

การพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วย กระบวนการคิดเชิงออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

The Developing Ability to Innovate in Physics by Using Learning Management Through the Design Thinking Process Grade 10

ปวีณา ยกพล¹

Pavena Yokpon

ดร.นิวัฒน์ บุญสม²

Niwat Boonsom

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนแนวตรง ของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ 2) เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางฟิสิกส์ของนักเรียนที่ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และ 3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดนางสาว (ถาวรราษฎร์บำรุง) อำเภอกะทู้มูแบน จังหวัดสมุทรสาคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 29 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ 2) แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางฟิสิกส์ 3) แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง และ 4) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนแนวตรง ของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลการศึกษาความสามารถในการสร้าง

ARTICLE INFO:

Author:

1. ปวีณา ยกพล

Pavena Yokpon

นักศึกษาสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
E-mail: airpavena02@gmail.com

Corresponding Author:

2. ดร.นิวัฒน์ บุญสม

Niwat Boonsom

ผู้ช่วยศาสตราจารย์, อาจารย์ที่ปรึกษา
นักศึกษาหลักสูตรและการสอน
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้,
ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ,
ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางฟิสิกส์

Keywords: learning management,
the design thinking process,
the ability to innovate in physics

Article history:

Received: 09/05/2024

Revised: 10/05/2024

Accepted: 20/05/2024

นวัตกรรมทางฟิสิกส์ของนักเรียนที่ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ นักเรียนมีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางฟิสิกส์ อยู่ในระดับดี และ 3) ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ อยู่ในระดับมากที่สุด

Abstract

The objectives of this research were 1) to compare the learning outcomes on straight line movement 2) to study the ability to create innovations in physics of students using design thinking learning management, and 3) to study students' opinions on management, learn through the design thinking process. The sample group was Mathayomsuksa 4 students at Wat Miss School (Thavorn Rat Bamrung) Krathum Baen District, Samut Sakhon Province, the first semester of the academic year 2021, consisted of 29 students. The research instruments consisted of 1) a learning management plan using the design thinking process 2) an assessment form for the ability to create innovations in physics 3) a learning outcome test on the subject of and 4) a questionnaire on opinions of Mathayom Suksa 4 students towards learning management through the design thinking process. The results showed that 1) learning outcomes on straight line movement of students who manage to learn with the design thinking process The learning outcomes after school were significantly higher than before at the .05 level. 2) The results of a study on the ability to create innovations in physics of students using design thinking learning management. Students are capable of innovative physics and 3) The results of the study of students' opinions on learning management through the design thinking process at the highest level.

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สังคมปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างมากเพื่อเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ที่มีความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ รวมไปถึงมีการสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกสบายให้กับคนในปัจจุบัน และผู้ที่สามารถอยู่ในสังคมได้อย่างเหมาะสม ควรเป็นผู้ที่ใช้เครื่องมือในการแสวงหาความรู้เพื่อสร้างและพัฒนานวัตกรรมใหม่ ๆ อยู่เสมอ การจัดการศึกษาเป็นสิ่งสำคัญที่มีบทบาทในการส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายในยุคศตวรรษที่ 21 และสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมที่มีความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอย่างรวดเร็วเป็นสังคมแห่งการ

เรียนรู้และสร้างนวัตกรรม ซึ่งสอดคล้องกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ สมพร ปานดำ (2560: 3) ที่ว่า การบริหารจัดการนวัตกรรมมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม นักเศรษฐศาสตร์ได้กล่าวว่า 50%-80% ของการเติบโตทางเศรษฐกิจเกิดจากนวัตกรรมและความรู้ใหม่ นวัตกรรมจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจในปัจจุบัน นอกจากนี้ นวัตกรรมยังส่งผลทางบวกต่อการสร้างรายได้เปรียบเทียบการแข่งขัน และนวัตกรรมสามารถแบ่งออกตามระดับความใหม่และผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคมได้ง่ายๆ เป็น 2 ประเภท คือ นวัตกรรมแบบค่อยเป็นค่อยไป (การพัฒนาหรือต่อยอดจากเทคโนโลยี/สินค้าปัจจุบัน) และนวัตกรรมแบบก้าวกระโดด (นวัตกรรมที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก เช่น สมาร์ทโฟนที่เข้ามาแทนที่โทรศัพท์มือถือแบบเก่า) ผู้ประกอบการสามารถสร้างธุรกิจใหม่ จากทั้งสองประเภทของนวัตกรรมดังกล่าว ในประเทศไทยมีผู้ประกอบการอยู่ 2 ประเภท คือ ผู้ประกอบการเป็นนักนวัตกรรมอย่างแนวคิดของ Christensen (1999) และผู้ประกอบการที่เป็นผู้ตามซึ่งลอกเลียนหรือดัดแปลงสินค้าและบริการจากธุรกิจปัจจุบัน มากกว่าการแสวงหานวัตกรรมใหม่ๆ และ (กรมวิชาการ 2554: 49) ได้กล่าวในทำนองเดียวกันว่า การเปลี่ยนแปลงทางสังคมในยุคศตวรรษที่ 21 ที่มีความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอย่างรวดเร็วเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้และสร้างความรู้ ผู้ที่สามารถอยู่ในสังคมได้อย่างเหมาะสม ควรเป็นผู้ที่ใช้เครื่องมือในการแสวงหาความรู้และการเรียนรู้ การจัดการศึกษาเป็นสิ่งสำคัญและนับว่ามีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายในยุคศตวรรษที่ 21 และสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมที่มีความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอย่างรวดเร็วเป็นสังคมแห่งความรู้และสร้างความรู้ได้อย่างเหมาะสมและมีความสุข

นอกจากนี้ แผนการศึกษาแห่งชาติ 20 ปี (พ.ศ.2560-2579) (2560: 1) ได้วางกรอบเป้าหมายและทิศทางการจัดการศึกษาของประเทศในการพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถของคนไทยทุกช่วงวัยให้เต็มตามศักยภาพ สามารถแสวงหาความรู้และเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต โดยการขับเคลื่อนภายใต้วิสัยทัศน์คนไทยทุกคนได้รับการศึกษาและเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ ดำรงชีวิตอย่างเป็นสุข สอดคล้องกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และการเปลี่ยนแปลงของโลกศตวรรษที่ 21 ที่สำคัญ คือ เพื่อนำประเทศไทยก้าวข้ามกับดักประเทศที่มีรายได้ปานกลาง และความเหลื่อมล้ำภายในประเทศลดลง โดยดำเนินการระยะเร่งด่วน ปี พ.ศ.2560-2561 จะเป็นการดำเนินการของกระทรวงศึกษาธิการ (ศธ.) ประกอบด้วยการจัดทำฐานข้อมูลนักเรียนรายบุคคลที่สามารถเชื่อมโยง แลกเปลี่ยนและใช้ประโยชน์ร่วมกันระหว่างศึกษาธิการและหน่วยงานอื่น รวมทั้งการขยายการบริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง และการใช้ประโยชน์จาก DLIT, DLTV การจัดอัตราค่าจ้างครูให้ครบตามเกณฑ์ การพัฒนาทักษะ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา การปรับระบบการสอบ O-Net ให้เป็นที่ยอมรับ รวมถึงการขับเคลื่อนแผนสร้างความรู้ความเข้าใจให้ทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องได้ตระหนักถึงความสำคัญและพร้อมเข้าร่วมในการผลักดันแผนการศึกษาชาติ 20 ปี สอดคล้องกับความเชื่อมโยงระหว่างแผนการศึกษาชาติ ยุทธศาสตร์ชาติและนโยบายรัฐบาล 4.0 สู่การปฏิบัติที่เป็นรูปธรรม โดยหน่วยงานที่จัดการศึกษาต้อง

ทบพวนยุทธศาสตร์ เป้าหมายและตัวชี้วัด จากผลของการจัดการศึกษาในช่วง 15 ปีแรก และประเมินสถานการณ์ของประเทศและของโลก เพื่อการปรับปรุงให้เหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของสังคม ตลาดงานและการพัฒนาประเทศ โดยมีกรอบทิศทางแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560 - 2574 (2560 : 2) ประกอบด้วยยุทธศาสตร์ 6 ด้าน คือ 1) การจัดการศึกษาเพื่อความมั่นคงของสังคมและประเทศชาติ 2) การผลิตและพัฒนากำลังคน การวิจัย และนวัตกรรม เพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ 3) การสร้างโอกาส ความเสมอภาคและความเท่าเทียมทางการศึกษา 4) การจัดการศึกษาเพื่อสร้างเสริมคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 5) การพัฒนาประสิทธิภาพของระบบบริหารจัดการศึกษาและ 6) การพัฒนาศักยภาพคนทุกช่วงวัย และการสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้ โดยมีเป้าหมาย เพื่อให้ นักเรียนมีทักษะและคุณลักษณะพื้นฐานของพลเมืองไทย ทักษะและคุณลักษณะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 คนทุกช่วงวัยมีทักษะความรู้ ความสามารถและสมรรถนะตามมาตรฐานการศึกษา มาตรฐานวิชาชีพ และพัฒนาคุณภาพชีวิตได้ตามศักยภาพ สถานศึกษาทุกระดับการศึกษาสามารถจัดกิจกรรมกระบวนการเรียนรู้ตามหลักสูตรอย่างมีคุณภาพและมาตรฐาน แหล่งเรียนรู้ สื่อตำราเรียน นวัตกรรม และสื่อการเรียนรู้มีคุณภาพและมาตรฐาน และประชาชนสามารถเข้าถึงได้โดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่ ระบบและกลไกการวัด การติดตามและประเมินผลมีประสิทธิภาพระบบการผลิตครู อาจารย์และบุคลากรทางการศึกษาได้ มาตรฐานระดับสากล ครู อาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษาได้รับการพัฒนาสมรรถนะตามมาตรฐาน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) (2560 : 92) มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการ คำนวณและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการ สังเกต การสำรวจตรวจสอบการทดลองแล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการแนวคิดและองค์ความรู้ เข้าใจหลักการ ทฤษฎีและกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ขอบเขตของธรรมชาติของวิชา วิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษา คำนวณ และ คิดค้นทางเทคโนโลยี เพื่อให้ตระหนักถึงความสำคัญระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และ สภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกันนำความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำเนินชีวิต พัฒนาระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับ กระบวนการ มีทักษะสำคัญในการคำนวณ และสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะ หาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลายให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วย

การลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น ในการสอนวิชาใด ๆ ก็ตาม ครูผู้สอนจะต้องเข้าใจถึงเหตุผลที่ว่า ทำไมต้องสอนวิชานั้นเสียก่อน เพราะความเข้าใจดังกล่าวจะเป็นสิ่งกำหนดแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่ครูผู้สอนต้องรับผิดชอบ สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560: 3) และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (2560:163) ให้ความสำคัญกับการใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผลงานวิจัยและพัฒนาความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี นวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์อย่างเข้มข้นทั้งในภาคธุรกิจ ภาครัฐ และภาคประชาสังคม รวมทั้งให้ความสำคัญกับการพัฒนาบุคลากรวิจัย โครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และการบริหารจัดการ เพื่อช่วยขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศให้ก้าวสู่เป้าหมาย เช่นเดียวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพมาตรฐานการเรียนรู้ มีความสามารถในการคิด ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดอย่างสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม สำนักงานคณะกรรมการ พัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี (2560: 1) ซึ่งโรงเรียนวัดนางสาว (ถาวรราษฎร์บำรุง) เป็นสถานศึกษาที่ได้รับคัดเลือกจากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสมุทรสาคร ให้เป็นโรงเรียนต้นแบบการใช้หลักสูตรในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาเพื่อใช้ในการจัดการศึกษาพัฒนานักเรียนให้ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน เรียนรู้อย่างต่อเนื่อง สามารถอยู่ในสังคมอย่างมีความสุข นักเรียนทุกคนได้รับการปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ มีการพัฒนาเต็มตามศักยภาพ มีทักษะชีวิต มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตดีนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาเป็นแนวทางการดำเนินชีวิต เป็นผู้นำที่ดีของสังคมและมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เพื่อการเรียนรู้และการสื่อสารอย่างหลากหลาย โรงเรียนวัดนางสาว (ถาวรราษฎร์บำรุง) เป็นโรงเรียนมาตรฐานสากล (World-Class Standard School) มุ่งเน้นให้นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ในฐานะพลเมืองของชาติ พลโลก จัดการเรียนการสอนด้านต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนให้มีศักยภาพ ด้านความเป็นเลิศทางวิชาการ (Smart) มีความรู้พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ เทคโนโลยี มีผลการเรียนดีเป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติ สามารถศึกษาต่อในระดับสูง มีทักษะการสื่อสารทางภาษาได้ดี ล้ำหน้าทางด้านความคิด (Thinker) มีความใฝ่รู้ สร้างสรรค์ กล้าเผชิญความเสี่ยง คิดได้ในระดับสูง มีเหตุผลรู้จักคิดวิเคราะห์ วิจาร์ณ สังเคราะห์ และประเมินค่าได้ดี ตลอดจนแก้ปัญหาจัดการกับความซับซ้อนได้ ผลิตผลงานอย่างสร้างสรรค์ (Innovation) สามารถจัดลำดับความสำคัญ วางแผนและบริหารจัดการสู่ความสำเร็จ สามารถใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้ ได้อย่างกว้างขวาง สามารถผลิตผลงานที่เหมาะสมมีคุณภาพสูง ร่วมกันรับผิดชอบต่อสังคมโลก (Global Citizenship) มีความตระหนักรู้สถานการณ์โลก สามารถเรียนรู้และจัดการความซับซ้อน มีความรู้ความเข้าใจวัฒนธรรมขนบธรรมเนียม ประเพณีของไทยและของนานาชาติ ซึ่งวิชาฟิสิกส์เป็นรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น ดังนั้นครูที่สอน

ฟิสิกส์จึงต้องศึกษาให้เข้าใจในจุดประสงค์ของวิชาฟิสิกส์ เพื่อการตัดสินใจเลือกดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับสภาพของรายวิชา ซึ่งวัตถุประสงค์ของรายวิชาฟิสิกส์ คือ เพื่อให้เข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติ หลักการ ทฤษฎีและกฎที่เป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์ เพื่อให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่สังเกตได้จากปรากฏการณ์จริงกับคำอธิบายทางทฤษฎี เพื่อให้เข้าใจและยอมรับในขอบเขตของข้อมูลที่ได้ว่าขึ้นกับขีดความสามารถของเครื่องมือวัด เพื่อให้เกิดทักษะในการศึกษาค้นคว้าและแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้สามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการนำหลักการทางฟิสิกส์ไปประยุกต์ในด้านต่าง ๆ ทั้งเชิงความคิดและเชิงปฏิบัติ เพื่อให้มีความสนใจ ใฝ่รู้ในเรื่องราวทางฟิสิกส์ มีความใจกว้าง คิดและปฏิบัติอย่างมีเหตุผล เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ ผลดีและผลเสียต่อสังคมที่มีต่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันที่อยู่ในยุคศตวรรษที่ 21 เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงไปตามกระแสโลกาภิวัตน์ ทั้งการเปลี่ยนแปลงทางด้านวิทยาการ นวัตกรรม อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ซึ่งจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนรู้ การคิด การวิเคราะห์ และการสร้างสรรค์นวัตกรรมขึ้นใหม่เพื่อให้ก้าวทันต่อเหตุการณ์ ทักษะในศตวรรษที่ 21 มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ตลอดชีวิตและมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตในยุคการขยายตัวทางเศรษฐกิจและสังคม ควรเริ่มจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีครูเป็นผู้ช่วยแนะแนวและช่วยออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละคน โดยเฉพาะการฝึกความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรม โดยต้องฝึกให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านการฝึกปฏิบัติจริง (Active Learning) เน้นทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 รู้จักคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหาและคิดสร้างสรรค์อย่างเป็นรูปธรรมทั้งในและนอกห้องเรียน สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2560: 4) และจากการติดตามผลการจัดการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีของครูชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีจุดเน้นในเรื่องแนวคิดวิทยาศาสตร์และทักษะการสำรวจตรวจสอบ/ทักษะการทดลองแต่ยังไม่ได้ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองและครูบางคนได้สอนโดยการเน้นความจำมากกว่าการคิดขั้นสูง ในขณะที่ครูบางส่วนได้เน้นกระบวนการคิดในการสอน แต่ยังไม่ได้นเน้นกระบวนการคิดในการประเมิน และมีข้อเสนอแนะควรลดกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ที่ครูเป็นผู้กำหนดแนวทางในการทำกิจกรรมให้กับนักเรียนในทุกขั้นตอน (Structured inquiry) แต่ควรเพิ่มกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ที่ครูมีการแนะแนวทางให้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนออกแบบกิจกรรมด้วยตนเอง (Guided inquiry) และเน้นให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ฉันทชัย จันทะเสน (2560: 55)

ผู้วิจัยมีความตระหนักถึงเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ เพื่อนำมาพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะตามที่หลักสูตรกำหนด โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากสภาพปัจจุบัน ปัญหาการจัดการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางฟิสิกส์ และผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการศึกษาแนวคิดทฤษฎีต่าง ๆ ผู้วิจัยพบว่า การจัดการ

เรียนการสอนที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางฟิสิกส์ มีหลายวิธี เช่น การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการสืบเสาะ การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิด การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการกลุ่ม การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการวิจัย การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมถึงการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ซึ่งการสอนแต่ละวิธีเป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอน ที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างนวัตกรรมทางฟิสิกส์ได้ ดังนั้น ผู้วิจัยเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่เน้นให้นักเรียนใช้กระบวนการคิดเพื่อแก้ไขปัญหาหรือโจทย์ให้ถูกจุด ตลอดจนพัฒนาแนวคิดใหม่ ๆ เพื่อแก้ไขปัญหาและหาวิธีทางที่ดีที่สุดและเหมาะสมที่สุดจนนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมทางฟิสิกส์นั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบนั้น มีนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวไว้คล้าย ๆ กัน คือ ขั้นตอนกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เข้าใจปัญหา ครูให้ความรู้ในเนื้อหาที่จะเรียน จากนั้นนักเรียนศึกษาบทวนเนื้อหาบทเรียนที่ครูสอน พร้อมกับทำความเข้าใจถึงปัญหาการเรียนรู้ของตนเอง ว่ามีสาเหตุใดบ้างที่เป็นปัญหาในการเรียนรู้ และนักเรียนต้องการเรียนรู้เกี่ยวกับอะไรในบทเรียนนี้

ขั้นที่ 2 กำหนดปัญหาที่ชัดเจน นักเรียนแต่ละคนเขียนปัญหาที่พบใน ขั้นที่ 1 เป็นข้อๆ โดยเขียนให้ได้ปริมาณมากที่สุด เพื่อนำเสนอปัญหาของตนเองให้เพื่อน ๆ ฟัง

- นักเรียนนำเสนอปัญหาและสิ่งที่ตนเองอยากรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แนวตรงทีละคน เพื่อให้เพื่อน ๆ ในชั้นเรียนได้สังเกต

- นักเรียนที่ไม่ได้นำเสนอมีหน้าที่ศึกษาและตรวจสอบประเด็นของเพื่อนที่นำเสนอว่ามีความคล้ายคลึง หรือตรงกับปัญหาของตนเองหรือไม่ มากน้อยเพียงใด

- นักเรียนแต่ละคนเลือกประเด็นที่เพื่อน ๆ นำเสนอมา 5 ประเด็น เพื่อรวบรวมประเด็นและข้อมูลที่สอดคล้องกับปัญหาของนักเรียนมากที่สุด

- นักเรียนที่มีประเด็นปัญหาเรื่องเดียวกันอยู่กลุ่มด้วยกันเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาร่วมกัน

ขั้นที่ 3 ระดมความคิด นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษาวิเคราะห์ข้อมูล ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อให้สมาชิกในกลุ่มมีความเข้าใจและแก้ไขปัญหาของกลุ่มได้ จากนั้นนำวิธีการแก้ปัญหาที่ได้มาเขียนแบบลงในกระดาษ

ขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแบบที่เขียนลงในกระดาษในขั้นที่ 3 ระดมความคิด มาสร้างเป็นชิ้นงานที่สามารถจับต้องได้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานที่สร้างขึ้น ครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันอภิปรายผลงาน เพื่อให้กลุ่มเจ้าของชิ้นงานได้นำไปปรับปรุงและพัฒนาผลงานต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนแนวตรง ของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางฟิสิกส์ของนักเรียนที่ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
3. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยใช้วิธีการดำเนินการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยใช้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนวัดนางสาว (ถาวรราษฎร์บำรุง) เป็นหน่วยวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้กำหนดรายละเอียดการดำเนินการวิจัยดังนี้

กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในอำเภอกะทู้แบบจังหวัดสมุทรสาคร มีทั้งหมด 4 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนกะทู้แบบ (วิเศษสมุทรคุณ) โรงเรียนกุศลวิทยา โรงเรียนวัดนางสาว (ถาวรราษฎร์บำรุง) และโรงเรียนอ้อมน้อยโสภณชนูปถัมภ์ ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 525 คน

กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนวัดนางสาว (ถาวรราษฎร์บำรุง) อำเภอกะทู้แบบ จังหวัดสมุทรสาคร ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 29 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เพื่อส่งเสริมความ

สามารถในการสร้างนวัตกรรมทางฟิสิกส์ จำนวน 2 แผน จำนวน 20 ชั่วโมง ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง จำนวน 10 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สมการและกราฟการเคลื่อนที่แนวตรงจำนวน 10 ชั่วโมง

2. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง จำนวน 1 ฉบับ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก กำหนดให้ค่าคะแนน คือ คำตอบถูกต้องได้ 1 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนน จำนวน 20 ข้อ

3. แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ ด้านที่ 1 ความเป็นนวัตกรรม ด้านที่ 2 ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรมและด้านที่ 3 ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม โดยแบบประเมินนี้ใช้ประเมินรายกลุ่ม กำหนดเป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบิก (Rubrics Scoring) ใช้ประเมินขณะปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้แผนละ 1 ครั้งแต่ละครั้งมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน รวมประเมินทั้งหมด 2 ครั้ง แล้วนำคะแนนมาคิดเป็นค่าเฉลี่ย

4. แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางฟิสิกส์ ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ 1) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ 2) ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ 3) ประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 20 ข้อ และกำหนดเกณฑ์ระดับความคิดเห็น

การสร้างและพัฒนาเครื่องมือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้การสร้างและตรวจสอบแผนการเรียนรู้ จำนวน 2 แผน ใช้เวลาสอน 20 ชั่วโมง เพื่อประกอบการพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กำหนดขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษารายละเอียดของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวัดนางสาว (ถาวรราษฎร์บำรุง) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

1.2 วิเคราะห์ เลือก และกำหนดเนื้อหาเพื่อนำมาสร้าง แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยแบ่งออกเป็น 2 แผน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ขั้นตอนการทดลอง ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมก่อนทำการทดลอง ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1.1 ติดต่อผู้อำนวยการโรงเรียนวัดนางสาว(ถาวรราษฎร์บำรุง) เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการทดลองใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ที่พัฒนาขึ้น

1.2 ผู้วิจัยเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ จำนวน 2 แผน พร้อมทั้งเตรียมสื่อการสอนที่ต้องใช้ในการจัดการเรียนการสอน

1.3 ผู้วิจัยชี้แจงหลักการ เหตุผล และประโยชน์ของการวิจัยให้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง พร้อมทั้งทำความเข้าใจกับนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการเรียนการสอน เพื่อให้ผลการจัดการเรียนรู้เกิดประโยชน์สูงสุด

2. ขั้นตอนทดลอง

2.1 นำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปทดสอบก่อนการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

2.2 ดำเนินการทดลองการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางฟิสิกส์ โดยจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ใช้เวลาในการสอน จำนวน 2 แผน รวมเป็น 20 ชั่วโมง มีขั้นตอนการสอนดังนี้

ขั้นที่ 1 เข้าใจปัญหา ครูให้ความรู้ในเนื้อหาที่จะเรียน จากนั้นนักเรียนศึกษาทบทวนเนื้อหาบทเรียนที่ครูสอน พร้อมทั้งทำความเข้าใจถึงปัญหาการเรียนรู้ของตนเอง ว่ามีสาเหตุใดบ้างที่เป็นปัญหาในการเรียนรู้ และนักเรียนต้องการเรียนรู้เกี่ยวกับอะไรในบทเรียนนี้

ขั้นที่ 2 กำหนดปัญหาที่ชัดเจน นักเรียนแต่ละคนเขียนปัญหาที่พบใน ขั้นที่ 1 เป็นข้อๆ โดยเขียนให้ได้ปริมาณมากที่สุด เพื่อนำเสนอปัญหาของตนเองให้เพื่อน ๆ ฟัง

- นักเรียนนำเสนอปัญหาและสิ่งที่ตนเองอยากรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แนวตรงทีละคน เพื่อให้เพื่อน ๆ ในชั้นเรียนได้สังเกต

- นักเรียนที่ไม่ได้นำเสนอมีหน้าที่ศึกษาและตรวจสอบประเด็นของเพื่อนที่นำเสนอว่ามีความคล้ายคลึง หรือตรงกับปัญหาของตนเองหรือไม่ มากน้อยเพียงใด

- นักเรียนแต่ละคนเลือกประเด็นที่เพื่อน ๆ นำเสนอมา 5 ประเด็น เพื่อบรรวบรวมประเด็นและข้อมูลที่สอดคล้องกับปัญหาของนักเรียนมากที่สุด

- นักเรียนที่มีประเด็นปัญหาเรื่องเดียวกันอยู่กลุ่มด้วยกันเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาร่วมกัน

ขั้นที่ 3 ระดมความคิด นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษาวิเคราะห์ข้อมูล ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อให้สมาชิกในกลุ่มมีความเข้าใจและแก้ไขปัญหาของกลุ่มได้ จากนั้นนำวิธีการแก้ปัญหามาเขียนแบบลงในกระดาษ

ขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแบบที่เขียนลงในกระดาษในขั้นที่ 3 ระดมความคิด มาสร้างเป็นชิ้นงานที่สามารถจับต้องได้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานที่สร้างขึ้น ครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันอภิปรายผลงาน เพื่อให้กลุ่มเจ้าของชิ้นงานได้นำไปปรับปรุงและพัฒนาผลงานต่อไป

3. ขั้นหลังการทดลอง

หลังจากดำเนินการทดลองเสร็จสิ้น ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

3.1 ทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จแล้ว ผู้วิจัยนำแบบทดสอบมาตรวจและบันทึกคะแนน เพื่อนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

3.2 ให้นักเรียนทำแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง ของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางฟิสิกส์ของนักเรียนที่ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยมีรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละตอนดังต่อไปนี้

อภิปรายผล

1. ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง ของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ พบว่า มีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบได้ช่วยให้นักเรียนรู้จักปัญหาที่แท้จริงของตนเอง และทำให้นักเรียนได้วางแผนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยการระดมความคิดกับเพื่อนในกลุ่ม และลงมือปฏิบัติจริงตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ที่เริ่มจากขั้นที่ 1 เข้าใจปัญหา นักเรียนทำความเข้าใจถึงปัญหาการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ที่ผ่านมา ว่ามีสาเหตุใดบ้างที่เป็นปัญหาในการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ และนักเรียนต้องการอะไรในการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ นักเรียนเขียนปัญหาที่พบในการเรียนบทที่ผ่านมาลงในใบงาน เป็นข้อ ๆ ให้ได้ปริมาณมากที่สุด ขั้นที่ 2 กำหนดปัญหาให้ชัดเจน นักเรียนคิดไตร่ตรองและกำหนดให้ชัดเจนว่าปัญหาที่แท้จริงคืออะไร โดยการพิจารณาปัญหาต่าง ๆ จากขั้นที่ 1 เข้าใจปัญหา จากนั้นเลือกปัญหาที่นักเรียนต้องการแก้ไขมากที่สุดมา 1 ปัญหา ขั้นที่ 3 ระดมความคิด จัดกลุ่มนักเรียนที่มีปัญหาคคล้ายคลึงกันอยู่ด้วยกัน เพื่อคัดกรองและวิเคราะห์ข้อมูล ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาหลากหลาย จากนั้นระดมความคิดกันเพื่อเลือกวิธีการแก้ไขปัญหา การค้นหาคำตอบที่ดีที่สุด ขั้นที่ 4 ต้นแบบ นักเรียนเขียนออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหา วิเคราะห์ตอบลงในกระดาษ จากนั้นนำแบบที่เขียนขึ้น มาสร้างชิ้นงานที่จับต้องได้ให้เป็นรูปธรรม ขั้นที่ 5 ทดสอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานที่สร้างขึ้น ครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันอภิปรายผลงาน เพื่อให้กลุ่มเจ้าของผลงานได้นำไปปรับปรุงและพัฒนาผลงานต่อไป จากการจัดการเรียนรู้นี้ทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจปัญหาที่แท้จริง วางแผนแก้ไขปัญหา และลงมือแก้ไขปัญหด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ที่สูงขึ้นตามทฤษฎีขั้นตอนการคิดเชิงออกแบบ ของ Stanford d. school (2016, อ้างถึงใน ไพรมา อิศรเสนา ณ อยุธยา และชูจิต ตรีรัตนพันธ์ 2560 : 22) Design Thinking คือ “กระบวนการคิดที่ใช้การทำความเข้าใจในปัญหาต่าง ๆ อย่างลึกซึ้ง โดยเอาผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง และนำเอาความคิดสร้างสรรค์และมุมมองจากคนหลาย ๆ สายมาสร้างไอเดียแนวทางการแก้ไข และนำเอาแนวทางต่าง ๆ นั้นมาทดสอบและพัฒนา เพื่อให้ได้แนวทางหรือวัตรกรรมที่ตอบโจทย์ กับผู้ใช้และสถานการณ์นั้น ๆ ” โดย Stanford d.school ได้แบ่งขั้นตอนกระบวนการคิดออกเป็น 5 ขั้น คือ ขั้นที่ 1 Empathize คือ เข้าใจปัญหา ทำความเข้าใจกับปัญหาให้ถ่องแท้ในทุกมุมมอง ตลอดจนเข้าใจผู้ใช้กลุ่มเป้าหมาย ขั้นที่ 2 Define คือ กำหนดปัญหาให้ชัดเจน นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์เพื่อที่จะคัดกรองให้เป็นปัญหาที่แท้จริง ขั้นที่ 3 Ideate คือ ระดมความคิด การระดมความคิดนี้คือการนำเสนอแนวความคิดตลอดจนแนวทางการแก้ไขปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ อย่างไม่มีกรอบจำกัด ขั้นที่ 4 Prototype คือ สร้างต้นแบบที่เลือก การสร้างต้นแบบ เนื่องจากความคิดในขั้นที่ Ideate อาจจะไม่สามารถ ทำให้ผู้อื่นเห็นภาพตามที่เราคิดขึ้นมาได้เราจึงต้องสร้างแบบจำลองขึ้นมาเพื่อให้สามารถสัมผัสได้ถึงสิ่งที่ความคิดเราต้องการนำเสนอ โดยการสร้างแบบจำลองนั้น และขั้นที่ 5 Test คือ ทดสอบ ทดลองนำต้นแบบหรือข้อสรุปที่จะนำไปใช้จริงมาปฏิบัติก่อน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพ ตลอดจนประเมินผล ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับ พิพัฒน์พงศ์ จิตต์เทพและคณะ (2563) ได้ทำงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางสังคมในสาระภูมิศาสตร์ ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงออกแบบ คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความเข้าใจกลุ่มเป้าหมายอย่างลึกซึ้ง (Empathize) ขั้นที่ 2 ขั้นกำหนดความต้องการ (Define) ขั้นที่ 3 ขั้นระดมความคิด ขั้นที่ 4 ขั้นตอนพัฒนาต้นแบบ (Prototype) และขั้นที่ 5 ขั้นทดสอบ (Test) และผลการวิจัย พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 30.52 (SD.=3.742) และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าร้อยละ 70 (28 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 ($t=3.745, df=30, p<0.01$) หรือสามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับ สรยุทธศรี ทองไสว (2562) ซึ่งได้ทำงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้รูปแบบการถอดวิธีคิดเชิงออกแบบในรายวิชาหลักการของระบบสื่อสาร ผลการวิจัยพบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักศึกษาสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนรวมเฉลี่ยเท่ากับ 12.00

2. ผลการศึกษาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางฟิสิกส์ของนักเรียนที่ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ จำนวน 2 แผน นักเรียนมีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางฟิสิกส์อยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 76.30 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิด การคิดแก้ปัญหา และการคิดสร้างสรรค์ อีกทั้งยังฝึกให้นักเรียนทำงานอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอนในการทำงาน โดยเริ่มจากปัญหา เมื่อได้ปัญหามาแล้วนักเรียนจะต้องหาวิธี แนวทางการแก้ไขปัญหานั้นให้ได้ โดยระดมความคิดกับเพื่อนภายในกลุ่ม จากนั้นร่างต้นแบบขึ้นมาและช่วยกันคิดวิเคราะห์ว่าต้นแบบนี้ สามารถแก้ไขปัญหาได้จริงหรือไม่ หากพบว่าต้นแบบไม่สามารถแก้ไขปัญหาก็จริงนักเรียนจะต้องระดมความคิดกันใหม่ เพื่อให้ได้ต้นแบบที่สามารถแก้ไขปัญหาก็ได้ และหากได้ต้นแบบที่สามารถแก้ไขปัญหาก็แล้วก็นำมาสร้างต้นแบบ และทดสอบนวัตกรรม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของวิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนา (2562) ที่ว่า ทักษะการสร้างสร้งนวัตกรรม เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ (Knowledge) จินตนาการ (Imagination) ความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) ความร่วมมือ (Collaborative) ทำให้เกิดนวัตกรรมที่อาจอยู่ในรูปแบบของความคิด วิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ โดยอาจเป็นสิ่งใหม่ทั้งหมดหรือใหม่เพียงบางส่วน และอาจใหม่ในบริบทใดบริบทหนึ่ง หรือในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ พิพัฒน์พงศ์ จิตต์เทพ, มั่นสนันท์ น้ำสมบูรณ์, เพ็ญพะนอ พ่วงแพ และ วิสูตร โพธิ์เงิน (2564) ได้ทำงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถการสร้างสร้งนวัตกรรมทางสังคมในสาระภูมิศาสตร์ ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงออกแบบ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนความสามารถในการสร้งสร้งนวัตกรรมทางสังคมหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{X}=2.36, S.D=0.08$) เมื่อพิจารณารายด้านโดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้ดังนี้ คุณลักษณะของนวัตกรรมทางสังคมอยู่ในระดับดี เป็นลำดับที่หนึ่ง ($\bar{X}=2.45, S.D=0.08$) รองลงมา

ได้แก่การนำนวัตกรรมทางสังคมมาใช้งานอยู่ในระดับดี ($\bar{X}=2.44, S.D=0.09$) เป็นลำดับที่สอง และความเป็นนวัตกรรมทางสังคมอยู่ในระดับดี เป็นลำดับสุดท้าย ($\bar{X}=2.20, S.D=0.17$) ตามลำดับ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ นิวัฒน์ บุญสม (2556) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดของกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมนวัตกรรมด้านสุขภาพของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดของกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมนวัตกรรมด้านสุขภาพของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ มีชื่อว่า “4 CO-PAC Modfi” มีองค์ประกอบสำคัญ 3 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบเชิงหลักการและวัตถุประสงค์ องค์ประกอบเชิงกระบวนการเรียนการสอน และองค์ประกอบเชิงเงื่อนไขการนำรูปแบบไปใช้กระบวนการเรียนการสอนมี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การร่วมกันค้นหาปัญหา(CollaborativeProblemFinding) ขั้นที่ 2 การร่วมกันค้นหาแนวคิด (Collaborative Idea Finding) ขั้นที่ 3 การร่วมกันสร้างนวัตกรรม (Collaborative Innovation Building) และ ขั้นที่ 4 การร่วมกันสร้างการยอมรับ(Collaborative Acceptance Building) ซึ่งทุกขั้นตอนหลักจะมีขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอน ที่เรียกว่า “PAC” ได้แก่ ขั้นเตรียมการ (Preparation: P) ขั้นปฏิบัติ (Action : A) และขั้นสรุป (Conclusion) โดยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และนวัตกรรมด้านสุขภาพของนักเรียนในช่วงระหว่างการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนมีพัฒนาการขึ้นและโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีและมีพฤติกรรมสุขภาพโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี 3) ผลการขยายผล พบว่า หลังการจัดการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน นักเรียนกลุ่มขยายผลมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีและมีนวัตกรรมด้านสุขภาพ และพฤติกรรมสุขภาพโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีเยี่ยม

3. ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ในภาพรวมนักเรียนมีความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ อยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับความคิดเห็นมากที่สุด ด้านประโยชน์ที่ได้รับอยู่ในระดับความคิดเห็นมากที่สุด ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ อยู่ในระดับความคิดเห็น ตามลำดับ และเมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า ทุกข้อมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากขึ้นไป ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ข้อที่ 3 นักเรียนเห็นด้วยกับการจัดการเรียนรู้ที่มีการทำงานเป็นทีม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนได้ศึกษาหาวิธีการแก้ปัญหา ระดมสมองร่วมกันอย่างสร้างสรรค์ เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ฝึกทักษะกระบวนการแก้ปัญหา นำสู่การสร้างนวัตกรรมอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ได้นวัตกรรมทางศิลปะที่สามารถแก้ปัญหากลุ่มตนเองได้ ซึ่งด้านที่ใช้วัดความคิดเห็นของนักเรียนทั้ง 3 ด้านมีความสอดคล้องกับทฤษฎีการวัดความคิดเห็นของ เอกมร คงตางาม (2553) คือ การวัดความรู้สึก

ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ ด้านความคิด ความรู้สึก และด้านพฤติกรรม ใช้มาตรวัดความคิดเห็นของผู้ตอบ 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่มีความเห็น ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ซึ่งสอดคล้องกับ สุมิตรา บุษบา (2563) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยา โดยใช้การคิดเชิงออกแบบร่วมกับแนวคิดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความมั่นใจในความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนผ่านกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ สนับสนุนให้นักเรียนกล้าตัดสินใจในการลงมือกระทำ และกระตุ้นให้นักเรียนได้สร้างความคิดที่หลากหลาย ตลอดจนส่งเสริมทักษะและความสามารถในการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาของนักเรียน

ข้อเสนอแนะ

1. การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนแนวตรง ของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษา วิเคราะห์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวัดนางสาว (ถาวรราษฎร์บำรุง) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่า เนื้อหาในหลักสูตรประกอบด้วย ธรรมชาติของฟิสิกส์ การวัดและการบันทึกผลการเคลื่อนที่แนวตรง การตกแบบเสรี แรงการหาแรงลัพธ์ มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ แรงดึงดูดระหว่างมวล และแรงเสียดทาน ในการวิจัย ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง ในการเก็บข้อมูล พบว่า การเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบนั้น นักเรียนจะต้องตรวจสอบปัญหาของตนเองจากการเรียนในเรื่องที่ผ่านมาแล้ว และนำปัญหาที่พบมาเชื่อมโยงกับเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ ซึ่งการวิเคราะห์เนื้อหาจึงมีส่วนสำคัญที่จะทำให้นักเรียน ได้เกิดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ดังนั้นการเรียงลำดับเนื้อหาที่จะสอนจึงเป็นสิ่งสำคัญควรเรียงลำดับเนื้อหาให้สอดคล้องกัน เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การศึกษาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางฟิสิกส์ของนักเรียนที่ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์ ขั้นตอนกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 เข้าใจปัญหา ครูให้ความรู้ในเนื้อหาที่จะเรียน จากนั้นนักเรียนศึกษาทบทวนเนื้อหาบทเรียนที่ครูสอน พร้อมทั้งทำความเข้าใจถึงปัญหาการเรียนรู้ของตนเอง ว่ามีสาเหตุใดบ้างที่เป็นปัญหาในการเรียนรู้ และนักเรียนต้องการเรียนรู้เกี่ยวกับอะไรในบทเรียนนี้ ขั้นที่ 2 กำหนดปัญหาที่ชัดเจน นักเรียนแต่ละคนเขียนปัญหาที่พบใน ขั้นที่ 1 เป็นข้อๆ โดยเขียนให้ได้ปริมาณมากที่สุด เพื่อนำเสนอปัญหาของตนเองให้เพื่อน ๆ ฟัง ขั้นที่ 3 ระดมความคิด

นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษาวิเคราะห์ข้อมูล ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อให้สมาชิกในกลุ่มมีความเข้าใจและแก้ไขปัญหาของกลุ่มได้ จากนั้นนำวิธีการแก้ปัญหาที่ได้มาเขียนแบบลงในกระดาษขั้นที่ 4 ต้นแบบ นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแบบที่เขียนลงในกระดาษในขั้นที่ 3 ระดมความคิด มาสร้างเป็นชิ้นงานที่สามารถจับต้องได้ และขั้นที่ 5 ทดสอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานที่สร้างขึ้น ครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันอภิปรายผลงาน เพื่อให้กลุ่มเจ้าของชิ้นงานได้นำไปปรับปรุงและพัฒนาผลงานต่อไปซึ่งผลการวิจัย พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เป็นขั้นตอนวิธีการจัดกิจกรรมที่ใหม่สำหรับนักเรียน ดังนั้นครูผู้สอนจะต้องอธิบายขั้นตอนการจัดกิจกรรมให้ชัดเจน เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจขั้นตอนในการสอนของครู

3. ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ พบว่า นวัตกรรมทางฟิสิกส์ที่นักเรียนสร้างขึ้น เป็นการสร้างจากวัสดุ อุปกรณ์ แบบทำมือ เช่น นวัตกรรมทางฟิสิกส์ ชื่อ ระยะทางพิสูจน์ใจ สมการพิสูจน์รัก เป็นนวัตกรรมทางฟิสิกส์ที่นักเรียนสร้างขึ้นด้วยวัสดุอุปกรณ์ทำมือ หรือ นวัตกรรมทางฟิสิกส์ ชื่อ จุดชุมใจมดี เป็นนวัตกรรมที่สร้างจากวัสดุทำมือเช่นกัน ดังนั้นครูผู้สอนควรเพิ่มทักษะ กระบวนการด้านการออกแบบนวัตกรรมโดยใช้เทคโนโลยี เพื่อให้ นักเรียนสามารถนำทักษะด้านเทคโนโลยีมาใช้ในการสร้างนวัตกรรมทางฟิสิกส์

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยการพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไปใช้ในเนื้อหาสาระอื่นๆ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น มวล แรง กฎการเคลื่อนที่ แรงดึงดูดระหว่างมวล เป็นต้น

2. ควรมีการวิจัยการพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ร่วมกับเทคนิควิธีการสอนรูปแบบอื่นๆ เช่น ร่วมกับการสอนโดยการแก้ปัญหา ร่วมกับการสอบแบบเสริมศึกษา เป็นต้น

3. ควรมีการวิจัยการพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในยุคปัจจุบัน

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579. กรุงเทพฯ : พริกหวานกราฟฟิต
- กระทรวงศึกษาธิการ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560). กรุงเทพฯ : ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กรมวิชาการ. (2554). เอกสารชุดเทคนิคการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด “การบูรณาการ.” กรุงเทพฯ : ศูนย์พัฒนาหลักสูตร.
- ฉันทชัย จันทะเสน. (2560). “การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 23, 1 (กรกฎาคม) : 55.
- นิวัฒน์ บุญสม. (2556). “การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดของกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมนวัตกรรมด้านสุขภาพของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์.” วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนาผล (2562). “การพัฒนาทักษะสร้างสรรค์นวัตกรรม” บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมพร ปานดำ. (2563). ยุทธศาสตร์การผลิตกำลังคนอาชีวศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประเภทอุตสาหกรรมรองรับนโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจฐานนวัตกรรม. วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ปีที่ 33 ฉบับที่ 116 ตุลาคม-ธันวาคม 2563, 22-28.
- สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560). กรุงเทพฯ : ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- เอกมร คงตางาม. (2553). ความคิดเห็นของประชาชนที่มีต่อการบริหารงานตามหลักสาราณียธรรมขององค์การบริหารส่วนตำบล ในอำเภอดอนมดแดง จังหวัดอุบลราชธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย.