

การสร้างสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง
เพื่อส่งเสริมความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
CREATING ANIMATION MEDIA FOR STUDYING SCIENCE ON WAVE AND
LIGHT TO ENCOURAGE UNDERSTANDING OF SCIENCE LEARNING
OF MATHAYOMSUKSA THREE

¹เพ็ญพิมล บุญชู Phenpimol Boonchu ²เชษฐ ศิริสวัสดิ์ Chade Sirisawat

³กิตติมา พันธุ์พุกษา Kittima Panprueksa

^{1, 2, 3}มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University, Thailand

Corresponding Author E-mail: 63910093@go.buu.ac.th

Article Received: April 08, 2025. Revised: August 19, 2025. Accepted: August 21, 2025.

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 ตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อศึกษาความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนก่อนและหลังเรียน 3) เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจต่อสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีกลุ่มตัวอย่างการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดทองคั้ง“ไพโรจน์ประชาสรรค์” ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 ห้องเรียน โดยการสุ่มห้องเรียนโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ สื่อแอนิเมชันประกอบการเรียน แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แบบวัดความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความพึงพอใจต่อสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบประสิทธิภาพ E_1/E_2 การทดสอบทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.36/85.17 2) ผลการศึกษาคะแนนความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.42 และหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.02 คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลการศึกษาคำพึงพอใจของผู้เรียนต่อสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: สื่อแอนิเมชันประกอบการเรียน, ความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์, ความพึงพอใจต่อสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียน

Abstract

The purpose of this research are 1) To create an animation media for learning science on waves and light for Mathayom 3 students with an efficiency of E1/E2 according to the criteria of 80/80. 2) To study the understanding of learning science on waves and light that was organized by using animation media for learning before and after learning. 3) To study the level of satisfaction with animation media for learning science on the topic of waves and light for Mathayom 3 students. The sample consisted 40 in Mathayom 3 students 1 classroom of Wat Thong Kung "Pairoj Prachasan" School in the second semester of the academic year 2024, by using cluster random sampling technique. The research instruments included science learning animation media, the learning management plans of science, science learning understanding tests, and satisfaction measurement forms for science learning animation media on the topic of waves and light. The statistics used in data analysis included mean and standard deviation. E1/E2 Efficiency Test Dependent Sample t-test.

The results indicated that 1) The efficiency of the animation media for learning science on Waves and light, of Mathayom 3 students is 88.36/85.17 2) The understanding score before learning has an average of 17.42 and after has an average of 34.02, indicating that the post-learning score is higher than the pre-learning score 3) The satisfaction of the students with the animation media for learning science on Waves and light, of Mathayom 3 students in overall average is 4.51 at the highest level.

Keywords: Animation, The Understanding of Learning Science, Satisfaction to Animation Media

บทนำ

วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge based society) ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อโลกปัจจุบันและอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคสมัยนี้ที่วิทยาศาสตร์ได้เข้ามาเกี่ยวข้องกับชีวิตของมนุษย์ทุกคน ทั้งในด้านการดำเนินชีวิต การเรียน การงานอาชีพ เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม รวมถึงผลผลิตต่างๆ สิ่งเหล่านี้ล้วนต้องมีหลักวิทยาศาสตร์มาเกี่ยวข้องอยู่ตลอด (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเจริญก้าวหน้าควบคู่ไปกับเทคโนโลยีที่ช่วยให้มนุษย์พัฒนาวิถีดคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย การสร้างแบบจำลอง มีทักษะสำคัญในการค้นหาความรู้ เรียกได้ว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นตัวช่วยที่ทำให้ชีวิตของมนุษย์มีความสะดวกสบายและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้น คนเราจึงจำเป็นต้องเรียนรู้และก้าวทันกับความเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้น เพื่อที่จะมีความรู้และเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น รวมถึงสามารถนำความรู้ไปใช้อย่างสร้างสรรค์ และมีคุณธรรมในชีวิตประจำวันและในแวดวงการศึกษาด้วย (กิดานันท์ มลิทอง, 2548)

ปัจจุบันวิทยาศาสตร์ศึกษาทั่วโลกต่างให้ความสำคัญต่อการพัฒนาผู้เรียนให้มีความเข้าใจในเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิด และความสามารถในการศึกษาหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ประชาชนมีความรู้พื้นฐานในการดำรงชีวิตอยู่บนโลกที่ได้รับผลกระทบจากวิทยาศาสตร์ในสังคม (Lonsbury and Ellis, 2002) ซึ่งขั้นแรกของการทำให้ความรู้ที่ได้รับมาเกิดประสิทธิภาพคือความเข้าใจ

โดยการพัฒนาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ปรากฏในเป้าหมายสำคัญของวิทยาศาสตร์ศึกษาอยู่เสมอ ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงต้องเน้นที่กระบวนการจัดการเรียนรู้และผลลัพธ์ว่าผู้เรียนจะเกิดความเข้าใจในการเรียนอย่างแท้จริง (Fouad Abd-El-Khalick et al, 2017)

ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาและนักการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ต่างๆ จิตวิทยาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่า ครูต้องใช้รูปแบบกระบวนการเรียนรู้ และกิจกรรมการสอนที่หลากหลาย เพื่อให้ได้การเรียนการสอนที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาง่ายขึ้นและได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง ซึ่งการสร้างสื่อการสอนแอนิเมชันจะช่วยพัฒนาการจัดการเรียนการสอนดังกล่าว โดย วิภา อุตมฉันท (2538) กล่าวว่า การใช้เทคนิคภาพเป็นความสามารถพิเศษของนักผลิตรายการ เพราะเทคนิคภาพที่ดีย่อมนำไปสู่รายการที่ดี เทคนิคภาพใช้ได้ดีกับบุคคลทุกเพศ ทุกวัย และเป็นเทคนิคที่ใช้ได้ดีกับการศึกษาทั่วไป ซึ่งเทคนิคการทำภาพเคลื่อนไหวหรือแอนิเมชัน เป็นเทคนิคภาพที่ได้รับความนิยมอย่างสูงในปัจจุบัน สอดคล้องกับธรรมศักดิ์ เอื้อรักสกุล (2547) ที่กล่าวว่า สื่อแอนิเมชันสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนทำให้เข้าใจในบทเรียนได้ง่าย และเข้าใจได้ตรงกัน เนื่องจากเห็นภาพเคลื่อนไหวในบทเรียนนั้นได้ชัดเจนมากกว่าจะเป็นเพียงตัวหนังสือหรือภาพนิ่ง

สื่อแอนิเมชัน คือ “การสร้างภาพเคลื่อนไหว” ด้วยการนำภาพนิ่งมาเรียงลำดับกัน และแสดงผลอย่างต่อเนื่องทำให้ดวงตาเห็นภาพที่มีการเคลื่อนไหวในลักษณะภาพติดตา การใช้สื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนเป็นวิธีที่ควรนำมาใช้อย่างยิ่งกับการเรียนการสอนในปัจจุบันเพื่อให้การเรียนรู้ของนักเรียนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนนั้น สื่อแอนิเมชันประเภท 2 มิติ เป็นสื่อที่ได้รับความนิยมอย่างมาก สามารถจัดทำได้ด้วยตัวเองและที่สำคัญจะทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้ดีกว่าการเรียนรู้แบบบรรยายเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนาสื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียน เชื่อมโยงกับเนื้อหาบทเรียนและประยุกต์ใช้ได้กับวิธีการสอนที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนมีประสิทธิภาพในการเรียนรู้สูงสุด (ทวีศักดิ์ กาญจนสุวรรณ, 2552)

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างสื่อการสอนแอนิเมชันประกอบการเรียนมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง เพื่อที่จะเปลี่ยนเนื้อหาจากนามธรรมให้มีความเป็นรูปธรรมทำให้ผู้เรียนเห็นภาพที่ถูกต้องและตรงกัน ลดความซับซ้อน เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้นและสามารถที่จะพัฒนาความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ และส่งผลให้นักเรียนสนุกกับการเรียน ไม่เบื่อหน่าย ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ซึ่งจะส่งผลดีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 ตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อศึกษาความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง โดยการใช้สื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจต่อสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research & Development) โดยดำเนินการตามรูปแบบ ADDIE Models 4 ขั้นตอน มีวิธีการวิจัยดังนี้

1. ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis: A)

1.1 ศึกษาสภาพปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในด้านความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง ด้วยการสัมภาษณ์ผู้สอนและผู้เรียน

1.2 ศึกษา แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียน ผู้วิจัยจึงเลือกสื่อแอนิเมชันมาใช้ในการวิจัยเพื่อส่งเสริมความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งรูปแบบสื่อแอนิเมชันที่ผู้วิจัยเลือกใช้คือ สื่อแอนิเมชันประเภท Computer Animation แบบ 2 มิติ ที่สร้างจากโปรแกรม Adobe Photoshop และ Adobe Premiere Pro

1.3 ศึกษาแนวคิดหลักในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ซึ่งวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้ วัดดูประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน

2. ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนา (Design & Development: D1 & D2)

2.1 ออกแบบสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่อง คลื่นและแสง เพื่อส่งเสริมความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามกรอบแนวคิดในการออกแบบสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียน

2.2 ออกแบบการวัดและประเมินผล แบบประเมินคุณภาพสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียน โดยผู้วิจัยได้กำหนดสิ่งที่ต้องการวัดไว้ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการนำเสนอสื่อ และด้านภาพเคลื่อนไหวและเสียง

2.3 สร้างแบบประเมินคุณภาพสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนตามหลักที่กำหนดไว้ โดยแจกแจงรายละเอียดให้ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการวัด ซึ่งแบบประเมินคุณภาพสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) เพื่อสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆ โดยกำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับคุณลักษณะสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียน ได้ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.60 – 1.00

2.4 สร้างสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่อง คลื่นและแสง เพื่อส่งเสริมความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 5 สื่อ ได้แก่ ชุด Magic of mechanic wave ชุดสเปกตรัม 7 สี คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสองแสง ชุด How to reflection ชุด How to refraction และชุด Light and bright โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพในด้านเนื้อหา ด้านการนำเสนอ และด้านภาพเคลื่อนไหวและเสียง แล้วนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขโดยใช้แบบประเมินคุณภาพแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ซึ่งสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนที่ได้มีค่าเฉลี่ยการประเมินคุณภาพ 4.55 อยู่ในระดับดีมาก

3. ขั้นตอนการทดลองใช้ (Implementation: I)

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดทองคั้ง “โพธิ์จันทรรักษ์” ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 โรงเรียนวัดทองคั้ง “โพธิ์จรรย์ประชาสรรค์” ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 40 คน โดยสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 สื่อแอนิเมชันที่ผ่านการประเมินในขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาแล้ว

3.2.2 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นและแสง โดยออกแบบหน่วยการเรียนรู้ และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ตามตัวชี้วัดให้สอดคล้องตามหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียน จำนวน 5 แผน ใช้เวลาสอนทั้งหมด 20 ชั่วโมง ดำเนินการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ใช้ร่วมกับสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียน ที่จะแทรกอยู่ในชั้นต่างๆ ของแต่ละแผน จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมเท่ากับ 4.84 อยู่ในระดับดีมาก

3.2.3 แบบทดสอบวัดความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์แบบเลือกตอบ 2 ชั้น โดยชั้นที่ 1 เป็นแบบปรนัย และชั้นที่ 2 เป็นอัตนัย (ให้เหตุผลในการตอบชั้นที่ 1) จำนวน 40 ข้อ ใช้จริง 20 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์มีค่าตั้งแต่ 0.60 – 1.00 ค่าความยากง่าย (P) มีค่าตั้งแต่ 0.35-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ 0.20 – 0.40 และมีค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์ของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ของข้อสอบทั้งฉบับอยู่ที่ 0.89

3.2.4 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียน แบ่งเนื้อหาการประเมินเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบสื่อ และด้านภาพและเสียง รวม 16 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามแนวคิดของลิเคอร์ท์ จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่าแบบประเมินความพึงพอใจมีความสอดคล้องของรายการประเมินกับเนื้อหาที่มีค่าตั้งแต่ 0.60 – 1.00

3.3 การดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการโดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบการวิจัยทดลองแบบทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียน ทำการทดสอบความเข้าใจก่อนเรียน (Pre-test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น เมื่อสิ้นสุดบทเรียนจึงทำการทดสอบความเข้าใจหลังเรียน (Post-test) และให้นักเรียนทำแบบประเมินความพึงพอใจต่อสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียน นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ต่อไป

4. ขั้นตอนการประเมินผล (Evaluation: E)

4.1 หาประสิทธิภาพของสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ใช้การหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

4.2 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาคะแนนวัดความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อเปรียบเทียบผลความเข้าใจก่อนเรียนและหลังเรียน ใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

4.3 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อแอนิเมชันประกอบการเรียน โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินเป็นช่วงคะแนน 5 ระดับ

สรุปผลการวิจัย

1. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการสร้างสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง เพื่อส่งเสริมความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้จำนวนร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบหลังเรียน เท่ากับ 85.17 และจำนวนร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน เท่ากับ 88.36 สื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการสร้างสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง เพื่อส่งเสริมความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ลักษณะของคะแนน	สาระการเรียนรู้	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	E	ค่าระดับประสิทธิภาพ (E_1/E_2)
คะแนนระหว่างเรียน	คลื่นกล	10	8.88	1.45	88.75	
	คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	10	9.05	1.43	90.50	
	การสะท้อนของแสง	10	8.33	1.58	83.25	
	การหักเหของแสง	10	8.50	1.41	85.00	
	ความสว่าง	10	9.43	1.13	94.25	
		50	44.18	6.12	88.36	88.36/85.17
คะแนนหลังเรียน		40	34.02	4.19	85.17	

2. การเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง ก่อนเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 17.42 และหลังเรียนด้วยสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียน มีค่าคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 34.02 เมื่อนำคะแนนมาเปรียบเทียบพบว่าผลความเข้าใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนด้วยสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์การประเมินความเข้าใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คะแนนวัดความเข้าใจ	n	$\bar{X}$	S.D	df	t	p(1-tail)
ก่อนเรียน	40	17.42	5.53	39.00	27.12*	.000
หลังเรียน	40	34.02	4.10			

*p < .05

3. การวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาพรวม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.51, S.D = 0.55) โดยด้านที่ผู้เรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ด้านภาพและเสียง รองลงมาคือ ด้านเนื้อหา และด้านที่ผู้เรียนมีความพึงพอใจน้อยที่สุดคือ ด้านการออกแบบสื่อ

ตารางที่ 3 ผลการประเมินค่าความพึงพอใจของผู้เรียนต่อสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ด้านการประเมิน	$\bar{X}$	S.D	เกณฑ์การประเมิน
ด้านเนื้อหา	4.58	0.54	มากที่สุด
ด้านการออกแบบสื่อ	4.39	0.57	มาก
ด้านภาพและเสียง	4.60	0.53	มากที่สุด
ภาพรวม	4.51	0.55	มากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้พบผลการวิจัยสำคัญที่นำมาอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 88.36/85.17 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เพราะผู้วิจัยยึดหลักการหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2520) โดยมีลำดับขั้นตอน ดังนี้ 1) การวิเคราะห์ (Analysis : A) 2) การออกแบบและพัฒนา (Design & Development : D1 & D2) 3) การทดลองใช้ (Implementation : I) 4) การประเมินผล (Evaluation : E) โดยทุกขั้นตอนได้ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญที่ช่วยประเมินคุณภาพของเครื่องมือ ให้มีคุณภาพที่เหมาะสมและถูกต้อง ก่อนที่จะนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจริง ทั้งนี้ การเรียนโดยสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนจะเป็นการจัดว่าเป็นวิธีเรียนที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนที่มีคุณภาพได้อีกวิธีหนึ่ง โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สามารถพัฒนาสื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียน เชื่อมโยงกับเนื้อหาบทเรียน จึงทำให้มีสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชุดิมา เจริญผล (2560) ได้พัฒนาสื่อแอนิเมชันการประกอบการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่สอนด้วยชุดการสอนก่อนเรียนและหลังเรียน และศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.43/80.44 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2. ผลการศึกษาความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คะแนนความเข้าใจก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.42 และคะแนนความเข้าใจหลังเรียนด้วยสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.02 แสดงว่า คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 เพราะในการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ร่วมกับสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนจะส่งเสริมให้นักเรียนได้มองเห็นเนื้อหาเป็นรูปธรรมมากขึ้น ทำให้นักเรียนเห็นภาพในเนื้อหาเรื่อง คลื่นและแสง ที่ชัดเจนและตรงกัน รวมทั้งยังสอดแทรกสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนเข้าไปในขั้นตอนต่างๆ ของการจัดการเรียนการสอน เช่น ขั้นสำรวจและค้นหาทำให้นักเรียนมีความตื่นเต้นเนื่องจากความแปลกใหม่ของสื่อและเข้าใจในเนื้อหามากขึ้นเนื่องจากรายละเอียดของเนื้อหาที่แสดงผ่านสื่อแอนิเมชัน ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงให้เห็นภาพชัดเจนยิ่งขึ้น รวมถึงได้ฝึกทักษะทางด้านการแสวงหาความรู้ การจัดการกับความรู้ การตีความหมายและลงข้อสรุป และทักษะการทดลอง โดยสาระการเรียนรู้ที่นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจเฉลี่ยหลังเรียนสูงสุด คือ ความสว่าง เพราะเป็นเนื้อหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงได้ชัดเจนที่สุด และสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนมีความ

กระชับเหมาะสมกับเวลาเรียนและยกตัวอย่างได้ชัดเจน และสาระการเรียนรู้ที่นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจเฉลี่ยหลังเรียนต่ำสุด คือ การสะท้อนของแสง เพราะมีเนื้อหาเยอะที่สุด และใช้เวลาในการเรียนนาน สื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนมีเวลาน้อยเกินไป ทำให้นักเรียนขาดความเชื่อมโยงบทเรียนกับเหตุการณ์จริง และทำให้ทักษะที่นักเรียนได้รับไม่มากพอ ดังที่ Philip and Chelsea (2019) ได้กล่าวว่า วิดีโอการสอนแบบเคลื่อนไหวช่วยเพิ่มประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียนรวมถึงการมีส่วนร่วมและความสนใจที่เพิ่มขึ้น ความเข้าใจที่ดีขึ้นและความยืดหยุ่นในการเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจิตต์วิสุทธิวิมุตติปัญญา และธีรพัฒน์ จันทร (2559) ที่ได้พัฒนาสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนเรื่อง โครงสร้างอะตอม สำหรับนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไปชั้นปีที่ 3 เพื่อศึกษาความรู้ความเข้าใจของนักศึกษาหลังได้รับการเรียนรู้ด้วยสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนนี้ จากผลการวิจัย พบว่า ผลความรู้ความเข้าใจของนักศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยคะแนนความพึงพอใจอยู่ที่ 4.51 อยู่ในระดับ “มากที่สุด” เพราะสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนสามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนทำให้เข้าใจในบทเรียนได้ง่าย เนื่องจากมีภาพเคลื่อนไหวที่เป็นตัวการ์ตูนและสร้างเรื่องราวในชีวิตให้อยู่รูปแบบของการ์ตูนแอนิเมชัน ทำให้นักเรียนรู้สึกไม่ตึงเครียดและเชื่อมโยงกับเหตุการณ์ในชีวิตจริงได้ง่าย อีกทั้งยังมีการตั้งชื่อตัวละครให้มีความตลกและสมัยใหม่ ทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกสนานและไม่เบื่อหน่ายกับการเรียน จึงส่งผลให้นักเรียนรู้สึกสนุกและมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน โดยด้านการประเมินที่นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ด้านภาพและเสียง เพราะเป็นสิ่งที่เห็นได้ชัดเจนที่สุด และตัวละครมีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน รวมถึงเสียงที่ประกอบในสื่อแอนิเมชันเป็นเสียงที่มีระดับ เสียงเอฟเฟกต์ เสียงพื้นหลังที่ดึงดูดนักเรียนได้อย่างดี และด้านการประเมินที่นักเรียนมีความพึงพอใจต่ำที่สุด คือ ด้านการออกแบบสื่อ เพราะสื่อที่สร้างออกมามีการเปลี่ยนฉากบ่อยครั้ง คู่มือที่ใช้ประกอบฉากไม่หลากหลายนัก รวมถึงข้อความบรรยายที่ไม่ได้ใส่ตลอดสื่อแอนิเมชัน สอดคล้องกับผลการวิจัยของชัชฎา ขวรางกูร (2551) ได้ทำการพัฒนาและหาประสิทธิภาพสื่อวีดิทัศน์แอนิเมชันสามมิติ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่ใช้สื่อวีดิทัศน์แอนิเมชันสามมิติ และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนปกติ พบว่าความพึงพอใจของผู้เรียนที่ใช้สื่อแอนิเมชันสามมิติ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด อยู่ในเกณฑ์ดีมาก

องค์ความรู้การวิจัย

องค์ความรู้การวิจัยในครั้งนี้ คือ การใช้สื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนในการช่วยจัดการเรียนการสอน เป็นการนำเทคนิคภาพเคลื่อนไหวประเภทแอนิเมชันแบบ 2 มิติ ซึ่งมีเนื้อเรื่องอยู่ภายใต้ขอบเขตเนื้อหาวิทยาศาสตร์มาประกอบการเรียนตามเนื้อหาที่กำหนดไว้ และผู้สอนยังสามารถพัฒนาสื่อแอนิเมชันให้เหมาะสมกับผู้เรียนและเนื้อหา รวมถึงสามารถนำสื่อแอนิเมชันนี้ไปประยุกต์ใช้กับวิธีการสอนได้หลากหลายรูปแบบ ทำให้สื่อแอนิเมชันนี้มีประสิทธิภาพมากเพียงพอต่อการนำไปใช้

การจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ นั่นคือ ความสามารถของผู้เรียนที่จะอธิบาย ขยายความหรือเขียนเรื่องราวเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้ถ้อยคำที่เป็นภาษาของตนเอง และสามารถที่จะแปลความหมาย ตีความหมาย หรือขยายความหมายข้อมูล จากเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ได้หลังจากได้เรียนรู้ด้วยสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียน

ความพึงพอใจของนักเรียนต่อสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนจะเป็นความรู้สึกนึกคิดของนักเรียนในด้านความพอใจหรือทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียน ซึ่งหลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนแล้ว จะช่วยให้ นักเรียนรู้สึกสนุกต่อการเรียน มาถึงเครียด และทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนและเกิดการอยากเรียนรู้มากขึ้น

ดังนั้น ในองค์ความรู้ของการใช้สื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาที่เห็นภาพได้ชัดเจน เข้าใจตรงกัน มีการประยุกต์บทเรียนให้เข้ากับชีวิตประจำวัน ซึ่งดำเนินเรื่องด้วยสื่อแอนิเมชันที่มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน ไม่ตึงเครียด และสนุกสนาน ทั้งหมดนี้จะส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในการเรียนอย่างแท้จริง สามารถแปลความ ตีความ และขยายความของเนื้อหาได้ อีกทั้งยังส่งผลให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนและอยากเรียนรู้มากยิ่งขึ้น ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 องค์ความรู้การวิจัย

ข้อเสนอแนะการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรศึกษาเนื้อหาข้อมูลของสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนอย่างละเอียดเพื่อให้เกิดความเข้าใจและความเหมาะสมในช่วงเวลาที่ควรใช้สื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนในชั้นเรียน และสามารถนำไปใช้กับนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ในการทำแบบวัดความเข้าใจ พบว่า นักเรียนบางส่วนอาจจะไม่ดำเนินการตอบในส่วนของการให้เหตุผล ดังนั้น ครูควรอธิบายให้นักเรียนได้เห็นถึงประโยชน์ของการตอบแบบให้เหตุผลซึ่งจะช่วยลดข้อผิดพลาดในการหาคำตอบและทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้นในการทำแบบทดสอบครั้งต่อไป

1.3 ในการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน พบว่า นักเรียนบางส่วนจะไม่ระบุคำตอบที่ชัดเจนหรือตอบไม่ครบถ้วนตามที่โจทย์กำหนด ดังนั้น ครูควรเน้นย้ำให้นักเรียนระบุคำตอบให้ชัดเจนและตอบให้ครบถ้วนสมบูรณ์

1.4 ในการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อสื่อแอนิเมชัน ครูผู้สอนควรเปิดสื่อแอนิเมชันประกอบการเรียนทั้ง 5 สื่ออีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนและทำความเข้าใจกับสื่อก่อนทำแบบประเมิน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรสร้างสื่อแอนิเมชันให้เวลาเหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอนในแต่ละบทเรียน เนื่องจากในแต่ละบทเรียนจะมีความยาวของเนื้อหาที่ไม่เท่ากัน การวิจัยในครั้งนี้พบว่าเนื้อหาใดที่มีความยาวของบทเรียนมากนักเรียนจะจดจำอยู่กับบทเรียนนั้นเป็นเวลานาน และการใช้สื่อแอนิเมชันประกอบการเรียน

เสริมเข้าไปในบทเรียน ทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะสื่อแอนิเมชันที่มีความยาวมากจะทำให้ให้นักเรียนรู้สึกไม่เบื่อหน่ายในบทเรียนและสนุกสนานไปกับการเรียนมากกว่าสื่อแอนิเมชันที่มีความยาวน้อย

2.2 ควรมีสื่ออื่นๆ เพิ่มเติมในการจัดการเรียนการสอนร่วมกับการใช้สื่อแอนิเมชัน ประกอบการเรียนเนื่องจากในบางบทเรียนจะมีการเชื่อมโยงเหตุการณ์ในสื่อแอนิเมชันเข้ากับชีวิตจริง การวิจัยในครั้งนี้ มีการยกตัวอย่างถึงเหตุการณ์จริง เช่น เรื่อง การหักเหของแสง ที่ผู้เรียนยกตัวอย่างถึงหลอดที่วางตั้งอยู่ในแก้วน้ำ ภาพของหลอดที่มองเห็นจะไม่เสมอกันเนื่องจากการหักเหของแสง ดังนั้น การมีสื่อเพิ่มเติมจะทำให้ให้นักเรียนเห็นการเปรียบเทียบที่ชัดเจนและเข้าใจคำอธิบายและเนื้อหาบทเรียนได้มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2548). เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.
- จิตต์วิสุทธิ์ วิมุตติปัญญา และธีรพัฒน์ จินชร. (2559). การพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง โครงสร้างอะตอม สำหรับนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป. รายงานผลการวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.
- จิตรพร ลีละวัฒน์. (2556). รายงานวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน เรื่องการพัฒนาภารกิจปฏิบัติเพื่อเสริมสร้างความคิดวิเคราะห์ให้กับนักศึกษาในรายวิชาการจริยธรรมทางธุรกิจ (BUS 400). กรุงเทพมหานคร: คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- ชัชฎา ชวรางกูร. (2551). การพัฒนาวิดีโอแอนิเมชันสามมิติ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2520). ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชุดิมา เจริญผล. (2560). การพัฒนาชุดการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาราชภัฏนครสวรรค์.
- ทวีศักดิ์ กาญจนสุวรรณ. (2552). เทคโนโลยีมัลติมีเดีย. กรุงเทพมหานคร: เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์.
- ธรรมศักดิ์ เอื้อรักสกุล. (2547). การสร้างภาพยนตร์ 2D อนิเมชัน. กรุงเทพมหานคร: มีเดีย อินเทลลิเจนซ์ เทคโนโลยี.
- วิภา อุดมฉันท. (2538). การผลิตรายการโทรทัศน์และวิดีโอทัศน์. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Abd-El-Khalick, F., Myers, J.Y., Summers, R., Brunner, J., Waight, N., Wahbeh, N., Zeineddin, A. A., and Belarmino, J. (2017). A longitudinal analysis of extent and manner of representations of nature of science in US high school biology and SCIENCE textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(1), 82-120.
- Lonsbury, J. G. and Ellis, J. D. (2002). Science History as a Means to Teach Nature of Science Concepts: Using the Development of Understanding Related to Mechanisms of Inheritance. *Electronic Journal of Science Education*, 7(2), 1.
- Philip, E. and Chelsea, L. (2019). Animating student engagement: The impacts of cartoon instructional videos on learning experience. *Research in Learning Technology*, 27, 1-31.