

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ

The development of problem - solving ability in physics
and scientific mind for tenth grade students
by learning management of design thinking

Received: 19/03/2021

Revised: 14/05/2021

Accepted: 10/06/2021

ชุตินา พันธุมมาตร (Chutima Pantumart)*

กิตติคม คาวีรัตน์ (Kittikom Kaveerat)**

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพ E1 / E2 ตามเกณฑ์ 80/80 2) ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ 3) ประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด เชิงออกแบบ และ 4) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์กับจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) หน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 หน่วย 2) แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ 3) แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ 80.33/84.00 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ อยู่ในระดับดี 3) จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ อยู่ในระดับมาก 4) ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์กับจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับปานกลาง

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ, ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์, จิตวิทยาศาสตร์

* นักศึกษาปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

Abstract

The aims of this research were to 1) develop learning management of design thinking to enhance problem-solving ability in physics problems with an efficiency criterion of 80/80, 2) investigate the problem - solving ability after using design thinking approach, 3) evaluate the scientific mind of students after learning management through design thinking, and 4) study the relationship between the ability to solve physics problems and the scientific mind of tenth grade students. The research tools were 1) three units of learning management of design thinking for tenth grade students, 2) physics problem-solving ability assessment form, 3) scientific mind assessment of tenth grade students after using the design thinking approach. Analyze data to find a mean score and standard deviation. The results of this study : 1) The developed learning management of design thinking to enhance problem-solving ability in physics problems and the scientific mind of tenth grade students had an efficiency value of 80.33/84.00 2) The ability to solve physics problems of tenth grade students after using the design thinking approach was at a good level. 3) The scientific mind of tenth grade students after using the design thinking approach was at an excellent level. 4) The relationship between the ability to solve physics problems and the scientific mind of tenth grade students were at a moderate level.

Keyword : DESIGN THINKING PROCESS, SOLVING ABILITY IN PHYSICS, SCIENTIFIC MIND

บทนำ

ในยุคสังคมแห่งการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นักเรียนทุกคนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาหลักด้านวิชาการและทักษะที่จำเป็นเพื่อให้ประสบความสำเร็จ เช่น ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการสื่อสารและการร่วมมือช่วยเหลือ และทักษะการแก้ปัญหาการคิดสร้างสรรค์ (อรุณี วิริยะจิตรา และคณะ, 2555) (Wiriyajitra, A. et al, 2012) ซึ่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้ระบุว่า นักเรียนจะสามารถพัฒนาศักยภาพของแต่ละคนได้ต้องขึ้นอยู่กับวิธีการจัดการเรียนการสอนของผู้สอน ซึ่งต้องจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมที่สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัด และความแตกต่างของนักเรียน โดยมีการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการการเผชิญกับสถานการณ์ (กรมวิชาการ, 2546) (Department of curriculum and Instruction Development. 2003) ได้กล่าวไว้ว่า นอกจากนักเรียนจะมีความรู้แล้ว ต้องมีความคิด เป็นคนที่รอบคอบ คิดหลายชั้น คิดแก้ปัญหา คิดสร้างสรรค์ ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ สำหรับในการเรียนวิทยาศาสตร์ที่เป็นวิชาสำคัญในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานุชนผู้สืบทอดวิทยาศาสตร์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) (Ministry of Education. 2008) ซึ่งการ

นำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาเป็นเป้าหมายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนการสอนของทุกประเทศ โดยในศตวรรษที่ 21 ที่มีความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว ผู้ที่สามารถอยู่ในสังคมได้อย่างเหมาะสม ควรเป็นผู้ที่ใช้เครื่องมือในการแสวงหาความรู้และการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมและมีความสุข โดยการเรียนรู้ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาความมั่นใจในความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนผ่านกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ตลอดจนการส่งเสริมทักษะและความสามารถในการแก้สถานการณ์ปัญหาของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาในหลักสูตรและให้โอกาสนักเรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 (กรมวิชาการ, 2557) (Department of curriculum and Instruction Development. 2014) ซึ่งสอดคล้องกับ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560 – 2564 (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560) (Office of the National Economic and Social Development Council. 2017) ได้กล่าวว่า วิทยาศาสตร์จะมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและโลกแห่งอนาคตข้างหน้า เพราะว่าวิทยาศาสตร์ จะเข้าไปเกี่ยวข้องกับทุก ๆ คน ทั้งในชีวิตประจำวันหรือแม้แต่งานการอาชีพต่าง ๆ รวมไปถึงเครื่องมือ เครื่องใช้ ผลผลิตและเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่มนุษย์อย่างเราได้ใช้ในการอำนวยความสะดวกและความสบายทั้งในด้านการทำงานต่าง ๆ สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ และอีกอย่างวิชาวิทยาศาสตร์ยังช่วยให้มนุษย์โลกได้พัฒนาวิธีการคิด ทั้งที่คิดให้เป็นเหตุเป็นผล คิดอย่างสร้างสรรค์ คิดแล้วนำมาวิเคราะห์ คิดแล้วสามารถวิจารณ์ได้อย่างมีเหตุผล รวมทั้งมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ และทำให้มนุษย์มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบได้ ดังนั้น มนุษย์ทุกคนจึงจำเป็นต้องรู้และได้รับการพัฒนาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เข้าใจในธรรมชาติ เพื่อให้มีความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีในโลกที่ถูกสร้างขึ้น และสามารถนำความรู้ ความเข้าใจที่มีอยู่ไปใช้อย่างมีเหตุผล (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) (Ministry of Education. 2009)

อย่างไรก็ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กำหนดสาระการเรียนรู้ที่นักเรียนทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจำเป็นต้องเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์และจิตวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) (Ministry of Education. 2008) จากสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) จะเห็นได้ว่า นอกจากนักเรียนจะต้องเรียนรู้เกี่ยวกับการนำความรู้ไปใช้ในการหาความรู้และแก้ปัญหาแล้ว นักเรียนจะต้องมีจิตวิทยาศาสตร์ด้วยซึ่งส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้สึกที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของการเรียนรู้ เกิดเป็นแรงผลักดันให้นักเรียนใฝ่รู้ใฝ่เรียนในวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมซึ่งสอดคล้องกับ สิริลักษณ์ สารชาติ (2553) (Sarachat, S. 2010) ที่กล่าวไว้ว่า จิตวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตปัจจุบัน เป็นสิ่งที่ควรปลูกฝังให้เกิดขึ้นในบุคคล เพราะ เป็นการพัฒนาคุณภาพของบุคคล โดยเฉพาะผู้ที่ศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่จะสร้างบุคคลให้สมบูรณ์ มีความสามารถในการคิดขั้นสูง มี

ความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีระเบียบวิธีการในการดำเนินชีวิต และจิตวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย คุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่นอดทน ความรอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ความประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผลการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) (Ministry of Education. 2008)

จากการศึกษาค้นคว้าของผู้วิจัย พบว่า ผลการจัดการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ ในรายวิชา ฟิสิกส์ วิชาเคมี และวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นสาขาวิชาที่เน้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์กับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งสมาคมฟิสิกส์ได้ลงไว้ในวารสารเมื่อปี 2551 กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นการคิดพื้นฐานที่มีผลโดยตรงต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในรายวิชาฟิสิกส์ที่มีการเน้นการแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้กับนักเรียน สมาคมฟิสิกส์ไทย. (2551) (Thai Physics Society. 2008) พบว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่มีจุดเน้นในเรื่องแนวคิดวิทยาศาสตร์และทักษะการสำรวจ ตรวจสอบ ทักษะการทดลอง แต่ยังไม่ได้ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองและครูบางคนได้สอน โดยเน้นความจำมากกว่าการคิดขั้นสูง ในขณะที่ครูบางคนได้เน้นกระบวนการคิดในการสอนแต่ยังไม่ได้เน้นกระบวนการคิดในการประเมิน โดยปัจจุบันการจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่ควรเพิ่มกิจกรรมที่ครูมีการแนะแนวทาง และเปิดโอกาสให้นักเรียนออกแบบกิจกรรมด้วยตนเอง (Guided inquiry) และเน้นให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 และผลการทดสอบ Programme for International Student Assessment 2018 หรือ PISA ซึ่งมีการประเมินทักษะทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวัยจบการศึกษาภาคบังคับ ผลการประเมิน พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยเพียง 426 คะแนน สะท้อนให้เห็นว่าประเทศไทยมีความล้มเหลวในด้านการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ นักเรียนขาดการคิดที่มีความยุ่งยากและซับซ้อน รายงานดังกล่าวบ่งบอกว่าประเทศไทยกำลังประสบปัญหาด้านการศึกษา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). 2012) ได้กล่าวถึง จุดประสงค์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ว่า นักเรียนควรได้รับการพัฒนาความรู้ควบคู่กับการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนปฏิบัติตนอย่างมีเหตุผล ดังนั้น การที่ครูผู้สอนจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนฝึกฝนการใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การสร้างสรรค์องค์ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตได้ หากพบว่านักเรียนมีลักษณะใฝ่รู้เพียรพยายามใช้เหตุผลอย่างเป็นระบบ เห็นคุณค่าของตนเองแต่มีผลการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 65% ส่งผลให้เกิดความยากลำบากต่อการจะดำเนินการจัดการเรียนรู้ให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่กำหนดได้ ดังนั้น ครูผู้สอนต้องมีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาคุณลักษณะและจิตสำนึกของนักเรียนให้มีจิตวิทยาศาสตร์

จากข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับผู้วิจัยได้ทำการสำรวจผลการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา พบว่า นักเรียนมีผลการทดสอบตามมาตรฐานต่ำกว่า

เกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60 และเมื่อพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน สารที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในตัวชี้วัด ว 2.2 ม.4-6/1-10, ว 2.3 ม.4-6/1-12 ปีการศึกษา 2561 - 2562 มีค่าเฉลี่ยที่ผ่านเกณฑ์อยู่ที่ 60.75 และ 52.25 ซึ่งลดลงตามลำดับ และการจัดการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์ในโรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา กำลังประสบปัญหาในหลายด้าน ได้แก่ 1) การจัดการเรียนรู้ของครู ที่เน้นการบรรยายทฤษฎีและเน้นการคำนวณในส่วนของการแก้โจทย์มากจนเกินไป 2) การผลิตและการใช้สื่อ ในการจัดการเรียนรู้ของครู ไม่มีความหลากหลาย นักเรียนไม่เห็นเป็นรูปธรรม ทำให้จินตนาการและวิเคราะห์ โจทย์ไม่ได้ 3) การเข้าใจให้เป็นรูปธรรมของนักเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ 4) ทักษะกระบวนการออกแบบชิ้นงาน โดยการใช้ความรู้ที่เรียนได้ 5) การสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนไม่มีความหลากหลาย และ 6) นักเรียนไม่มีการ ทดลองจริง เรียนรู้เฉพาะในหนังสือเรียน ทำให้นักเรียนไม่มีจิตวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยศึกษาแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า แนวทางจัดการเรียนรู้สำคัญที่จะช่วยพัฒนา ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนได้ นักเรียนสามารถสร้างชิ้นงานจาก ปัญหา สถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนดให้ เพื่อให้ได้สื่อการสอนที่ทำให้นักเรียนเข้าใจในรายวิชาฟิสิกส์มากขึ้น และมีจิตวิทยาศาสตร์ที่ดี นั่นคือ แนวคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process) ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการ เรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาความมั่นใจในความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนผ่านกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือ ปฏิบัติ ตลอดจนการส่งเสริมทักษะและความสามารถในการแก้สถานการณ์ปัญหาของนักเรียน โดยการจัดการ เรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็น ขั้นที่ครูชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบว่าจะได้ใช้ความรู้ฟิสิกส์ที่เรียนมาสร้างชิ้นงานผ่านการ แก้ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริง ขั้นที่ 2 สร้างแนวทางในการแก้ปัญหาและออกแบบ เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละ กลุ่มร่วมกันระดมความคิด เพื่อนำมาวิเคราะห์ โดยประเด็นที่เลือกต้องนำไปสู่การสร้างชิ้นงานที่พัฒนาทักษะ แก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ ขั้นที่ 3 สร้างต้นแบบ เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างต้นแบบชิ้นงานที่อาศัย องค์ความรู้ทางฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง แรงในธรรมชาติ และพลังงาน เป็นหลัก เพื่อแก้ไข สถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ขั้นที่ 4 นำเสนอต้นแบบ เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอชิ้นงานที่สร้างขึ้น โดยมี ครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันทดสอบ และขั้นที่ 5 สะท้อนผลและประเมิน เป็นขั้นที่ครูและเพื่อนในชั้นเรียน ร่วมกันสะท้อนผลของชิ้นงานที่สร้างขึ้นของแต่ละกลุ่ม เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงานหรือกระบวนการ จนกระทั่งได้ชิ้นงานที่ดีและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของปัญหา และมีความสนใจที่จะนำกระบวนการ จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถ ในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยเป็นผู้ออกแบบ สถานการณ์ปัญหา มุ่งเน้นให้นักเรียนมีโอกาสเรียนรู้และทำความเข้าใจปัญหาอย่างลึกซึ้ง ระดมสมองหา แนวทางในการแก้ปัญหอย่างหลากหลายผ่านการลงมือสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์หรือชิ้นงานที่สามารถตอบโจทย์ ปัญหาที่ทำหานั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพ E_1 / E_2 ตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ
3. เพื่อประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ
4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์กับจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิธีการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
 - 1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9 จำนวน 80 คนที่กำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563
 - 1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 20 คน โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 มีนักเรียน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม เนื่องจากทุกห้องเรียนมีการจัดนักเรียนแบบละความสามารถเก่ง ปานกลาง และอ่อน ทำให้สภาพพื้นฐานทางการเรียนของนักเรียนแต่ละห้องเรียนมีลักษณะเดียว
2. ตัวแปรที่ศึกษา
 - 2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ
 - 2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์
 - 2.2.2 จิตวิทยาศาสตร์
 - 2.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์กับจิตวิทยาศาสตร์
3. แบบแผนการวิจัย

วิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามแผนการวิจัยขั้นพื้นฐาน (Pre - Experimental Design) แบบหนึ่งกลุ่มวัดหลายครั้ง (One Group Time Series Design)
4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาในวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ว30101 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 - 3 ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ดังนี้

ว 2.2 ม.4-6/5 สังเกตและอธิบายผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ ได้แก่ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น

ว 2.2 ม.4-6/6 สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วง ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก

ว 2.3 ม.4-6/2 สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและ อภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหา หรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่า ด้านค่าใช้จ่าย

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ในวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ว30101 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 - 3 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

1. การเคลื่อนที่และแรง
2. แรงในธรรมชาติ และ
3. พลังงาน

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

4.1 หน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 หน่วย ประกอบด้วย หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การเคลื่อนที่และแรง หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 แรงในธรรมชาติ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 พลังงาน หน่วยละ 12 ชั่วโมง รวม 36 ชั่วโมง มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างแนวทางในการแก้ปัญหาและออกแบบ ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างต้นแบบ ขั้นที่ 4 ขั้นนำเสนอต้นแบบ และขั้นที่ 5 ขั้นสะท้อนคิดและประเมิน มีกระบวนการสร้างและตรวจสอบความถูกต้องจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ผลการตรวจสอบ พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าตั้งแต่ 0.67 – 1.00 แสดงว่าหน่วยการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้อง เหมาะสมกับจุดประสงค์หรือพฤติกรรมสามารถนำไปใช้ได้

4.2 แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ มีกระบวนการสร้างและหาคุณภาพของแบบประเมิน คือ 1) ศึกษาการสร้างแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ จากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ 2) สร้างแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ โดยมีลักษณะเป็นแบบสังเกตคุณภาพในการปฏิบัติงาน 5 ด้าน ได้แก่ 1) ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย 2) แนวคิดทางฟิสิกส์ 3) การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์ 4) กระบวนการทางฟิสิกส์ 5) ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา โดยแต่ละด้านประเมินแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 4 ระดับ ซึ่งคะแนนนั้นได้จากการสังเกต การนำเสนอ การตรวจใบกิจกรรมและชิ้นงาน 3) ตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ผลการตรวจสอบ พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าตั้งแต่ 0.67 – 1.00 แสดงว่า แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ มีความสอดคล้อง เหมาะสมกับพฤติกรรม สามารถนำไปใช้ได้

4.3 แบบประเมินจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ มีกระบวนการสร้างและหาคุณภาพของแบบประเมิน คือ 1) ศึกษารูปแบบและศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินจิตวิทยาาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) สร้างแบบประเมินจิตวิทยาาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีประเด็นศึกษาตามคุณลักษณะจิตวิทยาาสตร์ ดังนี้ 1) ความอยากรู้อยากเห็น 2) ความมีเหตุมีผล 3) ความใจกว้าง 4) ความซื่อสัตย์ 5) ความพยายามมุ่งมั่น 6) ความรอบคอบ 7) ความรับผิดชอบ 8) ความร่วมมือช่วยเหลือ 9) ความคิดสร้างสรรค์ 10) เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ 3) ตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ผลการตรวจสอบ พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าตั้งแต่ 0.67 – 1.00 แสดงว่า ข้อคำถามในแบบประเมินจิตวิทยาาสตร์ มีความสอดคล้องเหมาะสมกับพฤติกรรม สามารถนำไปใช้ได้

ขั้นตอนการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนการทดลอง เป็นขั้นที่ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 สร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) หน่วยการเรียนรู้ ตามแนวคิดเชิงออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และ 3) แบบประเมินจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.2 ผู้วิจัยได้นำหน่วยการเรียนรู้ ตามแนวคิดเชิงออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 20 คน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำไปหาประสิทธิภาพของหน่วยการจัดการเรียนรู้ โดยมีค่าประสิทธิภาพ $E_1/E_2 = 80.33/84.00$

1.3 ผู้วิจัยทบทวนเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ให้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง

2. ขั้นทดลอง เป็นขั้นที่ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามหน่วยการเรียนรู้ที่สร้างไว้ และใช้เครื่องมือในการทดลองที่เตรียมไว้ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ในเรื่องที่เรียนให้กับผู้เรียนได้ทราบ

2.2 เวลาที่ใช้ในการทดลอง 9 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง รวม 36 ชั่วโมง

2.3 การจัดช่วงเวลาในการเรียนแต่ละวัน จัดการเรียนการสอนตามเวลาของการเรียนการสอนในรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน (ว31101) ตามหน่วยการเรียนรู้ของครูผู้สอน

2.4 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองสอน คือ วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ว30101 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.5 ดำเนินการสอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเอง ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 – 3 โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบว่าสามารถใช้ความรู้ฟิสิกส์ที่เรียน มาสร้างชิ้นงานผ่านการแก้ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริง หลังจากที่ได้เรียนความรู้ทฤษฎีเรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิม และสอนเนื้อหาโดยใช้

ใบความรู้ประกอบ แล้วแบ่งกลุ่มนักเรียน ออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ศึกษาปัญหาการออกแบบที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง แรงในธรรมชาติ และพลังงาน ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ โดยสมาชิกในกลุ่มร่วมกันศึกษา และอภิปราย หลังจากนั้นทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยจัดเตรียมไว้ให้

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างแนวทางในการแก้ปัญหาและออกแบบ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดม ความคิด รวบรวมปัญหาที่ได้จากขั้นตอนแรก และนำผลออกมารวมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น เพื่อ วิเคราะห์ประเด็น โดยประเด็นที่เลือกต้องนำไปสู่การสร้างชิ้นงานที่พัฒนาทักษะแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ แล้วทำ การออกแบบชิ้นงานที่ต้องการจะสร้างจากประเด็นปัญหาที่สรุปได้ โดยการร่างลงในใบกิจกรรมที่ผู้วิจัย จัดเตรียมไว้ให้

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างต้นแบบ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างต้นแบบชิ้นงานที่อาศัยองค์ความรู้ ทางฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง แรงในธรรมชาติ และพลังงาน เป็นหลัก เพื่อแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่ ผู้วิจัยกำหนดให้

ขั้นที่ 4 ขั้นนำเสนอต้นแบบ นักเรียนนำเสนอชิ้นงานที่สร้างขึ้น โดยมีครูและเพื่อนในชั้นเรียน ร่วมกันทดสอบ เพื่อหาประสิทธิภาพ โดยการทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงาน เพื่อให้ ชิ้นงานที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้จริง

ขั้นที่ 5 ขั้นสะท้อนคิดและประเมิน ผู้วิจัยและเพื่อนนักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันสะท้อนผลของ ชิ้นงานที่สร้างขึ้นของแต่ละกลุ่ม เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงานหรือกระบวนการ จนกระทั่งได้ชิ้นงานที่ดีและ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

ระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ โดยประเมินทั้ง 5 ด้าน ในขณะที่ปฏิบัติการกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ หน่วยละ 1 ครั้ง แต่ละครั้ง มีคะแนนเต็ม 20 คะแนนรวมประเมินทั้ง 3 ครั้ง แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยหาค่าคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis)

3. ขั้นหลังการทดลอง เป็นขั้นภายหลังเสร็จสิ้นการดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการประเมิน จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการให้นักเรียนตอบแบบประเมินหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิง ออกแบบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ หน่วยละ 1 ครั้ง รวมประเมินทั้ง 3 ครั้ง แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทาง สถิติโดยหาค่าคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis)

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ 80.33/84.00 หมายความว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน คิดเป็นร้อยละ 80.33 และ คะแนนทำแบบทดสอบหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 84.00 แสดงว่าหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อ

พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางแสดงผลการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ค่าคะแนน	คะแนนเต็ม	เกณฑ์การประเมิน	ค่าประสิทธิภาพ	ความหมาย
ระหว่างเรียน/กระบวนการ (E_1)	600	80.00	80.33	ผ่านเกณฑ์
หลังเรียน/ผลลัพธ์ (E_2)	30	80.00	84.00	ผ่านเกณฑ์

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ได้แก่ ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย นอกนั้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีทุกข้อ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางแสดงผลการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ

ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์	คะแนนเต็ม	($\bar{X}$)	S.D.	ระดับ	ลำดับที่
1. ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย	4	3.67	0.49	ดีมาก	1
2. แนวคิดทางฟิสิกส์	4	3.33	0.49	ดี	3
3. การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์	4	3.42	0.79	ดี	2
4. กระบวนการทางฟิสิกส์	4	3.27	0.75	ดี	4
5. ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา	4	3.42	0.79	ดี	2
รวมเฉลี่ย	4	3.42	0.67	ดี	

3. จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ โดยภาพรวมนักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.03 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.81 เมื่อพิจารณาเป็นรายพฤติกรรมเรียงลำดับจากพฤติกรรมที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด ได้แก่ ความร่วมมือช่วยเหลือ ความรับผิดชอบ เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ความสร้างสรรค์ ความใจกว้าง ความมีเหตุผล ความพยายามมุ่งมั่น ความอยากรู้อยากเห็น ความรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตารางแสดงผลการศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ

พฤติกรรมที่แสดงออก	ผลการประเมิน		แปลผล	ลำดับที่
	$\bar{X}$	S.D.		

พฤติกรรมที่แสดงออก	ผลการประเมิน		แปลผล	ลำดับที่
	$\bar{X}$	S.D.		
1. ความอยากรู้อยากเห็น	3.84	0.80	มาก	8
2. ความมีเหตุผล	3.92	0.84	มาก	6
3. ความใจกว้าง	3.98	0.78	มาก	5
4. ความซื่อสัตย์	3.65	0.84	มาก	10
5. ความพยายามมุ่งมั่น	3.88	0.88	มาก	7
6. ความรอบคอบ	3.80	0.96	มาก	9
7. ความรับผิดชอบ	4.70	0.60	มากที่สุด	2
8. ความร่วมมือช่วยเหลือ	4.77	0.49	มากที่สุด	1
9. ความสร้างสรรค์	4.03	0.68	มาก	4
10. เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์	4.09	0.86	มาก	3
ค่าเฉลี่ยรวมทุกพฤติกรรม	4.03	0.81	มาก	

4. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์กับจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยรวมมีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.52 ถ้าพิจารณาเป็นรายคู่ในองค์ประกอบย่อยของตัวแปร พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.46 ถึง 0.57 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับปานกลางทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเรียงลำดับความสัมพันธ์เป็นรายคู่ในองค์ประกอบย่อยของตัวแปร ได้ดังนี้ ความสัมพันธ์ของคู่ที่มากที่สุด คือ ความซื่อสัตย์กับด้านกระบวนการทางฟิสิกส์ ($r = 0.57$) รองลงมา คือ ความอยากรู้อยากเห็นกับด้านกระบวนการทางฟิสิกส์ ($r = 0.56$) ความมีเหตุผลกับด้านกระบวนการทางฟิสิกส์ ($r = 0.56$) ความซื่อสัตย์กับด้านแนวคิดทางฟิสิกส์ ($r = 0.56$) และความรอบคอบกับด้านกระบวนการทางฟิสิกส์ ($r = 0.56$) ความสัมพันธ์ของคู่ที่มีค่าน้อยที่สุด คือ ความรับผิดชอบต่อด้านใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย ($r = 0.46$) และความร่วมมือช่วยเหลือกับด้านใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย ($r = 0.46$) ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตารางแสดงผลค่าความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์กับจิตวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จิตวิทยาศาสตร์	ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์					$\bar{X}$	แปลผล
	ด้านใช้	ด้าน	ด้านการ	ด้าน	ด้านความ		
	ความรู้ใน ทาง ฟิสิกส์ อธิบาย	แนวคิด ทาง ฟิสิกส์	ประยุกต์ ความรู้ทาง ฟิสิกส์	กระบวนการ ทาง ฟิสิกส์	สมเหตุสมผล ของการ แก้ปัญหา		
ความอยากรู้อยาก เห็น	0.52	0.55	0.54	0.56	0.54	0.54	ปาน กลาง
ความมีเหตุมีผล	0.52	0.55	0.54	0.56	0.54	0.54	ปาน กลาง
ความใจกว้าง	0.50	0.53	0.52	0.53	0.52	0.52	ปาน กลาง
ความซื่อสัตย์	0.53	0.56	0.55	0.57	0.55	0.55	ปาน กลาง
ความพยายามมุ่งมั่น	0.51	0.54	0.48	0.55	0.54	0.52	ปาน กลาง
ความรอบคอบ	0.52	0.55	0.53	0.56	0.55	0.54	ปาน กลาง
ความรับผิดชอบ	0.46	0.49	0.52	0.50	0.48	0.49	ปาน กลาง
ความร่วมมือ ช่วยเหลือ	0.46	0.49	0.54	0.49	0.48	0.49	ปาน กลาง
ความสร้างสรรค์	0.51	0.54	0.55	0.54	0.53	0.53	ปาน กลาง
เจตคติที่ดีต่อ วิทยาศาสตร์	0.50	0.53	0.48	0.53	0.52	0.51	ปาน กลาง
$\bar{X}$	0.50	0.53	0.52	0.54	0.52	*0.52	ปาน กลาง

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

1. หน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ 80.33/84.00 หมายความว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน คิดเป็นร้อยละ 80.33 และคะแนนทำแบบทดสอบหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 84.00 แสดงว่าหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยสอดคล้องกับทฤษฎีของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) (Brahmawong, C. 2013) ที่ได้กำหนดเกณฑ์การหาประสิทธิภาพ กำหนดตัวเลขเป็นร้อยละของ คะแนนเฉลี่ยมีค่าเป็น E_1/E_2 โดย E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการและ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ อุดุลย์ คำมิตร (2555) (Khammit, A. 2012) ที่ได้ศึกษา การพัฒนาชุดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และเทคนิคเอสคิวสามอาร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 82.81/83.15 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ โดยแต่ละชุดการเรียนการสอนแต่ละชุดมีประสิทธิภาพเรียงตามลำดับ ดังนี้ 86.55, 84.92, 80.03, 82.37, และ 80.20 แสดงให้เห็นว่า การพัฒนาชุดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และเทคนิคเอสคิวสามอาร์ สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนต้นได้

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ พบว่า โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ได้แก่ ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย นอกนั้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีทุกข้อ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา สามารถวิเคราะห์และสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ไขปัญหา นั้น โดยอาศัยความรู้ทางด้านฟิสิกส์ จึงส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ด้านใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย อยู่ในระดับสูง ซึ่งข้อค้นพบนี้สอดคล้องกับ พันธุ์ยุทธ น้อยพินิจ (2560) (Noipinit, P. 2017) ที่ได้ให้ความหมายของแนวคิดเชิงออกแบบว่า หมายถึง วิธีการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาความมั่นใจในความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ผ่านกิจกรรมที่ให้นักเรียนทำความเข้าใจผู้อื่นอย่างลึกซึ้ง ร่วมกันสร้างความคิดที่หลากหลาย และตัดสินใจลงมือปฏิบัติเพื่อทดลองสร้างต้นแบบ โดยการศึกษาค้นคว้า ประยุกต์ใช้ทักษะและความคิดขั้นสูงในการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Noweski et al. (2012) ที่กล่าวว่า กระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับทฤษฎีสร้างความรู้ใหม่โดยนักเรียนเองเพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พันธุ์ยุทธ น้อยพินิจ (2560) (Noipinit, P. 2017) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดออกแบบ เรื่อง ภาควัตถุที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผลการวิจัย พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 นิยามปัญหา ขั้นที่ 3 สร้างความคิด ขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ ขั้นที่ 5 ทดสอบ สามารถส่งเสริมระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้

3. จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบพบว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.03 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.81 เมื่อพิจารณาเป็นรายพฤติกรรมเรียงลำดับจากพฤติกรรมที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดไปอย่างน้อยที่สุด ได้แก่ ความร่วมมือช่วยเหลือ ความรับผิดชอบ เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ความสร้างสรรค์ ความใจกว้าง ความมีเหตุผล ความพยายามมุ่งมั่น ความอยากรู้อยากเห็น ความรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากนักเรียนรู้สึกนึกคิดได้ว่า การร่วมมือช่วยเหลือกันภายในกลุ่มจะทำให้นักเรียนได้คะแนนเพิ่มมากยิ่งขึ้น และทำให้กลุ่มของตนเองมีผลงานออกมาเป็นที่น่าพอใจ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ภาพ เลหาไพบูลย์ (2542) (Laohapaiboon, P. 1999) ที่กล่าวว่า จิตวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้สึกนึกคิด ที่เกิดเริ่มต้นจากจิตใจของนักเรียน เจตคติ คุณค่า และนำมาซึ่งพฤติกรรมการแสดงออก ตลอดจนคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลในทางวิทยาศาสตร์ อันเป็นลักษณะสำคัญที่ช่วยเอื้อให้นักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ค้นคว้าหาความรู้ใหม่ แก้ปัญหา หาแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นผลมาจากอารมณ์ ความรู้สึกนึกคิดนั้น ๆ ที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมาในตัวนักเรียนเป็นผลมาจากประสบการณ์และการเรียนรู้หรือได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะมีอิทธิพลต่อความคิด การตัดสินใจ การกระทำหรือพฤติกรรมของนักเรียนต่อความรู้หรือสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ รุจิราพร รามศิริ (2556) (Ramsiri, R. 2013) ได้วิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะการวิจัย ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ พรรณวิภา รัชตธนกุล (2557) (Rachatanakul, P. 2014) ได้พัฒนาชุดการสอนสื่อประสมเรื่อง ปฏิบัติการเคมีด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWLH Plus โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบกลับด้านขั้นเรียน เพื่อพัฒนาความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า จิตวิทยาศาสตร์ หลังการใช้ชุดการสอนสื่อประสมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านความรับผิดชอบมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ส่วนด้านความมีเหตุผล มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด

4. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย แนวคิดทางฟิสิกส์ การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์ กระบวนการทางฟิสิกส์ และความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา กับจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้ง 10 พฤติกรรม ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล ความใจกว้าง ความซื่อสัตย์ ความพยายามมุ่งมั่น ความรอบคอบ ความรับผิดชอบ ความร่วมมือช่วยเหลือ ความสร้างสรรค์ และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ โดยรวมมีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.52 ถ้าพิจารณาเป็นรายคู่ในองค์ประกอบย่อยของตัวแปรพบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.46 ถึง 0.57 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับปานกลางทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเรียงลำดับความสัมพันธ์เป็นรายคู่ในองค์ประกอบย่อยของตัวแปร ได้ดังนี้ ความสัมพันธ์ของคู่ที่มากที่สุด คือ ความซื่อสัตย์กับด้านกระบวนการทางฟิสิกส์ ($r = 0.57$) รองลงมา คือ ความอยากรู้อยาก

เห็นกับด้านกระบวนการทางฟิสิกส์ ($r = 0.56$) ความมีเหตุผลกับด้านกระบวนการทางฟิสิกส์ ($r = 0.56$) ความซื่อสัตย์กับด้านแนวคิดทางฟิสิกส์ ($r = 0.56$) และความรอบคอบกับด้านกระบวนการทางฟิสิกส์ ($r = 0.56$) ความสัมพันธ์ของคู่ที่มีค่าน้อยที่สุด คือ ความรับผิดชอบกับด้านใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย ($r = 0.46$) และความร่วมมือช่วยเหลือกับด้านใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย ($r = 0.46$) แสดงว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์กับจิตวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ 5 ขั้นตอน ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา สามารถวิเคราะห์และสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ไขปัญหา โดยนักเรียนต้องอาศัยความรู้ทางด้านฟิสิกส์มาช่วยในการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนได้รับพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จัดเป็นกลุ่มทำให้นักเรียนต้องทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มช่วยเหลือซึ่งกันและกัน จึงส่งผลให้นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์รายพฤติกรรมอยู่ในระดับที่มากขึ้นไป ซึ่งจะสอดคล้องกับแนวคิดของ Noweski et al. (2012) ที่กล่าวว่า กระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับทฤษฎีสร้างความรู้ใหม่โดยนักเรียนเองเพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 นั่นก็คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาได้ และสอดคล้องกับแนวคิดของ สุวธิดา ล้านสา (2558) (Lansa, S. 2015) ที่กล่าวว่า จิตวิทยาศาสตร์ คือ คุณลักษณะหรือบุคลิกนิสัยของนักเรียนหลังจากการทดลองจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว ทำให้ก่อเกิดเป็นลักษณะนิสัยหรือความรู้สึกนึกคิดทางจิตใจของบุคคลที่แสดงออกมาเป็นพฤติกรรมเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดจากการศึกษาหาความรู้หรือการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ขนิษฐา เนื้อไม้ (2554) (Nuamai, K. 2011) พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างจิตวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดกำแพงเพชรมีความสัมพันธ์กันบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ได้แก่ ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย นอกนั้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีทุกข้อ ดังนั้นครูจึงควรนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ ไปใช้สอนวิชาฟิสิกส์ในเรื่องอื่น ๆ เช่น โมเมนตัมและการชน งานและพลังงาน ของไหล เป็นต้น เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน

2. จากผลการวิจัย พบว่า จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ ในภาพรวมนักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายพฤติกรรม พบว่า พฤติกรรมที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ ความรับผิดชอบและความร่วมมือช่วยเหลือ นอกนั้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากทุกพฤติกรรม โดยพฤติกรรมด้านความซื่อสัตย์มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าความพึงพอใจในประเด็นอื่น ๆ ดังนั้น ครูผู้สอนควรกระตุ้นและสร้างความสนใจในด้านความซื่อสัตย์ในการออกแบบ

ชิ้นงาน เช่น เพิ่มคะแนนหรือให้รางวัลสำหรับกลุ่มที่ออกแบบชิ้นงานได้สวยงามแปลกใหม่ เพื่อเป็นการสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมากยิ่งขึ้น

3. ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรอธิบายขั้นตอนการเรียนรู้ ทั้ง 5 ขั้นตอน ให้นักเรียนฟังอย่างละเอียดและชัดเจน ควรมีการฝึกทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม และฝึกการปรับตัวให้เข้ากับเพื่อนในกลุ่ม การวางแผนเรื่องกำหนดระยะเวลาในการจัดกิจกรรมให้ดี หากเกิดเหตุขัดข้องซึ่งอาจทำให้การทำงานไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ การทำงานไม่ทันตามกำหนดเวลา ดังนั้นจึงควรมีการเผื่อเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ด้วย การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูและนักเรียนต้องมีการวางแผนจัดเตรียมไว้ล่วงหน้าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้การทำกิจกรรมเป็นไปอย่างราบรื่น

ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ ไปทดลองใช้กับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น คณิตศาสตร์ ศิลปศึกษา ภาษาไทย การงานอาชีพ เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาวิจัยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบที่เกี่ยวกับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น

Reference

- Brahmawong, C. (2013). "Developmental Testing of Media and Instructional Package". Silpakorn Education Research Journal. 5(1): January - June. (in Thai)
- Department of curriculum and Instruction Development. (2003). The Knowledge of Science. Bangkok : Kurusapa printing Ladphrao. (in Thai)
- Department of curriculum and Instruction Development. (2014). Flip Your Classroom. Bangkok : Kurusapa printing Ladphrao. (in Thai)
- Khammit, A. (2012). Development of instructional package focus on inquiry method and SG3R technique on the topic substance and their property for prathomsuksa 6 students. Degree of Master of Educational, Curriculum and Instruction, Graduateschool, Burapha University. (in Thai)
- Lansa, S. (2015). The development of learning activity package using inquiry process for promoting critical thinking and scientific mind for fourth grade students. Degree Master of Education, Curriculum and Instruction, Silpakorn University. (in Thai)
- Laohapaiboon, P. (1999). Teaching Science. Bangkok : Chulalongkorn University Printing house. (in Thai)
- Ministry of Education. (2008). The Basic Education Core Curriculum A.D. 2008. (3rd). Bangkok : Chumnumshakorn Publishing. (in Thai)
- Noipinit, P. (2017). An action reseach on developing instruction on conic section topic through design thinking process to enhance creative problem solving ability of 10th grade students. Thesis M.Ed. in Mathematics, Naresuan University. (in Thai)
- Noweski, C., Scheer, A., Buttner, N., von Thienen, J., Erdmann, J., & Meinel, C. (2012). Towards a Paradigm Shift in Education Practice : Developing Twenty first Century Skills with Design Thinking. In H. Plattner, Meinel, C., Leifer, L. (Ed.). New York: Springer Heidelberg.
- Nuamai, K. (2011). A study of Relationship between scientific mind and integrated science process skills of mathayom suksa 3 students under the jurisdiction of kamphaengphet primary educational service. Degree of Master of Educational, Field in Educational Research and Measureamt, Pibulsongkram Rajabhat University. (in Thai)

- Office of the National Economic and Social Development Council. (2017). The Twelfth National Economic and Social Development Plan (2017 - 2021). [Online]. Retrieved October, 4, 2019, from https://www.nesdb.go.th/ewt_dl_link.php?nid=6422.
- Rachatanakul, P. (2014). The development of multimedia instruction package on Chemical Reactions by Inquiry Based Learning and KWLH Plus with Flipped Classroom to development science project ability and scientific mind for Matthayomsuksa 4 students. Degree Master of Education, Curriculum and Instruction, Silpakorn University. (in Thai)
- Ramsiri, R. (2013). The development of science instructional model by using research-based to enhance research skills, creative problem solving skills, and scientific minds of secondary school students. Doctor of Philosophy's Thesis, Curriculum and Instruction, Graduateschool, Silpakorn University. (in Thai)
- Sarachat, S. (2010). Some factors that influence Psychology of Mathayomsuksa 3 students. Degree Master of Education, Educational Research and Statistics, Srinakharinwirot University. (in Thai)
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2012). Professional Science Teacher : A guide to effective teaching and learning. Bangkok : Intereducation Supplies Co.Ltd. (in Thai)
- Thai Physics Society. (2008). "Results of physics score for the 1st year undergraduate during the transition of admission system". Thai Journal of Physics, 25(3). (in Thai)
- Wiriyajitra, A., et al. (2012). Looking back and moving forward of English learning. Bangkok : Windows on the World. (in Thai)