	7
17	2	5	3	36	3	7	4
18	7	16	9	37	2	9	7
19	7	15	8				

ตารางที่ 12 คะแนนการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจโนติ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติ 5E ร่วมกับใช้
 บอร์ดเกมดิจิทัล (คะแนนเต็ม 20)

ลำดับ	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	ลำดับ	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
1	4	6	2	19	4	4	0
2	5	10	5	20	2	7	5
3	3	8	5	21	3	5	2
4	7	8	1	22	5	9	4
5	8	10	2	23	4	8	4
6	5	7	2	24	4	7	3
7	3	8	5	25	3	5	2
8	7	9	2	26	7	9	2
9	7	9	2	27	5	14	9
10	9	13	4	28	6	6	0
11	12	12	0	29	5	13	8
12	3	6	3	30	7	13	6
13	7	11	4	31	4	15	9
14	7	6	3	32	5	9	4
15	7	4	3	33	6	8	2
16	6	9	3	34	7	9	2
17	4	3	1	35	5	11	6
18	3	7	4				

ตัวอย่างผลการวิเคราะห์สถิติ SPSS Version 26

```
UNIANOVA Post_all BY Student WITH Pre_all
/METHOD=SSTYPE(3)
/INTERCEPT=INCLUDE
/PLOT=PROFILE(Student)TYPE=BAR ERRORBAR=CI MEANREFERENCE=NO
/EMMEANS=TABLES(Student)WITH(Pre_all=MEAN)COMPARE ADJ(BONFERRONI)
/PRINT F ETASQ DESCRIPTIVE HOMOGENEITY OPOWER
/CRITERIA=ALPHA(.01)
/DESIGN=Pre_all*Student.
```

Univariate Analysis of Variance

Tests for Heteroskedasticity

F Test for Heteroskedasticity^{a,b,c}

F	df1	df2	Sig.
6.327	1	107	.013

- a. Dependent variable: Post_all
- b. Tests the null hypothesis that the variance of the errors does not depend on the values of the independent variables.
- c. Predicted values from design: Intercept + Student * Pre_all

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Post_all

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power ^b
Corrected Model	620.783 ^a	3	206.928	19.594	.000	.359	58.782	1.000
Intercept	670.491	1	670.491	63.489	.000	.377	63.489	1.000
Student * Pre_all	620.783	3	206.928	19.594	.000	.359	58.782	1.000
Error	1108.887	105	10.561					
Total	12750.000	109						
Corrected Total	1729.670	108						

- a. R Squared = .359 (Adjusted R Squared = .341)
- b. Computed using alpha = .01

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Post_all

(I) CG=Class5/3, EG1=5/4, EG2=5/2	(J) CG=Class5/3, EG1=5/4, EG2=5/2	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	99% Confidence Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
CG	EG1	-.285	.780	1.000	-2.626	2.057
	EG2	-3.865 [*]	.750	.000	-6.119	-1.610
EG1	CG	.285	.780	1.000	-2.057	2.626
	EG2	-3.580 [*]	.886	.000	-5.640	-1.520
EG2	CG	3.865 [*]	.750	.000	1.610	6.119
	EG1	3.580 [*]	.886	.000	1.520	5.640

- Based on estimated marginal means
- *. The mean difference is significant at the .01 level.
- b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Univariate Tests

Dependent Variable: Post_all

Contrast	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power ^a
Contrast	401.678	2	200.839	19.017	.000	.266	38.035	.999
Error	1108.887	105	10.561					

- The F tests the effect of CG=Class5/3, EG1=5/4, EG2=5/2. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.
- a. Computed using alpha = .01

ตารางที่ 13 คะแนนการทำแบบทดสอบวัดแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ที่
ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบเปิดร่วมกับใช้บอร์ดเกมดิจิทัล

	ด้าน IM	ด้าน CM	SDT	SEC	GM		ด้าน IM	ด้าน CM	SDT	SEC	GM
ลำดับ	total	total	total	total	total	ลำดับ	total	total	total	total	total
1	22	19	19	23	23	20	23	21	25	24	20
2	23	22	24	24	23	21	24	24	22	20	24
3	22	19	16	15	21	22	19	12	19	17	21
4	20	20	20	25	24	23	21	22	22	23	24
5	25	25	20	23	21	24	18	16	15	19	20
6	14	9	17	20	14	25	18	24	16	17	22
7	16	23	18	17	22	26	25	21	22	20	24
8	23	19	19	21	19	27	22	22	20	17	22
9	25	25	25	25	25	28	19	23	17	17	20
10	22	23	22	22	25	29	22	23	20	18	18
11	24	24	21	21	24	30	25	25	24	25	25
12	22	23	20	20	24	31	20	16	15	15	14
13	25	24	23	24	25	32	22	24	21	23	24
14	25	25	25	25	25	33	23	19	25	25	22
15	24	25	22	22	25	34	22	23	17	23	25
16	17	16	19	22	22	35	20	18	25	18	25
17	20	10	13	21	24	36	21	24	21	25	23
18	19	22	21	15	21	37	22	20	21	25	22
19	19	20	17	18	20						

ตารางที่ 14 คะแนนการทำแบบทดสอบวัดแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 ที่
ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติ

		IM	CM	SDT	SEC	GM			IM	CM	SDT	SEC	GM
ลำดับ	เพศ	total	total	total	total	Total	ลำดับ	เพศ	total	total	total	total	total
1	ช	23	25	23	23	17	20	ญ	22	24	19	14	24
2	ช	17	11	12	13	25	21	ญ	25	17	20	22	24
3	ช	17	11	19	20	16	22	ญ	18	19	21	19	25
4	ช	23	18	19	18	20	23	ญ	22	20	17	19	20
5	ช	24	12	21	20	24	24	ญ	19	17	16	13	17
6	ช	25	25	25	23	21	25	ญ	14	16	14	14	15
7	ช	20	17	17	18	19	26	ญ	25	20	12	11	6
8	ช	25	25	25	25	25	27	ญ	18	17	19	20	19
9	ช	22	16	21	23	22	28	ญ	19	20	20	19	22
10	ช	25	25	25	25	25	29	ญ	21	22	21	22	24
11	ช	20	15	14	11	13	30	ญ	15	14	18	19	25
12	ช	19	19	18	18	18	31	ญ	22	22	21	22	21
13	ช	19	20	22	19	24	32	ญ	13	14	16	12	19
14	ช	22	25	20	19	25	33	ญ	25	25	25	25	25
15	ช	16	17	17	16	21	34	ญ	15	21	15	12	17
16	ช	17	16	18	18	21	35	ญ	13	21	11	17	15
17	ช	18	15	15	15	15	36	ญ	15	17	19	15	18
18	ช	18	21	21	12	20	37	ญ	18	18	18	17	15
19	ญ	17	16	18	18	21							

ตารางที่ 15 คะแนนการทำแบบทดสอบวัดแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 ที่
ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบปกติร่วมกับใช้บอร์ดเกมดิจิทัล

	IM	CM	SDT	SEC	GM		IM	CM	SDT	SEC	GM
ลำดับ	total	total	total	total	total	ลำดับ	total	total	total	total	total
1	22	16	16	18	18	19	18	19	22	24	23
2	16	16	13	5	5	20	18	23	18	22	20
3	18	15	17	20	23	21	18	20	16	18	21
4	21	20	20	18	20	22	18	10	20	20	21
5	21	17	18	9	14	23	21	22	19	16	18
6	15	19	16	19	20	24	16	14	18	12	17
7	23	24	22	24	22	25	19	19	16	16	17
8	23	24	23	22	24	26	22	24	21	21	20
9	22	23	21	21	22	27	16	12	12	12	11
10	21	23	23	22	20	28	23	23	24	24	23
11	17	17	16	19	13	29	24	22	22	23	24
12	15	15	15	15	15	30	18	20	15	13	21
13	20	17	20	21	22	31	12	7	13	13	14
14	18	20	19	18	19	32	23	19	22	20	24
15	16	18	23	19	20	33	22	16	15	19	22
16	19	16	17	15	15	34	20	22	16	20	20
17	23	19	15	19	23	35	19	23	25	21	20
18	19	17	24	20	17						

ตัวอย่างผลการวิเคราะห์สถิติ SPSS Version 26

```
*Nonparametric Tests:Independent Samples.
NPTESTS
/INDEPENDENT TEST (IM CM STD SEC GM)GROUP (Student)MANN_WHITNEY
KRUSKAL_WALLIS(COMPARE=PAIRWISE)
/MISSING SCOPE=ANALYSIS USERMISSING=EXCLUDE
/CRITERIA ALPHA=0.05 CILEVEL=95.
```

Nonparametric Tests

```
NPAR TESTS
/M-W=IM CM STD SEC GM BY Student(1 2)
/K-S=IM CM STD SEC GM BY Student(1 2)
/STATISTICS=DESCRIPTIVES
/MISSING ANALYSIS.
```

Mann-Whitney Test

Test Statistics ^a					
	IM	CM	STD	SEC	GM
Mann-Whitney U	382.000	412.500	483.000	416.000	311.500
Wilcoxon W	1012.000	1042.500	1113.000	1046.000	941.500
Z	-.3011	-.2662	-.1861	-.2618	-.3813
Asymp. Sig. (2-tailed)	.003	.008	.063	.009	.000

a. Grouping Variable: CG=Class5/3,EG1=Class5/4,EG2=Class5/2

ตารางที่ 16 คะแนนการทำแบบทดสอบวัดแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เพศหญิง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะร่วมกับใช้บอร์ดเกมดิจิทัล

ลำดับ	เพศ	U	E	A	BI	PE	SE	ลำดับ	เพศ	U	E	A	BI	PE	SE
		total	total	total	total	total	total			total	total	total	total	total	total
1	หญิง	10	12	15	12	9	8	22	หญิง	8	12	12	12	15	8
2	หญิง	8	12	12	12	12	8	23	หญิง	8	13	13	13	14	7
3	หญิง	10	15	12	12	15	8	24	หญิง	10	13	15	14	12	9
4	หญิง	8	12	14	9	12	10	25	หญิง	10	15	12	14	15	8
5	หญิง	8	12	12	12	12	7	26	หญิง	10	13	12	14	13	9
6	หญิง	8	11	12	11	12	8	27	หญิง	7	12	14	12	11	6
7	หญิง	8	12	14	13	15	9	28	หญิง	10	13	13	12	9	6
8	หญิง	10	15	15	15	11	10	29	หญิง	10	15	15	12	12	6
9	หญิง	7	12	13	13	10	10	30	หญิง	8	12	15	12	12	4
10	หญิง	10	15	15	15	13	10	31	หญิง	10	15	15	15	12	10
11	หญิง	8	14	14	15	9	8	32	หญิง	7	11	12	12	14	10
12	หญิง	8	14	13	11	9	8	33	หญิง	8	12	12	12	10	6
13	หญิง	9	14	14	14	13	5	34	หญิง	6	9	11	9	11	10
14	หญิง	10	15	14	15	10	10	35	หญิง	8	13	13	14	10	7
15	หญิง	8	13	14	12	13	10	36	หญิง	7	7	8	9	10	10
16	หญิง	7	10	15	11	9	8	37	หญิง	6	11	11	9	9	6
17	หญิง	8	15	15	12	15	8	38	หญิง	10	13	12	12	12	9
18	หญิง	8	15	12	12	15	10	39	หญิง	10	12	11	15	12	9
19	หญิง	10	15	15	14	13	10	40	หญิง	8	13	13	14	13	9
20	หญิง	9	11	13	12	11	7	41	หญิง	9	12	13	10	8	8
21	หญิง	6	12	12	12	7	10	42	หญิง	8	10	12	13	12	8

ตารางที่ 17 คะแนนการทำแบบทดสอบวัดแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เพศชาย ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะร่วมกับใช้บอร์ดเกมดิจิทัล

ลำดับ	เพศ	U	E	A	BI	PE	SE	ลำดับ	เพศ	U	E	A	BI	PE	SE
		total	total	total	total	total	Total			total	total	total	total	total	total
1	ชาย	10	15	14	15	15	8	16	ชาย	8	13	10	7	15	10
2	ชาย	9	13	11	13	15	9	17	ชาย	7	8	11	9	11	7
3	ชาย	10	15	12	15	14	9	18	ชาย	8	11	13	11	13	9
4	ชาย	9	13	13	15	14	10	19	ชาย	9	15	13	13	14	10
5	ชาย	10	14	15	12	14	8	20	ชาย	10	14	12	14	12	7
6	ชาย	10	15	15	15	15	10	21	ชาย	9	14	14	15	13	9
7	ชาย	9	14	14	15	15	9	22	ชาย	8	10	15	9	15	8
8	ชาย	8	12	12	12	12	8	23	ชาย	10	14	9	10	13	8
9	ชาย	7	8	12	15	15	6	24	ชาย	7	13	10	11	11	7
10	ชาย	6	12	14	9	11	5	25	ชาย	7	14	9	13	14	10
11	ชาย	9	13	13	12	13	8	26	ชาย	10	15	11	13	9	9
12	ชาย	5	10	12	8	10	6	27	ชาย	9	13	10	11	12	9
13	ชาย	8	8	9	7	15	10	28	ชาย	10	13	11	14	11	8
14	ชาย	8	9	9	10	11	7	29	ชาย	9	13	12	12	11	9
15	ชาย	10	13	13	13	15	10	30	ชาย	8	9	11	13	15	10

ตัวอย่างผลการวิเคราะห์สถิติ SPSS Version 26

```
*Nonparametric Tests:Independent Samples.
NPTESTS
/INDEPENDENT TEST (U E A BI) GROUP (Gender)MANN_WHITNEY
KRUSKAL_WALLIS(COMPARE=PAIRWISE)
/MISSING SCOPE=ANALYSIS USERMISSING=EXCLUDE
/CRITERIA ALPHA=0.05 CILEVEL=95.
```

Nonparametric Tests

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of U is the same across categories of Gender.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	.669	Retain the null hypothesis.
2	The distribution of U is the same across categories of Gender.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	.669	Retain the null hypothesis.
3	The distribution of E is the same across categories of Gender.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	.907	Retain the null hypothesis.
4	The distribution of E is the same across categories of Gender.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	.907	Retain the null hypothesis.
5	The distribution of A is the same across categories of Gender.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	.011	Reject the null hypothesis.
6	The distribution of A is the same across categories of Gender.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	.011	Reject the null hypothesis.
7	The distribution of BI is the same across categories of Gender.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	.731	Retain the null hypothesis.
8	The distribution of BI is the same across categories of Gender.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	.731	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is .050.

ภาคผนวก ค
ผลงานของนักเรียน

แบบสำรวจแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์

1

แบบสำรวจความจูงใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยา

ข้อมูลเบื้องต้น : เพศ ชาย หญิง ชั้น 5/2

คำชี้แจง : ให้นักเรียนอ่านแต่ละข้อคำถามด้วยความระมัดระวังและตั้งใจในการตีความหมายเพราะ **ข้อคำถามมีลักษณะที่เป็นประเด็นทั้งทางด้านบวกและด้านลบ** จากนั้นให้ทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องว่างตาม **ระดับการรับรู้ที่แท้จริงของนักเรียนเอง** โดยนักเรียนไม่ต้องกังวลกับการตอบข้อคำถามแต่ละประเด็นว่าจะถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ เพราะไม่มีระดับใดระดับหนึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้อง

ประเด็นคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

ตามที่นักเรียนได้ผ่านการเรียนรู้วิชาชีววิทยาในชั้นเรียนมาแล้วนั้น (หลังจากที่จะได้มาเรียนโดยวิธีการนี้) นักเรียนมีความรู้สึกว่ ...

1	การเรียนรู้ชีววิทยาเป็นสิ่งที่น่าสนใจ					✓
2	เกิดความสงสัยในการค้นพบทางชีววิทยา				✓	
3	การเรียนรู้ที่ได้รับความเชื่อมโยงกันได้กับชีวิตของตนเอง				✓	
4	การเรียนรู้ชีววิทยาทำให้เข้าใจชีวิตอย่างมีความหมายมากขึ้น				✓	
5	สนุกสนานในการเรียนรู้ชีววิทยา					✓
6	การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะช่วยให้ได้งานที่ดี					✓
7	การเข้าใจในชีววิทยาเป็นประโยชน์ต่อการประกอบวิชาชีพ					✓
8	การรู้เกี่ยวกับชีววิทยาจะนำไปสู่ความก้าวหน้าในวิชาชีพได้					✓
9	จะใช้ทักษะการแก้ปัญหาทางชีววิทยาในการประกอบวิชาชีพ				✓	
10	อยากจะมีอาชีพการงานที่เกี่ยวข้องกับชีววิทยา					✓
11	ต้องทุ่มเทอย่างหนักเพื่อที่จะเรียนรู้ชีววิทยา					✓
12	จะสามารถทำแบบทดสอบความรู้ หรือปฏิบัติการทดลองทางชีววิทยาได้ดี				✓	
13	ได้พยายามอย่างเพียงพอแล้วในการเรียนรู้เกี่ยวกับชีววิทยา				✓	
14	ใช้ระยะเวลาอย่างมากในการเรียนรู้ชีววิทยา				✓	
15	ใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ เพื่อการเรียนรู้ชีววิทยา				✓	
16	เชื่อได้ว่าตนเองสามารถที่จะได้เกรด 4 ในรายวิชาชีววิทยา					✓
17	มั่นใจได้ว่าตนเองจะสามารถผ่านการทดสอบความรู้ทางชีววิทยาได้ดี				✓	
18	มั่นใจได้ว่าตนเองสามารถสร้างความรอบรู้ ในเนื้อหาและทักษะทางวิทยาศาสตร์ได้					✓

ประเด็นคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

ตามที่นักเรียนได้ผ่านการเรียนรู้อาชีวศึกษาในชั้นเรียนมาแล้วนั้น (หลังจากที่ได้มาเรียนโดยวิธีการนี้) นักเรียนมีความรู้สึกว่ ...

19	แน่นอนได้เลยว่าตนเองสามารถเข้าใจชีววิทยาได้					✓
20	มั่นใจได้ว่าตนเองจะทำการทดลองและโครงงานทางชีววิทยาได้ดี				✓	
21	จะสามารถทำให้ตนเองได้คะแนนในรายวิชาชีววิทยาในระดับสูง				✓	
22	การได้เกรด 4 ในรายวิชาชีววิทยามีความสำคัญต่อตนเอง					✓
23	นึกถึงเกี่ยวกับเกรดที่ตนเองจะได้ ในรายวิชาชีววิทยา					✓
24	การได้ระดับเกรดที่ดีมีความสำคัญต่อตนเอง					✓
25	ชอบ ที่จะสามารถได้คะแนนทดสอบความรู้ทางชีววิทยามากกว่าคนอื่น					✓

26. นักเรียนรู้สึกอย่างไรต่อการเรียนการสอนชีววิทยาในชั้นเรียนจากการใช้บอร์ดเกมสัจฉิตลที่ผ่านมา (หลังจากที่ได้มาเรียนโดยวิธีการนี้)

ตอบ สนุก แบบโต้ใช้ความรู้ในการเล่น เกม แล้วยแก้ปัญหา
ได้อย่างดี พร้อมทั้งได้ความสนุกไปด้วย

แบบวัดการยอมรับเทคโนโลยีแบบบอร์ดเกมดิจิทัล

ประเด็นถาม	5	4	3	2	1
ประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับเกม					
1. โดยปกติฉัน มีความสนใจใคร่รู้ในการเล่นเกมนต่าง ๆ อยู่แล้ว	/				
2. โดยปกติฉัน สามารถเล่นเกมต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดีอยู่แล้ว	/				
3. โดยปกติฉัน มุ่งมั่นตั้งใจในการเล่นเกมนต่าง ๆ อย่างเต็มที่ เป็นทุนเดิมอยู่แล้วในทุก ๆ กิจกรรม	/				
ประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์					
4. โดยปกติฉัน มีความสนใจใคร่รู้ในการเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์อยู่แล้ว			/		
5. โดยปกติฉัน สามารถเล่นเกมต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดีอยู่แล้ว		/			
6. โดยปกติฉัน ตั้งใจในการเล่นเกมนต่าง ๆ อย่างเต็มที่ เป็นทุนเดิมอยู่แล้วในทุก ๆ กิจกรรม		/			
ประโยชน์ของบอร์ดเกม					
7. การใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมจะช่วยพัฒนาประสิทธิภาพในการเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของฉันได้		/			
8. การใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมจะช่วยเพิ่มคุณภาพผลลัพธ์ที่เกิดจากการเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของฉันได้		/			
ความง่ายในการใช้งานของระบบ					
9. บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมมีขั้นตอนการใช้งานที่ชัดเจนและความเข้าใจได้ง่าย			/		
10. บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมสามารถตอบสนองต่อเป้าหมายของการเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของฉันได้			/		
11. บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมสามารถใช้งานได้โดยง่าย		/			
ทัศนคติที่มีต่อการใช้งานของบอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริม					
12. การใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริม ทำให้การเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช น่าสนใจมากขึ้น	/				
13. การใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริม ทำให้ฉันรู้สึกสนุกที่จะเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	/				
14. บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมเหมาะต่อการใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	/				
ความซับซ้อนของบอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริม					
15. ฉันใช้ระยะเวลาเพื่อที่จะเรียนรู้การใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมมากจนเกินไป			/		
16. ฉันต้องใช้ระยะเวลาในการเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช มากจนเกินไป หากต้องใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมในชั้นเรียน			/		

ประเด็นถาม	5	4	3	2	1
17. ฉันใช้ระยะเวลายาวนานจนเกินไปในการเรียนรู้ที่จะใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมในการเรียน			✓		
ประสิทธิภาพของตนเองในการใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริม					
18. การที่ฉันจะสามารถเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชโดยใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมอย่างสำเร็จลุล่วงได้นั้น จำเป็นที่จะต้องมีการมีคนหนึ่งคอยให้คำปรึกษากับฉันเมื่อฉันเกิดการติดขัดในการดำเนินการ		✓			
19. ฉันสามารถที่จะเรียนรู้เรื่อง การโดยใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมอย่างสำเร็จลุล่วงได้ ถ้าหากมีใครสักคนหนึ่งปฏิบัติเป็นตัวอย่างให้ฉันได้เห็นก่อนว่าต้องทำอะไร		✓			
ปัจจัยแวดล้อมที่เอื้ออำนวยความสะดวกต่อการใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริม					
20. เมื่อฉันเกิดปัญหาในการใช้งานบอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริม จำเป็นที่จะต้องมีการมีคนหนึ่งให้ความช่วยเหลือกับฉัน		✓			
21. เมื่อฉันเกิดปัญหาในการเรียนรู้ที่จะใช้งานบอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริม จำเป็นที่จะต้องมีการมีคนหนึ่งสอนฉัน			✓		
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
22. ฉันจะใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อการเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ในอนาคตของฉันอย่างแน่นอน			✓		
23. ฉันคิดว่าฉันจะใช้บอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อการเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ในชั้นเรียนของฉันได้บ่อยครั้ง			✓		
24. ฉันจะแนะนำบอร์ดเกมผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมแก่ผู้อื่นให้นำไปใช้ในการเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชในชั้นเรียน			✓		

😊😊😊😊😊😊😊😊 ขอขอบพระคุณในความร่วมมือเป็นอย่างสูง 😊😊😊😊😊😊😊😊

พืชเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารเองได้

คำถามสืบเสาะ #1

หากไม่มีแสงจะส่งผลอย่างไรต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง

ข้อกล่าวอ้าง (Claim)

จะทำให้พืชไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ หรืออาจจะสังเคราะห์แสงแล้วได้ผลิตภัณฑ์ที่น้อยลง

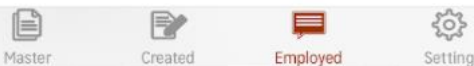
ประจักษ์พยาน (Evidence)

จากบอร์ดเกมที่เล่นจึงทำให้รู้ว่าหากไม่มีแสงก็ไม่สามารถสร้างพลังงานได้



การให้เหตุผล (Reasoning)

แสงมีผลต่อการสังเคราะห์แสง โดยแสงเป็นพลังงานกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยา ผลผลิตที่ได้คือ น้ำตาลกลูโคส ซึ่งน้ำตาลส่วนหนึ่งจะนำไปสังเคราะห์เป็นสารอื่นเก็บสะสมไว้



[Back](#) **ตรวจคำตอบรายบุคคล**

หากพืชไม่มีแสงก็จะไม่มีการสร้างอาหารมาใช้ในกระบวนการต่างๆ

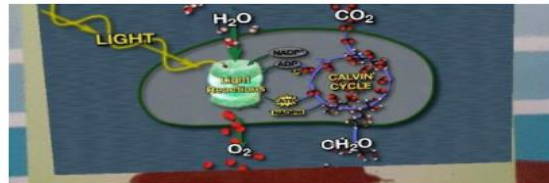
คำถามสืบเสาะ #2

น้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงหรือไม่อย่างไร

ข้อกล่าวอ้าง (Claim)

น้ำและคาร์บอนไดออกไซด์มีส่วนช่วยในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

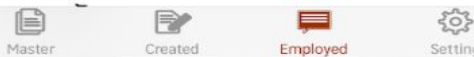
ประจักษ์พยาน (Evidence)



น้ำและคาร์บอนไดออกไซด์มีส่วนช่วยในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

การให้เหตุผล (Reasoning)

จากรูปพืชมีการรับแสง และจะมีการใช้น้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง



[Back](#) **ตรวจคำตอบรายบุคคล**

ผลเกมเกม

ประจักษ์พยาน (Evidence)

จากบอร์ดเกมจะทำให้เห็นว่าในการสังเคราะห์แสงจะต้องใช้น้ำ กับ คาร์บอนไดออกไซด์



การให้เหตุผล (Reasoning)

จุดเริ่มต้นที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ไปเป็นพลังงานเคมีในรูปอาหาร โดยการนำเอาน้ำและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มาทำปฏิกิริยาเคมีกัน และมีแสงเป็นพลังงานกระตุ้นทำให้เกิด น้ำตาลเก็บสะสมไว้ และยังได้อิออนน้ำ และแก๊สออกซิเจน ซึ่งจะปล่อยออกสู่อากาศ

คำถามหลัก

การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเกิดขึ้นได้อย่างไร

เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันเป็นลำดับในคลอโรพลาสต์ในเซลล์พืช โดยใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ เปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และไฮโดรเจนจากน้ำ หรือแหล่งไฮโดรเจนอื่น ๆ ให้กลายเป็นสารประกอบประเภทคาร์โบไฮเดรตและมีแก๊สออกซิเจนเกิดขึ้น

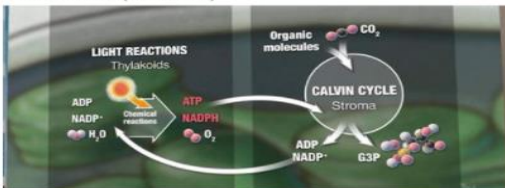


[Back](#) **ตรวจคำตอบรายบุคคล**

ข้อกล่าวอ้าง (Claim)

เป็นผลผลิตของการสังเคราะห์ด้วยแสง

ประจักษ์พยาน (Evidence)



การให้เหตุผล (Reasoning)

เวลากลางวัน พืชมีการหายใจตลอดเวลาไม่ว่าจะเป็นกลางวันหรือกลางคืนในเวลากลางวันพืชจะใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจและปล่อยออกสู่อากาศแล้วนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นี้ไปใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง และพืชจะปล่อยก๊าซออกซิเจนเป็นผลผลิตจากการสังเคราะห์ด้วยแสงออกสู่อากาศ

คำถามหลัก

ปฏิกิริยาแสงคืออะไร

เป็นปฏิกิริยาที่พืชรับพลังงานแสงมาใช้สร้างสารอินทรีย์พลังงานสูง 2 ชนิด คือ ATP และ NADPH โดยใช้น้ำเข้าร่วมปฏิกิริยาและได้ก๊าซออกซิเจนเป็นผลผลิตพลอยได้



ภาคผนวก ง
ตัวอย่างภาพกิจกรรม





ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวสนธิยา ยอดสง่า
เกิดเมื่อ วันที่ 7 พฤศจิกายน พ.ศ. 2539 ที่อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
ที่อยู่ 26/1 หมู่ 2 ซอยร่วมมิตร ถนนโพธิ์ชัย ตำบลบ้านไผ่ อำเภอบ้านไผ่
จังหวัดขอนแก่น 40110
E-mail: Sontiya_y@KKUmail.com
การศึกษา
พ.ศ. 2557 จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่โรงเรียนกัลยาณวัตร
จังหวัดขอนแก่น
พ.ศ. 2562 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต
สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2563 กำลังศึกษาในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขา
การศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น