

การศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ
เทคนิคแบบมีปฏิสัมพันธ์ ที่มีผลต่อแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้าง
และหน้าที่ของเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

**A Study of the Effects of Inquiry-Based Learning (5es) with Interactive
Video Effecting the Scientific Concept of Structure and Cell
Function of Grade 7th Students**

ปวีณา แก้วเพชร และ อัมพร วัจนะ

มหาวิทยาลัยรามคำแหง

Paveena Kaewpech and Umporn Wutchana

Ramkhamhaeng University, Thailand

Corresponding Author, E-mail: Paveenaw.21@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิคแบบมีปฏิสัมพันธ์ และ 2) เปรียบเทียบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคแบบมีปฏิสัมพันธ์ กับกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ ประชากร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 4 ห้องเรียน 167 คน กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 ห้องเรียน 84 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม โดยการจับฉลากห้องควบคุมและห้องทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคแบบมีปฏิสัมพันธ์ 2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 3) แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที(t-test) ผลการวิจัยพบว่า

1) การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคแบบมีปฏิสัมพันธ์ หลังเรียน ร้อยละ 81.00 มีแนวคิดถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์(SU) รองลงมา ร้อยละ 12.26 มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน(PU&MU) และ ร้อยละ 6.74 มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คลาดเคลื่อน(MU) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

*วันที่รับบทความ : 7 เมษายน 2566; วันแก้ไขบทความ 27 มิถุนายน 2566; วันตอบรับบทความ : 8 กรกฎาคม 2566

Received: April 7, 2023; Revised: June 27, 2023; Accepted: July 8, 2023

2) ผลการเปรียบเทียบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es); วิถีทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์; แนวคิดทางวิทยาศาสตร์

Abstracts

The purpose of this experimental research were to : 1) develop scientific concept of structure and function of cells and 2) to compare the different learning outcome between inquiry based-learning model (5Es) with interactive video and normal model of students in grade 7th students. The 83 populations collected by purposive sampling in this research are students studying on grade 7th students in two different classrooms. The teaching method used in research is different ability model divided into controlled and tested classrooms. The methodology used in research consists of 1) inquiry based-learning (5Es) with interactive video and 2) scientific concept of structure and function of cells. Data analysis is t-test, average, percentage, and standard deviation (SD).

As the result, it found that 1) development of scientific concepts on the structure and function of cells of grade 7th students by using inquiry based-learning (5Es) with interactive video, after learning, 81.00 percent of the students acquired the scientific understanding (SU), 12.26 percent of students had Partial Understanding with Misunderstanding (PU&MU) and 6.74 percent of students had Misconceptions in Science (MU) and after learning is higher than before Statistically significant at the .05 level. and that 2) the outcomes for comparing scientific concepts with statistical significance were found at the .05 level. Furthermore, the learning performance of experimental group of students who learned by the inquiry-based learning (5Es) with interactive video is better statistically than the control group who received the standard learning management at the .05 level.

Keywords: Inquiry-based learning (5Es); Interactive video; Scientific concept

บทนำ

ในสังคมโลกยุคปัจจุบัน วิทยาศาสตร์นับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาการคิดเชิงตรรกะ การค้นคว้าหาความรู้และการแก้ปัญหาเชิงระบบ เป็นรากฐานของการคิดวิเคราะห์ในศาสตร์แขนงต่าง ๆ กระทรวงศึกษาธิการจึงได้กำหนดให้วิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้ในการวางรากฐาน ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการ พัฒนาทางความคิดอย่างมีเหตุผล (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560 : 1) โดยเป้าหมายสำคัญในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในสถานศึกษา คือ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการทฤษฎี ขอบเขต และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการคิด การค้นคว้าและการใช้ความสามารถในการแก้ปัญหาผ่านการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการและทฤษฎีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ โดยเชื่อว่าผู้เรียนทุกคนสามารถสร้างแนวคิดหรือ

องค์ความรู้ด้วยตนเองจากประสบการณ์เดิมผสมผสานกับประสบการณ์เรียนรู้ใหม่ที่พบในชีวิตประจำวัน ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) (Piaget, 1972 : 1) โดยแนวคิดที่สร้างขึ้นอาจเป็นแนวคิดที่ต้องสมบูรณ์หรือถูกต้องเป็นบางส่วนและบางส่วนมีการคลาดเคลื่อนไปจากแนวคิดถูกต้องหรืออาจเป็นแนวคิดที่ไม่ถูกต้องทั้งหมด ดังนั้นความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (Armstrong and Savage, 1994 : 3) เพราะจะทำให้การเรียนรู้มีการพัฒนาหรือเปลี่ยนแนวคิดที่มีอยู่แล้วของนักเรียนให้เป็นแนวคิดที่ถูกต้อง สามารถสร้างความเข้าใจเพิ่มเติมจากการสอนของครูเรียนรู้ได้เร็วในเรื่องต่าง ๆ ที่ใกล้เคียงกับแนวคิด (Hurd, 1970 : 3) ทั้งนี้ก่อนการจัดการเรียนการสอนครูผู้สอนควรสำรวจแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ซึ่งหากผู้เรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนครูผู้สอนก็จะสามารถหากิจกรรมเพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Hazel; & Prosser., 1994 : 274 – 279; Treagust, 1991 : 40 -43)

จากประสบการณ์การจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบพื้นฐานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตลอดระยะเวลา 4 ปีที่ผ่านมา พบว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์คลาดเคลื่อนโดยนักเรียนไม่สามารถตอบคำถามและอธิบายคำตอบในใบงานและแบบฝึกหัดได้ มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนในปีการศึกษาที่ผ่านมา ประกอบกับข้อมูลที่ได้จากการวัดประเมินผลการสอบกลางภาคเรียนพบว่านักเรียนร้อยละ 62 มีคะแนนสอบต่ำกว่าเกณฑ์ ทั้งนี้เนื่องมาจากเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ต้องใช้จินตนาการซึ่งยากต่อการเข้าใจนักเรียนบางคนไม่สามารถจินตนาการในเรื่องที่ครูสอนได้ ภาษาและคำศัพท์เป็นคำเฉพาะที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคย และไม่สอดคล้องกับบริบทในชีวิตประจำวันของผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถเชื่อมโยงแนวคิดที่ได้เรียนกับชีวิตประจำวันของตนเองได้ ประกอบกับในสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (covid-19) การจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่ใช้รูปแบบการสอนออนไลน์ เน้นการถ่ายทอดเนื้อหาผ่านการบรรยายโดยใช้สื่อ Power point และใบงานตามเอกสารประกอบการบรรยาย เน้นเพียงการฟัง การทำความเข้าใจเนื้อหาด้วยตนเอง ผู้เรียนไม่ได้ลงมือปฏิบัติและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายต่อการเรียนขาดแรงจูงใจในการเรียนรู้ ไม่เห็นความสำคัญของเรื่องที่เรียน ส่งผลให้นักเรียนมีแนวความคิดคลาดเคลื่อนมากที่สุด ยกตัวอย่างเช่น นักเรียนเข้าใจว่าเซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีโครงสร้างเซลล์เหมือนกัน เซลล์ของพืชแต่ละชนิดมีรูปร่างเซลล์แตกต่างกัน ส่วนเซลล์สัตว์ทุกชนิดมีรูปร่างกลม นักเรียนมีแนวคิดที่สับสนระหว่างเยื่อหุ้มเซลล์และผนังเซลล์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงแนวคิดเรื่องเซลล์กับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่มีความซับซ้อนได้ สอดคล้องกับ (จิตติมา ดมหอม และคณะ, 2553 : 1) นักเรียนไม่สามารถบอกส่วนประกอบของเซลล์และบอกหน้าที่ของส่วนประกอบของเซลล์ได้ ทั้งนี้แนวคิดเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ เป็นพื้นฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และชีววิทยา ในเรื่องต่างๆ เช่น ชีวิตสัตว์ พันธุกรรม ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์ ธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การรับรู้และการตอบสนอง และการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต และเป็นแนวคิดในการต่อยอดและพัฒนาทางด้านชีววิทยาระดับสูงขึ้นไป การ

พัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จากสภาพปัญหาดังกล่าวครูผู้สอนต้องปรับการเรียนเปลี่ยนการสอนโดยรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริง ให้นักเรียนได้ลงมือทำและเกิดประสบการณ์การเรียนรู้ ออกแบบการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้(5Es) เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยให้การเรียนรู้เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย เนื่องจากการสืบเสาะหาความรู้ทำให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สืบสอบค้นคว้าจนเกิดการสร้างองค์ความรู้ขึ้นมาด้วยตัวเอง ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ถูกนำมาใช้ในการเรียนการสอนอย่างแพร่หลายและมีงานวิจัยจำนวนมากที่พิสูจน์แล้วว่าวิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการดังกล่าว ทำให้ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น (พิมชนก เจริญชีพ และคณะ, 2564 : 26-39) ทั้งนี้การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาที่ยากต่อการเข้าใจและเป็นนามธรรมจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง พบว่า การใช้ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว เป็นสื่อในการอธิบายถึงความสัมพันธ์การทำงาน และปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้และความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้น (Gilbert, 2005 : 1)) สอดคล้องกับงานวิจัย ของ(วิทยา วาโย และคณะ, 2563 : 285-298) ที่กล่าวว่าพัฒนาสื่อการเรียนการสอนให้ทันสมัยมีความสำคัญและจำเป็นต่อการเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ในปัจจุบัน โดยผู้สอนสามารถนำสื่อการเรียนรู้ต่างๆ เช่น วิดีทัศน์ แอนิเมชัน หรือสื่อมัลติมีเดีย สื่อการเรียนรู้ออนไลน์ หรือสื่อแอปพลิเคชันต่างๆที่สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของผู้เรียน มาใช้ประกอบการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาวิชาที่เรียนได้ชัดเจนขึ้น สื่อมัลติมีเดียได้เข้ามามีบทบาทอย่างยิ่งในการเรียนการสอนและเป็นปัจจัยที่ช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะเนื้อหาที่มีความซับซ้อนและเป็นนามธรรม (วชิราภรณ์ ผลเรือง, 2551 : 1) วิดีทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ เป็นสื่อมัลติมีเดียอย่างหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนรู้ในเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ดีขึ้น เนื่องจากมีลักษณะเป็นสื่อมัลติมีเดียที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์และสามารถควบคุมสื่อหรือกระบวนการเรียนได้ มีการใช้ทั้งภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวที่เสมือนของจริง ซึ่งแสดงออกถึง ข้อมูลที่ต้องการสื่อออกมาให้ผู้อื่นรับรู้จึงช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและช่วยให้ผู้เรียนเกิด ความเข้าใจและพัฒนาเป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์มากขึ้น (ผจญ รุ่งอรุณเลิศ, 2551 : 1)

ด้วยเหตุดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้(5Es) ร่วมกับวิดีโอแบบมีปฏิสัมพันธ์ มาปรับปรุงการเรียนการสอน เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ เพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อเป็นประโยชน์แก่นักเรียนต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับวิธีทัศนแบบมีปฏิสัมพันธ์
2. เพื่อเปรียบเทียบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับวิธีทัศนแบบมีปฏิสัมพันธ์ กับกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับวิธีทัศนแบบมีปฏิสัมพันธ์ กับกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 4 ห้องเรียน 167 คน ในโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาจังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2565

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 84 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) ในห้องที่ผู้วิจัยทำการสอนแบบละความสามารถ โดยการจับฉลากห้องควบคุมและห้องทดลอง

2. เครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง คือแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้(5Es) ร่วมกับวิธีทัศนแบบมีปฏิสัมพันธ์ จำนวน 4 แผน แบบปกติ จำนวน 4 แผน โดยใช้กระบวนการดังนี้

2.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.1.2 ศึกษาวิเคราะห์เอกสารเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้(5Es) และการสร้างสื่อวิธีทัศนแบบมีปฏิสัมพันธ์ มาเป็นแนวทางในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

2.1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) สร้างสื่อวีดิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ จำนวน 4 แผน ใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

2) กำหนดสาระสำคัญ ในแต่ละแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

3) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับตัวชี้วัด

4) กำหนดเนื้อหา/สาระการเรียนรู้ ในแต่ละแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

5) สร้างสื่อการเรียนรู้วีดิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ โดยมีกระบวนการดังนี้

5.1) สืบค้นหนังสือ ตำรา และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาและการสร้างวีดิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์

5.2) กำหนดความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ โดยรวบรวมเนื้อหาที่จะสร้างสื่อวีดิทัศน์ให้ตรงกับเนื้อหาในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

5.3) วิเคราะห์เนื้อหาโดยนำเอาเนื้อหาทั้งหมดที่จะสร้างมาแต่เป็นหัวข้ออย่างละเอียดแล้วนำมาเรียงลำดับตามเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้วางไว้โดยการใช้วิธีวิเคราะห์หรือพิจารณาให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้

5.4) สร้างสื่อวีดิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ คำแนะนำและรายละเอียดการศึกษาสื่อวีดิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์พิจารณาเนื้อหาอย่างละเอียดและสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

5.5) นำสื่อวีดิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อ พิจารณาความถูกต้องเชิงเนื้อหา การใช้ภาษาและความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

5.6) ทดลองใช้สื่อวีดิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์กับ กลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง รายบุคคล กลุ่มเล็ก และ ทดสอบภาคสนาม พร้อมบันทึกข้อมูลเพื่อรวบรวมข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาเครื่องมือ

5.7) นำผลการทดลองมาหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับสื่อวีดิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ ที่มีต่อแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มีค่าเท่ากับ 84.00/84.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ที่ได้กำหนดไว้ กล่าวคือประสิทธิภาพกระบวนการ (E1) มีค่าเท่ากับ 84 ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E2) มีค่าเท่ากับ 84

5.8) นำสื่อวีดิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพด้านสื่อและคุณภาพด้านเนื้อหา

5.9) นำสื่อวีดิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)

6) กำหนดแหล่งเรียนรู้

7) จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำสู่บทเรียน โดยใช้วีดิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ที่มีคำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย เกิดการคิด เพื่อนำไปสู่การค้นคว้าหาคำตอบ คำถามอาจมาจากเนื้อหาบทเรียนหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เรียนรู้มาแล้ว

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่างๆโดยใช้วีดิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้มาวิเคราะห์ แปรผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างองค์ความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ค้นเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆว่านักเรียนมีความรู้ะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียง จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ

8) บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

2.1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ท่าน เพื่อประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ด้านความถูกต้องและเหมาะสมขององค์ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องที่ 0.50 ขึ้นไป สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้

2.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ และปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 42 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แต่มีลักษณะใกล้เคียงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาข้อบกพร่อง นำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง ก่อนนำไปใช้จริง

2.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 42 คน

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ เป็นแบบทดสอบแบบวิจินิจฉัย มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบและเลือกเหตุผล จำนวน 20 ข้อ เพื่อวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องหน่วยของสิ่งมีชีวิต รายวิชา วิทยาศาสตร์ 1 โดยครอบคลุมเนื้อหาใน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ โดยมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

2.2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) สารที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ว 1.1 หนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ 1 สสวท. (2560 : 1) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตำรา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดเนื้อหา ตรวจสอบแนวคิดที่สำคัญและแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์

2.2.2 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์และจัดทำกรอบแนวคิดที่ต้องการวัด และแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ กำหนดข้อคำถาม และกรอบของคำตอบ โดยสร้างเป็นคำถาม ปลายเปิด (Open - end question) ให้มีความครอบคลุมทุกแนวคิด เพื่อใช้ในการตรวจสอบแนวความคิดที่ คลาดเคลื่อน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ จำนวน 20 ข้อ

2.2.3 นำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ที่สร้างขึ้น รวมทั้งกรอบแนวคิด เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบกรอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ความ เหมาะสมของภาษาที่ใช้ และความครอบคลุมของข้อคำถามตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากนั้นนำมาปรับปรุง แก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

2.2.4 นำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ชนิดคำถาม ปลายเปิด (Open - end question) จำนวน 20 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและผ่านการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ มาแล้วจำนวน 20 คน เพื่อตรวจสอบแนวคิดที่คลาดเคลื่อนและนำคำตอบ ที่ได้มาเป็นตัวเลือกในแบบวัดแนวคิดแบบวิจินิจฉัย (Two-tier multiple choice diagnostic test)

2.2.5 วิเคราะห์แนวคิดที่คลาดเคลื่อน แล้วนำมาสร้างแบบทดสอบแบบวิจินิจฉัย โดยใช้ข้อ คำถามเดิม สร้างเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และเลือกเหตุผล 4 ตัวเลือก (Two-tier multiple choice diagnostic test) จำนวน 20 ข้อ

2.2.6 นำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ผ่านการแก้ไขแล้วไปวิเคราะห์คุณภาพโดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยการประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ และความเหมาะสมของข้อคำถามและคำตอบ นำมาวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) คัดเลือกแบบวัดแนวคิด ที่มีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป นำไปใช้ได้

2.2.7 นำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญอีกครั้ง เมื่อผ่านการหาคุณภาพแล้วได้แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่อง เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ จำนวน 20 ข้อ

2.2.8 นำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วจำนวน 20 ข้อ ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แต่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบความเชื่อมั่นและหาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r)

2.2.9 นำคะแนนที่ได้จากการ (Try out) มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดแนวคิดเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ที่สร้างขึ้นเป็นรายข้อ โดยกำหนดให้แต่ละข้อต้องมีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538 : 209-211) สามารถนำไปใช้ได้

2.2.10 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดแนวคิดทั้งฉบับ โดยใช้สูตรของคูเดอร์ริชาร์ดสัน สูตรที่ KR-20 (Kuder-Richardson 20 หรือ KR-20) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538 : 198)

2.2.11 นำแบบวัดที่ผ่านทดลองใช้และวิเคราะห์คุณภาพมาปรับปรุงแก้ไขเกี่ยวกับภาษา และแนวคำตอบ ให้มีชัดเจนความครอบคลุม เหมาะสมกับระดับนักเรียนที่ใช้ และตรวจสอบความชัดเจนของแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ นำแบบวัดแนวคิดที่ได้รับความเห็นชอบไปดำเนินการเก็บข้อมูลกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 84 คน

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 เลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) จากห้องเรียนที่มีผลการเรียนไม่แตกต่างกัน จำนวนทั้งหมด 4 ห้องเรียน 167 คน

3.2 ดำเนินทดสอบก่อนเรียน โดยใช้เครื่องมือ แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่อง สร้างโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์กับนักเรียนทั้ง 4 ห้องเรียน ใช้เวลา 1 ชั่วโมง คัดเลือกห้องเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันด้วยการทดสอบทางสถิติ จำนวน 2 ห้องเรียน

3.3 จับสลากเลือก 1 ห้องเรียนเป็นห้องทดลอง จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (SEs) ร่วมกับวิถีทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ และอีก 1 ห้องเรียนเป็นควบคุม จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

3.4 ดำเนินการทดลอง โดยห้องเรียนที่ 1 ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ(5Es) ร่วมกับ วิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ทั้งหมด 4 แผน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 12 ชั่วโมง ห้องเรียนที่ 2 ดำเนินการสอนเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ครูเขียน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 12 ชั่วโมง

3.5 ดำเนินทดสอบหลังเรียน โดยใช้เครื่องมือแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้าง และหน้าที่ของเซลล์ (ชุดเดียวกับก่อนเรียน) กับนักเรียนทั้ง 2 ห้องเรียน โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ตรวจให้คะแนนแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

ตรวจให้คะแนนแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ซึ่งมีลักษณะเป็น แบบเลือกตอบและเลือกเหตุผลประกอบ (Two-tier multiple choice diagnostic test) ทั้งก่อนเรียนและ หลังเรียนรู้ วิเคราะห์คำตอบเป็นรายข้อ ใช้เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ตารางที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนและตรวจสอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ จากแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ แบบเลือกตอบและเลือกเหตุผล ประกอบ (Two-tier multiple choice diagnostic test)

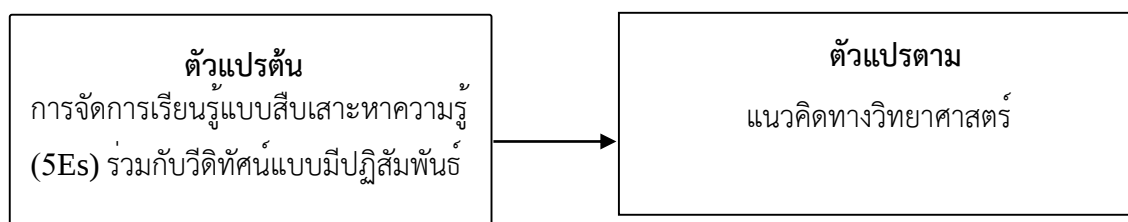
เกณฑ์การตรวจสอบแนวคิด	คะแนน	ระดับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์
เลือกคำตอบและเหตุผลประกอบได้ถูกต้องทั้งคู่	1	แนวคิดถูกต้องตามแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์ (SU)
เลือกคำตอบหรือเหตุผลประกอบถูกเพียงส่วนเดียว	0	แนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและ แนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน(PU&MU)
เลือกคำตอบหรือเหตุผลประกอบไม่ถูกต้องทั้งคู่	0	แนวคิดคลาดเคลื่อน (MU)
ไม่ตอบคำถาม	0	ไม่มีแนวคิด (NU)

4.2 วิเคราะห์ค่าคะแนนที่ได้จากการตอบแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

วิเคราะห์ค่าคะแนนที่ได้จากการตอบแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้าง และหน้าที่ของเซลล์ ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ของนักเรียน กลุ่มทดลองที่เรียนรู้ด้วยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ(5Es) ร่วมกับสื่อวิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ เรื่อง โครงสร้าง และหน้าที่ของเซลล์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การทดสอบค่าที (t-test dependent sample) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543 : 165-167)

เปรียบเทียบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ด้วยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้(5Es) ร่วมกับสื่อวีดิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ ใช้การทดสอบค่าที (t-test independent sample) (บุญชม ศรีสะอาด, 2535 : 1)

กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้(5Es) ร่วมกับวีดิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ เป็นกระบวนการที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน เน้นให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบ ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น (พิมชนก เจริญชีพ และคณะ , 2564 : 26-39) โดยมีการนำสื่อวีดิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ ที่เป็นแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้เข้ามาช่วยในการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้ ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้รูปธรรมได้ชัดเจนขึ้น (เกตุแก้ว ยิ่งยืนยง , 2563 : 1) จึงทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้และพัฒนาเป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

ผลการวิจัย

การวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาแนวคิดเรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้(5Es) ร่วมกับสื่อวีดิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ ผลการวิจัยแบ่งเป็น 2 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. ผลการพัฒนาแนวคิดเรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้(5Es) ร่วมกับสื่อวีดิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลอง ที่มีแนวคิดเรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ในกลุ่มต่างๆ

แนวคิด	ประเด็นที่ ตรวจสอบ	การ เปรียบเทียบ	ร้อยละของจำนวนนักเรียน					รวม
			SU	PU	PU&MU	MU	NU	
1. เซลล์ของ สิ่งมีชีวิต	ความหมาย	ก่อนเรียน	21.43	-	23.81	54.76	-	100
	ของเซลล์	หลังเรียน	97.62	-	2.38	0.00	-	100
2. สิ่งมีชีวิตเซลล์ เดียวและสิ่งมีชีวิต หลายเซลล์	สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	ก่อนเรียน	21.43	-	30.95	47.62	-	100
		หลังเรียน	83.33	-	9.52	7.14	-	100
	สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์	ก่อนเรียน	40.48	-	14.29	45.24	-	100
		หลังเรียน	73.81	-	14.29	11.90	-	100
3. การจัดระบบ ของสิ่งมีชีวิต	การจัดระบบของ	ก่อนเรียน	42.86	-	19.05	38.10	-	100
	สิ่งมีชีวิต	หลังเรียน	76.19	-	16.67	7.14	-	100
4. โครงสร้างเซลล์ ที่ได้จากการศึกษา ด้วยกล้อง จุลทรรศน์	โครงสร้างพื้นฐาน ของเซลล์จาก	ก่อนเรียน	11.90	-	28.57	59.52	-	100
		หลังเรียน	71.43	-	19.05	9.52	-	100
	การศึกษาโดยใช้ กล้องจุลทรรศน์	ก่อนเรียน	11.90	-	28.57	59.52	-	100
		หลังเรียน	71.43	-	19.05	9.52	-	100
5.รูปร่างและ หน้าที่ของเซลล์	เซลล์กระดูก	ก่อนเรียน	69.05	-	16.67	14.29	-	100
		หลังเรียน	90.48	-	7.14	2.38	-	100
	เซลล์เม็ดเลือดแดง	ก่อนเรียน	42.86	-	14.29	42.86	-	100
		หลังเรียน	80.95	-	14.29	4.76	-	100
	เซลล์เม็ดเลือดขาว	ก่อนเรียน	47.62	-	14.29	38.10	-	100
		หลังเรียน	76.19	-	16.67	7.14	-	100
	เซลล์ประสาท	ก่อนเรียน	78.57	-	7.14	14.29	-	100
		หลังเรียน	92.86	-	4.76	2.38	-	100
	เซลล์สืบพันธุ์	ก่อนเรียน	73.81	-	9.52	16.67	-	100
		หลังเรียน	90.48	-	7.14	2.38	-	100
6.เซลล์พืช เซลล์สัตว์	เซลล์สัตว์	ก่อนเรียน	30.95	-	33.33	35.71	-	100
		หลังเรียน	57.14	-	14.29	4.76	-	100
	เซลล์พืช	ก่อนเรียน	9.52	-	42.86	47.62	-	100
		หลังเรียน	64.29	-	21.43	14.29	-	100
		ก่อนเรียน	14.29	-	30.95	54.76	-	100

เปรียบเทียบ		หลังเรียน	71.43	-	21.43	7.14	-	100
โครงสร้างของเซลล์								
พืชและเซลล์สัตว์								
7. ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์	เยื่อหุ้มเซลล์	ก่อนเรียน	4.76	-	47.62	47.62	-	100
		หลังเรียน	73.81	-	16.67	9.52	-	100
	ผนังเซลล์	ก่อนเรียน	4.76	-	38.10	57.14	-	100
		หลังเรียน	88.10	-	7.14	4.76	-	100
8. โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์	ไซโทพลาซึม	ก่อนเรียน	2.38	-	35.71	61.90	-	100
		หลังเรียน	73.81	-	16.67	9.52	-	100
	นิวเคลียส	ก่อนเรียน	9.52	-	40.48	50.00	-	100
		หลังเรียน	88.10	-	9.52	2.38	-	100
	คลอโรพลาสต์	ก่อนเรียน	2.38	-	40.48	57.14	-	100
		หลังเรียน	88.10	-	7.14	4.76	-	100
	แวคิวโอล	ก่อนเรียน	0.00	-	52.38	47.62	-	100
		หลังเรียน	97.62	-	2.38	0.00	-	100
	ไมโทคอนเดรีย	ก่อนเรียน	14.29	-	30.95	54.76	-	100
		หลังเรียน	100.00	-	0.00	0.00	-	100

* Note SU = Scientific Understanding, PU = Partial Understanding , PU&MU = Partial Understanding with Misunderstanding, MU = Misunderstanding, NU = No Understanding

วิเคราะห์ข้อมูลจากคำตอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามแนวคิดหลัก พบข้อมูลดังนี้

1. แนวคิดเรื่องเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวคิดคลาดเคลื่อน(MU) ร้อยละ 54.76 โดยนักเรียนส่วนใหญ่เลือกตัวเลือกและเหตุผลได้ไม่ถูกต้อง เช่น นักเรียนเข้าใจว่ามีเพียงพืชและสัตว์เท่านั้นที่มีเซลล์เป็นองค์ประกอบ และให้เหตุผลว่า “เป็นสิ่งมีชีวิต และมีเซลล์เป็นอวัยวะสำคัญ” รองลงมา อยู่ในกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน(PU&MU) ร้อยละ 23.81 โดยเป็นนักเรียนสามารถเลือกตัวเลือกได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถเลือกเหตุผลได้ถูกต้อง เช่น นักเรียนเข้าใจว่าสิ่งมีชีวิตมีเซลล์เป็นองค์ประกอบแต่นักเรียนให้เหตุผลว่า “สิ่งมีชีวิต มีเซลล์เป็นองค์ประกอบที่เป็นอวัยวะสำคัญ” และมีแนวคิดถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์(SU) ร้อยละ 21.43 นักเรียนสามารถเลือกตัวเลือกและเหตุผลได้ถูกต้อง โดยนักเรียนสามารถเลือกตัวเลือกสิ่งมีชีวิตที่มีเซลล์เป็นองค์ประกอบ และให้เหตุผลว่าสิ่งมีชีวิตมีเซลล์เป็น

หน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุด ไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) และไม่มีแนวคิด (NU)

หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์(SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน จากร้อยละ 21.43 เป็น ร้อยละ 97.62 นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน(PU&MU) ลดลง จากร้อยละ 23.81 เหลือ ร้อยละ 2.38 และนักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน(MU) ลดลง จากร้อยละ 54.76 เหลือ ร้อยละ 0.00

2. แนวคิดเรื่องสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวคิดคลาดเคลื่อน(MU) ร้อยละ 46.43 โดยนักเรียนสับสนระหว่างสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวกับสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ เช่น นักเรียนเข้าใจว่าไฮดราเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และให้เหตุผลว่า “สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำเท่านั้น” รองลงมา อยู่ในกลุ่มแนวคิดถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์(SU) ร้อยละ 30.95 โดยสามารถเลือกตัวเลือกและเหตุผลได้ถูกต้อง เช่น นักเรียนเลือก อะมีบา ยูกลีนา พารามีเซียม เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และเลือกเหตุผลว่า “ทั้งร่างกายประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียว โครงสร้างไม่ซับซ้อน กิจกรรมต่างๆเกิดขึ้นภายในเซลล์” ส่วนนักเรียนที่เหลืออยู่ในกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน(PU&MU) ร้อยละ 22.62 โดยนักเรียนสามารถเลือกคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถเลือกเหตุผลได้ถูกต้อง เช่น นักเรียนเลือก เห็ด ไฮดรา ไบโม เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ แต่ให้เหตุผลว่า “ร่างกายประกอบด้วยเซลล์มากกว่าหนึ่งเซลล์ เซลล์มีรูปร่างลักษณะเหมือนกัน ทำหน้าที่ร่วมกัน” ไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) และไม่มีแนวคิด (NU)

หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์(SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน จากร้อยละ 30.95 เป็น ร้อยละ 78.57 นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน(PU&MU) ลดลง จากร้อยละ 22.62 เหลือ ร้อยละ 11.90 และนักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน(MU) ลดลง จากร้อยละ 46.43 เหลือ ร้อยละ 9.52

3. แนวคิดเรื่องการจัดระบบของสิ่งมีชีวิต

ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์(SU) ร้อยละ 42.86 โดยสามารถเลือกตัวเลือกและเหตุผลได้ถูกต้อง เช่น นักเรียนเข้าใจว่าสิ่งมีชีวิตเริ่มจากเซลล์ ทำงานร่วมกัน เป็นเนื้อเยื่อ เนื้อเยื่อทำงานร่วมกันเป็นอวัยวะ อวัยวะต่างๆ ทำงานร่วมกันเป็นระบบอวัยวะ ระบบอวัยวะทุกระบบทำงานร่วมกันเป็นสิ่งมีชีวิต รองลงมา อยู่ในกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน(MU) ร้อยละ 38.10 โดยนักเรียนส่วนใหญ่เลือกตัวเลือกและเหตุผลได้ไม่ถูกต้อง เช่น นักเรียนเข้าใจว่า สิ่งมีชีวิตมีการจัดระบบจากหน่วยที่เล็กที่สุดคือ อวัยวะ และมีการทำงานร่วมกันเป็นระบบอวัยวะ และเป็นสิ่งมีชีวิต ส่วนนักเรียนที่เหลืออยู่ในกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน(PU&MU) ร้อยละ 19.05 โดยนักเรียนสามารถ

จัดลำดับการจัดระบบของสิ่งมีชีวิตได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถเลือกเหตุผลได้ถูกต้อง มีความเป็นไปได้ว่านักเรียนเลือกคำตอบจากการจำ โดยไม่เข้าใจแนวคิดอย่างแท้จริง เนื่องจาก นักเรียนไม่สามารถเลือกเหตุผลที่ถูกต้องได้ ไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) และไม่มีแนวคิด (NU)

หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์(SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนจากร้อยละ 42.86 เป็น ร้อยละ 76.19 นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน(PU&MU) ลดลง จากร้อยละ 19.05 เหลือ ร้อยละ 16.67 และนักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน(MU) ลดลง จากร้อยละ 38.10 เหลือ ร้อยละ 7.14

4. แนวคิดเรื่องโครงสร้างเซลล์ที่ได้จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวคิดคลาดเคลื่อน(MU) ร้อยละ 59.52 โดยนักเรียนส่วนใหญ่เลือกตัวเลือกและเหตุผลได้ไม่ถูกต้อง เช่น นักเรียนเข้าใจว่าเยื่อหุ้มเซลล์ และคลอโรพลาสต์ พบได้ทุกเซลล์ และให้เหตุผลว่า “เยื่อหุ้มเซลล์ และคลอโรพลาสต์ เป็นโครงสร้างส่วนใหญ่ของเซลล์ที่พบในสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน” รองลงมา อยู่ในกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน(PU&MU) ร้อยละ 28.57 โดยนักเรียนสามารถเลือกคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถเลือกเหตุผลได้ถูกต้อง เช่น นักเรียนเข้าใจว่าเยื่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึมและนิวเคลียส เป็นโครงสร้างที่พบได้จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงแต่นักเรียนให้เหตุผลว่า “เป็นโครงสร้างส่วนใหญ่ของเซลล์ที่พบในสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน” ส่วนนักเรียนที่เหลืออยู่ในกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์(SU) ร้อยละ 11.90 โดยนักเรียนสามารถเลือกตัวเลือกและเหตุผลได้ถูกต้อง เช่น นักเรียนเข้าใจว่า เยื่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม นิวเคลียส เป็นโครงสร้างพื้นฐานของเซลล์ ที่พบได้ในสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน ไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) และไม่มีแนวคิด (NU)

หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์(SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนจากร้อยละ 11.90 เป็น ร้อยละ 71.43 นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน(PU&MU) ลดลง จากร้อยละ 28.57 เหลือ ร้อยละ 19.05 และนักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน(MU) ลดลง จากร้อยละ 59.52 เหลือ ร้อยละ 9.52

5. แนวคิดเรื่องรูปร่างและหน้าที่ของเซลล์

ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์(SU) ร้อยละ 62.38 โดยสามารถเลือกตัวเลือกและเหตุผลได้ถูกต้อง เช่น นักเรียนเข้าใจว่า เซลล์เม็ดเลือดแดง มีรูปร่างกลมแบน มีลักษณะเว้าตรงกลาง เซลล์ ช่วยเพิ่มพื้นที่ในการลำเลียงออกซิเจน รองลงมาอยู่ในกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวคิดคลาดเคลื่อน(MU) ร้อยละ 25.24 โดยนักเรียนส่วนใหญ่เลือกตัวเลือกและเหตุผลได้ไม่ถูกต้อง เช่น นักเรียนเข้าใจว่า เซลล์เม็ดเลือดแดงมีรูปร่างกลม ขนาดใหญ่ เยื่อหุ้มเซลล์หนา เพิ่มการบรรจุออกซิเจน ส่วนนักเรียนที่เหลืออยู่ในกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน(PU&MU) ร้อยละ 12.38

โดยนักเรียนสามารถเลือกคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถเลือกเหตุผลได้ถูกต้อง เช่น นักเรียนเข้าใจว่า เซลล์เม็ดเลือดขาวทำหน้าที่กำจัดเชื้อโรค แต่นักเรียนให้เหตุผลว่า “มีจำนวนมากที่สุดในร่างกาย ช่วยในการกำจัดเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอม” ไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) และไม่มีแนวคิด (NU)

หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน จากร้อยละ 62.38 เป็น ร้อยละ 86.19 นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU&MU) ลดลง จากร้อยละ 12.38 เหลือ ร้อยละ 10.00 และนักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (MU) ลดลง จากร้อยละ 25.24 เหลือ ร้อยละ 3.81

6. แนวคิดเรื่องส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์

ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวคิดคลาดเคลื่อน (MU) ร้อยละ 46.43 โดยนักเรียนส่วนใหญ่เลือกตัวเลือกและเหตุผลได้ไม่ถูกต้อง เช่น นักเรียนเข้าใจว่า เยื่อหุ้มเซลล์และผนังเซลล์พบได้ทั้งเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ และให้เหตุผลว่า “เยื่อหุ้มเซลล์ และผนังเซลล์ มีลักษณะเป็นตาข่าย ทำหน้าที่ในการสร้างความแข็งแรงให้กับเซลล์” รองลงมา อยู่ในกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU&MU) ร้อยละ 42.86 โดยนักเรียนสามารถเลือกคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถเลือกเหตุผลได้ถูกต้อง เช่น นักเรียนเข้าใจว่าเยื่อหุ้มเซลล์ พบได้ทั้งเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ แต่นักเรียนให้เหตุผลว่า “เยื่อหุ้มเซลล์ มีลักษณะเป็นตาข่าย ทำหน้าที่ในการสร้างความแข็งแรงให้กับเซลล์” ส่วนนักเรียนที่เหลืออยู่ในกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (SU) ร้อยละ 4.76 โดยนักเรียนสามารถเลือกตัวเลือกและเหตุผลได้ถูกต้อง เช่น นักเรียนเข้าใจว่า เยื่อหุ้มเซลล์ พบได้ทั้งเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ มีลักษณะเป็นเยื่อบางๆ ควบคุมสารที่เข้าออกจากเซลล์ ไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) และไม่มีแนวคิด (NU)

หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน จากร้อยละ 4.76 เป็น ร้อยละ 80.95 นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU&MU) ลดลง จากร้อยละ 42.86 เหลือ ร้อยละ 11.90 และนักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (MU) ลดลง จากร้อยละ 46.43 เหลือ ร้อยละ 7.14

7. แนวคิดเรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์

ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวคิดคลาดเคลื่อน (MU) ร้อยละ 54.29 โดยนักเรียนส่วนใหญ่เลือกตัวเลือกและเหตุผลได้ไม่ถูกต้อง เช่น นักเรียนเข้าใจว่า นิวเคลียสทำหน้าที่ในการสร้างพลังงานให้แก่เซลล์ และให้เหตุผลว่า “นิวเคลียส เป็นศูนย์กลางการทำงานและแหล่งพลังงานของเซลล์” รองลงมา อยู่ในกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU&MU) ร้อยละ 40.00 โดยนักเรียนสามารถเลือกคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถเลือกเหตุผลได้ถูกต้อง เช่น นักเรียนเข้าใจว่า ไมโทคอนเดรีย ทำหน้าที่ในการสร้างพลังงานให้แก่เซลล์ แต่นักเรียนให้เหตุผลว่า “ไมโทคอนเดรีย ทำหน้าที่ใน

การระดมสมองและสารต่างๆเป็นแหล่งพลังงานให้แก่เซลล์” ส่วนนักเรียนที่เหลืออยู่ในกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์(SU) ร้อยละ 5.71 โดยนักเรียนสามารถเลือกตัวเลือกและเหตุผลได้ถูกต้อง เช่น นักเรียนเข้าใจว่า ไมโทคอนเดรีย ทำหน้าที่สลายสารอาหารเพื่อสร้างพลังงานนำไปใช้ในกิจกรรมต่างๆของเซลล์ ไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) และไม่มีแนวคิด (NU)

หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์(SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนจากร้อยละ 5.71 เป็น ร้อยละ 89.52 นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน(PU&MU) ลดลง จากร้อยละ 40.00 เหลือ ร้อยละ 7.14 และนักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน(MU) ลดลง จากร้อยละ 54.29 เหลือ ร้อยละ 3.33

8. แนวคิดเรื่องเซลล์พืช เซลล์สัตว์

ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวคิดคลาดเคลื่อน(MU) ร้อยละ 46.03 โดยนักเรียนส่วนใหญ่เลือกตัวเลือกและเหตุผลได้ไม่ถูกต้อง เช่น นักเรียนเข้าใจว่า เซลล์พืชทุกชนิดมีคลอโรพลาสต์ และให้เหตุผลว่า“เซลล์พืชทุกชนิดมีลักษณะรูปร่างสี่เหลี่ยม พบผนังเซลล์เซลล์หนาชัดเจนและพบคลอโรพลาสต์กระจายทั่วทุกเซลล์” รองลงมา อยู่ในกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน(PU&MU) ร้อยละ 35.71 โดยนักเรียนสามารถเลือกคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถเลือกเหตุผลได้ถูกต้อง เช่น นักเรียนเข้าใจว่า เซลล์พืช พบผนังเซลล์และคลอโรพลาสต์ แต่นักเรียนให้เหตุผลว่า“เซลล์พืชทุกชนิดมีลักษณะรูปร่างสี่เหลี่ยม พบ ผนังเซลล์เซลล์หนาชัดเจนและพบคลอโรพลาสต์กระจายทั่วทุกเซลล์” ส่วนนักเรียนที่เหลืออยู่ในกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์(SU) ร้อยละ 18.25 โดยนักเรียนสามารถเลือกตัวเลือกและเหตุผลได้ถูกต้อง เช่น นักเรียนเข้าใจว่า เซลล์พืชมีลักษณะรูปร่างเหลี่ยม พบผนังเซลล์และคลอโรพลาสต์ ส่วนเซลล์สัตว์มีรูปร่างไม่แน่นอน ไม่พบผนังเซลล์และคลอโรพลาสต์ ไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) และไม่มีแนวคิด (NU)

หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์(SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนจากร้อยละ 18.25 เป็น ร้อยละ 64.29 นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน(PU&MU) ลดลง จากร้อยละ 35.71 เหลือ ร้อยละ 19.05 และนักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน(MU) ลดลง จากร้อยละ 46.03 เหลือ ร้อยละ 8.73

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

การทดสอบ	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่า t	p-value
ก่อนเรียน	42	5.02	2.41	36.58	<.001
หลังเรียน	42	16.36	1.66		

*p< .05

จากตาราง 3 พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้(5Es) ร่วมกับสื่อวีดิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (SU) สูงกว่าก่อนเรียน

2. ผลการเปรียบเทียบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับสื่อวีดิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ กับกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยทดสอบค่าที (t-test) ดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

นักเรียน	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่า t	p-value
กลุ่มทดลอง	42	16.36	2.48	11.598	<.001
กลุ่มควบคุม	42	11.17	5.32		

*p< .05

จากตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม พบว่าคะแนน หลังเรียนของกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.36 คะแนนหลังเรียนของกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.17 เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความแตกต่างของคะแนนเท่ากับ 5.19 ดังนั้นจากการทดสอบค่า t พบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

อภิปรายผลการวิจัย

1. แนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้(5Es) ร่วมกับวีดิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ มีแนวคิดถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นและ มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนลดลงตามลำดับ ทั้งนี้ก่อนเรียนนักเรียนอาจมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนที่เกิดจากได้รับความรู้จากแหล่งข้อมูลเช่น ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนได้รับมาจากการสอนแบบบรรยาย การอ่าน ซึ่งเป็นการเรียนแบบท่องจำจากบทเรียนมากกว่าการเรียนรู้แบบ นักวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีแนวคิดบางส่วนไม่ตรงกัน ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสับสนและเกิดแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ดังเช่น นักเรียนสับสนระหว่างสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวกับสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ เช่น นักเรียนเข้าใจว่าไฮดราเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และให้เหตุผลว่า “สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำเท่านั้น”

จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นแนวทางหนึ่งที่มีความ สอดคล้องอย่างชัดเจนในการพัฒนาแนวคิด เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็น กระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือกิจกรรมหรือวิธีการ เรียนรู้ที่นักเรียนได้ปฏิบัติและเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสิ่งสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ก็คือ การให้ออกาสนักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบและ รวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานต่างๆมาเพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือแก้ปัญหา โดยผู้สอน กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถามเกิดความคิดและลงมือแสวงหาความรู้ ซึ่งจากการวิจัยพบว่า ขึ้นสร้างความสนใจที่เกิดจากเรื่องที่นักเรียนสงสัย หรือจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือจากการอภิปรายกลุ่มในเรื่องที่เกิดขึ้นในเวลานั้นมากระตุ้นให้นักเรียนกำหนดประเด็นที่สนใจจะศึกษาทำให้นักเรียน มีความกระตือรือร้นในการอยากรู้ อยากเรียน อยากหาคำตอบ และเมื่อได้ประเด็นที่ สนใจร่วมกันทั้งห้องเรียน แล้วจึงมีการกำหนดขอบเขตรายละเอียดเรื่องที่จะศึกษาและรวบรวม ประสพการณ์เดิมหรือความรู้ที่มี โดยการระดมความคิดของทุกคนในห้องช่วยกันหาแนวทางในการสำรวจเพื่อหาคำตอบของประเด็นที่สนใจ ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นที่สนใจ และมีการนำความรู้เดิมมาช่วยในการระดมความคิดเพื่อหาแนวทางในการศึกษา ในขั้นสำรวจและค้นหา เมื่อได้ประเด็นคำถามที่สนใจจะศึกษาแล้วจะมีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งในขั้นนี้ นักเรียนจะได้ฝึกการตั้งสมมติฐานและมีการออกแบบการทดลองโดยมีการระดมความคิดในกลุ่ม ช่วยกันหาวิธีการทดลองที่จะนำไปสู่การได้มาซึ่งคำตอบของประเด็นปัญหาพร้อมทั้งทำการทดลอง โดยมีการลงมือปฏิบัติทำการทดลองเพื่อหาคำตอบด้วยตัวเอง ส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาแนวคิด ของตนเองและนักเรียนได้ฝึกตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง พร้อมทั้งมีทักษะในการทำการทดลองด้วยตนเอง ขึ้นอธิบายและลงข้อสรุป เมื่อได้ข้อมูลจากการทดลองแล้วจึงนำข้อมูล ข้อสังเกต ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การบรรยาย สรุปผลการทดลองหน้าชั้นเรียน หรือทำเป็นรายงานการสรุปผลการทดลอง ตารางสรุปผลการ ทดลอง ส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาแนวคิดและสามารถอธิบายและลงข้อสรุป เกี่ยวกับข้อมูลที่ได้ และมีการนำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันภายในชั้นเรียน ขึ้นขยายความรู้เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ต้นคว้าเพิ่มเติมเช่นเรื่องที่เกี่ยวข้อ ในชีวิตประจำวันเพื่อนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้จริง ส่งผลให้นักเรียนมีแนวคิดและสามารถในการ นำความรู้มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม และขั้นประเมินคือการประเมินการ เรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ เช่นแบบทดสอบท้ายบทเรียน แบบฝึกหัด หรือสรุปความรู้เป็น แผนผังมโนทัศน์ สื่อวีดิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ ส่งผลให้นักเรียนได้ทราบถึงพัฒนาการของตนเองและกระตือรือร้นในการพัฒนา ตนเองให้มากยิ่งขึ้นต่อไป

โดยผลวิจัยดังกล่าว พบว่าผลวิจัยมีความสอดคล้อง กับงานวิจัยของ นันทยา ศรีขาว (2556 : 1) ที่ศึกษาการพัฒนาแนวคิดและเจตคติต่อวิชาเคมีเรื่องเคมีอินทรีย์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่าการจัดการเรียนรู้ที่จัดขึ้นช่วยให้นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 67.5 มีแนวคิดที่ถูกต้องและไม่ มีนักเรียนคนใดเลยที่ไม่เข้าใจหรือไม่มีแนวคิด และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wilder and Shuttlesworth (2005 : 37-43) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ 5Es เรื่องเซลล์ ในนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5Es เรื่องเซลล์ ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเซลล์มากยิ่งขึ้น และกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถ กระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้อยากรู้ และมีการขยายความรู้โดยการอภิปรายแลกเปลี่ยนผลการเรียนรู้ร่วมกันส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการสืบเสาะหาความรู้และสามารถสร้างความรู้ด้วยตัวเองได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐกร สงคราม (2557 : 1) ที่ศึกษาการออกแบบและพัฒนาโมดูลมีเดียเพื่อการเรียนรู้ ได้กล่าวไว้ว่าการใช้เทคนิคการนำเสนอที่หลากหลายสวยงาม จะกระตุ้นดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ช่วยให้เกิดความคงทนในการจดจำ เพราะรับรู้ได้จากหลายช่องทางทั้งภาพและเสียง การทำกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้จะทำให้นักเรียนมีใจจดจ่อกับการเรียน และการกระทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ละขั้นจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาไปพร้อมๆ กับการทำกิจกรรม และยังสอดคล้อง กิลเบิร์ต (Gilbert, 2005 : 1) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาที่ยากต่อการเข้าใจและเป็นนามธรรม การใช้ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว เป็นสื่อในการอธิบายถึงความสัมพันธ์การทำงาน และปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้และความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้น และยังสอดคล้องกับ นิติมา รุจิเรชาสุวรรณ (2555 : 1) ศึกษาประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลที่พัฒนาขึ้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. จากการศึกษาเปรียบเทียบเปรียบเทียบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับวิธีทัศนแบบมีปฏิสัมพันธ์ เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ กับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า หลังเรียนของกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.36 คะแนนหลังเรียนของกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.17 เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความแตกต่างของคะแนนเท่ากับ 5.19 ดังนั้นจากการทดสอบค่า t พบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับวิธีทัศนแบบมีปฏิสัมพันธ์ เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงด้วยตนเอง มีการอภิปรายแลกเปลี่ยน ความรู้กับเพื่อนและครู จึงช่วยเพิ่มความเข้าใจได้มากกว่าวิธีสอนแบบปกติ นอกจากนี้ผู้สอนยังได้นำวิธีทัศนแบบมีปฏิสัมพันธ์ สอดแทรกในชั้นสำรวจและค้นหาในการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีภาพนิ่ง การ์ตูน ข้อความ และเสียง มาช่วยเร้าความสนใจของผู้เรียน ผู้เรียนสามารถศึกษา

ได้เองตามต้องการ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอ สอดคล้องกับ นรินธ์ นนทมาลย์ (2561 : 211-227) ที่กล่าวว่าวิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ มีการแทรกคำถามระหว่างในวิทัศน์ ทำให้สามารถสร้างความสนใจและทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนของตนเอง แล้วเกิดความเข้าใจในเนื้อหาตามที่คุณสอนต้องการนำเสนอ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ กนกรัตน์ วุฒิวิชาภรณ์ (2555 : 1) ที่ศึกษาผลการใช้สื่อมัลติมีเดียร่วมกับวิธีเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนทวารวดีจังหวัดนครปฐม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียร่วมกับวิธีเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการวิจัยข้างต้นจะเห็นได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ร่วมกับวิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ ที่เน้นให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบ โดยนำวิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ เข้ามาช่วยในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยการใช้เทคโนโลยี ใช้สื่อที่ทันสมัยเหมาะสมกับวัยนักเรียน กระตุ้นความสนใจของนักเรียนทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาได้ง่ายขึ้น และพัฒนาเป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากกว่า กลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 สื่อที่สร้างขึ้นควรเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต เพื่อให้สามารถสืบค้นข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม หรือนักเรียนสามารถไปค้นหาได้เมื่อต้องการ

1.2 ผู้สอนควรนำวิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ไปไว้บนแพลตฟอร์มที่สามารถรองรับการโต้ตอบของนักเรียน และสะท้อนผลการเรียนรู้ของนักเรียนได้

1.3 ควรจัดให้มีผู้ฟังขณะดูสื่อวิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน เสียงจะได้ไม่รบกวนสมาธิเพื่อนร่วมชั้นเรียน

1.4 ครูควรทำการแนะนำให้นักเรียนได้ทราบถึงกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วย รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ร่วมกับวิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ เพื่อให้สามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้องและไม่เกิดข้อผิดพลาด

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาผลที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ร่วมกับวิทัศน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ ในตัวแปรอื่นๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา และความสามารถในการสร้างแบบจำลอง เพื่อนำไปใช้ในวิชาอื่นๆ ได้ และเกิดประโยชน์ต่อการใช้ชีวิตประจำวันของนักเรียน

เอกสารอ้างอิง

- กนกรัตน์ วุฒิวิชากรณ. (2555). ผลการใช้สื่อมัลติมีเดียร่วมกับวิธีเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนทวารวดีจังหวัดนครปฐม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยศิลปากร
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- เกตุแก้ว ยืนยง. (2563). การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้เรื่องเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่1. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิราวุธ. 8 (1), 225.
- จิตติมา ดมหอม. (2553). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ต่อการพัฒนาแนวคิดและเจตคติ ต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่4. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพมหานคร.
- ณัฐกร สงคราม. (2557). การออกแบบและพัฒนาสื่อมัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นันทยา ศรีขาว. (2556). การพัฒนาแนวคิดและเจตคติต่อวิชาเคมีเรื่องเคมีอินทรีย์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นรินทร์ นนทมาลย์. (2561). วิถีโอปฐิสัมพันธ์ในการเรียนแบบเปิดในศตวรรษที่ 21. วารสารครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 46 (4), 211-227.
- นิติมา รุจิเรชาสุวรรณ. (2555). ประสิทธิภาพของการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารชีวโมเลกุล ที่พัฒนาขึ้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปริญญาโท กศ.ม.(เคมี). บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- บุญชม ศรีสะอาด. (2535). การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- ผจญ รุ่งอรุณเลิศ. (2551). ผลการใช้สื่อมัลติมีเดียที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการจัดทำโครงงานคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคงทองวิทยา. การค้นคว้าอิสระปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- พิมชนก เจริญชีพ และคณะ (2564). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เรื่องระบบหมุนเวียน เลือด ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับการใช้แบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารศาสตร์การศึกษาและการพัฒนามนุษย์. 5 (1), 26-39

- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ประสานมิตร.
- (2543). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ และสังคมศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่8). กรุงเทพมหานคร: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538. *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- วชิราภรณ์ ผลเรือง.(2551). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้เกณฑ์การประเมินสื่อมัลติมีเดียกับความพึงพอใจกับการผลิตสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษาของศูนย์เทคโนโลยีการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ. การค้นคว้าอิสระปริญญามหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษามหาบัณฑิตวิทยาลัย. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยศิลปากร.*
- วิทยา วาโย, อภิรดี เจริญกุล, ฉัตรสุดา กานกายนต์ และจรรยา คนใหญ่ (2563). การเรียนการสอนแบบออนไลน์ภายใต้ สถานการณ์แพร่ระบาดของไวรัส COVID-19: แนวคิดและการประยุกต์ใช้จัดการเรียนการสอน, วารสารศูนย์อนามัย ที่ 9 : *วารสารส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม*. 14 (34), 285-298.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- Armstrong, D.G.and T.V. Savage. (1994). *Secondary Education: An Introduction*. 3rd ed. New York: Macmillan, NC.
- Gilbert, S. W. and Ireton, S. W. (2003). *Understanding Models in Earth and Space Science*. Washington, D.C.: NSTA press.
- Hazel, E. and Prosser, M. 1994. "First – year University Students Understanding of Photosynthesis, Their Study Strategies and Learning Context." *The American Biology Teacher* 56 (5): 274 – 279.
- Hurd, P.D. (1970). *New Directions in Teaching Secondary School Science*. 2nd ed. Chicago: Rand McNally Company.
- Piaget. J. (1972). *The original of intelligence in children*. Trans, by Marget Cook. New York: International Universitie Press.
- Treagust, D. (1991). "Assessment of Students' Understanding of Science Concepts Using Diagnostic Instrument." *The Australian Science Teacher Journal* 37 (4): 40 -43.
- Wilder, M. and P. Shuttleworth. (2005). "Cell Inquiry: A 5E Learning Cycle Lesson." *Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Ideas*. 41 (4), 37-43.