การจัดการเรียนรู้เชิงผลิตภาพร่วมกับการสร้างแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่อง การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ในรายวิชาชีววิทยา เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

Productive Learning Management Combined with the Creation of 2D Animation on Cell Division in Biology to Enhance Innovative Thinking Skills for Mathayomsuksa 4

กิตติวัฒน์ ดิษฐประเสริฐ[*] และวรศักดิ์ ประโรกิจจักร์[**]
Kittiwat Ditprasertand[*] and Worasak Prarokijjak[**]

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนศรัทธาสมุทร จังหวัดสมุทรสงคราม[*]
Department of Science and Technology, Satthasamut School, Samutsongkhram[*]
คณะวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี[**]
Faculty of Learning Sciences and Education, Thammasat University, Pathum Thani[**]

E-mail[1] : worasak.pr@lsed.tu.ac.th

Date Received : 16 October 2025
Date Revised : 10 March 2026
Date Accepted : 17 March 2026
Date Published online : 27 March 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ออกแบบและสร้างสรรค์สื่อแอนิเมชันสองมิติเรื่องการแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิต สำหรับใช้ในการจัดการเรียนรู้เชิงผลิตภาพในรายวิชาชีววิทยา และ (2) ศึกษาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว การวิจัยใช้รูปแบบการทดลองเบื้องต้นแบบกลุ่มเดียวทดสอบหลังเรียน (One–Shot Case Study) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง เครื่องมือวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม แบบประเมินคุณภาพสื่อแอนิเมชัน และแบบประเมินทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม โดยเครื่องมือทั้งหมดผ่านการตรวจสอบดัชนีความสอดคล้องระหว่าง

[1] ผู้ประพันธ์บรรณกิจ (corresponding author)

ข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) อยู่ระหว่าง 0.81–0.91 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) สื่อแอนิเมชันสองมิติที่นักเรียนสร้างขึ้นมีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{x}$ = 16.20, S.D. = 1.40) โดยด้านภาพ อักษร และเสียงมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือ ด้านเทคนิค ด้านเนื้อหา และด้านความสร้างสรรค์ตามลำดับ 2) ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 2.55, S.D. = 0.13) โดยด้านเทคโนโลยีเชิงนวัตกรรมมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้เชิงผลิตภาพร่วมกับการสร้างแอนิเมชันสองมิติสามารถส่งเสริมความเข้าใจเชิงลึกและทักษะการคิดระดับสูงของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : การเรียนรู้เชิงผลิตภาพ, ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม, แอนิเมชัน 2 มิติ, การแบ่งเซลล์, ชีววิทยา

Abstract

This study aimed to (1) design and develop a two-dimensional animation on cell division in living organisms for use in productivity-based learning in a biology course, and (2) investigate the innovative thinking skills of Grade 10 students after participating in the learning activities. This study employed a preliminary experimental design using a one-shot case study. The sample consisted of 30 Grade 10 students from a science enrichment classroom selected through purposive sampling. The research instruments included lesson plans, activity worksheets, an animation quality assessment form, and an innovative thinking skills assessment form. All instruments were validated using the Index of Item–Objective Congruence (IOC), with values ranging from 0.81–0.91. Data were analyzed using descriptive statistics, including the mean and standard deviation.

The results revealed that: (1) the two-dimensional animations created by the students were of overall good quality ($\bar{x}$ = 16.20, S.D. = 1.40). Among the evaluated aspects, visual elements, text, and audio obtained the highest mean scores, followed by technical quality, content quality, and creativity. (2) The students' innovative thinking skills after the learning intervention were at a very high level ($\bar{x}$ = 2.55, S.D. = 0.13), with innovative technology skills receiving the highest mean. The findings indicate that productivity-based learning integrated with the creation of two-dimensional animations can effectively enhance students' deep understanding and higher-order thinking skills.

Keywords: Productive learning, Innovative thinking skills, 2D animation, Cell division, Biology

บทนำ

ในยุคดิจิทัลที่เทคโนโลยีมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว การพัฒนาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม (innovative thinking) ในผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาจึงเป็นทักษะสำคัญสำหรับการเตรียมความพร้อมในการรับมือกับความท้าทายในศตวรรษที่ 21 ทักษะดังกล่าวช่วยให้ผู้เรียนมีศักยภาพในการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาที่ซับซ้อน และประยุกต์ความรู้ในบริบทใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในรายวิชาชีววิทยาที่มีเนื้อหาจำนวนมากเป็นนามธรรมและมีโครงสร้างเชิงกระบวนการที่ซับซ้อน เช่น กระบวนการแบ่งเซลล์ ซึ่งต้องอาศัยความเข้าใจเชิงลำดับขั้นและความเชื่อมโยงของเหตุและผล (Black, 2020; Amorim et al., 2025; Koruk & Benzer, 2025)

อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนยังประสบปัญหา เนื่องจากเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์มีลักษณะเป็นโครงสร้างภายในที่ไม่สามารถมองเห็นได้โดยตรง การอธิบายด้วยข้อความหรือภาพนิ่งเพียงอย่างเดียวจึงไม่เพียงพอต่อการสร้างความเข้าใจเชิงลึก ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความสับสน เช่น ความแตกต่างระหว่างไมโทซิสและไมโอซิส หรือการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมในแต่ละขั้นตอน (Ables, 2015) การใช้สื่อแอนิเมชันสองมิติ (2D animation) จึงได้รับการยอมรับว่าเป็นสื่อที่ช่วยอธิบายกระบวนการทางชีววิทยาที่มีความซับซ้อนให้เข้าใจได้ง่ายและเป็นระบบ เนื่องจากสามารถแสดงภาพเคลื่อนไหวที่ต่อเนื่อง เชื่อมโยงเหตุการณ์อย่างมีลำดับขั้น และช่วยลดความเป็นนามธรรมของเนื้อหา (McClean et al., 2005; Mayer, 2009; Bagley & Galpin, 2015; Ejimonye et al., 2020; Noris et al., 2023)

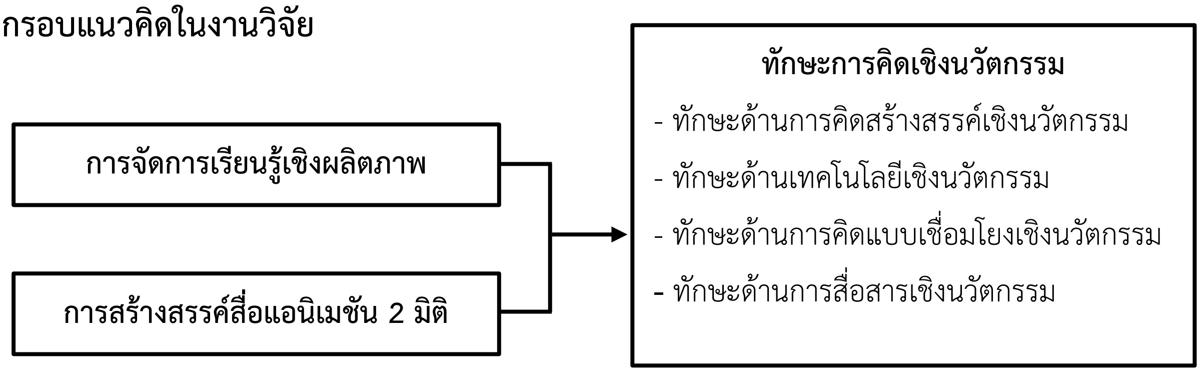
นอกจากนี้ การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบและสร้างสรรค์แอนิเมชันยังสอดคล้องกับแนวคิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ของ Piaget & Cook (1952) และ Vygotsky (1978) ซึ่งชี้ว่าการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพเกิดจากการลงมือปฏิบัติจริงและการสร้างความหมายด้วยตนเอง กระบวนการสร้างสื่อแอนิเมชันจึงเป็นกิจกรรมที่กระตุ้นให้ผู้เรียนผสานความรู้เนื้อหา เข้ากับการคิดวิเคราะห์ การใช้เทคโนโลยี และการทำงานเป็นกระบวนการ ซึ่งเป็นพื้นฐานของการคิดเชิงนวัตกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาอย่างลึกซึ้งและมีความสามารถในการถ่ายทอดองค์ความรู้อย่างสร้างสรรค์

ประกอบกับงานวิจัยสนับสนุนว่าการใช้แอนิเมชันสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์และทักษะความคิดสร้างสรรค์ (Ejimonye et al., 2020; Yisa & Ojiaku, 2016; Utomo et al., 2020; Rahim et al., 2024; Rogers, 2024) อย่างไรก็ตาม แม้งานวิจัยหลายชิ้นจะเน้นการใช้สื่อแอนิเมชันที่สร้างโดยผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญ แต่ยังขาดงานวิจัยที่ศึกษา การบูรณาการการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ (Productive Learning) ร่วมกับการสร้างสรรค์สื่อแอนิเมชันโดยผู้เรียนเอง ในบริบทการเรียนชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ตั้งแต่การวิเคราะห์เนื้อหา การออกแบบ การสร้างชิ้นงาน และการสื่อสารผลงาน นอกจากนี้ ยังพบว่ามีงานวิจัยจำนวนจำกัดที่มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมโดยตรงผ่านกิจกรรมการสร้างสื่อดิจิทัลในหัวข้อการแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิตในบริบทโรงเรียน

ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงศึกษาออกแบบและสร้างสรรค์สื่อแอนิเมชันสองมิติเรื่องการแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิต โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ และศึกษาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของผู้เรียน

หลังจากการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดการบูรณาการเสริมสร้างความเข้าใจเนื้อหาที่มีความซับซ้อน กระตุ้นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย และส่งเสริมการคิดอย่างสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน นำไปสู่นวัตกรรมได้

กรอบแนวคิดในงานวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในงานวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และการใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการสร้างผลลัพธ์ที่มีคุณค่า การใช้สื่อแอนิเมชัน 2 มิติในการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้น และการพัฒนาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมในด้านต่าง ๆ เช่น การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาแนวคิดใหม่ ๆ การเชื่อมโยงความคิดในรูปแบบที่สร้างสรรค์ และการใช้สื่อในการขับเคลื่อนนวัตกรรม โดยกรอบแนวคิดนี้มีเป้าหมายในการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนในด้านการพัฒนานวัตกรรมที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1) เพื่อออกแบบและสร้างสรรค์สื่อแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่อง การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้เชิงผลิตภาพในรายวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2) เพื่อศึกษาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมด้วยการจัดการเรียนรู้เชิงผลิตภาพร่วมกับการสร้างสื่อแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่อง การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ในรายวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ระเบียบวิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการวิจัยขั้นพื้นฐานแบบกลุ่มเดียวทดสอบหลังเรียน (One-Shot Case Study) ตามแนวคิดของมาเรียม นิลพันธุ์ (2558) ทั้งนี้ รูปแบบการวิจัยดังกล่าวเหมาะสมกับการศึกษานวัตกรรมการเรียนการสอนในบริบทของห้องเรียนจริง ซึ่งมุ่งเน้นการสำรวจผลลัพธ์ของการจัดการเรียนรู้ภายหลังการดำเนินกิจกรรม

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 4 ห้องเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1-4/4 จำนวน 150 คน จากโรงเรียนศรัทธาสมุทร จังหวัดสมุทรสงคราม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสมุทรสาคร สมุทรสงคราม

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จากห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ห้อง ม.4/1 จำนวน 30 คน จากโรงเรียนศรัทธาสมุทร จังหวัดสมุทรสงคราม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสมุทรสาคร สมุทรสงคราม โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากเป็นนักเรียนที่มีศักยภาพและความพร้อมด้านเทคโนโลยี รวมทั้งมีความสามารถที่เหมาะสมต่อกิจกรรมการออกแบบและสร้างสื่อแอนิเมชัน 2 มิติ

การแบ่งกลุ่ม

การวิจัยครั้งนี้แบ่งนักเรียนกลุ่มตัวอย่างออกเป็นจำนวน 10 กลุ่ม เพื่อเอื้อต่อการจัดการเรียนการสอนและการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้และการประเมินผลให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ การแบ่งกลุ่มดำเนินการโดยใช้การสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยไม่คำนึงถึงความสามารถพื้นฐานของนักเรียน เพื่อให้แต่ละกลุ่มมีความหลากหลายและลดอคติในการจัดกลุ่ม

ตัวแปรในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้เชิงผลิตภาพร่วมกับกิจกรรมออกแบบและสร้างสรรค์แอนิเมชัน 2 มิติ เรื่อง การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

ตัวแปรตาม คือ ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของผู้เรียน 4 ด้าน ได้แก่ (1) การคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม (2) ด้านเทคโนโลยีเชิงนวัตกรรม (3) การคิดแบบเชื่อมโยงเชิงนวัตกรรม (4) การสื่อสารเชิงนวัตกรรม

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิต จำนวน 3 แผน ได้แก่ (1) การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (2) การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส I และไมโอซิส II (3) การประยุกต์การแบ่งเซลล์โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้แผนละ 2 คาบ รวม 6 คาบ คาบละ 50 นาที

2) ใบกิจกรรมการออกแบบและสร้างสรรค์สื่อแอนิเมชัน 2 มิติ 1 ฉบับ 1 ฉบับ เพื่อกำกับกระบวนการคิดและการผลิตชิ้นงานของผู้เรียน

3) แบบประเมินการออกแบบและสร้างสรรค์สื่อแอนิเมชันสองมิติ เรื่องการแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิต เป็นเครื่องมือที่ใช้ประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ โดยการประเมินแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ คุณภาพ

ด้านเนื้อหา คุณภาพด้านภาพ อักษร และเสียง คุณภาพด้านเทคนิค และคุณภาพด้านความสร้างสรรค์ของสื่อ ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 4 ข้อ มีคะแนนรวม 20 คะแนน และกำหนดเกณฑ์การประเมินคุณภาพออกเป็น 5 ระดับ ตามแนวคิดของ Sevim and Denizhan (2025) ได้แก่ ระดับคุณภาพดีมาก (18–20 คะแนน) ระดับคุณภาพดี (14–17 คะแนน) ระดับคุณภาพปานกลาง (10–13 คะแนน) ระดับคุณภาพพอใช้ (6–9 คะแนน) และระดับคุณภาพควรปรับปรุง (1–5 คะแนน) ตามลำดับ

4) แบบประเมินทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมจากการจัดการเรียนรู้เชิงผลิตภาพร่วมกับการสร้างสื่อแอนิเมชันสองมิติ เรื่องการแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิต การประเมินแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ การคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม เทคโนโลยีเชิงนวัตกรรม การคิดแบบเชื่อมโยงเชิงนวัตกรรม และการสื่อสารเชิงนวัตกรรม ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 12 ข้อ และกำหนดเกณฑ์การประเมินคุณภาพออกเป็น 4 ระดับ ตามแนวคิดของรัฐติพล สีหะวงษ์ และคณะ (2567) และกิตติวัฒน์ ดิษฐประเสริฐ (2568) ได้แก่ ระดับคุณภาพดีมาก (คะแนนเฉลี่ย 2.51–3.00) ระดับคุณภาพดี (2.00–2.50) ระดับคุณภาพพอใช้ (1.51–2.00) และระดับคุณภาพควรปรับปรุง (1.00–1.50) ตามลำดับ

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดได้รับการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ 1 คน ศึกษานิเทศก์ 1 คน รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหาร 1 คน และครูผู้สอนรายวิชาชีววิทยาและวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนศรัทธาสมุทร จำนวน 2 คน โดยทำการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ซึ่งกำหนดเกณฑ์ค่า IOC มากกว่า 0.50 ถือว่าเครื่องมือมีความเหมาะสม (ศิริชัย กาญจวาสี, 2556) ผลการประเมินพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน มีค่า IOC เท่ากับ 0.80, 0.85 และ 0.91 ตามลำดับ และใบกิจกรรมและแบบประเมินจำนวน 3 ฉบับ มีค่า IOC เท่ากับ 0.89, 0.91 และ 0.94 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือวิจัยทั้งหมดมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการวิจัย (ชนากานต์ ธนนิวัฒน์ และศิริชัย กาญจวาสี, 2566)

การเก็บรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยนี้ดำเนินการระหว่าง เดือนกรกฎาคมถึงกันยายน พ.ศ. 2568 โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้และเก็บข้อมูลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จากแบบประเมิน ถูกนำมาวิเคราะห์ด้วย สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ผลการศึกษา

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรู้เชิงผลิตภาพร่วมกับการสร้างแอนิเมชัน 2 มิติในรายวิชาชีววิทยา เรื่องการแบ่งเซลล์ โดยรายงานผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1) ผลออกแบบและสร้างสรรค์สื่อแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่อง การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้เชิงผลิตภาพในรายวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของผู้เรียนทั้ง 10 กลุ่ม แสดงดังตารางที่ 1 พบว่าภาพรวมของคุณภาพผลงานอยู่ในระดับดี ($\bar{x}$ = 16.20, S.D. = 1.40) ครอบคลุมทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ เนื้อหา ภาพ อักษร เสียง เทคนิค และความคิดสร้างสรรค์ ทั้งนี้ คุณภาพด้านภาพ อักษร เสียง มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ($\bar{x}$ = 4.30, S.D. = 0.67) รองลงมาคือ ด้านเทคนิค ($\bar{x}$ = 4.10, S.D. = 0.74) ด้านเนื้อหา ($\bar{x}$ = 4.00, S.D. = 0.47) และด้านความคิดสร้างสรรค์ของสื่อ ($\bar{x}$ = 3.90, S.D. = 0.88) ตามลำดับ สะท้อนว่าผู้เรียนสามารถออกแบบสื่อดิจิทัลที่มีคุณภาพ ทั้งในเชิงความถูกต้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของการนำเสนอ

เมื่อพิจารณารายกลุ่ม พบว่ากลุ่มผู้เรียนจำนวน 2 กลุ่มอยู่ในระดับ ดีมาก และ 8 กลุ่มอยู่ในระดับ ดี แต่ไม่พบกลุ่มที่อยู่ในระดับ พอใช้ หรือ ควรปรับปรุง แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความสามารถในการสร้างแอนิเมชันสองมิติได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยรวม ตัวอย่างผลงานแอนิเมชัน 2 มิติของนักเรียน ดังภาพที่ 2

ตารางที่ 1 ผลการประเมินการออกแบบและสร้างสรรค์สื่อแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่องการแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

ด้าน / กลุ่มที่	การประเมินการออกแบบและสร้างสรรค์ Animation 2D				รวม (20 คะแนน)	ระดับคุณภาพของการออกแบบและสร้างสรรค์สื่อแอนิเมชัน 2 มิติ
	1	2	3	4		
	คุณภาพด้านเนื้อหาต้องมีความถูกต้องและมีความชัดเจนของเนื้อหา (5 คะแนน)	คุณภาพด้านภาพ อักษร เสียง (5 คะแนน)	คุณภาพด้านเทคนิค (5 คะแนน)	คุณภาพด้านความสร้างสรรค์ของสื่อ (5 คะแนน)		
1	4	4	4	4	16	ดี
2	4	4	3	3	14	ดี
3	4	4	5	5	18	ดีมาก
4	4	5	4	5	18	ดีมาก
5	4	5	4	4	17	ดี
6	3	5	4	3	15	ดี
7	5	4	5	3	17	ดี
8	4	3	5	3	15	ดี
9	4	4	4	5	17	ดี

ด้าน / กลุ่มที่	การประเมินการออกแบบและสร้างสรรค์ Animation 2D				รวม (20 คะแนน)	ระดับคุณภาพของการออกแบบและสร้างสรรค์สื่อแอนิเมชัน 2 มิติ
	1	2	3	4		
	คุณภาพด้านเนื้อหาต้องมีความถูกต้องและมีความชัดเจนของเนื้อหา (5 คะแนน)	คุณภาพด้านภาพ อักษร เสียง (5 คะแนน)	คุณภาพด้านเทคนิค (5 คะแนน)	คุณภาพด้านความสร้างสรรค์ของสื่อ (5 คะแนน)		
10	4	5	3	4	15	ดี
ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	4.00	4.30	4.10	3.90	16.20	ดี
S.D.	0.47	0.67	0.74	0.88	1.40	

ภาพที่ 2 ตัวอย่างผลงานการออกแบบและสร้างสรรค์สื่อแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่องการแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2) ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมด้วยการจัดการเรียนรู้เชิงผลิตภาพร่วมกับการสร้างแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่อง การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ในรายวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลการประเมินทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้เชิงผลิตภาพร่วมกับการสร้างแอนิเมชัน 2 มิติ แสดงดังตารางที่ 2 พบว่า โดยภาพรวม นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 2.55, S.D. = 0.13)

เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านเทคโนโลยีเชิงนวัตกรรมมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{x}$ = 2.63) อยู่ในระดับดีมาก รองลงมาคือด้านการสื่อสารเชิงนวัตกรรม ($\bar{x}$ = 2.60) และด้านการคิดแบบเชื่อมโยงเชิงนวัตกรรม ($\bar{x}$ = 2.53) ซึ่งอยู่ในระดับดีมากเช่นกัน ขณะที่ด้านการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม ($\bar{x}$ = 2.43) มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ตามเกณฑ์การประเมินที่กำหนด ผลการประเมินดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงระดับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนในแต่ละด้านภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตารางที่ 2 ผลการประเมินทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้เชิงผลิตภาพร่วมกับการสร้างแอนิเมชัน 2 มิติ

เกณฑ์การประเมินทักษะนวัตกรรม	**กลุ่มที่**										**ค่าเฉลี่ย $\overline{x}$ (S.D.) และระดับ**
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1. ด้านการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม (9 คะแนน)											
1.1 ศึกษา ค้นคว้าหาข้อมูลในการสร้างสรรค์นวัตกรรม	3	1	3	2	1	2	2	2	3	3	2.20 (0.79) ดี
1.2 กระบวนออกแบบการสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม	3	3	3	2	1	3	3	3	3	1	2.50 (0.85) ดี
1.3 การลงข้อสรุปของการสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม	2	3	3	2	3	3	3	3	2	2	2.60 (0.52) ดีมาก
รวมคะแนนรายด้าน	8	7	9	6	5	8	8	8	8	6	**2.43 (0.42) ดี**
ค่าเฉลี่ยรายด้าน ($\overline{x}$)	2.67	2.33	3.00	2.00	1.67	2.67	2.67	2.67	2.67	2.00	
S.D.	0.58	1.15	0.00	0.00	1.15	0.58	0.58	0.58	0.58	1.00	
2. ด้านเทคโนโลยีเชิงนวัตกรรม (9 คะแนน)											
2.1 การใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์	3	3	3	2	3	2	2	2	3	3	2.60 (0.52) ดีมาก
2.2 การใช้เทคโนโลยีในการทำงานและนำเสนอผลงานอย่างสร้างสรรค์	3	3	3	2	2	3	3	3	2	3	2.70 (0.48) ดีมาก
2.3 การใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2.60 (0.52) ดีมาก
รวมคะแนนรายด้าน	8	8	8	7	8	8	8	8	8	8	**2.63 (0.11) ดีมาก**
ค่าเฉลี่ยรายด้าน ($\overline{x}$)	2.67	2.67	2.67	2.33	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	
S.D.	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	

เกณฑ์การประเมินทักษะนวัตกรรม	กลุ่มที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ (S.D.) และระดับ
3. ด้านการคิดแบบเชื่อมโยงเชิงนวัตกรรม (9 คะแนน)											
3.1 สรุปความคิดและหลักการเชิงสร้างสรรค์ได้ถูกต้อง ครบถ้วนตรงประเด็น	3	3	3	2	3	2	2	2	3	3	2.60 (0.52) ดีมาก
3.2 การเชื่อมโยงความคิดรวบยอด ได้ถูกต้องตามลำดับขั้นความสัมพันธ์กับนวัตกรรมที่ออกแบบ	3	2	3	2	2	3	3	3	2	2	2.50 (0.53) ดี
3.3 ความคิดสร้างสรรค์ในการสร้านวัตกรรมใหม่สอดคล้องกับบริบทที่กำหนด	3	2	3	2	2	3	3	3	2	2	2.50 (0.53) ดี
รวมคะแนนรายด้าน	9	7	9	6	7	8	8	8	7	7	**2.53 (0.32) ดีมาก**
ค่าเฉลี่ยรายด้าน ($\overline{X}$)	3.00	2.33	3.00	2.00	2.33	2.67	2.67	2.67	2.33	2.33	
S.D.	0.00	0.58	0.00	0.00	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	
4. ด้านการสื่อสารเชิงนวัตกรรม (9 คะแนน)											
4.1 การเขียนลำดับหรือขั้นตอนของการถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจจากนวัตกรรมที่สร้างขึ้น	3	3	3	2	3	2	2	2	3	3	2.60 (0.52) ดีมาก
4.2 การนำเสนอผ่านถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจจากนวัตกรรมที่สร้างขึ้น	2	3	3	3	3	2	3	3	2	1	2.50 (0.71) ดี

เกณฑ์การประเมินทักษะนวัตกรรม	กลุ่มที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ (S.D.) และระดับ
4.3 การแสดงทัศนะจากนวัตกรรมที่สร้างขึ้นด้วยภาษาของ ตนเองพร้อมยกตัวอย่างประกอบได้	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3	2.70 (0.48) ดีมาก
รวมคะแนนรายด้าน	8	8	8	8	9	7	8	8	7	7	**2.60 (0.27) ดีมาก**
ค่าเฉลี่ยรายด้าน ($\overline{X}$)	2.67	2.67	2.67	2.67	3.00	2.33	2.67	2.67	2.33	2.33	
S.D.	0.58	0.58	0.58	0.58	0.00	0.58	0.58	0.58	0.58	1.15	
ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ของรายด้าน 4 ด้าน (S.D.) และระดับสมรรถนะ											**2.55 (0.13) ดีมาก**

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้เชิงผลิตภาพร่วมกับการสร้างสรรค์สื่อแอนิเมชัน 2 มิติสามารถเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ทั้ง 4 ทักษะจากการประเมินทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยทั้งสองประการ และสะท้อนศักยภาพของรูปแบบการเรียนรู้ดังกล่าวในการยกระดับสมรรถนะของผู้เรียนในรายวิชาชีววิทยา

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาผลการใช้การเรียนรู้เชิงผลิตภาพร่วมกับการสร้างสื่อแอนิเมชัน 2 มิติในหัวข้อการแบ่งเซลล์ในวิชาชีววิทยา สามารถสรุปผลได้ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยทั้ง 2 ประการ ดังนี้

1. ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 ออกแบบและสร้างสรรค์สื่อแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่อง การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ ในรายวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ภาพรวมของระดับคุณภาพของออกแบบและสร้างสรรค์สื่อแอนิเมชัน 2 มิติ อยู่ในระดับดี โดยครอบคลุมทั้ง 4 เกณฑ์การประเมิน ซึ่งผลการประเมินพบว่า ด้านคุณภาพของภาพ อักษร และเสียง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือด้านคุณภาพทางเทคนิค ลำดับถัดมาคือด้านคุณภาพของเนื้อหาที่ต้องมีความถูกต้องและมีความชัดเจนของเนื้อหา และด้านคุณภาพความสร้างสรรค์ของสื่อ ตามลำดับ

2. ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ศึกษาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมด้วยการจัดการเรียนรู้เชิงผลิตภาพร่วมกับการสร้างสื่อแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่อง การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ในรายวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ภาพรวมของระดับคุณภาพของทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม อยู่ในระดับดีมาก เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมที่นักเรียนในด้านเทคโนโลยีเชิงนวัตกรรม

เป็นอันดับแรก รองลงมาคือ ด้านการสื่อสารเชิงนวัตกรรม ลำดับถัดมา คือ ด้านการคิดแบบเชื่อมโยงเชิงนวัตกรรม และด้านการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม ตามลำดับ

การอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 พบว่า สื่อแอนิเมชันสองมิติที่นักเรียนออกแบบและสร้างสรรค์จากการจัดการเรียนรู้เชิงผลิตภาพมีคุณภาพอยู่ในระดับดี แสดงให้เห็นว่าสื่อแอนิเมชันสามารถถ่ายทอดเนื้อหาที่มีความซับซ้อน เช่น กระบวนการแบ่งเซลล์ ให้เข้าใจได้อย่างเป็นระบบและชัดเจน โดยเฉพาะการนำเสนอเนื้อหาในลักษณะลำดับขั้นและเชื่อมโยงเหตุและผล ซึ่งช่วยลดความเป็นนามธรรมของเนื้อหาชีววิทยา ผลดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Murtini et al. (2020) และ Jenkinson (2018) ที่ระบุว่าสื่อแอนิเมชันและภาพเคลื่อนไหวสามารถส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดระดับเซลล์และกระบวนการทางชีววิทยาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก โดยเฉพาะด้านเทคโนโลยีเชิงนวัตกรรมและด้านการสื่อสารเชิงนวัตกรรม ซึ่งสะท้อนว่านักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการออกแบบ พัฒนา และนำเสนอผลงานได้อย่างสร้างสรรค์ ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับ Ejimonye et al. (2020) และ Almehnh (2025) ที่ชี้ให้เห็นว่าการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างผลงานด้วยตนเองและใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือหลัก ช่วยส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และการคิดเชิงนวัตกรรมในรายวิชาชีววิทยาได้อย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อพิจารณากระบวนการจัดการเรียนรู้ พบว่า การเรียนรู้เชิงผลิตภาพร่วมกับการสร้างแอนิเมชันสองมิติเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอน ตั้งแต่การวิเคราะห์เนื้อหา การออกแบบ การสร้างสรรค์ผลงานไปจนถึงการนำเสนอ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ส่งเสริมการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์และการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง การใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ช่วยขยายศักยภาพด้านการออกแบบและการสื่อสารเชิงนวัตกรรมของนักเรียน สอดคล้องกับแนวคิดของ Vygotsky (1978) และ Tanggaard (2010) ที่เน้นบทบาทของการมีปฏิสัมพันธ์ การใช้เครื่องมือ และการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในการพัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง

ข้อเสนอแนะ

1. งานวิจัยครั้งนี้สามารถนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการประเมินและพัฒนาทักษะนวัตกรรมสร้างสรรค์ โดยเฉพาะในรายวิชาหรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งส่งเสริมการออกแบบและการสร้างสื่อการเรียนการสอน เพื่อยกระดับความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. งานวิจัยครั้งนี้ควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการการออกแบบและการสร้างสื่อแอนิเมชัน 2 มิติในบทเรียนต่าง ๆ เพื่อเสริมสร้างทั้งความคิดสร้างสรรค์และทักษะปฏิบัติจริงของผู้เรียนอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

กิตติวัฒน์ ดิษฐประเสริฐ. (2568). ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับนวัตกรรมแห่งอนาคต เพื่อยกระดับสมรรถนะนวัตกรสร้างสรรค์ เรื่อง สะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทางชีววิทยา สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารพัฒนศึกษาศาสตร์, 1*(2), 28–48.

ชนากานต์ ธนนิวัฒน์ และศิริชัย กาญจนวาสี. (2566). การพัฒนาแบบวัดความฉลาดรู้การเงินสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารการวัดผลการศึกษาสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา*, *40*(107), 40-51.

มาเรียม นิลพันธุ์. (2558). *วิธีวิจัยทางการศึกษา*. ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

รัฐติพล สีหะวงษ์, สุภาณี เส็งศรี, ธงชัย เส็งศรี, วราพร อนันตวงศ์ และนิธิเดชน์ เชิดพุทธ. (2567). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารวิจัยและนวัตกรรม สถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร, 7*(2), 254–271.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม* (พิมพ์ครั้งที่ 7). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Ables, E. T. (2015). Drosophila oocytes as a model for understanding meiosis: An educational primer to accompany "Corolla is a novel protein that contributes to the architecture of the synaptonemal complex of *Drosophila*." *Genetics, 199*(1), 17–23.

Almehnh, I. T. H. (2025). The effect of project-based learning on creative thinking in secondary biology education. *Central Asian Journal of Social Sciences and History, 6*(4), 388–406.

Amorim, L., Santos, C., & Timmis, K. (2025). Prioritising microbiology in secondary education addresses emerging scientific–social–educational challenges and competency needs. *Microbial Biotechnology, 18*(9).

Bagley, J. R., & Galpin, A. J. (2015). Three-dimensional printing of human skeletal muscle cells: An interdisciplinary approach for studying biological systems. *Biochemistry and Molecular Biology Education, 43*(6), 403–407.

Black, P. N. (2020). A revolution in biochemistry and molecular biology education informed by basic research to meet the demands of 21st century career paths. *Journal of Biological Chemistry, 295*(31), 10653–10661.

Ejimonye, J. C., Ugwuanyi, C. S., Okeke, C. I. O., & Nwoye, M. N. (2020). Two-dimensional animation and students' achievement in mathematical economics: Implications for

science teaching. *International Journal of Engineering Research and Technology, 13*(6), 1220–1230.

Jenkinson, J. (2018). Molecular biology meets the learning sciences: Visualizations in education and outreach. *Journal of Molecular Biology, 430*(21), 4013–4027.

Koruk, S. Ş., & Benzer, E. (2025). Teaching cell division topic using computational thinking skills and determining its impact on creative thinking skills and student perspectives. *Eğitim ve Bilim, 50*(223), 55–78.

Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press.

McClean, P., Johnson, C., Rogers, R., Daniels, L., Reber, J., Slator, B. M., Jeff, T., & White, A. (2005). Molecular and cellular biology animations: Development and impact on student learning. *CBE—Life Sciences Education, 4*(2), 169–179.

Murtini, I., Zubaidah, S., & Listyorini, D. (2020). Improving students' cognitive and critical thinking skills through research-based cell division control module. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2215, No. 1, Article 030008). AIP Publishing LLC.

Noris, M., Saputro, S., Muzzazinah, M., & Rahayu, A. (2023). Development of biology learning media assisted by Construct2 to improve critical thinking skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, 9*(2), 498–504.

Piaget, J., & Cook, M. (1952). *The origins of intelligence in children*. International Universities Press.

Rahim, S. S., Abdullah, A. A., Parumo, S., & Jali, S. K. (2024). Revitalizing science education: Unveiling the potential of 2D animations to enhance understanding and engagement. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 102*(7).

Rogers, H. B. (2024). *Computer three-dimensional animation use and its effect on secondary school students' conceptual understanding of mammalian circulatory system in Kiambu County* [Doctoral dissertation, Kenyatta University]. IR@Kenyatta University.

Sevim, S., & Denizhan, I. (2025). The Effect of Digital Storytelling on Students' Scientific Process Skills and Attitudes towards the Course. *Turkish Journal of Teacher Education*, *14*(1), 51-69.

Tanggaard, L. (2010). Stories about creative teaching and productive learning—Fighting with the "test monster." *European Journal of Teacher Education, 34*(3), 341–353.

Utomo, A. P., Hasanah, L., Hariyadi, S., Narulita, E., & Umamah, N. (2020). The effectiveness of STEAM-based biotechnology module equipped with flash animation for biology learning in high school. *International Journal of Instruction, 13*(2), 463–476.

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

Yisa, N. C., & Ojiaku, F. C. (2016). Effectiveness of computer animation on a progressive learning achievement of secondary school biology students in Niger State, Nigeria. *International Journal of Education and Evaluation, 2*(4), 72–81.