วารสารวิจัยเพื่อการปฏิรูปการเรียนรู้
JOURNAL OF RESEARCH FOR LEARNING REFORM
ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม – ธันวาคม 2565)

บทความวิชาการ

การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

Learning Management for Enhancing Critical Thinking and Problem Solving Skills of Learners in the 21st Century

วันชัย น้อยวงค์
Wanchai Noiwong
สาขาวิทยาศาสตร์ภาคบังคับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
Compulsory Science Department,
Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology
Email: wnoiw@ipst.ac.th
Received 17 November 2022; **Revised** 9 December 2022; **Accepted** 16 December 2022

Abstract

Critical thinking and problem solving skills are considered as the essential skills in the 21st century. As can be seen from the National Education Plan 2017 - 2036, it has established strategies and goals of educational management that focus on the development of skills in the 21st century. This is In line with the Core Curriculum of Basic Education B.E. 2551 (Revised Edition B.E. 2560) regarding the focus on the development of learners' competency and the 21st century skills. This can be seen that education is the key to developing people to have the potential to develop the country to be ready for the changes that will occur in the future. Therefore the learning management in the 21st century must be designed and developed for enhancing such skills for learners. In this paper, the author aims to present the guidelines of learning management to develop the learners' critical thinking and problem solving skills in the 21st century. The study was conducted by reviewing literature from books, articles and related research. The learning management guidelines to develop such skills were then analyzed. This article would be useful to teachers and educators for applying the learning activities to enhance the critical thinking and problem solving skills.

Keywords: Learning management; critical thinking and problem solving skills; 21st century skills

บทคัดย่อ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาเป็นทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 จะเห็นได้จากแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579 ที่กำหนดยุทธศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่มีเป้าหมายในการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ประกอบกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ก็ให้ความสำคัญกับการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนเป็นสำคัญและมีทักษะในศตวรรษที่ 21 ดังนั้นการศึกษาจึงเป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนาคนให้มีศักยภาพในการพัฒนาประเทศให้พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยการจัดการศึกษาในยุคศตวรรษที่ 21จะต้องออกแบบ

และพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะดังกล่าวให้กับผู้เรียน ในบทความนี้ผู้เขียนมุ่งนำเสนอการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ซึ่งดำเนินการศึกษาโดยทบทวนวรรณกรรมจากหนังสือ บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะดังกล่าว บทความนี้จะเป็นประโยชน์ต่อครูและบุคลากรทางการศึกษาในการนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาได้

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้; ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา; ทักษะในศตวรรษที่ 21

บทนำ

ด้วยสถานการณ์โลกที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบพลิกผัน เช่น สถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสังคมโลกทุกด้าน การที่ทุกคนจะอยู่รอดได้นั้นจำเป็นต้องมีทักษะในการดำรงชีวิตโดยเฉพาะทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาซึ่งเป็นทักษะหนึ่งด้านการเรียนรู้และนวัตกรรมที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 (The Partnership for 21st Century Skills, 2009; National Education Association, 2022) สอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579 ที่กำหนดยุทธศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่มีเป้าหมายในการพัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 เพื่อเตรียมความพร้อมกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะเปลี่ยนแปลงในอนาคต (Office of the Education Council, Ministry of Education, 2017) ประกอบกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ก็ให้ความสำคัญกับการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนเป็นสำคัญและมีทักษะในศตรวรรษที่ 21 (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017) นอกจากนี้ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาก็ได้ตระหนักถึงความสำคัญและความจำเป็นดังกล่าว โดยวางแผนจัดทำหลักสูตรฐานสมรรถนะ (Competency-based curriculum) สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยนำประเด็นเรื่องความต้องการของสังคม ประเทศ และโลกในยุคปัจจุบันและอนาคตที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในทุกๆ ด้าน มาพิจารณาในการกำหนดกรอบสมรรถนะของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถนะและทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งปัจจุบันได้มีการจัดการเรียนรู้นำร่องหลักสูตรฐานสมรรถนะไปบางส่วนแล้ว และอาจจะมีการประกาศใช้ในอนาคต (Office of the Education Council, Ministry of Education, 2019)

การศึกษาถือเป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้มีศักยภาพในการพัฒนาประเทศและรู้เท่ากันการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ดังนั้น การจัดการศึกษาของไทยควรปรับเปลี่ยนหรือพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะและทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตทั้งในโลกปัจจุบันและอนาคต เน้นการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-based learning) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based learning) การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) และการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา (STEAM education) เป็นต้น การจัดการเรียนรู้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ผ่านการคิดและแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบโดยมีครูคอยเป็นเป็นโค้ช (Coach) และผู้คอยอำนวยความสะดวก (Facilitator) ให้กับผู้เรียนด้วยการจูงใจ กระตุ้นความสนใจ ให้กำลังใจ และคำชี้แนะเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และทักษะต่างๆ ในการคิดและแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และต่อยอดสู่การสร้างนวัตกรรมได้ (Wongyai and Phatpol, 2019)

จากปัญหาและความสำคัญข้างต้น ผู้เขียนจึงเขียนบทความวิชาการเรื่องการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของผู้เรียนที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ดำเนินการศึกษาด้วยการทบทวนวรรณกรรมจากหนังสือ บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

วัตถุประสงค์

เพื่อนำเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

ประโยชน์ที่ได้รับ

บทความนี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับครูหรือบุคลากรทางการศึกษาในการนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

วิธีดำเนินการศึกษา

ดำเนินการศึกษาด้วยการทบทวนวรรณกรรมจากหนังสือ บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อวิเคราะห์และนำเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (Critical thinking and problem solving skills) เป็นทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ซึ่งเป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญและเป็นตัวกำหนดความพร้อมของผู้เรียนเพื่อเข้าสู่โลกการทำงานที่มีความซับซ้อนและพลิกผันมากขึ้นในอนาคต (The Partnership for 21st Century Skills, 2009; National Education Association, 2022) โดยผู้เขียนได้ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาดังนี้

นักวิชาการทางการศึกษาได้สรุปกระบวนการ ลักษณะ องค์ประกอบ และพฤติกรรมบ่งชี้ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาไว้หลากหลาย ดังนี้ Dressel & Mayhew (1957) ได้สรุปกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณคือ 1) การวิเคราะห์และระบุประเด็นปัญหา 2) การระบุลักษณะและความสัมพันธ์ของข้อมูลกับปัญหา 3) การพิจารณาข้อมูลในแง่ความถูกต้องและความน่าเชื่อถือ 4) การลงความเห็นเพื่อสรุปอย่างมีเหตุผล และ 5) การตัดสินใจจากความน่าเชื่อถือและหลักฐานที่มี Feely (1976) ได้สรุปองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณดังนี้ 1) การแยกความแตกต่างระหว่างข้อคิดเห็นและข้อเท็จจริง 2) การแยกความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกับเหตุการณ์ 3) การพิจารณาความถูกต้องตามข้อเท็จจริง 4) การพิจารณาความเชื่อถือได้ของแหล่งข้อมูล 5) การค้นหาสิ่งที่เป็นอคติหรือความลำเอียง 6) การระบุถึงข้ออ้างอิง 7) การระบุถึงข้อคิดเห็นหรือข้อโต้แย้งที่ยังคลุมเครือ และ 8) การตระหนักในสิ่งที่ไม่คงที่ตามหลักการและเหตุผล Watson and Glaser (1964) ได้สรุปลักษณะของผู้ที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณคือ 1) สามารถจำแนกได้ว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้นและต้องยอมรับก่อนมีการโต้แย้ง 2) สามารถจำแนกระดับความน่าจะเป็นของข้อสรุปที่คาดคะเนจากสถานการณ์ 3) สามารถจำแนกได้ว่าข้อสรุปใดเป็นลักษณะทั่วไปจากสถานการณ์และข้อสรุปใดเป็นผลจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ และ 4) สามารถจำแนกการอ้างเหตุผลที่หนักแน่นกับไม่หนักแน่นเพื่อพิจารณาความสำคัญของปัญหา Ennis (1985) ได้สรุปลักษณะของผู้ที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณคือ 1) สามารถถามคำถามที่ท้าทายและตอบคำถามได้ชัดเจน 2) สามารถพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล 3) สามารถระบุประเด็นปัญหา 4) สามารถคิดวิเคราะห์ข้อโต้แย้ง 5) สามารถสังเกตและตัดสินผลข้อมูล และ 6) สามารถติดสินคุณค่าและตัดสินความหมาย Brookfield and Stephen (1987) ได้สรุปพฤติกรรมบ่งชี้ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้ 1) สามารถนิยามปัญหา 2) สามารถระบุความสัมพันธ์ของปัญหา 3) สามารถประมวลและแยกแยะข้อมูล 4) สามารถเลือกและตัดสินใจอย่างมีเหตุผล และ 5) สามารถตรวจสอบผลของความน่าจะเป็น Khammani (2010) ได้สรุปลักษณะการคิดอย่างมี

วิจารณญาณดังนี้ 1) ระบุประเด็นในการคิดได้ชัดเจน 2) กำหนดเป้าหมายของการคิดอย่างถูกทาง 3) วิเคราะห์และแยกแยะหมวดหมู่ของข้อมูล 4) ประมวลข้อมูลทั้งข้อเท็จจริงและความคิดเห็นทั้งทางกว้าง ลึก และไกล 5) ประเมินข้อมูลที่ใช้ในแง่น่าเชื่อถือและความถูกต้อง 7) เลือกทางเลือกหรือคำตอบที่เหมาะสมโดยพิจารณาถึงผลกระทบและคุณค่าที่เกิดขึ้น 8) ไตร่ตรองและทบทวนให้รอบคอบ และ 9) พิจารณาผลได้และผลเสีย นอกจากนี้ Battelle for Kids (2019) ได้สรุปลักษณะสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณคือ 1) การใช้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ 2) การคิดอย่างเป็นระบบ 3) การสร้างข้อตัดสินและการตัดสินใจ และ 4) การแก้ไขปัญหาผ่านวิธีการใหม่ๆ

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าที่ผ่านมาได้มีการการศึกษาและวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของผู้เรียนไว้หลากหลายดังนี้ Kim and Chae (2016) ได้พัฒนาทักษะการคิดและแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้จัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา (STEAM Education) โดยพิจารณาจากความสามารถของผู้เรียนในการระบุปัญหาและเข้าใจความจำเป็นของการแก้ปัญหา การออกแบบการแก้ปัญหา การค้นพบแนวทางการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีครูคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น มีแรงจูงใจ และพึงพอใจต่อความสำเร็จในการแก้ไขปัญหานั้น จากผลงานวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการคิดและแก้ปัญหา ผู้เรียนเกิดแนวคิดที่แปลกใหม่ และเกิดการพัฒนาทักษะการคิดและแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ Netwong (2016) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดและแก้ปัญหาตามแนวทางสะเต็มศึกษาของผู้เรียนในระดับปริญญาตรี โดยประเมินพฤติกรรมบ่งชี้ของผู้เรียน ดังนี้ สามารถระบุปัญหา สามารถกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ สามารถเสนอวิธีการแสวงหาความรู้เพื่อนำไปแก้ปัญหาที่เหมาะสมและเลือกวิธีการที่ดีที่สุด สามารถบอกประโยชน์ที่ได้รับจากการแก้ปัญหา และสามารถนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและการประยุกต์ใช้วิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นได้ จากผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพัฒนาทักษะการคิดและแก้ปัญหาได้ Kembara, Rozak, and Hadian (2018) ได้จัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน (Research-based learning) เพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ของผู้เรียนในระดับปริญญาตรี จากผลการวิจัยพบว่าการให้ผู้เรียนได้ทำวิจัยสามารถส่งเสริมทักษะการคิดและแก้ปัญหาได้ เพราะว่าการวิจัยมีกระบวนการดำเนินกิจกรรมอย่างเป็นระบบในการค้นหาคำตอบ ผู้เรียนมีความสามารถในการใช้เหตุผลที่หลากหลาย มีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ (systematic thinking) และสามารถตัดสินใจและแก้ปัญหาได้ Chiangsin and Patphol (2018) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากผลการวิจัยพบว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นกระตุ้นความคิด ขั้นปฏิบัติการเรียนรู้ ขั้นนำเสนอ และขั้นสะท้อน โดยหลังจากผู้เรียนได้นำเสนอขั้นตอนการแก้ไขปัญหาเรียบร้อยแล้ว ผู้สอนจะให้ข้อมูลย้อนกลับไปยังผู้เรียน เสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหา และปรับปรุงข้อผิดพลาด โดยผู้สอนใช้การประเมินผู้เรียนตามสภาพจริงโดยพิจารณาจากความสามารถของผู้เรียนในการระบุประเด็นปัญหา การพิจารณาความถูกต้องของข้อมูล การระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลกับปัญหา การตัดสินใจแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล และการนำเสนอ สื่อสาร และอภิปรายได้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบดังกล่าวสามารถพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนได้ Cholsin, Kijkuakul and Chaiyasith (2018) ได้จัดการเรียนรู้เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 10 ขั้นตอน คือ ขั้นตรวจสอบมโนทัศน์พื้นฐาน ขั้นระบุปัญหา ขั้นศึกษาปัญหา ขั้นพัฒนาวิธีแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ ขั้นเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด ขั้นสร้างชิ้นงาน ขั้นทดสอบและประเมินวิธีแก้ปัญหา/ชิ้นงาน ขั้นนำเสนอวิธีแก้ปัญหา ขั้นปรับปรุงแก้ไข และ ขั้นการสรุปและประเมินผล โดยประเมินผู้เรียนจากการตรวจสอบมโนทัศน์พื้นฐาน การระบุ

ปัญหา การศึกษาปัญหา การพัฒนาวิธีแก้ปัญหา การเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด การสร้างชิ้นงาน การทดสอบและประเมินวิธีแก้ปัญหาและชิ้นงาน การนำเสนอวิธีแก้ปัญหาปรับปรุงแก้ไข การสรุปและประเมินผลการแก้ไขปัญหา พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับกลาง ซึ่งผู้เรียนยังไม่สามารถระบุเงื่อนไขและข้อจำกัดของปัญหาและไม่สามารถรับมือกับความขัดแย้งที่เกิดจากการทำงานร่วมกันได้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ควรส่งเสริมให้มีการนำเสนอข้อมูลเชิงหลักการสนับสนุนวิธีแก้ปัญหาของผู้เรียนมากขึ้น และให้ความสำคัญกับบทบาทของสมาชิกกลุ่มแต่ละคนได้มีส่วนร่วม ตลอดจนการสร้างความตระหนักถึงความสำคัญของสมาชิกและการยอมรับซึ่งกันและกันให้มากขึ้น Intharaksa et al (2019) ได้ประยุกต์ใช้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดเมตาคอนิชันเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนระดับปริญญาตรี ผลการวิจัยพบว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ ขั้นกำหนดประเด็นปัญหา ขั้นเชื่อมโยงเข้าสู่ปัญหา ขั้นระดมสมองเพื่อวางแผน ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลสรุปแนวทางแก้ปัญหา และขั้นประเมินผลการเรียนรู้ จากผลการจัดกิจกรรมพบว่า ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการกำกับตนเองในการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน Tidtragulchai and Butkatunyoo (2020) ได้ศึกษาผลการจัดประสบการณ์แบบโครงการและการเรียนรู้นอกห้องเรียนเชิงสังคมศึกษาที่มีต่อการคิดวิจารณญาณของเด็กปฐมวัย พบว่าการจัดประสบการณ์แบบโครงการและการเรียนรู้นอกห้องเรียนเชิงสังคมศึกษาสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถด้านการคิดวิจารณญาณในด้านต่างๆ ดังนี้ 1) ด้านการรับรู้ เด็กสามารถบอกรายละเอียดของสภาพอากาศและลักษณะดินที่เหมาะกับการทำสวนอ้อยและสวนกล้วยได้ 2) ด้านการจำ เด็กสามารถเล่าประวัติความเป็นมาของการทำสวนอ้อยและสวนกล้วยได้ 3) ด้านการจำแนก เด็กสามารถจำแนกส่วนประกอบของต้นกล้วยกับต้นอ้อย และชี้ภาพส่วนประกอบได้ 4) ด้านการเชื่อมโยง เด็กสามารถบอกถึงการนำส่วนประกอบของต้นกล้วย ต้นอ้อยไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สร้างรายได้ 5) ด้านการสรุปอ้างอิง เด็กสามารถบอกถึงการนำส่วนประกอบของต้นอ้อย ต้นกล้วย ไปสร้างผลงานศิลปะได้ Songserm, Thongsorn and Chaturanon (2020) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมคือ ขั้นกระตุ้นความรู้เดิม ขั้นแจ้งจุดประสงค์ ขั้นสร้างความรู้ ขั้นกระบวนการกลุ่ม ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ขั้นขยายความรู้ ขั้นสอนให้คิดต่อ และขั้นตรวจสอบและติดตาม จากผลการวิจัยพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดแก้ปัญหา และผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนชีววิทยาอยู่ในระดับมาก Sakunya and Supap (2020) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เรื่องการประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวด้วยกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยประเมินทักษะของผู้เรียนจากการค้นพบความจริง การค้นพบปัญหา การค้นพบแนวคิด การค้นพบวิธีการแก้ปัญหา และการสร้างสรรค์ความรู้ ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับมาก

จากการทบทวนวรรณกรรมสรุปได้ว่าทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึงความสามารถในการระบุปัญหา คิดวิเคราะห์ คิดรอบคอบ คิดเป็นระบบ คิดอย่างมีเหตุผล อธิบาย แสดงความคิดเห็น และโต้แย้งด้วยหลักเหตุผล แสวงหาความรู้เชื่อมโยง คิดหาแนวทางการแก้ไขปัญหาได้หลากหลาย เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด โดยพิจารณาถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับตนเองและสังคม สามารถวางแผน กำหนดเป้าหมาย ดำเนินการ สรุป ประเมิน และนำเสนอผลที่ได้จากการคิดและแก้ปัญหาตลอดจนการเห็นคุณค่าและประโยชน์ที่ได้รับจากการคิดและแก้ปัญหานั้น

พฤติกรรมบ่งชี้ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น สามารถสรุปพฤติกรรมบ่งชี้ที่สำคัญสำหรับการประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของผู้เรียน ได้ดังนี้

1) สามารถสืบค้นและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ได้
2) สามารถวิเคราะห์ แยกแยะ และเลือกข้อมูลที่ในการคิดและแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้
3) สามารถระบุประเด็นในการคิดและแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้
4) สามารถกำหนดเป้าหมายของการคิดและแก้ปัญหาได้ชัดเจนและสอดคล้องกับสถานการณ์
5) สามารถเชื่อมโยงปัญหา สาเหตุ และผลที่จะเกิดขึ้นได้
6) สามารถระบุแนวทางการในการคิดและแก้ปัญหาได้หลากหลายและสอดคล้องกับสถานการณ์
7) สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเองและผู้อื่นได้
8) สามารถวางแผนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบได้
9) สามารถปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนและแผนการทำงานอย่างเป็นระบบได้
10) สามารถเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลที่ได้กับเป้าหมายที่กำหนดไว้ได้
11) สามารถปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาให้เป็นไปตามแผนที่กำหนดไว้ได้
12) สามารถอธิบาย อภิปราย สรุป ประเมิน และนำเสนอผลที่ได้จากการแก้ปัญหา
13) ตระหนัก เห็นคุณค่า และประโยชน์ที่ได้รับจากการคิดและแก้ปัญหา

จากพฤติกรรมบ่งชี้ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา จะเห็นได้ว่าการที่ผู้เรียนจะสร้างชิ้นงานหรือผลิตนวัตกรรมต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของสังคมหรือแก้ไขปัญหาได้นั้น สิ่งแรกผู้เรียนจะต้องนำประเด็นปัญหานั้นมาวิเคราะห์เพื่อกำหนดปัญหา อธิบายสาเหตุของปัญหา จากนั้นรวบรวม วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลและสื่อต่างๆ เพื่อคิดและเสนอแนวทางการแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างเป็นระบบและเป็นขั้นตอน โดยผู้เรียนจะต้องสะท้อนผลเชิงวิพากษ์เพื่อนำไปสู่การอธิบายอภิปราย สรุป และประเมินผล สุดท้ายผู้เรียนจะต้องเห็นคุณค่าและประโยชน์ที่ได้รับจากกระบวนการคิดและแก้ปัญหา สามารถนำองค์ความรู้และทักษะไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่นๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่สะท้อนว่าผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมายอย่างแท้จริง

การพัฒนาศักยภาพครูในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

การส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพครูในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาถือเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของผู้เรียนต่อไป Vong and Kaewurai (2017) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางองค์ความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณแก่ผู้เรียน พบว่าการเรียนรู้อย่างมีวิจารณญาณ มีขั้นตอนดังนี้ การจัดกิจกรรมกระตุ้น การระบุปัญหา การตรวจสอบข้อมูลที่เกี่ยวข้อง การอภิปรายข้อค้นพบ การประเมินสิ่งที่ค้นพบ การสร้างแนวทางแก้ไข การนำเสนอแนวทางแก้ไข และการสะท้อนผลการเรียนรู้ โดยครูที่เข้าร่วมโครงการเกิดการพัฒนาทักษะการจัดการเรียนรู้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการรับรู้ของครู (perceptions) ต่อการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้การคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับสูงสุด นอกจากนี้ พบว่า การประชุมกลุ่มย่อย (small group discussion) ที่เน้นบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมที่เปิดโอกาสให้ครูได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ ให้ข้อเสนอแนะ ยอมรับฟังความคิดเห็นของกันและกัน และร่วมกันให้ผลสะท้อนกลับ (feedback) สามารถส่งเสริมให้ครูเกิดการพัฒนาการจัดการเรียนรู้การคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ Tai et al. (2022) ได้ศึกษาการประเมินสมรรถนะของครูในยุคการศึกษา 4.0 พบว่าครูมีสมรรถนะอยู่ระดับค่อนข้างดี โดยครูมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดในด้านจิตวิทยาการสอนและการประเมิน แต่ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำสุดในด้านความสามารถด้านการทำงานและการวิจัย ครูมีสมรรถนะในระดับค่อนข้างดีในด้านจิตวิทยาและการประเมิน

การสอน การจัดการตนเองและความสามารถเชิงโต้ตอบและการแก้ปัญหา แต่มีสมรรถนะอยู่ในระดับต่ำด้านความสามารถทางเทคโนโลยีและดิจิทัล การจัดการเรียนรู้และการให้คำปรึกษา และความสามารถในการทำงานและการวิจัย Dalim, Ishak and Hamzah (2022) ได้ศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีเสวนา (Socratic Method) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน พบว่าครูส่วนใหญ่มีมุมมองเชิงบวกเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้วิธีเสวนาเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งสิ่งที่ท้าทายบางประการสำหรับครูคือความรู้เกี่ยวกับวิธีการตั้งคำถาม การให้ความร่วมมือของผู้เรียน และข้อจำกัดด้านเวลา โดยครูต้องการการสนับสนุนหรือจัดโครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพในห้องเรียน นอกจากนี้จากผลการวิจัยของ Ariza, Armenteros and Castro (2021) พบว่าความท้าทายหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณคือทั้งผู้สอนและผู้เรียนไม่คุ้นเคยกับการฝึกคิดอย่างมีวิจารณญาณในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งการใช้ประเด็นทางสังคมและวิทยาศาสตร์ หรือการนำสถานการณ์ที่ซับซ้อนมาสู่ห้องเรียนจะต้องใช้ทั้งความรู้และทักษะในการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งการจัดการเรียนรู้เพื่อฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ครูจะต้องสร้างพื้นฐานให้ผู้เรียนมีพื้นฐานในการโต้แย้งที่ดี (good argument) รู้วิธีการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล (how to create their own arguments) และเรียนรู้การคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ (how to think like a scientist) (Schmaltz, Jansen and Wenckowski, 2017)

จะเห็นได้ว่าครูถือเป็นกุญแจสำคัญในการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียน ดังนั้น การพัฒนาศักยภาพครูในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (teaching critical thinking) ควรได้รับการส่งเสริมและดำเนินการอย่างเป็นรูปธรรม มีระบบการกำกับติดตาม และให้ผลสะท้อนกลับด้วยบรรยากาศที่เป็นกันเองแบบกัลยาณมิตรอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง เพื่อให้ครูเกิดการพัฒนาในวิชาชีพ ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของผู้เรียนต่อไป

แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหามีหลากหลาย เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-based learning) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based learning) การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) และการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา (STEAM education) เป็นต้น เป็นต้น ในบทความนี้ผู้เขียนขอนำเสนอเฉพาะแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาดังนี้

แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ดังแสดงในภาพที่ 1 (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017) ซึ่งมี 5 ขั้นตอนดังนี้

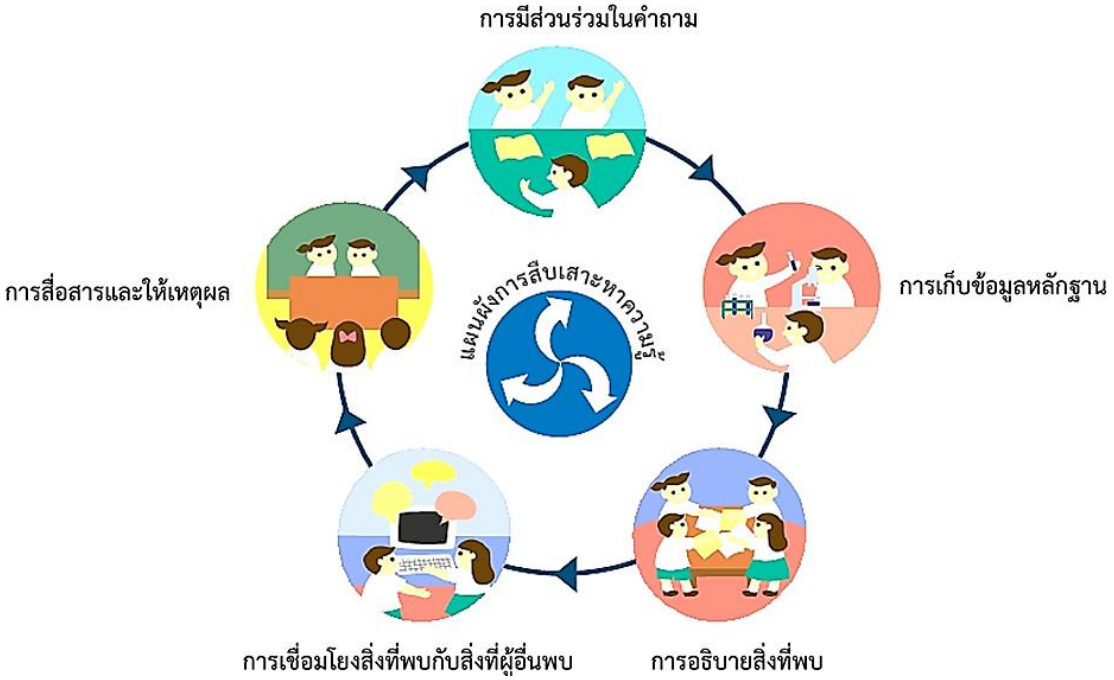
1) การมีส่วนร่วมในคำถาม เป็นขั้นที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในประเด็นคำถามที่นำไปสู่การสืบเสาะค้นหาและรวบรวมข้อมูลหลักฐาน

2) การเก็บข้อมูลหลักฐาน เป็นขั้นที่ให้ความสำคัญกับข้อมูลหลักฐานในการอธิบายและประเมินคำอธิบายหรือคำตอบจากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เช่น สังเกต ทดลอง สร้างแบบจำลอง เพื่อนำหลักฐานเชิงประจักษ์ต่างๆ มาเชื่อมโยง หาแบบรูปอธิบาย หรือตอบคำถามที่ศึกษา

3) การอธิบายสิ่งที่พบ เป็นขั้นที่ผู้เรียนอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานเชิงประจักษ์ด้วยเหตุผล สามารถจำแนก วิเคราะห์ แปลผล และลงข้อสรุปได้

4) การเชื่อมโยงสิ่งที่พบกับสิ่งที่ผู้อื่นพบ เป็นขั้นที่ผู้เรียนประเมินคำอธิบายของตนเองกับคำอธิบายอื่นๆ ที่สะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิด สามารถประเมินคำอธิบายของเพื่อนหรือแหล่งข้อมูลอื่นแล้วนำมาเปรียบเทียบหาและเชื่อมโยงแล้วสร้างคำอธิบายอย่างมีเหตุผลโดยมีหลักฐานสนับสนุนที่น่าเชื่อถือและได้รับการยอมรับ

5) การสื่อสารและให้เหตุผล เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้สื่อสารและนำเสนอการค้นพบให้ผู้อื่นเข้าใจ เปิดโอกาสให้ถามคำถามและตอบคำถาม ให้เหตุผลวิจารณ์และรับคำวิจารณ์เพื่อนำแนวคิดหรือมุมมองอื่นในการอธิบายและปรับปรุง ตลอดจนการนำสิ่งที่ได้จากการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นได้



ภาพที่ 1 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน
(Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017)

จากประสบการณ์ของผู้เขียนบทความ Noiwong and Wongthong (2022) ได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องแบบจำลองการเกิดปฏิกิริยาเคมีสำหรับผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เป็นนามธรรมและซับซ้อน เป็นการยากที่จะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาอย่างลึกซึ้ง ดังนั้นจึงได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และสอดแทรกให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในเรียนรู้ผ่านการฝึกให้ผู้เรียนได้สังเกต สำรวจ ตั้งคำถาม ระบุปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา ทดลอง และสรุปความรู้จากการลงมือปฏิบัติ พบว่าผู้เรียนมีความสนใจ กระตือรือร้น และสนุกกับกิจกรรมที่ได้ทำงานร่วมกันเป็นทีมได้วางแผนทำงานร่วมกันอย่างเป็นขั้นตอน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันกับเพื่อนๆ สามารถใช้แอปพลิเคชันในการสร้างชิ้นงานได้อย่างสร้างสรรค์ ซึ่งสามารถส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนได้ ซึ่งจากแนวทางการจัดกิจกรรมนี้ครูสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างแนวคิดหรือองค์ความรู้ที่เป็นนามธรรมได้ Noiwong (2021) ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องพอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวดสำหรับผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในการค้นหาคำตอบด้วยการปฏิบัติด้วยตนเองว่าผ้าอ้อมสำเร็จรูปที่มีขายทั่วไปซึ่งมีพอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวดเป็นส่วนประกอบยี่ห้อไหน

มีประสิทธิภาพในการดูดซับได้ดีกว่ากัน ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนสามารถตั้งประเด็นคำถาม ออกแบบและวางแผนการทดลองเพื่อค้นหาคำตอบได้อย่างเป็นขั้นตอน สามารถอธิบายผลการทดลองและเปรียบเทียบได้ว่าผ้าอ้อมสำเร็จรูปยี่ห้อไหนมีประสิทธิภาพในการดูดซับได้ดีกว่ากัน สามารถนำเสนอและวิจารณ์ผลการทดลองได้ ซึ่งสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ ด้านความความอยากรู้อยากเห็นและกระตือรือร้น มีการใช้วิจารณญาณและมีความรอบคอบ ซึ่งสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ และทักษะความร่วมมือในการทำงานเป็นทีมได้ นอกจากนี้นักวิชาการการศึกษายังได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดและแก้ปัญหาของผู้เรียนดังนี้ Justice et al. (2009) สรุปว่าการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของผู้เรียนได้ โดยเน้นการเรียนรู้วิธีการเรียนรู้ Van Schijndel et al. (2018) พบว่า ความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียนมีผลต่อการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ Tingsa et al. (2018) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่องสมบัติและปฏิกิริยาของสารอินทรีย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการเรียนรู้แบบสืบเสาะผสมผสานกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะผสมผสานกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้ผู้เรียนมีพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีทักษะการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดีมาก Polnak et al. (2020) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับสตอรีไลน์ พบว่าการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ ดังนั้นจากการทบทวนวรรณกรรมสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีองค์ความรู้และเกิดทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา (STEAM Education) เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ โดยสะตีมศึกษาเป็นกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) กระบวนการทางวิศวกรรม (Engineering) ศิลปะ (Arts) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เพื่อคิดและแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering design) ดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งมี 6 ขั้นตอนดังนี้ (National Research Council, 2012; Vasquez, Sneider and Comer, 2013; Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017)

1) ระบุปัญหา เป็นขั้นทำความเข้าใจปัญหาและระบุปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้ต้องการให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสำคัญและตระหนักถึงปัญหา

2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดเพื่อสรรหาวิธีการที่เป็นไปได้ เป็นขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา วิเคราะห์และพิจารณาข้อมูลถึงจุดเด่น จุดด้อย ความคุ้มทุน และความเหมาะสมกับขอบเขตของปัญหาจากนั้นเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้หลักเหตุและผล

3) เลือกและออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้เพื่อออกแบบวิธีการการแก้ปัญหา ซึ่งต้องกำหนดองค์ประกอบของวิธีการการแก้ปัญหาและผลที่เกิดขึ้นโดยอ้างอิงความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีเพื่อใช้ประกอบการประเมิน การตัดสินใจ และการเลือกใช้ความรู้มาใช้ในการออกแบบภาพร่างและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหานั้น

4) ดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อสร้างต้นแบบ เป็นขั้นพัฒนาต้นแบบ (prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ ผู้เรียนจะต้องกำหนดขั้นตอน เป้าหมาย และเวลาในการดำเนินงานและเป็นระบบ

5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขต้นแบบ เป็นขั้นตอนการทดสอบและประเมินผลการใช้งานต้นแบบแล้วนำผลมาใช้ในการพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และสอดคล้องตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

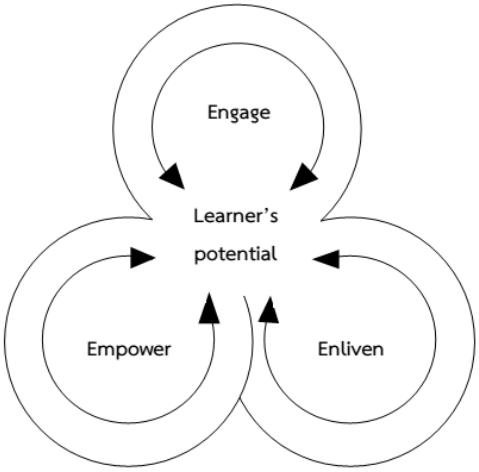
6) นำเสนอต้นแบบ วิธีการ และผลการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนการนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยผู้เรียนต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

ภาพที่ 2 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
(Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017)

จากประสบการณ์ของผู้เขียนบทความ Noiwong and Wongthong (2020) ได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องการปลูกผักไร้ดินเพื่อเสริมสร้างทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย พบว่าผู้เรียนสามารถนำความรู้และทักษะกระบวนการใน STEAM ไปใช้ในการคิดและแก้ปัญหาอาทิ ด้านวิทยาศาสตร์ (S) เช่น การปลูกพืชแบบไร้ดิน การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตข องพืช ด้านเทคโนโลยี (T) เช่น การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์อย่างเหมาะสม การใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล และการเลือกใช้เทคโนโลยีใหม่ในการปลูกพืช ด้านกระบวนการทางวิศวกรรม (E) เช่น การออกแบบและสร้างชิ้นงานโดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรม ด้านศิลปะ (A) เช่น การประดิษฐ์ชิ้นงานโดยใช้แนวคิดหรือไอเดียที่แตกต่างและแปลกใหม่ ด้านคณิตศาสตร์ (M) เช่น การนำความรู้เรื่องการวัด การคำนวณ รูปทรง การตวงน้ำปุ๋ย และการบันทึกการเจริญเติบโตของพืช ผลวิจัยพบว่าผู้เรียนมีส่วนร่วมในการระบุปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะส่งผลให้ผลให้ผู้เรียนได้เห็นความสำคัญและตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้น รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหา เลือกและออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน และนำเสนอผลจากการแก้ปัญหานั้นได้ โดยผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมเพราะช่วยพัฒนาการคิดและการแก้ปัญหา ได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง ผู้เรียนเห็นคุณค่าของสิ่งที่เรียนรู้เพราะเนื้อหามีประโยชน์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ผู้เรียนมีความอยากเรียนรู้ สนุกสนานกับการทำงานร่วมกับเพื่อนๆ และมีความสุขกับการแสวงหาความรู้จากการลงมือปฏิบัติซึ่งช่วยพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ตลอดจนทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการสื่อสาร และทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทีมได้ นอกจากนี้ นักวิชาการการศึกษายังได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาที่พัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแก้ปัญหา และทักษะการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนไว้ดังนี้ Kim and Chae (2016) ได้พัฒนาทักษะการคิดและแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้จัด การเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา

ซึ่งได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการนำเสนอสถานการณ์ให้ผู้เรียนระบุปัญหาและเข้าใจความจำเป็นของการแก้ปัญหา การออกแบบการแก้ปัญหาให้ผู้เรียนค้นพบแนวทางการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และการสัมผัสทางอารมณ์ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น มีแรงจูงใจ และพึงพอใจต่อความสำเร็จในการแก้ไขปัญหา จากผลการวิจัยพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้สามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดและแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้ Thuneberg, Salmi and Bogner (2018) ได้จัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามแนวทางสะตีมศึกษาสำหรับผู้เรียนอายุ 12 - 13 ปี พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการสะตีมศึกษาที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือทำกิจกรรม (STEAM hands-on inquiry-based math module) สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนและผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ Wongthong (2020) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้บูรณาการสตีมศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก ซึ่งได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย ขั้นกำหนดปัญหาหรือความต้องการ ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล ขั้นออกแบบและวางแผนการทำงาน ขั้นสร้างสรรค์ชิ้นงาน ขั้นสรุปและสะท้อนคิด ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนสามารถสังเกต รวบรวมข้อมูล ระบุปัญหา หาแนวทางการแก้ไขปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์และเหมาะสมกับวัย ทดลองปฏิบัติ สรุป และนำเสนอสิ่งที่ได้เรียนรู้ได้ ซึ่งแสดงว่าการจัดกิจกรรมสามารถส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาได้ นอกจากนี้ Conradty, Sotiriou and Bogner (2020) พบว่าการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ควรจะมีการบูรณาการวิชาศิลปะ (Arts) เข้าไปใน STEM และกลายเป็น STEAM และสรุปว่าการจัดการเรียนรู้สะตีมศึกษาที่มีการผสมผสานวิชาศิลปะเข้าไปในสะเต็มศึกษาส่งผลให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์มากขึ้น ผู้เรียนสามารถวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบและเป็นขั้นตอนซึ่งช่วยส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณรวมทั้งช่วยพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้

นอกจากนี้ แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของผู้เรียน อาจใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยการโค้ชผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานหรือกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการสร้างสรรค์โครงงานหรือผลิตนวัตกรรมที่ผู้เรียนสนใจ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ ขั้นการมองเห็นปัญหา ขั้นการวิเคราะห์และออกแบบการแก้ปัญหา ขั้นการทดลองใช้นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้เพื่อการแก้ปัญหา และขั้นการใช้นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้จนประสบความสำเร็จมาแล้ว โดยการจัดกิจกรรมจะมีครูคอยเป็นโค้ช สร้างแรงจูงใจ ให้คำปรึกษา ชี้แนะ และคอยอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน โดยใช้การโค้ช “รูปแบบ 3E” ดังแสดงในภาพที่ 3 โดย Engage คือการทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ความดึงดูด การมีส่วนร่วม และปฏิสัมพันธ์ที่นำไปสู่ความสำเร็จ Empower คือการเสริมสร้างพลัง การให้อำนาจการตัดสินใจเพื่อเสริมสร้างความเป็นตัวตนของตนเอง และกระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นความสามารถของตนเอง และ Enliven คือการมีความกระตือรือร้น มีแรงบันดาลใจ ตั้งใจ สนุกสนาน สามารถกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และมีพลังในการกระทำสิ่งต่างๆ ให้สำเร็จ ซึ่งองค์ประกอบในการโค้ชดังกล่าวเป็นปัจจัยที่ทำให้การโค้ชของผู้สอนประสบความสำเร็จซึ่งก็คือการพัฒนาองค์ความรู้และทักษะของผู้เรียนนั่นเอง (Wongyai and Phatpol, 2019)



ภาพที่ 3 การโค้ชเพื่อพัฒนาศักยภาพผู้เรียนโดยใช้รูปแบบ 3E (Wongyai and Phatpol, 2019)

การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น ผู้สอนสามารถเลือกใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายขึ้นอยู่กับลักษณะและบริบทของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และช่วงวัยของผู้เรียน ดังผลงานวิจัยของ Damrimungkit and Kijkuakul (2021) ที่ศึกษามุมมองของครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูต่อแนวทางในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 พบว่าครูพี่เลี้ยงเชื่อว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะการสื่อสาร และทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทีม ในขณะที่นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูเชื่อว่าควรมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ มีความกล้าแสดงออก และมีทักษะการทำงานกลุ่มเพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ได้ โดยครูพี่เลี้ยงเชื่อว่าควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการมีส่วนร่วม ช่วยกันสืบค้นข้อมูล และนำเสนอผลการทดลองโดยใช้สื่อเทคโนโลยีที่ทันสมัย ควรจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เพื่อให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติจริงโดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการทำกิจกรรม ในขณะที่นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูเชื่อว่า ควรจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาและจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่เน้นการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้เชื่อมโยงกับชีวิตจริง กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจในการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้และอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน เพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการสื่อสาร ทักษะความร่วมมือในการทำงานเป็นทีม และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น

การประเมินคุณภาพของผู้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ควรใช้การวัดและการประเมินที่หลากหลายและสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น ประเมินด้านความรู้และทักษะโดยใช้การประเมินผลสรุปรวมที่เน้นที่ผลการเรียนรู้ ใช้การประเมินความก้าวหน้าที่เน้นกระบวนการเรียนรู้ และการประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 อาทิ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา โดยใช้การประเมินตามสภาพจริงซึ่งเป็นการประเมินความสามารถที่ของผู้เรียนที่แสดงออกระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมหรือการสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงานอย่างเป็นระบบและสะท้อนกระบวนการคิดขั้นสูง (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2014; Stufflebeam & Shinkfield, 2007) ทั้งนี้ผู้สอนอาจใช้พฤติกรรมบ่งชี้ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ผู้เขียนสรุปไว้ข้างต้นมาใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องมือในการวัดประเมินผลทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้

บทสรุป

ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา เป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 ดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการศึกษาที่เน้นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมและพัฒนาสมรรถนะและทักษะที่จำเป็นดังกล่าว เพื่อเตรียมความพร้อมของผู้เรียนเพื่อเข้าสู่โลกการทำงานที่มีความซับซ้อนและพลิกผันมากขึ้นในอนาคต ส่งเสริมการพัฒนาศักยภาพครูด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้แนวใหม่เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทั้งในส่วนของผู้สอนและผู้เรียน ส่งเสริมให้การใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับบริบทและสถานการณ์โลกที่มีการเปลี่ยนแปลงไป เช่น การจัดการเรียนรู้ออนไลน์ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการจัดการเรียนรู้ การใช้แพลตฟอร์มในการจัดการเรียนรู้ เช่น Microsoft teams, Zoom, Google classroom เป็นต้น การใช้แอปพลิเคชันหรือโปรแกรมต่างๆ ในการสร้างแรงจูงใจและกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เช่น Flippity’s Memory Game, Class123, Mentimeter, Poll Everywhere, Kahoot, Quizizz และ Nearpod เป็นต้น ตลอดจนส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกสังเกต สำรวจตรวจสอบ ตั้งคำถาม ระบุปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา ทดลอง และสรุปความรู้ร่วมกันจากการลงมือปฏิบัติจริงซึ่งสามารถพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตได้

เอกสารอ้างอิง

Ariza, M.R., Armenteros, A.Q., and Castro, A.E. (2021). Promoting critical thinking through mathematics and science teacher education: the case of argumentation and graphs interpretation about climate change, European Journal of Teacher Education. *European Journal of Teacher Education*, DOI: 10.1080/02619768.2021.1961736

Brookfield and Stephen D. (1987). *Developing critical thinkers.* California: Jossy Bass Publishers.

Battelle for Kids. (2019). *Partnership for 21st Century Learning, A Network of Battelle for Kids: Framework for 21stCentury Learning Definitions.* Retrieved October 17, 2022, from https://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_Framework_DefinitionsBFK.pdf

Chiangsin, P. & Patphol, M. (2018). Development of learning management model to enhance critical mathematical thinking skills among of Mathayomsuksa two students. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*, *11*(1), 698-716.

Cholsin, J., Kijkuakul, S. & Chaiyasith, W.C. (2018). The action research for developing learning management on stoichiometry based on STEM approach emphasized engineering design process to promote collaborative problem solving competency. *Journal of Education Naresuan University*, *20*(2), 32-46.

Conradty, C., Sotiriou, S.A. and Bogner, F.X. (2020). How creativity in STEAM modules intervenes with self-efficacy and motivation. *Education Sciences, 10*(70), 1-15.

Dalim, S.F., Ishak, A. S., and Hamzah, L.M. (2022). Promoting Students’ Critical Thinking through Socratic Method: Views and Challenges. *Asian Journal of University Education, 18*(4), 1034-1047.

Dressel, P.L.; & Mayhew, L.B. (1957). *General Education: Explorations in Evaluation,* 2nd ed. Washington, D.C.: American Council on Education.

Damrimungkit, A., and Kijkuakul, S. (2021). Mentor teachers’ and pre-service teachers view on Science teaching in the 21st century. *Journal of Faculty of Education Pibulsongkram Rajabhat University, 8*(2), 228-239.

Ennis, R.H. (1985). A logical basis for measuring critical thinking skill. *Educational Leadership, 43*(2), 44-48.

Feely, A.J. (1976). *Argumentation and debate: Rational decision making.* Belmont: Wadsworth Publishing Co.,Inc.

Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2014). *Introduction to STEM education.* Retrieved 20 August 2018, from http://www.stemedthailand.org/

Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2017). Manual for basic science subject (revised edition 2017) according to the basic education core curriculum, B.E. 2551 (A.D.2008) for senior high school student. Retrieved 15 September 2020, from SciMath: https://www.scimath.org/ebook-science/item/8415-2-2560-2551.

Intharaksa, P., Muangpatom, C., Jansrisukot, J. & Chidmongkol, R. (2019). The development of learning management strategy based on the application of problem- based learning and metacognition approaches to enhance ability of problem solving with critical thinking, self-regulating and learning achievement of undergraduate students Kasetsart University. *Journal of Education Naresuan University*, *21*(2), 89-102.

Justice, C., Rice, J., Roy, D., Hudspith, B., and Jenkins, H. (2009). Inquiry-based learning in higher education: administrators' perspectives on integrating inquiry pedagogy into the curriculum. *Higher Education,* 58, 841-855.

Khammani, T. (2010). *Teaching techniques: Knowledge for effective learning process.* Bangkok: Chulalongkorn University.

Kim, H. & Chae, D.H. (2016). The development and application of a STEAM program based on traditional Korean Culture. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 12*(7), 1925-1936.

Kembara, M.D., Rozak, R.W.A. & Hadian, V.A. (2018). Research-based lectures to improve students' 4C (communication, collaboration, critical Thinking, and creativity) skills. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research,* 306, 22-26.

Office of the Education Council, Ministry of Education. (2019). *Understanding the simple competency-based curriculum for teachers, administrators and educators.* Bangkok: 21 Century.

Office of the Education Council, Ministry of Education. (2017). *National education plan 2017–2036.* Bangkok: Prickwan Graphic.

Polnak, P., Chauvatcharin, N., and Sirisawat, C. (2020). The study of ability in analytical thinking, biology learning achievement and attitudes toward biology of 11th grade students using the inquiry cycle (5E) instructional model with storyline. *Journal of Education Naresuan University, 22*(4), 160-170.

National Education Association. (2022). *An educator's guide to the "Four Cs" preparing 21st century students for a global society.* Retrieved October 12, 2022, from http://www.nea.org/tools/52217.htm

Netwong, T. (2016). Development of problem solving skills by integration learning following STEM Education. *Research Journal-Rajamangala University of Technology Thanyaburi*, *15*(2), 1-6.

Noiwong, W., and Wongthong, P. (2022). Learning management of chemical reaction models by using inquiry-based learning. *IPST Magazine, 50*(236), 10-16.

Noiwong, W. (2021). Learning activity in topic of super absorbent polymers for senior high school students of bilingual program. *Journal of Science and Science Education, 4*(1), 118-129.

Noiwong, W. and Wongthong, P. (2020). Learning activity based on STEAM Education that emphasizes engineering design process in topic of hydroponics for enhancing 21st century skills of upper elementary school students. *Journal of Science and Science Education, 3*(2), 177-189.

Stufflebeam, D.L. & Shinkfield, A.J. (2007). *Evaluation theory, models, and applications.* City, U.S.A.: Jossey-Bass.

Songserm, M., Thongsorn, P. & Chaturanon, W. (2020). The development of biology instruction model to enhance analytical thinking, critical thinking and problem solving of mathayomsuksa six students. *Journal of Education Naresuan University, 22*(1), 175-189.

Sakunya, S. & Supap, W. (2020). The development of creative problem solving competency on the application of linear equation for on variable topic on mathemating process of 7th grade students. *Journal of Education Naresuan University, 22*(4), 88-100.

Schmaltz, R.M., Jansen, E., and Wenckowski, N. (2017). Redefining Critical Thinking: Teaching Students to Think like Scientists. *Frontiers in Psychology, 8*(459), 1-4. DOI: 10.3389/fpsyg.2017.00459.

The Partnership for 21st Century Skills. (2009). *Framework for 21st century learning.* Retrieved May 31, 2019, from http://www.battelleforkids.org/networks/p21

Tidtragulchai, A. & Butkatunyoo, O. (2020). The effects of providing of social study and outdoor learning activities based on project approach on critical Thinking of young children. Journal of *Rangsit University: Teaching & Learning, 14*(2), 178-192.

Tai, M.K., Khalip, M., and Omar, A.K. (2022). Measuring Teacher Competency for the Era of Education 4.0 in Malaysian Secondary Schools, *Asian Journal of University Education, 18*(4), 966-980.

Tingsa, C., Jaigla, A., Tamuang, S. and Supasorn, S. (2018). Twelfth Grade students' achievement and problem-solving ability on properties and reactions of organic compounds from learning by using inquiry incorporated with problem-based learning. *Journal of Science and Science Education, 1*(1), 97-108.

Thuneberg, H.M., Salmi, H.S. and Bogner, F.X. (2018). How creativity, autonomy and visual reasoning contribute to cognitive learning in a STEAM hands-on inquiry-based math module. *Thinking Skills and Creativity,* 29, 153-160.

Vasquez, J.A., Sneider, C. and Comer, M. (2013). *STEM Lesson Essentials: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics.* Portsmouth: NH:Heinemann.

Van Schijndel, T.J.P., Jansen, B.R.J., and Raijmakers, M.E.J. (2018). Do individual differences in children's curiosity relate to their inquiry-based learning?. *International Journal of Science Education, 40*(9), 996-1015.

Vong, S.A., and Kaewurai, W. (2017). Instructional model development to enhance critical thinking and critical thinking teaching ability of trainee students at region al teaching training center in Takeo province, Camb odia. *Kasetsart Journal of Social Sciences,* 38, 88-95.

Watson, G.. & Glaser, E.M. (1964). *Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal Manual: Form Ym and Zm.* New York: Harcout Brace and World. Inc

Wongyai, W., and Phatpol, M. (2019). *Learning management in disruptive education. Center for Innovation Leaders in Curriculum and Learning*: Bangkok

Wongthong, P. (2020). Integrated Steam Education Teaching Practice for Improving Critical Thinking and Problem Solving Abilities of First Grade Students in Small Primary School. *Journal of Education Khon Kaen University, 43*(2), 3-16.