

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง
โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ทักษะการสร้างแบบจำลองและพฤติกรรมการทำงาน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย

STEM EDUCATION TO DEVELOP LEARNING ACHIEVEMENT ON
THE STRUCTURE AND FUNCTION OF CELLS, MODELING SKILLS,
AND WORK BEHAVIOR OF MATHAYOM 1 STUDENTS AT
PRACHUAPWITTAYALAI SCHOOL

กัญญาณัฐ บุญลดา / Kanyanat Bunrada ¹

เวธกา เข้าเจริญ / Wethaka Chaochareon ²

สุธิดา กรรณสูตร / Suthida Kunnasut ³

วัชรภรณ์ ประภาสะโนบล / Vatcharaporn Prapasanobol ⁴

พิชิต สุดตา / Pichit Sudta ⁵

บุษราคัม สิงห์ชัย / Butsarakham Singchai ⁶

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง
โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของกลุ่มทดลอง
และกลุ่มควบคุม 2) เปรียบเทียบทักษะการสร้างแบบจำลองหลังการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของ
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และ 3) เปรียบเทียบพฤติกรรมการทำงานของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้

¹ นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี (Faculty of Science and Technology, Phetchaburi Rajabhat University), kanyanat.bun@mail.pbru.ac.th

² อาจารย์ ดร. สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี (Faculty of Science and Technology, Phetchaburi Rajabhat University), wethaka.cha@mail.pbru.ac.th

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี (Faculty of Science and Technology, Phetchaburi Rajabhat University), suthida.tho@mail.pbru.ac.th

⁴ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี (Faculty of Science and Technology, Phetchaburi Rajabhat University), vatcharaporn.pra@mail.pbru.ac.th

⁵ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี (Faculty of Science and Technology, Phetchaburi Rajabhat University), pichit.sud@mail.pbru.ac.th

⁶ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี (Faculty of Science and Technology, Phetchaburi Rajabhat University), butsarakham.sin@mail.pbru.ac.th

แบบสะเต็มศึกษาของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ตัวอย่างในงานวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย จำนวน 79 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 40 คน และกลุ่มควบคุม 39 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลอง และ 4) แบบประเมินพฤติกรรมการทำงาน สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบทีแบบเป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มทดลอง เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ทักษะการสร้างแบบจำลองของกลุ่มทดลองหลังการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับดีเยี่ยมและทักษะการสร้างแบบจำลองของกลุ่มทดลองหลังการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) พฤติกรรมการทำงานของกลุ่มทดลองหลังการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับดีมาก และค่าเฉลี่ยพฤติกรรมการทำงานหลังการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสูงกว่าค่าเฉลี่ยพฤติกรรมการทำงานของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา, ทักษะการสร้างแบบจำลอง, พฤติกรรมการทำงาน

ABSTRACT

This quasi-experimental research aimed to: 1) compare learning achievement between the experimental group and the control group on the topic of cell structure and function through STEM education learning management, 2) compare modeling skills between the experimental group and the control group after conducting STEM education learning management, and 3) compare work behavior between the experimental group and the control group after conducting STEM education learning management. The research involved 79 Mathayom 1 students at Prachuapwittayalai School, divided into an experimental group of 40 students and a control group of 39 students, obtained through cluster random sampling. The research tools included: 1) a learning management plan, 2) an academic achievement test, 3) a modeling skill assessment form, and 4) a work behavior assessment form. The statistics used in the research were the mean, standard deviation, and independent t-test.

The results revealed that: 1) The learning achievement after learning about cell structure and function with STEM education was significantly higher in the experimental group than in the control group, at a statistical significance level of .05. 2) The modeling skills of the experimental group after STEM education were at an excellent level, and significantly higher than those of the control group, at a statistical significance level of .05. 3) The work

behavior of the experimental group after STEM education was at the best level, and significantly higher than that of the control group, at a statistical significance level of .05.

Keywords: STEM education, modeling skills, work behavior

บทนำ

สะเต็มศึกษา (STEM education) เป็นการบูรณาการความรู้จากสี่สาขาหลัก ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์และการสร้างสรรค์นวัตกรรม โดยเน้นการลงมือปฏิบัติและการประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง ซึ่งช่วยเสริมทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ กระตุ้นความสนใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเตรียมความพร้อมสู่การทำงานในศตวรรษที่ 21 (Bybee, 2013: 24-43, Vasquez, Sneider & Comer, 2013: 5-10) จุดเด่นที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา คือ การนำแนวคิดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้ร่วมกับวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียน ต้องคำนึงถึงขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี นักเรียนต้องนำความรู้มาออกแบบวิธีหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิต กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (problem identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทายเพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหาและนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (related information search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (solution design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (planning and development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ และสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (testing, evaluation and design improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการโดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด และขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป (National Science Teaching Association, 2020: online)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นตัวชี้วัดความสำเร็จทางการศึกษาที่สะท้อนถึงความรู้ ทักษะและทัศนคติที่นักเรียนได้รับจากการเรียนการสอน ช่วยให้ผู้สอนและผู้ปกครองประเมินคุณภาพการเรียนรู้ สามารถวางแผนพัฒนาหลักสูตรและวิธีการสอนเพื่อส่งเสริมความมั่นใจและแรงจูงใจในการเรียนรู้ของนักเรียน รวมถึงเตรียมทักษะที่จำเป็นสำหรับอนาคตและการเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพในสังคม (Bloom, 1976: 156-189, Slavin,

2019: 212-250) การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสำคัญต่อการศึกษาในหลายมิติ เช่น ช่วยในการวัดและประเมินความสามารถของนักเรียน เสริมสร้างความมั่นใจและแรงจูงใจในการเรียนรู้ เตรียมความพร้อมสำหรับอนาคต ปรับปรุงหลักสูตรและวิธีการสอนและส่งเสริมทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นพื้นฐานในการเติบโตและพัฒนาศักยภาพของนักเรียนในอนาคต (Slavin, 2019: 212-250) สำหรับทักษะการสร้างแบบจำลอง หมายถึง ความสามารถในการสร้างภาพหรือกรอบการทำงานที่แทนแนวคิดหรือระบบที่ซับซ้อน โดยอาจใช้กราฟ แผนภาพหรือโมเดลเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความสัมพันธ์หรือการทำงานขององค์ประกอบต่าง ๆ ในสาขาต่าง ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ทักษะการสร้างแบบจำลองจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดและระบบที่ซับซ้อนได้ชัดเจนและเข้าใจง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยในการประยุกต์ใช้ทฤษฎีในสถานการณ์จริงเพื่อแก้ปัญหาและวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการสื่อสารแนวคิดและข้อมูล อีกทั้งยังเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และเตรียมความพร้อมสำหรับอาชีพในอนาคต ทำให้นักเรียนมีความพร้อมในการเข้าสู่การทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ (National Research Council, 2012: 194-201; Wiggins & McTighe, 2005: 150-154) ส่วนของพฤติกรรมการทำงาน คือ รูปแบบการทำงานและการปฏิบัติตนในสถานที่ทำงาน ซึ่งมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพในการทำงาน การสร้างวัฒนธรรมองค์กร การพัฒนาทักษะ และการจัดการกับความเครียด โดยการมีพฤติกรรมที่ดีช่วยเพิ่มผลผลิตในงานสร้างสภาพแวดล้อมที่สนับสนุน และกระตุ้นการเรียนรู้และการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความร่วมมือระหว่างนักเรียนโดยการพัฒนาทักษะการสื่อสาร การทำงานเป็นทีมและการคิดวิเคราะห์จะช่วยให้เด็กมีความพร้อมในการเข้าทำงานและจัดการกับความท้าทายที่เกิดขึ้น (Kauffman, Papadopoulos & Alvanides, 2023: 183-191) จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนช่วยให้เห็นถึงระดับความเข้าใจและความสามารถของนักเรียน ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการปรับปรุงการสอนและหลักสูตรและการบรรลุผลสัมฤทธิ์ที่ดี ส่งเสริมความมั่นใจและแรงจูงใจในตัวนักเรียน ทำให้มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ต่อไป ทักษะการสร้างแบบจำลองจะช่วยให้เด็กเข้าใจแนวคิดที่ซับซ้อนได้ดีขึ้น สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการสื่อสารแนวคิดและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ และพฤติกรรมการทำงานที่ดีช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้ดีและพร้อมต่อการจัดการความท้าทายที่อาจเกิดขึ้นได้

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการสี่สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ในแต่ละด้านเข้าด้วยกัน โดยให้เกิดการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การนำสะเต็มมาพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีแนวทางที่สำคัญ ประกอบด้วย 1) การเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และลงมือปฏิบัติเอง เช่น การแก้โจทย์ปัญหา การทำโครงการหรือการทดลอง 2) การเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ (hands-on learning) ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ทดลองและลงมือทำเพื่อเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริง ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจเชิงลึกและทักษะในการแก้ปัญหา 3) การเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริง เป็นการนำโจทย์ปัญหาจากชีวิตประจำวันหรือการทำงานจริงมาเป็นส่วนหนึ่งของ

การเรียนรู้ เช่น การแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมหรือการออกแบบนวัตกรรมใหม่ ๆ 4) การสร้างทักษะการคิดเชิงระบบและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เนื่องจากสะท้อนเน้นการให้นักเรียนมองปัญหาในมุมมองที่กว้างและพิจารณาหลายปัจจัย ทำให้มีทักษะการคิดที่เป็นระบบและเป็นเหตุเป็นผล และ 5) การทำงานร่วมกันและการสร้างทักษะสังคม การทำกิจกรรมกลุ่มหรือโครงการร่วมกันช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสาร การทำงานเป็นทีม และความรับผิดชอบต่อส่วนรวม (สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, 2562: 23; ปาริชาติ ปานศรี, นวลจิตต์ เขาวีรติพงศ์ และดวงเดือน สุวรรณจินดา, 2565: 1-14; นรี ทองจิตร, เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์ และธนาวุฒิ ลาตวงษ์, 2566: 42-57) จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ รวมถึงทักษะการสร้างแบบจำลองที่เกิดจากทักษะการคิดเชิงระบบและพฤติกรรมการทำงาน of นักเรียนได้ คณะผู้วิจัยเห็นถึงความสำคัญและผลที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จึงนำการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ทักษะการสร้างแบบจำลองและพฤติกรรมการทำงาน of นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย

วัตถุประสงค์

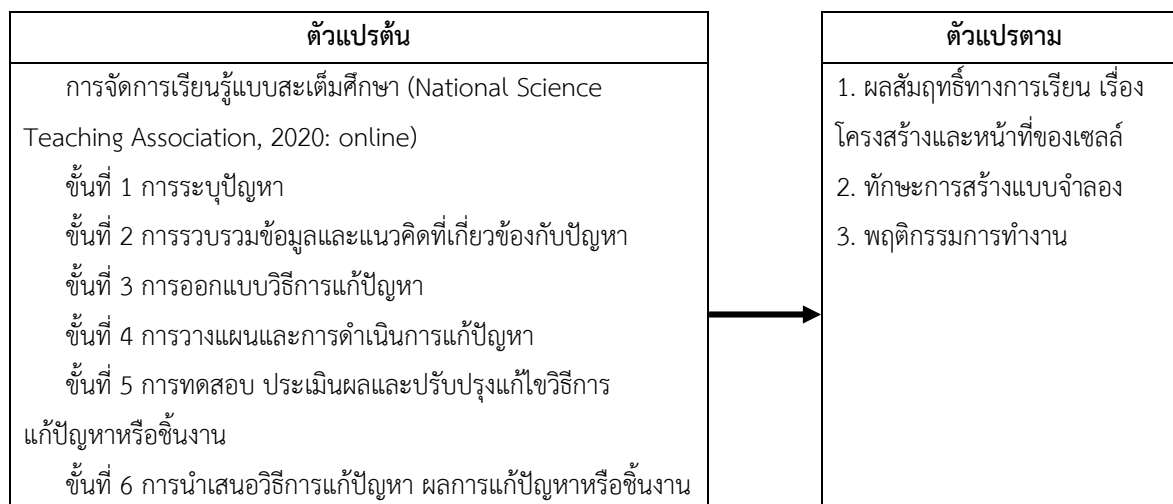
1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการสร้างแบบจำลองของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
3. เพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการทำงาน of นักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

สมมติฐานการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ หลังเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ทักษะการสร้างแบบจำลองของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับดี และกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. พฤติกรรมการทำงาน of นักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับดี และกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 6 ขั้นตอน ของ National Science Teaching Association (2020: online)



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มทดลอง

1.1 ประชากรที่ใช้ในงานวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนประจวบวิทยาลัยที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 518 คน จำนวน 14 ห้องเรียน

1.2 กลุ่มทดลองที่ใช้ในงานวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/11 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย จำนวน 40 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (cluster random sampling)

1.3 กลุ่มควบคุมที่ใช้ในงานวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/12 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย จำนวน 39 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (cluster random sampling)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2.2 ตัวแปรตาม ประกอบด้วย 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ 2) ทักษะการสร้างแบบจำลอง และ 3) พฤติกรรมการทำงาน

วิธีดำเนินการ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ประกอบด้วย กิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 การวางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 การทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน จำนวน 1 แผน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ จำนวน 2 คาบ ซึ่งผ่าน

การประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน มีค่าเท่ากับ 1.00 จึงนำไปใช้กับกลุ่มทดลองในงานวิจัย

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ เป็นแบบทดสอบหลังเรียนแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน และแบบอัตนัย 1 ข้อ ข้อละ 8 คะแนน รวมคะแนน 18 คะแนน นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 และหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) พบว่า มีค่าความยากง่าย (p) เท่ากับ 0.21-0.74 และค่าอำนาจจำแนก (r) เท่ากับ 0.20-0.47 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (KR-20) เท่ากับ 0.73 จึงนำไปใช้กับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในงานวิจัย

3. แบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลอง เป็นแบบให้คะแนนจากภาระงาน โดยประเด็นการประเมิน 5 ประเด็น แต่ละประเด็นมีคะแนนเต็ม 4 คะแนน และมีเกณฑ์ในการให้คะแนนดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสร้างแบบจำลอง

ทักษะการสร้าง แบบจำลอง	เกณฑ์การให้คะแนน			
	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
การระบุปัญหา และแนวทาง ในการแก้ปัญหา	ระบุปัญหาหรือความต้องการได้ตรงกับหัวข้อที่กำหนด และเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาได้ สอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการอย่างครบถ้วนสมบูรณ์	ระบุปัญหาหรือความต้องการได้ตรงกับหัวข้อที่กำหนด และเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาได้ สอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการได้ เป็นส่วนใหญ่	ระบุปัญหาหรือความต้องการได้ตรงกับหัวข้อที่กำหนด แต่เสนอแนวทางในการแก้ปัญหาได้ สอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการ เป็นส่วนน้อย	ระบุปัญหาหรือความต้องการได้ ไม่สมบูรณ์และเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา ไม่สอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการ
การเลือกวิธีการ	เลือกวิธีการแก้ไขได้ สอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการ นำไปสร้างได้จริง วัสดุที่เลือกใช้เหมาะสมกับชิ้นงานที่สร้าง	เลือกวิธีการแก้ไขได้ สอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการ นำไปสร้างได้จริง วัสดุที่เลือกใช้เหมาะสมกับชิ้นงานที่สร้างได้ เป็นส่วนใหญ่	เลือกวิธีการแก้ไขได้ สอดคล้องเป็นบางส่วน นำไปสร้างได้จริง แต่เลือกวัสดุไม่เหมาะสมกับชิ้นงานที่สร้าง	เลือกวิธีการแก้ไข ไม่สอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการ นำไปสร้างได้จริง แต่วัสดุที่เลือกใช้ ไม่เหมาะสมกับชิ้นงานที่สร้าง

ตารางที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสร้างแบบจำลอง (ต่อ)

ทักษะการสร้าง แบบจำลอง	เกณฑ์การให้คะแนน			
	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
การออกแบบ	ได้ภาพร่าง 3 มิติ สอดคล้องกับวิธีการ แก้ปัญหาหรือสนอง ความต้องการ แสดง รายละเอียด รูปร่าง ขนาด ความกว้าง ความยาว ความสูงและ หน่วยในการวัดขนาด	ได้ภาพร่าง 3 มิติ สอดคล้องกับวิธีการ แก้ปัญหาหรือสนอง ความต้องการ แต่ขาด รายละเอียดด้านรูปร่าง ขนาด หรือหน่วย ในการวัดขนาด	ได้ภาพร่าง 3 มิติ สอดคล้องกับวิธีการ แก้ปัญหาหรือสนอง ความต้องการ แต่ขาด รายละเอียด ทั้งรูปร่าง ขนาด และหน่วย ในการวัดขนาด	ได้ภาพร่าง 3 มิติ ที่ไม่สอดคล้องกับ วิธีการแก้ปัญหาหรือ สนองความต้องการ
การวางแผนและ การดำเนินการ	สร้างชิ้นงาน โดยมีการวางแผน ในการทำงานและ ปฏิบัติตามตาม กระบวนการทำงานได้ อย่างเหมาะสม	สร้างชิ้นงาน โดยมีการวางแผน ในการทำงาน เป็นส่วนใหญ่และ ปฏิบัติตามตาม กระบวนการทำงานได้	สร้างชิ้นงาน โดยไม่มีการวางแผน ในการทำงาน เป็นส่วนใหญ่และ ปฏิบัติตามตาม กระบวนการทำงานได้ บางส่วน	สร้างชิ้นงาน โดยไม่มีการวางแผน ในการทำงาน เป็นส่วนใหญ่และ ปฏิบัติตามตามได้ แต่ไม่มีกระบวนการ ทำงาน
การทดสอบและ ปรับปรุงแก้ไข	ชิ้นงานหรือวิธีการ ใช้งานได้ดี ไม่ต้อง ปรับปรุงแก้ไข	ชิ้นงานหรือวิธีการ ต้องปรับปรุงแก้ไข หลายครั้งจึงจะทำงาน ได้ดี	ชิ้นงานหรือวิธีการ ที่นำมาปรับปรุงแก้ไข แล้วใช้งานได้ เป็นบางส่วน	ชิ้นงานหรือวิธีการ ที่นำมาปรับปรุงแก้ไข แล้วยังคงใช้งานไม่ได้

โดยในแต่ละทักษะมีเกณฑ์ในการแปลผลจากค่าเฉลี่ยเป็น 4 ระดับ ดังนี้ (Llewellyn, 2005: 132-142)

ค่าเฉลี่ย 3.50–4.00 ระดับดีเยี่ยม

ค่าเฉลี่ย 2.50–3.49 ระดับดี

ค่าเฉลี่ย 2.00–2.49 ระดับพอใช้

ค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 2.00 ควรปรับปรุง

นำแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลอง ประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญ
จำนวน 3 คน พบว่า มีค่าเท่ากับ 1.00 จึงนำไปใช้กับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในงานวิจัย

4. แบบประเมินพฤติกรรมการทำงาน เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีระดับคุณภาพ
5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้และควรปรับปรุง จำนวน 5 ด้าน ประกอบด้วย 1) ความรับผิดชอบ
ในการทำงาน 2) ความตั้งใจในการทำงาน 3) การทำงานเป็นทีม/การยอมรับฟังผู้อื่น 4) ความตรงต่อเวลา และ
5) การมีส่วนร่วมในการทำงาน/การแสดงความคิดเห็น และเกณฑ์การแปลผลจากค่าเฉลี่ยแบ่งได้ 5 ระดับ ดังนี้
(บุญชม ศรีสะอาด, 2554: 121-122)

คะแนนเฉลี่ย 4.51-5.00	ระดับดีมาก
คะแนนเฉลี่ย 4.01-4.50	ระดับดี
คะแนนเฉลี่ย 3.51-4.00	ระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 3.01-3.50	ระดับพอใช้
คะแนนเฉลี่ย ต่ำกว่า 3.00	ควรปรับปรุง

นำแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานไปประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน พบว่า มีค่าเท่ากับ 1.00 จึงนำไปใช้กับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในงานวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

1. ขั้นตอนการก่อนการทดลอง เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียด แนวปฏิบัติในการดำเนินการวิจัย บทบาทของนักเรียนและผู้สอน และวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. ขั้นตอนการทดลอง มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

2.1 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวน 1 แผน 2 คาบ สำหรับกลุ่มควบคุม และดำเนินการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา 6 ขั้นตอน จำนวน 1 แผน 2 คาบ สำหรับกลุ่มทดลอง โดยมีรายละเอียดของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้ ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา ครูกำหนดสถานการณ์และให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาเพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นักเรียนต้องรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ รวมถึงข้อดีและข้อจำกัด ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา กำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการและสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นขั้นตอนการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ และนำผลที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด และขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจ และได้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปพัฒนาและปรับปรุงแก้ไข

2.2 หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ประเมินทักษะการสร้างแบบจำลอง ด้วยแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลอง และประเมินพฤติกรรมการทำงานด้วยแบบประเมินพฤติกรรมการทำงาน และเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

3. ขั้นตอนการหลังการทดลอง ผู้วิจัยนำผลการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการสร้างแบบจำลองและพฤติกรรมการทำงานมาวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
2. วิเคราะห์ความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการสร้างแบบจำลอง และพฤติกรรมการทำงานโดยใช้การทดสอบทีแบบเป็นอิสระต่อกัน (independent t-test)

ผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การทดสอบ	n	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig.
กลุ่มทดลอง	40	8.88	2.96	2.64*	.01
กลุ่มควบคุม	39	7.00	3.33		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของกลุ่มทดลอง มีคะแนนเต็ม 18 คะแนน พบว่า คะแนนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 8.88 (S.D. = 2.96) และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ของกลุ่มควบคุม มีคะแนนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 7.00 (S.D. = 3.33) เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการศึกษาทักษะการสร้างแบบจำลองหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แสดงดังตารางที่ 3 และผลการเปรียบเทียบทักษะการสร้างแบบจำลองหลังการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาทักษะการสร้างแบบจำลองหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ที่	ทักษะการสร้างแบบจำลอง	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
		$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล	$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล
1	การระบุปัญหา และแนวทางในการแก้ปัญหา	3.88	0.33	ระดับดีเยี่ยม	3.64	0.58	ระดับดีเยี่ยม
2	การเลือกวิธีการ	3.90	0.30	ระดับดีเยี่ยม	3.82	0.45	ระดับดีเยี่ยม
3	การออกแบบ	3.78	0.48	ระดับดีเยี่ยม	3.67	0.58	ระดับดีเยี่ยม
4	การวางแผนและการดำเนินการ	3.90	0.30	ระดับดีเยี่ยม	3.85	0.43	ระดับดีเยี่ยม
5	การทดสอบและปรับปรุงแก้ไข	3.83	0.38	ระดับดีเยี่ยม	3.62	0.63	ระดับดีเยี่ยม
ค่าเฉลี่ยรวม		3.86	0.37	ระดับดีเยี่ยม	3.72	0.33	ระดับดีเยี่ยม

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบทักษะการสร้างแบบจำลองหลังการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ทักษะการสร้างแบบจำลอง	n	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig.
กลุ่มทดลอง	40	3.86	0.37	2.39*	0.01
กลุ่มควบคุม	39	3.72	0.33		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 ผลการศึกษาทักษะการสร้างแบบจำลอง กลุ่มทดลองหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา พบว่า การระบุปัญหา และแนวทางในการแก้ปัญหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.88 (S.D. = 0.33) การเลือกวิธีการ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.90 (S.D. = 0.30) การออกแบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.78 (S.D. = 0.48) การวางแผนและการดำเนินการ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.90 (S.D. = 0.30) และการทดสอบและปรับปรุงแก้ไข มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.83 (S.D. = 0.38) ซึ่งอยู่ในระดับดีเยี่ยมทุกด้าน และมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.86 (S.D. = 0.37) ระดับดีเยี่ยม ในขณะที่กลุ่มควบคุม พบว่า การระบุปัญหา และแนวทางในการแก้ปัญหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.64 (S.D. = 0.58) การเลือกวิธีการ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.82 (S.D. = 0.45) การออกแบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.67 (S.D. = 0.58) การวางแผนและการดำเนินการ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.85 (S.D. = 0.43) และการทดสอบและปรับปรุงแก้ไข มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.62 (S.D. = 0.63) ซึ่งอยู่ในระดับดีเยี่ยมทุกด้าน และมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.72 (S.D. = 0.33) ระดับดีเยี่ยม เมื่อนำค่าเฉลี่ยทักษะการออกแบบมาเปรียบเทียบกัน พบว่า ค่าเฉลี่ยทักษะการออกแบบหลังการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สูงกว่าค่าเฉลี่ยทักษะการออกแบบของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการศึกษาพฤติกรรมการทำงานของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แสดงดังตารางที่ 5 และการเปรียบเทียบหลังการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 5 ผลการศึกษาพฤติกรรมการทำงานของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ที่	พฤติกรรมการทำงานของนักเรียน	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
		$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล	$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล
1	ความรับผิดชอบในการทำงาน	4.55	0.50	ระดับดีมาก	3.87	0.80	ระดับปานกลาง
2	ความตั้งใจในการทำงาน	4.58	0.55	ระดับดีมาก	4.10	0.75	ระดับดี
3	การทำงานเป็นทีม/การยอมรับฟังผู้อื่น	4.78	0.42	ระดับดีมาก	3.59	1.14	ระดับปานกลาง
4	ความตรงต่อเวลา	4.68	0.47	ระดับดีมาก	4.31	0.77	ระดับดี
5	การมีส่วนร่วมในการทำงาน/แสดงความคิดเห็น	4.60	0.55	ระดับดีมาก	4.31	0.69	ระดับดี
ค่าเฉลี่ยรวม		4.64	0.40	ระดับดีมาก	4.04	0.45	ระดับดี

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบพฤติกรรมการทำงานหลังการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

พฤติกรรมการทำงานของนักเรียน	n	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig.
กลุ่มทดลอง	40	4.64	0.40	6.26*	.00
กลุ่มควบคุม	39	4.04	0.45		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 5 พฤติกรรมการทำงานของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของกลุ่มทดลอง อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 (S.D. = 0.40) โดยนักเรียนมีการทำงานเป็นทีม/การยอมรับฟังผู้อื่น มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 4.78 (S.D. = 0.42) รองลงมาเป็นความตรงต่อเวลา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.68 (S.D. = 0.47) การมีส่วนร่วมในการทำงาน/แสดงความคิดเห็น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 (S.D. = 0.55) ความตั้งใจในการทำงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 (S.D. = 0.55) และความรับผิดชอบในการทำงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 (S.D. = 0.50) ตามลำดับ ซึ่งทุกประเด็นอยู่ในระดับดีมาก ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีพฤติกรรมการทำงานอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.04 (S.D. = 0.45) โดยนักเรียนมีความตรงต่อเวลา และการมีส่วนร่วมในการทำงาน/แสดงความคิดเห็นมีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 4.31 (S.D. = 0.77) และ 4.31 (S.D. = 0.69) ตามลำดับ อยู่ในระดับดี รองลงมาเป็นความตั้งใจในการทำงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 (S.D. = 0.75) อยู่ในระดับดี ความรับผิดชอบในการทำงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.87 (S.D. = 0.80) และการทำงานเป็นทีม/การยอมรับฟังผู้อื่น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.59 (S.D. = 1.14) ตามลำดับ อยู่ในระดับปานกลาง เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพฤติกรรมการทำงานระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ดังตารางที่ 6 พบว่า ค่าเฉลี่ยพฤติกรรมการทำงานหลังการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สูงกว่าค่าเฉลี่ยพฤติกรรมการทำงานของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

1. จากผลการศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/11 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีคะแนนเต็ม 18 คะแนน พบว่า มีคะแนนเต็ม 18 คะแนน พบว่า คะแนนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 8.88 (S.D. = 2.96) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/12 (กลุ่มควบคุม) คะแนนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 7.00 (S.D. = 3.33) เมื่อนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาเปรียบเทียบกัน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริงไปพร้อมกันกับการพัฒนาทักษะการคิด การตั้งคำถาม การแก้ปัญหาและการหาข้อมูล โดยผู้สอนเป็นผู้แนะนำและให้คำปรึกษา โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวส่งผลให้นักเรียนเกิดพัฒนาการในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ทั้งด้านปัญญา ทักษะการคิดวิเคราะห์ รวมไปถึงด้านคุณลักษณะ (Wang, Moore, Roehrig & Park, 2011: 1-13; English, 2016: 1-8) สอดคล้องกับงานวิจัยของอาทิตย์ ฉิมกุล, สกลรัตน์ แก้วดี และนิพาดา เรือนแก้ว ดิษยทัต (2560: 324-342) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีผลให้นักเรียนกลุ่มที่ศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาสูงขึ้น และการนำความรู้หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้อยู่ในระดับดีเยี่ยม

2. จากผลการศึกษาทักษะการสร้างแบบจำลองของนักเรียนด้วยวิธีสะเต็มศึกษา พบว่า ทักษะในการสร้างแบบจำลองทั้ง 5 ประเด็นของกลุ่มทดลอง อยู่ในระดับดีเยี่ยมทุกประเด็น และค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะการสร้างแบบจำลอง เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถพัฒนาทักษะการคิด เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนมีทักษะการทำงานกลุ่มและทักษะการสื่อสาร (พรทิพย์ ศิริภทราชัย, 2556: 50-51) อีกทั้งการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษายังช่วยส่งเสริมทักษะในการสร้างแบบจำลอง เพื่อพัฒนาให้นักเรียนเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ดียิ่งขึ้น (ภัทราวดี เอี่ยมพงษ์ และธนิตดา ชัยโชติ, 2564: 1-11)

3. จากผลการศึกษาพฤติกรรมการทำงานหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของกลุ่มทดลอง อยู่ในระดับดีมาก ส่วนกลุ่มควบคุมมีพฤติกรรมการทำงานอยู่ในระดับดี และระดับค่าเฉลี่ยพฤติกรรมการทำงานหลังการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของกลุ่มทดลองสูงกว่าค่าเฉลี่ยพฤติกรรมการทำงานของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีส่วนสำคัญในการพัฒนาพฤติกรรมการทำงานของนักเรียน โดยเฉพาะการทำงานเป็นทีม/การยอมรับฟังผู้อื่น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณิกา เวทการ และธิตติยา บงกชเพชร (2566: 150-164) พบว่า สะเต็มศึกษาช่วยพัฒนา

พฤติกรรมการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ อีกทั้งยังสอดคล้องกับดาร์วิน ชัยพิลลา (2559: 98-109) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นแนวที่ปลูกฝังให้เกิดทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะการทำงานเป็นทีม การสื่อสาร ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและการแก้ปัญหา

จากผลการศึกษางานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ งานวิจัยนี้จึงเป็นข้อมูลสำคัญและเชิงประจักษ์ในการนำเทคนิคการสอนนี้ไปใช้ในการพัฒนาผลการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นประโยชน์สูงสุด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะการสร้างแบบจำลองและพฤติกรรมการทำงานของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์หรือเนื้อหาอื่น ๆ ที่เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน เพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้ ทักษะการสร้างแบบจำลอง รวมถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างต่อเนื่อง

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรทำการวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลความพึงพอใจของการใช้การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา รวมถึงศึกษาผลที่เกิดขึ้นของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาต่อการพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ (scientific skill) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (scientific attitudes)

สรุป

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่อง “โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์” ได้อย่างมีประสิทธิภาพ กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ นักเรียนในกลุ่มทดลองยังมีทักษะการสร้างแบบจำลองในระดับดีเยี่ยม ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ การลงมือปฏิบัติและการแก้ปัญหา อีกทั้งพฤติกรรมการทำงานของกลุ่มทดลองอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการเสริมสร้างทักษะการทำงานร่วมกัน การสื่อสารและความมีวินัย สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสามารถยกระดับการเรียนรู้และพัฒนาทักษะที่สำคัญของนักเรียนได้อย่างครอบคลุม

เอกสารอ้างอิง

- ดาร์รัตน์ ชัยพิลา. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิด STEM Education เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร**, 27 (2), 98-109.
- นรี ทองจิตร, เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์ และธนาวุฒิ ลาตวงษ์. (2566). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการออกแบบทาง วิศวกรรมศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. **วารสารศึกษาศาสตร์ มจร คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาราชวิทยาลัย**, 11 (2), 42-57.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). **การวิจัยเบื้องต้น** (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปาริชาติ ปานศรี, นวลจิตต์ เขาวงกตพิงค์ และดวงเดือน สุวรรณจินดา. (2565). ผลการจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดพระประโทณเจดีย์ จังหวัดนครปฐม. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ**, 16 (3), 1-14.
- พรทิพย์ ศิริภักทราชัย. (2556). **STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ภัทราวดี เอี่ยมพงษ์ และหนิตดา ชัยโชติ. (2564). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างแบบจำลอง รายวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง แสง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 วิทยาลัยนาฏศิลป์. **วารสารวิชาการ ครุศาสตร์สวนสุนันทา**, 5 (1), 1-11.
- วรรณิภา เวทการ และธิดิยา บงกชเพชร. (2566). การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม เรื่อง สมดุลกล ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. **Journal of Roi Kaensarn Academi**, 8 (1), 150-164.
- สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. (2562). **รายงานการพัฒนาระบบการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนา ศักยภาพนักเรียน**. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.
- อาทิตย์ ฉิมกุล, สกลรัชต์ แก้วดี และนิพาดา เรือนแก้ว ดิษยทัต. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้ชีววิทยา ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. **An Online Journal of Education**, 12 (1), 324-342.
- Bloom, B. S. (1976). **Human characteristics and school learning**. New York: McGraw-Hill.

- Bybee, R. W. (2013). **The case for STEM education: Challenges and opportunities.** Arlington County: NSTA Press.
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. **International Journal of STEM Education**, 3 (3), 1-8.
- Kauffman, D., Papadopoulos, T. & Alvanides, S. (2023). Workplace behavior and its impact on organizational efficiency: Communication, teamwork, and stress management. **Journal of Applied Organizational Psychology**, 25 (3), 183-191.
- Llewellyn, D. (2005). **Teaching high school science through inquiry: A case study approach.** Thousand Oak, CA: NSTA Press & Corwin Press.
- National Research Council. (2012). **A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas.** Washington, DC: The National Academies Press.
- National Science Teaching Association. (2020). **STEM education and teaching resources.** Retrieved 10 May 2023, from <https://www.nsta.org/>.
- Slavin, R. E. (2019). **Educational psychology: Theory and practice.** Essex: Pearson Education.
- Vasquez, J. A., Sneider, C. & Comer, M. (2013). **STEM lesson essentials, grades 3-8: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics.** Portsmouth: Heinemann.
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H. & Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. **Journal of Pre-College Engineering Education Research**, 1 (2), 1-13.
- Wiggins, G. & McTighe, J. (2005). **Understanding by design.** Virginia: ASCD.