

รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักศึกษา

The Science Instructional Model Using Project-Based to Improve Creativity and Innovation Skills of Students

วัชรภรณ์ ประภาสะโนบล* อุบลวรรณ ส่งเสริม**และมาเรียม นิลพันธุ์**

*สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

**ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

Vatcharaporn Prapasanobol*, Ubonwan Songserm** and Maream Nillapun**

*Chemistry Program, Faculty of Science and Technology, Phetchaburi Rajabhat University

**Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Silpakorn University

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์เนื้อหาเกี่ยวกับการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และ 2) เสนอ รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงาน เป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักศึกษา กลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้สอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 คน และนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบสังเคราะห์เอกสารและแบบ สัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างที่มีคุณภาพระดับมากที่สุด วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา รูปแบบ การเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมี 5 องค์ประกอบ แต่ละ องค์ประกอบของรูปแบบมีรายละเอียดดังนี้ 1) หลักการ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญทำให้ผู้เรียน ได้รับประสบการณ์ ได้ลงมือปฏิบัติเพื่อฝึกทักษะต่าง ๆ ด้วยตนเองทุกขั้นตอนและสามารถพัฒนาทักษะต่าง ๆ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เริ่มจากการกระตุ้น ความสนใจหรือค้นหาปัญหาด้วยตนเองและหาวิธีการ แก้ปัญหา โดยร่วมกันวางแผนงานอย่างเป็นระบบ ลงมือ ปฏิบัติตามแผนงานจนได้ผลการศึกษาและข้อสรุปในเรื่อง นั้น ๆ 2) วัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์ และนวัตกรรมของนักศึกษา 3) การจัดการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน

ได้แก่ 3.1) กำหนดเป้าหมายร่วมกัน 3.2) ให้ความรู้ 3.3) คิดหัวข้อ 3.4) วางแผนทำโครงร่าง 3.5) ทำโครงงาน 3.6) นำเสนอผลงาน และ 3.7) การประเมินผล 4) การวัด และประเมินผลประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม และนวัตกรรมของนักศึกษา และ 5) เงื่อนไขสำคัญผู้สอน จะต้องเป็นผู้ที่มีความแม่นยำในเนื้อหาและสามารถอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนตลอดการดำเนินกิจกรรม

คำสำคัญ: การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม

Abstract

The purposes of this research were 1) to study the analysis and synthesis of science instructional using the project-based and 2) propose the science instructional model using the project-based to develop creativity and Innate skills of students. The participants in this research consisted of 5 teachers and 20 students of the Faculty of Science. The research instruments were the most quality level included of the document analysis and synthesis form and structured interview form. Data were analyzed using content analysis. The developed science

instructional model had 5 components. Each component of the model was detailed as follows: 1) Principles were student-centered learning management, allowing the student to experience and had, taken action to practice various skills by themselves. The students could develop various skills by using a scientific process. The finding a solution by jointly planning the systematically implementation of the plan until results of studies. 2) Objectives to develop students' creative and Innovative skills 3) The process of instructional included of 7 steps were 3.1) Define goals 3.2) Teach (3.3) Think 3.4) Plan 3.5) Do (3.6) Present and 3.7) Evaluate, respectively. 4) Measurement and Evaluation: Assess the creative and innovation skills of students and 5) important conditions: The teacher must be accurate in the content and be able to facilitate the students throughout the activity.

Keywords: Project Based Learning, Creative and Innovation Skills

บทนำ

การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัยและนวัตกรรมเป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนประเทศไปสู่ “ประเทศไทย 4.0” ซึ่งเป็นการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจจากเดิมที่ขับเคลื่อนด้วยการพัฒนาประสิทธิภาพในการผลิตภาคอุตสาหกรรมไปสู่ “Innovation Driven Economy” หรือ “เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม” โดยการใช้ความคิดสร้างสรรค์ นวัตกรรม วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการวิจัยและพัฒนา อันจะนำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ นโยบายรัฐบาลได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาและส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การวิจัยและพัฒนา และนวัตกรรม และ

แผนการศึกษาแห่งชาติมีเป้าหมายในการพัฒนากำลังคนที่มีทักษะที่สำคัญและมีสมรรถนะตรงตามความต้องการของตลาดแรงงานและพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ สถาบันการศึกษาและหน่วยงานที่จัดการศึกษาผลิตบัณฑิตที่มีความเชี่ยวชาญเป็นเลิศเฉพาะด้านการวิจัยและพัฒนาเพื่อสร้างองค์ความรู้และนวัตกรรมที่สร้างผลผลิตและมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจและการพัฒนาศักยภาพคนทุกช่วงวัยและการสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้ มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้มีคุณลักษณะ และทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3Rs8Cs) เพื่อให้คนไทยทุกคนได้รับการศึกษาและเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ ดำรงชีวิตอย่างเป็นสุขสอดคล้องกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และการเปลี่ยนแปลงของโลกศตวรรษที่ 21 (The Secretariat of the Council of Education, 2017)

การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมเป็นสิ่งที่ท้าทายผู้สอน การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและการเรียนรู้จริงนั้นต้องมากกว่าการเรียนรู้เนื้อหาไปสู่การเข้าใจแท้จริงในระดับที่เอาไปใช้ในสถานการณ์จริง การเรียนรู้เนื้อหาไปพร้อมกับการใช้ประโยชน์ในสถานการณ์จริง (Panich, 2012) จึงทำให้เกิดผลการเรียนรู้ที่ลึกและเชื่อมโยงกว่าคือรู้จริง ซึ่งขั้นตอนการเรียนรู้ตามลำดับขั้นจากการรู้จำ เข้าใจ นำไปประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ ประเมินและสร้างสรรค์การเรียนรู้ การสอนแบบโครงงานนั้น จะทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จริง ซึ่งเป็นประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรม ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายตรงกับความสนใจของผู้เรียนและทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นอยู่เสมอ รวมถึงการเรียนรู้ของผู้เรียนตามแนวคิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เป็นยุทธวิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยการค้นพบจากการลงมือปฏิบัติ การค้นพบข้อเท็จจริงเฉพาะอย่าง เป็นการพัฒนาความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในเรื่องที่สนใจ ผู้เรียน

ได้รับการส่งเสริมสนับสนุนในการเรียนรู้ไปสู่การเรียนรู้เพื่อหา คำตอบอย่างเป็นระบบ ดังนั้นการสอนที่ผู้เรียนได้ ปฏิบัติการสืบเสาะเป็นวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพ มากกว่าการสอนที่ผู้สอนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งการสอนเช่นนี้ สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นการ เรียนรู้ที่มาจากความต้องการในการเรียนรู้เพื่อรับสิ่งใหม่ เรียนรู้วิธีการเรียนรู้ กล้าเผชิญปัญหาที่ท้าทาย มีทักษะใน การแก้ปัญหา มีกระบวนการทำงานที่เป็นระบบผ่านการมี ปฏิสัมพันธ์ คิดค้นและหาแนวคิดใหม่ ๆ เพื่อตอบโจทย์ การพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมให้สามารถ ดำรงชีวิตได้อย่างรู้เท่าทันการเรียนการสอนในยุคใหม่นี้จึง ต้องเปลี่ยนแปลงไปจากห้องเรียนธรรมดาเป็น ห้องเรียนที่มีสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้อย่างไม่มี ขีดจำกัด สามารถส่งเสริมทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มากขึ้น มีผู้นำทางการศึกษาหลายท่านกล่าวว่าการเรียน การสอนแบบโครงงานหรือการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็น ฐาน (Project-based learning) เป็นการสอนที่ดีที่สุด ในศตวรรษที่ 21 (Kaew-Urai & Muenadej, 2014) การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) หรือเรียกว่า PBL มีความคล้ายกับการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาก (Problem-based learning) โดยทั้งสองวิธีใช้แนวทางการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วย ตนเองผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกัน แต่ มีข้อต่างกันเล็กน้อยคือการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะเน้นที่กระบวนการแก้ปัญหา ส่วนการเรียนรู้โดยใช้ โครงงานเป็นฐานจะเน้นไปที่การลงมือปฏิบัติ การเรียน แบบโครงงานเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติตาม ความสนใจของผู้เรียนเอง เพื่อค้นพบสิ่งใหม่หรือความรู้ ใหม่ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยข้อค้นพบใหม่นั้นผู้เรียนและผู้สอนไม่เคยทราบหรือมีประสบการณ์มาก่อน โดยมีผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญเป็นที่ปรึกษา ผู้เรียนที่ เรียนด้วยกระบวนการนี้จะมีแรงจูงใจในการแก้ปัญหา สูง ผู้เรียนจะเป็นผู้เลือกวิธีการค้นหาคำตอบ กำหนด แหล่งข้อมูล จากนั้นจะลงมือปฏิบัติและค้นคว้าด้วย ตนเองจึงทำให้ผู้เรียนสามารถบูรณาการความรู้และทักษะ ในการแก้ปัญหา สรุปข้อค้นพบและสร้างองค์ความรู้ใหม่

แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันและสามารถนำไปใช้ใน ชีวิตจริงได้อย่างแท้จริง

ทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมเป็นทักษะ เชิงประยุกต์ (Apply skills) ที่ต้องผสมผสานทักษะต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมเป็น ความสามารถในการใช้ความรู้ (Knowledge) จินตนาการ (Imagination) ความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) ความร่วมมือ (Collaborative) ทำให้เกิดนวัตกรรมที่อาจ อยู่ในรูปแบบของความคิด วิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ โดยอาจเป็นสิ่งใหม่ทั้งหมดหรือใหม่เพียงบางส่วนและอาจ ใหม่ในบริบทใดบริบทหนึ่ง หรือในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง (Wongyai & Patthaphon, 2019) ทักษะการสร้างสรรค์ และนวัตกรรมนั้นสามารถเกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ หลายลักษณะ ตัวอย่างเช่น การเรียนรู้โดยการลงมือ ทำการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Rojwattanaboon, 2010) การเรียนรู้แบบจินตวิศกรรม (Nilsuk & Wanphirun, 2013,35) การเรียนรู้สร้างสรรค์นวัตกรรม (Wongyai & Patthaphon, 2015) การเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับ เทคนิคขั้นเน็คติคส์คลาวด์เทคโนโลยี (Maneewan, 2018) ซึ่งระดับของความรู้ที่จะสร้างนวัตกรรม ประกอบด้วยความรู้แสวงหาที่เป็นความรู้จากการเรียนใน ชั้นเรียน การเรียนจากการศึกษาเอกสารตำราและแหล่ง การเรียนรู้ต่าง ๆ และความรู้เฉพาะทางซึ่งเป็นความรู้ เฉพาะบุคคลที่นำความรู้ขึ้นมาแก้ปัญหาได้ดี รวมทั้ง ความรู้สร้างสรรค์หรือความรู้ที่ตกผลึกจากความรู้ใหม่ ความรู้แสวงหาและความรู้ที่มีในแต่ละบุคคลเป็นความรู้ สร้างสรรค์ซึ่งนำไปสู่การได้เปรียบทางการค้าการแข่งขันที่ ยั่งยืน (Songkham, 2014) ดังนั้น การพัฒนาผู้เรียนให้มี ทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมด้วยการเตรียมผู้เรียน ให้เป็นผู้ที่สามารถคิด จินตนาการ ออกแบบ ประดิษฐ์ สร้างสรรค์ ชื่นชมวิพากษ์วิจารณ์ผลงาน ปรับปรุงแก้ไข ประเมิน ประยุกต์ใช้และสร้างรายได้จากความรู้ ทักษะ ความสามารถและประสบการณ์ของผู้เรียนด้วยองค์ ความรู้ที่เกิดจากการประมวลและตกผลึกของข้อมูล สารสนเทศในระดับหนึ่งซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการสร้าง

นวัตกรรม อีกทั้งมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อการพัฒนาศักยภาพมนุษย์ให้ตรงกับความต้องการของสังคมในยุคปัจจุบันและอนาคต การพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมให้แก่ผู้เรียนจึงมีความจำเป็นและควรได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องตามธรรมชาติของช่วงวัยรุ่นที่กำลังเจริญเติบโตมีความเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย อารมณ์ สังคม จิตใจอย่างรวดเร็ว การพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมจึงเป็นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนสู่โลกยุคเศรษฐกิจฐานความรู้และเศรษฐกิจสร้างสรรค์ที่ต้องพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมด้วยการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองเป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์และสามารถสร้างนวัตกรรมได้ ทั้งนี้เพื่อสนับสนุนเด็กไทยให้เติบโตเต็มตามศักยภาพ เป็นผู้มีความคิด รู้เท่าทันเทคโนโลยี รู้จักตัวเอง รู้จักเลือกและสร้างสรรค์นวัตกรรมที่ชาญฉลาด ภาควิชาในบริบทของตนเอง มีคุณลักษณะของผู้ผลิต มองข้ามเทคโนโลยีใหม่ พัฒนานวัตกรรมที่สอดคล้องกับสังคม เป็นผู้กำหนดการเปลี่ยนแปลง มีทักษะในการออกแบบสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ออกสู่ตลาดสร้างสรรค์ผลผลิตหรือนวัตกรรมที่เหมาะสมกับบริบทของสังคมไทยเพื่อให้สามารถยืนอยู่ได้ด้วยตนเอง (Sinlarat, et al., 2014) ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา มีการกำหนดมาตรฐานผลการเรียนรู้ของผู้เรียนไว้ดังนี้ ด้านคุณธรรม จริยธรรมและจรรยาบรรณ ด้านความรู้ ด้านทักษะทางปัญญา ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (Ministry of Education, 2019) และจะเห็นว่าทักษะทางปัญญาที่ระบุไว้ในหลักสูตรระดับอุดมศึกษานั้นมีความสอดคล้องกับทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ที่แผนการศึกษาแห่งชาติได้วางเป้าหมายที่จะพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้มีคุณลักษณะ และทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ไขปัญหา ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและ

การสื่อสารโดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม หากในการจัดการเรียนการสอนสามารถทำให้ผู้เรียนมีการพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม นับว่าจะเป็นการปลูกฝังและการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ให้แก่ผู้เรียนและนำไปสู่การพัฒนา นวัตกรรมได้ อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้นและนำความรู้ที่มีไปพัฒนานวัตกรรมได้อย่างมีคุณภาพ สู่การพัฒนาประเทศได้ในอนาคตสอดคล้องกับนโยบายประเทศไทย 4.0 ดังนั้น การที่จะพัฒนาผู้เรียนได้ มีทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม จึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาประเทศในอนาคตจำเป็นต้องพัฒนาตั้งแต่ระดับมัธยมจนถึงระดับอุดมศึกษา เพื่อวางรากฐานทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการแปรเปลี่ยนความคิดสร้างสรรค์สู่การพัฒนาเป็นชิ้นงานและเป็นนวัตกรรม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีกระบวนการที่ส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมให้แก่ผู้เรียนและนำไปสู่การปฏิบัติจริง ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาวิจัยเพื่อเสนอรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะ การสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักศึกษา ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 โดยการวิเคราะห์และสังเคราะห์การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมและการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อเป็นแนวทางแก่ผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และนำสู่ชั้นเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนได้รับการวางฐานการคิดอย่างเป็นระบบและสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือนวัตกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับหลักการ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม
2. เพื่อเสนอรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย ผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่มีนวัตกรรมและมีแนวทางการปฏิบัติงานที่ดีที่สุด (best practices) ด้านการสอนวิทยาศาสตร์จากโรงเรียนและมหาวิทยาลัยของรัฐบาล ได้แก่ เคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์และคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน และนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 20 คน

2. รูปแบบการวิจัย การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยการวิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสาร (Content Analysis) และการสัมภาษณ์เชิงลึก (Indepth Interview)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

3.1) แบบวิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัย มีกระบวนการสร้างและพัฒนา ได้แก่ 1) ศึกษาเอกสาร ตำราเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบวิเคราะห์เอกสาร 2) สร้างแบบวิเคราะห์เอกสารโดยกำหนดประเด็นการวิเคราะห์เอกสาร 3) นำแบบวิเคราะห์เอกสารที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้สอนวิทยาศาสตร์ 2 คน นักการศึกษาด้านหลักสูตรและการสอน 2 คน และนักการศึกษาด้านการวิจัยและประเมินผลการศึกษาจำนวน 1 คน เพื่อพิจารณาความสอดคล้อง โดยใช้แบบประเมินความสอดคล้องที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ของ Likert (Likert five rating scales) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของแบบวิเคราะห์เอกสาร โดยใช้การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) (Nillapun, 2012) พบว่ามีความสอดคล้องระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.55 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.26

3.2) แบบสัมภาษณ์ผู้สอนวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์ผู้เรียนในระดับอุดมศึกษาเป็นแบบสัมภาษณ์ที่มีโครงสร้าง (structured interview) ที่มีขั้นตอนการสร้างดังนี้ 1) ร่างแบบสัมภาษณ์ โดยมีข้อคำถามปลายเปิดและมีสาระครอบคลุมวัตถุประสงค์ของ

การวิจัย 2) ตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบสัมภาษณ์ในด้านการใช้ภาษาและความสอดคล้องของประเด็นคำถามกับรายละเอียดที่ศึกษา ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์โดยผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย ผู้สอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีประสบการณ์การสอนวิชาวิทยาศาสตร์มาไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนจำนวน 2 คน และด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาจำนวน 1 คน พบว่า แบบสัมภาษณ์ผู้สอนวิทยาศาสตร์มีความสอดคล้องระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.58 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.43 และแบบสัมภาษณ์ผู้เรียนวิทยาศาสตร์มีความสอดคล้องระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย 4.67 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.43 และ 3) ปรับปรุงแก้ไขแบบสัมภาษณ์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้ได้แก่ ปรับคำถามให้เหมาะสมและเพิ่มประเด็นสัมภาษณ์เกี่ยวกับประเภทของโครงการและบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงการเป็นฐานเพื่อพัฒนานวัตกรรม

4. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยการพัฒนาแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้โครงการเป็นฐาน มีวิธีดำเนินการวิจัยโดยใช้ระเบียบวิธีการเชิงคุณภาพ (Qualitative Methods) มีขั้นตอน ดังนี้

4.1) การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้โครงการเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรคและนวัตกรรมของนักศึกษาได้แก่ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนพัฒนา นโยบายด้านการศึกษา กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา แนวคิดการออกแบบการสอน แนวคิดการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ แนวคิดการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงการเป็นฐาน แนวคิดเกี่ยวกับทักษะการสร้างสรรคและนวัตกรรม แนวคิดเกี่ยวกับนวัตกรรมและศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนการสอนของผู้สอนและพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียนในรายวิชาเคมีและ

วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับศึกษาข้อมูลพื้นฐานจากแหล่งข้อมูล เอกสารนโยบายประเทศไทย 4.0 ยุทธศาสตร์การพัฒนาในระดับต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงกับด้านการศึกษาและส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 และการสร้างนวัตกรรม ศึกษาและวิเคราะห์แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยใช้แบบวิเคราะห์เอกสาร โดยศึกษาและวิเคราะห์เอกสาร ตำราเกี่ยวกับการออกแบบการสอน การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน การจัดการเรียนการสอน ที่ส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม

4.2) สัมภาษณ์ผู้สอนวิชาเคมีและวิทยาศาสตร์จำนวน 5 คน โดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่มีโครงสร้าง และใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบเป็นทางการ (formal interview) ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์ด้วยตนเองซึ่งมีประเด็นสัมภาษณ์ ได้แก่ 1) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน 2) ประเภทของโครงงานที่เหมาะสมกับผู้เรียน 3) รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานและสื่อการสอน 4) บทบาทของผู้สอนและบทบาทของนักศึกษาในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 5) รูปแบบการวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน 6) ทักษะของผู้เรียนที่ได้รับการพัฒนาเมื่อมีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงงาน 7) นวัตกรรมและลักษณะที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานและ 8) รูปแบบและวิธีการวัดและประเมินผลนวัตกรรมของโครงงาน

4.3) สัมภาษณ์ผู้เรียนในระดับอุดมศึกษาจำนวนจำนวน 20 คนโดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่มีโครงสร้าง และใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบเป็นทางการ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์ด้วยตนเองซึ่งมีประเด็นสัมภาษณ์ ได้แก่ 1) ประเภทของโครงงานที่นักศึกษามีความสนใจเรียนรู้ 1.1 โครงงานเชิงสำรวจ 1.2 โครงงานเชิงการทดลอง 1.3 โครงงานเชิงพัฒนา สร้างสิ่งประดิษฐ์ แบบจำลอง 1.4 อื่น ๆ 2) นักศึกษาคิดว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐานมีประโยชน์ต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักศึกษา 3) นักศึกษาคิดว่าจะมีข้อเสนอแนะในการ

จัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน 4) นักศึกษาคิดว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐานควรใช้สื่อการสอน 5) การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่เหมาะสมกับนักศึกษาควรมีวิธีการ 6) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานช่วยพัฒนาทักษะด้านใดให้นักศึกษาได้บ้าง 7) นวัตกรรมและลักษณะที่สำคัญ ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และ 8) รูปแบบและวิธีการวัดและประเมินผลนวัตกรรมของโครงงาน

4.4) การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (content analysis) สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากเอกสารตำราและงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหาตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

4.5) วิเคราะห์และสังเคราะห์ตามประเด็นเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการบริหารหลักสูตร การวัดและประเมินผลและปัจจัยเงื่อนไขความสำเร็จ

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาวิเคราะห์และสังเคราะห์หลักการ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม

จากนักวิชาการหลายท่านสรุปได้ว่ารูปแบบการสอน หมายถึง แบบแผนการดำเนินการสอนที่วางแผนไว้อย่างเป็นระบบ มีลักษณะเป็นโครงสร้างที่แสดงให้เห็นองค์ประกอบในการจัดการเรียนการสอน บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนและสิ่งสนับสนุนการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับปรัชญา แนวคิด ทฤษฎีและ

หลักการเรียนรู้หรือการสอนที่รูปแบบนั้นยึดถือและได้รับการทดสอบว่ามีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงธรรมชาติ ความต้องการ พฤติกรรมและปัญหาของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายของรูปแบบนั้นได้อย่างชัดเจน (Joyce et al., 2009; Khemmanee, 2017; Ramsiri, 2013) และจากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของนักวิจัยหลายท่าน พบว่ามีรูปแบบที่หลากหลาย จึงสรุปว่าในรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรมีองค์ประกอบ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) การจัดการเรียนรู้ 4) การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้และ 5) เงื่อนไขสำคัญในการนำรูปแบบไปใช้ให้ประสบผลสำเร็จ (Ramsiri, 2013; Sirisak, 2011; Pharanud, 2014; Jai-ari, 2016)

การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เริ่มจากการกระตุ้นความสนใจหรือค้นหาปัญหาด้วยตนเองและหาวิธีการแก้ปัญหาโดยรวมกันวางแผนงานอย่างเป็นระบบลงมือปฏิบัติตามแผนงานจนได้ผลการศึกษาและข้อสรุปในเรื่องนั้น ๆ Khemmanee (2017); Yohlao (2014); Piangduangjai & Nillapun (2016) กล่าวว่าการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นกระบวนการเพื่อค้นพบข้อความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ตอบสนองความสนใจของนักเรียน โดยนักเรียนเป็นผู้ลงมือกระทำด้วยตนเองโดยการใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ การเรียนรู้ด้วยประสบการณ์ตรง และการเรียนรู้ด้วยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองอย่างเป็นระบบและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานช่วยพัฒนาทักษะและกระบวนการคิด (Rattanakonsat & Wongtatham, 2016) และเน้นกระบวนการแก้ปัญหาและพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะในการสร้างหรือพัฒนางานได้ตามที่ผู้เรียนสนใจและมีการทำงานเป็นทีม (Paima & Walepitakdet, 2017) อีกทั้งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้

ปฏิบัติด้วยตนเอง ตั้งแต่การเลือกหัวข้อที่ตนสนใจวางแผน ค้นคว้าข้อมูลด้วยตนเอง (Gujral & Adipattaranan, 2018) ส่วน Maneewan. (2018) กล่าวว่า เป็นวิธีการเรียนที่เกิดจากความสนใจใคร่รู้ของผู้เรียนโดยใช้ทักษะกระบวนการและมีวิธีการศึกษาอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอนต่อเนื่อง มีการวางแผนในการศึกษาอย่างละเอียด แล้วลงมือปฏิบัติตามแผนงานที่วางไว้จนได้ข้อสรุปหรือผลการศึกษาหรือคำตอบเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ และสอดคล้องกับหลักพัฒนาการคิดของ Bloom ทั้ง 6 ขั้น คือ รู้- จำ (Remembering) เข้าใจ (understanding) ประยุกต์ใช้ (Applying) วิเคราะห์ (Analyzing) ประเมินค่า (Evaluating) และคิดสร้างสรรค์ (Creating) การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานสามารถสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 แนวคิดที่นำมาใช้กับผู้เรียนสายอาชีวศึกษา หรือ V-Project Based Learning (Pongeng, Pratumswan & Houtaman, 2015) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Dejagupta, et al. (2008) และแนวคิดที่ได้จากการสังเคราะห์จากงานวิจัยของ Gujral & Adipattaranan (2018) การใช้การเรียนแบบโครงงานเป็นฐานเพื่อเพิ่มพูนทักษะการอ่าน การเขียนภาษาอังกฤษและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนของ Paimama & Phrapitakdet. (2017) และ Rattanakonsat & Wongtatham. (2016) ได้ศึกษาการออกแบบและพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายโดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์ ส่วน Maneewan (2018) การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้อย่างแบบโครงงานร่วมกับเทคนิคขั้นคิดขั้นผ่านคลาวด์เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และการสร้างนวัตกรรมและ Thanetwiraphornthaphon, et al. (2019) ศึกษาการสร้างสร้งสรรค์นวัตกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ผ่านการเรียนรู้ด้วยโครงงานอย่างมีมาตรฐานขั้นสูงสุดและ TharatAyirrat & Worapapha Ayirrat (2019) ได้ศึกษารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา จากข้อมูลผู้วิจัยสรุปได้ว่าขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมี 7 ขั้นตอน 1) กำหนด

เป้าหมายร่วมกัน 2) ให้ความรู้พื้นฐาน (ความคิดรวบยอด) 3) คิดหัวข้อ โครงการงาน 4) วางแผนทำโครงร่าง 5) ทำโครงการงาน 6) รายงานผลการดำเนินการและนำเสนอผลงาน และ 7) ประเมินผลโดยผู้สอนและผู้เรียน

ทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) มีนักวิชาการได้กล่าวถึง ทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมไว้อย่างหลากหลาย (Panakit, 2015) The Partnership for 21st century Learning, 2017; Wongyai & Patthaphon, 2019) ผู้วิจัยสรุปว่าทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม หมายถึง การใช้ความคิดการระดมความคิด การสร้างสรรค์ ความคิดใหม่ ๆ ที่คุ้มค่า วิเคราะห์และประเมินผล ความคิดของตนเอง เพื่อปรับปรุงและเพิ่มความคิด สร้างสรรค์ของตนอยู่ตลอดเวลา การทำงานร่วมกับผู้อื่น อย่างสร้างสรรค์ การสื่อสารความคิดใหม่ ๆ ร่วมกัน เปิดกว้างและตอบสนองมุมมองใหม่ ๆ มีการเสนอแนะในการทำงานร่วมกัน แสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มและ สร้างสรรค์ในการทำงานประกอบด้วย 1) การคิด อย่างสร้างสรรค์ (Think creatively) ซึ่งมีพฤติกรรมที่ บ่งชี้ได้แก่ 1.1) มองเห็นโอกาสมากกว่าปัญหา 1.2) ริเริ่ม สิ่งใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ 1.3) ใช้วิธีการคิดและมุมมอง อย่างหลากหลาย 1.4) ทำงานด้วยวิธีการหลากหลายและ ยืดหยุ่น 1.5) ประเมินและปรับเปลี่ยนความคิดของตนเอง 2) การทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์ (Work creatively with others) ประกอบด้วย 2.1) การเคารพ ความคิดของคนอื่น 2.2) เปิดรับความคิดเห็นใหม่ ๆ ที่ ทันสมัย 2.3) นำเสนอความคิดของตนเองกับผู้อื่น 2.4) แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับบุคคลอื่นอยู่เสมอ 2.5) ทำงาน ร่วมกับบุคคลอื่นด้วยความร่วมมือร่วมใจ 3) การสร้าง นวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (Implement innovation) ประกอบด้วย 3.1) การวางแผนพัฒนานวัตกรรม อย่างเป็นระบบ 3.2) พัฒนานวัตกรรมและประเมิน ระหว่างการพัฒนา 3.3) ประเมินสรุปประสิทธิผลของ นวัตกรรมที่พัฒนา 3.4) ปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องของ

นวัตกรรมให้ดีขึ้น และ 3.5) ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลสื่อสาร นวัตกรรมสู่สังคม

ตอนที่ 2 ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของ ผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน โดยใช้โครงงานเป็นฐานและการสร้างนวัตกรรมจาก ประเด็นสัมภาษณ์ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมี 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) กำหนดปัญหา 2) ค้นคว้าหาข้อมูล 3) วางแผนทำโครงร่าง 4) ลงมือปฏิบัติ 5) สรุปและ นำเสนอผล และ 6) ประเมินผล
2. ประเภทของโครงงานที่เหมาะสมกับผู้เรียน ได้แก่ โครงงานเชิงการทดลองและโครงงานเชิงพัฒนา สร้างสิ่งประดิษฐ์ แบบจำลอง
3. รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน เป็นฐานเป็นการเรียนรู้เริ่มจากปัญหาที่น่าสนใจจาก สถานการณ์จริงในชีวิตมีคุณค่าต่อผู้เรียนจะเป็นแรงจูงใจ ให้ทำได้สำเร็จโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ ควรมีสื่อการสอนที่เป็นแหล่งเรียนรู้หรือชุมชนให้ผู้เรียน ไปค้นหาปัญหา ตัวอย่างโครงงานที่ได้รับรางวัลจาก youtube สื่อสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ เป็นช่องทางค้นหาปัญหาที่ เกิดขึ้นในชีวิต
4. บทบาทของผู้เรียนและผู้สอน พบว่า ในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานผู้เรียนจะ ร่วมกันลงมือปฏิบัติดำเนินการทุกขั้นตอนโดยมีผู้สอนคอย ให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา แนะนำ และอำนวยความสะดวก
5. รูปแบบการวัดและประเมินผลการจัด การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานได้แก่ การประเมินตาม สภาพจริงประเมินความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาตามหลัก วิชาการประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ประเมิน การดำเนินงานทุกขั้นตอนประเมินชิ้นงานหรือผลงาน ประเมินพฤติกรรมผู้เรียนประเมินรายงานโครงงาน โดย ผู้ประเมินอาจเป็นเพื่อน ตนเองและผู้สอนร่วมกันประเมิน

6. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานสามารถช่วยพัฒนาทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 ทั้ง 8Cs ได้แก่ ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะในการแก้ปัญหา ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรมต่างกระบวนทัศน์ ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้ และความมีเมตตา กรุณา มีวินัย คุณธรรม จริยธรรม

7. นวัตกรรมและลักษณะที่สำคัญที่ได้จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานได้แก่สิ่งใหม่ ๆ ทั้งที่เป็นวิธีการ/แนวคิด/สิ่งประดิษฐ์เกิดจากการคิดใหม่หรือคิดต่อยอดโดยมีการใช้สื่อและเทคโนโลยีมาร่วมในการสร้าง ทำให้เกิดผลดีกว่าเดิม แก้ปัญหาได้ มีคุณค่าและมีประโยชน์

8. รูปแบบและวิธีการวัดและประเมินผลนวัตกรรมที่ได้จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน ได้แก่ กระบวนการสร้างถูกต้องตามหลักวิชาการ ความใหม่ ความคิดสร้างสรรค์ การเกิดประโยชน์และคุณค่า

9. ข้อเสนอแนะอื่น ๆ ผู้สอนต้องมีความเชี่ยวชาญ มีทักษะการสอน การให้คำปรึกษา การเสริมแรง ต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอน

ตอนที่ 3 ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐานและการสร้างนวัตกรรม จากประเด็นสัมภาษณ์ ดังนี้

1. ประเภทของโครงงานที่นักศึกษาสนใจเรียนรู้ ได้แก่ โครงงานเชิงการทดลองและโครงงานเชิงพัฒนา สร้างสิ่งประดิษฐ์ แบบจำลอง

2. ประโยชน์ต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาเป็นการเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง นำไปสู่การเพิ่มพูนความรู้จากการได้ลงมือปฏิบัติและช่วยเพิ่มทักษะในการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนได้คิดเอง สร้างองค์ความรู้จากสิ่งที่ผู้เรียนสนใจ จนเกิดความเข้าใจและอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้อย่างชัดเจน โดยมีอาจารย์คอยให้การสนับสนุน นอกจากนี้สิ่งที่ศึกษาเกิดจากความสนใจ ความพอใจของผู้เรียนจึงทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข

3. ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานจากนักศึกษาว่า ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เชื่อมโยงกับชีวิตจริงจากฐานความรู้เดิมที่มี ใช้แหล่งข้อมูลหลากหลาย ใช้เวลามากในการสร้างผลงานและมีผลผลิตเกิดขึ้นและมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้ 1) เริ่มจากปัญหาในชีวิตประจำวัน 2) หาข้อมูล วัตถุประสงค์ สมมติฐาน ขอบเขต ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม (ทำโครงร่าง) 3) ลงมือทำตามแผน/โครงร่างที่วางไว้ 4) วิเคราะห์ผลและสรุป และ 5) นำเสนอผลงาน (จัดบอร์ด เล่มรายงาน นำเสนองาน)

4. นักศึกษาแสดงความคิดเห็นว่าสื่อการสอนที่จะใช้ในการจัดการเรียนการสอนควรประกอบด้วย 1) สื่อเทคโนโลยีที่สะดวกต่อการสืบค้นข้อมูล ระบบอินเทอร์เน็ต 2) ฐานข้อมูลที่ใช้ในการสืบค้นหนังสือเอกสารและงานวิจัย และ 3) ภูมิปัญญาท้องถิ่น แหล่งเรียนรู้ในชุมชน ปัญหาในชุมชน

5. การวัดและประเมินผลที่เหมาะสมกับนักศึกษาควรมีการประเมินกระบวนการทำงานทุกขั้นตอน การทำตามกำหนดเวลา บรรลุตามวัตถุประสงค์ มีวิธีการแก้ไขปัญหาสอดคล้องกับปัญหาและอุปสรรคที่พบคืออะไรบ้างและแก้ปัญหายังไง และประเมินจากผลงาน ชิ้นงาน สื่อหรือสิ่งที่สร้างขึ้น

6. ทักษะที่สามารถพัฒนาจากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงงาน ได้แก่ ทักษะความคิดสร้างสรรค์

กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบสามารถพัฒนาผล การเรียนรู้ตามมาตรฐานหลักสูตรได้ทั้ง 5 ด้าน ทำให้ บรรลุตามการเรียนรู้ของ Bloom ครบทั้ง 6 ชั้น ได้แก่ รู้ - จำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ ประเมินค่าและ คิดสร้างสรรค์รวมถึง การพัฒนาทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ทั้งระดับพื้นฐานจนถึงระดับสูง

7. นวัตกรรมและลักษณะที่สำคัญที่ได้จาก การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานนักศึกษาเห็นว่าควร เป็นสิ่งที่ทันสมัย ไม่เคยมีมาก่อน พัฒนาจากสิ่งเดิม ได้รับความยอมรับ นำไปใช้ประโยชน์ได้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้จริง

8. รูปแบบและวิธีการวัดและประเมินผล นวัตกรรมที่เป็นผลงานจากโครงงานนักศึกษามี ความคิดเห็นว่าควรมีการทดลองใช้จนเกิดการยอมรับ ความทนทานของนวัตกรรมประเมินจากสภาพจริงและ ประเมินโดยผู้เกี่ยวข้อง (ผู้สอน เพื่อน ตนเอง ผู้นำไปใช้ ประโยชน์)

9. ข้อเสนอแนะอื่น ๆ นักศึกษามีความเห็น เพิ่มเติมว่าผู้สอนต้องมีความพร้อมและความแม่นยำใน เนื้อหาเพื่อให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างราบรื่น และ สามารถอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ ขณะทำกิจกรรม

ตอนที่ 4 รูปแบบการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะ การสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักศึกษา

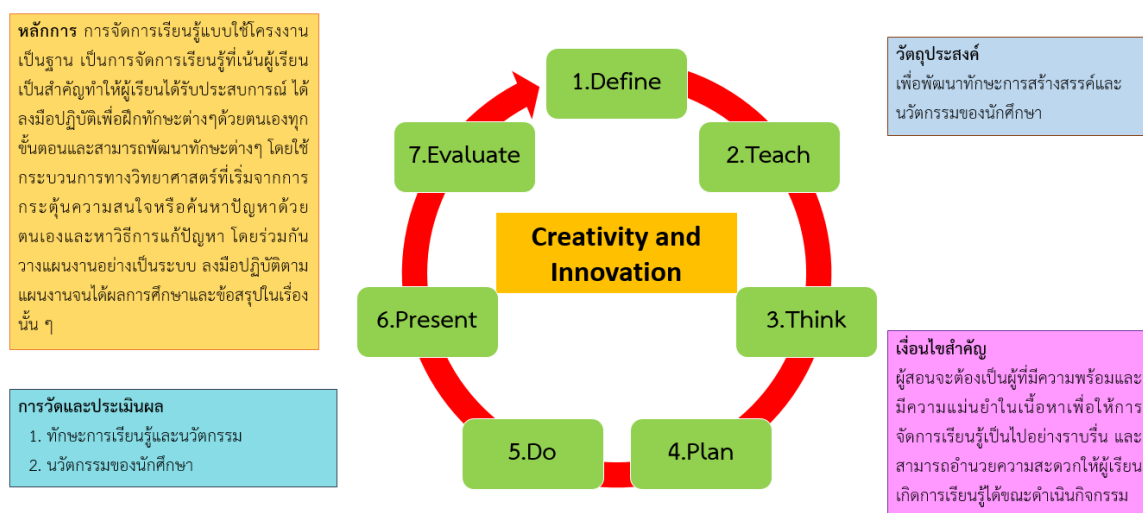
จากผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสารที่ เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์พบว่า ควรมีองค์ประกอบ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) การจัดการเรียนรู้ 4) การวัดผลและ ประเมินผลการเรียนรู้ และ 5) เงื่อนไขสำคัญในการนำ รูปแบบไปใช้ให้ประสบผลสำเร็จ (Ramsiri, 2013; Sirisak, 2011; Pharanud, 2014; Jai-ari, 2016) และ จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการจัด การเรียนการสอนแบบใช้โครงงานเป็นฐานพบว่าควรมี การจัดการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน 1) กำหนดเป้าหมายร่วมกัน 2) ให้ความรู้พื้นฐาน (ความคิดรวบยอด) 3) คิดหัวข้อ

โครงงาน 4) วางแผนทำโครงร่าง 5) ทำโครงงาน 6) รายงานผลการดำเนินการและนำเสนอผลงาน 7) ประเมินผลโดยผู้สอนและผู้เรียน ซึ่งมีบางขั้นตอนตรงกับผลการสัมภาษณ์ผู้สอน และนำผลการสัมภาษณ์ผู้สอน และผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์เพื่อเป็น รายละเอียดของหลักการ บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้การใช้สื่อ และแนวทางการวัดและ ประเมินผลทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของผู้เรียน ที่เป็นวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ในงานวิจัยครั้งนี้ จากข้อมูลทั้งหมดทำให้ ผู้วิจัยได้รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะ การสร้างสรรค์และ นวัตกรรมของนักศึกษา (ภาพที่ 1) โดยมีองค์ประกอบ 5 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) **หลักการ** การจัดการเรียนรู้แบบใช้ โครงงานเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็น สำคัญทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ ได้ลงมือปฏิบัติเพื่อ ฝึกทักษะต่าง ๆ ด้วยตนเองทุกขั้นตอนและสามารถพัฒนา ทักษะต่าง ๆ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เริ่ม จากการกระตุ้นความสนใจหรือค้นหาปัญหาด้วยตนเอง และหาวิธีการแก้ปัญหา โดยร่วมกันวางแผนงานอย่างเป็น ระบบ ลงมือปฏิบัติตามแผนงานจนได้ผลการศึกษาและ ข้อสรุปในเรื่องนั้น ๆ 2) **วัตถุประสงค์** เพื่อพัฒนาทักษะ การสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักศึกษา 3) **การจัด การเรียนรู้** 7 ขั้นตอน ได้แก่ 3.1) กำหนดเป้าหมาย ร่วมกัน (Define) ผู้เรียนร่วมแสดงความคิดเห็นถึง เป้าหมายและเกณฑ์การวัดและประเมินผล ศึกษา สถานการณ์และตัวอย่างที่เป็นปัญหาผู้สอนชี้แจง เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอน เกณฑ์การวัดและ ประเมินผล เสนอสถานการณ์และตัวอย่างที่เป็นปัญหา 3.2) ให้ความรู้พื้นฐาน (Teach) ผู้เรียนเรียนรู้ขั้นตอน การทำโครงงานเพื่อใช้ในการปฏิบัติโดยมีผู้สอนให้ความรู้ พื้นฐานเกี่ยวกับรูปแบบและขั้นตอนการทำโครงงาน 3.3) คิดหัวข้อโครงงาน (Think) ผู้เรียนค้นหาประเด็น ปัญหาจากสภาพจริงหรือเลือกทำโครงงานที่ตนสนใจ โดย ผู้สอนเตรียมกิจกรรมกระตุ้นความสนใจ กระตุ้นด้วย คำถาม/ประเมินความเป็นไปได้ของหัวข้อโครงงาน

3.4) วางแผนทำโครงร่าง (Plan) ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลร่วมกันวางแผน ระดมความคิด แบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบอภิปรายหาข้อสรุปของกลุ่มเพื่อใช้เป็นแนวทางการปฏิบัติ โดยผู้สอนต้องวางแผน เตรียมเครื่องอำนวยความสะดวกและใช้คำถามกระตุ้น 3.5) ทำโครงงาน (Do) ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมตามแผน แก้ปัญหา ประสานงานทำงานร่วมกัน เขียนสรุปรายงานผลที่เกิดขึ้นโดยมีผู้สอนคอยอำนวยความสะดวก และใช้คำถามกระตุ้นให้ความช่วยเหลือชี้แนะแก่ผู้เรียน 3.6) รายงานผลและนำเสนอผลงาน (Present) ผู้เรียนนำเสนอโครงงานต่อชั้นเรียนเขียนรายงาน power point จัดทำวิดีโอทัศน์หรือนำเสนอในรูปแบบอื่น โดยผู้สอนกำหนดหัวข้อในการนำเสนอ

ออกแบบกิจกรรม จัดเวลาให้ผู้เรียนนำเสนอ 3.7) การประเมินผล (Evaluate) ผู้สอน ผู้เรียนและเพื่อนร่วมกันประเมินผลการปฏิบัติงานตามสภาพจริง (ทุกขั้นตอน) และการบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ 4) การวัดและประเมินผลประเมินจากทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมและนวัตกรรมที่เป็นผลงานของนักศึกษา 5) เงื่อนไขสำคัญในการนำรูปแบบไปใช้ให้ประสบผลสำเร็จผู้สอนจะต้องเป็นผู้ที่มีความพร้อมและความแม่นยำในเนื้อหาเพื่อให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างราบรื่น และสามารถอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ขณะดำเนินกิจกรรม

รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักศึกษา (DTTPDPE Model)



ภาพที่ 1 รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักศึกษา

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักศึกษาที่พัฒนาขึ้นนี้มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานเป็นการสอนที่ดีที่สุด ในศตวรรษที่ 21 (Kaew-Urai & Muenadej, 2014) และใช้

เป็นแนวทางการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักศึกษาตามนโยบายประเทศไทย 4.0 (Chaemduang, 2018) อีกทั้งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาทักษะที่สำคัญ ได้แก่ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Phichaikham, 2016) ทักษะและกระบวนการคิด (Rattanakonsat & Wongtatham, 2016) และเน้นกระบวนการแก้ปัญหาและพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะในการ

สร้างหรือพัฒนางานได้ตามที่ผู้เรียนสนใจและมีการทำงานเป็นทีม (Paima & Walepitakdet, 2017) ทั้งนี้รูปแบบการสอนเป็นแบบแผนการดำเนิน การสอนที่วางแผนไว้อย่างเป็นระบบ มีลักษณะเป็นโครงสร้างที่แสดงให้เห็นองค์ประกอบในการจัดการเรียนการสอน บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนและสิ่งสนับสนุนการเรียน การสอนที่สอดคล้องกับแนวคิด ทฤษฎีและหลักการ เรียนรู้ที่รูปแบบนั้นยึดถือและได้รับการทดสอบว่ามี ประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงธรรมชาติ ความต้องการ พฤติกรรมและปัญหาของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนเกิด การเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบนั้นได้อย่างชัดเจน (Joyce & weil, 2009; Khemmanee, 2017) ควรมี องค์ประกอบ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) การจัดการเรียนรู้ 4) การวัดผลและ ประเมินผลการเรียนรู้และ 5) เงื่อนไขสำคัญในการนำ รูปแบบไปใช้ให้ประสบผลสำเร็จ สอดคล้องกับรูปแบบ การสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์และนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษา (Panakit, 2015) และรูปแบบการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยเป็นฐานเพื่อ เสริมสร้างทักษะการวิจัย ทักษะการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับ มัธยมศึกษา (Ramsiri, 2013) ส่วนขั้นตอน การจัด การเรียนรู้มี 7 ขั้นตอน 1) กำหนดเป้าหมายร่วมกัน 2) ให้ ความรู้พื้นฐาน (ความคิดรวบยอด) 3) คิดหัวข้อโครงการ 4) วางแผนทำโครงร่าง 5) ทำโครงการ 6) รายงานผล การดำเนินการและนำเสนอผลงาน 7) ประเมินผลโดย ผู้สอนและผู้เรียน ได้จากการสังเคราะห์งานวิจัยของ Maneewan (2018) ที่การพัฒนาแบบการเรียนรู้แบบ โครงงานร่วมกับเทคนิคชิ้นเน็คติสผ่านคลาวด์เทคโนโลยี เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และการสร้างนวัตกรรม และ Thanetwiraphornthaphon, et al. (2019) ที่ได้ ศึกษาการสร้างสรค์นวัตกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ผ่าน การเรียนรู้ด้วยโครงงานอย่างมีมาตรฐานขั้นสูงสุดและ

Ayirrat & Ayirrat (2019) ได้ศึกษารูปแบบการจัด กิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เชิงนวัตกรรมสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา และ จากผลการสัมภาษณ์ของผู้สอนและผู้เรียนวิทยาศาสตร์ ทำให้ได้รายละเอียดบทบาทผู้เรียนและผู้สอน การวัดและ ประเมินผลที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนมากขึ้น และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมเป็นการใช้ ความคิดการระดมความคิด การสร้างสรรค์ความคิดใหม่ ๆ ที่คุ้มค่า วิเคราะห์และประเมินผลความคิดของตนเอง เพื่อปรับปรุงและเพิ่มความคิดสร้างสรรค์ของตน อยู่ตลอดเวลา การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ การสื่อสารความคิดใหม่ๆร่วมกัน เปิดกว้างและ ตอบสนองมุมมองใหม่ๆ มีการเสนอแนะในการทำงาน ร่วมกัน แสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มและสร้างสรรค์ ในการทำงานประกอบด้วย 1) การคิดอย่างสร้างสรรค์ 2) การทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์ 3) การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (Panakit, 2015; The Partnership for 21st century Learning, 2017; Wongyai & Patthaphon, 2019)

ข้อเสนอแนะการวิจัย

การวิจัยเพื่อเสนอรูปแบบการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการ สร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักศึกษานี้ ควรมีการศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่มีความหลากหลายมากขึ้นอาจไม่ใช่แค่ กลุ่มผู้สอนและกลุ่มผู้เรียน แต่เพิ่มเติมในส่วนของผู้บริหารสถานศึกษาหรือระดับหัวหน้างาน และ กลุ่มตัวอย่างควรมาจากสถานศึกษาทั้งภาครัฐและเอกชน และเป็นสถานศึกษาที่มีขนาดแตกต่างกัน เนื่องจาก สถานศึกษาที่แตกต่างกันจะมีความพร้อมในการจัด การเรียนรู้ที่แตกต่างกันได้ และควรเพิ่มจำนวนกลุ่ม ตัวอย่าง เพื่อให้รูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นสามารถ นำไปใช้กับประชากรกลุ่มใหญ่ขึ้นและใช้ได้อย่าง กว้างขวางมากขึ้น

References

- Ayirrat, T. & Ayirrat, W. (2019). A model of learning activities to promote ideas creative innovation for secondary school students according to the National Education Plan framework 2017-2036 for educational management 4.0, *Journal of Computer Science and Information Technology Project*, 5(1), 52-64. [in Thai]
- Chaemduang, T. (2018). Guidelines for the development of learning and innovation skills of students. Silpakorn University based Thailand policy 4.0. *Journal of Management Science NakhonPathomRajabhat University*, 5(2), 146-160. [in Thai]
- Dejagupta, P. & et al. (2008). *Teaching Thinking through Integrated Teaching and Learning Project*. Bangkok: Chulalongkorn University. [in Thai]
- Gujral, T. & Adipattaranan, N. (2018) .Using project-based learning as a basis for increasing skills reading and writing english and critical thinking skills of mathayomsuksa5 students. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*. 11(3), 1544-1556. [in Thai]
- Jai-ari, C. (2016). *The development of science teaching model in the classroom strengthen problem solving skills* Doctor of Philosophy Thesis. Bangkok: King Mongkut's University of Technology North Bangkok. [in Thai]
- Joyce, B., Weil, M. & Calhoun, E. (2009). *Models of Teaching*. New York: Pearson Education, Inc.
- Kaew-Urai, R. & Muenadej, S. (2014). 8 steps of project study with Social media to promote skills in the 21st century. *Journal of Educational Technology and Media*. Convergence Mahidol University, 1(1), 1-17. [in Thai]
- Khemmanee, T. (2017). *Teaching Science for effective learning process management*. Bangkok: Chulalongkorn University Printing House. [in Thai]
- Maneewan, S. (2018). Developing a project-based learning model with synergy through Cloud technology to promote creativity and innovation. *The Vocational Journal And Technical Studies*, 8(15), 63-76.
- Ministry of Education. (2019). *Announcement of the Ministry of Education on the National Qualifications Standards for Higher Education*, B.E. 2562. [in Thai]
- Nilapun, M. (2012). *Research methods in education*. 7th Edition, Nakhonpathom: Research and Development CenterEducational, Faculty of Education Silpakorn University. [in Thai]
- Nilsuk, P. & Wanphirun, P. (2013). Imaginary learning (Imagineering). *Journal of Technical Education Development*, 25 (86). Retrieved from [https://www.academia.edu\[in Thai\]](https://www.academia.edu[in Thai]).

- Paima, N. & Walepitakdet, W. (2017). Study of learning management model by using project as base and learning management like a friend helping friends. *Journal of Vocational Education and Technical Education*, 7(13), 16-26. [in Thai]
- Panakit, P. (2015). *Development of Teaching Model to Promote Problem Solving Ability in Creative and scientific innovation of elementary school students*. (Doctor of Philosophy). Nakhonpathom: Silpakorn University. [in Thai]
- Panich, W. (2012). *The way to create learning for pupils in the 21st century*. Bangkok: Sodsri Foundation.
- Piangduangjai, N. & Nilapun, M. (2016). Development of a model for managing science by Using Projects with techniques of searching for knowledge According to the classroom concept To enhance the ability to create innovation and mental science of mathayomsuksa 3 students, *Silpakorn Journal of Educational Research*, 9(2), 190-204. [in Thai]
- Pharanud, W. (2014). *Development of a science-based teaching model that promotes a contentious Argument reason*. (Doctor of Thesis). Mahasarakham: Mahasarakham University. [in Thai]
- Phichaikham, J. (2016). Learning and Innovations Skills can be developed by Project based learning. *Academic journals at UttaraditRajabhat University*, 11(1), 1-12. [in Thai].
- Pongeng, W., Pratumswan, P. & Houtaman, S. (2015). *Teaching and learning management Project-based*. Retrieved from <http://www.fte.kmutnb.ac.th>.
- Ramsiri, R. (2013). *Development of a science-based teaching and learning model based on research to Enhance research skills Creative Problem Solving Skills and Psychological Sciences of Secondary School Students*. Doctoral Philosophy Program Thesis. Nakhonpathom: Silpakorn University. [in Thai]
- Rattanakonsat, S. & Wongtatham, P. (2016). *Design and Development of Lessons on Network using the project as the base to promote creative thinking skills*. The twelfth National Conference on Computing and Information Technology NCCIT2016, 404-409. [in Thai]
- Rojwattanaboon, O. (2010). *Development of innovative leadership model*. Doctor of Philosophy Thesis. Bangkok: Graduate School National Institute of Development Administration. [in Thai]
- Sinlarat, P. and et al. (2014). *Full growth potential to the 21st century of Thai education*. Bangkok: The Publisher of Chulalongkorn University. [in Thai]

- Sirisak, P. (2011). *Development of an Environmental Science Teaching Model Based on Educational Concepts Based on A place to promote the location and environmental knowledge of lower secondary school students* Doctor of Thesis. Bangkok: Chulalongkorn University. [in Thai]
- Songkhram, N. (2014). *Innovation Change learners into innovators*. Bangkok: Publisher of Chulalongkorn University. [in Thai]
- Thanetwiraphot, A., Chaichatphonsuk, P., Chowpricha, C. & Suwannakit, S. (2019). Creating innovation in science teaching through project-based learning with efficiency High standard. *Journal of Science, Technology and Environment Research Unit for Learning*, 10(1). [in Thai]
- The Partnership for 21st Century Learning. (2017). *What We Know about Creativity*. Retrieved from http://www.p21.org/storage/documents/docs/Research/P21_4Cs_Research_Brief_Series-Creativity.pdf.
- The Secretariat of the Council of Education (2017). *National Education Plan 2017-2036*. Retrieved 16 April 2017, from <https://www.onec.go.th/index.php/page/view/Outstand/2532>. [in Thai]
- Wongyai, W. & Patthaphon, M. (2015). *Coaching Paradigm to Enhance Creative Skills and Innovation*. 1st Edition. Bangkok: Sanit Wong Printing Co., Ltd. [in Thai]
- Wongyai, W. & Patthaphon, M. (2019). Source of leadership center Curriculum innovation and learning Retrieved from www.curriculumandlearning.com. [in Thai]
- Yohlao, D. (2014). *A Study of PBL Learning Management from the Knowledge Building Project for Strengthening 21st Century Skills for Children and Youth: Based on the successful experiences of Thai schools*. Bangkok: Thippay Wisut Ltd., Part. [in Thai]