



การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es)

ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต



กุลธิดา ดุกขุนทด

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es)
ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา
ปีการศึกษา 2567
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏ

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
(5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ”
ของ กุลธิดา ดุกขุนทด
ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา



ชื่อเรื่อง	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
ผู้วิจัย	กุลธิดา ดุกขุนทด
ประธานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชำนาญ ปาณาวงษ์
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. สาขาวิจัยและประเมินทางการศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2567
คำสำคัญ	กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es), เทคโนโลยีผสมผสานความเป็นจริงเสริม, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

บทคัดย่อภาษาไทย

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 2) ศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมชนบ้านวังกลม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 23 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต 2) หนังสือประกอบการเรียนรู้ สื่อนวัตกรรม Augmented Reality (AR) ใบความรู้ ใบงาน 3) คำแนะนำการใช้งาน 4) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 5) แบบประเมินความพึงพอใจ

ผลการวิจัย พบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นโดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม มี 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) ขั้นตอนที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) ขั้นตอนที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นตอนที่ 5 ขั้นประเมิน (evaluation) ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น โดยกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.11/80.74 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด 2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.88, S.D. = 0.11$)



Title	"The Development of Learning Activities Using the 5E Inquiry-Based Learning Approach Integrated with Augmented Reality to Enhance Learning Achievement of Grade 5 Students on the Topic of Genetic Trait Inheritance in Living Organisms"
Author	Kulthida Dukkunthod
Advisor	Assistant Professor Chamnan Panawong, Ph.D.
Academic Paper	M.Ed. Independent Study in Educational Research and Evaluation – (Plan B), Naresuan University, 2024
Keywords	Science and Technology Learning Activities Integrated with Augmented Reality, Scientific Conceptions, Genetic Trait Inheritance in Living Organisms

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

ABSTRACT

This research aimed to: 1) develop and evaluate the effectiveness of learning activities based on the 5E instructional model integrated with augmented reality (AR) to enhance the learning achievement of Grade 5 students on the topic of genetic trait inheritance in living organisms, in accordance with the established efficiency criterion of 80/80 2) study the effects of using these developed learning activities; and 3) examine students' satisfaction toward the learning activities. The target group consisted of 23 Grade 5 students from Chumchonbanwangklom School during the second semester of the 2024 academic year. The research instruments included: 1) lesson plans based on the 5E instructional model integrated with AR on the topic of genetic trait inheritance; 2) learning materials, AR-based innovation media, knowledge sheets, and worksheets; 3) usage manuals; 4) an academic achievement test; and 5) a satisfaction questionnaire.

The research findings were as follows 1) The developed learning activities, consisting of five stages—engagement, exploration, explanation, elaboration, and evaluation—were effective in improving students' learning achievement. The efficiency

of the activities was 81.11/80.74, which met the established criteria, and the evaluation of their appropriateness was rated at the highest level. 2) Students' post-learning achievement scores were significantly higher than their pre-learning scores at the .05 level of statistical significance, and their post-learning scores were also higher than the 80 percent criterion without statistical significance. 3) Students' overall satisfaction with the learning activities was at the highest level ($\bar{x} = 4.88$, S.D. = 0.11).



ประกาศคุณูปการ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือจากบุคคลและหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ซึ่งผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชำนาญ ปาณาวงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. กฤษยาภาญจน์ โดพิทักษ์, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิเชียร อังรังไสตติสกุล และ ผอ. รมิดา บุญจันทร์ ที่ได้กรุณาตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อให้งานวิจัยมีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ โรงเรียนวัดใหม่สามัคคีธรรม โรงเรียนวัดหนองไผ่ และโรงเรียนชุมชนบ้านวังกลม ที่ให้ความอนุเคราะห์และอนุญาตให้ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล รวมถึงอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2567 ทุกคน ที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามและเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างดี ซึ่งมีส่วนสำคัญในการทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วง

ขอขอบพระคุณ คณะอาจารย์สาขาวิจัยและประเมินทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และคณะกรรมการการสอบทุกท่าน ที่ให้ความรู้ คำแนะนำ และแนวทางที่เป็นประโยชน์ ซึ่งผู้วิจัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้และต่อยอดในอนาคต

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณ คุณพ่อน้อม ดุกขุนทด คุณแม่กุหลาบ ดุกขุนทด ที่ให้การสนับสนุนและกำลังใจในการดำเนินงานวิจัยในทุก ๆ ด้าน

งานวิจัยฉบับนี้จะไม่สำเร็จลุล่วงได้ หากขาดความช่วยเหลือและการสนับสนุนจากทุกท่าน ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอีกครั้งจากใจ และขออุทิศความสำเร็จนี้แต่ทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

กุลธิดา ดุกขุนทด

สารบัญ

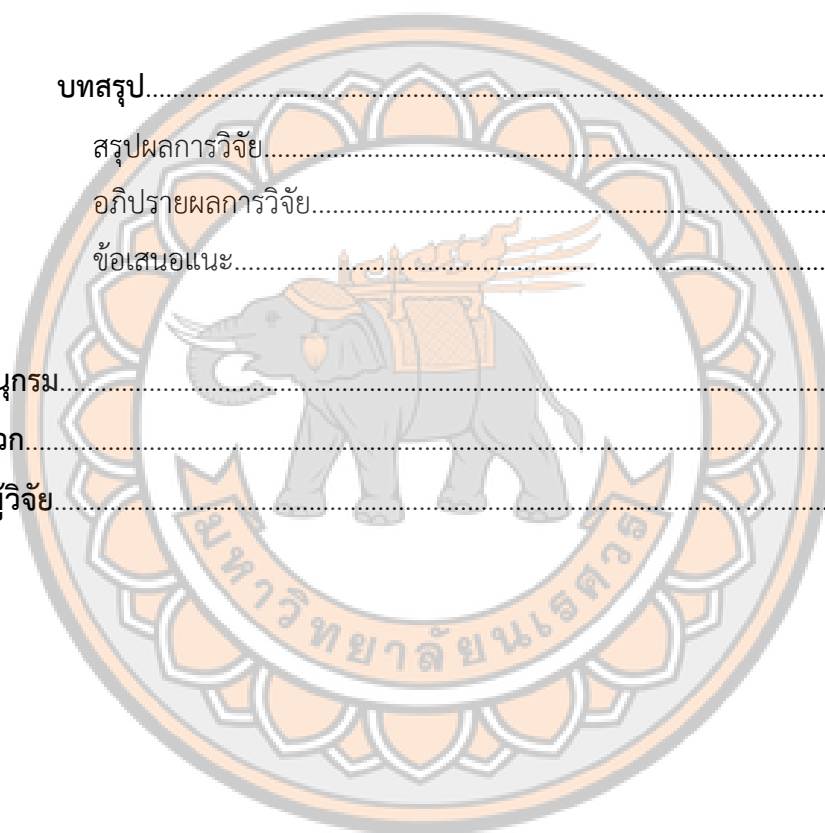
บทที่		หน้า
	บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
	ประกาศคณูปการ.....	ช
	สารบัญ.....	ซ
	สารบัญตาราง.....	ฎ
	สารบัญภาพ.....	ฐ
1	บทนำ.....	1
	ความเป็นมาของปัญหา.....	1
	วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	3
	ขอบเขตของงานวิจัย.....	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
	สมมติฐานการวิจัย.....	9
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
	หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	12
	สื่อวัตกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	20
	ความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality, AR).....	21
	เทคนิคการสอนแบบสืบเสาะ (5Es).....	29
	ทฤษฎีในการพัฒนาสื่อวัตกรรมการเรียนรู้.....	31
	การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม.....	41
	แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	43
	ความพึงพอใจ.....	45
	วิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	47
	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	52

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	วิธีดำเนินการวิจัย	53
	ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80.....	54
	ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต.....	65
	ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต.....	67
4	ผลการวิจัย	73
	ขั้นตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80.....	74
	ขั้นตอนที่ 2 ผลการศึกษาการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต.....	80

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	ขั้นตอนที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต	81
5	บทสรุป	84
	สรุปผลการวิจัย.....	84
	อภิปรายผลการวิจัย.....	86
	ข้อเสนอแนะ.....	89
	บรรณานุกรม.....	91
	ภาคผนวก.....	94
	ประวัติผู้วิจัย.....	156



สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงข้อดีและข้อจำกัดของความเป็นจริงเสริม.....	28
2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมาตรฐาน/ตัวชี้วัด เนื้อหาและเวลาที่ใช้ในการจัดการ พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต.....	60
3	แสดงแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการเรียนรู้ (One Group Pre- Test Post-Test Design).....	65
4	แสดงผลการประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้โดย ใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อ ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การ ถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน.....	76
5	แสดงค่าเฉลี่ยและร้อยละของคะแนนระหว่างเรียนและหลังเรียน ค่าประสิทธิภาพของ E_1/E_2 แบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) จากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ของสิ่งมีชีวิต จำนวน 3 คน.....	77
6	แสดงค่าเฉลี่ยและร้อยละของคะแนนระหว่างเรียนและหลังเรียน ค่าประสิทธิภาพของ E_1/E_2 เป็นกลุ่มเล็ก จากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของ สิ่งมีชีวิต จำนวน 9 คน.....	78
7	แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางเรียน ระหว่างก่อนและหลังการใช้กิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็น จริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต โดยมีนักเรียนที่เข้าร่วมการ ทดสอบ จำนวน 23 คน.....	80

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
8	แสดงผลเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติของการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางเรียน เปรียบเทียบเกณฑ์ร้อยละ 80 กับคะแนนสอบหลังเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต โดยมีนักเรียนที่เข้าร่วมการทดสอบ จำนวน 23 คน.....	80
9	แสดงผลการตรวจสอบความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต.....	81



สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 แสดงการติดตั้งแอปพลิเคชัน ARTIVIVE.....	22
2 ขั้นตอนการสมัครเพื่อเข้าใช้แอปพลิเคชัน ARTIVIVE	23
3 แสดงการเพิ่มอาร์ตเวิร์ค.....	23
4 แสดงการสร้าง Augmented Reality Art ด้วย ARTIVIVE	23
5 แสดงการผสานภาพ Marker เข้ากับเทคโนโลยี AR ด้วยแอปพลิเคชัน ARTIVIVE	24
6 แสดงกระบวนการเรียนรู้ผ่านสื่อมัลติมีเดีย ดัดแปลงจาก Mayer (2009).....	35
7 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย.....	52
8 แสดงใบความรู้ และ AR-Marker 1-5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของ สิ่งมีชีวิต.....	144
9 แสดงใบความรู้ และ AR-Marker 6-10 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของ สิ่งมีชีวิต.....	145
10 แสดงใบงานที่ 1-5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของ สิ่งมีชีวิต.....	146
11 แสดงใบงานที่ 6-9 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของ สิ่งมีชีวิต.....	147
12 แสดงเฉลยใบงานที่ 1-5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของ สิ่งมีชีวิต.....	148
13 แสดงเฉลยใบงานที่ 6-9 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของ สิ่งมีชีวิต.....	149
14 แสดง QR – Code สำหรับสแกนเพื่อรับชมตัวอย่างบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้...	150
15 แสดงบรรยากาศการจัดการเรียนรู้.....	156

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อสังคมปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและหน้าที่การงานต่างๆ เป็นรากฐานของนวัตกรรม เทคโนโลยี และการดำเนินชีวิตในทุกมิติ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล ส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และเสริมสร้างความสามารถในการตัดสินใจโดยอาศัยข้อมูลที่หลากหลาย และมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ (ทริศักดิ์ จินดานุรักษ์, 2559) อย่างไรก็ตาม จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า คะแนนเฉลี่ยระดับประเทศย้อนหลัง 3 ปี จากการศึกษาผลการประเมินมาตรฐานการศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในระดับชั้นประถมศึกษาทั่วประเทศ ได้แก่ปีการศึกษา 2563 ถึง 2565 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2563-2565) อยู่ในระดับต่ำกว่าร้อยละ 50 โดยเฉพาะในสาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ซึ่งสาระและมาตรฐานดังกล่าวมีความสอดคล้องกับหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิจิตร เขต 1 ปีการศึกษา 2567 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ดังนั้นจึงควรเร่งพัฒนา โดยเฉพาะ เรื่อง พันธุกรรมที่ซับซ้อน เข้าใจยาก และปรากฏการณ์ทางพันธุศาสตร์เป็นสิ่งที่เป็นนามธรรมซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ยากต่อการจินตนาการให้เข้าใจถึงกระบวนการทางชีววิทยาอย่างถ่องแท้ (Bahar et al., 1999; Orhan & Sahin, 2018; Yang et al., 2018; สุนัดดา โยมญาติ, 2558) จึงอาจทำให้นักเรียนเกิดความไม่เข้าใจ ส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต อยู่ในระดับที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญและจำเป็นต้องได้รับการแก้ไข ซึ่งเนื้อหาสาระดังกล่าวมีความสอดคล้องกับหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิจิตร เขต 1 ปีการศึกษา 2566 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

จากการศึกษาสภาพปัญหาปัจจุบันและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานความต้องการเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า สารที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เป็นสิ่งที่โรงเรียนควรเร่งพัฒนา เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่ใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย มุ่งเน้นสอนเนื้อหาและส่งเสริมการท่องจำมากกว่าการให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนคิดไม่เป็น ขาดการเรียนรู้โดยใช้ทักษะวิทยาศาสตร์ และไม่ได้ลงมือปฏิบัติจริง ดังนั้น การจัดการเรียนรู้จึงควรเปลี่ยนจากครูผู้สอนเป็นศูนย์กลางเป็นเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างตื่นตัว และใช้กระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ ด้วยตัวเอง (ทิศนา แคมมณี, 2547: 120) โดยครูมีหน้าที่คอยอำนวยความสะดวก (Facilitator) ในการเรียนรู้ของนักเรียนจากการลงมือปฏิบัติ แล้วนักเรียนก็จะเกิดการเรียนรู้ภายในใจและสมองของตนเอง (วิจารณ์ พานิช, 2555: 10) วิทยาศาสตร์เป็นการสืบเสาะหาความรู้ (Science as Inquiry) เนื่องจากมนุษย์พัฒนาองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ (5Es) โดยการตั้งคำถามที่สงสัยอยากรู้เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ แล้วรวบรวมประจักษ์พยานด้วยการสังเกต การคิด การสำรวจตรวจสอบ การทดลองการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล แล้วสร้างเป็นแนวคิดหลัก กฎหรือทฤษฎี เพื่ออธิบายเกี่ยวกับสิ่งเหล่านั้น (สสวท., 2555: 20)

จากผลการศึกษางานวิจัยหลายฉบับ บ่งชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนเรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ในปัจจุบันยังไม่สามารถสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องให้กับผู้เรียนได้เท่าที่ควร เนื่องจากมีนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอเป็นนวัตกรรมที่มีความซับซ้อน ยากต่อการเข้าใจ และปรากฏการณ์ทางพันธุศาสตร์เป็นสิ่งที่เป็นนามธรรมซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ยากต่อการจินตนาการให้เข้าใจถึงกระบวนการทางชีววิทยาอย่างถ่องแท้ (Bahar et al., 1999; Orhan & Sahin, 2018; Yang et al., 2018; สุนัดดา โยมญาติ, 2558) เหตุผลอีกประการหนึ่ง คือ การจัดการเรียนรู้ที่ขาดการฝึกปฏิบัติการเนื่องจากไม่มีวัสดุอุปกรณ์หรือมีวัสดุอุปกรณ์ หรือครูผู้สอนไม่มีประสบการณ์ในการทำปฏิบัติการด้านพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ทำให้การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนส่วนมากอยู่ในรูปแบบการบรรยาย (สุนัดดา โยมญาติ, 2558) อีกทั้งการใช้สื่อการเรียนรู้ที่ไม่หลากหลายและแสดงกระบวนการที่เกิดขึ้นทางเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไม่ชัดเจนเท่าที่ควร เช่น สื่อนำเสนอและแบบเรียน (Qalbina & Ahda, 2019) จึงอาจทำให้ผู้เรียนเกิดความไม่เข้าใจหรือเกิดมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้องในเรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญและจำเป็นต้องได้รับการแก้ไข แนวทางหนึ่งที่จะช่วยในการแก้ไขปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นและทำให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องในเรื่อง การถ่ายทอด

ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต คือการให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการทดลองหรือลงมือปฏิบัติ เพื่อพัฒนานวัตกรรมและฝึกทักษะที่เหมาะสม ดังนั้นประสบการณ์ในการทดลองจึงมีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนรู้ในเรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต แต่เนื่องจากการทดลองมีข้อจำกัดในด้านทรัพยากรและระยะเวลาของการทดลองซึ่งต้องใช้จำนวนมาก ดังนั้นการเลือกใช้สื่อการเรียนรู้อื่น ๆ ผสมผสานในการทดลองสามารถช่วยลดข้อจำกัดดังกล่าว สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ถูกต้องและเกิดกระบวนการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น (Asikin & Daningsih, 2018; Goldschmidt & Bogner, 2016; สุนัดดา โยมญาติ, 2558) ดังตัวอย่างรายงานการวิจัยด้านการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ชีววิทยา ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย (รัชชานนท์ ดิษเจริญ, 2563) สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ในนวัตกรรมที่มีความซับซ้อนโดยใช้สื่อดิจิทัลประเภทความเป็นจริงเสริม (Augmented reality, AR) ผสมผสานกับการปฏิบัติการทดลอง เช่น การศึกษา เรื่อง การเจริญของ Escherichia coli โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented reality) เพื่อป้องกันการติดเชื้อในห้องปฏิบัติการที่อาจเกิดขึ้นจากการกินโดยไม่ตั้งใจ การสูดดมหรือการสัมผัสผ่านผิวหนังของจุลินทรีย์ (Wildan et al., 2019) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมรองรับการเรียนรู้และเพิ่มความมั่นใจในการจัดการวัสดุชีวภาพในการปฏิบัติการ และเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพิ่มความเป็นจริงในการปฏิบัติการ มีข้อได้เปรียบในการลดเวลาการเตรียมการสำหรับผู้สอนในห้องปฏิบัติการ รวมถึงช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงและคุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการจริงได้ทั้งในระดับมัธยมศึกษาและปริญญาตรี

จากความสำคัญและสภาพปัญหา รวมทั้งผลของตัวอย่างงานวิจัยดังที่ได้กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการพัฒนาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80
2. เพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 80

3. เพื่อตรวจสอบความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

ขอบเขตของงานวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80

ด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในวิจัยและสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ประกอบด้วย 5 เรื่องย่อย ดังนี้

1. ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
2. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
3. ลักษณะทางพันธุกรรมของพืช
4. ลักษณะทางพันธุกรรมของสัตว์
5. ลักษณะทางพันธุกรรมของคนในครอบครัว

ด้านแหล่งข้อมูล

ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรม 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน

ผู้ให้ข้อมูลในการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ตามขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของ รัตนะ บัวสนธ์ (2554) ดังนี้

1) การประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) หมายถึง การนำนวัตกรรมไปทดลองใช้กับบุคคลที่มีคุณลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมาย โดยที่บุคคลดังกล่าวนี้จะคัดเลือกมาจากผู้ที่มีคุณลักษณะเป็นตัวแทนกลุ่มเป้าหมาย 3 คน ได้แก่ ผู้ที่คุณลักษณะสูง ปานกลาง และต่ำ คัดเลือกนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับสูงกว่าค่าเฉลี่ยจำนวน 1 คน นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับปานกลางหรือใกล้กับค่าเฉลี่ยจำนวน 1 คน และคัดเลือกนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยจำนวน 1 คน

2) การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก หมายถึง นำนวัตกรรมที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขจากการประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งมาทดลองใช้กับกลุ่มบุคคลที่มีคุณลักษณะคล้ายกับกลุ่มเป้าหมายที่มีจำนวนมากขึ้น ใช้การประเมินแบบหนึ่งต่อสาม (1:3) ซึ่งหมายถึง ต้องใช้กลุ่มบุคคลจำนวน 9 คน แบ่งเป็นมีคุณลักษณะสูง 3 คน ปานกลาง 3 คน และต่ำ 3 คน การคำนวณหาประสิทธิภาพและปรับปรุงแก้ไขการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80

ด้านตัวแปร

1. ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

2. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

ด้านเนื้อหา

เนื้อหาจากหน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

- ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
- การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
- ลักษณะทางพันธุกรรมของพืชมีอะไรบ้าง
- ลักษณะทางพันธุกรรมของสัตว์มีอะไรบ้าง
- ลักษณะทางพันธุกรรมของคนในครอบครัวเป็นอย่างไร

ด้านแหล่งข้อมูล

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมชนบ้านวังกลม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิจิตร เขต 1 จำนวน 23 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

ด้านตัวแปร

1. ตัวแปรอิสระ คือ การใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
2. ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

ด้านเนื้อหา

การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

ด้านแหล่งข้อมูล

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมชนบ้านวังกลม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิจิตร เขต 1 จำนวน 23 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มเดียวกันกับขั้นตอนที่ 2

ด้านตัวแปร

ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

นิยามศัพท์เฉพาะ

คำจำกัดความของคำเฉพาะในงานวิจัยครั้งนี้กำหนดไว้ดังนี้

1. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หมายถึง การสร้างและหาคุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีเนื้อหาเป็นวิดีโอที่มีภาพและเสียง หรือภาพสามมิติแสดงเนื้อหาของบทเรียน เป็นสื่อความเป็นจริงเสริมที่ช่วยสร้างองค์ความรู้ในรูปแบบสามมิติ ทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นรายละเอียดต่างๆ ที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าผ่านกิจกรรมในชั้นเรียนได้ โดยกิจกรรม Augmented Reality (AR) ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยผู้วิจัยจะแสดงผลทับซ้อนกับโลกความจริง ทำให้นักเรียนได้รับบทเรียนแบบสมจริงเกี่ยวกับ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

2. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต หมายถึง สื่อความเป็นจริงเสริม (Augmented reality, AR) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่นำมาช่วยแสดงข้อมูลหรือเนื้อหาที่สร้างขึ้นในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง โดยมีการบรรยายละเอียดเกี่ยวกับ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต โดยจะแสดงผลซ้อนทับกับโลกแห่งความจริง ทั้งในรูปแบบของภาพนิ่ง ภาพสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว ที่มีเสียงประกอบ และไม่มีเสียงประกอบ นอกจากนี้ยังสามารถแสดงผลแบบทันทีด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต หมายถึง คะแนนที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของนักเรียนว่ามีพฤติกรรมตามจุดมุ่งหมายของการศึกษาที่ตั้งไว้ โดยการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เพื่อวัดพฤติกรรมทางสมองของนักเรียนในด้านความรู้ ทักษะการมีความคิดรวบยอดหรือความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการที่ลักษณะต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ถูกส่งต่อจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่ง โดยผ่านทางหน่วยพันธุกรรมที่เรียกว่า ยีน (gene) ซึ่งบรรจุอยู่ในโครโมโซม (chromosome) อยู่ภายในเซลล์ เข้าใจเกี่ยวกับความหลากหลาย การถ่ายทอดทางพันธุกรรมทำให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการปรับตัวและอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต การเข้าใจกระบวนการการศึกษาพัฒนาการ โรคทางพันธุกรรม พัฒนาพันธุ์พืชและสัตว์

รวมถึงมีความเข้าใจเกี่ยวกับการสืบเชื้อสาย ว่าช่วยให้เราสามารถย้อนรอยบรรพบุรุษและศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ สามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำในกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) กระตุ้นความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมของผู้เรียน 2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ ทดลอง หรือสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง 3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) นักเรียนอธิบายสิ่งที่ค้นพบ พร้อมทั้งครูช่วยสรุปแนวคิดหลัก 4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือเชื่อมโยงกับบริบทอื่น 5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) ประเมินความรู้ ความเข้าใจ และทักษะของนักเรียน ทั้งในเชิงผลลัพธ์และกระบวนการ

5. ประสิทธิภาพของการพัฒนาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต หมายถึง คุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผสมผสานความเป็นจริงเสริม เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต สูงขึ้นตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การพัฒนาการการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต คิดเป็นร้อยละ 80

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ภายหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการพัฒนาการการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต คิดเป็นร้อยละ 80

6. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ที่เกิดจากประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน วัดระดับความพึงพอใจของนักเรียนหลังใช้กิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบ่งออกเป็น 5 ระดับ จำนวน 16 ข้อ

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต” ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร หนังสือ บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พุทธศักราช 2566 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

2.1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

2.1.2 สาระ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดชั้นปี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

2.1.3 คำอธิบายและโครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

2.2 สื่อนวัตกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.2.1 ความหมายของสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.2.2 ความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR)

2.2.3 เทคนิคการสอนแบบสืบเสาะ (5Es)

2.2.4 ทฤษฎีในการพัฒนาสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้

2.2.5 แนวทางการประเมินสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้

2.2.6 แนวทางการหาประสิทธิภาพของสื่อนวัตกรรม

2.3 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3.2 ความสำคัญของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3.4 กระบวนการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3.5 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.5 ความพึงพอใจ

2.4.1 ความหมายของความพึงพอใจ

2.4.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

2.4.3 แนวทางการประเมินความพึงพอใจ

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยในประเทศ

2.5.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

2.6 กรอบแนวคิดการวิจัย



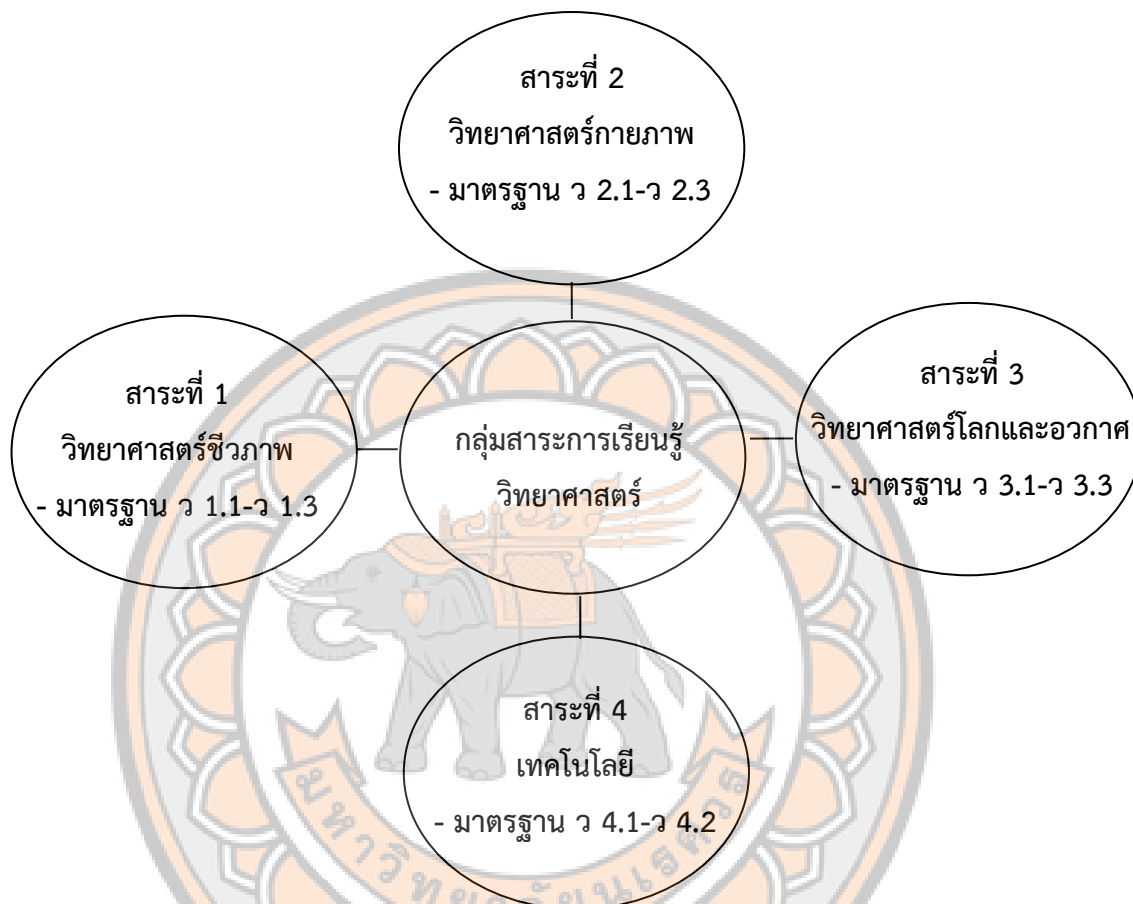
2.1 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พุทธศักราช 2566 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

2.1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ สาระที่ 4 เทคโนโลยี ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตร ทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอนและการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้น มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละระดับชั้นให้มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกันตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ที่นักเรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาทั้ง 4 สาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

กระทรวงศึกษาธิการตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อนักเรียนมากที่สุด จึงมอบหมายให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ (สสวท.) จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ขึ้นเพื่อให้สถานศึกษาครูผู้สอน ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา หนังสือเรียน คู่มือครู สื่อประกอบการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดและประเมินผล โดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ที่จัดทำขึ้นนี้ได้ปรับปรุงให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้เดียวกันและระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วยนอกจากนี้ยังได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ และทัดเทียมกับนานาชาติ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สรุปเป็นแผนภาพได้ดังนี้

แผนภาพ สาระ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)



วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

- สาระชีววิทยา
- สาระเคมี
- สาระฟิสิกส์
- สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

สำหรับวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สาระชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ จัดทำขึ้นสำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่จำเป็นต้องเรียน เพื่อเป็นพื้นฐานสำคัญและเพียงพอสำหรับการศึกษาต่อ และการประกอบอาชีพด้านวิทยาศาสตร์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิต กับ สิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของ ประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางการ

อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้า และออกจากเซลล์ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่างๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

คุณภาพนักเรียน

จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

❖ เข้าใจโครงสร้าง ลักษณะเฉพาะและการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่ การทำหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ของพืช

❖ เข้าใจสมบัติและการจำแนกกลุ่มของวัสดุ สถานะและการเปลี่ยนสถานะของสสารการละลาย การเปลี่ยนแปลงทางเคมี การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และผันกลับไม่ได้ และการแยกสารอย่างง่าย

❖ เข้าใจลักษณะของแรงโน้มถ่วงของโลก แรงลัพธ์ แรงเสียดทาน แรงไฟฟ้าและผลของแรงต่างๆ ผลที่เกิดจากแรงกระทำต่อวัตถุ ความดัน หลักการที่มีต่อวัตถุ วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ปรากฏการณ์เบื้องต้นของเสียง และแสง

❖ เข้าใจปรากฏการณ์การขึ้นและตก รวมถึงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างปรากฏของดวงจันทร์ องค์ประกอบของระบบสุริยะ คาบการโคจรของดาวเคราะห์ ความแตกต่างของดาวเคราะห์และดาวฤกษ์ การขึ้นและตกของกลุ่มดาวฤกษ์ การใช้แผนที่ดาว การเกิดอุปราคา พัฒนาการและประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ

❖ เข้าใจลักษณะของแหล่งน้ำ วัฏจักรน้ำ กระบวนการเกิดเมฆ หมอก น้ำค้าง น้ำค้างแข็ง หยาดน้ำฟ้า กระบวนการเกิดหิน วัฏจักรหิน การใช้ประโยชน์หินและแร่ การเกิดซากดึกดำบรรพ์ การเกิดลมบก ลมทะเล มรสุม ลักษณะและผลกระทบของภัยธรรมชาติ ธรณีพิบัติภัย การเกิดและผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจก

- ❖ ค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพและประเมินความน่าเชื่อถือ ตัดสินใจเลือกข้อมูลใช้ เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการทำงานร่วมกัน เข้าใจ สิทธิและหน้าที่ของตน เคารพสิทธิของผู้อื่น
- ❖ ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ตามที่กำหนดให้หรือตามความ สนใจ คัดคะเนคำตอบหลายแนวทางสร้างสมมติฐานที่สอดคล้องกับคำถามหรือปัญหาที่จะสำรวจ ตรวจสอบ วางแผนและสำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และเทคโนโลยีสารสนเทศที่ เหมาะสมในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ
- ❖ วิเคราะห์ข้อมูล ลงความเห็น และสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ตรวจสอบในรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบได้อย่างมีเหตุผลและ หลักฐานอ้างอิง
- ❖ แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น ในสิ่งที่จะเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะ ศึกษาตามความสนใจของตนเอง แสดงความคิดเห็นของตนเอง ยอมรับในข้อมูลที่มีหลักฐานอ้างอิง และรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น
- ❖ แสดงความรับผิดชอบด้วยการทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างมุ่งมั่น รอบคอบ ประหยัด ซื่อสัตย์ จงงานลู่วางเป็นผลสำเร็จ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์
- ❖ ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ใช้ความรู้และกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้นและ ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ
- ❖ แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้ การดูแลรักษาทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า

2.1.2 สาระ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดชั้นปี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลางและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับ สิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากรปัญหาและผลกระทบที่มีต่อ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหา สิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ป.5	ว 1.1 ป 5/1 บรรยาย โครงสร้างและลักษณะของ สิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับการ ดำรงชีวิตซึ่งเป็นผลมาจาก การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตใน แต่ละแหล่งที่อยู่	- สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์มีโครงสร้าง และลักษณะ ที่เหมาะสมในแต่ละ แหล่งที่อยู่ ซึ่งเป็นผลมาจากการ ปรับตัวของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้ดำรงชีวิต และอยู่รอดได้ในแต่ละแหล่งที่อยู่ เช่น ผักตบชวามีช่องอากาศในก้านใบ ช่วยให้ลอยน้ำได้ ต้นโกงกางที่ขึ้นอยู่ ใน ป่าชายเลนมีรากค้ำจุนทำให้ลำต้น ไม่ล้ม ปลาหมึกช่วยในการเคลื่อนที่ ในน้ำ	-
	ว 1.1 ป 5/2 อธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และ ความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งมีชีวิตกับ	- ในแหล่งที่อยู่หนึ่ง ๆ สิ่งมีชีวิตจะมี ความสัมพันธ์ ซึ่งกันและกันและ สัมพันธ์กับสิ่งไม่มีชีวิต เพื่อประโยชน์ ต่อการดำรงชีวิต เช่น ความสัมพันธ์ กัน ด้านการกินกันเป็นอาหาร เป็น	- สิ่งมีชีวิตที่พบใน โรงเรียน และ บริเวณต่าง ๆ เช่น ป่าชายเลน เป็นต้น
	ว 1.1 ป 5/3 เขียนชื่ออาหาร และระบุบทบาทหน้าที่ของ สิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้ผลิตและ ผู้บริโภคในโซ่อาหาร	แหล่งที่อยู่อาศัย หลบภัยและเลี้ยงดู ลูกอ่อน ใช้อากาศในการหายใจ - สิ่งมีชีวิตมีการกินกันเป็นอาหารโดย กินต่อกัน เป็นทอด ๆ ในรูปแบบของ	
	ว 1.1 ป 5/4 ตระหนักใน คุณค่าของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อ การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต โดยมีส่วนร่วม ในการดูแล รักษาสิ่งแวดล้อม	โซ่อาหารทำให้สามารถระบุบทบาท หน้าที่ของสิ่งมีชีวิตเป็นผู้ผลิตและ ผู้บริโภค	

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารผ่าน
เซลล์ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน

ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กันรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
-	-	-	-

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรมการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ป.5	ว 1.2 ป 5/1 อธิบายลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่ลูกของพืช สัตว์ และมนุษย์	- สิ่งมีชีวิตทั้งพืช สัตว์ และมนุษย์ เมื่อโตเต็มที่จะมีการสืบพันธุ์เพื่อเพิ่มจำนวนและดำรงพันธุ์ โดยลูกที่เกิดมา จะได้รับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากพ่อแม่ทำให้มีลักษณะทางพันธุกรรมที่เฉพาะแตกต่างจากสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น	ศึกษาลักษณะการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของตนเองและครอบครัว
	ว 1.2 ป 5/2 แสดงความอยากรู้อยากเห็นโดยการถามคำถามเกี่ยวกับลักษณะที่คล้ายคลึงกันของตนเองกับพ่อแม่	- พืชมีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เช่น ลักษณะของใบ สีดอก - สัตว์มีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เช่น สีขน ลักษณะของขน ลักษณะของหู - มนุษย์มีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เช่น เชิงผมที่หน้าผาก ลักยิ้ม ลักษณะหนังตา การห่อลิ้น ลักษณะของติ่งหู	

2.1.3 คำอธิบายและโครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ว15101 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เวลา 120 ชั่วโมง

ศึกษาวิเคราะห์ โครงสร้างและลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตซึ่งเป็นผลมาจากการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตในแต่ละแหล่งที่อยู่ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต เพื่อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต โข่อาหาร บทบาทหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้ผลิตและผู้บริโภคในโซ่อาหาร คุณค่าของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต มีส่วนร่วมในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่ลูกของพืช สัตว์ และมนุษย์ ลักษณะที่คล้ายคลึงกันของตนเองกับพ่อแม่ การเปลี่ยนแปลงของสสาร เมื่อทำให้สสารร้อนขึ้นหรือเย็นลง การละลายของสสารในน้ำ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ เช่น การหลอมเหลว การกลายเป็นไอการละลาย และการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้ เช่น การเผาไหม้ การเกิดสนิม วิธีการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุในกรณีที่วัตถุอยู่นิ่ง แผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ เครื่องซึ่งสปริงในการวัดแรงที่กระทำต่อวัตถุ ผลของแรงเสียดทานที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ แผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ การได้ยินเสียงผ่านตัวกลางที่เป็นของแข็งของเหลว หรืออากาศ ลักษณะและการเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ ลักษณะและการเกิดเสียงดัง เสียงค่อย การวัดระดับเสียงโดยใช้เครื่องมือวัดระดับเสียง คุณค่าของความรู้เรื่องระดับเสียง การหลีกเลี่ยงและลดมลพิษทางเสียง ความแตกต่างของดาวเคราะห์และดาวฤกษ์จากแบบจำลอง แผนที่ดาวระบุตำแหน่งและเส้นทางการขึ้นและตกของกลุ่มดาวฤกษ์บนท้องฟ้า แบบรูปเส้นทางการขึ้นและตกของกลุ่มดาวฤกษ์บนท้องฟ้าในรอบปี ปริมาณน้ำในแต่ละแหล่ง และปริมาณน้ำที่มนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จากข้อมูลที่รวบรวมได้ในท้องถิ่น คุณค่าของน้ำ แนวทางการใช้น้ำอย่างประหยัดและการอนุรักษ์น้ำ อุทกภัยในจังหวัดพิจิตร แบบจำลองที่อธิบายการหมุนเวียนของน้ำในวัฏจักรน้ำ กระบวนการเกิดเมฆ หมอก น้ำค้าง และน้ำค้างแข็งจากแบบจำลอง กระบวนการเกิดฝน หิมะ และลูกเห็บ การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา การอธิบายการทำงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์จากปัญหาง่าย ๆ ออกแบบ และเขียนโปรแกรมที่มีการใช้เหตุผลเชิงตรรกะอย่างง่าย ตรวจสอบข้อผิดพลาดและแก้ไข ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาข้อมูล ติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกัน ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล การรวบรวม การประเมิน และการนำเสนอข้อมูลสารสนเทศตามวัตถุประสงค์โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

อย่างปลอดภัย มีมารยาทเข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของผู้อื่น การแจ้งผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูลหรือบุคคล ที่ไม่เหมาะสม

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการกลุ่ม การใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) และ Augmented Reality (AR) ในการอธิบาย บรรยาย ระบุ ออกแบบการทดลอง บอกแนวทาง เขียนแผนภาพ ใช้แผนที่ดาว สร้างแบบจำลอง รวบรวมข้อมูล จำแนก จัดกลุ่ม เปรียบเทียบ การใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ต และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม สถานะของสสารการเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี แรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ปฏิกิริยาการเคลื่อนที่ที่เกี่ยวข้องกับเสียง ลักษณะดาวฤกษ์ กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลกที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ มีทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทันเทคโนโลยีสารสนเทศมีความคิดอย่างสร้างสรรค์ คิดเชิงนวัตกรรม คิดอย่างมีวิจารณญาณการทำงานเป็นทีม มีคุณธรรมจริยธรรม มีจิตวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และค่านิยมที่เหมาะสม

วิธีวัดและประเมินผล โดยวิธีการสังเกต ทดสอบ ตรวจสอบรายการ สอบถาม ตรวจชิ้นงาน/ผลงาน/รายงาน/บันทึก และแฟ้มผลงานของนักเรียน

มาตรฐาน/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 1.1	ป.5/1, ป.5/2, ป.5/3, ป.5/4
มาตรฐาน ว 1.3	ป.5/1, ป.5/2
มาตรฐาน ว 2.1	ป.5/1, ป.5/2, ป.5/3, ป.5/4
มาตรฐาน ว 2.2	ป.5/1, ป.5/2, ป.5/3, ป.5/4, ป.5/5
มาตรฐาน ว 2.3	ป.5/1, ป.5/2, ป.5/3, ป.5/4 ป.5/4
มาตรฐาน ว 3.1	ป.5/1, ป.5/2
มาตรฐาน ว 3.2	ป.5/1, ป.5/2, ป.5/3, ป.5/4, ป.5/5
มาตรฐาน ว 4.2	ป.5/1, ป.5/2, ป.5/3, ป.5/4, ป.5/5

รวมทั้งหมด 32 ตัวชี้วัด

โครงสร้างเวลาเรียน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รหัสวิชา ว15101
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
หน่วยที่ 5	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต	2
การถ่ายทอด	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต	2
ลักษณะทาง	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 กิจกรรมที่ 1.1 ลักษณะทางพันธุกรรมของพืชมี	2
พันธุกรรม	อะไรบ้าง (1)	
ของสิ่งมีชีวิต	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 กิจกรรมที่ 1.1 ลักษณะทางพันธุกรรมของพืชมี	1
	อะไรบ้าง (2)	
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 กิจกรรมที่ 1.2 ลักษณะทางพันธุกรรมของสัตว์มี	2
	อะไรบ้าง (1)	
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 กิจกรรมที่ 1.2 ลักษณะทางพันธุกรรมของสัตว์มี	1
	อะไรบ้าง (2)	
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 กิจกรรมที่ 1.3 ลักษณะทางพันธุกรรมของคนใน	2
	ครอบครัวเป็นอย่างไร	
	รวม	12

2.2 สื่อนวัตกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น 5 ประเด็น ได้แก่

- 1) ความหมายของ สื่อนวัตกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- 2) ชุดทดลองวิทยาศาสตร์
- 3) ความเป็นจริงเสริม
- 4) ทฤษฎีในการพัฒนาสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้
- 5) แนวทางการประเมิน สื่อนวัตกรรมการเรียนรู้

2.2.1 ความหมายของสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

นวัตกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตรงกับคำภาษาอังกฤษว่า Innovations in science learning ซึ่ง ชวนพบ เอียวสานุรักษ์และ จุริภรณ์เจริญพงศ์ (2560); ทวีศักดิ์จินดานุรักษ์ (2559)

นิยามนวัตกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำแนวคิด การปฏิบัติ รวมถึงสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทั้งในสาระชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ นอกจากนี้ Situmorang et al. (2015); ชวนพบ เอี้ยวสานุรักษ์ และจรีภรณ์ เจริญพงศ์ (2560) อธิบายเพิ่มว่านวัตกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นี้ทำให้นักเรียนระดับ ประถมศึกษาจนถึงระดับมัธยมศึกษาเกิดการเรียนรู้และมีแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ได้ใน ระยะเวลาอันสั้นและมีประสิทธิผลสูงขึ้น จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า นวัตกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นแนวคิดการปฏิบัติกิจกรรม หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อ ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของนักเรียน

ความหมายของสื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตรงกับ คำภาษาอังกฤษว่า Science instructional media ซึ่ง Anyanwu and Alafiatayo (2016); Jamuna and Pankajam (2017); Okpechi and Denwigwe (2017); ทวีศักดิ์จินดานุรักษ์ (2559) ระบุว่า สื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์หมายถึง ทรัพยากร อันได้แก่ อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ วัตถุจริง แบบจำลอง อีกทั้ง Okpechi and Denwigwe (2017); ทวีศักดิ์จินดานุรักษ์ (2559) ได้ให้ความหมาย รวมถึงสื่อกราฟิก สื่อ อิเล็กทรอนิกส์ และสื่อวิธีการที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทั้งใน สาระชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ เพื่อสร้างความเข้าใจในวิชา วิทยาศาสตร์ให้กับ นักเรียนระดับประถมศึกษาจนถึงระดับมัธยมศึกษา จากความหมายที่กล่าวมา ข้างต้นสรุปได้ว่า สื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ หมายถึง สื่อกราฟิก สื่ออิเล็กทรอนิกส์ หรือสื่อ วิธีการ รวมทั้งวัตถุจริง แบบจำลอง และอุปกรณ์ทาง วิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้ในกระบวนการเรียนรู้และใช้ สร้างความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน

2.2.2 ความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality, AR)

การศึกษาประเด็นของความเป็นจริงเสริมประกอบด้วย ความหมายของความเป็นจริงเสริม ขั้นตอนการสร้างความเป็นจริงเสริม และข้อดีและข้อจำกัดของความเป็นจริงเสริม ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ความหมายของความเป็นจริงเสริม ความเป็นจริงเสริมเป็นคำศัพท์ที่ราชบัณฑิตยสภาได้บัญญัติไว้ ซึ่งตรงกับคำ ภาษาอังกฤษว่า Augmented reality, AR ซึ่ง Cerrato et al. (2018); Turan et al. (2018); ญัฐญา นาคะสันต์ และศุภรางค์ เรื่องวานิช (2559); สุรเชษฐ์จันทร์งาม และ พัลลภ พิริยะสุวรรณ (2561) ระบุว่า ความเป็นจริงเสริม หมายถึง เทคโนโลยีที่นำมาช่วยแสดงข้อมูลหรือ เนื้อหาที่สร้างขึ้น ในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง โดยมีการระบุรายละเอียดของสิ่งที่สร้างขึ้นว่าสามารถ แสดงผลซ้อนทับกับโลกแห่งความจริง ทั้งในรูปแบบของภาพนิ่ง ภาพสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว ที่อาจมี ทั้งเสียงประกอบ และไม่มีเสียงประกอบ นอกจากนี้ Cerrato et al. (2018); สุรเชษฐ์จันทร์งาม และ

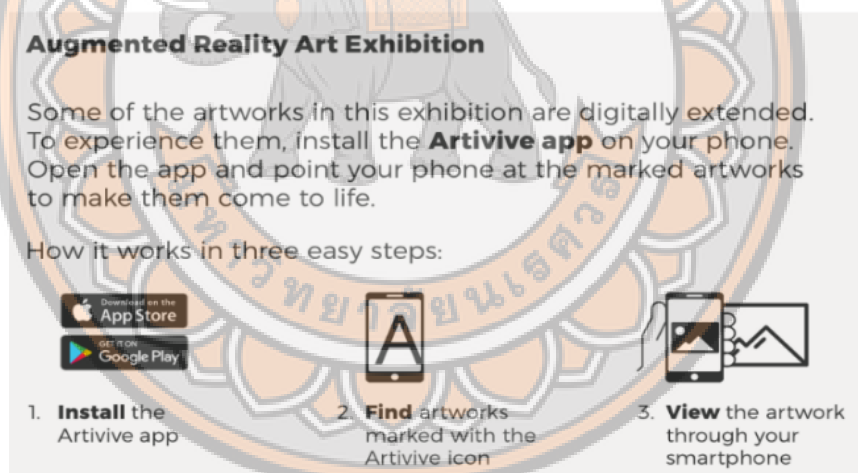
พัลลภ พิริยะสุรวงศ์ (2561) ยังระบุอีกว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมนี้สามารถแสดงผลแบบทันทีด้วยอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความเป็นจริงเสริม หมายถึง เทคโนโลยีที่ผสมผสานโลกแห่งความจริงและโลกเสมือนที่สร้างขึ้นโดยถ่ายทอดด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งไม่สามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัสของมนุษย์โดยตรงและแสดงผลแบบทันที

2. ขั้นตอนการสร้างความเป็นจริงเสริม นักการศึกษาหลายท่านได้ระบุรายละเอียดของขั้นตอนการสร้างความเป็นจริงเสริม ไว้ดังนี้

2.1 ดร.สาลิณี ทิพย์เพ็ง และคณะ (2565) ขั้นตอนการสร้าง AR Marker โดยใช้ ARTIVIVE

1) แนะนำแอปพลิเคชัน ARTIVIVE สำหรับการสร้างเทคโนโลยี AR ซึ่งลักษณะเด่นของแอปพลิเคชันตัวนี้จะเป็นแอปพลิเคชันที่เข้าใจง่าย มีการแนะนำผู้เข้าชมเกี่ยวกับวิธีสัมผัสประสบการณ์ส่วนเสริมความเป็นจริง (AR) ของภาพผลงานหรือนิทรรศการ ซึ่งจัดเป็นวิธีที่สมบูรณ์แบบในการสร้างงานให้ราบรื่น และช่วยให้ประสบความสำเร็จได้ อีกทั้งแอปพลิเคชันสามารถติดตั้งได้สะดวก ดังปรากฏในภาพที่ 1



ภาพ 1 การติดตั้งแอปพลิเคชัน ARTIVIVE

จากภาพดังกล่าว ทางคณะผู้วิจัยได้ออกแบบเทมเพลตเพื่อให้สามารถใช้งานได้ง่ายและช่วยให้ได้รับประโยชน์สูงสุดจากนิทรรศการเทคโนโลยีความจริงเสมือน เทมเพลตของ ARTIVIVE สามารถดาวน์โหลดได้ฟรี และการใช้งานสามารถทำได้โดยง่าย นอกจากนี้การใช้ประโยชน์จากการเล่าเรื่องเพื่อสร้างประสบการณ์เชิงโต้ตอบและเพิ่มประสิทธิภาพการเชื่อมต่อกับผู้รับชมให้ดีขึ้น ที่สำคัญ ARTIVIVE เป็นเครื่องมือที่ใช้งานง่ายและราคาไม่แพง สำหรับการสร้าง Augmented Reality Art ไม่ว่าจะเป็มือใหม่หรือผู้เชี่ยวชาญ ARTIVIVE ในการเริ่มต้นสร้าง สามารถลงทะเบียนสำหรับบัญชี ARTIVIVE ซึ่งจะช่วยให้เข้าถึงระบบการจัดการเนื้อหาที่เรียกว่า Bridge by ARTIVIVE แอปพลิเคชัน ARTIVIVE จำเป็นต้องมีการลงทะเบียน ดังปรากฏในภาพ 2


GET YOUR FREE ACCOUNT TODAY!

FULL NAME* _____

EMAIL* _____

DIGITAL PORTFOLIO / COMPANY WEBSITE*
provide a link to your artworks, instagram. _____

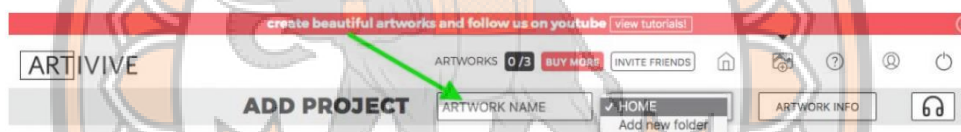
PLEASE VERIFY YOUR REQUEST*

ฉันไม่ใช่มนุษย์  reCAPTCHA
ขอมูลส่วนบุคคล - ขอดำเนินการ

LET'S DO THIS

ภาพ 2 ขั้นตอนการสมัครเพื่อเข้าใช้แอปพลิเคชัน ARTIVIVE

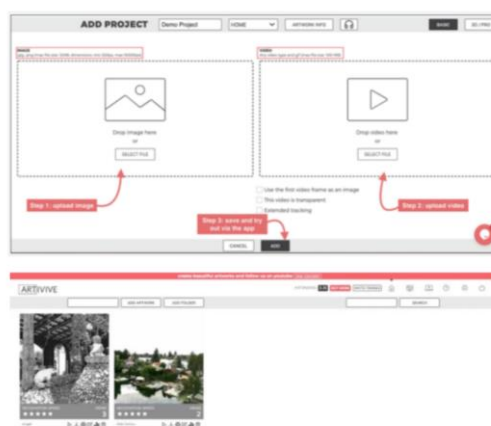
การสร้าง Augmented Reality Art ด้วย ARTIVIVE ทำได้ง่ายและรวดเร็ว หากเปิดบัญชี Bridge และคลิกไอคอน “เพิ่มอาร์ตเวิร์ค” (ระหว่างปุ่มโฮมกับปุ่มคำถามที่พบบ่อย) ที่มุมบนขวา จะถูกเปลี่ยนเส้นทางไปยังโหมดพื้นฐานโดยอัตโนมัติดังปรากฏในภาพที่ 3



ภาพ 3 การเพิ่มอาร์ตเวิร์ค

จากนั้นสามารถดำเนินการสร้างงานศิลปะ AR ซึ่งใช้เวลาเพียง 3 ขั้นตอน

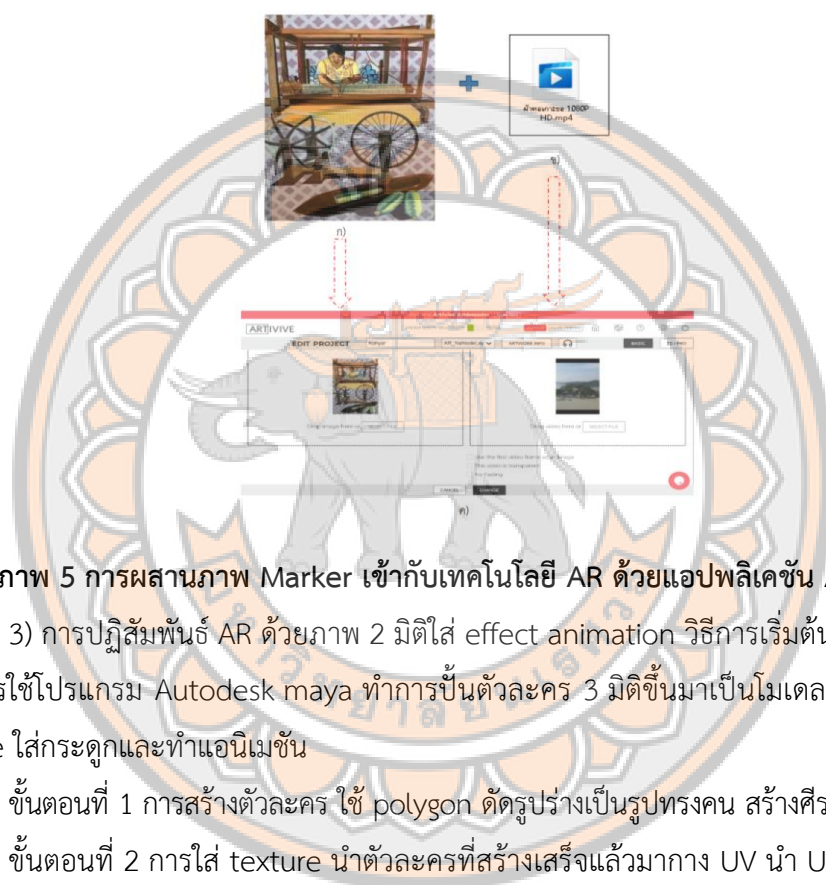
- 1) ทางด้านซ้ายมือคือกล่องที่สามารถลากและวางหรืออัปโหลดรูปภาพ Marker ที่ต้องการได้
- 2) ทางด้านขวามือคือกล่องที่สามารถลากและวางหรืออัปโหลดวิดีโอที่ต้องการให้เล่นได้
- 3) เมื่ออัปโหลดรูปภาพและวิดีโอแล้ว เพียงคลิกปุ่ม "เพิ่ม" และปล่อยให้แพลตฟอร์มจัดการในอีกสักครู่ โปรเจกต์จะถูกบันทึกไว้ในโฮมเพจ



ภาพ 4 การสร้าง Augmented Reality Art ด้วย ARTIVIVE

2) การผสมผสานวิดีโอเข้ากับภาพ marker

2.1) เกาะยอ การผสมผสานสื่อวิดีโอเข้ากับภาพ marker ซึ่งการดำเนินงานจะนำภาพ marker มาจาก สถานที่จริงโดยภาพ marker นั้นเป็นภาพวาดฝาผนัง ที่ติดตั้งอยู่บริเวณสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญของพื้นที่ เกาะยอ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักท่องเที่ยวถ่ายภาพเป็นจุดเช็คอิน และเสริมความรู้ด้านข้อมูล การท่องเที่ยวของเกาะยอที่สำคัญเป็นสื่อวิดีโอสั้น ๆ ด้วยการใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) โดยใช้แอปพลิเคชัน ARTIVIVE ผสานทั้งสองสิ่งเข้าด้วยกัน ดังปรากฏในภาพที่ 5



ภาพ 5 การผสมผสานภาพ Marker เข้ากับเทคโนโลยี AR ด้วยแอปพลิเคชัน ARTIVIVE

3) การปฏิสัมพันธ์ AR ด้วยภาพ 2 มิติใส่ effect animation วิธีการเริ่มต้นจากการออกแบบตัวละครใช้โปรแกรม Autodesk maya ทำการปั้นตัวละคร 3 มิติขึ้นมาเป็นโมเดล จากนั้นทำการใส่ texture ใส่กระดูกและทำแอนิเมชัน

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างตัวละคร ใช้ polygon ตัดรูปร่างเป็นรูปทรงคน สร้างศีรษะ สร้างร่างกาย

ขั้นตอนที่ 2 การใส่ texture นำตัวละครที่สร้างเสร็จแล้วมาวาง UV นำ UV ที่วาง ไปลงสีในโปรแกรม photoshop แล้วใส่ UV ลงใน Object ตัวละครนั้น

ขั้นตอนที่ 3 การลงสีจาก material ใช้โปรแกรม maya เลือกตัวละคร เลือก Hypershade และ assign material ให้ Object จากนั้นทำการปรับแต่งค่าต่างให้ตัวละคร

ขั้นตอนที่ 4 การใส่กระดูกหรือการทำให้ตัวละครเคลื่อนไหวได้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้ สร้างกระดูก (joint) ตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย สร้าง Controller เพื่อควบคุมกระดูก ทำการ Bind กระดูก (joint) กับ Object ตัวละครปรับแต่ง (paint weight) ผิวหนังที่เชื่อมกับกระดูกในส่วนที่มีการขยับ เช่น ข้อต่อ ข้อมือ ข้อศอกต่าง ๆ

ขั้นตอนที่ 5 การ Animate เป็นการนำตัวละครที่ใส่กระดูก (rig) แล้วเข้ามาใน scene ปรับตำแหน่ง controller ของส่วนที่จะทำให้เคลื่อนไหว เช่น ส่วนของมือ เท้า สร้าง keyframe ใน time

slider ของโปรแกรม maya เพื่อบันทึกตำแหน่งขยับส่วนอื่น ๆ ที่จำเป็นและบันทึกตำแหน่ง เพื่อให้ได้ท่าทางที่ต้องการ จากนั้นทดสอบด้วยการกดปุ่ม play เพื่อดูการเคลื่อนไหว สามารถปรับแต่งการเคลื่อนไหว โดยใช้ Graph Editor

ขั้นตอนที่ 6 การจัดแสง สร้างแสงที่ต้องการ เช่น directional light, spotlight, area light ปรับแต่งขนาดทิศทาง และค่าต่าง ๆ ของแสงใน attribute editor ทดสอบแสง และเงาให้ได้ตามต้องการ

ขั้นตอนที่ 7 เป็นการ render ภาพ animation ในโปรแกรม maya เลือก render option เลือก renderer ให้เป็น maya software ตั้งค่าขนาดภาพ นามสกุลภาพ ตั้งค่าชนิดการ render เป็นภาพเคลื่อนไหว ทำการ render sequence จะได้เป็นไฟล์ชุดภาพออกมา

ขั้นตอนที่ 8 ทำการตัดต่อโดยใช้โปรแกรม Premier Pro นำไฟล์ภาพที่ได้ import เข้าโปรแกรม premiere Pro การเรียงลำดับ scene ที่ render ตามกำหนด การใส่เสียงพากย์ประกอบ การใส่เสียงดนตรีประกอบตาม plot ที่วางไว้สามารถเพิ่มคำบรรยาย จากนั้น render เป็นไฟล์ video (mp. 4) สำหรับพร้อมนำไปใช้งาน

การสร้างการ์ตูนอนิเมชัน 3D โดยใช้ AI ตามแนวทางของ เพชบุคแพนเพจ ครุณีต้า Extra AI สร้างธุรกิจด้วย AI (2568) สามารถทำตามขั้นตอนได้ ดังนี้

ขั้นตอนการสร้างการ์ตูนอนิเมชัน 3D ด้วย AI

1. สร้างภาพการ์ตูน 3D ด้วย Piclumen AI ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยสร้างตัวละครและฉาก 3D ด้วย AI มีวิธีการ ดังนี้

1. เข้าไปที่ Piclumen AI
2. ป้อนคำอธิบาย (Prompt) ให้ AI สร้างตัวละครที่ต้องการ
3. ปรับแต่งท่าทาง สี และองค์ประกอบของตัวละคร
4. ดาวน์โหลดไฟล์ภาพสำหรับใช้ในวิดีโอ

2. สร้างแอนิเมชันเคลื่อนไหวด้วย Vido และ Kling AI ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยสร้างวิดีโอเคลื่อนไหวจากภาพนิ่ง วิธีใช้ Vido AI มีดังนี้

1. เข้าไปที่ Vido AI
2. อัปโหลดภาพตัวละครจาก Piclumen AI
3. ตั้งค่าการเคลื่อนไหวของตัวละคร เช่น ท่าทางหรือการพูด
4. ดาวน์โหลดวิดีโอแอนิเมชันที่ได้

วิธีใช้ Kling AI มีดังนี้

1. เข้าไปที่ Kling AI
2. ใช้ AI สร้างการเคลื่อนไหวเพิ่มเติมให้ตัวละคร

3. ปรับแต่งรายละเอียดของแอนิเมชัน
 4. บันทึกวิดีโอเพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนถัดไป
3. สร้างเสียงพากย์ด้วย Clipchamp ซึ่งเป็นเครื่องมือสร้างเสียงพูดจากข้อความ (Text-to-Speech, TTS) มีวิธีการ ดังนี้
1. เข้าไปที่ Clipchamp
 2. เลือก Text-to-Speech (TTS)
 3. พิมพ์บทพูดของตัวละครและเลือกเสียง AI ที่ต้องการ
 4. ปรับแต่งโทนเสียง ความเร็ว และสำเนียง
 5. ดาวน์โหลดไฟล์เสียงไปใช้ในการตัดต่อ
4. ตัดต่อวิดีโอด้วย CapCut และ Canva หลังจากได้วิดีโอแอนิเมชันและเสียงพากย์แล้วนำมาตัดต่อให้สมบูรณ์

การใช้ CapCut สำหรับตัดต่อวิดีโอ มีวิธีการ ดังนี้

1. อัปโหลดวิดีโอจาก Vido AI / Kling AI
2. ใส่เสียงพากย์ที่สร้างจาก Clipchamp
3. ปรับแต่งแอนิเมชัน ใส่เอฟเฟกต์เสียง และฟิลเตอร์
4. เพิ่มซับไตเติลเพื่อให้วิดีโอเข้าใจง่ายขึ้น

การใช้ Canva สำหรับออกแบบองค์ประกอบเพิ่มเติม มีวิธีการ ดังนี้

1. สร้างฉากหลังและองค์ประกอบกราฟิก
2. เพิ่มเอฟเฟกต์ภาพและตัวหนังสือ
3. นำองค์ประกอบจาก Canva ไปใส่ใน CapCut

5. ส่งออกและแชร์วิดีโอ

เมื่อเสร็จสิ้นการตัดต่อ ให้เรนเดอร์วิดีโอเป็นความละเอียดสูง แชร์ไปยังแพลตฟอร์มต่าง ๆ เช่น YouTube, TikTok หรือ Facebook

จากขั้นตอนการสร้างความเป็นจริงเสริมที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ขั้นตอนการสร้างความเป็นจริงเสริมผ่านแอปพลิเคชัน ARTIVIVE โดยการใช้เทคโนโลยี AR ซึ่งลักษณะเด่นของแอปพลิเคชันตัวนี้จะเป็นแอปพลิเคชันที่เข้าใจง่าย มีการแนะนำผู้เข้าชมเกี่ยวกับวิธีสัมผัสประสบการณ์ส่วนเสริมความเป็นจริง (AR) ของภาพผลงานหรือนิทรรศการ ซึ่งจัดเป็นวิธีที่สมบูรณ์แบบในการสร้างงานให้ราบรื่น และช่วยให้ประสบความสำเร็จได้ ผู้ใช้งานสามารถทำการออกแบบและพัฒนา Marker เพื่อใช้เป็นรหัสสำหรับแสดงโมเดลหรือวัตถุที่สร้างขึ้น และการพัฒนา AR Marker ดังกล่าว เพื่อแสดงผลและนำไปใช้ผ่านแท็บเล็ตหรือสมาร์ทโฟน โดยการสร้างภาพเคลื่อนไหว หรือสื่อแอนิเมชัน 3D อาจใช้เครื่องมือ AI ได้แก่ Piclumen AI ในการสร้างภาพตัวละครและฉาก 3D การใช้ Vido AI & Kling AI

ทำให้ตัวละครเคลื่อนไหว ใช้ Clipchamp ในการสร้างเสียงพากย์ด้วย AI ใช้ CapCut ในการตัดต่อวิดีโอและใส่เอฟเฟกต์ ใช้ Canva ออกแบบฉากและองค์ประกอบกราฟิก

2.2 ณี ภูษิต ติชเจริญ และคณะ (2557) ระบุว่าขั้นตอนการสร้างความเป็นจริงเสริมประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้ 1) ออกแบบและพัฒนาโมเดลสามมิติ จากการกำหนดหัวข้อและสร้างชิ้นส่วนย่อยของโมเดลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น โปรแกรม Autodesk Maya 2) ออกแบบและพัฒนา Marker โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น โปรแกรม Adobe Photoshop และ 3) การพัฒนาแอปพลิเคชัน ซึ่งใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการพัฒนา เช่น โปรแกรม Unity 3D ร่วมกับเว็บไซต์ Vuforia (www.vuforia.com) เพื่อเชื่อมโยง Marker กับโมเดล โดยใช้แท็บเล็ตหรือสมาร์ทโฟนในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่สามารถอ่านค่า Marker ผ่านกล้องแล้วแสดงผลโมเดลสามมิติที่ตรงกันได้สอดคล้องกับขั้นตอนการสร้างความเป็นจริงเสริมของ พจนศิริรินทร์ ลิ้มปิ่นนันทน์ (2560) ที่ประกอบด้วย 1) ออกแบบและสร้าง Marker โดยใช้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์และเว็บไซต์ Vuforia 2) สร้างการแสดงผลและโมเดล ซึ่งโมเดลที่สร้างมีรูปแบบสามมิติที่มีการเคลื่อนไหว โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์และ 3) เขียนโปรแกรม เพื่อพัฒนา แอปพลิเคชัน และ Syahputra (2017) ระบุขั้นตอนการสร้างความเป็นจริงเสริมไว้ทำนองเดียวกัน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้ 1) วิเคราะห์เนื้อหา โดยการกำหนดโมเดลหรือวัตถุที่ต้องการแสดงและ Marker ที่เปรียบเสมือนรหัสที่เชื่อมโยงกับโมเดลให้สอดคล้องหรือเหมาะสมกับเนื้อหา 2) ออกแบบ และสร้าง Marker โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่ง Marker ที่สร้างมีได้หลายรูปแบบ เช่น QR code รูปภาพหรือสัญลักษณ์ และ 3) ออกแบบและสร้างฉากหลักของเนื้อหา โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในการพัฒนา และใช้แท็บเล็ตหรือสมาร์ทโฟนอ่านค่า Marker ผ่านกล้อง เพื่อแสดงผลโมเดลหรือวัตถุ ที่เชื่อมโยงไว้ จากขั้นตอนการสร้างความเป็นจริงเสริมที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ขั้นตอนการสร้างความเป็นจริงเสริมประกอบไปด้วย การวิเคราะห์เนื้อหา เป็นขั้นตอนกำหนดโมเดลให้ สอดคล้องหรือเหมาะสมกับเนื้อหา หลังจากนั้นจึงนำมาสู่ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาโมเดล เป็นขั้นตอนในการออกแบบและการสร้างวัตถุหรือสิ่งที่ต้องการแสดงผล โดยผ่านการสร้างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หลังจากนั้นทำการออกแบบและพัฒนา Marker เพื่อใช้เป็นรหัสสำหรับแสดงโมเดลหรือ วัตถุที่สร้างขึ้น และการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อแสดงผลและนำไปใช้ผ่านแท็บเล็ตหรือสมาร์ทโฟน

3. ข้อดีและข้อจำกัดของความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR)

ความเป็นจริงเสริมมีข้อดีในประเด็นต่อไปนี้ 1) ช่วยอำนวยความสะดวกในการสังเกตเหตุการณ์ที่ไม่ สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า 2) ช่วยให้แบบเรียนยุคใหม่ข้ามข้อจำกัดของคำว่า สิ่งพิมพ์แบบเดิมจาก ที่รับสารด้วยประสาทตาเพียงอย่างเดียว 3) สามารถสร้างและนำเสนอเนื้อหาได้ตามความต้องการอย่างไม่ยากนัก 4) สามารถประยุกต์ใช้ได้ทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ รวมถึงช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาบทเรียนได้มากขึ้น สามารถเพิ่มแรงจูงใจของนักเรียนและช่วยให้นักเรียนมีทักษะ

การสำรวจที่ดีขึ้น 5) การนำความเป็นจริงเสริมมาใช้ในห้องปฏิบัติการไม่จำเป็นต้องอธิบาย ส่วนประกอบของอุปกรณ์ที่นักเรียนใช้ซึ่งข้อมูลเหล่านี้พร้อมแสดงแบบทันทีและ 6) เพิ่มอิสระในการทำงานให้กับนักเรียน ส่วนข้อจำกัดของความเป็นจริงเสริม ได้แก่ 1) จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น สมาร์ทโฟนหรือ แท็บเล็ต ในการอ่านข้อมูล 2) ต้องใช้พื้นฐานโครงสร้างของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ค่อนข้างเสถียร 3) รวมถึงนักเรียนมักประสบปัญหาทางเทคนิคขณะใช้งาน เพราะอาจซับซ้อนเกินไปสำหรับนักเรียน ดังนั้นจำเป็นต้องใช้เวลาในการบรรยายเพิ่มเติมจากครู เพื่อลดความคลุมเครือและช่วยเหลือนักเรียน

ตาราง 1 แสดงข้อดีและข้อจำกัดของความเป็นจริงเสริม

นักการศึกษา	ข้อดี ของความเป็นจริงเสริม	ข้อจำกัด ของความเป็นจริงเสริม
ณัฐญา นาคะสันต์ และ ศุภ รงค์ เรืองวานิช (2559)	1) สามารถสร้างและนำเสนอ เนื้อหาได้ตามความต้องการ อย่างไม่มียักยัก 2) สามารถนำมาประยุกต์ใช้ใน การเรียนการสอนได้ทุกกลุ่ม สาระการเรียนรู้ 3) ช่วยให้แบบเรียนยุคใหม่ข้าม ข้อจำกัดของคำว่าสิ่งพิมพ์ แบบเดิม ที่รับสารด้วยประสาท ตาเพียงอย่างเดียว 4) ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหา บทเรียนได้มากขึ้น	1) จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ เช่น สมาร์ท โฟน หรือแท็บเล็ต ที่ใช้ในการ อ่านข้อมูล 2) ต้องใช้พื้นฐานโครงสร้างของ ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ ค่อนข้างเสถียร
Akçayır and Akçayır (2017)	1) ช่วยอำนวยความสะดวกใน การสังเกตเหตุการณ์ที่ไม่ สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า 2) สามารถเพิ่มแรงจูงใจของ นักเรียน 3) ช่วยให้นักเรียนมีทักษะ	1) นักเรียนมักประสบปัญหา ทาง เทคนิคขณะใช้งาน 2) อาจซับซ้อนเกินไปสำหรับ นักเรียน 3) จำเป็นต้องใช้เวลาในการ บรรยายเพิ่มเติม เพื่อใช้ความ

นักการศึกษา	ข้อดี ของความเป็นจริงเสริม	ข้อจำกัด ของความเป็นจริงเสริม
	การสำรวจที่ดีขึ้น	เป็นจริงเสริมอย่างมี ประสิทธิภาพ
Martin et al. (2018)	1) การใช้ความเป็นจริงเสริมใน ห้องปฏิบัติการไม่จำเป็นต้อง อธิบายส่วนประกอบของ อุปกรณ์ที่นักเรียนใช้ ซึ่งข้อมูล เหล่านี้พร้อมแสดงแบบทันที 2) การใช้ความเป็นจริงเสริม นำไปสู่ การทำงานของนักเรียน ที่มีอิสระ มากขึ้นใน ห้องปฏิบัติการ	1) การนำความเป็นจริงเสริมมา ใช้ ในการศึกษาจำเป็นต้อง ได้รับ การเสริมด้วยการสื่อสาร กับครู เพื่อลดความคลุมเครือ และ ช่วยเหลือนักเรียน

จากข้อดีและข้อจำกัดของความเป็นจริงเสริมที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความเป็นจริงเสริมมีข้อดีในประเด็นต่อไปนี้ 1) ช่วยอำนวยความสะดวกในการสังเกตเหตุการณ์ที่ไม่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า 2) ช่วยให้แบบเรียนยุคใหม่ข้ามข้อจำกัดของคำจำกัดความแบบเดิมจากที่รับสารด้วยประสาทตาเพียงอย่างเดียว 3) สามารถสร้างและนำเสนอเนื้อหาได้ตามความต้องการอย่างไม่ยากนัก 4) สามารถประยุกต์ใช้ได้ทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ รวมถึงช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาบทเรียนได้มากขึ้น สามารถเพิ่มแรงจูงใจของนักเรียนและช่วยให้นักเรียนมีทักษะ การสำรวจที่ดีขึ้น 5) การนำความเป็นจริงเสริมมาใช้ในห้องปฏิบัติการไม่จำเป็นต้องอธิบายส่วนประกอบของอุปกรณ์ที่นักเรียนใช้ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้พร้อมแสดงแบบทันทีและ 6) เพิ่มอิสระในการทำงานให้กับนักเรียน ส่วนข้อจำกัดของความเป็นจริงเสริมได้แก่ 1) จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น สมาร์ทโฟนหรือ แท็บเล็ต ในการอ่านข้อมูล 2) ต้องใช้พื้นฐานโครงสร้างของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ค่อนข้างเสถียร 3) รวมถึงนักเรียนมักประสบปัญหาทางเทคนิคขณะใช้งาน เพราะอาจซับซ้อนเกินไปสำหรับนักเรียน ดังนั้นจำเป็นต้องใช้เวลาในการบรรยายเพิ่มเติมจากครู เพื่อลดความคลุมเครือและช่วยเหลือนักเรียน

2.2.3 เทคนิคการสอนแบบสืบเสาะ (5Es)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (The 5Es of Inquiry-Based Learning)

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมีเป้าหมายให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการแสวงหา

ค้นคว้า และลงมือปฏิบัติจริงผ่านประสบการณ์ตรง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ภายใต้การ
 อำนวยการของครูผู้สอน (Bybee, 2014)

กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน หรือที่รู้จักกันในชื่อ 5E Model
 ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การสร้างความสนใจ (Engagement), การสำรวจและค้นหา
 (Exploration), การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation), การขยายความรู้ (Elaboration) และการ
 ประเมินผล (Evaluation) ซึ่งเป็นวัฏจักรแห่งการเรียนรู้ที่ต่อเนื่อง ช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์
 และการแก้ปัญหาอย่างมีระบบ (Jobrack, 2020)

1. การสร้างความสนใจ (Engagement)

ในขั้นตอนนี้ ครูผู้สอนจะสร้างสถานการณ์หรือปัญหาที่กระตุ้นความสนใจของผู้เรียนผ่าน
 คำถามหรือกิจกรรมเชิงกระตุ้น เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย และมีแรงจูงใจในการแสวงหา
 ความรู้ โดยครูควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ประสบการณ์เดิมของตนเองเป็นพื้นฐานในการพัฒนาคำถาม
 หรือประเด็นที่จะศึกษา (Bybee, 2014)

2. การสำรวจและค้นหา (Exploration)

ผู้เรียนจะลงมือศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูล และทดลองผ่านวิธีการที่หลากหลาย เช่น การ
 สืบค้นเอกสาร การสังเกต ทดลอง หรือการจำลองสถานการณ์ โดยมีครูเป็นผู้จัดสภาพแวดล้อมและสื่อ
 สนับสนุนที่เหมาะสม (Kaewmanee, Srisenpila, & Worapun, 2024)

3. การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

หลังจากได้รับข้อมูลอย่างเพียงพอแล้ว ผู้เรียนจะวิเคราะห์ แปลผล และสรุปข้อมูลด้วยตนเอง
 โดยสามารถนำเสนอผลลัพธ์ได้หลากหลายรูปแบบ เช่น การอภิปราย การเขียนสรุป การวาด
 ภาพประกอบ หรือการสร้างแบบจำลอง ทั้งนี้ ผู้เรียนจะต้องสามารถอธิบายได้โดยอ้างอิงหลักฐานเชิง
 ประจักษ์และเหตุผลที่เหมาะสม

4. การขยายความรู้ (Elaboration)

ในขั้นนี้ ผู้เรียนจะนำความรู้ที่ได้จากขั้นก่อนหน้ามาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์หรือปัญหาใหม่
 เพื่อขยายความรู้ให้ลึกซึ้งและกว้างขวางมากยิ่งขึ้น โดยการอภิปรายกลุ่มและการตั้งคำถามใหม่ๆ จะ
 ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดต่างๆ และเสริมสร้างการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ (Bybee,
 2014)

5. การประเมินผล (Evaluation)

ขั้นตอนสุดท้ายนี้เป็นการวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ทั้งในด้านความเข้าใจ ความสามารถในการ
 การคิดวิเคราะห์ และการประยุกต์ใช้ความรู้ โดยอาจใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย เช่น การทดสอบ
 การทำโครงการ การประเมินตนเอง หรือการอภิปรายกลุ่ม ซึ่งครูผู้สอนจะมีบทบาทในการสะท้อนกลับ
 (feedback) และส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ได้อย่างต่อเนื่อง (Kaewmanee et al., 2024)

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนนี้ เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการจัดการเรียนการสอนด้าน STEM เนื่องจากสามารถพัฒนาทั้งทักษะทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการตั้งสมมติฐาน การคิดเชิงระบบ และการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ได้ดีกว่ารูปแบบการสอนแบบดั้งเดิม (Jobrack, 2020; Kaewmanee et al., 2024)

2.2.4 ทฤษฎีในการพัฒนาสื่อวัตกรรมการเรียนรู้

การพัฒนาสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้ เป็นการผสมผสานระหว่างสื่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความเป็นจริงเสริมซึ่งจัดเป็นสื่อมัลติมีเดียประเภทหนึ่งโดย ทฤษฎีทางการศึกษาที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ ทฤษฎีการเรียนรู้ทางพุทธิปัญญาของบรูเนอร์ (Cognitive learning theory) ทฤษฎีภาระการทำงานของสมอง (Cognitive load theory) และทฤษฎี การเรียนรู้ผ่านสื่อมัลติมีเดีย (Cognitive theory of multimedia learning) ซึ่งแต่ละทฤษฎีมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ทฤษฎีการเรียนรู้ทางพุทธิปัญญาของบรูเนอร์ (Cognitive learning theory) Bruner (1964) ระบุถึงการทำงานของปัญญาหรือสมองของมนุษย์ โดยบรูเนอร์เชื่อว่าเทคโนโลยีสามารถช่วยให้มนุษย์เติบโตขึ้น เพื่อจัดการลักษณะของสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อนจากการสร้างแบบจำลองผ่านการกระทำ จินตนาการ และภาษาหรือสัญลักษณ์ และยังเชื่อว่าการกระทำของมนุษย์ที่เป็นระบบเป็นลำดับไว้สามารถแก้ปัญหาที่เฉพาะโดยใช้หน่วยข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ได้ บรูเนอร์ยังกล่าวอีกว่าสิ่งที่สำคัญที่สุดในการทำงานของปัญญา คือ หน่วยความจำ ซึ่งไม่ได้เป็นแหล่งเก็บประสบการณ์ที่ผ่านมา แต่เป็นการดึงสิ่งที่เกี่ยวข้องในรูปแบบที่ใช้งานได้บางส่วนขึ้นอยู่กับวิธีการเข้ารหัสและประมวลผลประสบการณ์ที่ผ่านมา เพื่อนำมาใช้งานเมื่อจำเป็นต้องใช้ทันทีซึ่งผลลัพธ์จากการเข้ารหัสและประมวลผล เรียกว่า ตัวแทน (Representation) บรูเนอร์ได้เสนอการเป็นตัวแทนที่กล่าวมาข้างต้นใน 3 ลักษณะ ดังนี้

- 1) การเป็นตัวแทนจากการกระทำ (Enactive representation) เป็นกระบวนการที่แสดงถึงเหตุการณ์ในอดีตผ่านการตอบสนองด้วยการกระทำเป็นหลัก เพราะการกระทำอาจทำให้นักเรียนเข้าใจได้ดีกว่าการอธิบายด้วยคำพูด ตัวอย่าง การขี่จักรยาน การผูกเงื่อน การขับรถ ซึ่งเป็นตัวแทนกล้ำเนื้อของเราเช่นเดียวกับการศึกษาที่อธิบายถึงการเป็นตัวแทนจากการกระทำของเพียเจต์ (Piaget) จากพฤติกรรมของเด็ก ๆ ที่นอนอยู่ในเปลและเขย่ากระดิ่งเล่น ขณะที่เด็กเขย่ากระดิ่งบังเอิญทำกระดิ่งตกลงด้านข้างเปล เด็กจะหยุดชั่วขณะแล้วยกมือขึ้นดู เด็กทำท่าประหลาดใจ และเขย่ามือเล่นต่อไป การที่เด็กเขย่ามือต่อไปนั้นโดยที่ไม่มีกระดิ่ง เพราะเด็กคิดว่ามือนั้นคือกระดิ่ง และเมื่อเขย่ามือก็จะได้ยินเสียงเหมือนเขย่ากระดิ่ง กล่าวคือ เด็กถ่ายทอดสิ่งของ (กระดิ่ง) ในสถานการณ์ข้างต้นหรือประสบการณ์ด้วยการกระทำตามความหมายของบรูเนอร์

2) การเป็นตัวแทนจากจินตนาการ (Iconic representation) เป็นกระบวนการคิดหรือตัดสินใจสรุปเหตุการณ์จากการใช้ภาพที่เห็นเป็นหลัก เห็นได้จากตัวอย่างการทดลองของบรูเนอร์กับเด็กวัย 5 ปี และ 7 ปี โดยการให้เด็กดูภาพการจัดแก้ว 9 ใบ ต่อจากนั้นหยิบแก้วออกทีละแถวและให้เด็กจัดแก้วใหม่ให้เหมือนเดิม ผลปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่างอายุ 5 และ 7 ปี กล่าวคือเด็ก ๆ ทุกคนประสบความสำเร็จในการแทนที่แก้วให้เหมือนเดิม แต่ในการเรียงนั้นเด็กที่มีอายุมากกว่าจะจัดได้เร็วกว่าและอีกหนึ่งสถานการณ์ที่บรูเนอร์ทดลองคือ ให้เด็กเรียงแก้วสลับโดยให้เริ่มจากใบใหญ่ให้อยู่ทางซ้ายมือ ผลปรากฏว่า ความแตกต่างระหว่างเด็ก 2 วัยนี้คือ เด็กวัย 5 ปี เริ่มต้นอย่างถูกต้อง แต่ไม่สามารถจัดเรียงต่อได้ ในที่สุดเด็กจัดออกมาเหมือนแบบที่ให้เด็กดูตั้งแต่แรก ส่วนเด็กวัย 7 ปี นั้น สามารถเรียงแก้วสลับได้อย่างถูกต้อง บรูเนอร์จึงสรุปว่าการเกิดภาพในจินตนาการแสดงให้เห็นความเข้าใจที่เพิ่มขึ้นตามอายุ

3) การเป็นตัวแทนจากสัญลักษณ์ (Symbolic representation) เป็นกระบวนการที่สามารถถ่ายทอดประสบการณ์ของตนให้ผู้อื่นทราบได้โดยการใช้ภาษาในรูปแบบของถ้อยคำเป็นหลัก ตัวอย่าง Philadelphia เป็นของลาเวนเดอร์ในตู้เสื้อผ้าลินินของยาย หรือ $(x + 2)^2 = x^2 + 4x + 4 = x(x + 4) + 4$ ซึ่งภาษาเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความคิดและถือว่าเป็นพัฒนาการทางด้านความรู้และความเข้าใจขั้นสูงสุด

จากทฤษฎีการเรียนรู้ทางพุทธิปัญญาของบรูเนอร์สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรม Augmented Reality (AR) วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ดังนี้ National Research Council (2006) สรุปไว้ว่า บรูเนอร์แนะนำให้นักเรียนเป็นนักแก้ปัญหาที่กระตือรือร้น พร้อมจะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง และกล่าวอีกว่านักเรียนไม่ควรได้รับการสอนข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ที่แยกออกจากกัน แต่ควรช่วยให้นักเรียนค้นพบโครงสร้าง แนวคิดหรือทฤษฎีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นการสนับสนุนให้เห็นถึงความสำคัญกับกิจกรรมของการลงมือปฏิบัติ ชุดทดลองวิทยาศาสตร์จึงถูกนำมาใช้ในการจำลองการปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการจริงและช่วยนักเรียนให้มีโอกาสเลือกและค้นพบสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ด้วยตนเอง ลักษณะของชุดทดลองวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพควรทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติเรียนรู้ด้วยภาพ และเรียนรู้ด้วยภาษาหรือสัญลักษณ์ ซึ่งลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้จะเป็นสิ่งที่พัฒนากระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน โดยเฉพาะในด้านพุทธิปัญญาตามทฤษฎีการเรียนรู้ทางพุทธิปัญญาของบรูเนอร์

2. ทฤษฎีภาระการทำงานของสมอง (Cognitive load theory) Sweller (2011) อธิบายว่าทฤษฎีภาระการทำงานของสมอง (Cognitive load theory) เป็นทฤษฎีที่ใช้อธิบายเกี่ยวกับความเข้าใจของมนุษย์โครงสร้างทางปัญญาของมนุษย์ (Cognitive architecture) เพื่อสร้างผลของการทดลองและการเรียนการสอน ซึ่งผลที่เกิดขึ้นจะแสดงให้เห็นเมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีการเรียนการสอนแบบใหม่กับวิธีการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมหากวิธีการเรียนการสอนใหม่ช่วยให้การเรียนรู้ของนักเรียนง่ายขึ้นโดยพิจารณาจากผลสอบซึ่งเป็นผลมาจากความรู้ด้านการรับรู้ของมนุษย์ วิธีการเรียน

การสอนใหม่นี้อาจเป็นตัวเลือกสำหรับนักออกแบบการเรียนการสอนและครูทฤษฎีภาระการทำงาน ของสมองไม่ได้มีลักษณะเฉพาะในการใช้การรับรู้ของมนุษย์ในการสร้างวิธีการเรียนการสอนแต่เป็นอีก หนึ่งทางเลือกในการออกแบบการเรียนการสอน คือ การใช้โครงสร้างทางปัญญา เช่น หน่วยความจำ ในช่วงทำงานอยู่ (Working memory) และหน่วยความจำระยะยาว (Long-term memory) ซึ่ง โครงสร้างทางปัญญาเหล่านี้มีผลกระทบอย่าง มากต่อการเรียนการสอนแต่มีข้อจำกัดของ หน่วยความจำในช่วงทำงานอยู่ ซึ่งเป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพการออกแบบการเรียนการสอน ขณะที่สมองกำลังทำความเข้าใจข้อมูลใหม่นั้น จะมีการระลึกหรือเรียกข้อมูลเก่าในหน่วยความจำระยะ ยาวโดยหน่วยความจำระยะยาวมีการเก็บความจำที่ไม่จำกัดซึ่งหากการรับข้อมูลใหม่ ๆ เข้ามาทำให้ หน่วยความจำในช่วงทำงานอยู่ได้รับข้อมูลจำนวนมากเกินหรือข้อมูลที่รับเข้ามาไม่สัมพันธ์กับข้อมูล เดิมที่มีอยู่ในหน่วยความจำระยะยาวจะเกิดภาวะที่หนักเกินไป (Overload) หรือเกินความสามารถ สมองจะทำความเข้าใจในข้อมูลใหม่ที่รับมา Sweller (2011) อธิบายว่า ข้อมูลจะแตกต่างกันไปตาม ปริมาณที่ใช้ในหน่วยความจำในช่วงใช้งานอยู่ ซึ่งข้อมูลนี้มี 2 แหล่งที่เป็นพื้นฐานของภาระการทำงาน ของสมอง ข้อมูลบางอย่างกำหนดภาระการทำงานของสมองอย่างหนัก (Heavy cognitive load) เพราะเกิดจากลักษณะที่แท้จริงของข้อมูลนั้น ภาระในลักษณะนี้ถูกเรียกว่า ภาระภายใน (Intrinsic cognitive load) ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยการเปลี่ยนสิ่งที่เรียนรู้หรือโดยการเปลี่ยนระดับ ความรู้ของนักเรียน แต่ถ้าภาระการทำงานของสมองอย่างหนักไม่ได้เกิดจากธรรมชาติที่แท้จริงของ ข้อมูลแต่เป็นเพราะวิธีการนำเสนอข้อมูลภาระนั้น เรียกว่า ภาระภายนอก (Extraneous cognitive load) ซึ่งสามารถลดได้โดยการเปลี่ยนวิธีการเรียนการสอนหรือวิธีการนำเสนอข้อมูล

ภาระภายใน หมายถึง ภาระการทำงานหนักของสมองที่เกิดจากความซับซ้อนของความรู้หรือ ข้อมูลที่จะได้รับโดยไม่ต้องอ้างอิงถึงวิธีการที่ได้รับความรู้หรือข้อมูลนั้น และไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ นอกเหนือจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งที่เรียนรู้หรือระดับความเชี่ยวชาญของนักเรียน ตัวอย่างเช่น พิจารณานักเรียนที่ต้องเรียนรู้สัญลักษณ์ทางเคมี ซึ่งมีสัญลักษณ์มากมายและสัญลักษณ์ แต่ละแบบ สามารถเรียนรู้ได้โดยเป็นอิสระจากสัญลักษณ์อื่น ๆ เช่น นักเรียนสามารถเรียนรู้ว่า Cu เป็นสัญลักษณ์ ของทองแดง โดยไม่มีการอ้างอิงถึงสัญลักษณ์ของเหล็กคือ Fe อย่างไรก็ตาม ในสถานการณ์นี้แสดงถึง ภาระภายในที่ไม่ได้มากเกินไปจึงยังไม่ส่งผลต่อหน่วยความจำในช่วงทำงานอยู่มากนัก ในทางตรงกันข้ามถ้าข้อมูลที่มีองค์ประกอบมาก ๆ ทำให้มีหน่วยความจำในช่วงทำงานอยู่เกิดภาวะที่หนักเนื่องจาก ได้รับภาระภายในสูง ตัวอย่างเช่น การเรียนรู้ที่จะสร้างความสมดุลสมการทางเคมีจำเป็นต้องพิจารณา องค์ประกอบจำนวนมากของข้อมูลในหน่วยความจำในช่วงทำงานอยู่พร้อมกัน ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งผลต่อ การเรียนรู้ของนักเรียน ภาระภายนอก หมายถึง ภาระการทำงานหนักของสมองที่เกิดวิธีการนำเสนอ ข้อมูล หรือวิธีการสอน วิธีการอธิบายของครู เช่น การใช้คำศัพท์เทคนิคมากเกินไปโดยขาดการอธิบาย ที่ชัดเจน การใช้วิธีสอนที่ไม่เหมาะกับธรรมชาติของเนื้อหา สิ่งเหล่านี้ส่งผลให้เกิดภาระการทำงานหนัก

ของสมองที่รับกวนการเรียนรู้อย่างยิ่ง ภาวะภายนอกสามารถลดลงได้จากการออกแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับลักษณะของนักเรียน เช่น ปรับเปลี่ยนวิธีสอน การใช้สื่อการสอน จากทฤษฎีภาระการทำงานของสมองที่อธิบายว่าภาวะภายในไม่สามารถลดลงได้ แต่ภาวะภายนอกสามารถลดได้ด้วยการออกแบบสื่อที่เหมาะสมและมีการนำเสนอที่ดี มีการแบ่งส่วนการนำเสนอเป็นขั้น ๆ ไม่เร็วจนเกินไป สามารถทำให้ภาระการทำงานของสมองลดลง และสมอง สามารถนำหน่วยความจำในช่วงทำงานอยู่ในส่วนที่เหลือไปช่วยในการเรียนรู้ส่วนอื่น ๆ ต่อไป ส่งผลให้ประสิทธิภาพการเรียนรู้ของนักเรียนดีขึ้น ดังที่กอบเกียรติสระอุบล และ พัลลภ พิริยะสุรวงศ์ (2557) อธิบายว่า สื่อการเรียนรู้ที่สามารถช่วยลดภาระการทำงานของสมองมีหลายรูปแบบด้วยกัน ส่วนใหญ่จะออกแบบให้มีลักษณะเป็นสื่อมัลติมีเดีย เพื่อให้นักเรียนรับข้อมูลผ่านประสาทสัมผัสทางตา หูรวมถึงการสัมผัสหรือมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ ตัวอย่างสื่อการเรียนรู้ เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ความเป็นจริงเสมือน หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้นในการพัฒนาสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ ชีวิตวิทยาในงานวิจัยนี้ ต้องคำนึงถึงการออกแบบสื่อ รวมไปถึงวิธีการนำเสนอ เพราะสามารถลดภาระภายนอกได้ เมื่อออกแบบสื่อได้เหมาะสม จะทำให้ภาระการทำงานของสมองของนักเรียนโดยรวมลดลง ซึ่งสามารถทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพได้

3. ทฤษฎีการเรียนรู้ผ่านสื่อมัลติมีเดีย (Cognitive theory of multimedia learning) Mayer (2009) อธิบายว่า ทฤษฎีการเรียนรู้ผ่านสื่อมัลติมีเดียเป็นทฤษฎีที่อธิบายการเรียนรู้ของมนุษย์ จากคำและรูปภาพ ภายใต้สมมติฐาน 3 ประการ ซึ่งรายละเอียดดังนี้

1) สมมติฐานการรับรู้สองช่องทาง (Dual-channel assumption) ระบุว่านักเรียนมีช่องทางสำหรับการประมวลผลข้อมูลทั้งภาพและการได้ยิน ได้แก่ ช่องทางการมองเห็น (Visual/Pictorial channel) และช่องทางการได้ยิน (Auditory/Verbal channel) เมื่อสายตาได้รับข้อมูล เช่น ภาพประกอบ ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์หรือข้อความบนหน้าจอ มนุษย์จะเริ่มต้นด้วยการประมวลผลข้อมูลนั้นในช่องทางการมองเห็นเมื่อได้รับข้อมูล เช่น คำบรรยายหรือเสียงมนุษย์จะเริ่มต้นด้วยการประมวลผลข้อมูลนั้นในช่องทางการได้ยิน แม้ว่าข้อมูลจะเข้าสู่ระบบข้อมูลของมนุษย์ผ่านช่องทางเดียว แต่อาจสามารถแปลงตัวแทนเพื่อประมวลผลในช่องทางอื่นได้ เมื่อมนุษย์เอาใจใส่ความรู้ ความเข้าใจที่เพียงพอ ข้อมูลที่นำเสนอในช่องทางหนึ่งจะถูกแสดงในช่องทางอื่นด้วย ตัวอย่างเช่น ข้อความบนหน้าจออาจถูกประมวลผลในช่องทางการมองเห็นในตอนแรกเนื่องจากมันถูกนำเสนอผ่านสายตา แต่ผู้อ่านที่มีประสบการณ์อาจสามารถแปลงรูปภาพเป็นเสียงซึ่งประมวลผลผ่านช่องทางการได้ยิน

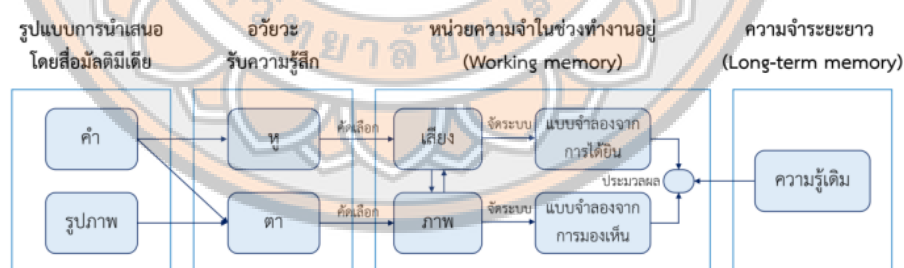
2) สมมติฐานขีดจำกัดในการรับข้อมูล (Limited capacity assumption) ระบุว่า มนุษย์ถูกจำกัดจำนวนข้อมูลที่สามารถประมวลผลได้ในแต่ละช่องทางในครั้งเดียว เมื่อนำเสนอภาพประกอบหรือภาพเคลื่อนไหวมนุษย์สามารถเก็บภาพได้เพียงไม่กี่ภาพในหน่วยความจำในช่วงทำงานอยู่ (Working memory) ในแต่ละครั้ง ทำให้สามารถแสดงเนื้อหาได้บางส่วนแทนที่จะเป็นเนื้อหาทั้งหมด และเมื่อมีการ

นำเสนอคำบรรยาย มนุษย์จะสามารถเก็บความจำเพื่อใช้งานได้เพียงไม่กี่คำในแต่ละครั้ง ไม่สามารถจดจำข้อมูลได้แบบต่อคำ ด้วยข้อจำกัดของความสามารถในการประมวลผลเหล่านี้ จึงทำให้มนุษย์จำเป็นต้องตัดสินใจรับข้อมูลที่เข้ามาเพียงบางอย่าง ไม่สามารถ รับข้อมูลได้ทั้งหมดในคราวเดียว

3) สมมติฐานการประมวลผลที่มีประสิทธิภาพ (Active processing assumption) ระบุว่า มนุษย์มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ เมื่อข้อมูลที่รับเข้ามาจากช่องทางการรับรู้ผ่านเข้าสู่กระบวนการกลั่นกรอง คัดเลือก จัดระบบ และบูรณาการสมองของมนุษย์จะพยายามเพิ่มข้อมูลให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้และเก็บในหน่วยความจำ เพื่อสร้างการเป็นตัวแทนที่สอดคล้องกันของประสบการณ์ในคน ๆ นั้น

Mayer (2009) อธิบายว่าความเข้าใจสื่อมัลติมีเดียมักเกี่ยวข้องกับการสร้าง โครงสร้างความรู้ประเภทใดประเภทหนึ่ง โดยโครงสร้างความรู้พื้นฐานแบ่งเป็น 5 ประเภท คือ กระบวนการการเปรียบเทียบ หลักการทั่วไป การแจกแจง และการจำแนกประเภท

จากสมมติฐาน 3 ประการข้างต้นสามารถสรุปกระบวนการเรียนรู้ผ่านสื่อมัลติมีเดียได้ดังภาพที่ 6 โดยการเรียนรู้ที่มีความหมายที่จะเกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมที่สื่อมัลติมีเดียและนักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งมีกระบวนการดังนี้ นักเรียนจะเรียนรู้ได้ก็ต่อเมื่อสมองทำการคัดเลือก (Selecting) ข้อมูลจากสื่อมัลติมีเดียผ่านช่องทางการมองเห็นและช่องทางการได้ยินเข้ามาจัดระบบ (Organizing) ในความจำระยะสั้นหรือหน่วยความจำในช่วงทำงานอยู่ (Short-term memory หรือ Working memory) ในรูปแบบของตัวแทนและบูรณาการ (Integrating) ตัวแทนนั้นกับความรู้เดิม (Prior knowledge) ในหน่วยความจำระยะยาว



ภาพ 6 กระบวนการเรียนรู้ผ่านสื่อมัลติมีเดีย ดัดแปลงจาก Mayer (2009)

Mayer (2009) อธิบายถึงตัวอย่างกระบวนการการนำเสนอข้อมูล 3 ประเภทที่ถูกประมวลผลในทฤษฎีการเรียนรู้ผ่านสื่อมัลติมีเดีย มีรายละเอียดดังนี้ 1) การนำเสนอข้อมูลด้วยภาพ การนำเสนอภาพหนึ่งหรือภาพเคลื่อนไหวจะสามารถรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสทางตา ซึ่งเหตุการณ์นี้เกิดขึ้นโดยไม่ต้องใช้ความพยายามนักเรียนมากนัก แต่ตอนนี้การประมวลผลทางสมองจะเริ่มต้นขึ้น หากนักเรียนให้ความสนใจกับภาพที่เข้าผ่านตาบางส่วนของภาพจะกลายเป็นตัวแทนในหน่วยความจำในช่วงทำงานอยู่เมื่อฐานของการเก็บภาพเต็มไปด้วยชิ้นส่วนของภาพ การประมวลผลความรู้ความเข้าใจในครั้งต่อไปจะเกี่ยวข้องกับการจัดระบบชิ้นส่วนของภาพเหล่านี้ให้เป็นโครงสร้างที่เชื่อมโยงกัน ซึ่งการจัดระบบ

รูปภาพเป็นการแสดงให้เห็นถึงความรู้ที่เกิดขึ้นเป็นแบบจำลองจากการมองเห็น (แบบจำลองภาพ) ในที่สุดการประมวลผลความรู้ความเข้าใจในหน่วยความจำในช่วงทำงานอยู่จะต้องเชื่อมต่อการเป็นตัวแทนใหม่ที่มีความรู้อื่น ๆ ซึ่งคือการบูรณาการ นอกจากนี้หากนักเรียนสร้างแบบจำลองจากการได้ยินหรือวาจา พวกเขาอาจพยายามเชื่อมต่อกับแบบจำลองรูปภาพภายใต้หน่วยความจำในช่วงทำงานอยู่ 2) การนำเสนอข้อมูลด้วยคำพูด คำบรรยายหรือเสียงจะสามารถรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสทางหูและเก็บไว้ การประมวลผลความรู้ความเข้าใจในหน่วยความจำในช่วงทำงานอยู่สามารถเกิดขึ้นได้ หากนักเรียนให้ความสนใจกับเสียงที่เข้ามาในหูของนักเรียน เสียงที่เข้ามาบางส่วนจะถูกเลือกเพื่อรวมไว้ในฐานของคำที่อยู่ในรูปของเสียง ซึ่งคำในฐานของคำนั้นเป็นขึ้นส่วนที่ไม่เป็นระบบจึงต้องมีการจัดระบบ คือ การสร้างคำเหล่านั้นลงในโครงสร้างที่เชื่อมโยงกัน และสร้างเป็นแบบจำลองทางการได้ยินหรือวาจา ในกระบวนการนี้คำจะเปลี่ยนจากรูปแบบของเสียงเป็นตัวแทนตามความหมายของคำ หรืออาจเชื่อมโยงคำกับรูปภาพเข้าด้วยกัน 3) การนำเสนอข้อมูลด้วยคำที่อยู่ในรูปแบบของการพิมพ์ การประมวลผลความรู้ความเข้าใจของภาพส่วนใหญ่เกิดขึ้นในช่องการมองเห็นในขณะที่การประมวลผลความรู้ความเข้าใจของคำพูดส่วนใหญ่เกิดขึ้นในช่องทางการได้ยินและจากคำที่อยู่ในรูปแบบของการพิมพ์ จะสามารถรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสทางดวงตา และนำมาไว้ในหน่วยความจำในช่วงทำงานอยู่ในฐานของภาพ จากนั้นสามารถนำคำเข้าไปในฐานของคำในรูปแบบเสียง หลังจากนั้นสามารถสร้างแบบจำลองทางการได้ยินหรือวาจาที่สอดคล้องกับฐานเก็บภาพได้ และในที่สุดการประมวลผลความรู้ความเข้าใจในหน่วยความจำในช่วงทำงานอยู่จะต้องเชื่อมต่อกับความรู้อื่น ๆ ที่ดึงมาจากหน่วยความจำระยะยาวซึ่งคือการบูรณาการของความรู้ ในระหว่างการเรียนผ่านสื่อมัลติมีเดีย สมอองของนักเรียนจะเกิดกระบวนการทางปัญญา (Cognitive process) ขึ้น 3 ประเภท ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีภาระการทำงานของสมออง ได้แก่ ภาระภายนอกและภาระภายใน ในการจัดการและควบคุมกระบวนการทางปัญญาแต่ละประเภท Mayer (2009) ได้อธิบายเชื่อมโยงกับหลักการออกแบบสื่อมัลติมีเดีย (Principles of multimedia design) โดยแบ่งหมวดหมู่ตามประเภทของภาระการทำงานของสมอองของ Sweller (2011) แต่ Mayer (2009) ได้เพิ่มเติมภาระการทำงานของสมอองอีกประเภทเรียกว่าภาระอัตโนมัติ (Germane cognitive load) ซึ่งหมายถึง ภาระการทำงานหนักของสมอองที่เกิดจากการประมวลผลระหว่างการเรียนรู้ภายใต้แรงจูงใจของตัวนักเรียนเอง ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียนนั้นอย่างลึกซึ้ง หลักการออกแบบสื่อมัลติมีเดียตามแนวคิดของ Mayer ประกอบไปด้วยหลักการที่มีประโยชน์และสามารถนำไปใช้กับนักเรียนที่มีความรู้เดิมน้อย รวมถึงการใช้สื่อการเรียนรู้ที่มีความซับซ้อนกับนักเรียน เพื่อให้มีนักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ แบ่งเป็น 3 หมวด โดยรายละเอียดแต่ละหมวดมีดังต่อไปนี้ หมวดที่ 1 การลดกระบวนการทางปัญญาภาระภายนอก (Reducing extraneous processing) กระบวนการทางปัญญาภาระภายนอก (Extraneous cognitive process) หรือ ภาระภายนอก เป็นกระบวนการทางปัญญาที่ไม่เกี่ยวข้องกัเป้าหมายของ

การเรียนการสอน ซึ่งเป็นผลมาจากการออกแบบการเรียนการสอนที่ไม่มีประสิทธิภาพ ตัวอย่างเช่น การวางภาพและข้อความที่เกี่ยวข้องกันไว้คนละหน้า ทำให้นักเรียนต้องเปิดกระดาษไปมาหรือพลิกกระดาษไปมา ดังนั้นหลักการ ออกแบบสื่อมัลติมีเดียที่ดีนั้น ควรลดภาระภายนอกให้ได้มากที่สุด โดยการใช้สื่อที่มีประสิทธิภาพ หลักการออกแบบสื่อมัลติมีเดียที่มีประสิทธิภาพและช่วยลดภาระภายนอกได้เป็นอย่างดีมีทั้งหมด 5 หลักการ ดังนี้ 1) หลักการลดกลุ่มก้อน (Coherence principle) ระบุว่า นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีขึ้น เมื่อสื่อมัลติมีเดียใช้เฉพาะภาพ ข้อความ หรือเสียงที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนนั้น ส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องควรตัดออกไป 2) หลักการการเน้นความสำคัญของเรื่อง (Signaling principle) ระบุว่านักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีขึ้น เมื่อสื่อมัลติมีเดียเน้นส่วนสำคัญของเนื้อหา เช่น คำศัพท์ใหม่ สัญลักษณ์ สำคัญ คำแนะนำ คำสั่งต่าง ๆ ภาพที่จำเป็น 3) หลักการการลดความซ้ำซ้อน (Redundancy principle) ระบุว่านักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีขึ้น เมื่อสื่อมัลติมีเดียมีการเล่าเรื่องประกอบภาพ ไม่ควรใช้ข้อความที่เป็นเนื้อหาบรรยายปริมาณมาก ๆ ใส่เข้าไปในสื่อ 4) หลักการความใกล้ชิด (Spatial contiguity principle) ระบุว่านักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีขึ้น เมื่อสื่อมัลติมีเดียนำเสนอภาพและข้อความที่เกี่ยวข้องกันไว้ข้างกันหรือบริเวณใกล้เคียงกัน 5) หลักการการปรากฏต่อเนื่อง (Temporal contiguity principle) ระบุว่านักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีขึ้นเมื่อสื่อมัลติมีเดียนำเสนอภาพและข้อความที่เกี่ยวข้องกันพร้อม ๆ กัน

อย่างต่อเนืองหมวดที่ 2 การจัดการกระบวนการทางปัญญาภาวะภายใน (Managing essential processing) กระบวนการทางปัญญาภาวะจำเป็น (Essential cognitive process) หรือภาวะ ภายใน เป็นกระบวนการทางปัญญาที่จำเป็นต่อนักเรียนเพื่อเป็นตัวแทนสิ่งที่ถูกนำเสนอไว้ตาม เป้าหมายของการนำเสนอ ซึ่งขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของสิ่งนั้น ตัวอย่างเช่น นักเรียนรับชมบทเรียนที่ เนื้อหามีความซับซ้อนผ่านสื่อมัลติมีเดียที่นำเสนอเนื้อหาเร็วเกินไป และสภาวะปริมาณข้อมูลเกิน ขีดจำกัด (Overload) ดังนั้นหลักการออกแบบสื่อมัลติมีเดียที่ดีนั้น ควรมีการจัดการหรือหลีกเลี่ยง สภาวะปริมาณข้อมูลเกินขีดจำกัดจากกระบวนการทางปัญญาภาวะภายใน โดยหลักการออกแบบสื่อ มัลติมีเดียในหมวดนี้มีทั้งหมด 3 หลักการ ดังนี้ 1) หลักการการแบ่งส่วนย่อย (Segmenting principle) ระบุว่า นักเรียนจะ เรียนรู้ได้ดีขึ้น เมื่อสื่อมัลติมีเดียมีการนำเสนอเนื้อหาเป็นส่วนย่อย ๆ ไม่ควรนำเสนอเนื้อหาทั้งหมดพร้อมกัน 2) หลักการการเตรียมก่อนสอน (Pre-training principle) ระบุว่า นักเรียน จะเรียนรู้ได้ดีขึ้น เมื่อสื่อมัลติมีเดียมีการระบุรายละเอียดให้เห็นภาพรวมเนื้อหาทั้งหมดก่อนเริ่มเรียน 3) หลักการการใช้ภาพและเสียงพูด (Modality principle) ระบุว่านักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีขึ้นเมื่อสื่อมัลติมีเดียนำเสนอเนื้อหาด้วยภาพและเสียงบรรยาย ซึ่งดีกว่าการนำเสนอด้วยภาพและข้อความ

หมวดที่ 3 การสนับสนุนกระบวนการทางปัญญาเพื่อการเรียนรู้ในเชิงลึก (Fostering generative processing) กระบวนการทางปัญญาเพื่อการเรียนรู้ในเชิงลึก (Generative cognitive process) หรือภาวะอัตโนมัติเป็นกระบวนการทางปัญญาสำหรับการทำความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง ซึ่งขึ้นอยู่กับแรงจูงใจของนักเรียน เช่น หากนักเรียนรู้สึกต่อต้านหรือไม่สนใจที่

จะทำความเข้าใจบทเรียนที่สื่อนำเสนอกระบวนการทางปัญญาประเภทนี้ก็จะไม่เกิดขึ้นแม้สมองจะมีพื้นที่เหลืออยู่มากพอก็ตาม ซึ่งกระบวนการทางปัญญาเพื่อการเรียนรู้ในเชิงลึกจะทำให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ใหม่ในหน่วยความจำระยะยาว ดังนั้นหลักการออกแบบสื่อมัลติมีเดียที่ดีนั้น ควรก่อให้เกิดกระบวนการทางปัญญาเพื่อการเรียนรู้ในเชิงลึกให้ได้มากที่สุด โดยหลักการออกแบบสื่อมัลติมีเดียในหมวดนี้มีทั้งหมด 4 หลักการ ดังนี้

1) หลักการการใช้สื่อผสม (Multimedia principle) ระบุว่านักเรียนจะเรียนรู้จากข้อความพร้อมกับภาพ ได้ดีกว่าข้อความเพียงอย่างเดียว

2) หลักการการใช้ภาษาสนทนา (Personalization principle) ระบุว่านักเรียนจะเรียนรู้สื่อมัลติมีเดียที่นำเสนอภาษาที่มีรูปแบบใกล้เคียงบทสนทนา (ภาษาพูด) ได้ดีกว่าการใช้ภาษาทางการ

3) หลักการการใช้เสียง (Voice principle) ระบุว่า นักเรียนจะเรียนรู้สื่อมัลติมีเดียที่มีเสียงบรรยายเป็นเสียงมนุษย์ได้ดีกว่าเสียงบรรยายจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์

4) หลักการการใช้รูปภาพ (Image principle) ระบุว่า การใส่ภาพของ ผู้บรรยายเสียงลงในสื่อมัลติมีเดียไม่มีส่วนช่วยทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น ทฤษฎีการเรียนรู้ผ่านสื่อมัลติมีเดีย ได้ระบุหลักการออกแบบสื่อมัลติมีเดียทั้ง 3 หมวด รวม 12 หลักการของ Mayer (2009) ซึ่งเป็นหลักการที่อธิบายถึงลักษณะของสื่อมัลติมีเดียที่ดี และสามารถนำไปใช้ได้ง่ายรวมถึงสามารถพัฒนาการเรียนรู้ทางด้านพุทธิปัญญาของนักเรียน ดังนั้น หลักการออกแบบสื่อมัลติมีเดียดังกล่าวจึงเป็นหลักการที่ถูกนำมาใช้ในการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียที่จะแสดงผ่านความเป็นจริงเสริมที่ผสมผสานกับใบความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของงานวิจัยนี้

4. ทฤษฎีการเรียนรู้แบบประสบการณ์ (Experiential Learning Theory)

ทฤษฎีการเรียนรู้แบบประสบการณ์ (Experiential Learning Theory) ของ David A. Kolb (1984) เป็นแนวคิดที่เน้นว่าการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพเกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนมี ประสบการณ์ตรง (Concrete Experience) และได้ผ่านกระบวนการ สะท้อนคิด (Reflective Observation) สร้างแนวคิดหรือหลักการ (Abstract Conceptualization) และนำไป ทดลองปฏิบัติ (Active Experimentation) ซึ่งเป็นวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4 ขั้นตอน Kolb เชื่อว่าการเรียนรู้ที่ยั่งยืนและลึกซึ้งจะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้ลงมือทำจริงและมีโอกาสเชื่อมโยงประสบการณ์เข้ากับความรู้เดิม ซึ่งเหมาะสมกับการเรียนรู้ในรูปแบบนวัตกรรม เช่น การใช้สื่อความเป็นจริงเสริม ที่เอื้อให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์เสมือนจริงและสะท้อนคิดอย่างมีระบบ (Kolb, 1984)

5. แนวคิดการสร้างองค์ความรู้ (Constructivism)

แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) เป็นแนวคิดที่มุ่งเน้นว่าผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม สื่อ และประสบการณ์ที่ได้รับ แนวคิดนี้มีนักทฤษฎีสำคัญ ได้แก่

- Jean Piaget (1970): มองว่าการเรียนรู้เกิดจากการที่ผู้เรียนสร้างโครงสร้างทางปัญญาขึ้นจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อม และการปรับตัวของโครงสร้างทางความคิด (Schemas) ผ่านกระบวนการ การดูดซึม (Assimilation) และ การปรับเปลี่ยน (Accommodation) เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้ง
- Lev Vygotsky (1978): เน้นว่า ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม และการเรียนรู้ผ่านการช่วยเหลือของผู้อื่น โดยเฉพาะผู้ที่มีความสามารถมากกว่า (More Knowledgeable Other) เป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้ แนวคิดเรื่อง เขตพัฒนาการใกล้เคียง (Zone of Proximal Development: ZPD) ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการจัดกิจกรรมที่อยู่ในระดับที่ผู้เรียนสามารถทำได้เมื่อได้รับการสนับสนุนอย่างเหมาะสม

ทั้งสองแนวคิดนี้สนับสนุนการออกแบบสื่อการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดลอง แสวงหา และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองในสภาพแวดล้อมที่มีความหมาย

6. กรวยแห่งประสบการณ์ของ Dale (Dale's Cone of Experience)

แนวคิดกรวยแห่งประสบการณ์ (Cone of Experience) ของ Edgar Dale (1969) แสดงให้เห็นลำดับของรูปแบบการเรียนรู้จากนามธรรมไปสู่รูปธรรม โดย Dale เชื่อว่า การเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริงหรือการลงมือปฏิบัติ (Direct Purposeful Experiences) จะช่วยให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหาได้ดีที่สุด เมื่อเทียบกับการเรียนรู้ผ่านการฟังบรรยายหรือการอ่านข้อความเพียงอย่างเดียว รูปแบบของสื่อการสอนที่มีลักษณะเป็นมัลติมีเดียแบบผสม เช่น ความเป็นจริงเสริม (AR) จะช่วยให้ผู้เรียนมี ประสบการณ์แบบเสมือนจริง ซึ่งอยู่ในระดับใกล้เคียงกับประสบการณ์ตรงในกรวยของ Dale จึงคาดว่าจะส่งผลต่อการจดจำและการเข้าใจเนื้อหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Dale, 1969)

สรุป การพัฒนาสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้ได้รับอิทธิพลจากแนวคิดและทฤษฎีทางการศึกษาหลายประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทฤษฎีการเรียนรู้แบบประสบการณ์ของ Kolb, แนวคิดการสร้างองค์ความรู้ของ Piaget และ Vygotsky, และ กรวยแห่งประสบการณ์ของ Dale ซึ่งล้วนเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ได้ลงมือปฏิบัติ มีปฏิสัมพันธ์กับสื่อและเนื้อหา และมีโอกาสในการสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านประสบการณ์ที่มีความหมาย ส่งผลให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพและยั่งยืน

2.2.4 แนวทางการประเมินสื่อวัตกรรมการเรียนรู้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการประเมินสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ แบ่งเป็น 2 ประเด็นคือ การประเมินสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ก่อนนำไปทดลองใช้และการประเมินสื่อวัตกรรมการเรียนรู้หลังนำไปทดลองใช้มีรายละเอียดดังนี้

1. การประเมินสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ก่อนนำไปทดลองใช้ การผลิตสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ นั้น ก่อนนำไปทดลองใช้จำเป็นต้องมีการประเมิน เพื่อตรวจสอบว่าสื่อวัตกรรมการเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์หรือไม่ ดังนั้นผู้ผลิตสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ จึงจำเป็นต้องนำสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ไปประเมินเพื่อหาคุณภาพก่อนนำไปทดลองใช้ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีรายละเอียด ดังนี้

Billah and Widiyatmoko (2018); Irwansyah et al. (2017) ศึกษาการพัฒนาสื่อวัตกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยระบุว่า การประเมินสื่อการเรียนรู้เพื่อหาคุณภาพก่อนนำไปทดลองใช้ จำเป็นต้องใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ ได้แก่ การใช้แบบสอบถาม เพื่อนำคะแนนเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์และนำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ และด้านเนื้อหา มาปรับปรุงให้สื่อวัตกรรมการเรียนรู้มีคุณภาพดีขึ้น เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Asikin and Daningsih (2018) ที่มีการประเมินสื่อการเรียนรู้ด้วยแบบสอบถาม ทั้งนี้ได้มีการเพิ่มเติมการใช้แบบสัมภาษณ์ร่วมด้วย เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกจากผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ และสามารถนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ให้มีคุณภาพก่อนนำไปทดลองใช้ กับนักเรียน จาก การศึกษางานวิจัยเหล่านี้สามารถสรุปได้ว่า เครื่องมือที่จำเป็นต่อการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนการ ประเมินสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ก่อนนำไปทดลองใช้ ได้แก่ แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ โดยมี จุดประสงค์เพื่อรายงานค่าคะแนนเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ รวมถึงนำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญไปใช้ พัฒนาสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น

2. การประเมินสื่อวัตกรรมการเรียนรู้หลังนำไปทดลองใช้ตามขั้นตอนของ รัตนะ บัวสนธ์ (2554) ดังนี้

1. การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวหรือแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to one Testing) คือ ทดลองกับผู้เรียน 3 คน โดยเลือกระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ระดับละ 1 คน คำนวณหาประสิทธิภาพ เพื่อศึกษาข้อบกพร่องและนำไปปรับปรุงแก้ไข โดยปกติคะแนนที่ได้จาก การทดลองแบบเดี่ยวจะได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก

2. การทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนามหรือกลุ่มใหญ่ (Field Testing) คือ การ ทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น ควรเลือกห้องเรียนที่ผู้เรียนมีระดับผลการเรียนคละกัน คำนวณหา ประสิทธิภาพและปรับปรุงแก้ไข กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผสมผสานความเป็น

จริงเสริมเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80

2.2.5 แนวทางการหาประสิทธิภาพของสื่อนวัตกรรม

จักรกฤษณ์ จันทะคุณ (2555) ได้กล่าวถึง ประสิทธิภาพ (efficiency) หมายถึง ผลสำเร็จที่พิจารณาในแง่ของเศรษฐศาสตร์ที่มีตัวบ่งชี้ ได้แก่ ความประหยัด หรือคุ่มค่า (ประหยัดต้นทุน ประหยัดทรัพยากร ประหยัดเวลา) ความทันเวลา และมีคุณภาพ (ทั้งกระบวนการ ได้แก่ Input Process และ Output)

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) ได้กล่าวถึง ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงาน เพื่อให้งานมีความสำเร็จโดยใช้เวลา ความพยายาม และค่าใช้จ่ายคุ่มค่าที่ต่ำตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละ ระหว่างปัจจัยนำเข้ากระบวนการและผลลัพธ์ (Ratio between input, process and output) ประสิทธิภาพเน้นการดำเนินการที่ถูกต้องหรือกระทำสิ่งใด ๆ อย่างถูกวิธี (Doing the thing right)

ทริศม์ชญา พิพัฒน์เพ็ญ และคณะ (2557 : 13) ได้กล่าวถึง ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติงานให้เกิดผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ขององค์กรโดยคำนึงถึงความประหยัดทรัพยากรในทุก ๆ ด้านแต่ก่อให้เกิดผลผลิตสูงสุด ประหยัดทั้งเวลา แรงงาน วัสดุสิ่งของและอื่น ๆ

ราชบัณฑิตยสถาน (2557) ได้กล่าวถึง ประสิทธิภาพ efficiency หมายถึง ความสามารถที่ทำให้เกิดผลในการทำงาน ประสิทธิภาพ effectiveness หมายถึง ผลสำเร็จ ผลที่เกิดขึ้น

วชิรวัชร งามละม่อม (2558) ได้กล่าวถึง ประสิทธิภาพ หมายถึง การประเมินผลต่อระบบงานภายในของหน่วยงาน โครงการ นโยบายต่าง ๆ ว่ามีการปฏิบัติงาน และใช้ทรัพยากรเป็นไปตามแนวทางที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าเป็นไปตามแนวทางที่กำหนดไว้ หรือเร็วกว่าที่กำหนด และใช้ทรัพยากรน้อยกว่าที่กำหนดก็ถือว่าการปฏิบัติงานในองค์กรนั้นมีประสิทธิภาพ หากถ้าไม่ตรงตามที่กำหนดไว้ และต้องปฏิบัติงานนานขึ้นหรือสูญเสียทรัพยากรมากขึ้นก็ถือว่าองค์กรนั้นไร้ซึ่งประสิทธิภาพ

จากการศึกษาผู้วิจัย สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง ความสามารถในการทำงานให้เกิดผลความสำเร็จให้บรรลุเป้าหมายหรือบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยเป็นไปตามสิ่งที่คาดหวังหรือกำหนดไว้ โดยคำนึงถึงความทันทันเวลา ประหยัดต้นทุน ประหยัดทรัพยากร ผ่านการตรวจสอบคุณภาพหรือมีคุณภาพตามที่ระบุไว้ (ทั้งกระบวนการ ได้แก่ Input Process และ Output) โดยผลที่เกิดขึ้นจะเป็นเชิงปริมาณ (ตัวเลข)

1. การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม

พิสิษฐ์ ทองงาม (2555) ได้กล่าวถึง ความหมายของประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ดังนี้

ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) หมายถึง ประเมินพฤติกรรมย่อย ๆ จากการทำกิจกรรมของนักเรียนในบทเรียนทุกกิจกรรม (ทุกกรอบ/ข้อ) หรือจากการที่นักเรียนได้อ่านบทเรียนถูกมากน้อยเพียงใดนั่นเอง

ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) หมายถึง การประเมินผลลัพธ์ (Product) ของนักเรียนโดยพิจารณาจากผลการทดสอบหลังเรียน (Post-test) ในการเขียนประสิทธิภาพของนวัตกรรมนั้นมักเขียนในลักษณะของ E_1 / E_2 เช่น 70/70, 80/80, 90/90 เป็นต้น

2. การกำหนดเกณฑ์การหาประสิทธิภาพ

พิสิษฐ์ ทองงาม (2555) ได้กล่าวถึง การกำหนดเกณฑ์ E_1 / E_2 ให้มีค่าเท่าใด ควรกำหนดไว้ก่อนว่าในครั้งนี้จะให้มาตรฐานหรือเกณฑ์มาตรฐานเท่าใด โดยยึดเกณฑ์ในการพิจารณากำหนดเกณฑ์มาตรฐาน ดังนี้

1) เนื้อหาวิชาที่เป็นความรู้ ความจำ ควรตั้งเกณฑ์ให้สูงไว้ คือ 80/80, 85/85, 90/90

- เน้นการวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินก็อาจตั้ง 80/80

- เน้นการนำไปใช้และการวิเคราะห์ก็อาจตั้ง 85/85

- เน้นระดับความจำ และความเข้าใจก็อาจตั้ง 90/90

2) เนื้อหาวิชาที่เป็นทักษะหรือเจตคติ ควรตั้งเกณฑ์ให้ต่ำลงมาเล็กน้อย คือ 70/70, 75/75 แต่อาจตั้งเกณฑ์สูงกว่านี้

ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 เนื่องจากงานวิจัยนี้มุ่งพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่มีลักษณะซับซ้อน เน้นการวิเคราะห์ การสังเคราะห์

3. ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

เมื่อผลิตสื่อการสอนแล้วนำไปหาประสิทธิภาพตามขั้นตอน (รัตนะ บัวสนธ์, 2554) ดังนี้

ตามขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของ รัตนะ บัวสนธ์ (2554) ดังนี้

1) การประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) หมายถึง การนำนวัตกรรมไปทดลองใช้กับบุคคลที่มีคุณลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมาย โดยที่บุคคลดังกล่าวนี้จะคัดเลือกมาจากผู้ที่มีคุณลักษณะเป็นตัวแทนกลุ่มเป้าหมาย 3 คน ได้แก่ ผู้ที่คุณลักษณะสูง ปานกลาง และต่ำ คัดเลือกนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับสูงกว่าค่าเฉลี่ยจำนวน 1 คน นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับปานกลางหรือใกล้กับค่าเฉลี่ยจำนวน 1 คน และคัดเลือกนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยจำนวน 1 คน ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80

2) การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก หมายถึง นำนวัตกรรมที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขจากการประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งมาทดลองใช้กับกลุ่มบุคคลที่มีคุณลักษณะคล้ายกับกลุ่มเป้าหมายที่มีจำนวนมากขึ้น ใช้การประเมินแบบหนึ่งต่อสาม (1:3) ซึ่งหมายถึง ต้องใช้กลุ่มบุคคล

จำนวน 9 คน แบ่งเป็นมีคุณลักษณะสูง 3 คน ปานกลาง 3 คน และต่ำ 3 คน การคำนวณหาประสิทธิภาพและปรับปรุงแก้ไขการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum X$ คือ คะแนนรวมของแบบฝึกหัดหรืองานทั้งหมดที่ได้
 A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหรืองานทั้งหมดรวมกัน
 N คือ จำนวนนักเรียน

$$E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100$$

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum F$ คือ คะแนนรวมแบบทดสอบหลังเรียนทั้งหมดที่ได้
 B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
 N คือ จำนวนนักเรียน

2.3 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ได้มีผู้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

ลิญชิตา บุญเลิศลพ (2563) ได้ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะ ความรู้ความสามารถและประสบการณ์การเรียนรู้ที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอนและเป็นผลให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กัญญภัทสรักษ์ เอกภัทร์ชัยวงษ์ (2564) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรม ความรู้ประสบการณ์ความสามารถเจตคติที่เกิดขึ้นหลังจากที่ได้ทำการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลง ทั้งทางด้านความรู้ทักษะ ประสบการณ์ เจตคติและเป็นสิ่งที่สามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบ

ลลิตา ยะปะดั่ง (2565 ,หน้า 70) ได้ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการวัดความรู้ความเข้าใจ ของนักเรียนที่เกิดจากความสามารถในการเรียน ประสบการณ์จากเรียนที่ผ่านมา

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง ผลลัพธ์ที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงระดับความสามารถในการเรียนรู้ การเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้ และการประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบทต่าง ๆ โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนสอบ หรือผลการประเมินในรูปแบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานทางการศึกษา (Oxford Bibliographies, 2025) ในมุมมองของ Aden (2025) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนยังเป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้ประเมินประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ รวมถึงความสามารถของครูในการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถของนักเรียนในด้านต่างๆ ซึ่งเกิดจากนักเรียนได้รับประสบการณ์จากกระบวนการเรียนการสอนของครู โดยครูต้องศึกษาแนวทางในการวัดและประเมินผล การสร้างเครื่องมือวัดให้มีคุณภาพนั้น

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของนักเรียนว่ามีพฤติกรรมตามจุดมุ่งหมายของการศึกษาที่ตั้งไว้ โดยการใช้แบบทดสอบรูปแบบต่าง ๆ เพื่อวัดพฤติกรรมทางสมองของนักเรียนในด้านความรู้และทักษะ ซึ่งนับได้ว่าเป็นตัวชี้วัดความสำเร็จที่นักเรียนได้รับจากประสบการณ์การเรียนรู้

2.2.2 ความสำคัญของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนถือเป็นตัวชี้วัดสำคัญที่สะท้อนให้เห็นถึงความสามารถของผู้เรียนในการเข้าใจและนำความรู้ไปใช้ได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ยังช่วยให้ครูสามารถวางแผนการสอนให้เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียน และสามารถปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Lam, 2025) การส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนยังส่งผลต่อความมั่นใจในตนเองของผู้เรียน และเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อแรงจูงใจในการเรียนในระยะยาว (Chu et al., 2024)

2.2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถอธิบายได้จากหลายทฤษฎี เช่น

- ทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคม (Social Learning Theory) เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากการสังเกตและเลียนแบบพฤติกรรมของผู้อื่น โดยมีปัจจัยภายในและสิ่งแวดล้อมร่วมกันส่งผลต่อการเรียนรู้ (Research.com, 2023)
- ทฤษฎีความรูสึกี่สามารถของตนเอง (Self-Efficacy Theory) Bandura (1997) เสนอว่าความเชื่อของผู้เรียนที่ว่าตนเองสามารถประสบความสำเร็จในงานการเรียน มีผลต่อการลงมือทำ ความพยายาม และผลสัมฤทธิ์ที่เกิดขึ้น

- ทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ (Constructivist Learning Theory) เชื่อว่าผู้เรียนสร้างความรู้ขึ้นเองจากประสบการณ์ และการมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Piaget, 1977; Vygotsky, 1978)

2.3.4 กระบวนการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต้องเริ่มจากการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่ทำ ทาย ได้ใช้กระบวนการคิด วิเคราะห์ และประยุกต์ความรู้ในสถานการณ์จริง รวมถึงการใช้วิธีการสอนที่หลากหลาย เช่น การเรียนแบบสืบเสาะ การใช้สื่อเทคโนโลยี หรือการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์และสร้างความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง (Marzano, 2003) นอกจากนี้ ครูยังต้อง มีบทบาทในการสร้างแรงจูงใจ สนับสนุน และสะท้อนผลการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดการปรับปรุงตนเองและพัฒนาศักยภาพให้สูงขึ้น (Ormrod, 2012)

2.3.5 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถดำเนินการได้ทั้งแบบการประเมินผลแบบดั้งเดิม เช่น การทดสอบปลายภาค ข้อสอบมาตรฐาน และแบบการประเมินทางเลือก เช่น แฟ้มสะสมงาน รายงาน โครงการ หรือการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ (Nitko & Brookhart, 2013)

การประเมินควรเน้นการวัดทั้งพฤติกรรมด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนในภาพรวม โดยเฉพาะอย่างยิ่งควรเน้นการประเมินแบบต่อเนื่อง เพื่อสะท้อนพัฒนาการของผู้เรียนอย่างแท้จริง (Stiggins, 2005)

จากการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผลลัพธ์ที่สำคัญของกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งสามารถวัดและประเมินได้จากหลายปัจจัย ทั้งด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ การเข้าใจแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องจะช่วยให้ครูและผู้เกี่ยวข้องสามารถพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถบรรลุผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีคุณภาพ

2.4 ความพึงพอใจ

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจสามารถแบ่งเป็น 3 ประเด็น ได้แก่

- 1) ความหมายของความพึงพอใจ
- 2) ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ
- 3) แนวทาง การประเมินความพึงพอใจ มีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจตรงกับภาษาอังกฤษคือ Satisfaction ซึ่ง Collins (2020); Saif (2014) ให้ความหมายของความพึงพอใจ ว่าหมายถึง ความรู้สึกที่แต่ละบุคคลได้รับการตอบสนองต่อความ

ต้องการ นอกจากนี้ Cambridge Dictionary (2020); Weerasinghe and Fernando (2017) อธิบายเพิ่มเติมว่า เป็นความรู้สึกที่แต่ละบุคคลได้รับจากสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกิดจากประสบการณ์การเรียนรู้ การบริการสิ่งที่อำนวยความสะดวก รวมถึงสิ่งที่อยากทำ แล้วส่งผลให้บุคคลนั้นมีความสุข จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ คือ ความรู้สึกของบุคคล ๆ หนึ่งต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกิดจากประสบการณ์การเรียนรู้หรือได้รับสิ่งที่ต้องการหรือได้ทำในสิ่งที่อยากทำแล้วมีความสุข

2.4.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

ทฤษฎี เชื่อมโยง (2561) อธิบายว่า ทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์ (Thorndike's classical connectionism) เป็นทฤษฎีที่เชื่อว่า การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ซึ่งมีหลายรูปแบบบุคคลจะมีการลองผิดลองถูก (Trial and error) ปรับเปลี่ยนไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะพบรูปแบบการตอบสนองที่สามารถให้ผลที่พึงพอใจมากที่สุด เมื่อเกิดการเรียนรู้แล้วบุคคลจะใช้รูปแบบการตอบสนองที่เหมาะสมแบบเดียว และจะพยายามใช้รูปแบบนั้นเชื่อมโยงกับสิ่งเร้าในการเรียนรู้ต่อไปเรื่อย ๆ ซึ่งกฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ สรุปได้ดังนี้ 1) กฎแห่งความพร้อม (Law of readiness) การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีถ้านักเรียนมีความพร้อมทั้งทางร่างกายและจิตใจ 2) กฎแห่งการฝึกหัด (Law of exercise) การฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ ด้วยความเข้าใจจะทำให้การเรียนรู้มั่นคงทนถาวร ถ้าไม่ได้กระทำบ่อย ๆ การเรียนรู้จะไม่คงทนถาวร และในที่สุดอาจลืมได้ 3) กฎแห่งการใช้ (Law of use and disuse) การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองความมั่นคงของการเรียนรู้จะเกิดขึ้น หากได้มีการนำไปใช้บ่อย ๆ หากไม่มีการนำไปใช้อาจมีการลืมเกิดขึ้นได้ และ 4) กฎแห่งผลที่พึงพอใจ (Law of effect) เมื่อบุคคลได้รับผลที่พึงพอใจ ย่อมอยากจะเรียนรู้ต่อไป แต่ถ้าได้รับผลที่ไม่พึงพอใจจะไม่อยากเรียนรู้ ดังนั้นการได้รับผลที่พึงพอใจจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้

2.4.3 แนวทางการประเมินความพึงพอใจ

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ระบุเครื่องมือที่สามารถใช้ประเมินความพึงพอใจ มี รายละเอียดดังต่อไปนี้ Fieger (2012); Richardson (2005) อธิบายว่า การประเมินความพึงพอใจสามารถใช้แบบสำรวจความพึงพอใจ การสัมภาษณ์และการสนทนากลุ่มเป็นเครื่องมือในการประเมินความพึงพอใจได้ ซึ่งการประเมินความพึงพอใจแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของประสบการณ์การเรียนรู้ของคน ๆ นั้นว่า มีความพึงพอใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในระดับใด รวมถึง Fieger (2012); García-Hernández and González-Ramírez (2018); Strachota (2006) ระบุว่า แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการประเมิน ความพึงพอใจเช่นกัน ซึ่งมีองค์ประกอบของคำถามเกี่ยวกับความพึงพอใจ และระดับของความพึงพอใจในคำถามข้อนั้น ๆ เช่น ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ไม่เห็นด้วย เห็นด้วย และเห็นด้วยอย่างยิ่ง ดังนั้นจากแนวทางการประเมินความพึงพอใจที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความพึงพอใจ ได้แก่ แบบสำรวจความพึงพอใจ แบบสอบถามความพึง

พอใจ การสัมภาษณ์และการสนทนากลุ่ม เพื่อแสดงความสำคัญของการเรียนรู้ของคน ๆ นั้นว่า มีความพึงพอใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในระดับใด

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 งานวิจัยในประเทศ

ดุสิต ขาวเหลือง และอภิชาติ อนุกุลเวช (2562) การพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริม เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 1) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ก่อนเรียนและหลังเรียน 2) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน และ 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่มีคะแนนระดับทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูง กลางและต่ำ สาขาวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ของวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จำนวน 90 คน ซึ่งได้มาจากการ สุ่มตัวอย่างแบบง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม จำนวน 5 เรื่อง แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 แผน แบบทดสอบและแบบสอบถาม การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติร้อยละ ค่าเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า 1. ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3. ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่ำ กลาง สูง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ 4. ความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

รัชชานนท์ ดิษเจริญ (2563) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ชีววิทยาผสมผสานความเป็นจริงเสริม เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เพื่อส่งเสริมทัศนคติทางชีววิทยา ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการวิจัยและพัฒนา โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดี เอ็นเอ ที่ส่งเสริมทัศนคติทางชีววิทยา สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ชีววิทยาเรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบ สร้าง และประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 3 นำกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้ และขั้นตอนที่ 4 ประเมินและปรับปรุงสื่อ นวัตกรรมการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดี เอ็นเอ ในรูปแบบการผสมผสานระหว่างความเป็นจริงเสริมและชุดทดลองวิทยาศาสตร์ได้รับการประเมินความเหมาะสมและสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญและนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบเดี่ยวและแบบกลุ่มเล็ก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 (SD = 0.58) 4.26 (SD = 0.59) และ 4.22 (SD = 0.66) ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในระดับเห็นด้วยมากเช่นเดียวกัน คะแนนเฉลี่ยทัศนคติทางชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลังทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าก่อนทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 0.4783 และความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 และครูชีววิทยาที่ผ่านการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.38 (SD = 1.20) และ 4.90 (SD = 0.31) ตามลำดับ จัดอยู่ในระดับพึงพอใจมากและมากที่สุด ตามลำดับ การพัฒนาการเรียนรู้อชีววิทยาผสมผสานความเป็นจริงเสริมเรื่อง เทคโนโลยีทาง ดีเอ็นเอ เพื่อส่งเสริมทัศนคติทางชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

ณัฐวุฒิ ศรีระชา (2563) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนดาราสุมทร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน กลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่ม แบบกลุ่ม จำนวน 44 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 2) แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมีเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา เคมี 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยของคะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบ ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย 2 ค่าจากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน และการทดสอบความ แตกต่างของค่าเฉลี่ยจากกลุ่มตัวอย่างเดียวเมื่อเทียบกับค่าพารามิเตอร์หรือค่าคงที่ของประชากร ผลการวิจัยพบว่า

1) คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอยู่ในระดับระดับมากที่สุด ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้ 1. ข้อเสนอแนะทั่วไป 1.1 ครูผู้สอนจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพิจารณาถึงความพร้อมเกี่ยวกับการจัดสรรอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ให้เพียงพอต่อจำนวนนักเรียน เนื่องจากการจัดการศึกษาด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ผู้เรียนจำเป็นต้องมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น คอมพิวเตอร์พกพา โทรศัพท์มือถือ หรือแท็บเล็ต ที่สามารถใช้งานได้ทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว 1.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนที่สูงขึ้น ครูผู้สอนที่ต้องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนสามารถนำการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวไปใช้ในชั้นเรียนได้ 2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป 2.1 งานวิจัยชิ้นนี้มีการจัดทำวิดีโอปฏิบัติการเพื่อจำลองการทดลองให้นักเรียน สามารถศึกษาวิธีการและผลการทดลองได้ตลอดเวลาในรูปแบบวิดีโอปฏิบัติการที่แทรกอยู่ในหนังสือ อิเล็กทรอนิกส์ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย ประหยัดเวลาและป้องกันอันตรายจากสารเคมี แต่ยังไม่มีการทดลองใช้นวัตกรรมทางการศึกษาอื่นร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จึงควรมีการศึกษาผลของนวัตกรรมอื่นที่แทรกอยู่ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ตัวอย่าง เช่น การใช้เทคโนโลยีภาพเสมือน AR (augmented reality) เพื่อเพิ่มความสนใจการเรียนรู้ ซึ่งอาจทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนมีค่าสูงขึ้น 2.2 ผลการศึกษาคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนแบบบรรยายด้าน พบว่าผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับสูงสุด และการประเมินค่าอยู่ในระดับต่ำสุด แต่ข้อสอบที่ใช้วัดความคิดสร้างสรรค์และการประเมินค่ามีเพียงข้อเดียว อันเป็นผลมาจากการปรับปรุงข้อสอบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จึงไม่สามารถสรุปได้อย่างแน่ชัดว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับสูงสุดและการประเมินค่าอยู่ในระดับต่ำสุด ในงานวิจัยครั้งต่อไปจึงควรที่จะต้องสร้างข้อสอบในการวัดและประเมินผลให้มีอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกันหรือเท่ากัน

สุธีร์ พุเต็มวงศ์ (2565) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนเชิงรุกร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างทักษะคอมพิวเตอร์และสารสนเทศเพื่องานอาชีพ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการเรียนเชิงรุก

ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงมี 6 องค์ประกอบ ได้แก่ นักเรียน ครู เนื้อหาสาระ สื่อการเรียนรู้ เทคโนโลยีเสมือนจริง กระบวนการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผล โดยมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสม สอดคล้องอยู่ในระดับมาก ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.00 และนักเรียนมีทักษะคอมพิวเตอร์และสารสนเทศเพื่องานอาชีพ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ ครูผู้สอนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีระดับความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด

2.4.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

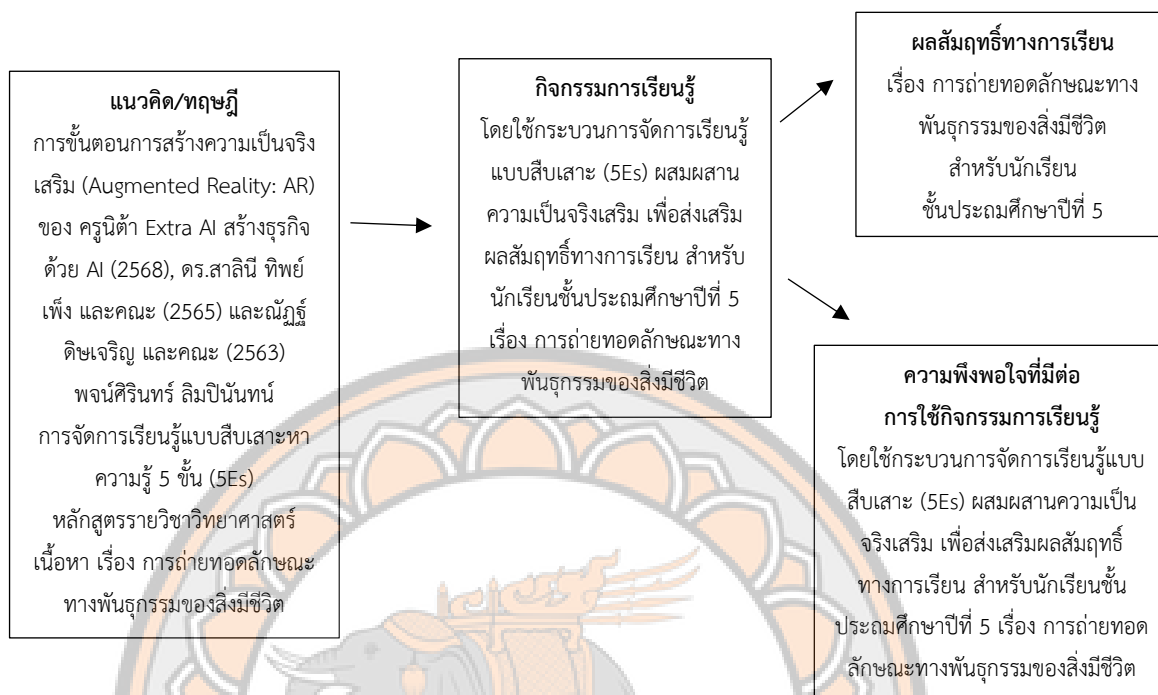
Wildan et a. (2019) ที่ได้ศึกษาการออกแบบเพื่อให้ผู้เรียนสามารถศึกษาการเจริญของ *Escherichia coli* โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented reality) เพื่อป้องกันการติดเชื้อในห้องปฏิบัติการที่อาจเกิดขึ้นจากการกินโดยไม่ตั้งใจ การสูดดมหรือการสัมผัสผ่านผิวหนังของจุลินทรีย์ ตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 10 คน และนักศึกษาในหลักสูตรปริญญาตรีวิทยาศาสตร์ชีวการแพทย์จำนวน 10 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสำรวจผู้เรียน และเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในการศึกษาการเจริญของแบคทีเรีย *Escherichia coli* ผลการวิจัยพบว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่ใช้ทำงานได้อย่างสมบูรณ์บนสมาร์ตโฟนและแท็บเล็ตและผลการสำรวจผู้เรียนชี้ให้เห็นว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมรองรับการเรียนรู้และเพิ่มความมั่นใจในการจัดการวัสดุชีวภาพในการปฏิบัติการ และเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพิ่มความสนใจในการปฏิบัติการ มีข้อได้เปรียบในการลดเวลาการเตรียมการสำหรับผู้สอนในห้องปฏิบัติการ รวมถึงช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงและคุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการจริงได้ทั้งในระดับมัธยมศึกษาและปริญญาตรี

Fengxuan Sun (2023) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความเป็นจริงเสมือน (VR) สร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่สมจริงเพื่อให้ผู้ใช้ประทับใจ ตรงตามข้อกำหนดของสถานการณ์และการโต้ตอบตามธรรมชาติของสื่อการเรียนรู้ และมอบสภาพแวดล้อมแบบผสมเสมือนจริงที่ประทับใจได้สูงแก่ผู้เรียน เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของการสอนแบบถามคำถามต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนในสภาพแวดล้อมความเป็นจริงเสริม (AR) ได้มีการสำรวจแบบสอบถามกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี 278 คนใน 4 เกรดจากมหาวิทยาลัย 6 แห่งในหู่ยี่น ทฤษฎีการเรียนรู้ตามบริบทและทฤษฎีการไหล ถูกใช้เป็นพื้นฐานทางทฤษฎีในการวิเคราะห์ผลกระทบของการสอนแบบสืบค้นทั้งสี่ด้านต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนในสภาพแวดล้อม AR ความแตกต่างของประสิทธิภาพการเรียนรู้ที่เกิดจากระดับความคุ้นเคยที่แตกต่างกันของผู้เรียนกับอุปกรณ์ AR ถูกวัดโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่า α ของแบบสอบถามของครอนบาค ซึ่งพัฒนาขึ้นจากแบบสอบถามการวิจัยที่มีอยู่ คือ 0.909 และค่า KMO เท่ากับ 0.869 ซึ่งบ่งชี้ว่าแบบสอบถามมีความน่าเชื่อถือและความถูกต้องดีมาก การตั้งปัญหา การรวบรวมหลักฐาน และการเสนอคำอธิบายสำหรับ

รูปแบบการสอนแบบถามคำถามมีอิทธิพลสำคัญต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน: ต่ำกว่าระดับ 5%, 1% และ 1% ตามลำดับ ระดับความคุ้นเคยของผู้เรียนกับอุปกรณ์ AR มีอิทธิพลอย่างมากต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ที่ระดับ 0.01% ผลลัพธ์ในที่นี้ให้คำแนะนำที่สำคัญสำหรับการส่งเสริมการผสมผสานระหว่าง AR และกิจกรรมการสอน เพิ่มคุณค่าการประยุกต์ใช้การสอนทางวิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยี AR ในมหาวิทยาลัย และการออกแบบและพัฒนาวិธีการใช้ทรัพยากรการสอน AR ในสาขาวิชาต่างๆ

Yun Wen et a. (2023) การบูรณาการความเป็นจริงเสริมเข้ากับการเรียนรู้แบบสืบเสาะแนวทางในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา พบว่า ถึงแม้ว่า Augmented Reality (AR) มีประโยชน์ในการนำมาใช้ด้านการศึกษา แต่การใช้งานที่เป็นรูปธรรมของ AR เมื่อเทียบกับเทคโนโลยีอื่นๆ ยังไม่ได้รับการยอมรับอย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้การศึกษาที่มีอยู่จำนวนมากจะตรวจสอบผลกระทบของการเรียนการสอนและรูปแบบการสอนที่ตอบสนองต่อความต้องการในขณะที่น่า AR ไปใช้ในการเรียนการสอน ในการลดระดับความสามารถของ AR ซึ่งเป็นกรอบการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่เรียกว่า QIMS ถูกเสนอในการศึกษาครั้งนี้ ชุดการเรียนรู้ได้รับการพัฒนาในหัวข้อการสืบพันธุ์ของพืชสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (อายุ 11-12 ปี) ตามกรอบ QIMS โดยใช้แนวทางการทดลองกึ่งการศึกษาที่ประเมินเงื่อนไขสามประการ (AR และ QIMS; QIMS; ไม่ใช่ AR และไม่ใช่ QIMS) สำหรับชุดบทเรียนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษา ให้นักเรียน 117 คน มีส่วนร่วมในการศึกษาครั้งนี้ ผลเชิงปริมาณพบว่าแม้จะไม่มีทางสถิติก็ตามความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในผลการเรียนของนักเรียนเมื่อใช้ AR ของนักเรียนการเรียนรู้ด้วยตนเองและความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นอย่างมากหลังจากเข้าร่วมบทเรียนที่เน้นการสืบค้น QIMS การใช้ AR และ QIMS มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ เพิ่มทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียน นอกจากนี้ในเมื่อพิจารณาถึงผลการเรียนของนักเรียน การบูรณาการ QIMS และ AR ได้รับการพิสูจน์แล้วว่ามากกว่านั้นเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนที่มีความก้าวหน้าต่ำ การวิเคราะห์เชิงคุณภาพข้อมูลการสัมภาษณ์ของครูและนักเรียนช่วยในการบัญญัติสำหรับผลลัพธ์เชิงปริมาณและระบุกลยุทธ์การดำเนินการที่มีประสิทธิภาพ การค้นพบของการศึกษาครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการออกแบบการแทรกแซง AR ในอนาคต โดยการให้ข้อมูลเชิงลึกสำหรับทั้งนักวิจัยและผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับวิธีการบูรณาการและใช้ AR ด้วยแนวทางการสอน

2.6 กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพ 7 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ใช้รูปแบบการวิจัย คือ การวิจัยและพัฒนา (Research and development, R&D) โดยกำหนดวิธีดำเนินการวิจัย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ตามเกณฑ์ ประสิทธิภาพ 80/80

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

2.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

2.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต กับเกณฑ์ร้อยละ 80

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80

1. ด้านกลุ่มเป้าหมาย

1.1 ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต จำนวน 3 ท่าน ดังนี้

1) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน ซึ่งมีคุณวุฒิทางการศึกษาสูงสุดระดับปริญญาเอก ด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา ตำแหน่งรองศาสตราจารย์ มีประสบการณ์การสอนในด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา ระดับอุดมศึกษาไม่ต่ำกว่า 3 ปี

2) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนวัตกรรม 1 ท่าน ซึ่งมีคุณวุฒิทางการศึกษาสูงสุดระดับปริญญาเอก ด้านหลักสูตรและการสอน ซึ่งมีตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ มีประสบการณ์การสอนในด้านหลักสูตรและการสอน ระดับอุดมศึกษาไม่ต่ำกว่า 3 ปี

3) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา 1 ท่าน ซึ่งมีประสบการณ์สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์มาแล้วอย่างน้อย 5 ปี และมีวุฒิทางการศึกษาระดับปริญญาตรีหรือปริญญาโทด้านการสอน วิชา วิทยาศาสตร์ หรือมีวิทยฐานะชำนาญการพิเศษด้านวิทยาศาสตร์

1.2 ผู้ให้ข้อมูลในการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต มีคุณสมบัติคือเป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของ รัตนะ บัวสนธ์ (2554) ดังนี้

1) การประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) หมายถึง การนำนวัตกรรมไปทดลองใช้กับบุคคลที่มีคุณลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมาย โดยที่บุคคลดังกล่าวนี้จะคัดเลือกมาจากผู้ที่มีคุณลักษณะเป็นตัวแทนกลุ่มเป้าหมาย 3 คน ได้แก่ ผู้ที่คุณลักษณะสูง ปานกลาง และต่ำ คัดเลือกนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับสูงกว่าค่าเฉลี่ยจำนวน 1 คน นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับปานกลางหรือใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยจำนวน 1 คน และคัดเลือกนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยจำนวน 1 คน นำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงนวัตกรรมให้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2) การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก หมายถึง นำนวัตกรรมที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขจากการประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งมาทดลองใช้กับกลุ่มบุคคลที่มีคุณลักษณะคล้ายกับกลุ่มเป้าหมายที่มีจำนวนมากขึ้น ใช้การประเมินแบบหนึ่งต่อสาม (1:3) หรือแบบหนึ่งต่อสี่ (1: 4) ก็ได้ ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้แบบหนึ่งต่อสาม (1:3) หมายถึง ต้องใช้กลุ่มบุคคลจำนวน 9 คน แบ่งเป็นมีคุณลักษณะสูง 3 คน ปานกลาง 3 คน และต่ำ 3 คน ในกรณีการประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มจะมีการวิเคราะห์หาค่าบ่งบอกดัชนีหรือเกณฑ์ประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่เรียกว่า ค่า E_1/E_2 , โดยที่เกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของนวัตกรรมการศึกษาเท่าที่นิยมใช้จะมีอยู่ 3 เกณฑ์ ได้แก่ 75/75 หรือ 80/80 และ 90/90 การจะใช้เกณฑ์นี้มีหลักพิจารณาว่าถ้านวัตกรรมศึกษานั้น ๆ มุ่งแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาความสามารถของผู้เรียนที่มีลักษณะซับซ้อนหรือมีเนื้อหาสาระค่อนข้างยากก็จะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75 แต่ถ้ามีเนื้อหาสาระ การคำนวณหาประสิทธิภาพและปรับปรุงแก้ไขการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบประเมินเพื่อหาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต โดยมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

2.1.1 แบบประเมินเพื่อหาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต สำหรับผู้เชี่ยวชาญมีลักษณะเป็นมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

2) กำหนดขอบข่ายเนื้อหาของแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

3) ร่างแบบประเมินตามประเด็นที่กำหนด มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

5 หมายถึง รายการประเมินนั้นมีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง รายการประเมินนั้นมีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง รายการประเมินนั้นมีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง รายการประเมินนั้นมีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง รายการประเมินนั้นมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

4) นำแบบร่างเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบด้านภาษาและเนื้อหา นำมาแก้ไขปรับปรุง

5) นำแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของนวัตกรรม การใช้ภาษา ภาพ สี สันและเสียง จากนั้นนำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้อง พบว่า ค่าของแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต มีค่าเท่ากับ 4.89 อยู่ในระดับมากที่สุด

2.2 การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

2.2.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมชนบ้านวังกลม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิจิตร เขต 1 คู่มือครูและหนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

2.2.2 ศึกษาแนวคิดทฤษฎีหลักการเกี่ยวกับการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

2.2.3 วิเคราะห์เนื้อหา มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 แล้วแบ่งเนื้อหาออกเป็นเนื้อหาย่อย ๆ แล้วจัดทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบการเรียนการสอน

2.2.4 กำหนดรูปแบบและขั้นตอนการสร้างการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

2.2.5 สร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ให้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งสื่อนวัตกรรมประกอบด้วย เอกสารประกอบการสอน (คู่มือการใช้งานสำหรับครูและนักเรียน) AR Marker ใบความรู้ และใบงาน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

การสร้างการ์ตูนอนิเมชัน 3D โดยใช้ AI ตามแนวทางของ เพชบุคแพนเพจ ครูนิต้า Extra AI สร้างธุรกิจด้วย AI (2568) สามารถทำตามขั้นตอนได้ ดังนี้

ขั้นตอนการสร้างการ์ตูนอนิเมชัน 3D ด้วย AI

1. สร้างภาพการ์ตูน 3D ด้วย Piclumen AI ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยสร้างตัวละครและฉาก 3D ด้วย AI มีวิธีการ ดังนี้

1. เข้าไปที่ Piclumen AI
2. ป้อนคำอธิบาย (Prompt) ให้ AI สร้างตัวละครที่ต้องการ
3. ปรับแต่งท่าทาง สี และองค์ประกอบของตัวละคร
4. ดาวน์โหลดไฟล์ภาพสำหรับใช้ในวิดีโอ

2. สร้างแอนิเมชันเคลื่อนไหวด้วย Vido และ Kling AI ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยสร้างวิดีโอเคลื่อนไหวจากภาพนิ่ง วิธีใช้ Vido AI มีดังนี้

1. เข้าไปที่ Vido AI
2. อัปโหลดภาพตัวละครจาก Piclumen AI
3. ตั้งค่าการเคลื่อนไหวของตัวละคร เช่น ท่าทางหรือการพูด
4. ดาวน์โหลดวิดีโอแอนิเมชันที่ได้

วิธีใช้ Kling AI มีดังนี้

1. เข้าไปที่ Kling AI
2. ใช้ AI สร้างการเคลื่อนไหวเพิ่มเติมให้ตัวละคร
3. ปรับแต่งรายละเอียดของแอนิเมชัน
4. บันทึกวิดีโอเพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนถัดไป

3. สร้างเสียงพากย์ด้วย Clipchamp ซึ่งเป็นเครื่องมือสร้างเสียงพูดจากข้อความ (Text-to-Speech, TTS) มีวิธีการ ดังนี้

1. เข้าไปที่ Clipchamp
 2. เลือก Text-to-Speech (TTS)
 3. พิมพ์บทพูดของตัวละครและเลือกเสียง AI ที่ต้องการ
 4. ปรับแต่งโทนเสียง ความเร็ว และสำเนียง
 5. ดาวน์โหลดไฟล์เสียงไปใช้ในการตัดต่อ
4. ตัดต่อวิดีโอด้วย CapCut และ Canva หลังจากได้วิดีโอแอนิเมชันและเสียงพากย์แล้วนำมาตัดต่อให้สมบูรณ์

การใช้ CapCut สำหรับตัดต่อวิดีโอ มีวิธีการ ดังนี้

1. อัปโหลดวิดีโอจาก Vido AI / Kling AI
2. ใส่เสียงพากย์ที่สร้างจาก Clipchamp
3. ปรับแต่งแอนิเมชัน ใส่เอฟเฟกต์เสียง และฟิลเตอร์
4. เพิ่มซับไตเติลเพื่อให้วิดีโอเข้าใจง่ายขึ้น

การใช้ Canva สำหรับออกแบบองค์ประกอบเพิ่มเติม มีวิธีการ ดังนี้

1. สร้างฉากหลังและองค์ประกอบกราฟิก
2. เพิ่มเอฟเฟกต์ภาพและตัวหนังสือ
3. นำองค์ประกอบจาก Canva ไปใส่ใน CapCut

5. ส่งออกและแชร์วิดีโอ

เมื่อเสร็จสิ้นการตัดต่อ ให้เรนเดอร์วิดีโอเป็นความละเอียดสูง เพื่อนำไปใช้ในการสร้าง AR Marker โดยใช้ ARTIVIVE ตามแนวทางของ ดร.สาลินี ทิพย์เพ็ง และคณะ (2565)

จากนั้นใช้ Canva ในการออกแบบใบงาน ใบความรู้พร้อมทั้งใส่ AR Marker เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ลงไปในใบความรู้

2.2.6 นำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es)

ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบและประเมินความถูกต้องและเหมาะสมในด้านจุดประสงค์การเรียนรู้/ตัวชี้วัดด้านเนื้อหา และด้านการประเมินผล

2.2.7 นำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es)

ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2.2.8 นำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปดำเนินการหาค่าประสิทธิภาพตามขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของ รัตนะ บัวสนธ์ (2554) ดังนี้

1) การประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) หมายถึง การนำนวัตกรรมไปทดลองใช้กับบุคคลที่มีคุณลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมาย โดยที่บุคคลดังกล่าวนี้จะคัดเลือกมาจากผู้ที่มีคุณลักษณะเป็นตัวแทนกลุ่มเป้าหมาย 3 คน ได้แก่ ผู้ที่คุณลักษณะสูง ปานกลาง และต่ำ คัดเลือกนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับสูงกว่าค่าเฉลี่ยจำนวน 1 คน นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับปานกลางหรือใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยจำนวน 1 คน และคัดเลือกนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยจำนวน 1 คน ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 ซึ่งผลการประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) มีค่าเท่ากับ 78.57/77.78 นำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงนวัตกรรมให้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2) การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก หมายถึง นำนวัตกรรมที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขจากการประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งมาทดลองใช้กับกลุ่มบุคคลที่มีคุณลักษณะคล้ายกับกลุ่มเป้าหมายที่มีจำนวนมากขึ้น ใช้การประเมินแบบหนึ่งต่อสาม (1:3) ซึ่งหมายถึง ต้องใช้กลุ่มบุคคลจำนวน 9 คน แบ่งเป็นมีคุณลักษณะสูง 3 คน ปานกลาง 3 คน และต่ำ 3 คน การคำนวณหาประสิทธิภาพและปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 ซึ่งผลการประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก มีค่าเท่ากับ 81.90/80.74 นำนวัตกรรมไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2.3 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) โดยมีการสอดแทรกกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผสมผสานความเป็นจริงเสริม ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนดังนี้

2.3.1 ศึกษาทฤษฎีเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

2.3.2 ศึกษาเนื้อหาบทเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระสำคัญของหน่วยการเรียนรู้เพื่อแบ่งเนื้อหา และนำเนื้อหาออกมาออกแบบกิจกรรมภายในชั้นเรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ให้มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัด ดังตารางที่ 3

ตาราง 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมาตรฐาน/ตัวชี้วัด เนื้อหาและเวลาที่ใช้ในการจัดการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริง เสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอด ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

โครงสร้างรายวิชา

รายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 5
รหัสวิชา ว15101

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
เวลา 120 ชั่วโมง / ปี

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด	เนื้อหา	จำนวน (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
กระตุกต่อมเอ๊ะ !?	-	- ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ - การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล - การสร้างแบบจำลอง	6	2
วิบๆ วิบๆ ตัวแรงลัพท์ กับพลังงาน	ว 2.2 ป.5/1 ว 2.2 ป.5/2 ว 2.2 ป.5/3 ว 2.2 ป.5/4 ว 2.2 ป.5/5	- การหาแรงลัพท์ - แรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในแนวเดียวกัน - การวัดแรงที่กระทำต่อวัตถุ - แรงเสียดทานที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ - แรงเสียดทานและแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ	19	6
	ว 2.3 ป.5/1 ว 2.3 ป 5/2 ว 2.3 ป 5/3 ว 2.3 ป 5/4 ว 2.3 ป 5/5	- การได้ยินเสียงผ่านตัวกลาง - ลักษณะและการเกิดเสียงสูงเสียงต่ำ - ลักษณะและการเกิดเสียงดัง เสียงค่อย - การใช้เครื่องมือวัดระดับเสียง - แนวทางในการหลีกเลี่ยงและลดมลพิษทางเสียง		
ความ (ไม่) ลับ ฉบับ ส.สาร	ว 2.1 ป.5/1 ว 2.1 ป.5/2 ว 2.1 ป.5/3 ว 2.1 ป 5/4	- การเปลี่ยนสถานะของสสาร - การละลายของสารในน้ำ - การเปลี่ยนแปลงทางเคมี - การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้/ผันกลับไม่ได้	14	5
วิทยาการคำนวณ ชวนฉงน	ว 4.2 ป 4/1 ว 4.2 ป 4/2	- เหตุผลเชิงตรรกะ - เหตุผลเชิงตรรกะอย่างง่าย	20	7

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด	เนื้อหา	จำนวน (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
	ว 4.2 ป 4/3			
	ว 4.2 ป 4/4			
	ว 4.2 ป 4/5			
สอบปลายภาคเรียนที่ 1			1	20
วิมลจักรพรรษา	ว 3.2 ป 5/1	- ปริมาณน้ำในแต่ละแหล่ง		
	ว 3.2 ป 5/2	- คุณค่าของน้ำ/แนวทางการใช้น้ำ		
	ว 3.2 ป 5/3	อย่างประหยัด/การอนุรักษ์น้ำ		
	ว 3.2 ป 5/4	- การหมุนเวียนของน้ำในวัฏจักรน้ำ		
	ว 3.2 ป 5/5	- กระบวนการเกิดเมฆ หมอก น้ำค้าง และน้ำค้างแข็ง	22	7
		- กระบวนการเกิดฝน หิมะ และลูกเห็บ		
	ว 3.1 ป 5/1	- ดาวเคราะห์และดาวฤกษ์		
	ว 3.1 ป 5/2	- ตำแหน่งและเส้นทางการขึ้นและตกของกลุ่ม ดาวฤกษ์		
ฉันทาคาลัย ไคร ?	ว 1.1 ป.5/1	- โครงสร้างและลักษณะของสิ่งมีชีวิต		
	ว 1.1 ป.5/2	- ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต/ สิ่งไม่มีชีวิต		
	ว 1.1 ป.5/3	- โขอาหาร		
	ว 1.1 ป.5/4	- สิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการดำรงชีวิต	17	6
	ว 1.3 ป.5/1	- ลักษณะทางพันธุกรรม*		
	ว 1.3 ป 5/2	- ลักษณะที่คล้ายคลึงกันของตนเองกับพ่อแม่*		
สนุกคิดกับวิทยาการ คำนวณสุดจึ้ง	ว 4.2 ป 4/1	- เหตุผลเชิงตรรกะ		
	ว 4.2 ป 4/2	- เหตุผลเชิงตรรกะอย่างง่าย		
	ว 4.2 ป 4/3	- การใช้อินเตอร์เน็ต		
	ว 4.2 ป 4/4	- ข้อมูลและสารสนเทศตามวัตถุประสงค์	20	7
	ว 4.2 ป 4/5	- เทคโนโลยีสารสนเทศ/สิทธิและหน้าที่ของตน และผู้อื่น		
รวมระหว่างปี			118	70

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด	เนื้อหา	จำนวน (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
		สอบปลายภาคเรียนที่ 2	1	30
		รวมตลอดปี	120	100

2.3.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต สอดแทรกเข้าไปในแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 7 แผน ซึ่งในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้สถานการณ์หรือกิจกรรมบางอย่างที่น่าสนใจ โดยผู้สอนใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจอยากเรียนรู้ในหัวข้อนั้น

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการทำความเข้าใจประเด็นที่สนใจจะศึกษา แล้ววางแผนดำเนินการสำรวจตรวจสอบผ่านการปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบแล้วมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายเหตุการณ์อื่น ๆ

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมสร้างแบบจำลองทางความคิด เพื่อประเมินว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด

2.3.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้

2.3.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแล้ว พร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน จากข้อที่ 1 เพื่อขอข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขแผน

2.3.5 นำแผนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจหาความตรงเชิงเนื้อหา และข้อเสนอแนะจากนั้นนำมาแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้อง โดยกำหนดระดับคะแนนไว้ ดังนี้ คะแนน +1 แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ คะแนน 0 ไม่แน่ใจข้อสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ คะแนน -1 แน่ใจว่าข้อสอบไม่

สอดคล้องกับจุดประสงค์ พบว่า ค่า IOC ของแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการเรียนรู้ มีค่าเท่ากับ 1.0 สรุปแผนการเรียนรู้สามารถใช้ได้

2.3.6 จัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้ที่จะใช้ร่วมกับ AR ฉบับสมบูรณ์ นำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมชนบ้านวังกลม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิจิตร เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 23 คน

2.4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ สำหรับใช้ในการทดสอบก่อนและหลังเรียนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

2.4.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบจากหนังสือการวัดและการประเมินผลการศึกษา

2.4.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิจิตร เขต 1 คู่มือครู และหนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

2.4.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ มีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน โดยต้องการใช้จริงจำนวน 30 ข้อ ตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

2.4.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อให้คำแนะนำและปรับปรุงแก้ไข แล้วนำเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านชุดเดียวกับแผนการจัดการกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เพื่อหาความเที่ยงตรงของข้อสอบว่าสามารถวัดตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ IOC (Index of item objective congruence) และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

ให้คะแนน	+1	เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
ให้คะแนน	0	เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
ให้คะแนน	-1	เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

2.4.5 นำผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ถือว่าอยู่ใน เกณฑ์ที่นำไปใช้ได้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) ซึ่งผลการพิจารณา พบว่ามีค่า IOC ตั้งแต่

0.66 – 1.00 เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ โดยผลการประเมินสามารถนำไปใช้ได้ จำนวน 50 ข้อ

2.4.6 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 50 ข้อ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ปรับให้เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จากนั้นสร้างเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 50 ข้อ

2.4.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิจิตร เขต 1 ที่ผ่านการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตแล้ว เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพและปรับปรุงข้อสอบที่ไม่เหมาะสม

2.4.8 นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบของนักเรียนมาตรวจให้คะแนน โดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

2.4.9 นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาความยาก (Item Difficulty, (p) (ไพศาลวรคำ, 2561) ใช้เกณฑ์ค่าความยากตั้งแต่ 0.20-0.80 ถึงจะใช้ได้

2.4.10 นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (r) โดยวิธีของ Brennan (สมนึก ภัททิยธนี, 2551) โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต้องมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 - 1.00 ถึงจะใช้ได้

2.4.11 ผลการพิจารณาพบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง -1.00 – 1.00 และมีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.25 – 1.00 จึงคัดเลือก แบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.50 – 1.00 มาใช้เก็บข้อมูลจริงจำนวน 30 ข้อ

2.4.12 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 30 ข้อ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งหมดโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.92

2.4.13 จัดพิมพ์ข้อสอบที่ผ่านการตรวจสอบแล้วปรับปรุง จำนวน 30 ข้อ เพื่อใช้เครื่องมือในการวิจัยต่อไป

3. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

3.1 แบบประเมินเพื่อหาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละด้านแล้วแปลผลของค่าเป็นระดับความเหมาะสม โดยใช้เกณฑ์ของบุญชม ศรีสะอาด (2545. หน้า 103) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

โดยพิจารณาระดับความเหมาะสมในภาพรวมของผู้เชี่ยวชาญที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่า 1.00 จึงถือว่ากิจกรรมมีความเหมาะสม

3.2 การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายกิจกรรมในแต่ละเรื่องย่อยในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1) และค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนเพื่อวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

1. ด้านกลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมชนบ้านวังกลม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิจิตร เขต 1 จำนวน 23 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

2. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการเรียนรู้ (One Group Pre-Test Post-Test Design) ซึ่งมีรูปแบบแสดงในตาราง 4 ตาราง 3 แสดงแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการเรียนรู้ (One Group Pre-Test Post-Test Design)

กลุ่ม	ทดสอบก่อนเรียน	ทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
E	T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการทดลอง

E แทน กลุ่มตัวอย่าง

X แทน การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ผสมผสานความเป็นจริงเสริม

T_1 แทน การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน

T_2 แทน การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเครื่องมือทั้งหมดได้แสดงการสร้างและหาคุณภาพในขั้นตอนที่ 2

4. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมชนบ้านวังกลม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิจิตร เขต 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 23 คน มีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

4.1 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

4.2 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต โดยใช้การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต รวม 12 ชั่วโมง

4.3 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะ

ทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต โดยใช้การทดสอบค่า t (Dependent Samples t-test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

1. **ด้านกลุ่มตัวอย่าง** นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมชนบ้านวังกลม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิจิตร เขต 1 จำนวน 23 คน ซึ่งเป็นกลุ่มเดียวกันกับขั้นตอนที่ 2

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนที่ 3 ได้แก่ แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 16 ข้อ โดยมีขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

1) ศึกษาแนวคิดทฤษฎีหลักการเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

2) กำหนดเนื้อหา รูปแบบและวัตถุประสงค์ของแบบสอบถามตามกรอบในแต่ละด้าน

3) สร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต โดยเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) จำนวน 16 ข้อ แบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

4 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

3 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

2 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

1 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

4) นำแบบประเมินความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับนิยามศัพท์เฉพาะ โดยใช้สูตร IOC (สมนึก ภัททิยธนี, 2546, หน้า 219-221) ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

ให้คะแนน	+1	เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดตรงตามนิยามศัพท์เฉพาะ
ให้คะแนน	0	เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดตรงตามนิยามศัพท์เฉพาะ
ให้คะแนน	-1	เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดไม่ตรงตามนิยามศัพท์เฉพาะ

5) นำผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับนิยามศัพท์เฉพาะมาวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้สูตร IOC (สมนึก ภัททิยธนี, 2546, หน้า 219-221) เลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ถึง 1.00 เป็นข้อคำถามที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้โดยผลการประเมินพบว่าทุกข้อคำถามสามารถนำไปใช้งานได้

6) นำแบบประเมินความพึงพอใจไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมชนบ้านวังกลม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิจิตร เขต 1 จำนวน 23 คน

7) พิมพ์แบบประเมินความพึงพอใจที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว เพื่อนำไปใช้ในการทำวิจัยต่อไป

3. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1) นักเรียนทำแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต เป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 16 ข้อ

2) ผู้วิจัยเก็บรวบรวมแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและแบบสอบถามความพึงพอใจต่อที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูล

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต โดยวิเคราะห์จากค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำค่าเฉลี่ยที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้เกณฑ์ของบุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 103) ดังนี้

- ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
- ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก
- ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) มีสูตรดังนี้ (ปกรณ ประจันบาน, 2552, หน้า 214)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) มีสูตรดังนี้ (ปกรณ ประจันบาน, 2552, หน้า 228)

$$S. D. = \frac{\sqrt{\sum(X-\bar{X})^2}}{n-1}$$

เมื่อ S. D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนนแต่ละชุด

\bar{X} แทน คะแนนเฉลี่ย

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 การทดสอบหาความตรงเชิงเนื้อหา (Validity) โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) มีสูตรดังนี้ (ปกรณ ประจันบาน, 2552, หน้า 164)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามนั้น ๆ

$\sum R$ แทน การรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบาร์ค (Cronbach) มีสูตรดังนี้ (ปกรณ ประจันบาน, 2552, หน้า 179)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum si_2}{st_2} \right]$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรง

n แทน จำนวนข้อคำถาม

si_2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ

st_2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

2.3 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพ โดยการหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้สูตร E_1/E_2

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \frac{\sum X}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำกิจกรรม ระหว่างเรียน

A แทน คะแนนเต็มของกิจกรรมระหว่างเรียน

N แทน จำนวนผู้เรียน

$$\text{สูตรที่ 2} \quad E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของการทำแบบทดสอบหลังเรียน

N แทน จำนวนผู้เรียน

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต (ปกรณ ประจันบาน, 2552, หน้า 239)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}, df = n - 1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่

D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคน

n แทน จำนวนนักเรียน

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของ D แต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\sum D)^2$ แทน ผลรวมของ D ทั้งหมดยกกำลังสอง

df แทน องศาหรือชั้นความอิสระ

3.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต กับเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ร้อยละ 80 (ปกรณ์ ประจันบาน, 2552, หน้า 238)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}, df = n - 1$$

เมื่อ t แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูล

μ แทน ค่าคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง

S แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล

n แทน จำนวนข้อมูลที่รวบรวมได้จากกลุ่ม

df แทน องศาหรือชั้นความอิสระ

3.3 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต การวิเคราะห์ใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) (ปกรณ์ ประจันบาน, 2552, หน้า 214)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนที่กำหนด

N แทน จำนวนนักเรียน



บทที่ 4

ผลการวิจัย

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

1. ผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
2. ผลการประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของการจัดการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
3. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80

ขั้นตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

1. ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนกับหลังเรียน ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต กับเกณฑ์ร้อยละ 80

ขั้นตอนที่ 3 ผลการตรวจสอบความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต



ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

1. ผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีเนื้อหาครอบคลุม เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยออกแบบให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 เรื่องย่อย ได้แก่ เรื่องที่ 1 ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต เรื่องที่ 2 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต เรื่องที่ 3 ลักษณะทางพันธุกรรมของพืช เรื่องที่ 4 ลักษณะทางพันธุกรรมของสัตว์ และเรื่องที่ 4 ลักษณะทางพันธุกรรมของคนในครอบครัว การออกแบบกิจกรรมโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เป็นแนวทางร่วมกับการใช้เทคโนโลยีผสมผสานความเป็นจริงเสริม ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น โดยกิจกรรมในแต่ละเรื่องประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation)

องค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ประกอบด้วย

1) แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 7 แผน ซึ่งมีการกำหนดกิจกรรมที่นักเรียนจะได้ทำในแต่ละบทเรียน โดยแต่ละกิจกรรมมีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ จุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการหรือขั้นตอนการสอน และการวัดและประเมินผลที่ครอบคลุมทุกขั้นตอน เพื่อช่วยให้ครูสามารถนำกิจกรรมไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับนักเรียน

2) หนังสือประกอบการเรียนรู้ จำนวน 1 เล่ม ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน พร้อมทั้งมีใบความรู้ จำนวน 9 หน้า สื่อเทคโนโลยีผสมผสานความเป็นจริงเสริม (AR Marker) จำนวน 8 ตัว (ซึ่งตัว AR Marker แต่ละตัวจะอยู่ในใบความรู้ 8 หน้า) ใบงาน 9 หน้า เฉลยใบงานจำนวน 9 หน้า และสรุปความรู้ในแต่ละบท เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และทบทวนความรู้ได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังมีข้อมูลเพิ่มเติมที่ช่วยขยายความรู้และทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น เอกสารแนะนำการใช้งาน จำนวน 1 หน้า เป็นแนวทางการใช้งานที่ช่วยให้ครูและนักเรียนสามารถสแกน AR Marker

เพื่อประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเอกสารแนะนำการใช้งานจะมีคำแนะนำขั้นตอนการใช้งาน AR Marker เพื่อให้ครูและนักเรียนสามารถเข้าใช้งาน AR Marker ได้อย่างถูกต้อง

2. ผลการประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

ตาราง 4 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

รายการประเมินความเหมาะสมของ แผนการจัดการเรียนรู้	n = 3		ระดับ ความเหมาะสม
	\bar{X}	S. D.	
1. ด้านเนื้อหา	4.89	0.19	มากที่สุด
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้	4.87	0.18	มากที่สุด
3. ด้านการวัดและการประเมินผล	4.92	0.17	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.89	0.18	มากที่สุด

จากตาราง 4 พบว่า ผลการประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ในภาพรวมทุกด้าน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.89, S.D. = 0.18$)

เมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน พบว่า ด้านการวัดและการประเมินผล มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{x} = 4.92, S.D. = 0.17$) รองลงมาเป็นด้านเนื้อหา ($\bar{x} = 4.89, S.D. = 0.19$) และด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{x} = 4.87, S.D. = 0.18$)

ดังนั้น ผลการประเมินนี้แสดงให้เห็นว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด และสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 ในการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตได้

3. ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ สิบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ตามเกณฑ์ ประสิทธิภาพ 80/80

1. ผลการประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1)

ผู้วิจัยได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ และนำไปทดลองใช้กับนักเรียน จำนวน 3 คน โดยเลือก นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ระดับละ 1 คน เพื่อดูว่าสื่อ ภาษา ภาพ ตัวอักษร รูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ เหมาะสมหรือไม่ โดยสอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับ กิจกรรมการเรียนรู้ แล้วนำผลมาปรับปรุงแก้ไข โดยพบว่า เนื้อหาในใบความรู้ AR Marker และใบงาน มีความเหมาะสม แต่เนื้อหาบางเรื่องทำความเข้าใจได้ยาก รูปแบบของเอกสารประกอบการสอน ตัว AR Marker บางเรื่อง สแกนแล้วหน้าจอที่แสดงเนื้อหาไม่มีการสั่นสะเทือน ส่งผลให้การเรียนรู้ติดขัด เนื่องจากข้อบกพร่องดังกล่าว นักเรียนจึงเนื้อหาได้น้อย

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงปรับปรุงใบความรู้ในส่วนที่เป็น AR Marker บางตัวที่มีปัญหาเรื่องการ แสดงผลแล้วเกิดการสั่นสะเทือนมากให้มีการสั่นลดลง ปรับปรุงกระบวนการทำกิจกรรมให้นักเรียน เข้าใจได้ง่าย แล้วจึงนำไปทดลองใช้กับกลุ่มถัดไป จากการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถแปล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 ได้ ดังต่อไปนี้

ตาราง 5 แสดงค่าเฉลี่ยและร้อยละของคะแนนระหว่างเรียนและหลังเรียน ค่าประสิทธิภาพ ของ E_1/E_2 แบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) จากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ แบบสิบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต จำนวน 3 คน

บทเรียน	ผลการทดสอบ/คะแนนเก็บระหว่างเรียน							รวม	ผลการทดสอบ หลังเรียน (30)
	1	2	3	4	5	6	7		
คะแนน คนที่	10	10	10	10	10	10	10	70	
1	8	8	8	8	7	8	7	54	22
2	8	8	8	8	8	8	8	56	24
3	8	8	7	8	8	8	8	55	24
รวม	24	24	23	24	23	24	23	165	70
เฉลี่ย	8.00	8.00	7.67	8.00	7.67	8.00	7.67	55.00	23.33
ร้อยละ	80.00	80.00	76.67	80.00	76.67	80.00	76.67	78.57	77.78
E_1/E_2					78.57				77.78

จากตาราง 5 ค่าเฉลี่ยและร้อยละของคะแนนระหว่างเรียนและหลังเรียน ค่าการประเมินประสิทธิภาพของ E_1/E_2 แบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) จากนักเรียนจำนวน 3 คน พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 78.57/77.78

2. ผลการหาประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก

เมื่อปรับปรุงใบความรู้ในส่วนที่เป็น AR Marker บางตัวที่มีปัญหาเรื่องการแสดงเนื้อหาแล้ว สั้นสะเทือนมากเรียบร้อยแล้ว จากนั้นนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 9 คน โดยเลือกนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนระดับสูงจำนวน 3 คน ระดับปานกลาง จำนวน 3 คน และระดับต่ำ จำนวน 3 คน ทำการทดสอบหรือเก็บคะแนนระหว่างเรียนและทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียน เพื่อประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 จากการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังต่อไปนี้

ตาราง 6 แสดงค่าเฉลี่ยและร้อยละของคะแนนระหว่างเรียนและหลังเรียน ค่าประสิทธิภาพของ E_1/E_2 เป็นกลุ่มเล็ก จากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต จำนวน 9 คน

บทเรียน	ผลการทดสอบ/คะแนนเก็บระหว่างเรียน							รวม	ผลการทดสอบหลังเรียน
	1	2	3	4	5	6	7		
คะแนนคนที่	10	10	10	10	10	10	10	70	(30)
1	8	7	9	8	8	9	8	57	24
2	7	8	8	8	9	8	8	56	25
3	8	7	8	9	10	8	9	59	24
4	8	8	8	9	8	8	9	58	24
5	8	9	9	9	10	8	9	62	27
6	7	8	8	8	8	9	7	55	24
7	7	8	8	8	8	8	8	55	23
8	8	9	8	8	8	10	10	61	25
9	7	8	7	8	8	8	7	53	22
รวม	68	72	73	75	77	76	75	516	218

ผลการทดสอบ/คะแนนเก็บระหว่างเรียน									ผลการ
บทเรียน	1	2	3	4	5	6	7	รวม	ทดสอบ
คะแนน	10	10	10	10	10	10	10	70	หลังเรียน
คนที่									(30)
เฉลี่ย	7.56	8.00	8.11	8.33	8.56	8.44	8.33	57.33	24.22
ร้อยละ	75.56	80.00	81.11	83.33	85.56	84.44	83.33	81.90	80.74
E_1/E_2	81.90								80.74

จากตาราง 6 ค่าเฉลี่ยและร้อยละของคะแนนระหว่างเรียนและหลังเรียน ค่าประสิทธิภาพของ E_1/E_2 เป็นกลุ่มเล็ก จากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต จำนวน 9 คน พบว่า คะแนนเก็บหลังจากที่นักเรียนได้ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ ในแต่ละกิจกรรมมีคะแนนเฉลี่ย 57.33 คิดเป็นร้อยละ 81.90 และจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากจบการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 24.22 คิดเป็นร้อยละ 80.74 จึงสรุปได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 81.90/80.74 ซึ่งถือว่าเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนด จึงสามารถนำกิจกรรมการเรียนรู้ ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายในชั้นทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ได้

ขั้นตอนที่ 2 ผลการศึกษาการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

2.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางเรียน ระหว่างก่อนและหลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต โดยใช้วิธีทางสถิติแบบ t-test dependent samples โดยใช้โปรแกรม SPSS ปรากฏผล ดังแสดงในตารางที่ 7

ตาราง 7 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางเรียน ระหว่างก่อนและหลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต โดยมีนักเรียนที่เข้าร่วมการทดสอบ จำนวน 23 คน

การทดสอบ	<i>N</i>	\bar{x}	<i>S.D.</i>	<i>t</i>	<i>Sig</i>
ก่อนเรียน	23	11.13	3.51	13.32*	0.0000
หลังเรียน	23	24.17	2.76		

* มีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

จากตาราง 7 พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางเรียนก่อนการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.13 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.51 จากนั้นใช้กิจกรรมการเรียนรู้ แล้ววัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน หลังเรียน พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.17 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.76 สถิติทดสอบ t-test ได้ค่าเท่ากับ 13.32 มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .00 ซึ่งน้อยกว่า .05 แสดงว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2

2.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางเรียน หลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต กับเกณฑ์ร้อยละ 80

ตาราง 8 แสดงผลเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติของการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางเรียน เปรียบเทียบเกณฑ์ร้อยละ 80 กับคะแนนสอบหลังเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีนักเรียนที่เข้าร่วมการทดสอบ จำนวน 23 คน

การทดสอบ	<i>n</i>	คะแนนเต็ม	คะแนนเกณฑ์	\bar{x}	<i>S.D.</i>	% of Mean	<i>t - test</i>	<i>Sig</i> (1 - tailed)
หลังเรียน	23	30	24	24.17	2.76	80.58	0.30	0.3826

จากตาราง 8 พบว่า การทดสอบหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.17 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.58 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเกณฑ์ร้อยละ 80 กับคะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียน พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าเกณฑ์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ขั้นตอนที่ 3 ผลการตรวจสอบความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 23 คน โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจซึ่งได้กลับคืนมา 23 คน ใช้ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แสดงในตาราง 9 ตาราง 9 แสดงผลประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

รายการ	ผลการประเมิน		
	\bar{x}	S. D.	แปล ความหมาย
1. คำชี้แจง			
1.1 ครูแนะนำกระบวนการเรียนเพื่อสร้างความเข้าใจเบื้องต้น	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 ครูชี้แจงแนวทางการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ด้านเนื้อหา			
2.1 ความยากง่ายของเนื้อหาที่มีความเหมาะสม	4.96	0.21	มากที่สุด
2.2 เนื้อหาเข้าใจง่าย มีความชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
2.3 มีความสอดคล้องเหมาะสมกับธรรมชาติวิชา	5.00	0.00	มากที่สุด
2.4 กิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
2.5 กิจกรรมการเรียนการสอนมีความหลากหลาย	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ด้านสื่อการเรียนรู้			
3.1 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต มีความเหมาะสมต่อการเรียนรู้ และน่าสนใจ	4.96	0.21	มากที่สุด

รายการ	ผลการประเมิน		แปล ความหมาย
	\bar{x}	<i>S. D.</i>	
3.2 การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน สัดส่วนเหมาะสม สวยงาม	4.96	0.21	มากที่สุด
3.3 ภาพกราฟฟิก และการออกแบบที่ใช้มีความชัดเจนเหมาะสม	4.17	0.39	มาก
3.4 มีความสอดคล้องเหมาะสมกับสภาพปัจจุบัน	4.17	0.39	มาก
4. การวัดและประเมินผล			
4.1 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสมและหลากหลาย	5.00	0.00	มากที่สุด
4.2 การวัดและประเมินผลเน้นการประเมินตามสภาพจริง	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3 การวัดและประเมินผลตรงตามเนื้อหา	4.96	0.21	มากที่สุด
4.4 นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดและสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง	4.96	0.21	มากที่สุด
4.5 นักเรียนสามารถพัฒนาด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	4.88	0.11	มากที่สุด

จากตาราง 9 พบว่า ระดับความพึงพอใจที่มีต่อการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ในภาพรวมทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.88, S. D. = 0.11$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจสูงสุดในด้านคำชี้แจง คือ ครูแนะนำกระบวนการเรียนเพื่อสร้างความเข้าใจเบื้องต้นและครูชี้แจงแนวทางการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 5.00, S. D. = 0.00$) ในด้านเนื้อหา คือ เนื้อหาเข้าใจง่าย มีความชัดเจน มีความสอดคล้องเหมาะสมกับธรรมชาติวิชา กิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนการสอนมีความหลากหลาย อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 5.00, S. D. = 0.00$) ในด้านการวัดและประเมินผล คือ ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสมและหลากหลาย การวัดและประเมินผลเน้นการประเมินตามสภาพจริง นักเรียนสามารถพัฒนาด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ อยู่ในระดับมากที่สุด

($\bar{x} = 5.00, S.D. = 0.00$) ด้านสื่อการเรียนรู้ คือ กิจกรรมการเรียนรู้ มีความเหมาะสมต่อการเรียนรู้ น่าสนใจ และการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ มีความเหมาะสมง่ายต่อการใช้งาน สัดส่วนเหมาะสม สวยงาม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.96, S.D. = 0.21$)



บทที่ 5

บทสรุป

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ผู้วิจัยได้นำเสนอสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และมีข้อเสนอแนะ ตามวัตถุประสงค์การวิจัย ได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

1. ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต มีรายละเอียดดังนี้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 7 แผน เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 ชั่วโมง

1.2 สื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผสมผสานความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) 8 ชิ้น (AR Marker ชิ้นที่ 1 ถึง 8)

1.3 ใบความรู้ 9 ใบความรู้

1.4 ใบงาน 9 ใบงาน

ในคาบที่ 1 ใช้แผนการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ซึ่งประกอบด้วย ใบความรู้ที่ 1 AR Marker ชิ้นที่ 1 และใบงานที่ 1 ใช้เวลา 2 ชั่วโมง ในการจัดการเรียนรู้ คาบที่ 2 ใช้แผนการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ประกอบด้วยใบความรู้ 2 AR Marker ชิ้นที่ 2 และใบงานที่ 2 ใช้เวลา 2 ชั่วโมง คาบที่ 3 ใช้แผนการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรมของพืชมีอะไรบ้าง (1) ประกอบด้วยใบความรู้ 3 AR Marker ชิ้นที่ 3 และใบงานที่ 3 ใช้เวลา 2 ชั่วโมง คาบที่ 4 ใช้แผนการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรมของพืชมีอะไรบ้าง (2) ประกอบด้วยใบความรู้ 4 กับ 5 AR Marker ชิ้นที่ 4 กับ 5 และใบงานที่ 4 กับ 5 ใช้เวลา 1 ชั่วโมง คาบที่ 5 ใช้แผนการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรมของสัตว์มีอะไรบ้าง (1) ประกอบด้วยใบความรู้ 5 AR Marker ชิ้นที่ 6 และใบงานที่

6 ใช้เวลา 2 ชั่วโมง คาบที่ 6 ใช้แผนการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรมของสัตว์มีอะไรบ้าง (2) ประกอบด้วยใบความรู้ 7 AR Marker ชั้นที่ 7 และใบงานที่ 7 ใช้เวลา 1 ชั่วโมง คาบที่ 7 ใช้แผนการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรมของคนในครอบครัวเป็นอย่างไร ประกอบด้วยใบความรู้ 8 กับ 9 AR Marker ชั้นที่ 8 และใบงานที่ 8 กับ 9 ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

ผลการประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ในภาพรวมทุกด้าน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.89, S. D. = 0.18$)

ดังนั้น ผลการประเมินนี้แสดงให้เห็นว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด และสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 ในการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตได้

2. ผลการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

1. การประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 78.57/77.78 ซึ่งได้ค่าประสิทธิภาพ E_1 และค่าประสิทธิภาพ E_2 มีประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

2. การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก (1:3) มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 81.11/80.74 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 80/80 ที่กำหนดไว้

5.1.2 ผลการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีคะแนนการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 24.17 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.58 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเกณฑ์ร้อยละ 80 กับคะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียน พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าเกณฑ์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

5.1.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 23 คน โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจซึ่งได้กลับคืนมา 23 คน พบว่า ระดับความพึงพอใจที่มีต่อการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ ในภาพรวมทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.88$, $S.D. = 0.11$)

อภิปรายผลการวิจัย

จากการสร้างและการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต สามารถอภิปรายได้ดังนี้

1. ผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

ได้รับการออกแบบบนพื้นฐานแนวคิดการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) ของ Piaget (1970) และ Vygotsky (1978) ซึ่งให้ความสำคัญกับการสร้างความรู้จากประสบการณ์ตรง โดยสอดคล้องกับการประยุกต์ใช้สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality: AR) ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น และมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนรู้ ผลการประเมินประสิทธิภาพรายบุคคล (1:1) พบว่า ค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 78.57/77.78 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ผลลัพธ์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าสื่อการเรียนรู้ยังไม่สามารถตอบสนองต่อการพัฒนาความรู้และความเข้าใจของนักเรียนได้อย่างเต็มศักยภาพ โดยพบข้อจำกัดในด้านการใช้งานของ AR Marker บางตัว ซึ่งมีปัญหาการสั่นไหวของภาพขณะใช้งานจริง ส่งผลต่อความต่อเนื่องของการเรียนรู้ และลดความแม่นยำในการรับข้อมูล รวมถึงความซับซ้อนของเนื้อหา ซึ่งอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพของการเรียนรู้ในเรื่องพันธุกรรม

จากข้อค้นพบดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเฉพาะการปรับลดการสั่นไหวของ AR Marker และนำกิจกรรมที่พัฒนาใหม่ไปทดลองในกลุ่มนักเรียนขนาดเล็ก (1:3) ผลการประเมินพบว่าค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 81.90/80.74 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มย่อยช่วยเสริมสร้างประสิทธิภาพการเรียนรู้ โดยเฉพาะในด้านผลคะแนนระหว่างเรียน (E_1) ผลลัพธ์นี้สอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative

Learning) ที่เน้นการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างผู้เรียน และส่งเสริมการสร้างความเข้าใจผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน

จุดเด่นของกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น คือ การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ซึ่งมีขั้นตอนชัดเจน พร้อมเนื้อหาที่ครอบคลุม หลากหลาย และสอดคล้องกับระดับความสามารถของผู้เรียน อีกทั้งยังได้พัฒนาสื่อ AR ตามแนวทางของ ญัตติ ดิษเจริญ (2557) และพจนศิริรินทร์ ลิ้มปิ่นนันทน์ (2560) ที่มุ่งเน้นให้ใช้งานง่ายและตอบสนองต่อผู้เรียนได้อย่างทันท่วงที ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ รัชชานนท์ ดิษเจริญ (2563) ที่ระบุว่า AR มีศักยภาพในการส่งเสริมโมทัศน์ทางชีววิทยาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ผลการศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต มีผลการทดลองใช้ ดังนี้

2.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า ผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยและวัตถุประสงค์ข้อที่ 2.1 เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบตามแนวคิดการสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) ของ Piaget (1970) และ Vygotsky (1978) มีผลต่อการพัฒนาความเข้าใจของนักเรียน โดยเฉพาะเมื่อเทคโนโลยี AR ถูกนำมาใช้เพื่อจำลองภาพของกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีความซับซ้อนและนามธรรม กลายเป็นภาพเคลื่อนไหว มีมิติที่แปลกใหม่ ดึงดูดความสนใจ ถ่ายทอดเนื้อหาที่ทำความเข้าใจได้ยาก ยากต่อการจินตนาการถึงกระบวนการต่างๆ ให้กลายเป็นเรื่องที่เข้าใจและน่าสนใจ ส่งผลให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ใหม่เข้ากับประสบการณ์เดิมได้ชัดเจนยิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานของสุธีร์ พุเต็มวงศ์ (2565) ที่ชี้ว่าการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และสร้างความพึงพอใจให้กับนักเรียนและครู

2.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ กับเกณฑ์ร้อยละ 80 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเท่ากับ 24.17 คิดเป็นร้อยละ 80.58 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ แม้จะไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีศักยภาพในการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพระดับหนึ่ง ผลดังกล่าวสามารถอธิบายได้ผ่านแนวคิด “ทฤษฎีการเรียนรู้แบบประสบการณ์” (Experiential Learning Theory) ของ Kolb (1984) ซึ่งเน้นว่า นักเรียนจะสามารถสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งได้เมื่อมีประสบการณ์ตรง มีการสะท้อนคิด และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบทจริง ซึ่งการใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม หรือ AR ช่วยสร้างประสบการณ์เสมือนจริงที่นักเรียนสามารถ

ศึกษาเนื้อหาได้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง จึงเป็นการเอื้อต่อการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาที่ยากและมีความซับซ้อนอย่าง “การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม” ได้เป็นอย่างดี

นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับแนวคิดของ Dale's Cone of Experience (1969) ที่เสนอว่า นักเรียนจะจดจำเนื้อหาได้ดีที่สุดจากการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรงหรือการมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นมากกว่าการฟังหรืออ่านเพียงอย่างเดียว โดยเทคโนโลยีความจริงเสริม หรือ AR ทำให้นักเรียนได้ “เรียนรู้ผ่านการลงมือกระทำ (Learning by Doing)” ซึ่งช่วยให้การเรียนรู้มีความหมายมากยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดบางประการอาจส่งผลกระทบต่อความไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ความไม่เท่าเทียมในการเข้าถึงเทคโนโลยี AR ของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Vygotsky (1978) ที่เน้นบทบาทของ “เครื่องมือทางวัฒนธรรม” (Cultural Tools) ในการพัฒนาการเรียนรู้ หากนักเรียนบางคนขาดความคุ้นเคยหรือไม่มีความสามารถในการใช้เครื่องมือดังกล่าวอย่างเต็มที่ อาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของการเรียนรู้ที่ได้รับ

ดังนั้น แม้ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนจะสูงกว่าเกณฑ์ แต่การส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี AR ได้อย่างทั่วถึง จัดเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ในอนาคตให้สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

3. ผลการตรวจสอบความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.88, S.D. = 0.11$) เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลาย ตรงตามเนื้อหา และส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูแจกใบความรู้ที่มี AR Marker ผ่านกลุ่ม Facebook เพื่อให้นักเรียนเข้าถึงเนื้อหาได้สะดวก มีการแนะนำขั้นตอนการใช้งาน สื่อมีความสวยงามและช่วยดึงดูดความสนใจ ภาพและวิดีโอมีความสอดคล้องกับเนื้อหา สามารถตอบสนองต่อความต้องการและลักษณะการเรียนรู้ของนักเรียนในระดับประถมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลลัพธ์ดังกล่าวสามารถอธิบายได้จากแนวคิด เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ (Technology-enhanced Learning) และ ทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สื่อ (Media Richness Theory) ของ Daft และ Lengel (1986) ซึ่งกล่าวว่าสื่อที่มีความซับซ้อนด้านรูปแบบ (เช่น ภาพ เสียง วิดีโอ หรือ AR) มีศักยภาพในการถ่ายทอดเนื้อหาและเสริมสร้างความเข้าใจได้มากกว่าสื่อแบบดั้งเดิม ส่งผลให้นักเรียนมีความพึงพอใจและมีแรงจูงใจในการเรียนรู้สูงขึ้น

กิจกรรมที่ออกแบบมีความหลากหลายทั้งในส่วนของเนื้อหาและรูปแบบการนำเสนอ เช่น การใช้ AR Marker ผ่านใบความรู้ที่แจกผ่านกลุ่ม Facebook และการแนะนำขั้นตอนการใช้งานอย่างชัดเจน ช่วยลดอุปสรรคในการเข้าถึงสื่อ และเพิ่มความสะดวกให้กับนักเรียน ซึ่งสะท้อนแนวคิดของ Vygotsky (1978) ในเรื่อง การเรียนรู้ในบริบททางสังคม ที่เครื่องมือและสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้มีบทบาทต่อการพัฒนาศักยภาพของนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อสื่อสามารถนำเสนอประสบการณ์เรียนรู้ในรูปแบบที่ใกล้เคียง

กับชีวิตจริง อีกทั้งยังสอดคล้องกับ ทฤษฎีแรงจูงใจในการเรียนรู้ของ Keller (ARCS Model: Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction) ซึ่ง AR ช่วยดึงดูดความสนใจ (Attention) เชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับชีวิตจริง (Relevance) เพิ่มความมั่นใจในการเรียนรู้ (Confidence) และสร้างความพึงพอใจเมื่อเข้าใจเนื้อหา (Satisfaction)

อย่างไรก็ตาม จุดเด่นของผลวิจัยนี้อยู่ที่การออกแบบกิจกรรมที่ผสมผสานเทคโนโลยี AR เข้ากับ แหล่งเรียนรู้บนสื่อสังคมออนไลน์ที่นักเรียนคุ้นเคย ทำให้สามารถเข้าถึงเนื้อหาได้ทุกที่ทุกเวลา และส่งเสริม การเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-directed Learning) ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาสมัยใหม่

ในด้านข้อจำกัด แม้จะได้รับความพึงพอใจสูง แต่ความพึงพอใจไม่ได้สะท้อนโดยตรงถึงความ เข้าใจหรือการถ่ายโอนความรู้สู่สถานการณ์ใหม่ จึงจำเป็นต้องมีการประเมินผลสัมฤทธิ์เชิงลึกเพิ่มเติม เช่น การวัดการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้หรือการคิดวิเคราะห์ เพื่อให้สามารถยืนยันความมีประสิทธิภาพของ กิจกรรมได้รอบด้านยิ่งขึ้น

โดยสรุป กิจกรรมการเรียนรู้ที่ผสมผสาน AR ไม่เพียงแต่สามารถสร้างความน่าสนใจและส่งเสริม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้นักเรียนเท่านั้น แต่ยังมีศักยภาพในการส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อย่างรอบด้าน หากได้รับการออกแบบให้ครอบคลุมทั้งเนื้อหา เครื่องมือ และบริบทการใช้งานอย่าง เหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รัชชานนท์ ดิษเจริญ (2563) ที่พบว่า สื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ ชีวิตวิทยาสผสมผสานความเป็นจริงเสริมช่วยพัฒนามโนทัศน์ทางชีววิทยาได้รับความพึงพอใจในระดับสูงจาก นักเรียนและครู

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำเป็นต้องใช้สมาร์ตโฟน หรือแท็บเล็ตที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้และอินเทอร์เน็ตต้องมีความเสถียร เพราะจำเป็นต้องใช้ในการแสดงความเป็นจริงเสริม ดังนั้นก่อนนำสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ไปใช้ครูควรเตรียมการล่วงหน้า โดยการศึกษาคู่มือและทดลองใช้สื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ก่อนนำไปใช้จริง รวมถึงครูจำเป็นต้องแจ้งให้นักเรียนทราบว่าต้องเตรียมสมาร์ตโฟนที่สามารถติดตั้งแอปพลิเคชัน Artivive สำหรับใช้ในการจัดการเรียนรู้ผ่านสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้

2. การแสดงความเป็นจริงเสริมด้วยแอปพลิเคชัน Artivive ผ่านทางสมาร์ตโฟนสามารถใช้ทั้งในระบบ Android และ iOS แต่จากผลการทดลองใช้จริงระบบ iOS จะมีความเสถียรของแอปพลิเคชัน

ชั้นมากกว่าระบบ Android คือ เมื่อเล่นผ่านจอแสดงผลของสมาร์ทโฟนที่ใช้ระบบ iOS จะมีการสั่นสะเทือนและการหลุดออกจากแอปพลิเคชันน้อยกว่าสมาร์ทโฟนใช้ระบบ Android

3. การนำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูควรมีการออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับบริบทของชั้นเรียน เช่น ครูสามารถใช้สื่อนวัตกรรมการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบออนไลน์ หรือให้นักเรียนใช้แบบเดี่ยวหรือแบบกลุ่ม เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจในเนื้อหาให้กับนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ และหากในชั้นเรียนมีนักเรียนจำนวนมาก อาจให้นักเรียนใช้สื่อนวัตกรรมการเรียนรู้เป็นกลุ่ม เพื่อไม่ให้เกิดการดึงข้อมูลจากฐานระบบความเป็นจริงเสริมที่สร้างผ่านเว็บไซต์ Artivive มากจนเกินไป ซึ่งอาจทำให้เกิดการแสดงผลเนื้อหาบทเรียนซ้ำได้

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. จากผลการวิจัย พบว่า การเรียนรู้โดยใช้สื่อความจริงเสริม หรือ AR Marker โดยใช้ผ่านแอปพลิเคชัน Artivive สามารถทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นดังนั้น ควรนำหัวเรื่องอื่น ๆ หรือตัวอย่างที่ทันสมัยและหลากหลายใน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร เช่น สถานะของสสารที่เพิ่มขึ้นมาใหม่ คือ พลาสมา เป็นต้น เพิ่มเติมในสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสสาร การเปลี่ยนแปลงของสสาร เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่ต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. ความเป็นจริงเสริมที่นำเสนอด้วยแอปพลิเคชัน Artivive อาจมีข้อจำกัดในหลาย ๆ ด้าน เช่น ความเสถียรของระบบหรืออาจมีค่าใช้จ่ายในการสร้างความเป็นจริงเสริม ซึ่งในปัจจุบันมีเทคโนโลยีเสมือนจริงที่น่าสนใจอยู่อย่างแพร่หลาย เช่น Virtual reality (VR) หรือ Mixed reality (MR) หากนำเทคโนโลยีเหล่านี้มาประยุกต์ใช้ร่วมกับชุดทดลองวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หรือเนื้อหาชีววิทยาเรื่องอื่น ๆ อาจทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ และเกิดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกับบริบทจริงและการทดลองในห้องปฏิบัติการ ได้มากกว่าความเป็นจริงเสริม (AR)

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- ครุ ณี ต้า. (2568). *การสร้างการ์ตูนอนิเมชัน 3D โดยใช้ AI*. [วิดีโอ]. Facebook. <https://www.facebook.com/share/r/15jjMaRYwc/?mibextid=wwXlfr>
- เจตินาร์ สายนุ้ย และอัมพร วัจนะ. (2566). *การพัฒนาสื่อประสมออนไลน์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับแนวคิดเกมพีเคชั่นเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. *วารสารวิชาการและวิจัยมหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ*, 13(2), 45–58.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). *การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 5). *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*.
- เชิดศักดิ์ ไอรรมณีรัตน์. (2563). *ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนการสอน online*. สืบค้นจาก http://www.cotmes.net/wp-content/uploads/2020/10/682_Online-teaching-1-ชี ดศักดิ์-ไอรรมณีรัตน์.pdf
- ฐาปนีย์ ธรรมเมธา. (2557). *อีเลิร์นนิ่ง: จากทฤษฎีสู่การปฏิบัติ (e-learning: From theory to practice)*. โครงการมหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทย.
- ทิตนา แชมมณี. (2555). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 10).
- ปัทวรรณ ประทุมดี. (2564). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนบนเว็บ เรื่อง การเคลื่อนที่ 2 มิติ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (พิมพ์ครั้งที่ 15)*. *วารสารมหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, หน้า 193.
- พัฒนา พรหมณี, ยุพิน พิทยาวัฒนชัย, & จิระศักดิ์ ทัทพา. (2563). *แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจและการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจในงาน*. *วารสารวิชาการ*, (พิมพ์ครั้งที่ 26), 59–66.
- พฤทธิ์ พุฒจรรย์. (2561). *การพัฒนาสื่อการสอนด้วย AR (Augmented Reality)*. สืบค้น 25 พฤศจิกายน 2566 จาก <https://spidyhero.wordpress.com/2018/09/26/arineducation/>

- มนตรี สังข์ทอง. (2563). *การทดสอบคุณภาพและประสิทธิภาพของนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้: 4 แนวคิด ทฤษฎี สู่การปฏิบัติ*. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ยาวดี วิบูลย์ศรี. (2540). *การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัชชานนท์ ดิษเจริญ. (2563). *การพัฒนาสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ชีววิทยาสมรสานความเป็นจริง เสริม เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียน ประถมศึกษาตอนปลาย (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)*, หน้า 15.
- รัตน์ บั้วสนธ์. (2554). *การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 2*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วชิรวัชร งามละม่อม. (2558). *แนวคิดทฤษฎีประสิทธิภาพ*. สืบค้นจาก http://learningofpublic.blogspot.com/2015/09/blog-post_51.html
- สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย (สสอท.). พิสิษฐ์ ทองงาม. (2555). *การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม*. สืบค้นจาก <https://kroopisit.wordpress.com/tag/8080/>
- สาลินี ทิพย์เพ็ง และคณะ. (2565). *การวิจัยและพัฒนาเส้นทางท่องเที่ยววิถีไหนด นา เล พื้นที่ลุ่มน้ำ ทะเลสาบสงขลา ด้วยเทคโนโลยี AR สู่การยกระดับเศรษฐกิจชุมชน (รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์)*, หน้า 72.
- สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์. (ม.ป.ป.). *14 นวัตกรรมใหม่ สำหรับห้องเรียนแห่งอนาคตที่อยู่ไม่ไกล รู้ไว้ไม่ตกเทรนด์*. สืบค้น 25 พฤศจิกายน 2566 จาก <https://www.aksorn.com/new-innovation>
- สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, ธีรศมัญญา พิพัฒน์เพ็ญ และคณะ. (2557). *การประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลการปฏิบัติราชการของเทศบาลนครสงขลา*. มหาวิทยาลัยหาดใหญ่.
- Aden, A. A. (2025). What matters to academic performance: A brief review of literature. *International Journal of Scientific Research and Management*, 13(2). <https://www.researchgate.net/publication/388819367>
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York, NY: Freeman.
- Chu, P. S., et al. (2024). Importance of students' social resources for their academic achievement. *European Journal of Psychology of Education*, 39(1), 123-140. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10212-024-00877-8>
- Dale, E. (1969). *Audio-visual methods in teaching (3rd ed.)*. New York, NY: Holt,

Rinehart and Winston.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Lam, B. (2025). More than test scores: How well-being shapes academic success. Phys.org. <https://phys.org/news/2025-03-scores-academic-success.html>

Marzano, R. J. (2003). *What works in schools: Translating research into action*. Alexandria, VA: ASCD.

Nitko, A. J., & Brookhart, S. M. (2013). *Educational assessment of students* (7th ed.). Boston, MA: Pearson.

Ormrod, J. E. (2012). *Human learning* (6th ed.). Boston, MA: Pearson.

Oxford Bibliographies. (2025). Academic achievement. *Oxford University Press*. <https://www.oxfordbibliographies.com/abstract/document/obo-9780199756810/obo-9780199756810-0108.xml>

Piaget, J. (1977). *The development of thought: Equilibration of cognitive structures*. New York, NY: Viking Press.

Research.com. (2023). Social learning theory & its modern application in education for 2025. <https://research.com/education/social-learning-theory>

Stiggins, R. J. (2005). *Student-involved assessment for learning* (4th ed.). Upper Saddle River, NJ: Merrill/Prentice Hall.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อให้การตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยเป็นไปตามหลักวิชาการ จึงได้เชิญผู้เชี่ยวชาญจากหลากหลายสาขาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

โดยมีรายชื่อดังต่อไปนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษยากาญจน์ โตพิทักษ์
รองคณบดีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
คุณวุฒิสูงสุด ค.ต. (การวัดและประเมินผลการศึกษา)

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร อ่างรังโสติสกุล
อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
คุณวุฒิสูงสุด ค.ต. (หลักสูตรและการสอน)

3. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

นางสาวรมิตา บุญจันทร์
ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดโรงช้าง (ธรรมกิตติวิทยา)
คุณวุฒิสูงสุด กศ.ม. (การบริหารการศึกษา)

ภาคผนวก ข แบบประเมินและแบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย

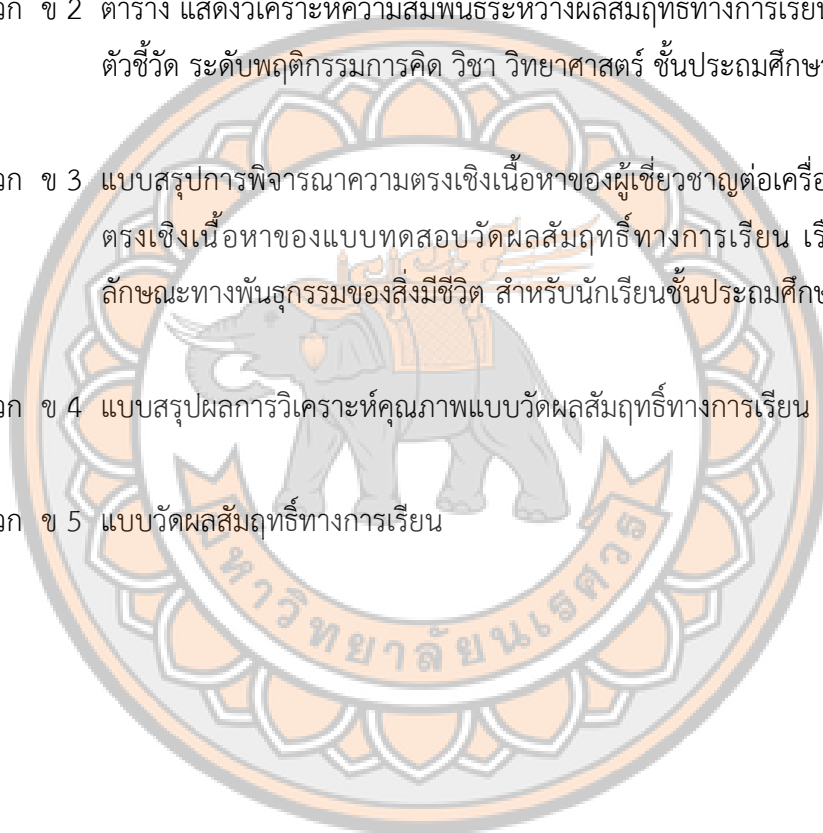
ภาคผนวก ข 1 แบบประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต (สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้)

ภาคผนวก ข 2 ตาราง แสดงวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามมาตรฐาน ตัวชี้วัด ระดับพฤติกรรมความคิด วิชา วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ภาคผนวก ข 3 แบบสรุปการพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของผู้เชี่ยวชาญต่อเครื่องมือการวัดความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ภาคผนวก ข 4 แบบสรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

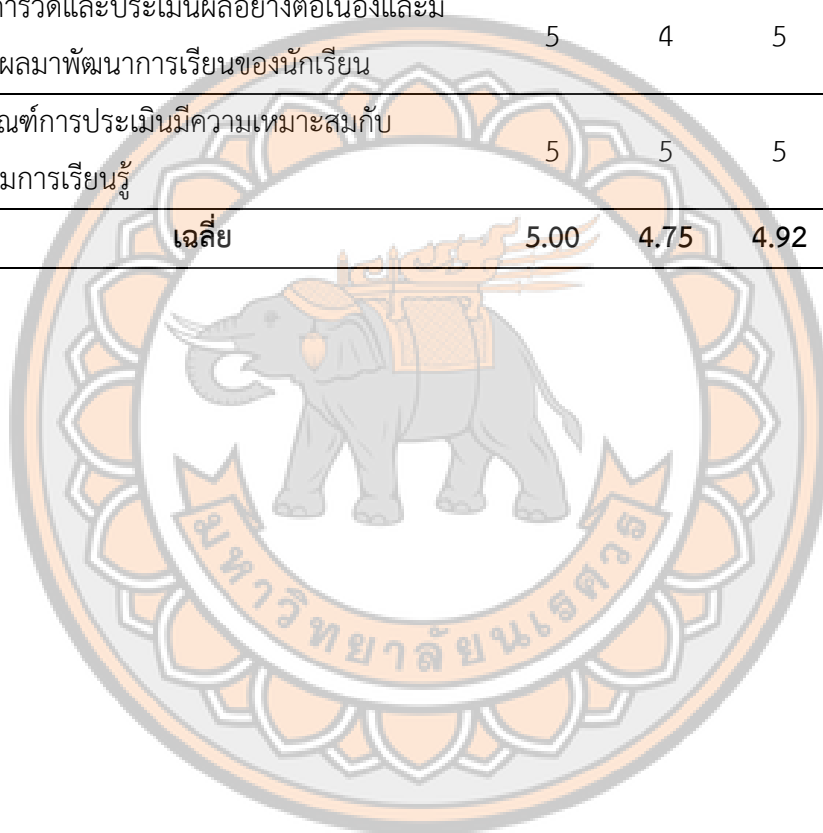
ภาคผนวก ข 5 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



ภาคผนวก ข 1 แบบสรุปผลการประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ด้านเนื้อหา					
1. เนื้อหาเรียงลำดับจากง่ายไปยาก	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. ความยากง่ายของเนื้อหามีความเหมาะสมกับนักเรียน	5	5	4	4.67	มากที่สุด
3. เนื้อหาเข้าใจง่าย มีความชัดเจน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
4. นักเรียนได้ศึกษาเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต	5	5	5	5.00	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดเวลา	5	4	5	4.67	มากที่สุด
6. มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลายทำให้เข้าใจเนื้อหาวิชาอย่างชัดเจน	5	4	5	4.67	มากที่สุด
7. นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันในห้องเรียน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
8. เวลาในการเรียนรู้ในชั้นเรียนมีความเหมาะสม	5	5	5	5.00	มากที่สุด

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ด้านการประเมินผล					
9. มีการแจ้งวิธีการประเมินผลให้กับนักเรียน ได้รับทราบ	5	5	5	5.00	มากที่สุด
10. มีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย เช่น การทดสอบการปฏิบัติจริงและวัดผลตามสภาพจริง	5	5	5	5.00	มากที่สุด
11. มีการวัดและประเมินผลอย่างต่อเนื่องและมี การนำผลมาพัฒนาการเรียนของนักเรียน	5	4	5	4.67	มากที่สุด
12. เกณฑ์การประเมินมีความเหมาะสมกับ กิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	5.00	4.75	4.92	4.89	มากที่สุด



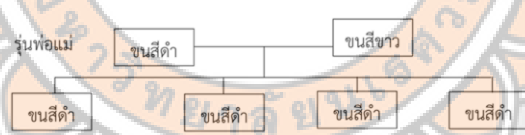
ภาคผนวก ข 2 แบบสรุปพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของผู้เชี่ยวชาญต่อเครื่องมือวัดความตรง
เชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอด
ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ผลการเรียนรู้	ข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	สรุป
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่ลูกของพืช สัตว์ และมนุษย์	1. ลักษณะใดต่อไปนี้เป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่ลูก ก. สีผม ข. รสนิยมในการกินอาหาร ค. ความสามารถในการว่ายน้ำ ง. ความถนัดในการเล่นกีฬา	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับโรคทางพันธุกรรมได้	2. โรคชนิดใดไม่ใช่โรคทางพันธุกรรม ก. โปลิโอ ข. เลือดไหลไม่หยุด ค. ตาบอดสี ง. กล้ามเนื้อแขนขาลีบ	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
นักเรียนสามารถตั้งคำถามและสำรวจเกี่ยวกับลักษณะที่คล้ายคลึงกันของตนเองกับพ่อแม่	3. อาทิตย์เป็นนักฟุตบอลทีมชาติที่เตะฟุตบอลได้เก่งเหมือนกับพ่อของเขา นักเรียนคิดว่าการเล่นฟุตบอลเก่งเป็นการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมหรือไม่ อย่างไร ก. ไม่เป็น เพราะเกิดจากการเลียนแบบการเล่นฟุตบอลของพ่อ ข. ไม่เป็น เพราะเป็นความสามารถที่ต้องฝึกฝนด้วยตนเอง ค. เป็น เพราะเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดมาจากรุ่นพ่อแม่ได้	-1	+1	+1	.33	ใช้ไม่ได้

ผลการเรียนรู้	ข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	สรุป																																								
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3																																										
นักเรียนสามารถสังเกต วิเคราะห์ และ อธิบาย ลักษณะทาง พันธุกรรมของ สัตว์ ที่ มีการ ถ่ายทอดจากรุ่น พ่อแม่สู่รุ่นลูก	<p>7. การผสมเทียมวัว คือ การที่มนุษย์ฉีดน้ำเชื้อของ วัวเพศผู้เข้าไปในมดลูกของวัวเพศเมียแล้วสามารถ ทำให้เกิดการปฏิสนธิได้ ข้อใดไม่ใช่ข้อดีของการผสม เทียมวัว</p> <p>ก. สามารถผลิตวัวสายพันธุ์ดีได้จำนวนมากขึ้น</p> <p>ข. ขนส่งน้ำเชื้อไปผสมพันธุ์ในพื้นที่ห่างไกลได้ สะดวก</p> <p>ค. สามารถป้องกันโรคติดต่อที่เกิดจากการผสม พันธุ์ได้</p> <p>ง. การพิจารณาพ่อพันธุ์ที่มีความสามารถในการ ถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมที่ดีไปสู่ลูกจะใช้เวลา นานขึ้น</p>	+1	+1	+1	1	ใช้ได้																																								
นักเรียนสามารถ สํารวจและ เปรียบเทียบ ลักษณะทาง พันธุกรรมของคน ในครอบครัว	<p>8. ด.ช. พงษ์ส ได้รับมอบหมายจากคุณครูให้ไป สํารวจลักษณะของตนเองกับบุคคลในครอบครัว ได้ ข้อมูลดังนี้</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ลักษณะ</th> <th colspan="4">เหมือนกับลักษณะของ</th> </tr> <tr> <th>ของพงษ์ส</th> <th>ปู่</th> <th>ย่า</th> <th>ตา</th> <th>ยาย</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ผมหยักศก</td> <td>✓</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ขนตายาว</td> <td></td> <td>✓</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>งอน</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ผิวสีแทน</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>จมูกโด่ง</td> <td></td> <td></td> <td>✓</td> <td></td> </tr> <tr> <td>มีลักยิ้ม</td> <td></td> <td></td> <td>✓</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>ลักษณะในข้อใดที่ ด.ช. พงษ์สได้รับการถ่ายทอด ลักษณะทางพันธุกรรมมาจากคุณพ่อ</p> <p>ก. ลักษณะสีผิว ข. ลักษณะขนตา</p> <p>ค. ลักษณะลักยิ้ม ง. ลักษณะจมูก</p>	ลักษณะ	เหมือนกับลักษณะของ				ของพงษ์ส	ปู่	ย่า	ตา	ยาย	ผมหยักศก	✓				ขนตายาว		✓			งอน					ผิวสีแทน				✓	จมูกโด่ง			✓		มีลักยิ้ม			✓		+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ลักษณะ	เหมือนกับลักษณะของ																																													
ของพงษ์ส	ปู่	ย่า	ตา	ยาย																																										
ผมหยักศก	✓																																													
ขนตายาว		✓																																												
งอน																																														
ผิวสีแทน				✓																																										
จมูกโด่ง			✓																																											
มีลักยิ้ม			✓																																											






ผลการเรียนรู้	ข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	สรุป
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
นักเรียนสามารถ สังเกต วิเคราะห์ และอธิบาย ลักษณะทาง พันธุกรรมของ สัตว์ที่มีการ ถ่ายทอดจากรุ่น พ่อแม่สู่รุ่นลูก	9. ถ้านำสุนัขสีดำผสมกับสุนัขสีขาว ลูกสุนัขที่ออกมา เป็นสีดำทุกตัว ข้อใดกล่าวถูกต้อง ก. ขนสีดำเป็นพันธุใหม่ ข. ขนสีดำเป็นลักษณะเด่น ค. ขนสีขาวเป็นลักษณะเด่น ง. ขนสีขาวไม่ใช่ลักษณะทางพันธุกรรม	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
นักเรียนสามารถ สำรวจและ เปรียบเทียบ ลักษณะทาง พันธุกรรมของคน ในครอบครัว	10. การที่ลูกมีลักษณะบางอย่างไม่เหมือนพ่อ แต่มี ลักษณะที่เหมือนปู่ เป็นเพราะอะไร ก. ลูกไม่ได้รับการถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรมนั้นจากพ่อ แต่เป็นลักษณะที่แปรผัน ข. พ่อไม่ได้รับการถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรมนั้นจากปู่ จึงไม่ปรากฏในรุ่นพ่อ ค. พ่อได้รับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม นั้นจากปู่แต่ไม่ปรากฏในรุ่นพ่อ ง. เป็นไปได้ทั้ง 3 ข้อ	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
นักเรียนสามารถ สังเกต วิเคราะห์ และอธิบาย ลักษณะทาง พันธุกรรมของพืช ที่มีการถ่ายทอด จากรุ่นพ่อแม่สู่รุ่น ลูก	11. ลักษณะใดไม่ใช่ลักษณะที่ ถ่ายทอดทาง พันธุกรรมจากพ่อแม่ไปสู่ลูก ก. ต้นทานตะวันหมุนลำต้นตามแสงอาทิตย์ ข. ต้นกุหลาบมีดอกสีแดงเหมือนต้นพ่อแม่ ค. ลูกสุนัขมีขนยาวสีขาวเหมือนพ่อสุนัข ง. ลูกแมวมีหางสั้นกุดเหมือนแม่	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
นักเรียนสามารถ อธิบายลักษณะ ทางพันธุกรรมที่มี	12. ข้อใดเป็นลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมใน พืช	+1	+1	+1	1	ใช้ได้






ผลการเรียนรู้	ข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	สรุป																									
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3																											
นักเรียนสามารถ สังเกต วิเคราะห์ และ อธิบาย ลักษณะทาง พันธุกรรมของ สัตว์ที่มีการ ถ่ายทอดจากรุ่น พ่อแม่สู่รุ่นลูก	16. ลักษณะทางพันธุกรรมของสัตว์ที่ได้รับการ ถ่ายทอดจากพ่อแม่คือข้อใด ก. สีของขน ข. สถานที่อยู่อาศัย ค. อาหารที่สัตว์กิน ง. พฤติกรรมการฝึกของสัตว์	+1	+1	+1	1	ใช้ได้																									
นักเรียนสามารถ วิเคราะห์การ ถ่ายทอดลักษณะ ทางพันธุกรรม ของคนใน ครอบครัว	17. ลักษณะทางพันธุกรรมของคนในตระกูล “พันธุ์ ดี” เป็นดังนี้ <table border="1" data-bbox="564 1025 1059 1126"> <thead> <tr> <th>ลักษณะ</th> <th>ปู่</th> <th>ย่า</th> <th>ตา</th> <th>ยาย</th> <th>พ่อ</th> <th>แม่</th> <th>ลูก</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>เปลือกตา</td> <td>2 ชั้น</td> <td>2 ชั้น</td> <td>2 ชั้น</td> <td>1 ชั้น</td> <td>2 ชั้น</td> <td>1 ชั้น</td> <td>1 ชั้น</td> </tr> <tr> <td>ลักษณะ เส้นผม</td> <td>มี หยักคก</td> <td>ไม่มี เหยียดตรง</td> <td>มี หยักคก</td> <td>มี หยักคก</td> <td>ไม่มี เหยียดตรง</td> <td>มี หยักคก</td> <td>มี เหยียดตรง</td> </tr> </tbody> </table> จากตารางลักษณะทางพันธุกรรม รุ่นลูกได้รับการ ถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมส่วนใหญ่จากคนรุ่น ใด ก. พ่อ-ย่า ข. ปู่-ตา ค. แม่-ยาย ง. ย่า-ยาย	ลักษณะ	ปู่	ย่า	ตา	ยาย	พ่อ	แม่	ลูก	เปลือกตา	2 ชั้น	2 ชั้น	2 ชั้น	1 ชั้น	2 ชั้น	1 ชั้น	1 ชั้น	ลักษณะ เส้นผม	มี หยักคก	ไม่มี เหยียดตรง	มี หยักคก	มี หยักคก	ไม่มี เหยียดตรง	มี หยักคก	มี เหยียดตรง	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	
ลักษณะ	ปู่	ย่า	ตา	ยาย	พ่อ	แม่	ลูก																								
เปลือกตา	2 ชั้น	2 ชั้น	2 ชั้น	1 ชั้น	2 ชั้น	1 ชั้น	1 ชั้น																								
ลักษณะ เส้นผม	มี หยักคก	ไม่มี เหยียดตรง	มี หยักคก	มี หยักคก	ไม่มี เหยียดตรง	มี หยักคก	มี เหยียดตรง																								
นักเรียนสามารถ วิเคราะห์การ ถ่ายทอดลักษณะ ทางพันธุกรรม ของ คน ใน ครอบครัว	18. ลูกมีตาชั้นเดียวในขณะที่พ่อแม่มีตา 2 ชั้น ข้อใด ถูกต้อง <table border="1" data-bbox="533 1682 1091 1823"> <thead> <tr> <th>ตัวเลือก</th> <th>ปู่</th> <th>ย่า</th> <th>ตา</th> <th>ยาย</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ก.</td> <td>ตาชั้นเดียว</td> <td>ตาสองชั้น</td> <td>ตาชั้นเดียว</td> <td>ตาชั้นเดียว</td> </tr> <tr> <td>ข.</td> <td>ตาชั้นเดียว</td> <td>ตาชั้นเดียว</td> <td>ตาสองชั้น</td> <td>ตาสองชั้น</td> </tr> <tr> <td>ค.</td> <td>ตาสองชั้น</td> <td>ตาชั้นเดียว</td> <td>ตาชั้นเดียว</td> <td>ตาสองชั้น</td> </tr> <tr> <td>ง.</td> <td>ตาชั้นเดียว</td> <td>ตาชั้นเดียว</td> <td>ตาชั้นเดียว</td> <td>ตาชั้นเดียว</td> </tr> </tbody> </table>	ตัวเลือก	ปู่	ย่า	ตา	ยาย	ก.	ตาชั้นเดียว	ตาสองชั้น	ตาชั้นเดียว	ตาชั้นเดียว	ข.	ตาชั้นเดียว	ตาชั้นเดียว	ตาสองชั้น	ตาสองชั้น	ค.	ตาสองชั้น	ตาชั้นเดียว	ตาชั้นเดียว	ตาสองชั้น	ง.	ตาชั้นเดียว	ตาชั้นเดียว	ตาชั้นเดียว	ตาชั้นเดียว	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ตัวเลือก	ปู่	ย่า	ตา	ยาย																											
ก.	ตาชั้นเดียว	ตาสองชั้น	ตาชั้นเดียว	ตาชั้นเดียว																											
ข.	ตาชั้นเดียว	ตาชั้นเดียว	ตาสองชั้น	ตาสองชั้น																											
ค.	ตาสองชั้น	ตาชั้นเดียว	ตาชั้นเดียว	ตาสองชั้น																											
ง.	ตาชั้นเดียว	ตาชั้นเดียว	ตาชั้นเดียว	ตาชั้นเดียว																											
นักเรียนสามารถ วิเคราะห์การ	19. นายเด่นกับนางดำผิวปกติทั้งคู่ ต่อมาพวกเขามี บุตรชาย 2 คน คนแรกผิวปกติ คนที่ 2 ผิวเผือก	+1	+1	+1	1	ใช้ได้																									

ผลการเรียนรู้	ข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	สรุป
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของคนในครอบครัว	หากชาย ทั้งคู่แต่งงานกับหญิงผิวเผือก เหตุการณ์ใดที่ไม่มีโอกาสเกิด ก. ลูกของชายผิวเผือก มีผิวเผือก ข. ลูกของชายผิวเผือก มีผิวปกติ ค. ลูกของชายผิวปกติ มีผิวเผือก ง. ลูกของชายผิวปกติ มีผิวปกติ					
นักเรียนสามารถวิเคราะห์การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของ คน ในครอบครัว	20. โรคใดมีการถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ ก. ตาแดง ข. เบาหวาน ค. กระเพาะอาหาร ง. ไวรัสตับอักเสบบี	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
นักเรียนสามารถสังเกต วิเคราะห์ และ อธิบาย ลักษณะ ทาง พันธุกรรมของ สัตว์ ที่ มี การ ถ่ายทอดจากรุ่นพ่อแม่สู่รุ่นลูก	21. แผนผังการผสมพันธุ์หนูขนสีดำกับหนูขนสีขาวรุ่นพ่อแม่  จากแผนผัง ข้อใดสรุปถูกต้อง ก. ลูกได้ขนสีดำ 75% ข. ลูกได้ขนสีดำ 50% ค. ขนสีดำเป็นลักษณะเด่น ง. ขนสีขาวเป็นลักษณะด้อย	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
นักเรียนสามารถสังเกต วิเคราะห์ และ อธิบาย ลักษณะ ทาง พันธุกรรมของ สัตว์ ที่ มี การ	22. ถ้านำสุนัขสีขาวพันธุ์แท้ผสมกับสุนัขสีดำพันธุ์แท้ โดยสีขาวเป็นลักษณะเด่น ลูกที่เกิดมาจะมีลักษณะเป็นอย่างไร ก. ลูกสุนัขสีขาวพันธุ์แท้ ข. ลูกสุนัขสีดำพันธุ์แท้ ค. ลูกสุนัขสีดำพันธุ์ทาง ง. ลูกสุนัขสีขาวพันธุ์ทาง	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

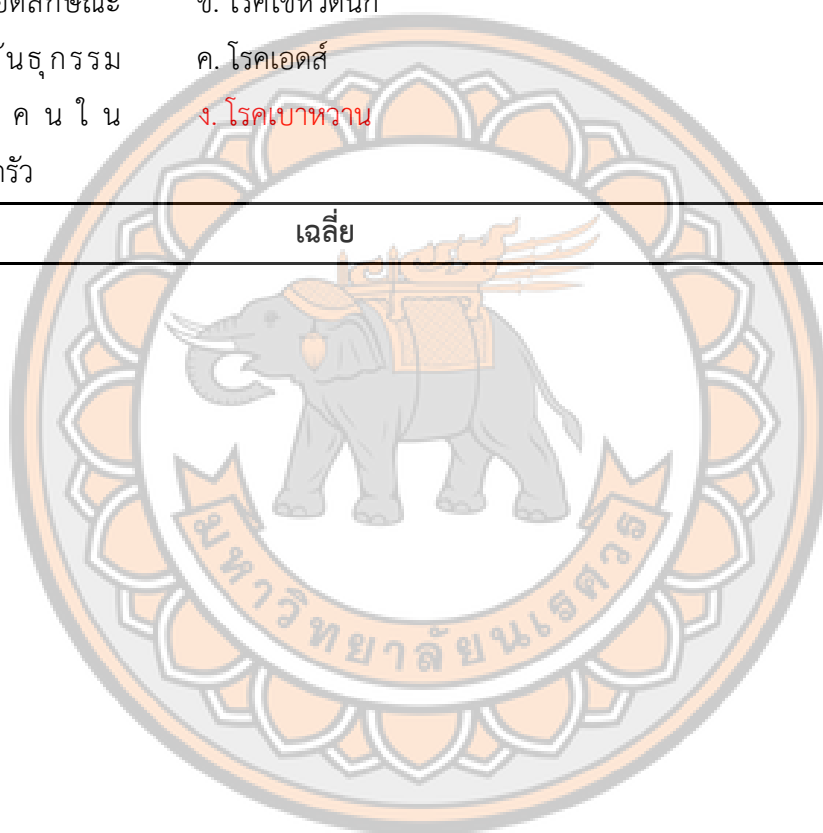
ผลการเรียนรู้	ข้อความถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	สรุป
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
	ค. ลูกมีสีผิวเหมือนตาและยาย ง. ลูกมีสีผิวเหมือนพ่อและแม่					
นักเรียนสามารถวิเคราะห์การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของคนในครอบครัว	25. เด็กหญิงอ้อยสังเกตเห็นว่า ปู่มีตาชั้นเดียว แม่มีลักยิ้ม พ่อผมหยิก แต่ตนเองมีตาชั้นเดียว มีลักยิ้ม และผมตรง ลักษณะนี้ได้รับการถ่ายทอดมาจากใคร ก. ปู่และย่า ข. ปู่และแม่ ค. แม่และย่า ง. พ่อและแม่	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่ลูกของพืช สัตว์ และมนุษย์	26. ข้อใดเป็นสารพันธุกรรม ก. ไกลโคไซม ข. ดีเอ็นเอ ค. นิวเคลียส ง. ไรโบไซม	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่ลูกของพืช สัตว์ และมนุษย์	27. หน่วยที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมเรียกว่า ก. ยีน ข. ดีเอ็นเอ ค. นิวเคลียส ง. โครโมโซม	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
นักเรียนสามารถวิเคราะห์และอธิบายลักษณะทางพันธุกรรมของสัตว์ที่มีการ	28. กำหนดให้ A คุมลักษณะเด่น a คุมลักษณะด้อย ถ้าผสม $Aa \times Aa$ ผลลัพธ์ $AA : Aa : aa = 1:2:1$ ผลลัพธ์จากการผสมนี้ ข้อใดกล่าวถูกต้อง	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

ผลการเรียนรู้	ข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	สรุป
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ถ่ายทอดจากรุ่นพ่อแม่สู่รุ่นลูก	<p>ก. ถ้ามีลูกจากการผสม 4 ตัว จะได้ลูกแสดงลักษณะเด่น 3 ตัวและลักษณะด้อย 1 ตัว</p> <p>ข. จะมีโอกาสที่ลูกแสดงลักษณะเด่น$\frac{3}{4}$ และลักษณะด้อย $\frac{1}{4}$</p> <p>ค. จะได้ ลูกชนิดจีโนไทป์เหมือนพ่อแม่ $\frac{3}{4}$</p> <p>ง. จะได้ชนิดที่มีฟีโนไทป์เหมือนพ่อแม่ $\frac{1}{2}$</p>					
นักเรียนสามารถวิเคราะห์การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของงูในครอบครัว	<p>29. โรคใดไม่สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้</p> <p>ก. โรคกล้ามเนื้อลีบ ข. โรคเบาหวาน</p> <p>ค. โรคเหน็บชา ง. โรคเลือดใส</p>	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
นักเรียนสามารถวิเคราะห์และอธิบายลักษณะทางพันธุกรรมของสัตว์ที่มีการถ่ายทอดจากรุ่นพ่อแม่สู่รุ่นลูก	<p>30. นุ่นึ่ง ผสมพันธุ์กระต่ายสีขาวพันธุ์แท้กับกระต่ายสีดำพันธุ์แท้ โดยทั้งสีขาวและสีดำเป็นสีเด่นทั้งคู่ ตามกฎของเมนเดล ลูกกระต่ายจะมีสีอย่างไร</p> <p>ก. สีเทาทั้งหมด</p> <p>ข. สีดำและสีขาวอย่างละ 50 %</p> <p>ค. สีขาว 40% สีดำ 40% และ สีเทา 20%</p> <p>ง. สีต่างออกดำปนขาว สีดำ และสีขาวพอ ๆ กัน</p>	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
นักเรียนสามารถวิเคราะห์และอธิบายลักษณะทางพันธุกรรมของสัตว์ที่มีการถ่ายทอดจากรุ่นพ่อแม่สู่รุ่นลูก	<p>31. ข้อใดกล่าวถึงลักษณะทางพันธุกรรม</p> <p>ก. ลูกแมวขนสีขาวเหมือนพ่อ</p> <p>ข. ลูกหมาตัวเล็กกว่าพ่อ</p> <p>ค. ลูกเปิดเดินตามแม่</p> <p>ง. ลูกน้ำอาศัยอยู่ในน้ำ</p>	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
นักเรียนสามารถสำรวจและ	<p>32. แอมได้รับการถ่ายทอดลักษณะการมีลักษณะย้อมมาจากใคร</p>	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

ผลการเรียนรู้	ข้อความถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	สรุป
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
เปรียบเทียบ ลักษณะทาง พันธุกรรมของคน ในครอบครัว	ก. เพื่อนสนิท ข. คนข้างบ้าน ค. แม่เลี้ยง ง. คุณย่า					
นักเรียนสามารถ วิเคราะห์ และ อธิบายลักษณะ ทางพันธุกรรม ของพืชที่มีการ ถ่ายทอดจากรุ่น พ่อแม่สู่รุ่นลูก	33. เมื่อนำต้นถั่วที่มีดอกสีขาวแท้ ผสมกับต้นถั่วที่มี ดอกสีม่วงแท้ ลูกที่ออกมาทั้งหมดเป็นสีม่วง ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง ก. ดอกของต้นถั่วรุ่นลูกเป็นเพศผู้ทั้งหมด ข. ดอกของต้นถั่วรุ่นลูกเป็นเพศเมียทั้งหมด ค. ดอกต้นถั่วสีม่วงเป็นลักษณะเด่น ง. ดอกต้นถั่วสีขาวเป็นลักษณะด้อย	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
นักเรียนสามารถ วิเคราะห์ และ อธิบายลักษณะ ทางพันธุกรรม ของสัตว์ที่มีการ ถ่ายทอดจากรุ่น พ่อแม่สู่รุ่นลูก	34.  ข้อใดไม่มีโอกาสเป็นลูกของพ่อแม่คู่นี้ ก.  ข.  ค.  ง. 	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
นักเรียนสามารถ อธิบายลักษณะ ทางพันธุกรรมที่มี การถ่ายทอดจาก พ่อแม่สู่ลูกของ พืช สัตว์ และ มนุษย์	35. ลักษณะทางพันธุกรรมในข้อใดที่ไม่แปรเปลี่ยน ตามปัจจัยภายนอกและสิ่งแวดล้อม ก. การห่อลิ้นได้ ข. สีผิว ค. ความสูง ง. ความฉลาด	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
นักเรียนสามารถ อธิบายลักษณะ ทางพันธุกรรมที่มี	36. ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรม ก. ยีน	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
	ข. เซลล์เม็ดเลือดแดง					

ผลการเรียนรู้	ข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	สรุป
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
พันธกรรมของสัตว์ที่มีการถ่ายทอดจากรุ่นพ่อแม่สู่รุ่นลูก	ค. การมีลักษณะ					
นักเรียนสามารถสังเกต วิเคราะห์ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธกรรมของคนในครอบครัว	40. แอนเรียนอยู่ชั้น ป.5 มีผมหน้าม้าหยักศกยาวสีดำ ลักษณะผมดังกล่าวของแอนถูกถ่ายทอดมาจากใคร ก. ครูประจำชั้นผมยาว ข. เพื่อนสนิทมีผมหน้าม้า ค. พี่เลี้ยงมีผมสีดำ ง. คุณยายมีผมหยักศก	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
นักเรียนสามารถสังเกต วิเคราะห์ และอธิบายลักษณะทางพันธกรรมของสัตว์ที่มีการถ่ายทอดจากรุ่นพ่อแม่สู่รุ่นลูก	41. เมื่อผสมพันธุ์สุนัขชนหยิกแท้ กับสุนัขพันธุ์ขนตรงแท้ โดยมีลูกออกมา 8 ตัว ถ้ากำหนดให้ชนหยิกเป็นลักษณะเด่น ข้อใดกล่าวถึงลักษณะของลูกได้ถูกต้อง ก. ลูกสุนัข 2 ตัว จาก 8 ตัว ขนตรง ข. ลูกสุนัข 2 ตัว จาก 8 ตัว ชนหยิก ค. ลูกสุนัขทั้ง 8 ตัว ชนหยิก ง. ลูกสุนัขทั้ง 8 ตัว ขนตรง	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
นักเรียนสามารถสังเกต วิเคราะห์ และอธิบายลักษณะทางพันธกรรมของสัตว์ที่มีการถ่ายทอดจากรุ่นพ่อแม่สู่รุ่นลูก	42.  จากภาพ ลูกสุนัขผสมพันธุ์กันเป็นสีใด ก.  ข.  ค.  ง. 	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

ผลการเรียนรู้	ข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	สรุป
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ข อ ง ค น ใน ครอบครัว	ง. การมีรูปร่างเตี้ย คอสั้น ปัญญาอ่อน					
นักเรียนสามารถ วิเคราะห์การ ถ่ายทอดลักษณะ ทางพันธุกรรม ข อ ง ค น ใน ครอบครัว	50. โรคในข้อใดที่สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรม ก. โรคมะเร็ง ข. โรคไข้วัดนก ค. โรคเอดส์ ง. โรคเบาหวาน	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
	เฉลี่ย		0.94			ใช้ได้



ภาคผนวก ข 3 แบบสรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อ ที่	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	แปลความหมาย	ผลการคัดเลือก
1	0.60	0.41	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ ข้อที่ 1
2	0.70	-0.77	ทิ้ง	ตัดออก
3	0.23	0.36	ทิ้ง	ตัดออก
4	0.40	0.70	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ ข้อที่ 2
5	0.20	0.22	ทิ้ง	ตัดออก
6	0.43	0.41	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ ข้อที่ 3
7	0.50	0.38	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ ข้อที่ 4
8	0.40	0.46	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ ข้อที่ 5
9	0.47	0.73	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ ข้อที่ 6
10	0.53	0.56	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ ข้อที่ 7
11	0.57	-0.55	ทิ้ง	ตัดออก
12	0.47	0.48	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ ข้อที่ 8
13	0.30	0.78	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ ข้อที่ 9
14	0.50	0.55	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ ข้อที่ 10
15	0.60	0.29	ทิ้ง	ตัดออก
16	0.53	0.49	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ

ข้อ ที่	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	แปลความหมาย	ผลการคัดเลือก
				ข้อที่ 11
17	0.17	0.11	ทิ้ง	ตัดออก
18	0.20	-0.03	ทิ้ง	ตัดออก
19	0.57	0.26	ทิ้ง	ตัดออก
20	0.33	0.52	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ ข้อที่ 12
21	0.43	0.63	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ ข้อที่ 13
22	0.73	0.10	ทิ้ง	ตัดออก
23	0.37	0.66	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ ข้อที่ 14
24	0.30	0.70	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ ข้อที่ 15
25	0.37	0.55	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ ข้อที่ 16
26	0.53	0.22	ทิ้ง	ตัดออก
27	0.37	0.16	ทิ้ง	ตัดออก
28	0.33	0.88	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ ข้อที่ 17
29	0.73	0.08	ทิ้ง	ตัดออก
30	0.57	0.57	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ ข้อที่ 18
31	0.87	-0.06	ทิ้ง	ตัดออก
32	0.33	0.81	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ ข้อที่ 19
33	0.37	0.55	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ ข้อที่ 20
34	0.67	0.50	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ

ข้อ ที่	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	แปลความหมาย	ผลการคัดเลือก
				ข้อที่ 21
35	0.80	0.35	ทิ้ง	ตัดออก
36	0.30	0.79	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ ข้อที่ 22
37	0.30	0.57	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ ข้อที่ 23
38	0.53	0.50	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ ข้อที่ 24
39	0.73	0.36	ทิ้ง	ตัดออก
40	0.50	0.71	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ ข้อที่ 25
41	0.33	0.63	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ ข้อที่ 26
42	0.07	-0.22	ทิ้ง	ตัดออก
43	0.63	0.26	ทิ้ง	ตัดออก
44	0.23	0.03	ทิ้ง	ตัดออก
45	0.33	0.60	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ ข้อที่ 27
46	0.33	0.70	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ ข้อที่ 28
47	0.20	0.86	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ ข้อที่ 29
48	0.30	0.77	ใช้ได้	เลือกเป็นแบบทดสอบ ข้อที่ 30
49	0.63	0.16	ทิ้ง	ตัดออก
50	0.63	0.26	ทิ้ง	ตัดออก

สรุปผลการวิเคราะห์ความยาก และอำนาจจำแนกของข้อสอบจำนวน 50 ข้อ มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 30 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 20, 21, 23, 24, 25, 28, 30,

32, 33, 34, 36, 37, 38, 40, 41, 45, 46, 47, 48 และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 19 ข้อ ได้แก่ ข้อ 2, 3, 5, 11, 15, 17, 18, 19, 22, 26, 27, 29, 31, 35, 39, 42, 43, 44, 49 และ 50



ภาคผนวก ข 4 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

<p>แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน</p> <p>เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต</p> <p>ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี</p> <p>หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)</p>
--

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✕ เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 ตัวเลือก

1. ลักษณะใดต่อไปนี้เป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่ลูก

ก. สีผม

ข. รสนิยมในการกินอาหาร

ค. ความสามารถในการว่ายน้ำ

ง. ความถนัดในการเล่นกีฬา

จงพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้ เพื่อตอบคำถามข้อ 2 สิ่งมีชีวิตชนิด A สืบพันธุ์ด้วยการแบ่งตัว สิ่งมีชีวิตชนิด B สืบพันธุ์ด้วยการแตกหน่อ สิ่งมีชีวิตชนิด C สืบพันธุ์ด้วยการสร้างสปอร์ สิ่งมีชีวิตชนิด D สืบพันธุ์ด้วยเซลล์สืบพันธุ์

2. ในกระบวนการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตชนิดใดมีการปฏิสนธิ

ก. A

ข. B

ค. C

ง. D

ลักษณะของพหุหัต	เหมือนกับลักษณะของ			
	ปู่	ย่า	ตา	ยาย
ผมหยักศก	✓			
ขนตายาวงอน		✓		
ผิวสีแทน				✓
จมูกโด่ง			✓	
มีลักยิ้ม			✓	

3. การผสมเทียมวัว คือ การที่มนุษย์ฉีดน้ำเชื้อของวัวเพศผู้เข้าไปในมดลูกของวัวเพศเมียแล้วสามารถทำให้เกิดการปฏิสนธิได้ ข้อใดไม่ใช่ข้อดีของการผสมเทียมวัว

- ก. สามารถผลิตวัวสายพันธุ์ดีได้จำนวนมากขึ้น
- ข. ขนส่งน้ำเชื้อไปผสมพันธุ์ในพื้นที่ห่างไกลได้สะดวก
- ค. สามารถป้องกันโรคติดต่อที่เกิดจากการผสมพันธุ์ได้

ง. การพิจารณาพ่อพันธุ์ที่มีความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมที่ดีไปสู่ลูก จะใช้เวลานานขึ้น

4. ด.ช. พงษ์ส ได้รับมอบหมายจากคุณครูให้ไปสำรวจลักษณะของตนเองกับบุคคลในครอบครัว ได้ข้อมูลดังนี้

ลักษณะในข้อใดที่ ด.ช. พงษ์สได้รับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมาจากคุณพ่อ

- ก. ลักษณะสีผิว
- ข. ลักษณะขนตา
- ค. ลักษณะลักยิ้ม
- ง. ลักษณะจมูก

5. ถ้านำสุนัขสีดำผสมกับสุนัขสีขาว ลูกสุนัขที่ออกมาเป็นสีดำทุกตัว ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. ขนสีดำเป็นพันธุ์ใหม่
- ข. ขนสีดำเป็นลักษณะเด่น
- ค. ขนสีขาวเป็นลักษณะเด่น
- ง. ขนสีขาวไม่ใช่ลักษณะทางพันธุกรรม

6. การที่ลูกมีลักษณะบางอย่างไม่เหมือนพ่อ แต่มีลักษณะที่เหมือนปู่ เป็นเพราะอะไร

- ก. ลูกไม่ได้รับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมนั้นจากพ่อ แต่เป็นลักษณะที่แปรผัน
- ข. พ่อไม่ได้รับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมนั้นจากปู่ จึงไม่ปรากฏในรุ่นพ่อ

ค. พ่อได้รับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมนั้นจากปู่แต่ไม่ปรากฏในรุ่นพ่อ

ง. เป็นไปได้ทั้ง 3 ข้อ

7. ลักษณะใดไม่ใช่ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมจากพ่อแม่ไปสู่ลูก

- ก. ต้นทานตะวันหมุนลำต้นตามแสงอาทิตย์
- ข. ต้นกุหลาบมีดอกสีแดงเหมือนต้นพ่อแม่
- ค. ลูกสุนัขมีขนยาวสีขาวเหมือนพ่อสุนัข
- ง. ลูกแมวมีหางสั้นกุดเหมือนแม่

17. โรคใดไม่สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้

ก. โรคกล้ามเนื้อลีบ

ข. โรคเบาหวาน

ค. โรคเหน็บชา

ง. โรคเลือดใส

18. ข้อใดกล่าวถึงลักษณะทางพันธุกรรม

ก. ลูกแมวขนสีขาวยเหมือนพ่อ

ข. ลูกหมาตัวเล็กกว่าพ่อ

ค. ลูกเปิดเดินตามแม่

ง. ลูกน้ำอาศัยอยู่ในน้ำ

19. เมื่อนำต้นถั่วที่มีดอกสีขาวแท้ ผสมกับต้นถั่วที่มีดอกสีม่วงแท้ ลูกที่ออกมาทั้งหมดเป็นสีม่วง ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

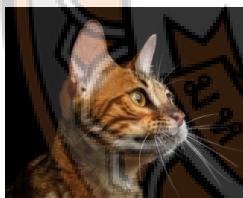
ก. ดอกของต้นถั่วรุ่นลูกเป็นเพศผู้ทั้งหมด

ข. ดอกของต้นถั่วรุ่นลูกเป็นเพศเมียทั้งหมด

ค. ดอกต้นถั่วสีม่วงเป็นลักษณะเด่น

ง. ดอกต้นถั่วสีขาวเป็นลักษณะด้อย

20.



พ่อ



แม่

ข้อใดไม่มีโอกาสเป็นลูกของพ่อและแม่คู่นี้

ก.



ข.



ค.



ง.



21. ลักษณะทางพันธุกรรมในข้อใดที่ไม่แปรเปลี่ยนตามปัจจัยภายนอกและสิ่งแวดล้อม

ก. การห่อลิ้นได้

ข. สีผิว

ค. ความสูง

ง. ความฉลาด

22. กำหนดให้ B แทน แอลลีนห่อลิ้นได้ และ b แทน แอลลีนห่อลิ้นไม่ได้ ถ้าพ่อมียีนเป็น BB และแม่มียีนเป็น Bb ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

ก. ลูกห่อลิ้นได้

ข. ลูกห่อลิ้นไม่ได้

ค. ลูกมีโอกาสมียีนเป็น Bb

ง. ลูกมีโอกาสมียีนเป็น BB

23. พิจารณาตาราง

ลักษณะ	ตาสองชั้น	มีติ่งหู	ผมตรง	มีลักยิ้ม	ผมสีดำ
บอย	✓		✓	✓	✓
A	✓	✓			✓
B		✓		✓	✓
C	✓	✓	✓	✓	✓
D		✓	✓	✓	

จากข้อมูลในตาราง บอย น่าจะเป็นลูกของใครมากที่สุด

ก. A

ข. B

ค. C

ง. D

24. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะที่สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรม

ก. ความสามารถในการพูด

ข. สีของนัยน์ตา

ค. การมีลักยิ้ม

ง. ลักษณะหนังตา

25. เมื่อผสมพันธุ์สุนัขขนหยิกแท้ กับสุนัขพันธุ์ขนตรงแท้ โดยมีลูกออกมา 8 ตัว ถ้ากำหนดให้ขนหยิกเป็นลักษณะเด่น ข้อใดกล่าวถึงลักษณะของลูกได้ถูกต้อง

ก. ลูกสุนัข 2 ตัว จาก 8 ตัว ขนตรง

ข. ลูกสุนัข 2 ตัว จาก 8 ตัว ขนหยิก

ค. ลูกสุนัขทั้ง 8 ตัว ขนหยิก

ง. ลูกสุนัขทั้ง 8 ตัว ขนตรง

26.



พ่อ



แม่

จากภาพ ลูกของพ่อและแม่นี้ น่าจะเป็นข้อใด

ก.



ข.



ค.



ง.



27. พิจารณาตาราง

ลักษณะ	ลูก	พี่ชาย	พ่อ	แม่	ปู่	ย่า	ตา	ยาย
ตาสองชั้น	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
มีติ่งหู		✓		✓	✓	✓	✓	
ผมตรง	✓		✓	✓		✓	✓	
มีลิ้นยืม	✓			✓				✓

ลักษณะของลูกได้รับการถ่ายทอดมาจากใครมากที่สุด

ก. พี่ชาย

ข. พ่อ

ค. แม่

ง. ยาย

28. เด็กหญิงกนกภรณ์สังเกตว่าปู่มีตาสองชั้น แม่มีผมหยิก พ่อมีลิ้นยืม แต่ตนเองมีตาสองชั้นและมีผมหยิก อยากทราบว่า เด็กชายโชคดีได้รับการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรม ลักษณะลิ้นยืมและหนังตามาจากใคร

ก. พ่อและแม่

ข. ปู่และพ่อ

ค. ปู่และย่า

ง. พ่อและตา

29. ข้อความในข้อใดที่กล่าวไม่ถูกต้อง

- ก. ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตถูกควบคุมโดยยีน
- ข. โครโมโซมของมนุษย์มีทั้งหมด 23 คู่
- ค. เพศหญิงมีโครโมโซมเป็น XY
- ง. อสุจิเป็นเซลล์สืบพันธุ์ของเพศชาย

30. ข้อใดไม่เป็นการแปรผันทางพันธุกรรม

- ก. การมีลูกฝาแฝดเหมือนกัน
- ข. การมีโครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมา 1 คู่
- ค. การเป็นโรคธาลัสซีเมีย
- ง. การมีรูปร่างเตี้ย คอสั้น ปัญญาอ่อน

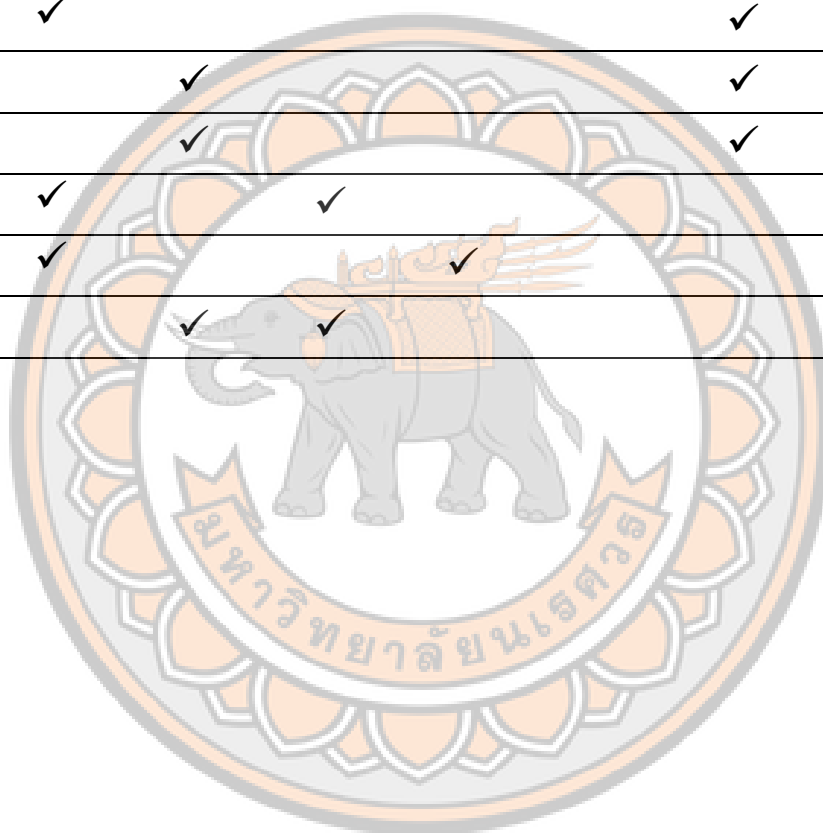


ภาคผนวก ข 5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามมาตรฐาน
ตัวชี้วัด ระดับพฤติกรรม วิชา วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ข้อ	ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน มาตรฐาน ตัวชี้วัด		ระดับพฤติกรรม					
	ว 1.3		ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การ ประยุกต์ ใช้	การ วิเคราะห์	การ ประเมิน ค่า	การ สร้าง สรรค์
	1	2						
1	✓			✓				
2	✓		✓					
3		✓			✓			
4		✓				✓		
5	✓			✓				
6	✓			✓				
7	✓				✓			
8		✓				✓		
9		✓						✓
10		✓				✓		
11	✓			✓				
12	✓		✓					
13		✓			✓			
14		✓				✓		
15	✓			✓				
16	✓					✓		
17		✓						✓
18		✓					✓	
19	✓						✓	
20	✓		✓					

ข้อ	ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน มาตรฐาน ตัวชี้วัด		ระดับพฤติกรรม					
	ว 1.3		ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การ ประยุกต์ ใช้	การ วิเคราะห์	การ ประเมิน ค่า	การ สร้าง สรรค์
	1	2						
	21		✓				✓	
22	✓				✓			
23		✓					✓	
24		✓				✓		
25		✓				✓		
26	✓		✓					
27	✓		✓					
28	✓				✓			
29		✓	✓					
30	✓					✓		
31	✓			✓				
32		✓		✓				
33	✓			✓				
34	✓			✓				
35		✓		✓				
36	✓			✓				
37		✓				✓		
38		✓				✓		
39		✓		✓				
40		✓		✓				
41	✓			✓				
42	✓					✓		
43		✓		✓				

ข้อ	ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน มาตรฐาน ตัวชี้วัด		ระดับพฤติกรรม					
	ว 1.3		ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การ ประยุกต์ ใช้	การ วิเคราะห์	การ ประเมิน ค่า	การ สร้าง สรรค์
	1	2						
	44		✓		✓			
45	✓					✓		
46		✓				✓		
47		✓				✓		
48	✓		✓					
49	✓			✓				
50		✓	✓					



ภาคผนวก ค แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es)
ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	
เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต	รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
หน่วยการเรียนรู้ สิ่งมีชีวิต	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 2 ชั่วโมง	

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน

ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

- ป. 5/1 อธิบายลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่ลูกของพืชสัตว์และมนุษย์
- ป. 5/2 แสดงความอยากรู้อยากเห็นโดยการถามคำถามเกี่ยวกับลักษณะที่คล้ายคลึงกันของตนเองกับพ่อแม่

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่ลูก ของพืช สัตว์ และมนุษย์ (K)
2. นักเรียนสามารถสังเกตลักษณะที่คล้ายคลึงกันของตนเองกับพ่อแม่ได้ (P)
3. นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการศึกษารวมชาติของพันธุกรรม มีความสนใจในการทดลองและค้นคว้าเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ การนำความรู้ด้านพันธุกรรมไปใช้ในชีวิตประจำวัน (A)

3. สารสำคัญ

สิ่งมีชีวิตทั้งพืช สัตว์ และมนุษย์ เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะมีการสืบพันธุ์เพื่อเพิ่มจำนวนและดำรงพันธุ์ให้คงอยู่ต่อไป โดยลูกที่เกิดจากการสืบพันธุ์ของพ่อและแม่จะได้รับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมาจากพ่อและแม่ ซึ่งลักษณะทางพันธุกรรมที่ได้รับการถ่ายทอดมานี้เป็นลักษณะเฉพาะของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด

4. สารการเรียนรู้

- การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

5. ชิ้นงานหรือภาระงาน

- ใบงานที่ 1

6. กิจกรรมการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ดำเนินการเรียนการสอนดังต่อไปนี้

- แจกจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
- นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน 10 ข้อ

1. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement)

1. ครูชักชวนนักเรียนศึกษาเรื่องสิ่งมีชีวิต โดยให้อ่านชื่อหน่วย และอ่านคำถามสำคัญประจำหน่วยที่ 5 ในหนังสือเรียน หน้า 74 ดังนี้

1. ลักษณะต่าง ๆ ที่ปรากฏในสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นได้อย่างไร
2. สิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมอย่างไร นักเรียนตอบคำถามโดยครูยังไม่ต้องเฉลยคำตอบ แต่จะให้นักเรียนย้อนกลับมาตอบอีกครั้งหลังจากเรียนจบหน่วยนี้แล้ว

3. ครูให้นักเรียนอ่านชื่อบท และจุดประสงค์การเรียนรู้ประจำบท ในหนังสือเรียน หน้า 75 จากนั้นครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจดังนี้

3.1 บทนี้จะได้เรียนเรื่องอะไร (เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต)

3.2 จากจุดประสงค์การเรียนรู้เมื่อเรียนจบบทนี้นักเรียนสามารถทำอะไรได้บ้าง (จะสามารถอธิบายลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการถ่ายทอดจากพ่อ แม่ ไปสู่ลูกของพืช สัตว์ และมนุษย์ รวมทั้งตั้งคำถามและสำรวจเกี่ยวกับลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ของตนเองกับพ่อแม่ได้)

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration)

ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้เกิดประสบการณ์ตรง ดังนี้

1. นักเรียนอ่านชื่อบทและแนวคิดสำคัญในหนังสือเรียน หน้า 76 จากนั้นครูใช้คำถามว่า จากการอ่านแนวคิดสำคัญ นักเรียนคิดว่าจะได้เรียนเกี่ยวกับเรื่องอะไรบ้าง (จะได้เรียนเรื่องลักษณะทางพันธุกรรมของพืช สัตว์ และมนุษย์)

2. ครูชักชวนให้นักเรียนสังเกตรูปและอ่านเนื้อเรื่องใน หน้า 76 และแจกใบความรู้ที่มี AR Marker 1 ให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนสแกนผ่านแอปพลิเคชัน Artivive เพื่อเล่น AR Marker 1 เป็นการให้นักเรียนได้ศึกษาค้นหาคำตอบผ่าน AR Marker เกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)

1. ครูตรวจสอบความเข้าใจจากการอ่าน โดยใช้คำถาม ดังนี้

1.1 ลูกของสิ่งมีชีวิตมีลักษณะอย่างไรเมื่อเปรียบเทียบกับพ่อแม่ (ลูกมีลักษณะคล้ายคลึงกับพ่อแม่)

1.2 นักเรียนสังเกตเห็นสิ่งมีชีวิตอะไรในภาพบ้าง (เด็กผู้หญิง สุนัข หนุ่)

1.3 สิ่งมีชีวิตในภาพเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันหรือไม่รู้ได้อย่างไร (เป็นสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน รู้ได้จากการสังเกตพบว่ามีลักษณะที่แตกต่างกัน)

1.4 นักเรียนคิดว่าพ่อแม่ของเด็กผู้หญิงในภาพน่าจะมีลักษณะอย่างไร เพราะเหตุใด (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

1.5 นักเรียนคิดว่าพ่อแม่ของสุนัขในภาพน่าจะมีลักษณะอย่างไร เพราะเหตุใด (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

1.6 นักเรียนคิดว่าหนุ่ในภาพน่าจะเกิดจากหนุ่ที่มีลักษณะอย่างไร เพราะเหตุใด (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

1. ครูชักชวนนักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต ในสำรวจความรู้ก่อนเรียน

2. นักเรียนทำสำรวจความรู้ก่อนเรียน ในแบบบันทึกกิจกรรม หน้า 64-65 โดยนักเรียนอ่านคำถามแต่ละข้อครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนจนแน่ใจว่านักเรียนสามารถทำได้ด้วยตนเอง จึงให้นักเรียนตอบคำถามซึ่งคำตอบของแต่ละคนอาจแตกต่างกัน และคำตอบอาจถูกหรือผิดก็ได้

3. ครูสังเกตการตอบคำถามของนักเรียนเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตอย่างไรโดยอาจสุ่มให้นักเรียน 2-3 คน นำเสนอคำตอบของตนเอง ครูยังไม่ต้องเฉลยคำตอบแต่จะให้นักเรียน ย้อนกลับมาตรวจสอบอีกครั้งหลังจากเรียนจบบทนี้แล้ว ทั้งนี้ครูควรบันทึกแนวคิด

คลาดเคลื่อนหรือแนวคิดที่ น่าสนใจของนักเรียน แล้วนำมาใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อ แก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนให้ถูกต้อง และต่อยอดแนวคิดที่น่าสนใจของนักเรียน

5. ชั้นประเมิน (evaluation)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรม มีจุดใดบ้าง ที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามี ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ

2. นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใด และได้มีการ แก้ไขอย่างไรบ้าง

3. ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

4. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถาม เช่น

- เพราะเหตุใดลูกจึงมีลักษณะบางอย่างเหมือนพ่อและแม่ (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)
- ลูกจะมีลักษณะที่แตกต่างจากพ่อและแม่ได้หรือไม่ (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

6. การวัดและประเมินผล

การประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนทำได้ ดังนี้

1. ประเมินความรู้จากการทำใบงานที่ 1 การอธิบายลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการถ่ายทอดจาก พ่อแม่สู่ลูก ของพืช สัตว์ และมนุษย์ (K)

2. ประเมินทักษะการสังเกตลักษณะที่คล้ายคลึงกันของตนเองกับพ่อแม่ (P)

3. ประเมินเจตคติที่ดีต่อการศึกษาธรรมชาติของพันธุกรรม ความสนใจในการทดลองและค้นคว้า เกี่ยวกับพันธุศาสตร์ การนำความรู้ด้านพันธุกรรมไปใช้ในชีวิตประจำวัน (A)

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ/เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้		
	C: cognitive	A: affective	P: psychomotor
1. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะทาง พันธุกรรมที่มีการถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่ลูก ของพืช สัตว์ และมนุษย์ (K)	ใบงานที่ 1		
2. นักเรียนสามารถสังเกตลักษณะที่คล้ายคลึง กันของตนเองกับพ่อแม่ได้ (P)			แบบ ประเมิน ทักษะการสังเกต

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ/เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้		
	C: cognitive	A: affective	P: psychomotor
3. นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการศึกษาธรรมชาติของพันธุกรรม มีความสนใจในการทดลอง และค้นคว้าเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ การนำความรู้ด้านพันธุกรรมไปใช้ในชีวิตประจำวัน (A)		แบบทดสอบ รายการ มาตรฐานค่า	

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน ป.5 เล่ม 1
2. ใบงานที่ 1: การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
3. ใบความรู้ + AR Marker 1: การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

8. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาววรรณนันทน์ ทองมา)

ผู้อำนวยการโรงเรียนชุมชนบ้านวังกลม

รักษาการในตำแหน่งผู้อำนวยการโรงเรียนวัดบ้านบุง

9. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน.....พ.ศ

ผลการสอน

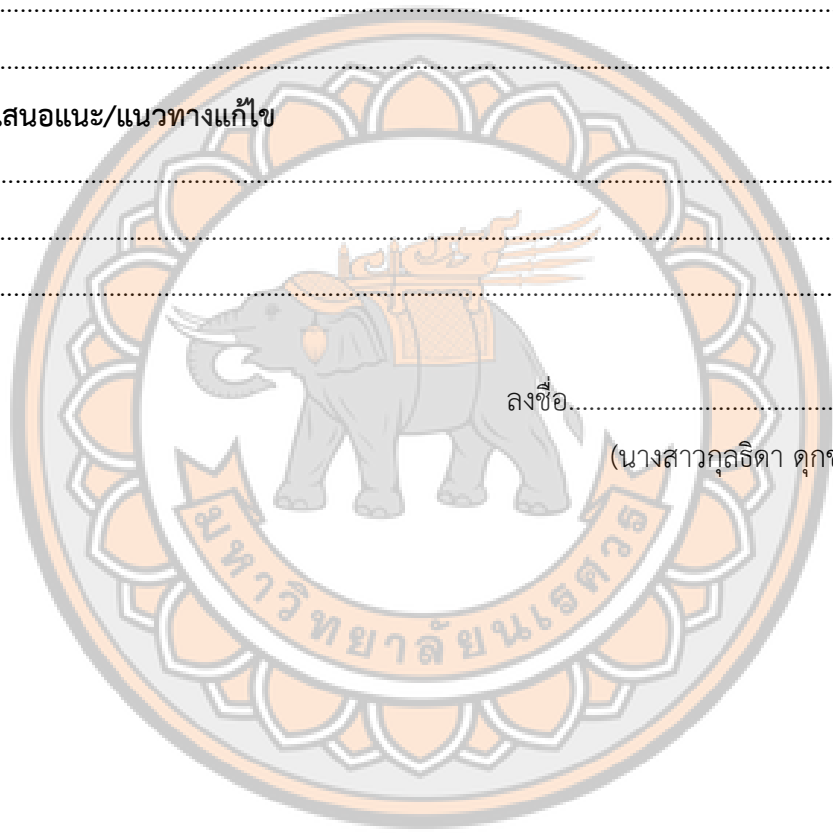
.....
.....
.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....
.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....
.....
.....



ลงชื่อ..... ผู้สอน

(นางสาวกุลธิดา ดุ๊กขุนทด)

ใบความรู้ที่ 1 + AR Marker 1

The image shows an AR application interface. At the top, a pair of hands holds a tablet displaying a close-up of an orange cat's face. In the top right corner of the tablet screen, there is a label 'AR MARKER 1' and a red 'LIVE' indicator. Below the tablet, the interface is divided into two main sections. The left section is titled 'สิ่งมีชีวิต (LIVING THINGS)' and contains a table with the following content:

CHARACTERISTICS	
อ่านว่า	แคร็กเทอริส ทิก
แปลว่า	ลักษณะเฉพาะ
GENETIC	
อ่านว่า	เจเนท กิกซุ
แปลว่า	พันธุกรรม
HEREDITY	
อ่านว่า	ฮีเรด ดิก
แปลว่า	การถ่ายทอดทางพันธุกรรม
PARENT	
อ่านว่า	แพ เรินท
แปลว่า	พ่อหรือแม่

The right section is titled 'ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต (GENETIC CHARACTERISTICS IN LIVING THINGS)'. It contains the following text:

Living things

สิ่งมีชีวิตทั้งพืช สัตว์ และมนุษย์ เมื่อโตเต็มที่จะมีการสืบพันธุ์ เพื่อเพิ่มจำนวนและดำรงพันธุ์ให้คงอยู่ต่อไป โดบลูกที่เกิดจากการสืบพันธุ์ของพ่อและแม่จะได้รับการถ่ายทอดพันธุกรรมมาจากพ่อและแม่ ซึ่งพันธุกรรมที่ได้รับการถ่ายทอดมานี้เป็นลักษณะที่มีความเฉพาะของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด โดยลักษณะบางอย่างของลูกอาจเหมือนพ่อ หรือเหมือนแม่ หรือเหมือนทั้งพ่อและแม่ หรือแตกต่างจากทั้งพ่อและแม่ได้ ในกรณีที่แตกต่างกันทั้งพ่อและแม่อาจได้รับลักษณะมาจากรุ่นปู่ย่าตายายหรือรุ่นก่อนหน้านั้น

Genetic transmission in living things / Heredity

การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (Genetic transmission) คือ ลักษณะที่ถ่ายทอดจากรุ่นบรรพบุรุษไปยังรุ่นพ่อแม่ และส่งต่อสู่รุ่นลูกต่อไป เช่น ความสูง การห่อลิ้น ลักษณะเส้นผม การมีต่งหู สีตา และสีผิว เป็นต้น โดยมียีน (Gene) เป็นหน่วยควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม โดยหน่วยควบคุมนี้จะอยู่กับเป็นคู่

ใบงานที่ 1

ใบงานที่ 1



การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

คะแนน

ว 1.2 น.5/1 : ตัวชี้วัดบวชทาง



คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องจากตัวเลือกด้านล่าง แล้วเติมคำในช่องว่าง

ตัวเลือกคำตอบ: จีโนไทป์, ฟีโนไทป์, เมนเดล, ยีน, โครโมโซม, ลักษณะเด่น, ลักษณะด้อย, ถั่ว, ต้นเตี้ย, ต้นสูง

1. สิ่งมีชีวิตได้รับ _____ จากพ่อและแม่ผ่านการสืบพันธุ์
2. ลักษณะภายนอกที่มองเห็นได้ เช่น สีตา สีผม เรียกว่า _____
3. ลักษณะที่ซ่อนอยู่และไม่แสดงออกเมื่อมีลักษณะเด่น เรียกว่า _____
4. กฎของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมีพื้นฐานมาจาก _____
5. ยีนที่ควบคุมลักษณะเด่นและด้อยอยู่ใน _____
6. ลักษณะเด่นในต้นถั่วของเมนเดล เช่น _____
7. จีโนไทป์ที่เป็น TT หรือ Tt คือ _____
8. ฟีโนไทป์แสดงลักษณะภายนอก เช่น ต้นสูงหรือ _____
9. ตารางพันเนต (Punnett Square) ใช้สำหรับพยากรณ์ _____ ที่ลูกจะได้รับ
10. เมนเดลทำการทดลองเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้พืชตระกูล _____

ชื่อ นามสกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เลขที่

เฉลยใบงานที่ 1

เฉลยใบงานที่ 1

การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

คะแนน

จ 1.2 น.5/1 : ตัวชี้วัดวิทยาศาสตร์



คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องจากตัวเลือกด้านล่าง แล้วเติมคำในช่องว่าง

ตัวเลือกคำตอบ: **จีโนไทป์, ฟีนไทป์, เมนเดล, ยีน, โครโมโซม, ลักษณะเด่น, ลักษณะด้อย, ถั่ว, ต้นเตี้ย, ต้นสูง**

- สิ่งมีชีวิตได้รับ ยีน จากพ่อและแม่ผ่านการสืบพันธุ์
- ลักษณะภายนอกที่มองเห็นได้ เช่น สีตา สีผม เรียกว่า ฟีนไทป์
- ลักษณะที่ซ่อนอยู่และไม่แสดงออกเมื่อมีลักษณะเด่น เรียกว่า ลักษณะด้อย
- กฎของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมีพื้นฐานมาจาก เมนเดล
- ยีนที่ควบคุมลักษณะเด่นและด้อยอยู่ใน โครโมโซม
- ลักษณะเด่นในต้นถั่วของเมนเดล เช่น ต้นสูง
- จีโนไทป์ที่เป็น TT หรือ Tt คือ ลักษณะเด่น
- ฟีนไทป์แสดงลักษณะภายนอก เช่น ต้นสูงหรือ ต้นเตี้ย
- ตารางพันเนต (Punnett Square) ใช้สำหรับพยากรณ์ จีโนไทป์ ที่ลูกจะได้รับ
- เมนเดลทำการทดลองเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมโดยใช้พืชตระกูล ถั่ว

ชื่อ นามสกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เลขที่

เกณฑ์การให้คะแนนใบงานที่ 1

ประเด็นการประเมิน	คะแนน
1. กรณี คำตอบถูกต้อง ตรงตามเฉลย	1
2. กรณี คำตอบถูกต้อง สื่อความหมายตรงตามเฉลย แต่สะกดคำไม่ถูกต้อง	1
3. กรณี คำตอบผิด	0



แบบบันทึกคะแนนรายบุคคล
วิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	คะแนน ทดสอบก่อนเรียน	คะแนน ใบงานที่ 1
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			

แบบประเมินทักษะการสังเกตลักษณะที่คล้ายคลึงกันของตนเองกับพ่อแม่ (P)
ตามกิจกรรมการเรียนรู้

เกณฑ์การให้คะแนน

ระดับคุณภาพ 5 หมายถึง มีทักษะการสังเกตอยู่ในระดับดีมาก

ระดับคุณภาพ 4 หมายถึง มีทักษะการสังเกตอยู่ในระดับดี

ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง มีทักษะการสังเกตอยู่ในระดับปานกลาง

ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง มีทักษะการสังเกตอยู่ในระดับน้อย

ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง มีทักษะการสังเกตอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ					เฉลี่ย	สรุปผล
		5	4	3	2	1		
1.	บอกลักษณะที่คล้ายคลึงกันของตนเองกับพ่อแม่							
2.	บอกลักษณะที่คล้ายคลึงกันของตนเองกับคนในครอบครัวได้							
3.	บอกได้ว่าตนเองได้รับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมอะไร (ตี่ง หู ลักยิ้ม หน้งตา โครงหน้า สีผม เป็นต้น) มาจากใครในครอบครัวบ้าง							
4.	แยกสิ่งที่เป็นลักษณะทางพันธุกรรมกับสิ่งที่ไม่ใช่ลักษณะทางพันธุกรรมออกจากกันได้							

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

คะแนนเฉลี่ย 4.21-5.00 แปลความว่า มีทักษะการสังเกตอยู่ในระดับดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.41-4.20 แปลความว่า มีทักษะการสังเกตอยู่ในระดับดี

คะแนนเฉลี่ย 2.61-3.40 แปลความว่า มีทักษะการสังเกตอยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.81-2.60 แปลความว่า มีทักษะการสังเกตอยู่ในระดับน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.80 แปลความว่า มีทักษะการสังเกตอยู่ในระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์การประเมิน

ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับดีขึ้นไป

แบบประเมินทักษะการสังเกต

วิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ผู้สอน นางสาวกุลธิดา ดุกขุนทด

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพ รายการละ 1 ระดับ

เลขที่	ชื่อ - นามสกุล	ระดับคุณภาพ		
		1	2	3
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
รวมคะแนน				

เลขที่	ชื่อ - นามสกุล	ระดับคุณภาพ		
		1	2	3
ระดับคุณภาพเฉลี่ย				

เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสังเกต

1 คะแนน ใช้ประสาทสัมผัสในการสังเกต และบรรยายผลการสังเกตโดยใช้ความรู้สึกส่วนตัว หรือ ความเห็น หรือ ความรู้เดิมประกอบเป็นส่วนใหญ่

2 คะแนน ใช้ประสาทสัมผัสในการสังเกต และบรรยายผลการสังเกตโดยใช้ความรู้สึกส่วนตัว หรือ ความเห็น หรือ ความรู้เดิมประกอบบางส่วน

3 คะแนน ใช้ประสาทสัมผัสในการสังเกต และบรรยายผลการสังเกตโดยไม่ใช้ความรู้สึกส่วนตัว หรือ ความเห็น หรือ ความรู้เดิมประกอบ

เกณฑ์การแปลผลระดับคุณภาพ

ระดับคุณภาพ 0 หมายถึง ไม่ผ่านเกณฑ์

ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง ผ่านเกณฑ์

ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง ดี

ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง ดีเยี่ยม



ภาคผนวก ง กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต (ใบความรู้ AR Marker และคำแนะนำการใช้งาน)



ภาพ 8 ใบความรู้ และ AR-Marker 1-5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

ภาคผนวก ง กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต (ใบความรู้ AR Marker และคำแนะนำการใช้งาน) (ต่อ)



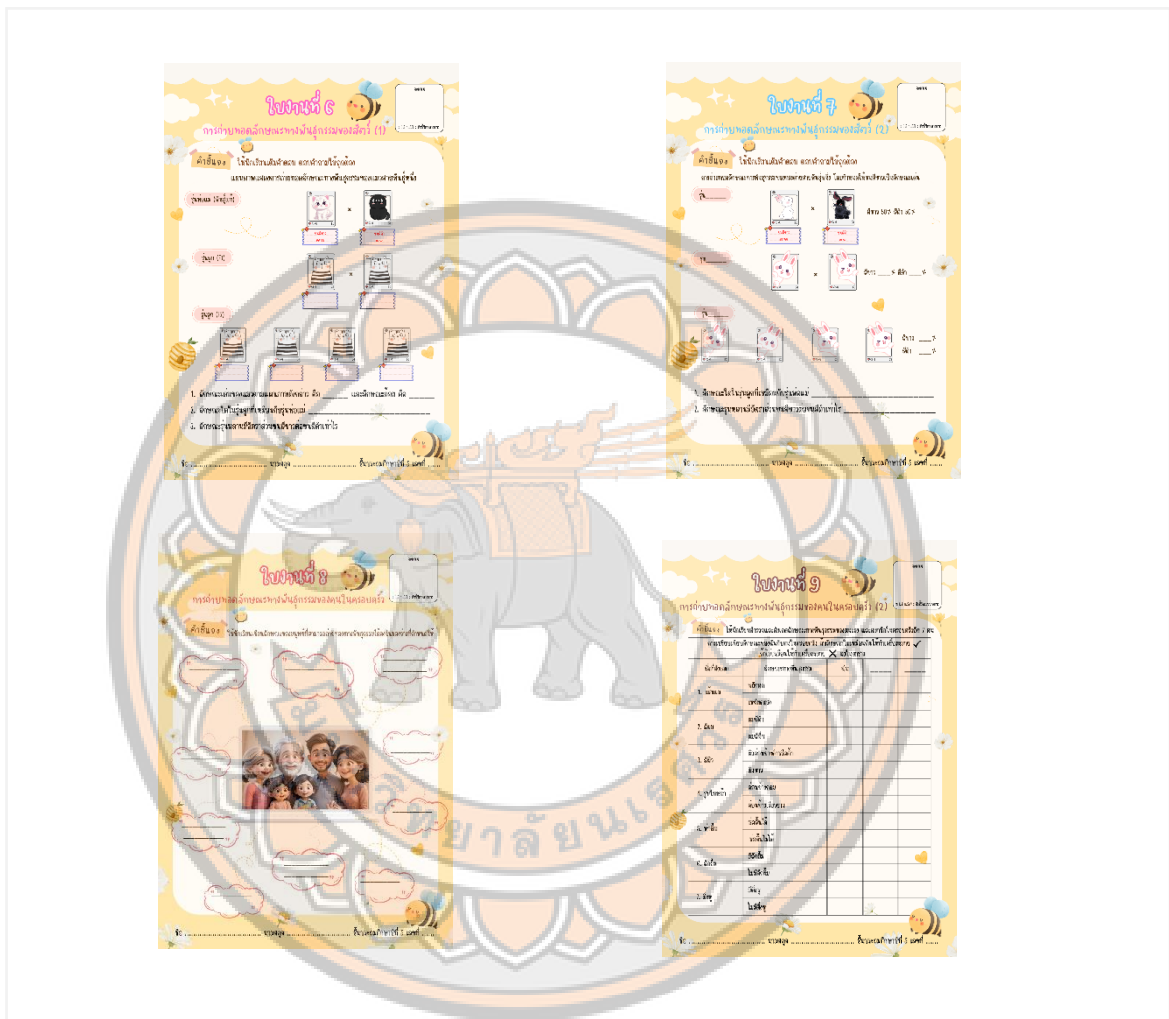
ภาพ 9 ใบความรู้ และ AR-Marker 6-10 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

ภาคผนวก ง กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต (ใบความรู้ AR Marker และคำแนะนำการใช้งาน) (ต่อ)



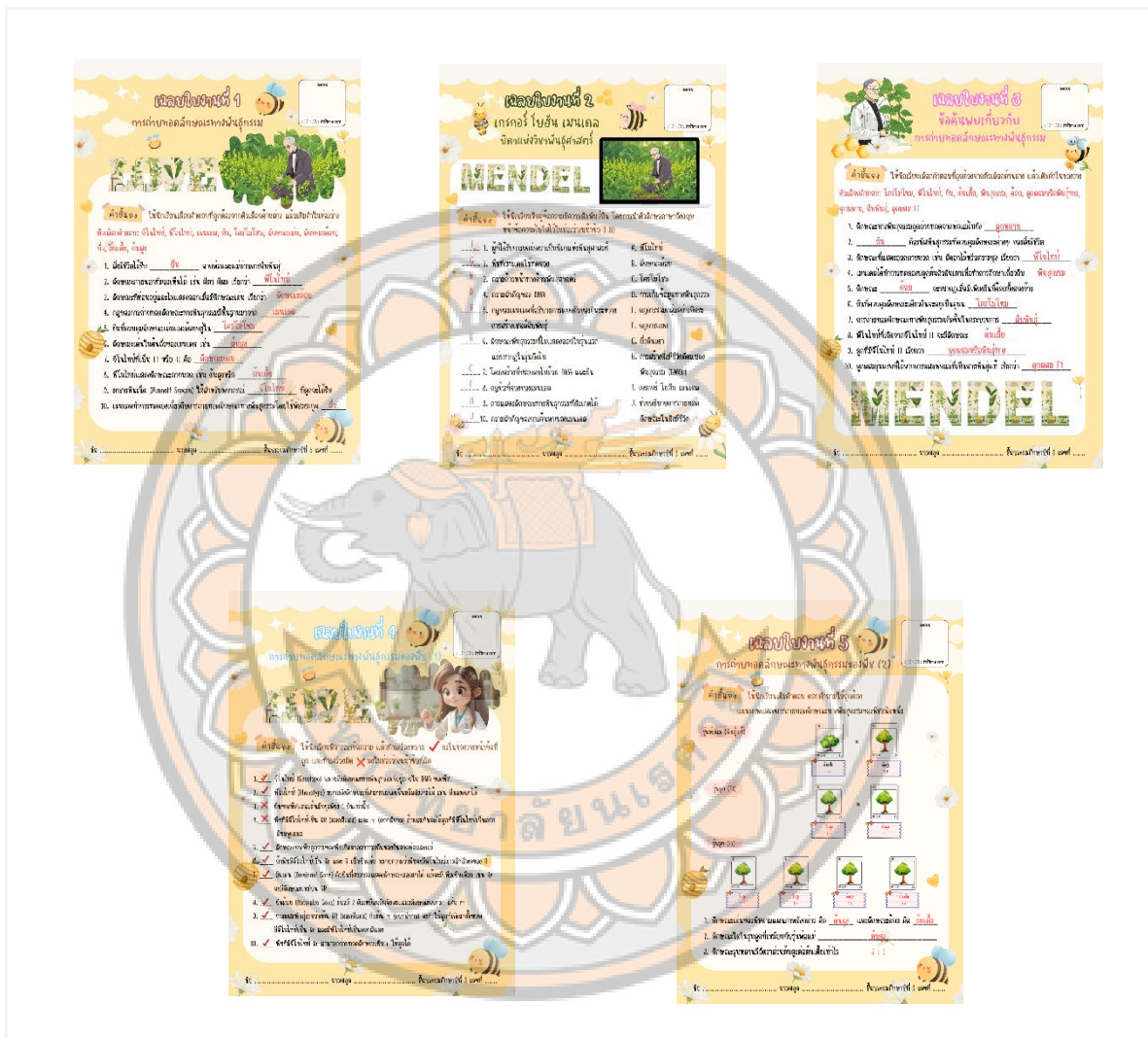
ภาพ 10 ใบงานที่ 1-5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

ภาคผนวก ง กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต (ใบความรู้ AR Marker และคำแนะนำการใช้งาน) (ต่อ)



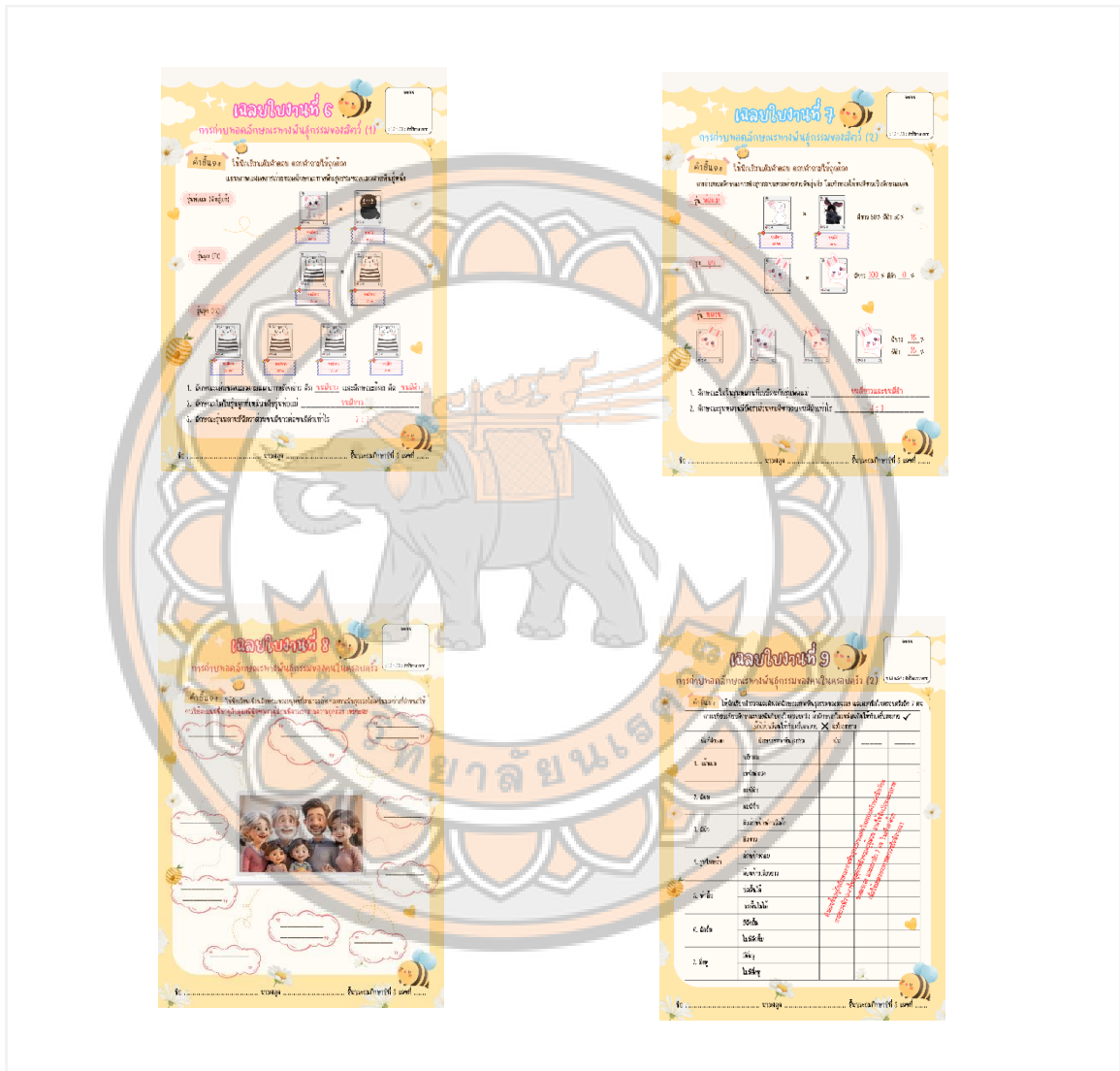
ภาพ 11 ใบงานที่ 6-9 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

ภาคผนวก ง กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต (ใบความรู้ AR Marker และคำแนะนำการใช้งาน) (ต่อ)



ภาพ 12 เฉลยใบงานที่ 1-5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

ภาคผนวก ง กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต (ใบความรู้ AR Marker และคำแนะนำการใช้งาน) (ต่อ)



ภาพ 13 เฉลยใบงานที่ 6-9 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

ภาคผนวก ง กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสาน
ความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต (ใบ
ความรู้ AR Marker และคำแนะนำการใช้งาน) (ต่อ)

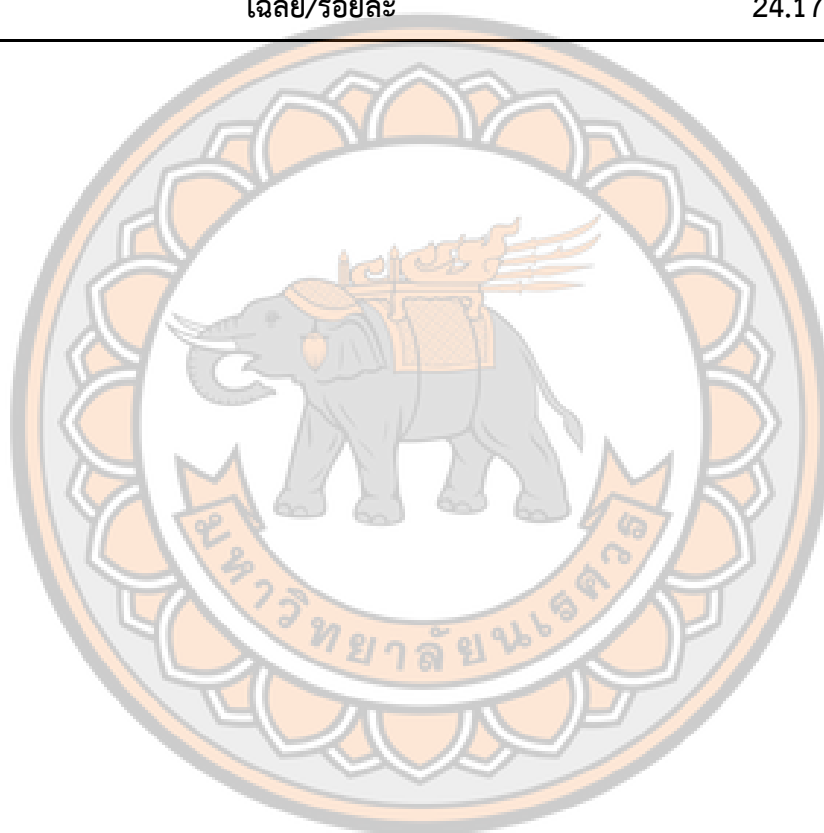


ภาพ 14 QR - Code สำหรับสแกนเพื่อรับชมตัวอย่างบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้

ภาคผนวก จ ผลคะแนนระหว่างเรียนและคะแนนการทดสอบหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้
โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม
เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง
การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต (จำนวน 23 คน)

นักเรียน	ผลการสอบระหว่างเรียน							รวม	ผลการสอบ หลังเรียน
	1	2	3	4	5	6	7		
คะแนนเต็ม (ระบุ)	10	10	10	10	10	10	10	70	30
คนที่ 1	10	8	10	7	8	8	10	61	24
คนที่ 2	6	10	10	8	7	7	10	58	24
คนที่ 3	10	8	10	7	7	8	10	60	27
คนที่ 4	6	10	10	7	7	8	10	58	21
คนที่ 5	7	10	7	6	6	8	9	53	21
คนที่ 6	10	10	10	7	7	4	10	58	25
คนที่ 7	10	8	10	4	7	8	9	56	20
คนที่ 8	8	10	10	6	5	8	10	57	23
คนที่ 9	10	10	10	6	7	4	10	57	27
คนที่ 10	10	10	10	8	9	8	10	65	26
คนที่ 11	7	8	7	7	7	8	10	54	23
คนที่ 12	10	7	6	5	4	8	10	50	20
คนที่ 13	8	10	10	7	8	6	10	59	20
คนที่ 14	10	7	10	6	9	8	10	60	23
คนที่ 15	10	7	10	5	8	8	10	58	26
คนที่ 16	10	10	10	8	5	8	10	61	21
คนที่ 17	10	8	10	6	6	1	10	51	25
คนที่ 18	8	8	10	7	6	8	10	57	28
คนที่ 19	10	10	10	8	7	8	10	63	29
คนที่ 20	10	10	10	6	6	8	10	60	26

นักเรียน	ผลการสอบระหว่างเรียน							รวม	ผลการสอบ หลังเรียน
	1	2	3	4	5	6	7		
คนที่ 21	10	7	10	5	3	6	9	50	24
คนที่ 22	8	8	6	8	7	8	10	55	25
คนที่ 23	7	10	10	6	8	8	10	59	28
	รวม							1,320	556
	เฉลี่ย/ร้อยละ							24.17	80.58



ภาคผนวก ฉ ผลการเปรียบเทียบคะแนนระหว่างเรียนและคะแนนการทดสอบหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต (จำนวน 23 คน)

นักเรียน	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
คนที่	Pre-test	Post-test
1	13	24
2	18	24
3	11	27
4	17	21
5	9	21
6	5	25
7	9	20
8	11	23
9	11	27
10	11	26
11	10	23
12	17	20
13	11	20
14	10	23
15	5	26
16	12	21
17	8	25
18	13	28
19	11	29
20	10	26
21	9	24
22	8	25

นักเรียน	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
คนที่	Pre-test	Post-test
23	17	28
รวมค่าเฉลี่ย	8.00	24.67
S.D.	2.80	1.23



ภาคผนวก ข บรรยายการจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต



ภาพ 15 บรรยายการจัดการจัดการเรียนรู้