

การพัฒนาแบบการสอนชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้อินโฟกราฟิก เพื่อเสริมสร้างทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกบินทร์วิทยา

จิตติพร เผือกพิบูลย์

โรงเรียนกบินทร์วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาปราจีนบุรี นครนายก

การวิจัยมีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) เพื่อพัฒนาแบบการสอนชีววิทยา 2) เพื่อศึกษาผลของการใช้แบบการสอนชีววิทยา และ 3) เพื่อศึกษาเจตคติต่อการเรียนชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบการสอนชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้อินโฟกราฟิก เพื่อเสริมสร้างทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 โดยมีกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 35 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนกบินทร์วิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 7 โดยใช้เครื่องมือประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแบบการสอนชีววิทยา 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบประเมินทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 และ 4) แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (Dependent t-test)

ผลการวิจัยพบว่า

1. ได้รูปแบบการสอนชีววิทยา มีองค์ประกอบสำคัญ คือ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้มี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 : Prepare & Infographic ขั้นที่ 2 : Prescribe ขั้นที่ 3 : Plan ขั้นที่ 4 : Practice และขั้นที่ 5 : Present & Infographic 4) รูปแบบการสอนชีววิทยาตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

2. ผลการทดลองใช้รูปแบบการสอนชีววิทยา พบว่า 1) นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนชีววิทยามีค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับมาก และ 3) นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาชีววิทยา โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน อินโฟกราฟิก ทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21

Abstract

The objectives of the research were: 1) To develop the model of biology teaching 2) To study the result of using the model of biology teaching and 3) To study the attitude of the biology studying of a sample group of 35 Mathayomsuksa 4/1 students, Semester 1,

* ผู้ประสานงานหลัก (Corresponding Author)
E-mail: charma.fai@gmail.com

การพัฒนาแบบการสอนชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้อินโฟกราฟิก เพื่อเสริมสร้างทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกบินทร์วิทยา

Academic Year 2020, Kabin Wittaya school under the Office of the Secondary Educational Service Area 7 who were managed to study with the model of biology teaching the unit of basic chemistry of living things using a project-based learning process with infographics to strengthen the skills of 21st century students by using tools consisting of 1) The learning management plan of biology teaching 2) Achievement test 3) the 21st century student skills test 4) The attitude towards biology test which the data was analyzed using statistics such as Mean, Standard deviation and Dependent t-test

The research results were found that,

1. Got the model of biology teaching which has 4 important components 1) Principle 2) Objectives 3) The learning management process has 5 steps which are Step 1: Prepare & Infographic Step 2: Prescribe Step 3: Plan Step 4: Practice and Step 5: Present & Infographic 4) The result of the study using the teaching model to students and according to the opinion of the experts the teaching model has the most suitability.

2. The results of the experiment using the model of biology teaching was found that 1) Students who were studying using the model of biology teaching had average of academic achievement after study was significantly higher than before study at the 0.05. 2) The 21st century student skills was high level and 3) The students had a good average attitude score towards biology.

Keywords: project-based learning process, infographics, skills of 21st century students

บทนำ

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาได้มีการจัดทำแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 มีการกำหนดวิสัยทัศน์ ไว้ดังนี้ “คนไทยทุกคนได้รับการศึกษาและเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ ดำรงชีวิตอย่างมีความสุข สอดคล้องกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและการเปลี่ยนแปลงของโลกศตวรรษที่ 21” (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นยุคที่เต็มไปด้วยการแข่งขันอย่างไร้ขีดจำกัด นักเรียนจำเป็นต้องมีทักษะที่จำเป็น เช่น การรู้เทคโนโลยีสารสนเทศ การคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การผลิตความรู้และนวัตกรรม (Turiman, Omar, Daud & Osman, 2012) ซึ่งความรู้ต่าง ๆ ที่มีในโลกอินเทอร์เน็ต ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงความรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา ซึ่งก็เป็นเพียงแค่สื่อและเครื่องมือที่นำพาผู้เรียนเข้าถึงแหล่งความรู้ทางเดียว แต่ถ้ามีการพัฒนา ด้านการคิดก็จะเป็นการพัฒนาผู้เรียนให้มีศักยภาพทั้งความรู้ ความสามารถในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น ในขณะที่สังคมโลกในยุคปัจจุบันก็เต็มไปด้วยข้อมูลข่าวสาร ทำให้คนต้องคิดวิเคราะห์แยกแยะและมีการตัดสินใจที่รวดเร็ว เพื่อให้ทันกับเหตุการณ์ในสังคมที่มีความสลับซับซ้อนมากขึ้นซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญประการหนึ่งสำหรับความพร้อมในการเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 และศักยภาพในการแข่งขันในเวทีโลกของแต่ละประเทศ (วราภรณ์ พรหมนิล, 2560)

จากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นนั้นการจัดการศึกษายุคใหม่จึงเปลี่ยนแปลงรูปแบบจากเดิมโดยเปลี่ยนแปลงจากการที่ผู้สอนเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้อย่างเดียวไปเป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้และได้ใช้กระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย อันจะนำไปสู่การเกิดการเรียนรู้ที่แท้จริงได้ด้วยตนเอง ซึ่งในการพัฒนานตนเองของผู้เรียนไม่ได้จำกัดเพียงแค่ภายในชั้นเรียนเพียงด้านเดียวเท่านั้นแต่ในยุคปัจจุบันผู้เรียนจะต้องมีความรู้ที่หลากหลายที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับสังคมปัจจุบันซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้การสอนในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนจะต้องมีทักษะ ซึ่ง อัครเดช นิละโยธิน (2559) ได้สังเคราะห์ตัวบ่งชี้ทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 สำหรับการศึกษาขั้นพื้นฐานมีองค์ประกอบหลักดังนี้ 1) ทักษะชีวิตและอาชีพ 2) ทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี 3) ทักษะการสื่อสาร 4) ทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม 5) ทักษะการเรียนรู้ 6) ทักษะการร่วมมือ การเรียนรู้แบบนี้เป็นการเรียนรู้แบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสนุกกับการเรียน (Student Engagement) ด้วยการกระทำ (Learning by Doing) สามารถเห็นผลลัพธ์ของการกระทำได้ทันทีที่มีอิสระทางความคิดและให้ความสำคัญกับการสืบข้อมูลและเรียนรู้ด้วยตัวเองในทุกสถานที่ตลอดเวลา สร้างการยอมรับความคิดเห็นผู้อื่นและกล้านำเสนอสิ่งที่รู้แก่เพื่อนร่วมชั้นเรียนโดยมีผู้สอนเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้เยาวชนไทยก้าวสู่ศตวรรษที่ 21 สู่ยุคประเทศไทย 4.0 เป็นสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงเรื่องการเมือง เศรษฐกิจ วิถีชีวิต วัฒนธรรม รวมทั้งสิ่งแวดล้อม บริบทรอบตัว เป็นยุคที่ต้องสามารถสร้างเด็กไทยให้ยืนอยู่ในเวทีบ้านเรา และเวทีโลกได้อย่างมีความสุข และอยู่รอดปลอดภัยกับภัยธรรมชาติ และอุบัติภัยต่าง ๆ ได้ พิมพ์พันธ์ และเพียว (2561) ได้กล่าวว่า เด็กไทย 4.0 ควรมีลักษณะ ดังนี้ 1) เป็นเด็กดีมีคุณธรรม จริยธรรม รู้จักสามัคคีด้วยหัวใจพอเพียง 2) มีความรู้ดีจากการแสวงหา หรือสืบสวน ความรู้ลึกซึ้ง หรือความรู้เฉพาะทาง 3) มีความสามารถสืบสอบความรู้ 4) มีความสามารถทำโครงการ หรือทำวิจัยเพื่อสร้างนวัตกรรม ผลงานบูรณาการ STEM 5) มีความสามารถในการใช้ ICT

การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยใช้รูปแบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning: PBL) จึงเป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับการเรียนทางด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรม โดยเป็นการเรียนรู้จากการลงมือทำโครงงาน หรือจากการใช้ความรู้และความคิดที่เชื่อมโยงจนได้คำตอบและความรู้ใหม่ เหมือนกับการทำงานในชีวิตจริงอย่างมีระบบผู้เรียนได้มีประสบการณ์ตรงจากการทำงานจริง รู้จักการวางแผนการทำงาน ได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา มีการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้ทำการทดลอง ได้พิสูจน์สิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง ฝึกการเป็นผู้นำ ผู้ตาม ตลอดจนได้พัฒนาระบวนการคิดโดยเฉพาะการคิดขั้นสูง (Higher Order Thinking) ครูผู้สอนเปลี่ยนบทบาทจากผู้ให้ความรู้เป็นผู้สนับสนุนในการวางแผนและจัดระเบียบ การเรียนรู้ให้คำปรึกษา มีการนำเสนอทิศทางและเรียนรู้ไปพร้อมผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ ในศตวรรษที่ 21 ที่การเรียนไม่ได้ถูกจำกัดแค่ภายในห้องเรียนเหมือนอดีต แนวทางการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาผู้เรียนให้สอดคล้องกับเป้าหมายดังกล่าว (ศศิเทพ และคณะ, 2562)

อินโฟกราฟิก (Infographic) หรือ อินฟอร์เมชันกราฟิก (Information Graphic) เป็นการนำเสนอข้อมูลหรือความรู้ที่มีความซับซ้อนด้วยภาพ ให้สามารถอธิบายได้อย่างรวดเร็วชัดเจน และยังช่วยให้ผู้อ่านเกิดความคิดสร้างสรรค์ มีจินตนาการต่อยอดจากสิ่งที่ได้รับสอดคล้องกับ Jun Sakurada (2008) ที่กล่าวว่า Pictogram ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในอินโฟกราฟิก จะช่วยกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ของผู้ที่พบเห็น ดังนั้น

การวิเคราะห์ข้อมูล และการออกแบบอย่างสร้างสรรค์จึงเป็นหัวใจสำคัญในการออกแบบอินโฟกราฟิกช่วย การสื่อสารมีประสิทธิภาพและสามารถจุดประกายให้ผู้อ่านอินโฟกราฟิกเกิดความคิดสร้างสรรค์ ปัจจุบัน อินโฟกราฟิกเป็นสื่อใหม่ที่กำลังได้รับความนิยมในวงการโฆษณา และถูกนำไปใช้ในหลาย ๆ ด้าน เช่น ป้าย แผนที่ สถิติศาสตร์ ข้อมูลทางคณิตศาสตร์ การรณรงค์เชิญชวน เป็นต้น ดังนั้น ใช้อินโฟกราฟิกมาประยุกต์ เป็นสื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนจึงเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์

วิชาชีววิทยาเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่มีความสำคัญ และมีบทบาทสำคัญยิ่งสำหรับสังคมโลก ปัจจุบันและอนาคต เพราะวิชาชีววิทยาเกี่ยวข้องกับคน สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานของ เทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงผลผลิตการเกษตรอุตสาหกรรมสาธารณสุขและ สิ่งแวดล้อม ซึ่งจะทำให้คุณภาพของชีวิตมนุษย์ดีขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ และวิชานี้เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวัน และการงานอาชีพต่าง ๆ ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) จากการจัดการเรียนการสอนผู้วิจัย พบว่า นักเรียนยังขาดทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 เป็นการเตรียมความพร้อมเพื่อให้นักเรียนมีทักษะ (Skill) ในการดำรงชีวิตและการทำงานในอนาคต ถือเป็น ความท้าทายที่สุดต่อการเปลี่ยนแปลงของกระแสสังคมโลก

จากความสำคัญและประเด็นดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนารูปแบบการสอนชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้อินโฟกราฟิก โดย รูปแบบการสอนชีววิทยาที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1. Prepared & Infographic ขั้นที่ 2. Prescribe ขั้นที่ 3. Plan ขั้นที่ 4. Practice และ ขั้นที่ 5. Present & Infographic เพื่อช่วยเสริมสร้าง ทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 แก่ผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วัตถุประสงค์การวิจัย

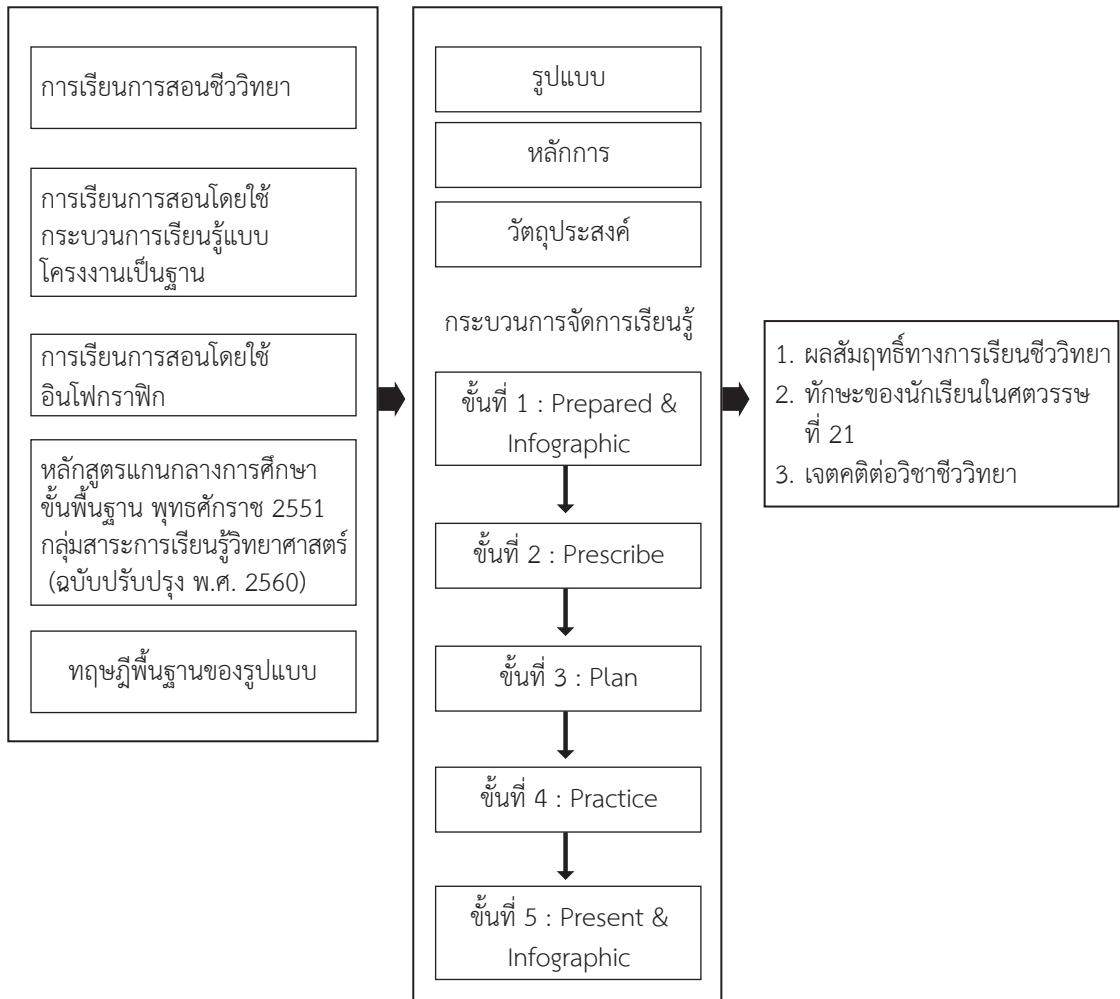
1. เพื่อพัฒนารูปแบบการสอนชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยใช้ กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้อินโฟกราฟิกเพื่อเสริมสร้างทักษะของนักเรียน ในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการสอนชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐาน ของสิ่งมีชีวิต โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้อินโฟกราฟิก เพื่อเสริมสร้างทักษะ ของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังนี้

2.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนชีววิทยาที่พัฒนาขึ้น

2.2 ประเมินทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนชีววิทยาที่พัฒนาขึ้น

3. เพื่อศึกษาเจตคติต่อรูปแบบการสอนชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของ สิ่งมีชีวิต โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้อินโฟกราฟิก เพื่อเสริมสร้างทักษะของ นักเรียนในศตวรรษที่ 21



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ขอบเขตการวิจัย

การพัฒนาแบบการสอนชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้อินโฟกราฟิก เพื่อเสริมสร้างทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ ดังนี้

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายวิทย์-คณิตโรงเรียนกบินทร์วิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 7 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 3 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งสิ้น 90 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกบินทร์วิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 7 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้อง โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling Technique) ซึ่งได้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 35 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรทดลอง ได้แก่ การสอนตามรูปแบบการสอนชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้ เรื่องเคมี ที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้อินโฟกราฟิก เพื่อเสริมสร้างทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) ทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 3) เจตคติต่อการเรียนชีววิทยาของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาเพิ่มเติมชีววิทยา 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ โดยประกอบด้วย เนื้อหาย่อยดังต่อไปนี้ คือ

4.1 อะตอม ธาตุ และสารประกอบ

4.2 น้ำ

4.3 สารประกอบคาร์บอนในสิ่งมีชีวิต

4.4 ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

5. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โดยใช้เวลาสอน 20 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทุกชั่วโมง

กระบวนการพัฒนานวัตกรรม

การพัฒนากระบวนการสอนชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้อินโฟกราฟิกเพื่อเสริมสร้างทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าและดำเนินการตามขั้นตอนการวิจัยและพัฒนา ดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการสอนชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้อินโฟกราฟิก เพื่อเสริมสร้างทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

ขั้นที่ 2 การศึกษา แนวคิด ทฤษฎีจากเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 3 การสังเคราะห์รูปแบบและองค์ประกอบการเรียนการสอน มุ่งองค์ประกอบที่สำคัญ

5 องค์ประกอบ ดังนี้

- 3.1 หลักการของรูปแบบ
- 3.2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบ
- 3.3 กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ
- 3.4 สารการเรียนรู้การสอนของรูปแบบ
- 3.5 การวัดและประเมินผลของการเรียนการสอน

ขั้นที่ 4 การจัดทำเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน

ขั้นที่ 5 การตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนและเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน

ขั้นที่ 6 การปรับปรุงแก้ไขรูปแบบและเอกสารประกอบ

ตอนที่ 2 ทดลองใช้รูปแบบการสอนชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้อินโฟกราฟิก เพื่อเสริมสร้างทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

มีแบบแผนที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ แบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อน - หลัง (One Group Pretest – Posttest Design) ดังนี้ รัตนะ บัวสนธ์ (2554, หน้า 56)

กลุ่มตัวอย่าง	Pretest	Treatment	Posttest
นักเรียนชั้น ม.4	O ₁	T	O ₂

ขั้นที่ 2 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ 10 แผน

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต เป็นแบบเลือกตอบ ในแต่ละข้อมี 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2.3 แบบประเมินทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 จำนวน 69 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale)

2.4 แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยาตามวิธีการวัดของลิเคิร์ต (Likert, 1967) ประกอบด้วยข้อคำถามเชิงนิมิต (Positive) และข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative) จำนวน 30 ข้อ

ขั้นที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

การทดลองใช้รูปแบบการสอนในการวิจัยขั้นตอนนี้ จะใช้การทดลองเป็นประเภทวิจัย Non-equivalent Control Group Design เป็นแบบแผนที่มีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ไม่เท่าเทียมกันมีการวัดก่อนและหลังการทดลองทุกกลุ่ม (พิชญ์ พงศรี, 2549, หน้า 127-130) กำหนดระยะเวลาในการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โดยใช้เวลาในการสอน ภายในห้องเรียน จำนวน 16 ชั่วโมง และนอกห้องเรียน จำนวน 4 สัปดาห์

ขั้นที่ 4 การประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน

4.1 การศึกษาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทำการวิเคราะห์ โดยใช้สถิติคำนวณค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้วิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม แล้วใช้สถิติทดสอบที

4.2 การศึกษาทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทำการวิเคราะห์ โดยใช้สถิติคำนวณค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.3 การศึกษาเจตคติต่อการเรียนรายวิชาชีววิทยาของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทำการวิเคราะห์เจตคติอยู่ในระดับใด โดยใช้สถิติคำนวณค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

ผลการดำเนินงานตามขั้นตอนการวิจัยได้ นำเสนอในตอนต้น ปรากฏผล ดังนี้

1. ผลการพัฒนารูปแบบการสอนชีววิทยา

1.1 ได้รูปแบบการสอนชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้อินโฟกราฟิก เพื่อเสริมสร้างทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกบินทร์วิทยา มีองค์ประกอบสำคัญ คือ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหา 4) กิจกรรมการเรียนการสอน และ 5) การวัดและประเมินผล โดยกิจกรรมการเรียนการสอนมี 5 ขั้นตอน (5P2I - Model) คือ ขั้นที่ 1: Prepare & Infographic ขั้นที่ 2: Prescribe ขั้นที่ 3: Plan ขั้นที่ 4: Practice และขั้นที่ 5: Present & Infographic

1.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการสอนชีววิทยา โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า รูปแบบ การสอน มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด คู่มือการใช้รูปแบบการสอน และแผนการจัดการเรียนรู้ มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก

1.3 รูปแบบการสอนชีววิทยาที่พัฒนาขึ้นมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7001 แสดงว่า รูปแบบการสอนชีววิทยาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ทำให้นักเรียนมีทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 เพิ่มขึ้น 0.7001 คิดเป็นร้อยละ 70.01

2. ผลของการใช้รูปแบบการสอนชีววิทยา

2.1 นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการสอนชีววิทยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	คะแนนเต็ม (คะแนน)	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	จำนวนนักเรียน	t-test
ก่อนเรียน	30	11.37	1.82	35	47.55*
หลังเรียน	30	25.26	1.87	35	

*p < .05

2.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการสอนชีววิทยา มีทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 สำหรับการศึกษาขั้นพื้นฐานของทุกองค์ประกอบย่อย รวมทั้งหมด 69 ตัวบ่งชี้ อยู่ในระดับมาก ในทุกองค์ประกอบ

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการสอนชีววิทยา มีเจตคติต่อวิชาชีววิทยา อยู่ในระดับมาก



ขั้นที่ 1 :
Prepare & Infographic

ขั้นที่ 2 :
Prescribe



ขั้นที่ 3 :
Plan

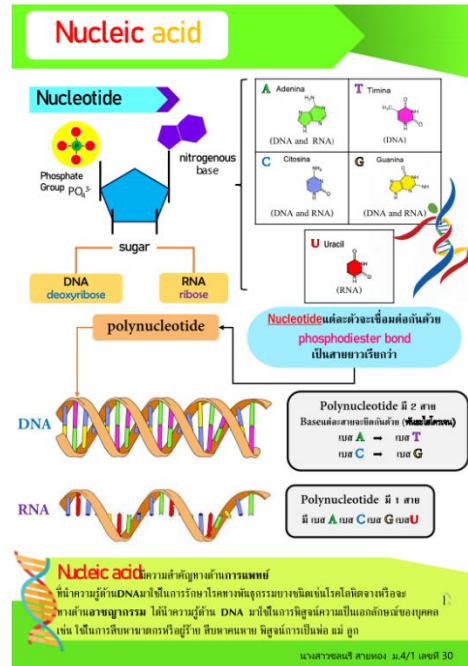
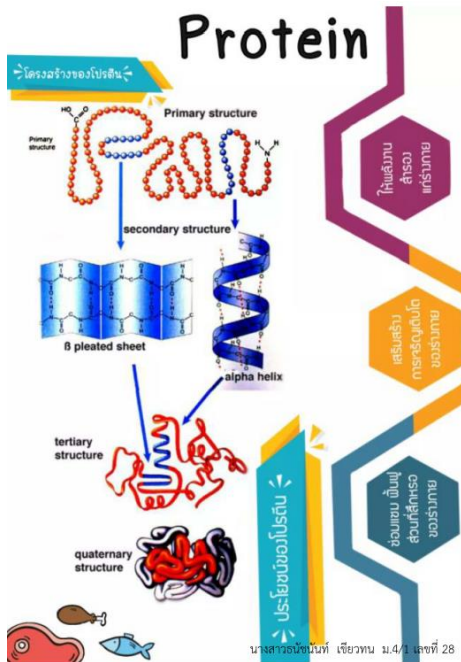
ขั้นที่ 4 :
Practice



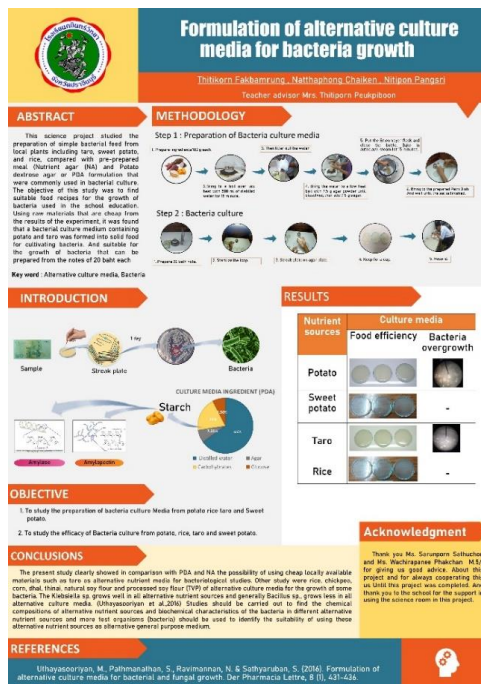
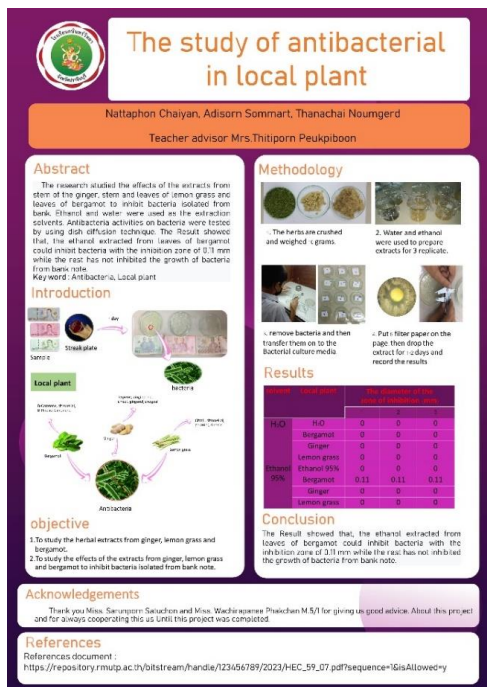
ขั้นที่ 5 :
Present & Infographic



ภาพที่ 2 กิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบชีววิทยา



ภาพที่ 3 ผลงานนักเรียนที่สอนตามรูปแบบชีวิวิทยา ชั้น Prepare & Infographic



ภาพที่ 4 ผลงานนักเรียนที่สอนตามรูปแบบชีววิทยา ชั้น Present & Infographic Infographic

การพัฒนารูปแบบการสอนชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้อินโฟกราฟิก เพื่อเสริมสร้างทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกบินทร์วิทยา

ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2563

อภิปรายผล

จากการอภิปรายผลที่เกิดขึ้น ดังนี้

1. รูปแบบการสอนชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้อินโฟกราฟิก เพื่อเสริมสร้างทักษะของนักเรียน ในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีองค์ประกอบ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ สาระ การจัดการเรียนรู้ และการวัดผลและประเมินผล ซึ่งมีผลการประเมินคุณภาพรูปแบบการสอนชีววิทยา จากการ ประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ผลปรากฏว่า รูปแบบการสอนชีววิทยาที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพ ความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจาก

รูปแบบการสอนชีววิทยาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมานั้นมีกระบวนการพัฒนารูปแบบการสอนชีววิทยา อย่างเป็นระบบ มีการพัฒนาอย่างเป็นขั้นตอน แต่ละขั้นตอนมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน มีความชัดเจน โดย เริ่มจากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสภาพ/ปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน และ ศึกษาเอกสารหลักฐาน ทฤษฎีการเรียนรู้และแนวคิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งในที่นี้ได้พิจารณาแล้วว่าแนวทาง หนึ่งที่จะช่วยพัฒนาการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์และทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ได้คือ แนวคิดการเสริม ต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) ของ Vygotsky (1978) Rochler and Cautlon (1996) Eggen and Kuachak (1997) เป็นแนวคิดพื้นฐานที่สำคัญ ซึ่งการเสริมต่อการเรียนรู้ได้ใช้เทคนิคโครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้อินโฟ กราฟิกร่วมด้วย เมื่อได้ประเด็นในการศึกษาแล้ว จึงศึกษาแนวคิดของการพัฒนารูปแบบการสอนชีววิทยาของ นักการศึกษาหลาย ๆ ท่าน อาทิ Joyce, Weil & Calhoun (2015, p. 25) และทิสนา แคมมณี (2560, หน้า 201-204) เพื่อทำความเข้าใจกระบวนการในการพัฒนารูปแบบการสอนชีววิทยา จากนั้นจึงศึกษารายละเอียด ของแนวคิดที่เกี่ยวข้องที่ได้คัดเลือกไว้แล้วทำการกำหนดวัตถุประสงค์ของรูปแบบการสอนชีววิทยาที่เมื่อนำไป ใช้แล้วจะให้เกิดการพัฒนาสิ่งใดกับผู้เรียน คิดขั้นตอนในกระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบ เพื่อส่งผล การพัฒนาการเรียนรู้ไปยังผู้เรียน ในการกำหนดขั้นตอนในกระบวนการจัดการเรียนรู้นั้นจะต้องมีทฤษฎี การเรียนรู้มาเป็นพื้นฐานรองรับขั้นตอนที่กำหนดขึ้น นอกจากทฤษฎีการเรียนรู้แล้วยังนำยุทธวิธีต่าง ๆ ในการจัดการเรียนรู้มาใช้ร่วมด้วยมีผลทำให้ขั้นตอนในกระบวนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ในการที่จะส่งผลไปยังผู้เรียนและผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนจากการเรียนรู้ตามรูปแบบก็เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของ รูปแบบที่กำหนดไว้ ซึ่งประกอบด้วยหลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการจัดการเรียนการสอน และการวัดและ ประเมินผล เพื่อสร้างเป็นรูปแบบการสอนชีววิทยา ฉบับร่าง พร้อมทั้งเอกสารประกอบรูปแบบการสอนชีววิทยา จากนั้นนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ประเมินคุณภาพของรูปแบบการสอนชีววิทยา โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ประเมินรูปแบบและเอกสารประกอบการเรียนการสอนว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น จะเห็นว่าได้รูปแบบการสอนชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้เรื่องเคมีที่เป็น พื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้อินโฟกราฟิก เพื่อเสริมสร้าง ทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่นำเสนอได้รับการพัฒนาขึ้น อย่างเป็นระบบสอดคล้องกับแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดของนักการศึกษาและ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอน อีกทั้งผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งการดำเนินการพัฒนารูปแบบการสอน ชีววิทยานี้สอดคล้องกับแนวคิดของ ทิสนา แคมมณี (2560) ที่สรุปได้ว่า การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

จะต้องผ่านการจัดองค์ประกอบของรูปแบบต่าง ๆ ของรูปแบบการเรียนการสอนให้เป็นระบบ โดยคำนึงถึงทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการจัดองค์ประกอบต่าง ๆ ของรูปแบบการเรียนการสอนให้ มีความสัมพันธ์กัน เพื่อนำนักเรียนไปสู่จุดมุ่งหมายที่ต้องการ และเมื่อนำไปทดลองใช้เบื้องต้นแล้วพบว่า มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้พัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ คือนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 เพิ่มขึ้น เนื่องจากรูปแบบการสอนชีววิทยา มีลักษณะของการเสริมสร้างความรู้ให้นักเรียนตลอดเวลา จึงสามารถนำไปใช้ในการสอนได้จริงและบรรลุวัตถุประสงค์ตามต้องการ

2. ผลการทดลองใช้รูปแบบการสอนชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้อินโฟกราฟิก เพื่อเสริมสร้างทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนชีววิทยา สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า รูปแบบการสอนชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้อินโฟกราฟิก เพื่อเสริมสร้างทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผู้เรียนมีเจตคติต่อวิชาชีววิทยาอยู่ในระดับมาก โดยสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเนื่องจากเป็นวิธีการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองจากการเลือกในสิ่งที่สนใจ ได้ลงมือปฏิบัติจริง มีขั้นตอนการทำงานเป็นกลุ่มอย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นการค้นพบความรู้ด้วยตัวของผู้เรียนเองและมีผลงานปรากฏให้เห็น ดังนั้น การเรียนรู้โดยอาศัยโครงงาน จึงสอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นการเรียนรู้ที่หลากหลายและบูรณาการความรู้ต่าง ๆ ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการที่ดีและสามารถจะเรียนรู้ต่อไปในอนาคตได้ รวมทั้งสามารถใช้ประสบการณ์ที่มีอยู่สร้างสรรค์โครงงานออกมาเพื่อนำไปใช้งานจริงได้ (มนต์ชัย เทียนทอง, 2556) สอดคล้องกับงานวิจัยของ สันติ หุตะมาน (2557) กล่าวว่า การสอนแบบโครงงานเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการทำโครงการที่ผู้เรียนสนใจ โดยมีการวางแผนและลงมือปฏิบัติอย่างเป็นระบบซึ่งมีผู้สอนเป็นผู้ให้คำชี้แนะและสร้างสภาพแวดล้อมเพื่อเอื้อประโยชน์ให้ผู้เรียนมีโอกาสค้นคว้า หาความรู้สำหรับการทำโครงการ อาจทำเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มก็ได้ขึ้นอยู่กับสภาพของโครงงานและสภาพการศึกษาของแต่ละแห่ง หากเป็นงานกลุ่มจะช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ในการทำงานเป็นทีม ช่วยเหลือกันทำโครงการให้สำเร็จ จากการสังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐานจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ได้นำแนวคิดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อให้เกิดการเรียนรู้โดยอาศัยกระบวนการกลุ่ม รวมทั้งสามารถใช้ประสบการณ์ที่มีอยู่สร้างสรรค์โครงงานออกมาเพื่อนำไปใช้จริงได้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1: Prepare & Infographic ขั้นที่ 2: Prescribe ขั้นที่ 3: Plan ขั้นที่ 4: Practice และขั้นที่ 5: Present & Infographic ซึ่งทุกขั้นตอนมีลำดับความสัมพันธ์กัน เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ด้วยตนเองตาม ความสนใจ โดยการแบ่งกลุ่มผู้เรียน แสวงหาความรู้ใช้กระบวนการกลุ่มในการวางแผนดำเนินกิจกรรม นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมโครงงาน ตามหัวข้อที่กลุ่มสนใจ นักเรียนปฏิบัติหน้าที่ของตนตามข้อตกลงของกลุ่ม สรุปรายงานจากโครงงานที่ตนปฏิบัติในรูปแบบของอินโฟกราฟิก

เพื่อนำเสนอและมีการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีผู้สอน ผู้เรียนและเพื่อนร่วมกันประเมิน สอดคล้องกับแนวคิดของ วิจารย์ พานิช (2553) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้ที่ดีที่สุดก็คือการเรียนรู้โดยการลงมือทำ (Learning by Doing) ดังนั้น การเรียนรู้โดยอาศัยโครงงานเป็นฐาน จะเป็นฐานการเรียนรู้ที่ดีที่สุด โดยผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ด้วยกันเป็นทีม ผู้เรียนก็จะได้รับทักษะในการทำงานเป็นทีม การค้นคว้าและการประยุกต์ใช้ร่วมกัน นอกจากนี้ Bell, S (2010) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบโครงงาน เป็นแนวทางใหม่ในการเรียนรู้ที่สอนที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 ผู้เรียนได้ฝึกการเรียนรู้ด้วยวิธีการค้นหาคำละเอียดเพิ่มเติมด้วยตนเอง รวมทั้งทำงานร่วมกัน เพื่อการวิจัยและสร้างโครงการที่สะท้อนถึงความรู้ของพวกเขา จากการเก็บรวบรวมทักษะทางเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่มีประสิทธิภาพเพื่อให้กลายเป็นนักสื่อสารที่มีความเชี่ยวชาญและแก้ปัญหาขั้นสูง

2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้อินโฟกราฟิก เนื่องจากอินโฟกราฟิกช่วยกระตุ้นความสนใจและส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองแก่ผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ และเป็นสื่อที่มีบทบาทสำคัญในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ภาษาที่ใช้มีความกระชับเข้าใจง่าย การสื่อสารด้วยภาพมีความชัดเจน และในการนำเสนออินโฟกราฟิกมีส่วนช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เมื่อนำอินโฟกราฟิกไปใช้ร่วมกับกิจกรรมการเรียนจะสามารถกระตุ้นความสนใจ และพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ส่งเสริมความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ โดยผู้เรียนจะต้องสร้างชิ้นงาน โดยใช้ อินโฟกราฟิก การที่ผู้เรียนจะสร้างชิ้นงานได้นั้น จะต้องผ่านกระบวนการคิดวิเคราะห์ข้อมูล จำแนกแยกแยะข้อมูล และสรุปเป็นองค์ความรู้ของผู้เรียน และนำเสนอความคิดที่ได้จากการคิดวิเคราะห์ออกมาเป็นชิ้นงานที่อยู่ในรูปของอินโฟกราฟิก ซึ่งผู้วิจัยได้นำการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้อินโฟกราฟิกไปใช้ร่วมกับการกระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานในรูปแบบการสอนชีววิทยา ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ในขั้นที่ 1: Prepare & Infographic และขั้นที่ 5: Present & Infographic สอดคล้องกับแนวคิดของ Jun Sakurada (2558) ที่กล่าวว่า Pictogram ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของอินโฟกราฟิกจะช่วยกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ของผู้ที่พบเห็นสามารถสื่อข้อความที่อยู่นอกเหนือรูปภาพได้ผลการศึกษาของ นัจฉก มีอุตสาห (2556) พบว่า ศิลปะมีส่วนสำคัญต่อการพัฒนาการของเด็ก เป็นแนวทางที่ช่วยให้เด็กเห็นแสดงความสามารถของตนเอง มีการพัฒนาความสามารถทางด้านการคิด และสรุปผล ตาเทพ (2556) พบว่า การนำเสนอผลงานด้านศิลปะของเด็กช่วยกระตุ้นกระบวนการคิด การถ่ายทอดความคิดออกมาให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ดังนั้น ผู้เรียนจึงเกิดความคิดสร้างสรรค์จากการเรียนด้วยอินโฟกราฟิก เมื่อผู้เรียนเกิดความคิดที่หลากหลายขึ้นจากการเรียน การรับฟังแลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่น ก็จะทำให้เกิดการเรียนรู้และถ่ายทอดความคิด มีความคิดริเริ่มจากการซักถาม พูดคุย และสร้างสรรค์ผลงานร่วมกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Vanichvasin (2015) ได้เขียนบทความนำเสนอเรื่องศักยภาพของอินโฟกราฟิก ในการเพิ่มคุณภาพการเรียนรู้ ผู้เขียนบทความได้กล่าวว่า อินโฟกราฟิกสามารถประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ และยังสามารถช่วยในการสื่อสารเพื่อสร้างความน่าสนใจ ความเข้าใจ และการจดจำ ซึ่งถือเป็นพื้นฐานสำคัญของการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ และนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียน หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ เป็นเพราะรูปแบบการสอนชีววิทยานี้ได้นำขั้นตอน

การจัดการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง และทำกิจกรรมร่วมกับกลุ่ม ทำให้สมาชิกภายในกลุ่มมีโอกาสอภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นอย่างเต็มที่ จากกิจกรรมที่ผู้สอนจัดขึ้น ได้แก่การคิดในขณะทำการทดลอง และคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ มีการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ทั้งด้วยตนเองและครูเสนอแนะ ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจที่จะเรียนรู้มากขึ้น มีการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของผู้เรียนส่งผลให้ผู้เรียนสามารถทำการเชื่อมโยงคำถามที่ผู้สอนตั้งไว้ มีการตรวจสอบก่อนเข้าสู่เนื้อหากิจกรรมของขั้นตอนต่าง ๆ ต่อไปได้อย่างดีก่อนที่จะให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม ผู้สอนมีการตั้งคำถามไว้ ตลอดจนมีการสร้างความสนใจให้ผู้เรียนมีความอยากเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้คิดและช่วยกันวางแผนต่อจากคำถามนั้นควรมีการสืบค้นหาข้อมูลหรือต้องทราบข้อมูลอะไรเพิ่มเติม เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้แก้ปัญหาหรือหาคำตอบด้วยตนเอง สอดคล้องกับแนวคิดของทิสนา แชมมณี (2560) ที่กล่าวว่า การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญซึ่งได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระเบียบ ตามหลักปรัชญาทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความเชื่อต่าง ๆ โดยประกอบด้วยกระบวนการหรือขั้นตอนสำคัญในการเรียนการสอน รวมทั้งวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ ที่สามารถช่วยให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามทฤษฎี หลักการแนวคิดที่ยึดถือรูปแบบจะต้องได้รับการพิสูจน์ ทดสอบ หรือยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นแบบแผนในการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบนั้น ๆ นอกจากนี้ Reiser and Dempsey (2012) กล่าวว่า การออกแบบการสอนเป็นการวิเคราะห์และการลงมือปฏิบัติในการแก้ปัญหาการเรียนรู้ และการออกแบบ การพัฒนา การนำไปใช้ การประเมินผล การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และการจัดทรัพยากรที่ส่งเสริมการเรียนรู้และสมรรถนะของการเรียนให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยของชลิต กังวาราวุฒิ (2557) ที่ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบศิลปวิวัฒน์ผ่านคลาวด์เทคโนโลยี เพื่อส่งเสริมผลงานสร้างสรรค์ตามแนวเศรษฐกิจสร้างสรรค์ พบว่า นักศึกษาที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบศิลปวิวัฒน์ผ่านคลาวด์เทคโนโลยีมีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับ จอมสุรางค์ ลายเสมา (2559) ที่ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบชุมชนการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และการทำงานเป็นทีมของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ผลการวิจัยพบว่า ผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบชุมชนการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และการทำงานเป็นทีมโดยวิเคราะห์เปรียบเทียบการทำงานเป็นทีมหลังเรียน พบว่า คะแนนเฉลี่ยการทำงานเป็นทีมของผู้เรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.4 เจตคติต่อวิชาชีววิทยา นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ร่วมกับการใช้อินโฟกราฟิก เพื่อเสริมสร้างทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีเจตคติต่อวิชาชีววิทยาหลังเรียนอยู่ในระดับมาก โดยภาพรวมนักเรียน มีเจตคติต่อวิชาชีววิทยาทั้ง 5 ด้าน ตามลำดับ ดังนี้ 1) ด้านการเห็นความสำคัญของการเรียนวิชาชีววิทยา 2) ด้านความคิดเห็นโดยทั่ว ๆ ไปต่อการเรียนวิชาชีววิทยา 3) ด้านความสนใจต่อการเรียนวิชาชีววิทยา 4) ด้านความนิยมชมชอบต่อการเรียนวิชาชีววิทยา และ 5) ด้านการแสดงออกหรือการมีส่วนร่วมต่อกิจกรรมในการเรียนวิชาชีววิทยา ซึ่งด้านแรกสอดคล้องกับ ชลาธร วิเชียรรัตน์ (2558) ที่พบว่า ด้านการเห็นความสำคัญของการเรียนวิชาเคมีมากที่สุด อาจเนื่องมาจากนักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าการเรียนวิชาชีววิทยาทำให้น่าไปใช้เป็นพื้นฐานการศึกษาต่อ

ในระดับสูงได้มีจิตสำนึกในการดูแลและรักษาสิ่งแวดล้อมเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อมมากขึ้น นั่นคือ มีจิตสำนึกในการรักษาสิ่งแวดล้อมเพราะนักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการเขียนและ ทำโครงการเกี่ยวกับการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน เช่น การเปิด-ปิดไฟ, การเปิด-ปิดน้ำ, การดูแล รดน้ำต้นไม้, การจัดการขยะ ในลำดับต่อมา คือ ความคิดเห็นโดยทั่ว ๆ ไปต่อการเรียนวิชาชีววิทยา อาจเนื่องจากนักเรียนคิดว่าวิชาชีววิทยาเป็นวิชาที่น่าสนใจ สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุกและมีความสุขทำให้รู้วิธีการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม เนื่องจากผู้สอนใช้รูปแบบการสอนชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้อินโฟกราฟิก เพื่อเสริมสร้างทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ที่ทำให้ผู้เรียนได้เปิดโอกาสลงมือปฏิบัติ ร่วมคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาและคิดอย่างมีวิจารณญาณ แลกเปลี่ยนเรียนรู้และทำงานเป็นกลุ่ม จากกิจกรรมที่ผู้สอนจัดขึ้นทำให้บรรยากาศในห้องเรียนพร้อมที่จะส่งเสริมต่อการเรียนรู้ที่ดีขึ้น มีความสนุกสนาน ไม่น่าเบื่อ สนใจที่จะเรียนรู้ร่วมกันทำกิจกรรมสอดคล้องกับ Bruner (n.d. อ้างถึงใน สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2550) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้เกิดจากการลงมือกระทำ ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้มากที่สุดและยังช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง จากการหาความรู้และทำการทดลองด้วยตนเองโดยผู้สอนเป็น ผู้อำนวยความสะดวกและข้อสงสัยในบางเนื้อหาที่เข้าใจยาก ร่องลงมา คือ ด้านความสนใจต่อการเรียนวิชาชีววิทยา ซึ่งนักเรียนชอบใช้เวลาว่างในการศึกษาหาความรู้ทางด้านชีววิทยาและคิดว่าวิชาชีววิทยาเป็นวิชา ที่น่าสนใจศึกษามีประโยชน์ ได้รับความรู้ที่นำไปใช้ได้จริงและน่าจะมีการศึกษาต่อน้อยลงมา คือ นักเรียนชอบหาข้อมูลความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับชีววิทยาและพัฒนาความรู้ทางชีววิทยาอยู่เสมอ ชอบไปชมนิทรรศการเกี่ยวกับชีววิทยาและมักนำความรู้ทางชีววิทยาไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งอาจจะเป็นสิ่งที่ใกล้ตัวนักเรียน และนักเรียนนำความรู้ทางชีววิทยาไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันมีส่วนร่วมในการทำการทดลองทางชีววิทยา รวมทั้งการอภิปรายและตอบคำถามในห้องเรียนวิชาชีววิทยาและค้นคว้าเพิ่มเติมจากการเรียนในห้องเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ ัญญุรีย์ สมองดี (2556) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนชีววิทยาเรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนอยู่ในระดับมา

ข้อเสนอแนะในการนำงานวิจัยไปใช้

จากการจัดกิจกรรมโดยให้ผู้เรียนจัดกลุ่มตามความสนใจแบบคละความสามารถ ผู้สอนควรแนะนำผู้เรียนอย่างใกล้ชิด ให้ผู้เรียนได้จัดกลุ่มแบบคละความสามารถอย่างเท่าเทียมกัน และผู้วิจัยควรสร้างบรรยากาศในการเรียนและอำนวยความสะดวกในการทำกิจกรรมของผู้เรียน นอกจากนั้น ยังต้องกระตุ้นให้สมาชิกทุกคนในทีมมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่น เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปตามที่ทีมตั้งเป้าหมายไว้ ดังนั้น การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ ผู้สอนจึงควรแนะนำผู้เรียนให้มีการฝึกทักษะได้อย่างถูกต้อง

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรพัฒนารูปแบบการสอนชีววิทยาร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น ทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคม หรือศึกษาวิจัยเกี่ยวกับตัวแปรอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับการจัดการเรียนรู้ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2. ควรมีการศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในด้านอื่น ๆ ที่สอดคล้องกับทักษะของคนในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ หรือทักษะการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้รูปแบบการสอนชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้อินโฟกราฟิก เพื่อเสริมสร้างทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. เป็นแนวทางในการนำรูปแบบการสอนชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้อินโฟกราฟิก เพื่อเสริมสร้างทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาที่ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะในศตวรรษที่ 21 มากขึ้น

3. การสร้างรูปแบบการสอนชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้อินโฟกราฟิก เพื่อเสริมสร้างทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 เป็นแนวทางสำหรับครูที่จะนำไปสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบอื่น ๆ ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- ชลิต กังวารวุฒิ. (2557). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบศิลปะผ่านคลาวด์ เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมผลงานสร้างสรรค์ตามแนวเศรษฐกิจสร้างสรรค์*. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ชลธกร วิเชียรรัตน์. (2558). *การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ทิศนา ขัมมณี. (2560). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธัญญรีย์ สมองดี. (2556). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาเรื่อง การถ่ายทอด ลักษณะทางพันธุกรรมโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิตสาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.
- นังนัท มีอุสาห์. (2556). *อิทธิพลของชุดข้อมูลและสื่อนำเสนอความเข้าใจเนื้อหาของภาพอินโฟกราฟิก*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

- มนต์ชัย เทียนทอง. (2556). นวัตกรรม: การเรียนและการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ (*Innovation: Computer-based Learning and Teaching*). กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเตอร์ คอร์ปอเรชั่น.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพียรวิทย์ ยินดีสุข. (2561). การเรียนรู้เชิงรุก แบบรวมพลัง กับ PLC เพื่อการพัฒนา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิจารณ์ พานิช. (2553). *ครูเพื่อศิษย์ เต็มหัวใจให้การศึกษา*. นครปฐม: ศูนย์จิตตปัญญาศึกษา.มหาวิทยาลัยมหิดล.
- วราภรณ์ พรหมนิล. (2560). ปัจจัยการบริหารที่ส่งผลต่อผลลัพธ์ของโรงเรียนมัธยมศึกษาในโครงการ โรงเรียนมาตรฐานสากล สังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- ศุภผล ตาเทพ. (2556). การพัฒนาเกมการสอนแบบซินเนติกส์บนเว็บผ่านแท็บเล็ตเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, อรวรรณ คุณเพ็ญแสง, ทศนีวรรณ เลิศเจริญฤทธิ์ และสุชาดา ศรีศกุน. (2562). *โครงการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน*. กรุงเทพฯ: วิสต้าอินเตอร์ปรินท์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม วิทยาศาสตร์ชีววิทยา เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6*. กรุงเทพฯ: องค์การค้ำของคุรุสภา.
- สันติ หุตะมาน. (2557). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับระบบการให้คำปรึกษาตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ เรื่องการควบคุมระบบ. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้าศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุรางค์ ไคว่ตระกูล. (2550). *จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 7)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579*. สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 15 มีนาคม 2562. จากเว็บไซต์: <http://www.lampang.go.th/public60/EducationPlan2.pdf>
- อัครเดช นิละโยธิน. (2559). *ตัวบ่งชี้ทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 สำหรับการศึกษาระดับขั้นพื้นฐาน: การพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงโครงสร้าง*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย.
- Bell, S. (2010). "Project-based learning for the 21st century: Skills for the future." *The Clearing House*, 83 (2), pp. 39-43.
- Engen, P., & Kauchak, D. (1997). *Educational psychology: Windows on classrooms*. Upper Saddle River, NJ: Merrill.

- Joyce, B. R., Weil, M., & Calhoun, E. (2015). *Models of teaching (9th ed.)*. Boston, MA: Pearson.
- Jun Sakurada. (2008). Basic Infographic. นนทบุรี: ไอทีซี.
- Reiser, R. A. and Dempsey, J. V. (2012). *Trends and issues in instructional design and technology. 3rd ed.* New Jersey: Pearson Education.
- Roehler, L. R., & Cantlon, D. J. (1996). *Scaffolding: A powerful tool in social constructivist classrooms*. Retrieved from <http://www.educ.msu.edu/units/literacy/paperlr2.htm>
- Turiman, P., Omar, J., Mohd, J., Daud and K., Osman. (2012). Fostering the 21st Century Skills through Scientific Literacy and Science Process Skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 17 October 2012.
- Vanichvasin, P. (2015). Potentials of using Infographics in Enhancing the quality of Learning (in Thai). *Panyapiwat Journal*, 7 (special), 227-240.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University.