

## การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้โครงงานร่วมกับวิจัยเป็นฐาน

ชมมนัส เกียรติโพธา<sup>1\*</sup> และนันท์นภัส นิยมทรัพย์<sup>2</sup>

<sup>1</sup>โรงเรียนวัดหนองกบ (ขุนทองประชานุเคราะห์) อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี  
<sup>2</sup>สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม  
\*kruchommanat@gmail.com

### บทคัดย่อ

ในศตวรรษที่ 21 เป็นโลกของเทคโนโลยีและนวัตกรรม รวมถึงการเป็นสังคมความรู้ มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ในด้านข้อมูลสารสนเทศ และเทคโนโลยีการสื่อสาร มีปัญหาต่าง ๆ เกิดขึ้นมากมายในชีวิตประจำวัน โลกยุคใหม่ต้องการคนที่พร้อมจะเรียนรู้และรับมือกับการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นมนุษย์ทุกคนจึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนรู้ และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์มีส่วนช่วยในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา บทความนี้นำเสนอการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานร่วมกับวิจัยเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา โดยสังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ช้้นกำหนดปัญหา 2) ชั้นศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง 3) ชั้นเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล 4) ชั้นลงมือทำโครงงาน 5) ชั้นคิดทบทวน 6) ชั้นนำเสนอ บทความนี้มุ่งนำเสนอแนวคิดและการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์พร้อมเสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานร่วมกับวิจัยเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

คำสำคัญ: โครงงาน วิจัยเป็นฐาน ความสามารถในการแก้ปัญหา

## Science Learning in the 21<sup>st</sup> Century for Problem-Solving Ability by Using Project together with Research-Based Learning

Chommanat Kiatphotha<sup>1,\*</sup> and Nannabhat Niyomsap<sup>2</sup>

1 dept. Watnongkob School of Office of Basic Education Commission

2 dept. Faculty of Education of Nakhon Pathom Rajabhat University.

\*Corresponding Author; email:

\*kruchommanat@gmail.com

### Abstract

*This article presents guidelines for making a correctly-formatted manuscript for submitting to the 12<sup>th</sup> NPRU National Conference. Authors are encouraged to start their writing by replacing the text in this electronic document. It is compulsory to follow the guidelines provided here strictly. The manuscript that is not in the correct format will be returned and the corresponding authors may have to resubmit. Abstract should be between 150 and 300 words. It should be provide a concise summary of the key points of your paper. The whole abstract must be within one A4 page.*

**Keywords:** Project - based learning, Research - based learning, Problem – solving ability

### 1. บทนำ

แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560 – 2579 โดยมีเป้าหมายด้านผู้เรียน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้มีคุณลักษณะและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2560: ๘) การพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความสามารถในการใช้ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 จึงเป็นประเด็นเร่งด่วนของทุกประเทศ (วัชรรา เล่าเรียนดี, ปรณัฐ กิจรุ่งเรือง และอรพิน ศิริสัมพันธ์, 2560: 15) ซึ่งวิชา วิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหา เป็นหนึ่งในสาระวิชาหลัก และทักษะในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 (วิจารณ์ พานิช, 2555: 16-17) โดยเฉพาะโลกในยุคปัจจุบันที่มีความเจริญก้าวหน้าด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเจริญอย่างรวดเร็ว มนุษย์ซึ่งเป็นผู้สร้างและใช้เทคโนโลยีจึงมีความพยายามที่จะศึกษาค้นคว้า วิจัย เพื่อหาความรู้ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์สะสมไว้เพื่อสร้างศักยภาพ เมื่อมีความจำเป็นก็จะได้นำความรู้ที่ค้นพบนั้นไปสร้างเทคโนโลยีเพื่ออำนวยความสะดวกสบาย และประโยชน์ต่าง ๆ ในการดำรงชีวิตให้ผาสุก ผู้ที่จะดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างสร้างสรรค์มีความสุข ต้องเป็นผู้ที่คิดเป็น เรียนรู้เป็น (จินตนา ศิริธัญญารัตน์ และวัชรรา เล่าเรียนดี, 2562: 6; สมพงษ์ จันทร์โพธิ์ศรี, 2562: 4) แต่ในการดำรงชีวิตของมนุษย์ยังต้องเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ มากมาย ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีคุณภาพ จึงเป็นสิ่งจำเป็นควบคู่กับการศึกษาเรียนรู้ (วัชรรา เล่าเรียนดี, ปรณัฐ กิจรุ่งเรือง และอรพิน ศิริสัมพันธ์, 2560: 35) ขณะนี้ทุกสังคมต้องการทรัพยากรบุคคลที่มีประสิทธิภาพ และมีความพร้อมที่จะแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ (อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์, 2555: 206) สอดคล้องกับการจัดการศึกษาในประเทศไทยที่มีการกำหนดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นสมรรถนะที่สำคัญในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีความหมายว่า เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาและมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 6) การฝึกให้ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาและนำกระบวนการแก้ปัญหามาใช้ในการเรียน และในชีวิตจริงจึงมีคุณค่าและประโยชน์ต่อตัวผู้เรียน (เนตรนพิศ คตจำปา, มารศรี กลางประพันธ์ และสมเกียรติ พละจิตต์,

2558: 66) โดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้ในวิชา วิทยาศาสตร์ จะช่วยส่งเสริมให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งด้านความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ รวมถึงช่วยให้มนุษย์มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 92)

ปัจจุบันการจัดการเรียนรู้ในวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาที่หลากหลายวิธี เช่น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหา อนาคตร่วมกับแผนผังความคิด และการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อีกวิธีหนึ่งที่จะฝึกให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้นั้น คือ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานร่วมกับกระบวนการวิจัย หรือนักวิชาการบางท่านเชื่อว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย หรือการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานร่วมกับวิจัยเป็นฐาน (Project together with research - based Learning) โดยผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้และหนุนนำอย่างต่อเนื่อง (วัฒนา รัตนพรหม, 2561: 39) และเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยเกิดจากการศึกษา ค้นคว้าข้อมูล ที่ผู้เรียนสนใจเรียนรู้ สู่การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูลเป็นองค์ความรู้ และสามารถสื่อสารองค์ความรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจผ่านงานเขียนและการนำเสนอด้วยวาจา และนิทรรศการ จากการทำโครงงานด้วยกระบวนการวิจัย (วัฒนา รัตนพรหม, 2560: 1) โดยเริ่มจากความสงสัย วางแผนและเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสังเคราะห์ความรู้ใหม่ของตนเองโดยเอาทฤษฎี บทพื้นฐานมาช่วยอธิบาย จนได้เป็นความเข้าใจในความสัมพันธ์แบบเหตุและผล และสิ่งที่ได้มากกว่าความรู้คือ ทักษะที่พึงมี ในศตวรรษที่ 21 (สุธีระ ประเสริฐสรพร, 2555) ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้สามารถนำไปสู่ความสามารถในการแก้ปัญหาได้ จึงทำให้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานร่วมกับการวิจัยเป็นฐานเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจในการนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในโลกศตวรรษที่ 21 นี้

## 2. แนวคิดความสามารถในการแก้ปัญหา (Problem Solving Ability)

ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการคิดส่วนบุคคลในการพิจารณาไตร่ตรองสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นประเด็นสำคัญของเรื่องหรือสิ่งต่าง ๆ ที่สร้างความยุ่งยากลำบาก สับสน วิตกกังวล กังวล และพยายามหาหนทางคลี่คลายสิ่งเหล่านั้น ให้ปรากฏ และหาหนทางขจัดปิดเป่าสิ่งที่เป็นปัญหาก่อความรำคาญความวิตกกังวล ความยุ่งยากสับสนให้หมดไป โดยการนำประสบการณ์เดิมและกฎเกณฑ์ที่เกิดจากการเรียนรู้มาเป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ (Good, 1973: 518 ; Jonassen, 2003; สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ, 2555: 138; ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556: 161) ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลายจะต้องใช้ทักษะการคิดทุกระดับและทักษะการคิดขั้นสูงทุกประเภท เริ่มตั้งแต่การใช้ความคิดระดับต้น ๆ การคิดวิเคราะห์ ประเมินค่า สร้างสรรค์ การคิดด้วยเหตุผล การตัดสินใจ รวมทั้งการคิดอย่างมี วิจารณญาณ คิดอย่างสร้างสรรค์ และการสื่อความหมายที่มีคุณภาพ (วัชรา เล่าเรียนดี, ปรณัฐ กิจรุ่งเรือง และอรพิน ศิริสัมพันธ์, 2560: 35) นอกจากนี้การจัดการกิจกรรมให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างอิสระ ในวิธีการของตนเอง ผู้เรียนจะได้รับการสนับสนุน เพื่อให้สามารถสำรวจ ค้นหาความจริง พัฒนาความคิด และสำรวจปัญหา และผู้เรียนจะได้รับการฝึกฝนให้ไม่ต้องกลัวที่จะลองหาวิธีการต่าง ๆ ที่หลากหลายในการแก้ปัญหา รวมถึงมีความกล้าในการตัดสินใจ และรับผิดชอบผลของการกระทำ (Jawhara, 1995) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้ การพัฒนาการเรียนรู้ และทักษะการคิดของมาร์ซานอและเคนดอล (Marzano and Kendall, 2007 อ้างถึงใน วัชรา เล่าเรียนดี, ปรณัฐ กิจรุ่งเรือง และอรพิน ศิริสัมพันธ์, 2560: 35) ที่มองการเรียนรู้ที่มีคุณภาพของมนุษย์ว่า ประกอบด้วยการทำงานของ 4 ระดับที่มีความ เกี่ยวเนื่องสัมพันธ์กัน คือ 1) ระบบความรู้ การรู้ ในสาระความรู้ข้อมูลต่าง ๆ การจัดเก็บและการนำความรู้มาใช้ (Informal system) 2) ระบบการจัดการกับสาระความรู้ ซึ่งเป็นการทำงานของสมองและการใช้ความคิด (Mental procedures) 3) ระบบการใช้กล้ามเนื้อและอวัยวะต่าง ๆ ในการปฏิบัติงาน (Psychomotor procedures) และ 4) ระบบการรู้จักตนเอง (Self-system) ซึ่งเป็นการรู้จักตัวตนของตัวเอง รวมทั้งวิธีการ ระดับความสามารถในการเรียนรู้ ระดับความคิด วิธีคิดของตนเอง นอกจากนี้กิลฟอร์ด (Guilford, 1967: 313-316) ได้อธิบายรูปแบบของการคิดแก้ปัญหาโดยทั่ว ๆ ไปว่า กระบวนการคิดแก้ปัญหา เป็นส่วนของความสามารถของสมองด้านการจำ การรู้และการเข้าใจ การคิดแบบอเนกนัย การคิดแบบเอกนัย และการประมาณค่า ความสามารถทั้ง 5 อย่างนี้จะปฏิบัติการร่วมกันซึ่งพอสรุปเป็นขั้นตอน 6 ขั้นตอน คือ 1) เมื่อบุคคลได้พบกับปัญหาจากสิ่งแวดล้อม ความสามารถของสมองในส่วนของการจำจะปฏิบัติการร่วมกับการรู้และการคิด เพื่อทำการรู้จักสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของปัญหาและสภาพที่ก่อให้เกิดปัญหา (ปัญหาเป็นมิติด้านเนื้อหา) โดยการแปลงรูปให้เข้ากับความรู้ที่มีอยู่แล้วในส่วนของการจำซึ่งบางครั้งอาจมีการแก้ไขข้อมูล แล้วนำเข้าไปเก็บไว้ในส่วนของการจำเพิ่มขึ้น 2) ความสามารถของสมองในส่วนของการประมาณค่า เชื่อมโยงระหว่างศูนย์กลางของปฏิบัติการ คือส่วนของการรู้และการคิด

(แบบเอกนัยและอเนกนัย) กับความจำเป็นทำการประเมิน และบางครั้งก็มีการถ่วงดุลเพื่อแยกประเภทข้อมูลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับปัญหา ความสามารถของสมองในส่วนของการประมาณค่านี้ เป็นส่วนที่ค่อนข้างกระจาย เพื่อให้การตรวจสอบข้อมูลเป็นไปในทุกทิศทาง ปฏิบัติการของการประมาณค่าจะไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อหน่วยของการจำ 3) บางครั้งบุคคลจำเป็นต้องรับข่าวสารอื่นจากสิ่งแวดล้อม เข้าไปในส่วนของความจำโดยผ่านการรับรู้และการถ่วงดุลข่าวสารใหม่แบบเดียวกับปัญหาเดิม 4) ทางออกของปัญหา เป็นการสิ้นสุดกระบวนการแก้ปัญหาในปัญหาหนึ่ง ๆ อาจมีทางออกหลายทาง ทางออกที่ 1 อาจถูกปฏิเสธ ทางออกที่ 2 เป็นทางเลือกได้ แต่ไม่ดี หรือเป็นทางออกของปัญหาที่เคยกระทำมาแล้ว อาจพบทวนใหม่ และกลับไปสู่ขั้นการหยุดพัก ทางออกที่ 3 เป็นทางแก้ปัญหาที่น่าพอใจ 5) ลักษณะสำคัญของกระบวนการแก้ปัญหา คือมีช่วงกว้างและข้อมูลมีการย้อนกลับ แต่ผลการรับรู้และการคิด มีวงจรรอบการรับรู้ การคิด ไปยังความจำ ไปสู่การประเมินและกลับมาที่การรับรู้ การคิดใหม่ อาจทำซ้ำกันหลาย ๆ ครั้ง วงจรรอบกว้างมากโดยรวมเอาการรับรู้ การคิดคู่แรก คู่ที่ 2 คู่ที่ 3 คู่ที่ 4 และคู่อื่น ๆ เข้าไว้ด้วย วงจรเหล่านี้จะยึดหยุ่นตามลำดับของเหตุการณ์ 6) ในกระบวนการแก้ปัญหาจะใช้การคิดทั้งแบบเอกนัยและแบบอเนกนัยสลับกันตามลักษณะของปัญหาที่ต้องการคำตอบแบบใด บางปัญหาจะต้องใช้การถ่ายโยงเกี่ยวข้องกันทั้ง 2 แบบในการระลึกข้อมูล จุดสำคัญที่แตกต่างกันระหว่างความคิดทั้งสอง คือ แบบของวิธีคิดคำตอบที่ต้องการความสมบูรณ์และเฉพาะเจาะจง ใช้วิธีคิดแบบเอกนัย ถ้าต้องการคำตอบที่มีจำนวนมากก็ใช้วิธีคิดแบบอเนกนัย นอกเหนือจากวิธีคิดที่ต่างกันแล้ว กระบวนการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาที่เป็นสิ่งเดียวกัน ซึ่งเวียร์ (Weir, 1974: 16-18) ได้สรุปตัวบ่งชี้ที่สะท้อนให้เห็นถึงคุณสมบัติของบุคคลที่มีทักษะการคิดแก้ปัญหาโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นระบุปัญหา (Statement of The Problem) หมายถึง ความสามารถในการระบุขอบเขตของปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดได้ โดยสามารถตอบได้ว่า อะไรคือปัญหาจากสถานการณ์นั้น 2) ขั้นค้นหาสาเหตุ (Defining the Problem or Distinguishing Essential Features) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณา วิเคราะห์ แยกแยะสาเหตุของปัญหาได้ 3) ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา (Searching for and Formulating a Hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการคิดค้น และเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้ 4) ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ (Verifying the Solution) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายถึงผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการใช้วิธีการแก้ปัญหาในข้อที่ 3 ได้ว่าเป็นอย่างไร

อย่างไรก็ตาม การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาสามารถประเมินโดยให้ผู้เรียนเขียนตอบคำถามหรือปฏิบัติตามขั้นตอนการแก้ปัญหา ซึ่งนักวิจัยส่วนใหญ่นิยมสร้างเป็นแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้ขั้นตอนในการแก้ปัญหาของเวียร์ (Weir) ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นซึ่งหากบุคคลใดได้แสดงพฤติกรรมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้น จึงสามารถสรุปได้ว่าบุคคลนั้น เป็นผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหา

### 3. แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน (Project-based learning)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานนั้น นักวิชาการบางท่านใช้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นหลัก การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบโครงงาน การสอนโดยใช้โครงงานหรือโครงการเป็นหลัก เป็นต้น โดยในบทความวิชาการนี้ ผู้เขียนเรียกแนวคิดนี้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน ซึ่งหมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เด็กเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม ศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่สนใจอย่างละเอียด โดยร่วมกันสำรวจ สังเกต และกำหนดเรื่องที่ตนสนใจ วางแผนในการทำโครงงานร่วมกัน ศึกษาหาข้อมูลความรู้ที่จำเป็น และลงมือปฏิบัติงานตามแผนงานที่วางไว้ ด้วยกระบวนการคิด และกระบวนการแก้ปัญหาของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จนได้ค้นพบความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ และวิธีการใหม่ด้วยตัวผู้เรียนเอง แล้วจึงนำผลงานและประสบการณ์ทั้งหมดมาอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้กัน โดยมีผู้สอนอาจารย์และผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำปรึกษา (วัฒนา มัคคสมัน, 2554: 25; พิมพ์นธ์ เดชะคุปต์ และเพียรวิญญู, 2559: 16; ทิศนา แคมมณี, 2561: 139) จากแนวคิดดังกล่าว มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ได้หลายกระบวนการซึ่งมีรายละเอียดแตกต่างกันไปดังขั้นตอนต่อไปนี้

#### ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน (Project-Based Learning) ตามแนวคิดของวิจารณ์ พานิช (2555: 71-75) และของสุคนธ์ สินธพานนท์ (2558: 120-121) ซึ่งได้กำหนดขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ไว้ 5 ขั้นตอน และ 6 ขั้นตอนตามลำดับ ซึ่งผู้เขียนขอสังเคราะห์เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

**ตารางที่ 1** การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานและสิ่งที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน (วิจารณ์ พานิช, 2555: 71-75)	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน (สุนทร สินธพานนท์, 2558: 120-121)	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานที่สังเคราะห์ขึ้นใหม่ (วิจารณ์ พานิช, 2555: 71-75; สุนทร สินธพานนท์, 2558: 120-121)	สิ่งที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ (Weir, 1974: 16-18)
1. ขั้นกำหนด (Define) ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันกำหนดปัญหาที่สนใจ	1. ขั้นกำหนดปัญหาหรือสำรวจความสนใจ ผู้สอนเสนอสถานการณ์ตัวอย่างกระตุ้นผู้เรียน	1. ขั้นกำหนดปัญหา ผู้เรียนร่วมกันสำรวจปัญหา เพื่อเตรียมทำโครงงานที่สนใจ	1. ผู้เรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาที่สำคัญที่สุดภายในขอบเขตของสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
2. ขั้นวางแผน (Plan) ผู้เรียนวางแผนทำโครงงาน แบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบ	2. ขั้นกำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียน ผู้สอนแนะนำจุดมุ่งหมายว่าจะทำโครงงานนั้นเพื่อแก้ปัญหาอะไร 3. ขั้นวางแผนและวิเคราะห์โครงงาน ผู้เรียนวางแผนแก้ปัญหา และเสนอแผนการดำเนินงานให้ผู้สอนทราบ	2. ขั้นวางแผน ผู้เรียนวางแผนเตรียมทำโครงงาน แบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบ	2. ผู้เรียนสามารถวางแผนการทำโครงงานได้อย่างเหมาะสม
3. ขั้นลงมือทำ (Do) ผู้เรียนลงมือทำโครงงานเป็นทีมภายใต้ทรัพยากรจำกัด	4. ขั้นลงมือปฏิบัติหรือแก้ปัญหา ผู้เรียนลงมือปฏิบัติทำโครงงานตามแผนที่วางไว้	3. ขั้นลงมือทำ ผู้เรียนทำโครงงาน โดยมีผู้สอนเป็นที่ปรึกษา	-
4. ขั้นทบทวน (Review) ผู้เรียนทบทวนไตร่ตรองขั้นตอนที่เป็นความสำเร็จและความล้มเหลวในการทำโครงงาน	5. ขั้นประเมินผล ผู้เรียนรู้จักประเมินผลก่อนดำเนินการ ระหว่างดำเนินการและหลังดำเนินการ	4. ขั้นคิดทบทวนไตร่ตรอง ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสะท้อนความสำเร็จของกลุ่มและความล้มเหลวที่เกิดขึ้นในการทำโครงงาน ผู้สอนชวนผู้เรียนกลุ่มอื่นอภิปราย เพื่อหาวิธีแก้ปัญหา หากปัญหานั้น ๆ เกิดขึ้นกับกลุ่มตนเอง จะมีวิธีแก้ปัญหาอย่างไร	3. ผู้เรียนสามารถอภิปรายเหตุผลที่แท้จริงหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากการทำโครงงานและเสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้
5. ขั้นนำเสนอ (Presentation) ผู้เรียนนำเสนอโครงงาน โดยอาจเขียนเป็นรายงาน หรือนำเสนอเป็นการรายงานหน้าชั้น	6. ขั้นสรุป รายงานผลและเสนอผลงาน เมื่อผู้เรียนทำโครงงานเสร็จสิ้น จึงนำเสนอผลงาน และเขียนรายงานหรือนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ ตามความเหมาะสม	5. ขั้นนำเสนอ ผู้เรียนนำเสนอโครงงาน โดยการเขียนรายงานหรือนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ ตามความเหมาะสม	4. ผู้เรียนสามารถบอกได้ว่า ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาตามวิธีที่เสนอเป็นอย่างไร โดยมีข้อมูลหลักฐานประกอบ

จากขั้นตอนที่สังเคราะห์ขึ้นมี 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นกำหนดปัญหา 2) ขั้นวางแผน 3) ขั้นลงมือทำ 4) ขั้นคิดทบทวนไตร่ตรอง 5) ขั้นนำเสนอ โดยขั้นที่ 1- 5 ที่สังเคราะห์ขึ้นมาใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานของวิจารณ์ พานิช ขั้นที่ 1-5 นอกจากนี้ในขั้นตอนที่ 2 ที่สังเคราะห์ขึ้น ใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานของสุนทร สินธพานนท์ ขั้นที่ 2 และ 3 จากขั้นตอนที่สังเคราะห์ขึ้นยังมีความสอดคล้องกับขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาของเวียร์ (Weir, 1974: 16-18) ที่ได้กล่าวถึงไว้ตอนต้น คือ 1) ขั้นระบุปัญหา 2) ขั้นค้นหาสาเหตุ 3) ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา และ 4) ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ จึงเห็นว่า ขั้นตอนการสอนโดยใช้โครงงานสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการความสามารถในการแก้ปัญหาได้ (นิศยา ช่างหัวหน้า, 2553: 80) และสามารถเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ (C. L. Chiang and H. Lee, 2016: 709)

#### 4. แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-based learning)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานนั้น นักวิชาการบางท่านเชื่อว่า การจัดการเรียนรู้แบบการเน้นการวิจัย การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการวิจัย การจัดการเรียนรู้แบบวิจัย เป็นต้น ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้เขียนได้ศึกษาค้นคว้าและเรียกแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ซึ่งหมายถึง การจัดสภาพการณ์ของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนใช้กระบวนการวิจัยหรือผลการวิจัย มาเป็นเนื้อหาสาระในการเรียนรู้ ใช้กระบวนการวิจัยในการศึกษา เนื้อหาสาระมีการศึกษาที่เป็นระบบ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ยังไม่เคยมีมาก่อน หรือเพื่อพัฒนาองค์ความรู้เดิมให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น (อมรรัตน์ อนันต์วรพงษ์, 2560: 78-79; ทิศนา ขัมมณี, 2561: 144-145)

##### ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning) ตามแนวคิดของมานิล นิลพันธุ์ (2549: 9) ไพฑูรย์ สีนลารัตน์ (2550: 77-79) และเวียร์สมา (Wiersma, 1986: 7) ซึ่งได้กำหนดขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ไว้ 4 ขั้นตอน และ 5 ขั้นตอนตามลำดับ ซึ่งผู้เขียนขอสังเคราะห์เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

**ตารางที่ 2 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน**

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน เวียร์สมา (Wiersma, 1986: 7)	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน มาเรียม นิลพันธุ์ (2549: 9)	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ วิจัยเป็นฐาน ไพฑูริย์ สินลาร์รัตน์ (2550: 77-79)	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัย เป็นฐานที่สังเคราะห์ขึ้นใหม่ (Wiersma, 1986: 7; มาเรียม นิลพันธุ์, 2549: 9; ไพฑูริย์ สินลาร์รัตน์, 2550: 77-79)
1. ขึ้นกำหนดปัญหาการวิจัย เพื่อกำหนดขอบเขตโดยรวมของการวิจัยและระบุถึงโจทย์ที่ต้องการหาคำตอบ	1. ขึ้นตีความปัญหา/การกำหนดปัญหา ผู้เรียนร่วมกันอภิปราย จัดอันดับความสำคัญของปัญหา เลือกปัญหาที่จะศึกษา ร่วมกันกำหนดคำถามการวิจัย และกำหนดตัวแปร	1. ขึ้นเรียนเนื้อหาจากการวิจัย ผู้สอนนำผลการวิจัยให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหา ผักวิเคราะห์	1. ขึ้นเรียนเนื้อหาจากการวิจัย ผู้สอนนำผลการวิจัยให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเนื้อหา วิเคราะห์ และระบุถึงโจทย์ที่ต้องการหาคำตอบ
2. ขึ้นทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง เพื่อค้นคว้าหลักการ ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยซึ่งจะใช้ในการออกแบบและวางแผนการวิจัยต่อไป	2. ขึ้นวางแผนงาน ผู้เรียนร่วมกันกำหนดสมมติฐาน และร่วมกันออกแบบการวิจัยโดยมีผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง	2. ขึ้นเรียนรู้กระบวนการวิจัย ผู้สอนนำงานวิจัยให้ผู้เรียนเรียนรู้กระบวนการวิจัย มีการวิเคราะห์ปัญหา ผักพัฒนาโครงการ	2. ขึ้นทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ผู้สอนนำงานวิจัยให้ผู้เรียนเรียนกระบวนการวิจัย แสวงหาปัญหาหลักการ ทฤษฎี สมมติฐาน และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย
3. ขึ้นเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ของการวิจัย และใช้ในการตอบปัญหาของการวิจัย	3. ขึ้นดำเนินการตามแผน ผู้เรียนช่วยกันเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และสรุปผลข้อมูล	3. ขึ้นทดลองทำวิจัย ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนทดลองทำวิจัย ผักปฏิบัติในเรื่องที่ผู้เรียนอยาก จะรู้	3. ขึ้นทดลองทำวิจัย ผู้เรียนทดลองทำวิจัย ผักปฏิบัติในเรื่องที่ผู้เรียนอยากจะรู้ โดยที่ผู้เรียนจะหาความรู้ เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้ในการตอบปัญหาการวิจัย
4. ขึ้นวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการนำข้อมูลที่รวบรวมมาได้มาจำแนกและดำเนินการด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของคำถามการวิจัยที่ตั้งไว้ 5. ขึ้นสรุปผล เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ค้นพบหรือข้อเท็จจริงจากการดำเนินการวิจัยที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ต่อไป	4. ขึ้นนำผลการวิจัยไปใช้แก้ปัญหาเพื่อการพัฒนา ผู้เรียนร่วมกันนำผลการวิจัยไปทดลองปฏิบัติและนำข้อมูลย้อนกลับที่ได้มาพัฒนาการทำงาน	4. ขึ้นดำเนินการวิจัย ผู้สอนให้คำปรึกษาการทำวิจัยและประเมินผู้เรียน	4. ขึ้นวิเคราะห์ข้อมูล ผู้เรียนนำข้อมูลที่รวบรวมมาได้มาจำแนกและดำเนินการด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบการวิจัย 5. ขึ้นสรุปและประเมินผล ผู้เรียนนำข้อสรุปที่ค้นพบจากการวิจัย รวมถึงข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นจากการวิจัยมาพัฒนาการทำงาน โดยมีผู้สอนคอยให้ข้อเสนอแนะ ผู้เรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ (Weir, 1974) เพื่อ ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา

จากขั้นตอนที่สังเคราะห์ขึ้นมี 5 ขั้นตอน คือ 1) ขึ้นเรียนเนื้อหาจากการวิจัย 2) ขึ้นทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 3) ขึ้นทดลองทำวิจัย 4) ขึ้นวิเคราะห์ข้อมูล 5) ขึ้นสรุปและประเมินผล จากขั้นตอนที่สังเคราะห์ขึ้นยังมีความสอดคล้องกับขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาของเวียร์ (Weir, 1974) ที่ได้กล่าวถึงไว้ตอนต้น จึงเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาทักษะการทำงานได้ (Sanit et al., 2014)

**5. แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการร่วมกับวิจัยเป็นฐาน (Project with Research-based learning)**

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการร่วมกับวิจัยเป็นฐาน หมายถึง การส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งจากความสนใจ ความถนัด เพื่อค้นพบความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ และวิธีการใหม่ โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดสภาพการณ์ของกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการวิจัย หรือใช้ผลงานวิจัยมาเป็นเนื้อหาสาระในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทำโครงการ ทำให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ และนำจากประสบการณ์ความรู้ไปแก้ไขปัญหา

**ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการร่วมกับวิจัยเป็นฐาน**

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการที่สังเคราะห์ขึ้นใหม่จากแนวคิดของจิราภรณ์ พาณิช (2555: 71-75) และของสุคนธ์ สินธพานนท์ (2558: 120-121) และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานที่สังเคราะห์ขึ้นใหม่ (Wiersma, 1986: 7; มาเรียม นิลพันธุ์, 2549: 9; ไพฑูริย์ สินลาร์รัตน์, 2550: 77-79) ซึ่งผู้เขียนขอสังเคราะห์เป็น 6 ขั้นตอน ดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานร่วมกับวิจัยเป็นฐาน**

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานที่สังเคราะห์ขึ้นใหม่ (วิจารณ์ พานิช, 2555: 71-75; สุคนธ์ สิ้นธพานนท์, 2558: 120-121)	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานที่สังเคราะห์ขึ้นใหม่ (Wiersma, 1986: 7; มาเรียม นิลพันธุ์, 2549: 9; โปชญ์ สีนสารรัตน์, 2550: 77-79)	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานร่วมกับวิจัยเป็นฐานที่สังเคราะห์ขึ้นใหม่
1. ขั้นกำหนดปัญหา ผู้เรียนร่วมกันสำรวจปัญหา เพื่อเตรียมทำโครงงานที่สนใจ	1. ขั้นเรียนเนื้อหาจากการวิจัย ผู้สอนนำผลการวิจัยให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเนื้อหา วิเคราะห์ และระบุถึงโจทย์ที่ต้องการหาคำตอบ	1. ขั้นกำหนดปัญหา ผู้สอนชวนผู้เรียนอภิปรายปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสำรวจปัญหาใกล้ตัว เพื่อเตรียมหาหัวเรื่องในการทำโครงงานที่สนใจ
2. ขั้นวางแผน ผู้เรียนวางแผนเตรียมทำโครงงาน แบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบ	2. ขั้นทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ผู้สอนนำงานวิจัยให้ผู้เรียนเรียนกระบวนการวิจัย แสวงหาปัญหา หลักการ ทฤษฎี สมมติฐาน และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย	2. ขั้นศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ผู้สอนนำผลการวิจัยให้ผู้เรียนเรียนรู้กระบวนการวิจัยโดยผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเนื้อหา วิเคราะห์ หลักการ สมมติฐาน และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย
3. ขั้นลงมือทำ ผู้เรียนทำโครงงาน โดยมีผู้สอนเป็นพี่เลี้ยง	3. ขั้นทดลองทำวิจัย ผู้เรียนทดลองทำวิจัย ฝึกปฏิบัติในเรื่องที่ผู้เรียนอยากรู้ โดยผู้เรียนจะหาความรู้ เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการตอบปัญหาการวิจัย	3. ขั้นเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ผู้เรียนวางแผนทดลองทำโครงงาน โดยใช้กระบวนการวิจัยในการหาความรู้ เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้ในการตอบปัญหาของการทำโครงงาน โดยมีผู้สอนเป็นพี่เลี้ยงให้คำแนะนำ
4. ขั้นคิดทบทวนไตร่ตรอง ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสะท้อนความสำเร็จของกลุ่มและความล้มเหลวที่เกิดขึ้นในการทำโครงงาน	4. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล ผู้เรียนนำข้อมูลที่รวบรวมมาได้มาจำแนกและดำเนินการด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบการวิจัย	4. ขั้นลงมือทำโครงงาน ผู้เรียนทำโครงงานตามแผนที่วางไว้ โดยมีผู้สอนเป็นพี่เลี้ยงให้คำแนะนำ
5. ขั้นนำเสนอ ผู้เรียนนำเสนอโครงงาน โดยการเขียนรายงานหรือนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ ตามความเหมาะสม	5. ขั้นสรุปและประเมินผล ผู้เรียนนำข้อสรุปที่ค้นพบจากการวิจัย รวมถึงข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นจากการวิจัยมาพัฒนาการทำงาน โดยมีผู้สอนคอยให้คำปรึกษาแนะนำและประเมินผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย	5. ขั้นคิดทบทวน ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสะท้อนความสำเร็จของกลุ่มและความล้มเหลวที่เกิดขึ้นในการทำโครงงาน โดยมีผู้สอนให้คำแนะนำและเสริมแรง เมื่อพบข้อผิดพลาดจากการทำโครงงาน
-	-	6. ขั้นนำเสนอ ผู้เรียนนำเสนอโครงงานในรูปแบบต่าง ๆ ตามความเหมาะสม ผู้สอนให้ข้อเสนอแนะหลังจากแต่ละกลุ่มนำเสนอโครงงาน และประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนโดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ (Weir, 1974)

**6. บทสรุป**

การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานร่วมกับวิจัยเป็นฐาน เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เน้นให้ผู้เรียนค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง เพื่อนำมาแก้ไขปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในชีวิตประจำวันผ่านการฝึกให้ผู้เรียนได้ร่วมกันสำรวจปัญหาจากเรื่องที่ใกล้ตัว เพื่อเตรียมทำโครงงานที่สนใจ แบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบในการทำโครงงานวางแผนการแก้ปัญหา ร่วมกันสะท้อนความสำเร็จ และความล้มเหลวที่เกิดขึ้นในการทำโครงงาน ผ่านการแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ ตามความเหมาะสม โดยมีผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก จึงเป็นแนวทางหนึ่งสำหรับผู้สอนในศตวรรษที่ 21 นำไปประยุกต์สำหรับการจัดกิจกรรมในชั้นเรียน เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้คิดเป็น แก้ปัญหาเป็น

**เอกสารอ้างอิง (References)**

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

จินตนา ศิริธัญญารัตน์ และวัชรา เล่าเรียนดี. (2562). การออกแบบระบบการเรียนการสอน. (พิมพ์ครั้งที่ 2). นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ทิศนา แคมมณี. (2561). **ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. (พิมพ์ครั้งที่ 22). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิตยา ช่างหัวหน้า. (2553). **ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม**. วิทยานิพนธ์หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

เนตรนพิศ คตจำปา, มารศรี กลางประพันธ์ และสมเกียรติ พลจะจิตต์. (2558). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการโดยใช้โครงงานเป็นฐานที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดเชิงโน้ตค้นความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. **วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร**. 12 (59), 63-75.

- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, (2556). **การพัฒนาการคิด**. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิค ฟรินติ้ง.
- ปิยะดา อาษาอุทธรการ. (2560). **รายงานการวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่กลีเซอรีนมะม่วงหาวมะนาวโห่**. กรุงเทพฯ: สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข. (2559). **การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21**. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพฑูริย์ สีนลารัตน์. (2550). **อาจารย์มืออาชีพ แนวคิด เครื่องมือ และการพัฒนา**. กรุงเทพฯ: เครือข่ายการพัฒนาวิชาชีพอาจารย์และองค์กรระดับอุดมศึกษาแห่งประเทศไทย.
- มาเรียม นิลพันธุ์. (2549). **วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. (พิมพ์ครั้งที่ 2). นครปฐม: โครงการส่งเสริมการผลิตตำราและเอกสารการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัชรภา เล่าเรียนดี, ปรมัญญ์ กิจรุ่งเรือง และอรพิน ศิริสัมพันธ์. (2560). **กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เพื่อพัฒนาการคิดและยกระดับคุณภาพการศึกษาสำหรับศตวรรษที่ 21**. (พิมพ์ครั้งที่ 12). นครปฐม: เพชรเกษมพริ้นติ้ง กรุ๊ป.
- วัฒนา มัคคสมัน. (2554). **การสอนแบบโครงการ**. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วัฒนา รัตนพรหม. (2560). **ถอดรหัสการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย (Research - Based Learning)**. สงขลา : นำศิลป์โฆษณา.
- \_\_\_\_\_. (2561). **การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย**. วารสารราชภัฏสุราษฎร์ธานี. 5(2), 37-60.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). **วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21**. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- สมพงศ์ จันทร์โพธิ์ศรี. (2562). **โครงงานวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา**. กรุงเทพฯ: ไฮเอ็ดพับลิชชิง.
- สุนทร สีนพานนท์, วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์ และพรณี สีนพานนท์. (2555). **พัฒนาทักษะการคิดตามแนวปฏิรูปการศึกษา**. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคฟรินติ้ง.
- สุนทร สีนพานนท์. (2558). **การจัดการเรียนรู้ของผู้สอนยุคใหม่ เพื่อพัฒนาทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21**. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิคฟรินติ้ง.
- สุธีระ ประเสริฐสรรพ. (2555). **โครงงานฐานวิจัย: กระบวนการเรียนรู้ใหม่ของการศึกษาไทย**. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). **แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579**. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์. (2555). **ทักษะความคิด: พัฒนาอย่างไร**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์อินทรีธน.
- อมรรัตน์ อนันต์วรพงษ์. (2560). **หลักการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ภูมิปัญญาไทย**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Chiang, C. L. & Lee, H. (2016). The Effect of Project-Based Learning on Learning Motivation and Problem-Solving Ability of Vocational High School Students. *International Journal of Information and Education Technology*, 6(9), 709-712.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of Education*. (3rd ed.). New York: McGraw-Hill Book Company.
- Guilford, J. P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw – Hill.
- Jawhara, T. (1995). *Problem solving and creative thinking in education*. New York: Oxford University Press language.
- Jonassen, D. (2003). *Learning to solve problems: an instructional design guide*. San Francisco: Willey and Sons, Inc..
- Sanit, S., Tassanee, B., Jakkrit, S. & Jintanaporn W. (2014). Research Synthesis of Research-Based Learning for Education in Thailand. *Social and Behavioral Sciences*, 116, 913 – 917.
- Weir, J. J. (1974). *Problem solving is everybody's Problem Science Teacher*. 3(1), 16-18.
- Wiersma, W. (1986). *Research Methods in Education: an Introduction*. (4th ed.). Boston: Allyn and Bacon.