



ผลการจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด
เกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนในวิชาวิทยาศาสตร์
EFFECTS OF THE WORKSHOP OF BIOMIMICRY DESIGN SPIRAL
INSTRUCTIONAL METHOD IN SCIENCE

Received: April 16, 2024

Revised: May 30, 2024

Accepted: May 30, 2024

กิตติศักดิ์ มโนพัฒนกร^{1*}, ศุภมัย พรหมแก้ว², พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ³, วุฒิพงษ์ ทวีวงศ์⁴

Kittisak Manopattanakron^{1*}, Suppamai Promkaew², Pongprapan Pongsophon³,

Vudipong Davivongs⁴

*Corresponding author, Email: kittisak.ma@ku.th

บทคัดย่อ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียน (Biomimicry design spiral) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบใหม่สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยซึ่งได้รับการส่งเสริมและขยายผลค่อนข้างน้อย อีกทั้งเป็นความท้าทายของครูผู้สอนในวิชาชีววิทยาหรือวิทยาศาสตร์ชีวภาพในการส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถสร้างนวัตกรรมในชั้นเรียน ผู้วิจัยจึงได้จัดการอบรมเชิงปฏิบัติการโดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนของครูวิทยาศาสตร์ที่เข้าอบรม 2) เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนของครูวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเข้าอบรม และ 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการอบรมของครูวิทยาศาสตร์ที่เข้าอบรม โดยผู้เข้าอบรมเป็นครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่สนใจและสมัครเข้าร่วมการอบรมจำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) แบบประเมินตนเองเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนของครูวิทยาศาสตร์ 2) แบบประเมินความพึงพอใจของครูวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบ Paired sample t-test ผลการวิจัยพบว่า ครูวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการออกแบบกิจกรรมตามขั้นตอนของแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนได้ถูกต้อง ครบถ้วน และมีความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียน หลังเข้าอบรมในระดับสูง ($\bar{X}=2.89$, $S.D.=0.05$) สูงกว่าก่อนเข้าอบรม ($\bar{X}=1.75$, $S.D.=0.20$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และครูวิทยาศาสตร์มีระดับความพึงพอใจต่อการจัดการอบรมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.85$, $S.D.=0.26$) จากผลการวิจัยควรมีการส่งเสริมการจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนให้มากขึ้น

คำสำคัญ: การอบรมเชิงปฏิบัติการ, การจัดการเรียนรู้, เกลียวการออกแบบชีวลอกเลียน, ครูวิทยาศาสตร์, นวัตกรรม

¹ นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

² Ph.D. student, Science Education Program, Faculty of Education, Kasetsart University

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์

⁴ Asst. Prof., Faculty of Education, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage

⁵ รองศาสตราจารย์, ดร., คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

⁶ Assoc. Prof., Dr., Faculty of Education, Kasetsart University, Advisor

⁷ รองศาสตราจารย์, ดร., คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

⁸ Assoc. Prof., Dr., Faculty of Architecture, Kasetsart University, Co-Advisor

Abstract

The application of the Biomimicry Design Spiral concept in learning management presented a new approach to science education in Thailand. However, it had not been widely promoted or shared, posing a challenge for biology and life science teachers aiming to foster innovation in the classroom. To address this, researchers conducted practical training with three objectives: 1) To enhance science teachers' ability to manage learning using the Biomimicry Design Spiral concept, 2) To assess science teachers' knowledge and understanding of learning management according to this concept before and after training and 3) To evaluate the satisfaction level of science teachers with the training program. Twenty science teachers participated in the training, and the research utilized self-assessment tools to assess the teachers' knowledge and understanding of learning management based on the Biomimicry Design Spiral concept, as well as an assessment of their satisfaction. The data were analyzed using content analysis, mean values, standard deviation, and paired sample t-tests. The research findings showed that science teachers who designed activities following the steps of the biomimetic design spiral concept showed a higher level of knowledge and understanding about learning management after attending the training ($\bar{X}=2.89$, $S.D.=0.05$) compared to before attending the training ($\bar{X}=1.75$, $S.D.=0.20$). This difference was statistically significant at the 0.05 level. Overall, the science teachers expressed the highest level of satisfaction with the training program ($\bar{X}=4.85$, $S.D.=0.26$).

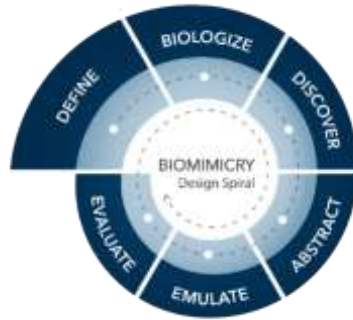
Keywords: Workshop, Instructional method, Biomimicry design spiral, Science teacher, Innovation

บทนำ

ปัจจุบันการส่งเสริมให้นักเรียนสามารถบูรณาการความรู้สู่การสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหากำลังเป็นที่สนใจและสอดคล้องกับทิศทางของการพัฒนาการศึกษาในระดับชาติ โดยแผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2560 - 2579) ได้ระบุเป้าหมายผู้เรียนด้านหนึ่งที่สำคัญคือ ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and innovation) ที่ต้องส่งเสริมและพัฒนาทักษะด้านนี้ให้แก่ผู้เรียนทุกคน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) อีกทั้งยังสอดคล้องกับโมเดล “ประเทศไทย 4.0” ที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีนวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ ภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2561 - 2580) (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2562) จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมให้กับผู้เรียนในวิชาวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนบางคนมีการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมได้สำเร็จ แต่ไม่ได้ใช้ความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ บางคนอาศัยเพียงประสบการณ์หรือความรู้เดิมในการออกแบบและสร้างนวัตกรรมหรือใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพียงเล็กน้อย ซึ่งไม่สอดคล้องตามจุดประสงค์การเรียนรู้และเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Schauble et al., 1991; King & English, 2016; Park et al., 2016; ลฎาภา ลดาชาติ, และ ลือชา

ลดชาติ, 2563) เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ครูวิทยาศาสตร์ควรใช้รูปแบบและแนวทางการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อออกแบบและสร้างนวัตกรรม โดยแนวทางหนึ่งที่ได้รับคามนิยมในประเทศไทยคือการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM education) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี: สสวท., 2558) ซึ่งเป็นการบูรณาการความรู้ทั้งวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในการออกแบบและสร้างนวัตกรรมในการแก้ปัญหาของมนุษย์ แต่อย่างไรก็ตาม การสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาในประเทศไทยพบการประยุกต์ใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีววิทยาหรือวิทยาศาสตร์ชีวภาพมาใช้ในการออกแบบและสร้างนวัตกรรมในการแก้ปัญหาค่อนข้างน้อย ส่วนใหญ่จะเป็นการประยุกต์ใช้เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์กายภาพ (ฟิสิกส์และเคมี) ทำให้ครูผู้สอนในเนื้อหาหรือรายวิชาดังกล่าวมักจะไม่ได้จัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาให้กับนักเรียน (ธนิภา วศินยานุวัฒน์, และ อรุณรัตน์ วณิชชานนท์, 2565; มุสตากิม อาแว และคณะ, 2566) ซึ่งควรมีการนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่สามารถบูรณาการความรู้ทางชีววิทยาหรือวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ร่วมกับการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา

แนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียน (Biomimicry design spiral) ได้รับการพัฒนาโดยสถาบัน Biomimicry institute ในประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างนวัตกรรมที่แก้ปัญหาของมนุษย์โดยใช้ธรรมชาติเป็นต้นแบบ จากการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องจนถึงปี ค.ศ. 2017 แนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนมีขั้นตอน 6 ขั้น ได้แก่ ขั้นระบุปัญหา (Define) เป็นการทำความเข้าใจลักษณะเงื่อนไข และข้อจำกัดของปัญหาที่ต้องการแก้ไข ขั้นทำให้เป็นชีววิทยา (Biologize) เป็นการศึกษาหาต้นแบบทางชีววิทยาที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ขั้นสรุปข้อค้นพบ (Discover) เป็นการสรุปว่าต้นแบบทางชีววิทยาใดมีความเหมาะสมที่สุด โดยพิจารณาจากลักษณะของต้นแบบนั้นโดยละเอียด ขั้นถอดหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา (Abstract) เป็นการออกแบบต้นแบบนวัตกรรมโดยการถอดลักษณะของต้นแบบทางชีววิทยาให้เห็นเป็นรูปธรรม ขั้นเลียนแบบ (Emulate) เป็นการสร้างต้นแบบนวัตกรรมตามที่ได้ออกแบบ และขั้นประเมินผล (Evaluate) เป็นการประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของต้นแบบนวัตกรรมที่ได้สร้าง โดยทั้ง 6 ขั้นสามารถเกิดซ้ำไปมาจนเป็นเกลียวเพื่อให้ได้ต้นแบบนวัตกรรมในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดดังภาพที่ 1 ซึ่งแนวคิดดังกล่าวได้รับความนิยมในสถาปัตยกรรมศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และวัสดุศาสตร์ ในงานวิจัยของต่างประเทศเริ่มมีการนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษา (Qureshi, 2020; Coban & Costu, 2021) แต่ในประเทศไทย ผู้วิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนของครูวิทยาศาสตร์ยังมีไม่มาก เหตุผลหนึ่งอาจมาจากการส่งเสริมและนำเสนอแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนให้กับครูวิทยาศาสตร์ได้นำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน



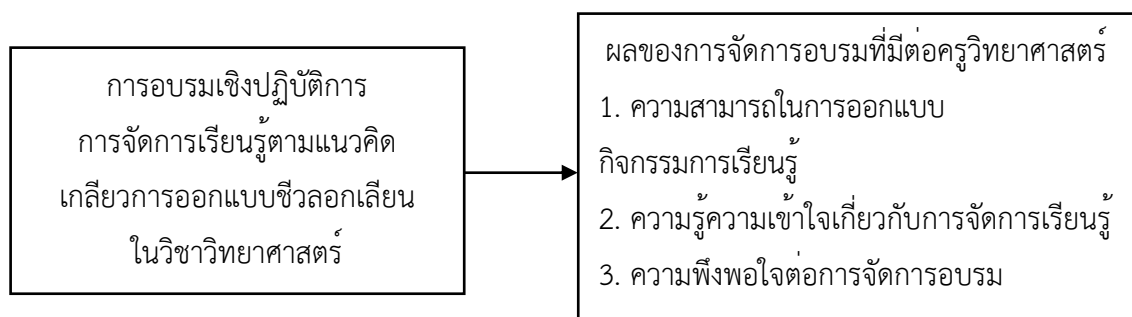
ภาพที่ 1 แนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนของ Biomimicry institute (2017)

จากความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้จัดการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความรู้ความเข้าใจและความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนให้กับครูวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเป็นการขยายผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนให้แพร่หลายในประเทศไทย และช่วยให้ครูวิทยาศาสตร์สามารถจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ในวิชาชีววิทยาและวิทยาศาสตร์ชีวภาพในการออกแบบและสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาให้กับนักเรียน

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนของครูวิทยาศาสตร์ที่เข้าอบรม
2. เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนของครูวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเข้าอบรม
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการอบรมของครูวิทยาศาสตร์ที่เข้าอบรม

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-experimental designs) แบบแผน One – group pretest - posttest design โดยกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมการวิจัยจะได้รับความรู้และประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวโลกเลียนในวิชาวิทยาศาสตร์

1. ผู้เข้าร่วมการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีความสนใจและสมัครใจเข้าร่วมการอบรมเชิงปฏิบัติการการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวโลกเลียนในวิชาวิทยาศาสตร์จำนวน 20 คน ซึ่งมีทั้งครูผู้สอนในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษา ได้มาโดยการประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อออนไลน์และให้ครูที่สนใจลงทะเบียนเข้าร่วมการอบรม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 แบบประเมินตนเองเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวโลกเลียนของครูวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเข้าอบรมจำนวน 13 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 3 ระดับ ดังนี้

ระดับ 3 หมายถึง ครูวิทยาศาสตร์มีความคิดเห็นว่าตนเองมีความรู้ความเข้าใจและ/หรือ มีพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินในระดับมาก

ระดับ 2 หมายถึง ครูวิทยาศาสตร์มีความคิดเห็นว่าตนเองมีความรู้ความเข้าใจและ/หรือ มีพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินในระดับปานกลาง

ระดับ 1 หมายถึง ครูวิทยาศาสตร์มีความคิดเห็นว่าตนเองมีความรู้ความเข้าใจและ/หรือ มีพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินในระดับน้อย

ครูวิทยาศาสตร์ที่เข้าร่วมการอบรมประเมินความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวโลกเลียนของตนเองก่อนการอบรมและหลังเข้ารับการอบรม

2.2 แบบประเมินความพึงพอใจของครูวิทยาศาสตร์จำนวน 10 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง ครูวิทยาศาสตร์มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง ครูวิทยาศาสตร์มีความพึงพอใจในระดับมาก

ระดับ 3 หมายถึง ครูวิทยาศาสตร์มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง ครูวิทยาศาสตร์มีความพึงพอใจในระดับน้อย

ระดับ 1 หมายถึง ครูวิทยาศาสตร์มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในข้อ 2.1 และ 2.2 มีขั้นตอนในการสร้างและพัฒนา ดังนี้

1. วิเคราะห์ขั้นตอนและลักษณะของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวโลกเลียนของสถาบัน Biomimicry institute เพื่อนำมาออกแบบกิจกรรมสำหรับใช้ในการอบรมเชิงปฏิบัติการให้กับครูวิทยาศาสตร์จำนวน 2 วัน รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กิจกรรมของการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบ
ชีวลอกเลียนในวิชาวิทยาศาสตร์

ลำดับที่	ชื่อกิจกรรม	รายละเอียดกิจกรรม
กิจกรรมวันที่หนึ่ง		
1.	ลักษณะและความสำคัญของแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียน	บรรยาย อภิปราย นำเสนอตัวอย่างเพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับลักษณะและความสำคัญของแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียน มีการเปิดโอกาสให้ผู้เข้าอบรมได้ซักถาม แลกเปลี่ยนเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ
2.	ฝึกปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียน	ผู้เข้าอบรมฝึกปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนโดยการปฏิบัติกิจกรรมตามลำดับขั้นของแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียน
3.	นำเสนอตัวต้นแบบ / แลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียน	ผู้เข้าอบรมนำเสนอต้นแบบนวัตกรรมที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียน
กิจกรรมวันที่สอง		
4.	ฝึกปฏิบัติการการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียน	ผู้เข้าอบรมฝึกปฏิบัติการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนโดยการร่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ประยุกต์ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียน
5.	นำเสนอกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียน	ผู้เข้าอบรมนำเสนอและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียน
6.	การประเมินผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียน	บรรยาย อภิปราย นำเสนอตัวอย่างเพื่อให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการประเมินผลผู้เรียนที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียน

2. นำเครื่องมือวิจัยที่สร้างให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3. นำเครื่องมือวิจัยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 คนประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Index of item objective congruence; IOC) หากรายการประเมินใดมีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ผู้วิจัยทำการปรับปรุงแก้ไขส่งให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินอีกครั้ง จากนั้นนำผลการประเมินมาปรับปรุงแก้ไข

ตามข้อเสนอแนะ ได้แก่ กิจกรรมการออกแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวโลกเลียนให้ผู้เข้าอบรมได้ประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้อย่างละเอียดทุกขั้นตอน

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

- 3.1 ผู้วิจัยประชาสัมพันธ์เชิญชวนครูวิทยาศาสตร์เข้าร่วมการอบรม
- 3.2 ครูวิทยาศาสตร์ประเมินความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวโลกเลียนของตนเองก่อนการอบรม
- 3.3 ดำเนินการจัดกิจกรรมให้ผู้เข้าร่วมการอบรมตามตารางที่ 1
- 3.4 ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมการทำงานกิจกรรมของครูวิทยาศาสตร์ และเก็บรวบรวมผลงานที่ครูวิทยาศาสตร์จัดทำขึ้นในระหว่างการอบรมมาวิเคราะห์ความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวโลกเลียน
- 3.5 ครูวิทยาศาสตร์ประเมินความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวโลกเลียนของตนเองหลังเข้าอบรม
- 3.6 ครูวิทยาศาสตร์ประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการอบรม

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวโลกเลียนของครูวิทยาศาสตร์ที่เข้าอบรม

ผู้วิจัยวิเคราะห์ความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวโลกเลียนของครูวิทยาศาสตร์โดยการวิเคราะห์จากผลงานที่ครูวิทยาศาสตร์สร้างระหว่างการอบรมมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) โดยใช้กรอบการดำเนินการในแต่ละขั้นตอนของสถาบัน Biomimicry institute ผู้วิจัยวิเคราะห์และเชื่อมโยงประเด็นที่เหมือนและประเด็นที่แตกต่างในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวโลกเลียน ของครูวิทยาศาสตร์และสรุปเป็นสาระสำคัญ จากนั้นนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบโดยใช้เทคนิคหาความเชื่อมั่นระหว่างผู้ตรวจอิสระ (Inter-rater reliability) เป็นการวิเคราะห์ที่ความข้อมูลที่ได้อีกครั้งหนึ่งโดยนำผลที่ได้มาอภิปรายร่วมกัน หากข้อคิดเห็นของผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญสอดคล้องกัน จึงจะนำผลไปสรุปและอภิปรายผล หากข้อคิดเห็นของผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญไม่สอดคล้องกัน จะอภิปรายแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อสรุปร่วมกัน

4.2 ความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวโลกเลียน

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินตนเองเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวโลกเลียนมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และแปลผลโดยมีนัยสำคัญระดับคะแนน (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2560) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.34–3.00 หมายถึง ครูวิทยาศาสตร์มีความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวโลกเลียนในระดับสูง

คะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.67–2.33 หมายถึง ครูวิทยาศาสตร์มีความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวโลกเลียนในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.00–1.66 หมายถึง ครูวิทยาศาสตร์มีความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนในระดับน้อย

4.3 ความพึงพอใจต่อการจัดการอบรม

ผู้วิจัยนำคะแนนจากแบบประเมินความพึงพอใจของครูวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลผลโดยมีอันตรภาคชั้นของระดับคะแนน (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) ดังนี้

- คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง ความพึงพอใจของครูวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมากที่สุด
- คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง ความพึงพอใจของครูวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก
- คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง ความพึงพอใจของครูวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง
- คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง ความพึงพอใจของครูวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับน้อย
- คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง ความพึงพอใจของครูวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

1. ความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนของครูวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมที่ให้ครูวิทยาศาสตร์ได้ฝึกปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนตั้งแต่ขั้นแรกไปจนถึงการสร้างต้นแบบนวัตกรรมที่ได้รับแรงบันดาลใจจากธรรมชาติ และประเมินประสิทธิภาพและประเมินประสิทธิผลของต้นแบบนวัตกรรม จากนั้นให้ครูวิทยาศาสตร์ฝึกปฏิบัติการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนโดยการวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่ประยุกต์ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนร่วมกันเป็นกลุ่มแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ผลการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สรุปได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ให้นักเรียนศึกษาลักษณะของปัญหาที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำ โดยให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างของสิ่งมีชีวิตโดยเลือกมาจาก 5 อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต เพื่อนำมาออกแบบและสร้างนวัตกรรม จากนั้นจึงประเมินผล

กลุ่มที่ 2 ให้นักเรียนศึกษาปัญหาฝุ่น PM 2.5 โดยการอภิปรายเกี่ยวกับสาเหตุ ผลกระทบของ PM 2.5 จากนั้นให้นักเรียนศึกษาสิ่งมีชีวิตที่ช่วยบรรเทาฝุ่น PM 2.5 ได้ในประเด็นเกี่ยวกับโครงสร้างพฤติกรรม และระบบนิเวศที่เกี่ยวข้องโดยนำเสนอผลการศึกษาก่อนออกแบบนวัตกรรม ซึ่งนักเรียนต้องกำหนดวัสดุ และขนาดของนวัตกรรมอย่างละเอียดให้สอดคล้องกับสิ่งมีชีวิตที่เลือก นักเรียนสามารถแก้ไขแบบของนวัตกรรมก่อนลงมือสร้างต้นแบบนวัตกรรม นักเรียนสร้างต้นแบบนวัตกรรมในการแก้ปัญหา ทำการทดสอบ ปรับปรุง และพัฒนานวัตกรรมให้ได้นวัตกรรมที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ยังกำหนดให้นักเรียนบันทึกผลการประเมิน และนำผลที่ได้มาอภิปรายเกี่ยวกับความสำเร็จ และการพัฒนานวัตกรรมต่อไป

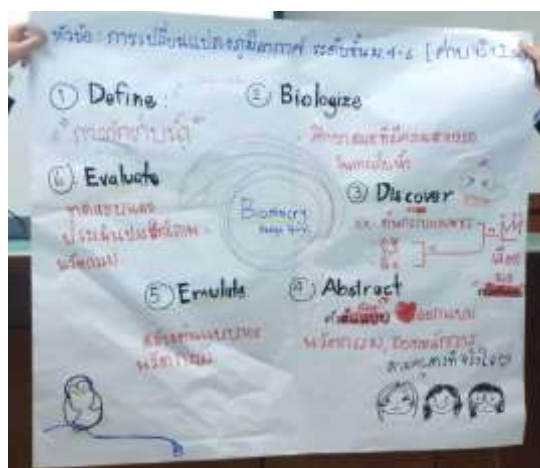
กลุ่มที่ 3 ให้นักเรียนร่วมกันสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบของมลพิษทางอากาศพร้อมเสนอแนวคิดที่จะแก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนสืบค้นข้อมูลของสิ่งมีชีวิตว่ามีลักษณะใดบ้างที่สามารถนำมาใช้

ในการแก้ปัญหา โดยครูระบุเงื่อนไขในการสร้างนวัตกรรม เช่น เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน กรอบเวลา วัสดุ อุปกรณ์ นักเรียนศึกษาหลักการเชิงลึกเกี่ยวกับโครงสร้างสิ่งมีชีวิตเพื่อนำมาออกแบบต้นแบบนวัตกรรมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา จากนั้นทำการประดิษฐ์ชิ้นงานภายใต้กรอบปัญหาและสิ่งมีชีวิตที่เลือกเป็นต้นแบบ จากนั้นทำการนำเสนอและทดสอบประสิทธิภาพชิ้นงาน แลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อนำข้อมูลมาแก้ไขชิ้นงาน และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานของตนเองอีกครั้ง

กลุ่มที่ 4 ให้นักเรียนระบุปัญหาเกี่ยวกับการกักเก็บน้ำ นักเรียนศึกษาสิ่งมีชีวิตที่มีความสามารถในการเก็บน้ำ เช่น ต้นกระบองเพชร อูฐ ลิง จากนั้นออกแบบนวัตกรรมโดยการถอดหลักการจากสิ่งมีชีวิตต้นแบบ และสร้างต้นแบบนวัตกรรม และทดสอบประเมินประสิทธิภาพนวัตกรรม

กลุ่มที่ 5 ครูยกตัวอย่างสถานการณ์หลังวันลอยกระทงว่า เมื่อเกิดขยะในแหล่งน้ำจำนวนมาก ให้นักเรียนศึกษาและระบุปัญหา นักเรียนวิเคราะห์ความรู้ทางชีววิทยาทั้งโครงสร้าง ระบบ พฤติกรรม เพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตที่สามารถแก้ไขปัญหามลพิษในแหล่งน้ำ นักเรียนสรุปสิ่งมีชีวิตที่ใช้เป็นต้นแบบในการออกแบบนวัตกรรมโดยกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกที่เหมาะสม เช่น มีโครงสร้างในการโบกพัด จากนั้นให้นักเรียนถอดหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อร่างแบบ กำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการสร้างต้นแบบนวัตกรรม และสร้างต้นแบบนวัตกรรม ทำการทดสอบและปรับปรุงพัฒนานวัตกรรม สุดท้ายให้นักเรียนประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม บันทึกผลและอภิปรายสะท้อนคิดนวัตกรรม

จากกิจกรรมของการอบรมครูวิทยาศาสตร์แสดงความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวโลกเลียนได้ครบถ้วนและสอดคล้องกับลักษณะสำคัญของแต่ละขั้นตอน แต่การให้รายละเอียดของแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกัน โดยกลุ่มที่ 2, 3 และ 5 ให้รายละเอียดของกิจกรรมแต่ละขั้นตอนได้ชัดเจน สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมได้อย่างเป็นรูปธรรม ส่วนกลุ่มที่ 1 และ 4 ออกแบบกิจกรรมโดยสังเขปตามลักษณะสำคัญของแต่ละขั้นตอน แต่ยังไม่เห็นรายละเอียดที่ชัดเจน และจากการนำเสนอกิจกรรมที่ครูได้ออกแบบ ครูสามารถอธิบายและออกแบบกิจกรรมในขั้นระบุปัญหา ขั้นทำให้เป็นชีววิทยา และขั้นสรุปข้อค้นพบได้อย่างชัดเจน ส่วนขั้นถอดหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา ขั้นเลียนแบบ และขั้นประเมินผล ยังขาดการนำเสนอแนวความคิดตัวอย่างนวัตกรรมที่จะให้นักเรียนออกแบบและสร้าง โดยนำเสนอเฉพาะลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนดังกล่าว





ภาพที่ 3 การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนของครูวิทยาศาสตร์
บางกลุ่มออกแบบกิจกรรมโดยให้รายละเอียดน้อย (บน)
บางกลุ่มออกแบบกิจกรรมโดยให้รายละเอียดที่ชัดเจน (ล่าง)

2. ความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนของครูวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเข้าอบรม ผู้วิจัยได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การประเมินความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนของครูวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเข้าอบรม

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ก่อนเข้าอบรม		แปลผล	หลังเข้าอบรม		แปลผล
		$\bar{x}$	S.D.		$\bar{x}$	S.D.	
1.	ขั้นระบุปัญหา (Define)						
1.1	การให้นักเรียนกำหนด สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ ชีวิตประจำวันและสามารถแก้ไข โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	2.00	0.73	ระดับ ปานกลาง	2.85	0.37	ระดับสูง
1.2	การให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหา หาสาเหตุ	2.10	0.64	ระดับ ปานกลาง	2.90	0.31	ระดับสูง
1.3	การให้นักเรียนกำหนดเกณฑ์ ความสำเร็จ เงื่อนไข ข้อจำกัด ที่เกี่ยวข้องกับความสำเร็จ ในการแก้ปัญหา	1.85	0.75	ระดับ ปานกลาง	2.90	0.31	ระดับสูง

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ก่อนเข้าอบรม		แปลผล	หลังเข้าอบรม		แปลผล
		$\bar{x}$	S.D.		$\bar{x}$	S.D.	
2.	ขั้นทำให้เป็นชีววิทยา (Biologize)						
2.1	การให้นักเรียนศึกษาการ แก้ปัญหา (การปรับตัว) ของสิ่งมีชีวิตเพื่อให้สามารถ อยู่รอดได้	1.85	0.81	ระดับ ปานกลาง	2.90	0.31	ระดับสูง
2.2	การให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล และการเข้าถึงข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ในการนำความรู้เกี่ยวกับ โครงสร้าง หน้าที่ ระบบ ของสิ่งมีชีวิตมาประยุกต์ ในการแก้ปัญหา	2.00	0.65	ระดับ ปานกลาง	2.95	0.22	ระดับสูง
3.	ขั้นสรุปข้อค้นพบ (Discover)						
3.1	การให้นักเรียนสรุปได้ว่าควรใช้ สิ่งมีชีวิตใดเป็นตัวแทนในการ แก้ปัญหา	1.75	0.72	ระดับ ปานกลาง	2.90	0.31	ระดับสูง
3.2	การให้นักเรียนอธิบายปัจจัยและ ข้อจำกัด ข้อพิจารณาในการ เลือกใช้สิ่งมีชีวิตใดเป็นตัวแทนใน การแก้ปัญหา	1.65	0.75	ระดับน้อย	2.85	0.37	ระดับสูง
4.	ขั้นถอดหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา (Abstract)						
4.1	การให้นักเรียนศึกษาทำความเข้าใจหลักการ กลไก การทำงาน ในการแก้ปัญหา (การปรับตัว) ของสิ่งมีชีวิตหรือธรรมชาติที่เป็น ตัวแทน	1.65	0.75	ระดับน้อย	2.90	0.31	ระดับสูง
4.2	การให้นักเรียนถอดหลักการทาง วิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาให้ผู้อื่น เข้าใจได้โดยง่าย เช่น การใช้ ภาพวาด สื่อต่าง ๆ	1.70	0.80	ระดับ ปานกลาง	2.95	0.22	ระดับสูง

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ก่อนเข้าอบรม		แปลผล	หลังเข้าอบรม		
		$\bar{x}$	S.D.		$\bar{x}$	S.D.	
5.	ขั้นเลียนแบบ (Emulate)						
5.1	การให้นักเรียนออกแบบต้นแบบ นวัตกรรมที่เลียนแบบการ แก้ปัญหาของสิ่งมีชีวิตหรือ ธรรมชาติโดยละเอียด ได้แก่ การ กำหนดวัสดุ/อุปกรณ์ที่ต้องใช้ ขั้นตอนการดำเนินงาน และการ กำหนดผลลัพธ์ที่ควรจะเป็น	1.60	0.75	ระดับน้อย	2.85	0.37	ระดับสูง
5.2	การให้นักเรียนสร้างต้นแบบ นวัตกรรมที่เลียนแบบการ แก้ปัญหาของสิ่งมีชีวิตหรือ ธรรมชาติ	1.45	0.69	ระดับน้อย	2.80	0.41	ระดับสูง
6.	ขั้นประเมินผล (Evaluate)						
6.1	การให้นักเรียนประเมินผล ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของ ต้นแบบนวัตกรรมที่เลียนแบบการ แก้ปัญหาของสิ่งมีชีวิตหรือ ธรรมชาติ	1.60	0.68	ระดับน้อย	2.85	0.37	ระดับสูง
6.2	การให้นักเรียนพัฒนา ปรับปรุง แก้ไขประสิทธิภาพของต้นแบบ นวัตกรรมที่เลียนแบบการ แก้ปัญหาของสิ่งมีชีวิตหรือ ธรรมชาติจนได้ต้นแบบที่ดีที่สุด	1.55	0.69	ระดับน้อย	2.95	0.22	ระดับสูง
	รวม	1.75	0.20	ระดับ ปานกลาง	2.89	0.05	ระดับสูง

จากตารางที่ 2 ความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนของครูวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นหลังการอบรมทุกข้อ โดยมีหลายข้อที่เพิ่มขึ้นจากระดับน้อยเป็นระดับสูง ได้แก่ ข้อ 3.2 การให้นักเรียนอธิบายปัจจัยและข้อจำกัด ข้อพิจารณาในการเลือกใช้สิ่งมีชีวิตใดเป็นต้นแบบในการแก้ปัญหา ข้อ 4.1 การให้นักเรียนศึกษาทำความเข้าใจหลักการ กลไกการทำงาน ในการแก้ปัญหา (การปรับตัว) ของสิ่งมีชีวิตหรือธรรมชาติที่เป็นต้นแบบ ข้อย่อยทุกข้อในข้อ 5. ขั้นเลียนแบบ และข้อ 6. ขั้นประเมินผล ซึ่งเมื่อเทียบผลคะแนนเฉลี่ยรวมกับเกณฑ์ที่กำหนดพบว่า ระดับความรู้ความเข้าใจ

ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบชีวิตโลกเรียนของครูวิทยาศาสตร์หลังการอบรมอยู่ในระดับสูง แสดงว่า การจัดการอบรมสามารถเพิ่มระดับความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบชีวิตโลกเรียนของครูวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นได้

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบ Paired sample t-test ของคะแนนความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบชีวิตโลกเรียนของครูวิทยาศาสตร์หลังเข้าอบรมเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

	$\bar{X}$	<i>S.D.</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนเข้าอบรม	1.75	0.20	22.05*	<.01
หลังเข้าอบรม	2.89	0.05		

* $p < .05$

จากตารางที่ 3 พบว่า เมื่อทดสอบคะแนนความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบชีวิตโลกเรียนของครูวิทยาศาสตร์หลังเข้าอบรมพบว่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้ ($\bar{X} = 2.89$, *S.D.* = 0.05) แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยก่อนเข้าอบรม ($\bar{X} = 1.75$, *S.D.* = 0.20) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05; $t(20) = 22.05$, $p = < .01$ แสดงว่า ครูวิทยาศาสตร์มีความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบชีวิตโลกเรียนหลังอบรมมากขึ้น

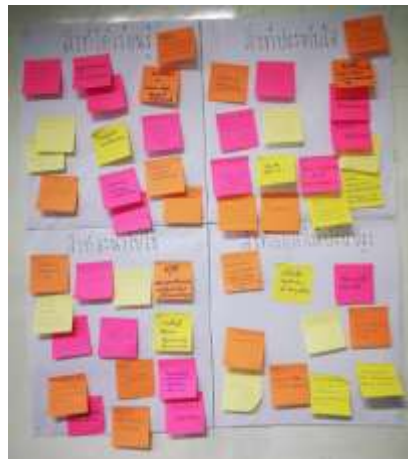
3. ความพึงพอใจต่อการจัดการอบรมของครูวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความพึงพอใจต่อการอบรมของครูวิทยาศาสตร์ได้ผลดังตารางที่ 4 นอกจากนี้เพื่อให้ผู้เข้าอบรมได้มีส่วนร่วมกับการประเมินมากที่สุด ผู้วิจัยได้ให้ผู้เข้าอบรมแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการอบรมโดยให้ผู้เข้าอบรมเขียนใส่กระดาษแผ่นเล็กและนำมาติดบนกระดาษในจุดที่กำหนดดังภาพที่ 4

ตารางที่ 4 ความพึงพอใจต่อการจัดการอบรมของครูวิทยาศาสตร์ที่เข้าอบรม

ข้อ ที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	<i>S.D.</i>	แปลผล
1.	การถ่ายทอดความรู้ของวิทยากร	4.90	0.31	มากที่สุด
2.	การตอบข้อซักถามในการฝึกอบรม	5.00	0.00	มากที่สุด
3.	บุคลิกภาพของวิทยากร	4.95	0.22	มากที่สุด
4.	ความเหมาะสมของสถานที่และสภาพแวดล้อมในการจัด อบรม	4.15	0.88	มากที่สุด
5.	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในการจัดอบรม	4.70	0.57	มากที่สุด
6.	ความเหมาะสมของระยะเวลาในการอบรม	4.95	0.22	มากที่สุด
7.	ความเหมาะสมของกิจกรรม	4.95	0.22	มากที่สุด

ข้อ ที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
8.	ความน่าสนใจของกิจกรรม	4.95	0.22	มากที่สุด
9.	ความสอดคล้องของกิจกรรมกับเนื้อหาและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้	5.00	0.00	มากที่สุด
10.	ผู้เข้าอบรมมีส่วนร่วมในการประเมินตนเอง	4.95	0.22	มากที่สุด
	รวม	4.85	0.26	มากที่สุด



ภาพที่ 4 การแสดงความคิดเห็นของผู้เข้าอบรมโดยการเขียนใส่กระดาษแผ่นเล็ก

จากตารางที่ 4 ระดับความพึงพอใจต่อการจัดการอบรมของครูวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมากที่สุด ทุกรายการประเมิน และระดับความพึงพอใจต่อการจัดการอบรมของครูวิทยาศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.85$, $S.D.=0.26$) แสดงว่าการจัดการอบรมนี้ส่งผลต่อระดับความพึงพอใจของครูวิทยาศาสตร์ในระดับมากที่สุด และจากภาพที่ 4 ครูวิทยาศาสตร์ได้สะท้อนถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ สิ่งที่น่าสนใจ และสิ่งที่จะนำไปใช้ ส่วนใหญ่เขียนไปในทิศทางเดียวกันคือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียน ส่วนสิ่งที่อยากให้ปรับปรุง ส่วนใหญ่เกี่ยวกับสถานที่ซึ่งผู้วิจัยจะนำไปปรับปรุงในโอกาสหน้าต่อไป

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนในวิชาวิทยาศาสตร์ทำให้ครูวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนโดยสามารถออกแบบกิจกรรมตามขั้นของแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนได้ถูกต้องครบถ้วน ความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนของครูวิทยาศาสตร์หลังเข้าอบรมเพิ่มสูงขึ้นอยู่ในระดับสูง และครูวิทยาศาสตร์มีระดับความพึงพอใจต่อการจัดการอบรมอยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

ครูวิทยาศาสตร์ที่เข้าอบรมมีความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนจากการร่วมฝึกปฏิบัติการการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียน โดยครูวิทยาศาสตร์สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ได้ถูกต้องครบถ้วนตามขั้นตอนของแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียน นอกจากนี้จากการเขียนแสดงความคิดเห็น ครูวิทยาศาสตร์ได้สะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจและการนำแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียน แต่อย่างไรก็ตาม ด้วยเวลาที่จำกัดอาจทำให้บางกลุ่มออกแบบกิจกรรมโดยแสดงรายละเอียดน้อย ผู้วิจัยได้ทำการสอบถามเพิ่มเติมในช่วงของการนำเสนอซึ่งกลุ่มที่เขียนรายละเอียดกิจกรรมได้มากกว่าจะนำเสนอการออกแบบกิจกรรมได้ลุ่มลึกกว่าสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Li et al. (2021) ความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนของครูวิทยาศาสตร์หลังเข้าอบรมสูงกว่าก่อนเข้าอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการประเมินความรู้ความเข้าใจในภาพรวมครูวิทยาศาสตร์มีผลการประเมินเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งการอบรมเชิงปฏิบัติการที่มีกิจกรรมให้ครูได้ลงมือปฏิบัติและเรียนรู้ด้วยตนเองช่วยเพิ่มความรู้ความเข้าใจให้กับครูได้เป็นอย่างดีสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Çinar et al. (2022) โดยความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนแบบและขั้นประเมินผลครูวิทยาศาสตร์มีผลการประเมินหลังเข้าอบรมเพิ่มขึ้นจากระดับน้อยเป็นระดับสูงในทุกข้อย่อยเนื่องจากแต่เดิมครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ยังไม่ได้นำนักเรียนได้ลงมือสร้างชิ้นงานและประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของชิ้นงานที่นักเรียนสร้าง ซึ่งการให้นักเรียนได้สร้างและประเมินชิ้นงานที่เกิดจากการออกแบบเป็นสิ่งที่ครูวิทยาศาสตร์ควรให้ความสำคัญอย่างยิ่ง สอดคล้องกับ ลฎาภา ลดาชาติ, และ ลือชา ลดาชาติ (2563) ความพึงพอใจต่อการจัดการอบรมอยู่ในระดับมากที่สุด แสดงว่ากิจกรรมและสภาพแวดล้อมของการจัดการอบรมส่งผลในเชิงบวกต่อครูวิทยาศาสตร์ที่เข้าอบรม

ข้อเสนอแนะการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

หน่วยงานทางการศึกษา วิทยากรและนักการศึกษาควรมีการขยายผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนให้แพร่หลายในประเทศไทยมากขึ้น โดยเฉพาะกับครูวิทยาศาสตร์เท่านั้น สามารถส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนให้ครูได้ในทุกวิชาและทุกระดับชั้น ซึ่งกิจกรรมในการอบรมควรนำขั้นตอนของแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนมาใช้ให้ครบทุกขั้นตอน และให้ผู้เข้าอบรมได้ปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนดังกล่าวอย่างครบถ้วน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาผลการปฏิบัติการสอนของครูที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนในห้องเรียน อาจดำเนินการในรูปแบบของชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพครู (Professional learning community: PLC) หรือการแลกเปลี่ยนสะท้อนผลการปฏิบัติการสอนของครูที่นำแนวคิดเกลียวการออกแบบชีวลอกเลียนไปใช้ในห้องเรียน

เอกสารอ้างอิง

- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2560). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 13). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนิภา วศินยานุวัฒน์, และ อรุณรัศมี วณิชชานนท์. (2565). นวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติ: อีกทางเลือกของสะเต็มศึกษาในชีววิทยา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 33(1), 1-11.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- มูσταกิม อาแว, เสฐียรพงษ์ ดวงรัตน์เอกชัย, ชาตรี ฝ่ายคำตา, และ พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. (2566). การจัดการเรียนรู้แบบ Biomimicry design spiral: สะเต็มศึกษาในห้องเรียนชีววิทยา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 34(3), 1-12.
- ลฎาภา ถตาชาติ, และ ลือชา ถตาชาติ. (2563). โปรโตคอลความระมัดระวังขณะสอนวิทยาศาสตร์โดยการออกแบบ. *วารสารเทคโนโลยีสุรนารี (สังคมศาสตร์)*, 14(2), 118-132.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2558). *มาตรฐานสะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: สสวท.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2562). *ยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580)* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579*. กรุงเทพฯ: พรักหวานกราฟฟิค.
- Biomimicry institute. (2017). *The biomimicry design process*. <https://toolbox.biomimicry.org/methods/process/>
- Çinar, S., Pirasa, N., & Altun, E. (2022). The effect of a STEM education workshop on science teachers' instructional practices. *Journal of Turkish Science Education*, 19(1), 349-369.
- Coban, M., & Costu, B. (2021). Integration of biomimicry into science education: biomimicry teaching approach. *Journal of Biological Education*, 55(1), 1-25.
- King, D., & English, L. D. (2016). Engineering design in the primary school: Applying stem concepts to build an optical instrument. *International Journal of Science Education*, 38, 2762-2794.
- Li, N., Liu, E., Liu, C., & Guo, S. (2021). Rethinking the factor of duration for professional development: A workshop seminar-demonstration class model for science teachers. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(12), 1-14.

- Park, D.-Y., Park, M.-H., & Bates, A. B. (2016). Exploring young children's understanding about the concept of volume through engineering design in a STEM activity: A case study. *International Journal of Science and Mathematics Education, 16*, 275–294.
- Qureshi, S. (2020). How students engage in biomimicry. *Journal of Biological Education, 56*(4), 450-464.
- Schauble, L., Klopfer, L. E., & Raghavan, K. (1991). Students' transition from an engineering model to a science model of experimentation. *Journal of Research in Science Teaching, 28*(9), 859-882.