



วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

<https://www.tci-thaijo.org/index.php/edkkuj>

ดำเนินการวารสารโดย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การพัฒนาแบบแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

Development of Science Teaching Model Based on Constructivist Theory with Learning Activity Sets to Enhance Analytical Thinking Skills in Additional Biology Course, Science and Technology Learning Area for Mathayomsuksa 4 Students

วาสนา ไวจำปา

Wasana Waijampa

โรงเรียนนาข่าวิทยาคม สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดมหาสารคาม กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย

Nakhawittayakom School

Received: May 5, 2025 Revised: June 12, 2025 Accepted: September 30, 2025

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ความต้องการจำเป็น ปัญหาในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 2) สร้างและพัฒนาแบบแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 3) ทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนฯ และ 4) ประเมินและรับรองรูปแบบการเรียนการสอนฯ รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยและพัฒนา (R&D) มี 4 ระยะ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนนาข่าวิทยาคม จำนวน 30 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย 1) รูปแบบการเรียนการสอนฯ 2) แผนการจัดการเรียนรู้ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4) แบบวัดการคิดวิเคราะห์ 5) แบบสอบถามความพึงพอใจ 6) แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐาน และ 7) แบบประเมินรูปแบบ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการศึกษาสภาพปัจจุบันโดยรวมอยู่ในระดับน้อย สภาพที่พึงประสงค์โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด 2) รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น เรียกว่า APACEF Model ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ 1) หลักการ (Principles) 2) วัตถุประสงค์ (Objectives) 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน (Teaching Process) และ 4) การวัดและประเมินผล (Evaluation) โดยขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน (Teaching Process) มี 6 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นการทบทวนความรู้เดิม (2) ขั้นเผชิญปัญหา (3) ขั้นการลงมือกระทำ (4) ขั้นการสร้างองค์ความรู้ (5) ขั้นการวัดและประเมินผล และ (6)

ขั้นสะท้อนผล ผลการทดลองใช้พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด 4) ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินว่ารูปแบบมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : การพัฒนารูปแบบ, การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์, ทฤษฎีการสร้างความรู้, การคิดวิเคราะห์

Abstract

This research aimed to: 1) study basic data, needs assessment, and problems in science teaching and learning; 2) develop a science teaching model based on constructivist theory integrated with learning activity sets to enhance analytical thinking skills for additional biology courses in the Science and Technology learning area for Grade 10 students; 3) implement and test the developed teaching model; and 4) evaluate and validate the teaching model. Research and Development (R&D) methodology conducted in 4 phases. The sample consisted of 30 students from Mathayomsuksa 4/1 at Nakhao Wittayakhom School, selected through cluster random sampling. The research instruments included: 1) the science teaching model, 2) lesson plans, 3) achievement tests, 4) analytical thinking assessment tools, 5) satisfaction questionnaires, 6) basic information questionnaires, and 7) model evaluation forms. The research findings revealed that: 1) the overall current state was at a low level, while the desired state was at the highest level; 2) the developed science teaching model based on constructivist theory integrated with learning activity sets, called the APACEF Model, comprised 4 components: 1) Principles, 2) Objectives, 3) Teaching Process, and 4) Evaluation. The Teaching Process consisted of 6 stages: (1) Activate Prior Knowledge, (2) Problem Situation, (3) Action, (4) Construction, (5) Evaluation, and (6) Feedback; 3) the implementation results showed that students' learning achievement and analytical thinking abilities after instruction were significantly higher than before instruction at the .05 level, and students expressed the highest level of satisfaction with the learning management; and 4) experts evaluated the model as highly appropriate and applicable at the highest level.

Keyword: Model development, science teaching, constructivist theory, analytical thinking skills

■ บทนำ

การจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมปัจจุบันและอนาคต เนื่องจากวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในอาชีพต่างๆ เครื่องมือเครื่องใช้ ตลอดจนผลผลิตต่างๆ ที่คนได้อำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงานล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดองค์ความรู้และความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติมากมาย มีผลให้เกิดการพัฒนาทางเทคโนโลยีอย่างมาก ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล ความคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบตรวจสอบได้ (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017)

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ดังจะเห็นได้ว่าประเทศที่มี ความมั่นคงและพัฒนา เศรษฐกิจได้ค้ำจุนจะให้ความสำคัญกับการศึกษาและพัฒนาวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีเป็นอย่างมาก มนุษย์ทุกคนจึงต้อง ได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์เพื่อ พัฒนาความคิด พัฒนาทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ ด้วยกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รวมไปถึงสามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย และ ประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ สำหรับประเทศไทยนั้นมีเป้าหมายในการปฏิรูประบบการศึกษาที่สำคัญ (Kanjana-wasee, 2017) อย่างหนึ่งคือ การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะแห่ง ศตวรรษที่ 21 โดยใน ศาสตร์ของการศึกษาในวิชาวิทยาศาสตร์นั้นการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Explanation) เป็นส่วนหนึ่งใน กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้เพื่อนำมาใช้ในการ อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นทางธรรมชาติ (Lehrer & Schuable, 2012)

จากรายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา (Self-Assessment Report : SAR) ของโรงเรียนนาขาววิทยาคม (Nakhawittayakom School, 2022) พบปัญหาสำคัญที่สะท้อนให้เห็นถึงความท้าทายในการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่ต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนด ควบคู่ไปกับการประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่พบว่าอยู่ใน ระดับต่ำและจำเป็นต้องมีการปรับปรุงและพัฒนา การวิเคราะห์เชิงลึกเผยให้เห็นว่าปัญหาทั้งสองด้านนี้มีความเชื่อมโยงกัน อย่างแนบแน่น เนื่องจากการเรียนวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยกระบวนการคิดวิเคราะห์ในการทำความเข้าใจแนวคิด การอธิบาย ปรากฏการณ์ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Ennis, 1987) ดังนั้นนักเรียนที่ขาดทักษะการคิดวิเคราะห์จึงไม่สามารถ เชื่อมโยงความรู้และประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามมามาต่ำด้วย นอกจากนี้การประเมิน เพิ่มเติมโดยผู้สอนยังพบว่านักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่แสดงความคิดเห็น และไม่มีการสื่อสารที่ดีกับ เพื่อน ในขณะที่ครูเน้นการถ่ายทอดเนื้อหามากกว่าการให้นักเรียนแก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง

เมื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นแล้ว พบว่าสาเหตุหลักมาจากข้อจำกัดของรูปแบบการเรียนการสอนปัจจุบัน ที่เน้นการถ่ายทอดความรู้แบบทิศทางเดียว ไม่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและสร้างความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนขาด การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ อีกทั้งการขาดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมก็เป็นปัจจัยสำคัญ เนื่องจากแม้ว่ารูปแบบการ เรียนการสอนจะมีคุณภาพ แต่หากขาดชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบมาเฉพาะเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ก็ไม่สามารถ สร้างผลลัพธ์ที่ต้องการได้ ประกอบกับหลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้มีเนื้อหาเป็นจำนวนมากทำให้ยากแก่ การสอนในเวลาจำกัด Dechakup & Yindeesuk (2018) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องพัฒนาทั้งรูปแบบการเรียนการสอนและชุด กิจกรรมการเรียนรู้ให้ทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ รวมทั้งต้องอาศัยรูปแบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพสูงและ กิจกรรมที่เข้มข้น

จากการศึกษาแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism Theory) พบว่าเป็นแนวทางที่เหมาะสมในการ แก้ปัญหาดังกล่าว เนื่องจากทฤษฎีนี้เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่ สามารถถ่ายโอนความรู้และบูรณาการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอดในศาสตร์ต่างๆ ได้ Piaget (1968) ซึ่ง สอดคล้องกับการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 ทฤษฎีการสร้างความรู้มีหลักการสำคัญที่เกี่ยวกับการพัฒนา ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คือ การที่ผู้เรียนต้องเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการคิด การสำรวจ การ ทดลอง และการสะท้อนคิด ไม่ใช้การรับความรู้แบบฝ่ายเดียวเพียงอย่างเดียว ในกระบวนการสร้างความรู้นี้ ผู้เรียนจำเป็นต้องใช้ ทักษะการคิดวิเคราะห์ในการแยกแยะข้อมูล เปรียบเทียบความแตกต่าง สังเคราะห์ข้อมูลใหม่ และประเมินความน่าเชื่อถือของ ข้อมูล ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของการคิดวิเคราะห์ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้จึงเป็นการ ส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยธรรมชาติ (Khammanee, 2019) รูปแบบการเรียนการสอนภายใต้ทฤษฎีการ สร้างความรู้จะต้องเปลี่ยนบทบาทของครูจาก "ผู้ถ่ายทอดความรู้" เป็น "ผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้" (facilitator) ที่

คอยชี้แนะ สนับสนุน และสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้นักเรียนได้สำรวจและค้นพบความรู้ด้วยตนเอง (Jonassen, 1999) ขณะที่นักเรียนจะต้องมีบทบาทเป็น "ผู้สร้างความรู้" ที่แสวงหาข้อมูล ตั้งคำถาม วิเคราะห์ปัญหา และสร้างความเข้าใจผ่านการปฏิบัติจริง การทำงานร่วมกัน และการแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับเพื่อน Vygotsky (1978) รูปแบบการสอนแบบนี้จะช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากนักเรียนได้ฝึกฝนการคิดอย่างเป็นระบบ การตั้งสมมติฐาน การทดสอบความคิด และการสรุปผลอย่างสม่ำเสมอ (Kolb, 1984)

สำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะรายวิชาชีววิทยา ทฤษฎีการสร้างความรู้มีความเหมาะสมอย่างยิ่ง เนื่องจากชีววิทยาเป็นศาสตร์ที่ต้องอาศัยการสังเกต การทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูล และการตีความผลการทดลองเพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและกระบวนการชีวิต ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ล้วนต้องใช้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็นหลัก การจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลอง สำรวจปรากฏการณ์ทางชีววิทยา และอภิปรายผลการศึกษาร่วมกัน จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทั้งความรู้เนื้อหาวิชาและทักษะการคิดวิเคราะห์ไปพร้อมกัน (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017)

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น และส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยนำกระบวนการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน (APACEF) ที่สังเคราะห์ขึ้นมาเป็นยุทธศาสตร์ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่แท้จริงและสอดคล้องกระบวนการคิดวิเคราะห์เข้าไปด้วย ซึ่งผลการวิจัยนี้จะเป็นแนวทางของครูผู้สอนให้ไปใช้หรือประยุกต์ใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อไป

■ คำถามการวิจัย

1. การศึกษาสภาพปัจจุบัน และสภาพที่พึงประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์เป็นอย่างไร
2. รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีองค์ประกอบอะไรบ้าง
3. การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ผลเป็นอย่างไร
4. การประเมินและรับรองรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลเป็นอย่างไรบ้าง

■ วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน และสภาพที่พึงประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อสร้างและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์
3. เพื่อทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
4. เพื่อประเมินและรับรองรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

■ หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิด การปฏิบัติ และการแก้ปัญหา The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2017) ระบุว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ครอบคลุมกิจกรรมหลากหลาย ทั้งการทำกิจกรรมภาคสนาม การทดลอง การทำโครงงาน และการศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ โดยคำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิม และสิ่งแวดล้อมของผู้เรียน Joyce & Weil (2009) อธิบายว่า รูปแบบการเรียนการสอนเป็นแผนหรือแบบแผนที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนหรือการสอนพิเศษที่มีวัตถุประสงค์เฉพาะ โดยรูปแบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพจะต้องมีทฤษฎีรองรับ มีการระบุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และมีขั้นตอนการสอนที่ชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับ Khammanee (2019) ที่กล่าวว่า การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรคำนึงถึงปัจจัยสำคัญ 4 ประการ ได้แก่ 1) ปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อที่เป็นพื้นฐานของรูปแบบการสอน 2) การบรรยายและอธิบายสภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอน 3) การจัดระบบ คือมีการจัดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบให้สามารถนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมายของระบบหรือกระบวนการนั้นๆ และ 4) การอธิบายหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่างๆ Thongnil (2019) นำเสนอว่า การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพควรยึดหลักการออกแบบการเรียนรู้เชิงระบบ (Systematic Instructional Design) ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ ขั้นการวิเคราะห์ ขั้นการออกแบบและพัฒนา และขั้นการประเมินผล โดยเน้นการออกแบบกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับแนวคิดของ Talahikorn (2018) ที่เสนอว่า การออกแบบการเรียนรู้ออกแบบการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพควรบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดขั้นสูง นอกจากนี้ Dechakup & Yindeesuk (2018) ได้เสนอหลักการสำคัญในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ว่าควรคำนึงถึงการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยเฉพาะความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปล

ความหมายข้อมูลและหลักฐานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (PISA) โดยมีขั้นตอนของแนวทางการจัดการเรียนสอนดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นนำเสนอปัญหาแบบปลายเปิด 3) ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเอง 4) ขั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม 5) ขั้นนำเสนอหน้าชั้นเรียน 6) ขั้นขยายความรู้ 7) ขั้นประเมิน สรุปได้ว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในแต่ละหัวข้อมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเนื้อหาว่ามีความยากง่าย เป็นรูปธรรมมองเห็นชัดเจน หรือเป็นนามธรรมยากต่อการทำความเข้าใจ ซึ่งในแต่ละหัวข้อหรือแต่ละกิจกรรมจึงต้องมีรูปแบบที่หลากหลาย มีการออกแบบที่เน้นแนวคิดทฤษฎีแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ผู้สอนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจทั้งเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ แนวทางวิธีสอน กิจกรรมการเรียนการสอน และเทคนิคการจัดการเรียนการสอน รวมไปถึงการวัดและประเมินผล เพื่อพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของไบเบิน Bybee (2014) ที่เสนอรูปแบบการสอนแบบ 5E ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นอธิบาย (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมินผล (Evaluation) ซึ่งเป็นรูปแบบการสอนที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และสนับสนุนการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของผู้เรียน โดยสรุปแล้วผู้วิจัยจึงนำองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนมาสังเคราะห์เป็นองค์ประกอบของรูปแบบรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 4 องค์ประกอบ คือ 1) หลักการ (Principles) 2) วัตถุประสงค์ (Objectives) 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน (Teaching Process) และ 4) การวัดและประเมินผล (Evaluation) (Joyce & Weil, 2009; Khammanee, 2019; Dechakup & Yindeesuk, 2018; The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017)

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ทฤษฎีการเรียนรู้เป็นแนวความคิดที่ใช้อธิบายลักษณะการเกิดการเรียนรู้และการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ส่วนหลักการสอนคือแนวคิดการปฏิบัติที่สอดคล้องกับทฤษฎีต่างๆ The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2017) ระบุว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่รู้จักกันมากในปัจจุบัน ซึ่งเชื่อว่านักเรียนมีความรู้เบื้องต้นมาแล้วก่อนเข้าเรียน การเรียนรู้เกิดจากผู้เรียนเองและสร้างบนพื้นฐานความรู้เดิม ดังนั้นประสบการณ์เดิมจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้เป็นกระบวนการที่นักเรียนต้องสืบค้นเสาะหา สำรวจตรวจสอบ และศึกษาค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนเกิดความเข้าใจ และสร้างเป็นองค์ความรู้ของตนเอง ตามแนวคิดของPiaget (1968) และ Vygotsky (1978) ที่เน้นการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรงและปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม Laoriedee (2017) ได้กล่าวว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้เป็นความเชื่อและแนวคิดเกี่ยวกับความรู้และวิธีได้มาซึ่งความรู้ การเรียนรู้เกิดจากการสร้างความเข้าใจด้วยตนเองผ่านปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อม การเรียนรู้เป็นการต่อเนื่องจากความรู้เดิมเพื่อแสวงหาความหมายใหม่และสร้างความเข้าใจในภาพรวม องค์ประกอบของการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Driver, 1994) การจัดสถานการณ์ (Situation) – สร้างบริบทการเรียนรู้ที่มีความหมาย การจัดกลุ่มผู้เรียนและสื่อการเรียนรู้ (Grouping) – จัดการเรียนรู้แบบกลุ่มและรายบุคคล การเชื่อมโยง (Bridging) – เชื่อมความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ การถามคำถาม (Questioning) – กระตุ้นการคิดและการไตร่ตรอง การแสดงผลงาน (Exhibiting) – แสดงความรู้ความเข้าใจด้วยวิธีหลากหลาย การไตร่ตรองสะท้อนความคิด (Reflection) – สะท้อนการเรียนรู้และกระบวนการคิด สามารถสรุปได้ว่าหลักการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการคิดไตร่ตรอง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของโคลบ์ (Kolb, 1984) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการต่อเนื่องที่เชื่อมโยงประสบการณ์ การสังเกต การทำความเข้าใจเชิงนามธรรม และการทดลองนำไปปฏิบัติ

แนวคิดเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์เป็นกระบวนการทางความคิดที่มีความซับซ้อนและมีความสำคัญต่อการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง ซึ่งนักวิชาการหลายท่านได้ให้นิยามไว้แตกต่างกัน ดังนี้ นับตั้งแต่ Bloom (1956) ได้กล่าวถึงการคิดวิเคราะห์ใน Taxonomy ของเขาว่าเป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนประกอบของข้อมูล การระบุความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่างๆ และการเข้าใจ

โครงสร้างเชิงระบบ ภายหลัง Ennis (1987) ได้ขยายความนิยามการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นกระบวนการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล และสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ควรเชื่อหรือกระทำ โดยใช้ทักษะการสังเกต การตีความ การประเมิน และการอนุมาน จาก การศึกษาองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์จากนักวิชาการต่างๆ พบว่า Watson-Glaser (1980) แบ่งองค์ประกอบออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ การอนุมาน การตระหนักถึงข้อสมมุติฐาน การนำเสนอข้อสรุป การตีความ และการประเมินข้อโต้แย้ง การพัฒนา ทักษะการคิดวิเคราะห์สามารถทำได้ด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่ง Kuhn et al. (1995) ได้เสนอไว้ ไม่ว่าจะเป็นการฝึกตั้งคำถาม การวาด แผนผังความคิด การอภิปราย กรณีศึกษา และการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ในการวัดและประเมินการคิดวิเคราะห์ Khammanee (2019) ได้กล่าวว่า การวัดและประเมินผลการคิดวิเคราะห์นั้นจะต้องประเมิน ทั้ง 3 ด้าน ดังนี้ 1) การวิเคราะห์หลักการ เป็นการ ประเมินความสามารถในการกำหนดเกณฑ์ในการจำแนกข้อมูล 2) การวิเคราะห์เนื้อหา เป็นการประเมินความสามารถในการแยก ข้อมูลเนื้อเรื่องได้ตามหลักเกณฑ์ 3) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ เป็นการประเมินความสัมพันธ์ของข้อมูลใน แต่ละองค์ประกอบ สรุปได้ว่า การวัดและประเมินผลการคิด วิเคราะห์สามารถทำได้ด้วยการใช้แบบทดสอบและการประเมินผล ตามสภาพจริง และการประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์นั้นจะต้องประเมินทั้ง 3 ด้าน คือ 1) การวิเคราะห์เนื้อหา 2) การวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ และ 3) การวิเคราะห์หลักการ สรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์เป็นทักษะที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้และการทำงานใน ศตวรรษที่ 21 ผู้เรียนต้องมีความสามารถในการประมวลข้อมูล ประเมินความน่าเชื่อถือ และสร้างข้อสรุปอย่างมีเหตุผล ซึ่งการ พัฒนาทักษะนี้ต้องอาศัยการจัดการเรียนการสอนที่มีคุณภาพ การฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง และสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการคิด

กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยได้ ออกแบบกรอบแนวคิดในการวิจัยดังนี้

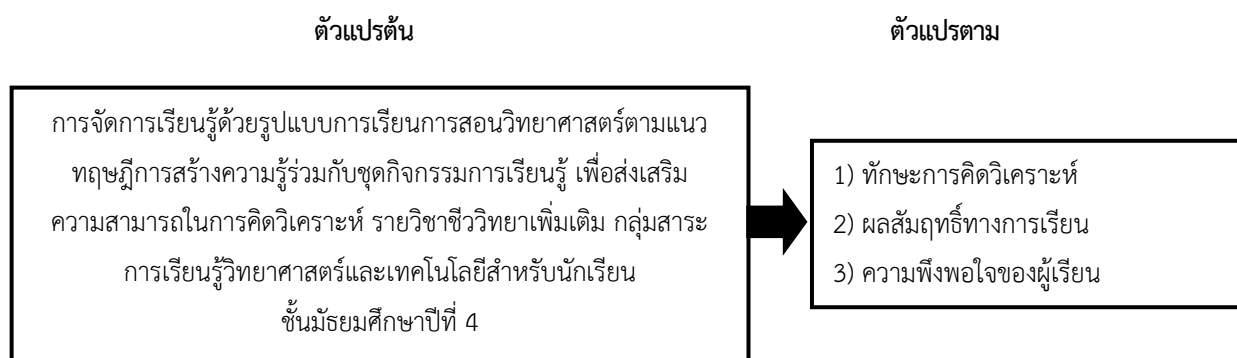


Figure 1. Conceptual Framework

■ วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับชุดกิจกรรม การเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการในลักษณะการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งรูปแบบการวิจัย สามารถเขียนขั้นตอนการดำเนินการวิจัยแสดงระยะการดำเนินงาน 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ศึกษาสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ระยะที่ 2 สร้างและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ระยะที่ 3 ทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ระยะที่ 4 ประเมินและรับรองรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้เข้าร่วมการวิจัย

ผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ศึกษาสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ครูผู้สอนที่ปฏิบัติหน้าที่ในการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 5 คน โรงเรียนนาข้าววิทยาคม สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดมหาสารคาม กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย ปีการศึกษา 2566

ระยะที่ 2 สร้างและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อใช้ในการตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ระยะที่ 3 ทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 - 4/2 โรงเรียนนาข้าววิทยาคม สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดมหาสารคาม กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย ปีการศึกษา 2567 จำนวน 56 คน และกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนนาข้าววิทยาคม สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดมหาสารคาม กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย ปีการศึกษา 2567 จำนวน 30 คน โดยการเลือกแบบสุ่มกลุ่ม ด้วยวิธีการจับสลาก (cluster random sampling)

ระยะที่ 4 ประเมินและรับรองรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่านเพื่อใช้ในการประเมินและรับรองรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎี การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีการสร้างความรู้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผ่านการศึกษาเอกสาร บทความทางวิชาการ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ รวมทั้งผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ได้ใช้แบบสอบถามเพื่อสำรวจสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์จากกลุ่มเป้าหมาย โดยเฉพาะครูจำนวน 5 คน และสรุปกรอบแนวคิดในการวิจัย ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้ประกอบด้วย หลักการ แนวคิด ทฤษฎี และสาระที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษา และกรอบแนวคิดในการวิจัยที่จะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนนี้เป็นการสร้างและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จากนั้นนำร่างรูปแบบให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ประเมินเพื่อตรวจสอบร่างรูปแบบโดยวิธีหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงเพื่อพัฒนารูปแบบให้สมบูรณ์ ผลลัพธ์ที่ได้รับจากขั้นตอนนี้คือ รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ฉบับร่าง ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงรูปแบบจากผู้เชี่ยวชาญ และรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์กับกลุ่มเป้าหมาย โดยดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนของ APACEF Model ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและได้รับการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ การดำเนินการในขั้นตอนนี้ยังรวมถึงการประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เข้าร่วมในการทดลอง ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการใช้รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตาม APACEF Model ประกอบด้วย แบบประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจของนักเรียนต่อรูปแบบการเรียนการสอนใหม่

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินและรับรองรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนสุดท้ายเป็นการประเมินและรับรองรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้นำเสนอรูปแบบและรายละเอียดรูปแบบต่อผู้ทรงคุณวุฒิ และให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินรูปแบบ โดยใช้แบบประเมินที่ออกแบบมาเฉพาะเพื่อประเมินรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผลลัพธ์สุดท้ายของการวิจัยคือ ผลการประเมินและรับรองรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่พร้อมสำหรับการนำไปใช้ในวงกว้าง โดยมีการรับรองจากผู้ทรงคุณวุฒิว่ามีความเหมาะสม มีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาศาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์

ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์เอกสาร (Document Analysis) ด้วยเทคนิค Content Analysis เพื่อสังเคราะห์หลักการ แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ขณะเดียวกันใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ความถี่ และร้อยละ ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ของครู 5 คน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณ

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลการสร้างและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณแบบผสมวิธี โดยเริ่มจากการวิเคราะห์ความเหมาะสมของร่างรูปแบบผ่านการหาค่าความเหมาะสมโดยใช้สถิติพรรณนาในการวิเคราะห์คะแนนการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลตามเกณฑ์ระดับความเหมาะสม นอกจากนี้ยังใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) เพื่อจัดหมวดหมู่ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และนำมาปรับปรุง

รูปแบบให้มีความสมบูรณ์และเหมาะสมมากยิ่งขึ้น รวมทั้งการตรวจสอบประสิทธิภาพของรูปแบบโดยใช้สูตร E_1/E_2 ตามเกณฑ์ 80/80 และคำนวณดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index) เพื่อยืนยันคุณภาพของรูปแบบที่พัฒนาขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

สำหรับการทดลองใช้รูปแบบ ผู้วิจัยใช้สถิติอนุมานเป็นหลัก โดยใช้ Paired Samples t-test ในการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังการทดลองภายในกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ และใช้สถิติพรรณนาในการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อรูปแบบการเรียนการสอน โดยคำนวณค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลผลตามเกณฑ์ระดับความพึงพอใจ 5 ระดับ

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินและรับรองรูปแบบการเรียนการสอน

ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์แบบประเมินและรับรองรูปแบบโดยวิเคราะห์ข้อมูลจากผู้ทรงคุณวุฒิ 5 คน ด้วยสถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลตามเกณฑ์ระดับความเหมาะสม เพื่อประเมินคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนในด้านต่างๆ ทั้งหลักการ วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน และการวัดประเมินผล ขณะเดียวกันใช้การวิเคราะห์เนื้อหาจากข้อเสนอแนะและความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อสรุปจุดแข็ง จุดที่ควรปรับปรุง และแนวทางการนำไปใช้ในวงกว้าง

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

การพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถสรุปผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาสภาพปัจจุบัน และสภาพที่พึงประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สภาพปัจจุบัน โดยรวมอยู่ในระดับน้อย ($\mu = 2.22$, $\sigma = 0.81$) และสภาพที่พึงประสงค์ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\mu = 4.73$, $\sigma = 0.45$) แสดงดัง Table 1

Table 1.

Results of the Study on Current and Desired States of Science Teaching and Learning

ข้อ	รายการ	สภาพปัจจุบัน			สภาพที่พึงประสงค์		
		μ	σ	แปลผล	μ	σ	แปลผล
1	วางแผนการเรียนการสอนร่วมกับนักเรียน	2.60	0.55	ปานกลาง	5.00	0.00	มากที่สุด
2	ใช้กลยุทธ์การเรียนการสอนเพื่อขับเคลื่อนให้กิจกรรมการเรียนการสอนประสบความสำเร็จ	2.00	0.71	น้อย	4.60	0.89	มากที่สุด
3	สอนให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์	1.60	0.55	น้อย	4.40	0.89	มาก
4	สอนให้นักเรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์ด้านความสำคัญ	2.00	0.71	น้อย	4.80	0.45	มากที่สุด
5	สอนให้นักเรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์ด้านความสัมพันธ์	1.80	0.84	น้อย	4.60	0.89	มากที่สุด
6	สอนให้นักเรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์ด้านหลักการ	2.80	0.45	ปานกลาง	4.40	0.89	มาก

ข้อ	รายการ	สภาพปัจจุบัน			สภาพที่พึงประสงค์		
		μ	σ	แปลผล	μ	σ	แปลผล
7	ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง	2.20	0.45	น้อย	4.60	0.55	มากที่สุด
8	ส่งเสริมให้นักเรียนปรับเปลี่ยนความรู้เดิม และกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ใหม่	2.60	0.55	ปานกลาง	4.60	0.55	มากที่สุด
9	ส่งเสริมให้นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติหรือทดลองเพื่อเป็นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	2.40	0.89	น้อย	4.40	0.89	มาก
10	ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักวิธีสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาความรู้เดิมกับเนื้อหาใหม่ ๆ จนเกิดความรู้ใหม่ขึ้นในสมอง	1.80	0.84	น้อย	4.60	0.55	มากที่สุด
11	ใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารรูปแบบต่าง ๆ ในกิจกรรมการเรียนการสอน	2.00	0.71	น้อย	4.80	0.45	มากที่สุด
12	ส่งเสริมให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสนับสนุนการศึกษาของตน	2.60	0.89	ปานกลาง	5.00	0.00	มากที่สุด
13	ส่งเสริมให้นักเรียนนำเสนอผลการเรียนรู้โดยใช้หลักการคิดวิเคราะห์ได้อย่างเหมาะสม	1.60	0.55	น้อย	4.80	0.45	มากที่สุด
14	ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กันในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้	2.20	1.10	น้อย	4.60	0.55	มากที่สุด
15	ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักทำงานเป็นกลุ่มเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์	2.20	1.30	น้อย	5.00	0.00	มากที่สุด
16	เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	1.80	0.45	น้อย	4.60	0.55	มากที่สุด
17	เปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมได้อย่างอิสระ	2.60	0.89	ปานกลาง	5.00	0.00	มากที่สุด
18	ประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนก่อนการจัดการเรียนการสอน	2.40	1.34	น้อย	4.80	0.45	มากที่สุด
19	ประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนระหว่างการจัดการเรียนการสอน	2.80	1.48	ปานกลาง	5.00	0.00	มากที่สุด
20	ประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนหลังการจัดการเรียนการสอน	2.40	0.89	น้อย	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม		2.22	0.81	น้อย	4.73	0.45	มากที่สุด

2. ผลการสร้างและพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดจากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และผลจากสภาพปัญหาและสภาพที่พึงประสงค์ ส่งผลให้ผู้วิจัยได้สังเคราะห์องค์ประกอบของร่างรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย คือ 1) หลักการ (Principles) 2) วัตถุประสงค์ (Objectives) 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน (Teaching Process) มีขั้นตอนย่อยอยู่ 6 ขั้นตอน หรือ APACEF Model ดังนี้ ขั้น

การลงมือกระทำ (Action : A) ขั้นการสร้างองค์ความรู้ (Construction : C) ขั้นเผชิญปัญหา (Problem Situation : P) ขั้นการวัดและประเมินผล (Evaluation : E) ขั้นการทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge : A) และขั้นสะท้อนผล (Feedback : F) และ 4) การวัดและประเมินผล (Evaluation) ผลจากการประเมินความเหมาะสมของร่างรูปแบบ โดยรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\mu = 4.95$, $\sigma = 0.45$) ซึ่งแสดงดัง Figure 2

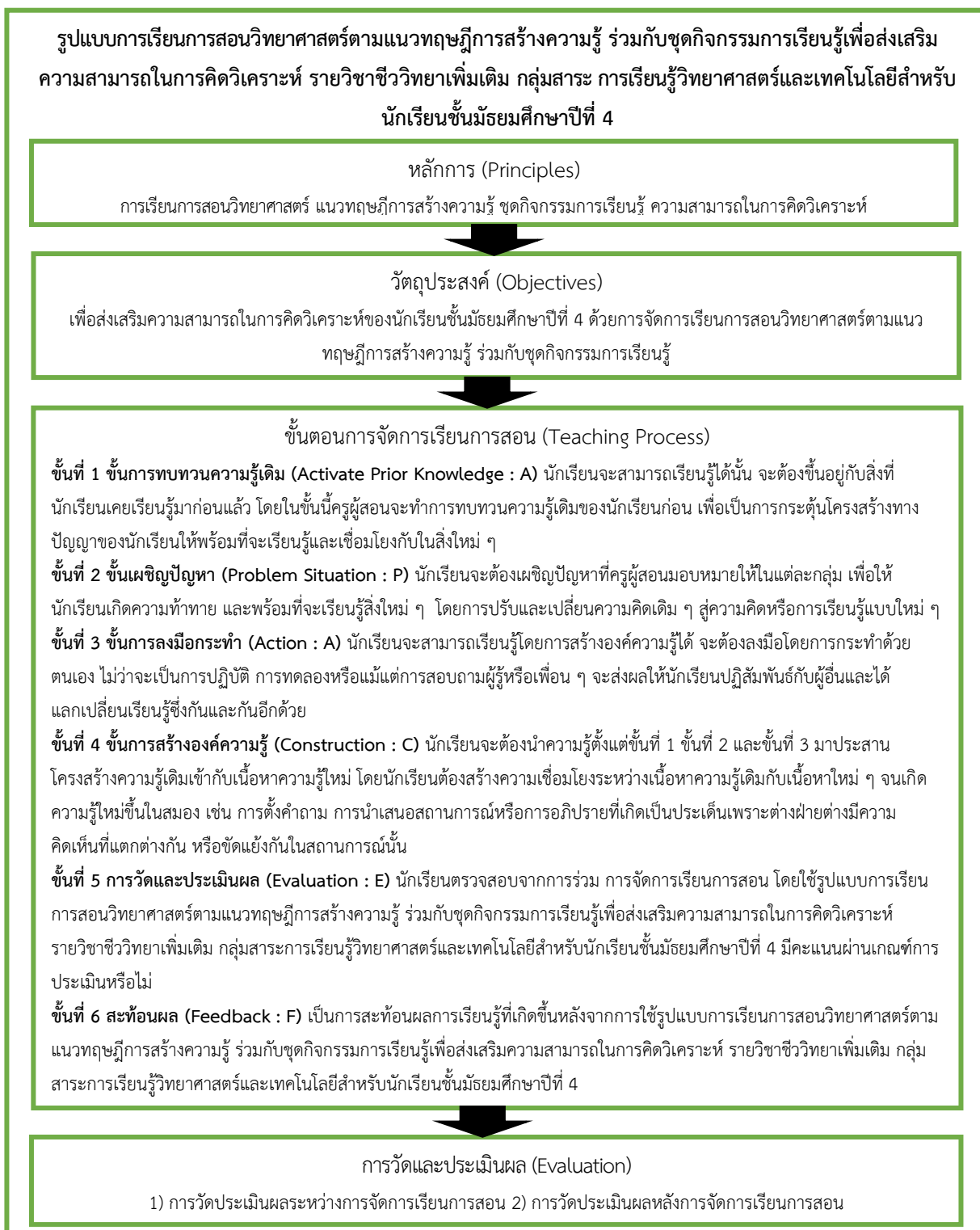


Figure 2. Science Teaching Model Based on Constructivist Theory with Learning Activity Sets to Enhance Analytical Thinking Skills in Additional Biology Course, Science and Technology Learning Area for Mathayomsuksa 4 Students

ผลการนำร่างรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ในกลุ่มกลุ่มที่ใกล้เคียงกันกับกลุ่มตัวอย่าง พบว่า มีค่าประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เท่ากับ 80.94/81.19 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎี การสร้างความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเท่ากับ 0.7034

3. ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังนี้

3.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงดัง Table 2

Table 2.

Comparison of Mean Scores Between Pretest and Posttest

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	S.D.	t	df	P
หลังเรียน	30	32.48	1.47	43.64	13	0.00*
ก่อนเรียน	30	14.63	1.96			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2 คะแนนการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงดัง Table 3

Table 3.

Comparison of Mean Scores Between Pretest and Posttest

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	S.D.	t	df	P
หลังเรียน	30	32.48	1.47	43.64	13	0.00*
ก่อนเรียน	30	14.63	1.96			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.3 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แสดงดัง Table 4

Table 4.

Student Satisfaction Analysis Results for the Science Teaching Model

ข้อที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ		
		$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ด้านการออกแบบบทเรียน เนื้อหา				
	1.1 รูปภาพมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.63	0.69	มากที่สุด
	1.2 ตัวอักษรอ่านง่ายชัดเจน	4.74	0.53	มากที่สุด
	1.3 การนำเสนอบทเรียนน่าสนใจ	4.56	0.70	มากที่สุด
	1.4 สีของบทเรียนสวยงามไม่ดูตาด ดูแล้วสบายตา	4.70	0.54	มากที่สุด
	1.5 มีการเชื่อมโยงข้อมูลแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย	4.56	0.85	มากที่สุด
	รวม	4.64	0.66	มากที่สุด
2. ด้านการจัดการเรียนการสอน				
	2.1 ขั้นการทบทวนความรู้เดิม	4.85	0.46	มากที่สุด
	2.2 ขั้นเผชิญปัญหา	4.78	0.64	มากที่สุด
	2.3 ขั้นการลงมือกระทำ	4.67	0.62	มากที่สุด
	2.4 ขั้นการสร้างองค์ความรู้	4.74	0.98	มากที่สุด
	2.5 ขั้นการวัดและประเมินผล	4.59	0.75	มากที่สุด
	2.6 ขั้นสะท้อนผล	4.63	0.79	มากที่สุด
	รวม	4.71	0.71	มากที่สุด
3. ด้านรูปแบบการเรียนการสอน				
	3.1 ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาจากรูปแบบการเรียนการสอน	4.81	0.40	มากที่สุด
	3.2 รูปแบบการเรียนการสอนให้ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาได้เช่นเดียวกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมอื่น ๆ	4.56	0.70	มากที่สุด
	3.3 รูปแบบการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย	4.70	0.67	มากที่สุด
	3.4 รูปแบบการเรียนการสอนสามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ได้จริง	4.74	0.53	มากที่สุด
	รวม	4.70	0.58	มากที่สุด
4. ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียน				
	4.1 รูปแบบการเรียนการสอนในชั้นเรียนทำให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น	4.85	0.36	มากที่สุด
	4.2 นักเรียนมีความกระตือรือร้นและรู้สึกสนุกสนานในกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน	4.59	0.89	มากที่สุด
	4.3 นักเรียนได้ฝึกการแสดงความคิดเห็นและได้ทำงานร่วมกันเป็นทีมกับเพื่อนในชั้นเรียน	4.74	0.53	มากที่สุด
	4.4 นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้การคิดวิเคราะห์ร่วมกันกับเพื่อนในชั้นเรียน	4.81	0.40	มากที่สุด
	4.5 นักเรียนนำความสามารถในการคิดวิเคราะห์มาใช้แก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวัน	4.63	0.93	มากที่สุด
	รวม	4.72	0.62	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม		4.69	0.64	มากที่สุด

จาก Table 4 พบว่าความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.69$, S.D. = 0.64) เมื่อพิจารณารายด้านจากมากไปน้อย พบว่า ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียน รวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.72$, S.D. = 0.62) รองลงมาคือ ด้านการจัดการเรียนการสอน รวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.71$, S.D. = 0.71) รองลงมาคือ ด้านรูปแบบการเรียนการสอน รวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.70$, S.D. = 0.58) และอันดับสุดท้าย ด้านการออกแบบบทเรียน เนื้อหา รวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.64$, S.D. = 0.66)

4. ผลการประเมินและรับรองรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ประเมินและรับรองโดยผู้ทรงคุณวุฒิ โดยใช้แบบประเมินและรับรองรูปแบบ ผลรวมอยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด ($\mu = 4.85$, $\sigma = 0.25$) และผลการประเมินและรับรองขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน โดยรวมมีความเหมาะสมมากที่สุด ($\mu = 4.77$, $\sigma = 0.35$)

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. ผลการศึกษาสภาพปัจจุบัน และสภาพที่พึงประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สภาพปัจจุบัน โดยรวมอยู่ในระดับน้อย และสภาพที่พึงประสงค์ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนนาขามวิทยาคม สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดมหาสารคาม กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย ยังมีการจัดการเรียนการสอน โดยเน้นการบรรยายเป็นส่วนใหญ่ นักเรียนไม่มีส่วนร่วมในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ และไม่ได้แสดงความคิดเห็นต่อการเรียนของตนเอง และโรงเรียนยังไม่มีกลยุทธ์ในการขับเคลื่อนให้กิจกรรมประสบความสำเร็จเท่าที่ควร อีกทั้งในปัจจุบันการสอน โดยเน้นให้นักเรียนมีความสามารถในการกำหนดปัญหา วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา และกำหนดวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหา เป็นสิ่งสำคัญที่นักเรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และในระดับของการเรียนที่สูงขึ้น ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Khammanee (2019) ที่กล่าวว่าพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยสำคัญ 4 ประการ ซึ่งรวมถึงปรัชญา ทฤษฎี และหลักการพื้นฐาน ผลการวิเคราะห์ช่องว่างนี้เป็นไปตามแนวคิดของการพัฒนาการเรียนการสอนของ Joyce และ Weil (2009) ที่ระบุว่าการออกแบบการเรียนการสอนต้องมีการวิเคราะห์สภาพปัญหา ก่อนจะสร้างรูปแบบที่มีประสิทธิภาพได้ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Dechakup & Yindeesuk (2018) ที่พบว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันยังขาดการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ และสอดคล้องกับ Talahikorn (2018) ที่ระบุว่าการออกแบบการเรียนวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ยังไม่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดขั้นสูง ซึ่งจากผลการวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าการสอนให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด สะท้อนให้เห็นถึงปัญหาเดียวกันกับที่ Ennis (1987) ได้เตือนไว้ว่าการขาดการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ในการจัดการเรียนการสอนจะส่งผลกระทบต่อความสามารถในการตัดสินใจและแก้ปัญหาของผู้เรียน นอกจากนี้ผลการวิจัยยังสอดคล้อง

กับ The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2017) ที่ชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันยังเน้นการถ่ายทอดความรู้มากกว่าการพัฒนากระบวนการคิด

2. ผลการสร้างและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ดังนี้ ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และผลการตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน โดยรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ผลการสังเคราะห์แนวคิดของผู้เชี่ยวชาญ องค์ประกอบของรูปแบบ โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีการตรวจสอบทุกขั้นตอนของการวิจัย วิธีการ และขั้นตอนการพัฒนาแบบผ่านการตรวจสอบ และประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้รับการตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และปรับปรุงตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญเช่นกัน ผลจากการประเมิน พบว่า การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ ดังนี้ หลักการ (Principle) วัตถุประสงค์ (Objectives) ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน (Teaching Process) การวัดและประเมินผล (Evaluation) เนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ครอบคลุมทั้งทฤษฎี หลักการ และองค์ประกอบสำคัญ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เอาองค์ประกอบสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอนต่าง ๆ จนได้องค์ประกอบสำคัญทั้ง 4 องค์ประกอบ และผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาแล้วว่าองค์ประกอบดังกล่าว มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด และความเหมาะสมขององค์ประกอบขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนประกอบด้วย 6 ขั้นตอน หรือ APACEF Model ดังนี้ ขั้นการลงมือกระทำ (Action : A) ขั้นการสร้างองค์ความรู้ (Construction : C) ขั้นเผชิญปัญหา (Problem Situation : P) ขั้นการวัดและประเมินผล (Evaluation : E) ขั้นการทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge : A) และขั้นสะท้อนผล (Feedback : F) สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนารูปแบบการสอนของ Thongnil (2019) ที่เสนอให้ยึดหลักการออกแบบการเรียนรู้เชิงระบบ ประกอบด้วยขั้นวิเคราะห์ ออกแบบและพัฒนา และประเมินผล โดยการออกแบบรูปแบบ APACEF Model สอดคล้องกับหลักการของ Piaget (1968) และ Vygotsky (1978) ที่เน้นการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรงและปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังสอดคล้องกับแนวคิดของ Kolb (1984) เกี่ยวกับการเรียนรู้เป็นกระบวนการต่อเนื่องที่เชื่อมโยงประสบการณ์ การสังเกต การทำความเข้าใจเชิงนามธรรม และการทดลองนำไปปฏิบัติ แม้ว่ารูปแบบ APACEF จะมีความแตกต่างจากรูปแบบ 5E ของ Bybee (2014) ในด้านจำนวนขั้นตอน แต่มีความสอดคล้องในหลักการพื้นฐานที่เน้นการให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Joyce & Weil (2009) ที่เสนอว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพจะต้องมีทฤษฎีรองรับ มีการระบุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และมีขั้นตอนการสอนที่ชัดเจน ซึ่งการบูรณาการระหว่างทฤษฎีการสร้างความรู้กับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เฉพาะเจาะจงสำหรับการพัฒนาการคิดวิเคราะห์เป็นจุดเด่นที่แตกต่างจากงานวิจัยก่อนหน้านี้ โดย Thongnil (2019) เสนอหลักการออกแบบการเรียนรู้เชิงระบบ แต่ไม่ได้เจาะจงที่การพัฒนาการคิดวิเคราะห์โดยเฉพาะ

3. ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ผ่านกระบวนการสร้าง และพัฒนารูปแบบ ตามขั้นตอน โดยเฉพาะขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนว

ทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีขั้นตอนชัดเจน สามารถนำไปปฏิบัติได้ นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่ม และภายในกลุ่ม กอปรทั้ง ในขั้นตอนการทบทวนความรู้เดิม และขั้นตอนการเพิ่มความสนใจ สามารถทบทวนและศึกษาเนื้อหาที่ได้รับมอบหมายก็ครั้งก็ได้ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และยังสามารถแลกเปลี่ยนความรู้กับนักเรียนภายในกลุ่มด้วย ทำให้นักเรียนสามารถทำคะแนนกิจกรรมทั้งรายบุคคลและรายกลุ่มได้ดี จึงส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพกระบวนการสูงเป็นไปตามเกณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับ Dechakup & Yindeesuk (2018) ที่เสนอหลักการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เน้นความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ที่ Laoriedee (2017) กล่าวว่า การเรียนรู้เป็นการต่อเนื่องจากความรู้เดิมเพื่อแสวงหาความหมายใหม่ สอดคล้องกับแนวคิดของ The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2017) ที่เห็นความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง สอดคล้องกับแนวทางการประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ของ Khammanee (2019) ที่ระบุต้องประเมิน 3 ด้าน ได้แก่ การวิเคราะห์หลักการ การวิเคราะห์เนื้อหา และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ สอดคล้องกับ Bloom (1956) ที่ระบุว่า การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนประกอบของข้อมูล การระบุนัยความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่างๆ และสามารถพัฒนาได้ผ่านการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสม และสอดคล้องกับ Watson-Glaser (1980) ที่แบ่งองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ออกเป็น 5 ด้าน ซึ่งสามารถพัฒนาได้ด้วยกิจกรรมที่เหมาะสม

4. ผลการประเมินและรับรองรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยรวมอยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด และผลการประเมินและรับรองขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน โดยรวมมีความเหมาะสมมากที่สุด ผู้ทรงคุณวุฒิให้การรับรองและเห็นว่ามีเหมาะสมในระดับมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจากรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นได้ผ่านกระบวนการสร้าง และพัฒนาที่มีประสิทธิภาพ ถูกต้องตามขั้นตอนของการวิจัยและพัฒนาไปใช้มีการวิจัย ที่หลากหลายทั้งการวิจัยเชิงปริมาณ และการวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่หลากหลายครบถ้วนนำไปสู่การสร้างและพัฒนาแบบให้เหมาะสม และมีประสิทธิภาพ กอปรทั้งในแต่ละระยะของการวิจัยได้รับความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ และผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงองค์ประกอบหลักกระบวนการ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของรูปแบบให้เหมาะสม จึงทำให้รูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับแนวคิดของ Talahikorn (2018) ที่เสนอว่าการออกแบบการเรียนรู้อัตโนมัติที่มีประสิทธิภาพควรบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งรูปแบบ APACEF ได้ปรับใช้แนวคิดนี้ในองค์ประกอบต่างๆ ความสอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐาน ในการได้รับการรับรองในระดับสูงสอดคล้องกับหลักเกณฑ์การพัฒนาการเรียนการสอนของ Joyce & Weil (2009) ที่ต้องมีทฤษฎีรองรับ มีการระบุวัตถุประสงค์ และมีขั้นตอนที่ชัดเจน ผลการรับรองยังสอดคล้องกับแนวทางการประเมินสมรรถนะตามมาตรฐาน PISA ที่ Dechakup & Yindeesuk (2018) ได้อ้างอิง โดยเฉพาะในด้านความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และการประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

■ บทสรุปจากการวิจัย

การพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ สร้างและพัฒนาการเรียนการสอน ทดลองใช้ และประเมินผลเพื่อขอรับรองรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ผลการวิจัยพบว่า สภาพปัจจุบันการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้

ร่วมกับชุดกิจกรรมโดยรวมอยู่ในระดับน้อย ซึ่งน้อยที่สุดในการสอนให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ขณะที่สภาพที่พึงประสงค์โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักทำงานเป็นกลุ่มเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งสะท้อนถึงความต้องการในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสมยิ่งขึ้น การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมขององค์ประกอบโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนยังมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบนี้อยู่ในระดับมากที่สุด การประเมินและรับรองรูปแบบการเรียนการสอนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนมีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด รวมถึงขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดเช่นกัน จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (APACEF Model) ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูง สามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และได้รับการยอมรับจากผู้เชี่ยวชาญเป็นอย่างดี ทำให้สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ การวิจัยยังสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่สำคัญหลายประการ ทั้งการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนใหม่ การพิสูจน์ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดวิเคราะห์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการสร้างแนวทางการประยุกต์ใช้ในบริบทการศึกษาไทย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในอนาคต

■ ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1. สถานศึกษาที่จะนำการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไปใช้ ควรมีการเตรียมความพร้อมด้านบุคลากร และเทคโนโลยีสารสนเทศที่จำเป็นต่อการเรียนการสอน โดยการจัดสรรงบประมาณด้านการศึกษาให้คุ้มค่า และได้ประโยชน์สูงสุด
2. กิจกรรมที่สถานศึกษาควรพิจารณาในการนำการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้แก่ ควรฝึกให้นักเรียนกำหนดเกณฑ์ประเมินผล การเรียนด้วยตนเอง ควรฝึกทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม การแบ่งหน้าที่กันในการทำงานกลุ่ม เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอนตั้งแต่ช่วงแรก จนถึงช่วงสิ้นสุดของการทำกิจกรรม และเห็นประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ให้ได้มากที่สุด

■ References

- Bloom, B. S. (Ed.). (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain*. David McKay Company.
- Dechakup, P., & Yindeesuk, P. (2018). *Development of science teaching and learning models for competency development*. Khon Kaen University Publishing House. [in Thai]
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5-12.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2017). *Organization of science learning content for the basic education curriculum*. The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. [in Thai]

- Jonassen, D. H. (1999). Designing constructivist learning environments. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory* (2nd ed., pp. 215-239). Lawrence Erlbaum Associates.
- Kanjanawasee, S. (2017). *Research methodology* (2nd ed.). Pimthan Jai Limited Partnership. [in Thai]
- Khammanee, T. (2019). *Science of teaching: Body of knowledge for effective learning process management* (23rd ed.). Chulalongkorn University Publishing House. [in Thai]
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.
- Laoriedee, W. (2017). *Science of instructional supervision and coaching: Professional development, theory, strategy to practice*. Silpakorn University Printing House. [in Thai]
- Laoriedee, W., et al. (2017). *Active learning management strategies for thinking development and educational quality enhancement for the 21st century* (12th ed.). Phetkasem Printing Group. [in Thai]
- Nakhawittayakom School. (2022). *Self-Assessment Report of Nakhawittayakom School for the Year 2022 (SAR)*. Nakhawittayakom School. [in Thai]
- Talahikorn, B. (2018). *Integration of technology in science learning*. Chiang Mai University Printing House. [in Thai]
- Thongnil, P. (2019). *Systemic design of science learning*. Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Bybee, R. W. (2014). *NGSS and the next generation of science teachers*. Journal of Science Teacher Education, 25(2), 211-221.
- Ennis, R. H. (1987). A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. In J. B. Baron & R. J. Sternberg (Eds.), *Teaching thinking skills: Theory and practice* (pp. 9-26). W.H. Freeman.
- Joyce, B., & Weil, M. (2009). *Models of teaching* (8th ed.). Pearson.
- Kuhn, D., Amsel, E., & O'Loughlin, M. (1995). *The development of scientific thinking skills*. Academic Press.
- Lehrer, R., & Schauble, L. (2012). Seeding evolutionary thinking by engaging children in modeling its foundations. *Science Education*, 96(4), 701-724.
- Piaget, J. (1968). *The psychology of the child*. Basic Books.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Watson, G., & Glaser, E. M. (1980). *Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal: Forms A and B*. Psychological Corporation.