

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ EIPCE ที่มุ่งยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ควบคู่กับการเสริมสร้างการคิดเชิงวิพากษ์ วิชาเคมี เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
มัธยมศึกษาภาพสินธุ์

The Development of Learning Management with EIPCE Model to
Enhance Academic Achievement Alongside Fostering Critical
Thinking Skills in Chemistry on the Topic of Atoms and
Properties of Elements for Secondary School Students
of Kalasin Secondary Educational Service Area Office

ธนศักดิ์ เจริญธรรม

Tanasak Charenthum

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนอนุกูลนารี

Science and Technology Learning Area, Anukoolnaree School

Corresponding Author; Tanasak.C@anukoolnaree.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาองค์ประกอบและตัวชี้วัดการคิดเชิงวิพากษ์ 2) ศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้และปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ ในรายวิชาเคมี เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ 3) ออกแบบและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ EIPCE ที่มุ่งยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควบคู่กับการเสริมสร้างการคิดเชิงวิพากษ์ วิชาเคมี เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา และ 4) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ EIPCE กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ ผู้ทรงคุณวุฒิ 7 คน และกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุกูลนารี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 28 คน ซึ่งคัดเลือกโดยการสุ่มแบบเจาะจง เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบประเมิน แบบสัมภาษณ์ แบบบันทึกการสนทนากลุ่ม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบวัดการคิดเชิงวิพากษ์ และแบบประเมินความพึงพอใจ เป็นการวิจัยและพัฒนา วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที รวมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่า 1) องค์ประกอบการคิดเชิงวิพากษ์และมีตัวชี้วัดการคิดเชิงวิพากษ์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด 2) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิพากษ์ และนักเรียนยังมีระดับการคิดเชิงวิพากษ์อยู่ในระดับต่ำ 3) ผลการออกแบบและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ EIPCE ที่มุ่งยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควบคู่กับการเสริมสร้างการคิดเชิงวิพากษ์ วิชาเคมี เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.18$, S.D. = 0.65) และมีประสิทธิภาพด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงวิพากษ์เท่ากับ 76.42/74.91 และ 73.06/73.45 ตามลำดับ 4) ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ EIPCE พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน การคิดเชิงวิพากษ์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบปกติ และความพึงพอใจต่อการเรียนโดยรวมอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ EIPCE, การยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, การเสริมสร้างการคิดเชิงวิพากษ์, อะตอมและสมบัติของธาตุ

ABSTRACT

This research aimed to examine the components and indicators of critical thinking skills, investigate the current state of learning management and related problems in enhancing students' academic achievement and critical thinking skills in Chemistry on the topic of Atoms and Properties of elements, and to design and develop instructional management using the EIPCE model with the goal of improving academic achievement alongside fostering critical thinking skills among secondary school students. Additionally, the study sought to evaluate the outcomes of implementing the EIPCE instructional model. The informants consisted of 7 experts, while the sample group included 28 Grade 10 students from Anukoolnaree School in the first semester of the 2025 academic year, selected through purposive sampling. The research instruments comprised evaluation forms, interview protocols, focus group discussion records, an academic achievement test, a critical thinking skills assessment, and a satisfaction questionnaire. This study was conducted as research and development (R&D). Quantitative data were analyzed using mean, percentage, standard deviation, and t-test statistics, whereas qualitative data were analyzed through content analysis.

The findings indicated that critical thinking skills consists of six components: inductive thinking, deductive thinking, questioning, interpretation, acceptance of preliminary agreements, and evaluation of arguments, with a total of 14 indicators. These components and indicators were evaluated as having the highest level of appropriateness. The investigation of instructional conditions revealed that most teachers attempted to organize learning activities using scientific skills and processes to promote critical thinking skills; however, students' critical thinking skills were still at a low level. The development of learning management with EIPCE model comprised five stages: engagement and activation of prior knowledge, problem identification and data collection, practice, conclusion, and evaluation. The overall appropriateness of the model was rated at a high level ($\bar{X} = 4.18$, S.D. = 0.65), and its efficiency in terms of academic achievement and critical thinking skills was 76.42/74.91 and 73.06/73.45, respectively. The implementation of the EIPCE model demonstrated that students' post-learning academic achievement was higher than their pre-learning achievement, and their critical thinking were higher than those of students who received conventional instruction. Furthermore, students expressed a high level of overall satisfaction with the learning experience.

Keywords: Development of learning management with the EIPCE model, Enhancement of academic achievement, Fostering critical thinking skills, The topic of Atoms and Properties of Elements

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อสังคมปัจจุบันและอนาคต เนื่องจากมีความเชื่อมโยงกับทุกมิติของชีวิตมนุษย์ ทั้งในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ การศึกษาวิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนาทักษะการคิดในหลายด้าน ได้แก่ การคิดเชิงเหตุผล การคิดสร้างสรรค์ การวิเคราะห์ และการคิดเชิงวิพากษ์ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญต่อการแสวงหาความรู้และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (ภัทรกร พิกุลขวัญ และคณะ, 2565) แผนพัฒนาการศึกษาระดับชาติ

พ.ศ. 2560–2579 กำหนดเป้าหมายให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะและทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ครอบคลุมทักษะพื้นฐาน 3R's คือ Reading (การอ่าน) wRiting (การเขียน) และ aRithmetic (การคำนวณ) ส่วนสมรรถนะ 8C's คือ Critical Thinking and Problem Solving (การคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา) Creativity and Innovation (ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม) Cross-cultural Understanding (ความเข้าใจความแตกต่างทางวัฒนธรรม) Collaboration, Teamwork and Leadership (การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ) Communications, Information and Media Literacy (ทักษะการสื่อสาร การรู้เท่าทันสื่อและสารสนเทศ) Computing and ICT Literacy (ทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการใช้คอมพิวเตอร์) Career and Learning Skills (ทักษะอาชีพ และการเรียนรู้ตลอดชีวิต) Compassion (ความมีเมตตา) โดยสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษา ซึ่งการจัดการศึกษาจึงมุ่งพัฒนาผู้เรียนอย่างรอบด้าน ทั้งด้านร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และคุณธรรม (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2565) แนวทางดังกล่าวเน้นการพัฒนาทักษะของผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและส่งเสริมการคิดระดับสูง เพื่อเตรียมความพร้อมให้เป็นคนไทยยุค 4.0 ที่สามารถแข่งขันในเวทีโลกได้ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2561)

แนวคิดและทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้โดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และมุ่งพัฒนากระบวนการคิดและการคิดเชิงวิพากษ์ ซึ่งผู้วิจัยนำมาใช้เป็นกรอบแนวคิดทางทฤษฎีเพื่อสนับสนุนการพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีที่ส่งเสริมการคิดเชิงวิพากษ์ ได้แก่ แนวคิดการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Approach) แนวคิดนี้เน้นการใช้กระบวนการและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการลงมือปฏิบัติของผู้เรียน เพื่อส่งเสริมการอธิบายเชิงเหตุผล การวิเคราะห์ การสร้างองค์ความรู้ใหม่ และการคิดเชิงวิพากษ์อย่างยั่งยืน Orosz et al. (2023) แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning หรือ PBL) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ผ่านการแก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง Sartika et al. (2023) แนวคิดหมวกคิดหกใบ (Six Thinking Hats) เป็นกรอบแนวคิดที่จัดระบบกระบวนการคิด โดยจำแนกตามบทบาทของหมวกแต่ละสี เพื่อส่งเสริมการพิจารณาอย่างรอบด้านและการคิดอย่างเป็นระบบของผู้เรียน De Bono (2017) และแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยมุ่งเน้นการประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง ควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ การคิดสร้างสรรค์ การตั้งคำถาม และการสืบค้นข้อมูล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2565) ซึ่งแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้นจะสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดเชิงวิพากษ์วิชาเคมีเพิ่มเติมได้เป็นอย่างดี

จากการประชุมชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพของครูเคมี โรงเรียนอนุกุลนารี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในหัวข้ออะตอมและสมบัติของธาตุยังต่ำกว่าที่คาดหวัง สาเหตุสำคัญ ได้แก่ ลักษณะเนื้อหาที่เป็นนามธรรม ผู้เรียนขาดทักษะการสร้างความรู้ด้วยตนเอง การสรุปสาระสำคัญ การทำงานเป็นทีม และการคิดวิเคราะห์ รวมทั้งพฤติกรรมการเรียนรู้แบบทำงานคนเดียว ส่งผลให้ขาดโอกาสฝึกการคิดร่วมกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมิน PISA ปี 2565 ที่ชี้ว่านักเรียนไทยมีระดับการคิดวิเคราะห์และการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD (สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน, 2566) นอกจากนี้ ผลการประเมินคุณภาพภายนอกรอบที่ 5 (โรงเรียนอนุกุลนารี, 2566) พบว่าผู้เรียนยังต้องพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 รวมถึงการคิดเชิงวิพากษ์ให้ดีขึ้น

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ EIPCE จึงมีความสำคัญเพราะเป็นแนวทางที่ช่วยพัฒนาผู้เรียนอย่างรอบด้าน ทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และการคิดขั้นสูง โดยเฉพาะในบริบทการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หรือเคมีที่ต้องอาศัยการคิด วิเคราะห์ และการลงมือปฏิบัติ ผู้วิจัยจึงมุ่งพัฒนาการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ EIPCE ที่มุ่งยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควบคู่กับการเสริมสร้างการคิดเชิงวิพากษ์ วิชาเคมี เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาภาลสินธุ์ให้สอดคล้องกับเจตนารมณ์ของหลักสูตรแกนกลางและทักษะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 โดยรูปแบบ EIPCE ได้รับการพัฒนาโดยการสังเคราะห์แนวคิดและทฤษฎีทางการศึกษาที่มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และส่งเสริมการคิด

เชิงวิพากษ์ จาก 4 แนวคิดสำคัญ ได้แก่ แนวคิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Approach) แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) แนวคิดหมวกความคิดหกใบ (Six Thinking Hats) และแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนาการคิดเชิงวิพากษ์ของผู้เรียนอย่างเป็นระบบและรอบด้าน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบและตัวชี้วัดของการคิดเชิงวิพากษ์ วิชาเคมี เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
2. เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันและปัญหาการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงวิพากษ์ในรายวิชาเคมี เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา
3. เพื่อออกแบบและพัฒนากาการจัดการเรียนรู้ด้วย EIPCE model ที่มุ่งยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควบคู่กับการเสริมสร้างการคิดเชิงวิพากษ์ วิชาเคมี เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
4. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ EIPCE ที่พัฒนาขึ้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้บูรณาการแนวคิดและทฤษฎีสำคัญหลายประการ ประกอบด้วยข้อมูลต่อไปนี้

1. แนวคิดการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Approach) เป็นกระบวนการที่ผสมผสานวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ และทัศนคติในการอธิบายและวิเคราะห์ข้อมูล ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการสร้างความรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง โดยมีสถานการณ์หรือคำถามที่กระตุ้นแรงจูงใจ มีโครงสร้างที่เหมาะสม และมีอิสระในการแลกเปลี่ยนความคิด โดยงานวิจัยของ Ani (2021) ได้มีการศึกษาการนำรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้พัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ของนักเรียน โดยพัฒนาสื่อการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น และนำรูปแบบที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ผลการใช้รูปแบบดังกล่าวช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ของนักเรียน ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก และงานวิจัยของ Firmansyah et al. (2023) ได้มีการศึกษาการพัฒนาการคิดเชิงวิพากษ์ของนักศึกษาในรายวิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ พบว่าการคิดเชิงวิพากษ์เป็นทักษะสำคัญในการเชื่อมโยงแนวคิดทางเคมีอย่างมีเหตุผลในบริบทด้านสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องจัดการเรียนรู้และการประเมินผลที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความหมายของเคมีที่เชื่อมโยงกับปรากฏการณ์ทางสิ่งแวดล้อมในรายวิชาเคมีวิเคราะห์พื้นฐาน

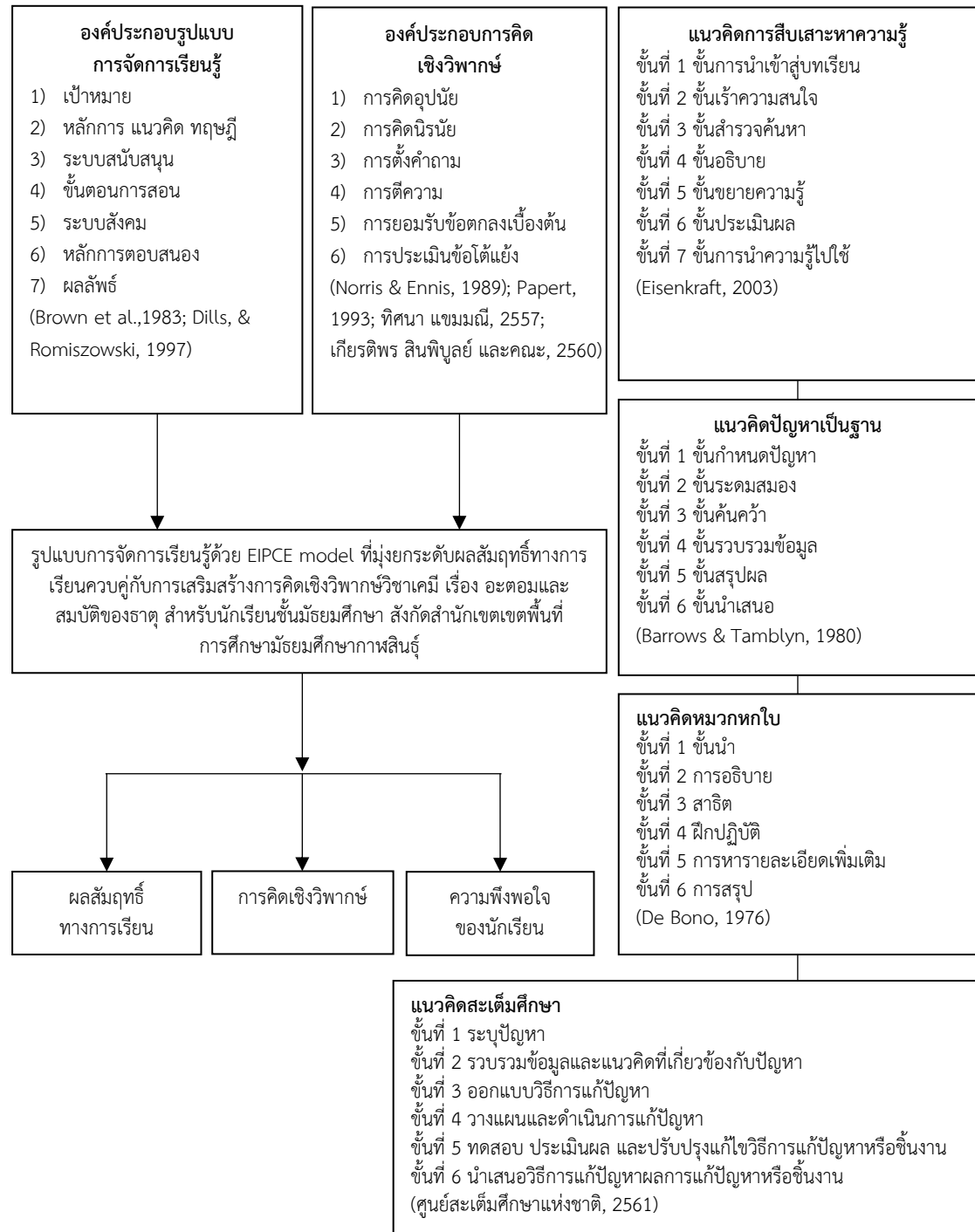
2. แนวคิดใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism) ซึ่งมุ่งให้ผู้เรียนพัฒนาองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการเผชิญและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจริง โดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงเป็นบริบทสำคัญของการเรียนรู้ (Barrows & Tamblyn, 1980) งานวิจัยของ วรณัฐธาดา นามโคตร อรุณรัตน์ คำแหงพล และกุลวดี สุวรรณไตรย์ (2567) ชี้ว่าแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสนับสนุนการประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และงานวิจัยของ Indra et al. (2024) พบว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการคิดเชิงวิพากษ์ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. แนวคิดหมวกคิดหกใบ (Six Thinking Hats) ตามมุมมองของ De Bono (2017) อธิบายว่าการคิดของมนุษย์มักเกิดความสับสนเพราะมีหลายมิติ เช่น อารมณ์ เหตุผล ข้อมูล และความคิดสร้างสรรค์ปะปนกัน แนวคิดหมวกความคิดหกใบจึงถูกพัฒนาขึ้นเพื่อแยกการคิดออกเป็นด้านต่าง ๆ อย่างชัดเจน โดยใช้สีของหมวกแทนรูปแบบการคิดแต่ละประเภท เช่น หมวกสีขาว (White Hat) เป็นการคิดเชิงข้อมูลและข้อเท็จจริง หมวกสีแดง (Red Hat) เป็นการคิดเชิงอารมณ์และความรู้สึก หมวกสีดำ (Black Hat) เป็นการคิดเชิงวิพากษ์และข้อควรระวัง หมวกสีเหลือง (Yellow Hat) เป็นการคิดเชิงบวกและประโยชน์ หมวกสีเขียว (Green Hat) เป็นการคิดเชิงสร้างสรรค์และแนวคิดใหม่ และหมวกสีน้ำเงิน (Blue Hat) เป็นการควบคุมและกำกับกระบวนการคิด เพื่อให้ผู้คิดสามารถมุ่งเน้น

ที่ละมุ่มมองอย่างเป็นระบบ ทำให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ แยกแยะมุ่มมองการคิดได้อย่างชัดเจน และดำเนินงานไปสู่เป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยของวรวรรณ ราชพิลา และสิทธิพล อาจอินทร์ (2563) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT ร่วมกับเทคนิคหมวกหกใบ พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย 22.04 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.49 โดยมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 37 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 81.40 ซึ่งสะท้อนถึงการพัฒนาความสามารถด้านการคิดเชิงวิพากษ์ของผู้เรียน และแนวคิดของ Setyaningtyas and Radia (2019) ชี้ว่าแนวคิดหมวกคิดหกใบทำให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิจารณ์ญาณสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน

4. แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) แนวคิดของ Bybee (2013) อธิบายว่า STEM Education เป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะผู้เรียนให้พร้อมสำหรับโลกศตวรรษที่ 21 โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการประยุกต์ใช้ความรู้ข้ามสาขา เพราะเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทั้ง การคิดเชิงวิพากษ์ คิดสร้างสรรค์ การตั้งคำถาม การค้นหาข้อมูล โดยงานวิจัยของพีรดลย์ อ่อนสี (2562) พบว่า ก่อนดำเนินกิจกรรมผู้เรียนส่วนใหญ่มีผลการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยมีค่าเฉลี่ย 10.88 คะแนน ภายหลังสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 2 ค่าเฉลี่ยเพิ่มเป็น 14.64 คะแนน และจำนวนผู้เรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ลดลงเหลือ 3 คน และงานวิจัยของนพพร แก้วเปี้ย และคณะ (2567) พบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่เรียนตามการจัดการเรียนรู้ด้วย EIPCE model สามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควบคู่กับการเสริมสร้างการคิดเชิงวิพากษ์ วิชาเคมี เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงวิพากษ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ระเบียบวิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงผสมวิธี โดยมีการแบ่งขั้นตอนการวิจัยออกเป็น 4 ขั้นตอน รายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาองค์ประกอบและตัวชี้วัดของการคิดเชิงวิพากษ์ วิชาเคมี เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ผู้ให้ข้อมูลในการวิจัย คือ ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 7 คน โดยการคัดเลือกแบบเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวชี้วัดการคิดเชิงวิพากษ์ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมด้านภาษา โครงสร้าง และรูปแบบจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80–1.00 การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการจากผู้ทรงคุณวุฒิ และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาสภาพปัจจุบันและปัญหาการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงวิพากษ์ วิชาเคมี เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

ประชากรกลุ่มที่ 1 คือ ครูผู้สอนวิชาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาภาพสินธุ์ จำนวน 3 โรง ได้แก่ โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ จำนวน 40 คน โรงเรียนกมลาไสย จำนวน 30 คน และโรงเรียนอนุคุณนารี จำนวน 28 คน รวม 98 คน สำหรับให้ข้อมูลในการสัมภาษณ์สภาพการจัดการเรียนรู้และปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ในรายวิชาเคมี เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ

กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 คือ ครูผู้สอนวิชาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาภาพสินธุ์จาก 3 โรงเรียน โดยมีการคัดเลือกโรงเรียนละ 3 คน รวม 9 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง

ประชากรกลุ่มที่ 2 คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาภาพสินธุ์ จำนวน 3 โรง ได้แก่ โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ จำนวน 638 คน โรงเรียนกมลาไสย จำนวน 317 คน และโรงเรียนอนุคุณนารี จำนวน 550 คน รวม 1,505 คน สำหรับทำแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาภาพสินธุ์ จำนวน 3 โรง ะ ละ 15 คน รวม 45 คนทั้งสองกลุ่มคัดเลือกโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง โดยใช้ผลคะแนนสอบเข้าศึกษาต่อระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกนักเรียน

เครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย 1) แบบสัมภาษณ์ครูเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันและสภาพปัญหาในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงวิพากษ์ เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ซึ่งผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน มีค่า IOC ระหว่าง 0.80–1.00 และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ การแจกแจงความถี่และร้อยละ และ 2) แบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิพากษ์วิชาเคมี แบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน มีค่า IOC ระหว่าง 0.80–1.00 การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด EIPCE model ที่มุ่งยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควบคู่กับการเสริมสร้างการคิดเชิงวิพากษ์ วิชาเคมี เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ผู้ให้ข้อมูลในการตรวจสอบคุณภาพร่างต้นแบบและยืนยันรูปแบบการจัดการเรียนรู้และประเมินคุณภาพของเอกสารคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนรู้ 1) ผู้ให้ข้อมูลในการตรวจสอบคุณภาพร่างต้นแบบและความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยการสนทนากลุ่ม (Focus Group) ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิ 7 คน 2) ผู้ให้ข้อมูลในการประเมินคุณภาพ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาความเหมาะสมของเอกสารคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 7 คน ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รวมทั้งสิ้น 955 คน จำนวน 28 ห้อง จากจำนวน 2 โรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาภาคเหนือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม และสุ่มเลือกห้องเรียนจากโรงเรียน 2 แห่ง แห่งละ 1 ห้อง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ได้แก่ โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ จำนวน 40 คน และโรงเรียนกมลไย จำนวน 30 คน รวมทั้งสิ้น 70 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 5 ชนิด ได้แก่ 1) แบบบันทึกการสนทนากลุ่ม ซึ่งผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน มีค่า IOC ระหว่าง 0.80–1.00 2) ร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ผ่านการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 7 คน ด้วยการสนทนากลุ่ม มีค่าความเหมาะสมเฉลี่ย 4.39 3) คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยรวม 4.18 4) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี จำนวน 8 แผน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยรายแผนอยู่ระหว่าง 3.80–5.00 และค่าเฉลี่ยรวม 4.43 และ 5) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี แบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ มีค่า IOC ระหว่าง 0.80–1.00 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.25–0.91 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21–0.76 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82 รวมทั้งแบบวัดการคิดเชิงวิพากษ์ แบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่า IOC ระหว่าง 0.50–1.00 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.24–0.95 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22–0.75 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.78 การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการด้วยตนเอง และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ขั้นตอนที่ 4 ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด EIPCE model ที่พัฒนาขึ้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลนารี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาภาคเหนือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 13 ห้อง รวมนักเรียนทั้งสิ้น 550 คน

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลนารี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาภาคเหนือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 28 คน ซึ่งคัดเลือกโดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง

เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย 5 ประเภท ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้ว การจัดการเรียนรู้ตาม EIPCE Model แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี แบบวัดการคิดเชิงวิพากษ์วิชาเคมี และแบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 ศึกษาองค์ประกอบและตัวชี้วัดของการคิดเชิงวิพากษ์ วิชาเคมี เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า องค์ประกอบของการคิดเชิงวิพากษ์ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ รวม 14 ตัวชี้วัด ได้แก่ การคิดอุปนัย การคิดนิรนัย การตั้งคำถาม การตีความ การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น และการประเมินข้อโต้แย้ง โดยผู้ทรงคุณวุฒิประเมินความเหมาะสมโดยรวม

อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.87$, S.D.=0.06) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ทุกด้านมีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความเหมาะสมขององค์ประกอบการคิดเชิงวิพากษ์

องค์ประกอบ	ตัวชี้วัด	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. การคิดอุปนัย	1. การสังเกต 2. การรวบรวมข้อมูล 3. การตัดสินใจข้อมูล	4.79	0.11	มากที่สุด
2. การคิดนิรนัย	1. การนำหลักการใหญ่ไปแตกเป็นหลักย่อย ๆ 2. การพิจารณาแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือ 3. การพิจารณาความเพียงพอของข้อมูล	4.86	0.00	มากที่สุด
3. การตั้งคำถาม	1. การถามด้วยคำถามที่ท้าทาย 2. การถามได้ตรงประเด็น	5.00	0.00	มากที่สุด
4. การตีความ	1. การทำความเข้าใจ 2. การจำแนกข้อมูล	4.83	0.09	มากที่สุด
5. การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น	1. ระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ผู้อ้างเหตุผลไม่ได้กล่าวไว้ 2. ระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่คัดค้านการอ้างเหตุผล	4.81	0.07	มากที่สุด
6. การประเมินข้อโต้แย้ง	1. การสร้างข้อกล่าวอ้าง 2. การโต้แย้งกลับที่ประกอบไปด้วยเหตุผลสนับสนุน	4.91	0.08	มากที่สุด
โดยรวม	14	4.87	0.06	มากที่สุด

ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ศึกษาสภาพปัจจุบันและปัญหาการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงวิพากษ์ วิชาเคมี เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ผลการวิเคราะห์พบว่า

1) ครูผู้สอนให้ความสำคัญกับการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับบริบทชีวิตจริงและท้องถิ่น โดยใช้กระบวนการตั้งคำถามและการอภิปรายเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ และส่งเสริมให้ผู้เรียนอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมีบนพื้นฐานของหลักวิทยาศาสตร์ โดยพบอุปสรรคสำคัญ คือ 1) ข้อจำกัดด้านเวลา คือ กิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดเชิงวิพากษ์ต้องใช้ระยะเวลามาก 2) พื้นฐานความรู้ คือ ผู้เรียนมีพื้นฐานไม่เพียงพอ ทำให้การอธิบายเหตุผลยังไม่สมบูรณ์ 3) แรงจูงใจ คือ ผู้เรียนขาดความกระตือรือร้นและความใส่ใจ และ 4) ความมั่นใจ คือ ผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น เนื่องจากกลัวผิดและอายเพื่อน

2) จากการทดสอบนักเรียน 45 คน พบว่ามีคะแนนเฉลี่ย 14.16 จากคะแนนเต็ม 30 แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีทักษะการคิดเชิงวิพากษ์อยู่ในระดับที่ต้องพัฒนา

3) ผลการวิเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด EIPCE model ที่มียกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควบคู่กับการเสริมสร้างการคิดเชิงวิพากษ์ วิชาเคมี เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตามแนวคิดของซึ่งพัฒนาตามกรอบแนวคิดของ Brown et al., (1983); Dills, & Romiszowski (1997); Arens (1997); Joyce et al., (2004); ทิศนา แหมมณี (2557)

พบว่ามียังจำนวน 7 องค์ประกอบ คือ 1) เป้าหมาย 2) หลักการแนวคิด และทฤษฎี 3) ระบบสนับสนุน 4) ขั้นตอนการสอน 5) ระบบสังคม 6) หลักการตอบสนอง และ 7) ผลลัพธ์ ทั้งนี้ได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) กระตุ้นความสนใจและตรวจสอบความรู้เดิม (Engage Attention and Activate Prior Knowledge) 2) ระบุปัญหาและรวบรวมข้อมูล (Identify The Problem and Collect Data) 3) ปฏิบัติ (Practice) 4) สรุปผล (Conclusions) และ 5) การประเมินผล (Evaluate) ซึ่งเรียกว่า EIPCE Model ซึ่งมีผลการประเมินความเหมาะสมเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.18$, S.D. = 0.65) และมีประสิทธิภาพด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงวิพากษ์ เท่ากับ 76.42/74.91 และ 73.06/73.45 ตามลำดับ

ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 ออกแบบและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด EIPCE model ที่มุ่งยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควบคู่กับการเสริมสร้างการคิดเชิงวิพากษ์ วิชาเคมี เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

จากการบูรณาการแนวคิดทั้ง 4 แนวทาง ได้แก่ แนวทางการสืบเสาะของ Eisenkraft (2003) แนวคิด PBL ของ Barrows and Tamblyn (1980) ด้วยเทคนิคหมวกหกใบของ De Bono (2017) และแนวทาง STEM ของศูนย์ STEM แห่งชาติ (2018) หลังผ่านการสนทนากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ 7 ท่าน และทดลองใช้กับนักเรียน 60 คน จาก 2 โรงเรียน ได้รูปแบบ EIPCE Model ที่สมบูรณ์ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การจัดการเรียนเรียนรู้ตามแนวคิด EIPCE Model

องค์ประกอบ	สาระสำคัญ
1. เป้าหมาย	พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงวิพากษ์
2. หลักการ แนวคิดทฤษฎีพื้นฐาน	1. แนวคิดสืบเสาะความรู้ 2. แนวคิดใช้ปัญหาเป็นฐาน 3. แนวคิดหมวกหกใบ 4. แนวคิดสะเต็มศึกษา
3. ระบบสนับสนุน	เงื่อนไขที่จำเป็นในการที่จะใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้เกิดผลตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงวิพากษ์
4. ขั้นตอนการสอน	1. กระตุ้นความสนใจและตรวจสอบความรู้เดิม 2. ระบุปัญหาและรวบรวมข้อมูล 3. ปฏิบัติ 4. สรุปผล 5. ประเมินผล
5. ระบบสังคม	ความสัมพันธ์ของหลักการและความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนและครู
6. หลักการตอบสนอง	วิธีการที่ครูจะตอบสนองต่อการแสดงออกของนักเรียนในระหว่างเรียนรู้ โดยให้ความสำคัญกับนักเรียนในการคิดเชิงวิพากษ์ การเรียนรู้หรือปฏิบัติกิจกรรมอย่างอิสระ
7. ผลลัพธ์	ผลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดเชิงวิพากษ์ และความพึงพอใจต่อการเรียน ซึ่งประเมินความสำเร็จจากเป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนด

ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 4 ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด EIPCE model ที่พัฒนาขึ้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

1. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาเคมี เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงวิพากษ์ พบว่ากลุ่มตัวอย่างจำนวน 28 คน มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 11.20 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 21.34 คะแนน โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดกิจกรรมสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนการคิดเชิงวิพากษ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงวิพากษ์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลองเท่ากับ 10.65 คะแนน และมีคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองเท่ากับ 20.28 คะแนน โดยคะแนนการคิดเชิงวิพากษ์ของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจต่อการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามแนวคิด EIPCE model เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงวิพากษ์ พบว่า ทั้งหมด 3 ด้าน ได้แก่ 1) การเตรียมการก่อนการเรียนการสอน 2) การจัดกระบวนการเรียนการสอน 3) การจัดการเรียนตามรูปแบบ EIPCE model พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจโดยและรายด้านรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.38$, $S.D.=0.73$)

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยได้มีประเด็นสำคัญที่นำมาอภิปราย ดังนี้

ผลการศึกษาองค์ประกอบและตัวชี้วัดของการคิดเชิงวิพากษ์ วิชาเคมี เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา พบว่า ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ และ 14 ตัวชี้วัด ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของแนวคิดของ Norris and Ennis (1989) อธิบายว่าการคิดเชิงวิพากษ์เป็นการคิดอย่างมีเหตุผลและผ่านการไตร่ตรองเพื่อใช้ในการตัดสินใจว่าจะเชื่อหรือปฏิบัติอย่างไร โดยกระบวนการดังกล่าวเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ข้ออ้าง การประเมินหลักฐาน และการตั้งคำถามอย่างมีวิจารณญาณ นอกจากนี้ยังเน้นว่าผู้ที่มีการคิดเชิงวิพากษ์ต้องมีทักษะทางปัญญาและเจตคติ เช่น ความเปิดกว้างและความรอบคอบ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการคิดเชิงวิพากษ์สามารถจำแนกออกเป็นองค์ประกอบย่อยและตัวชี้วัดได้อย่างเป็นระบบ ในทำนองเดียวกันแนวคิดของ Quellmalz (1985) ได้เสนอกรอบแนวคิดด้านการคิดขั้นสูง โดยจำแนกการคิดออกเป็นระดับต่าง ๆ ได้แก่ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาตัวชี้วัดของการคิดเชิงวิพากษ์ในบริบทการเรียนการสอน โดยเฉพาะในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เช่น วิชาเคมี ที่ต้องอาศัยการใช้เหตุผลและการตีความข้อมูลเชิงหลักฐาน และแนวคิดของ Papert (1993) มองว่าการเรียนรู้และการคิดเชิงวิพากษ์เกิดจากการที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และสะท้อนคิดจากประสบการณ์จริง กระบวนการดังกล่าวเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา การตั้งสมมติฐาน และการตรวจสอบผลลัพธ์ จึงเป็นอีกมิติหนึ่งที่สนับสนุนว่าการคิดเชิงวิพากษ์ประกอบด้วยหลายองค์ประกอบที่สามารถแสดงออกผ่านพฤติกรรมที่สังเกตและวัดได้

สำหรับแนวคิดของทิสนา แคมมณี (2557) ได้สรุปองค์ประกอบของการคิดเชิงวิพากษ์ไว้อย่างชัดเจน ได้แก่ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมิน การให้เหตุผลและการตัดสินใจ โดยเน้นว่าการจัดการเรียนรู้ควรพัฒนาองค์ประกอบเหล่านี้ควบคู่กัน และควรกำหนดตัวชี้วัดที่ชัดเจนเพื่อใช้ในการประเมินพฤติกรรมการคิดของผู้เรียน เมื่อพิจารณาร่วมกับหลักฐานเชิงวิจัย งานวิจัยของ Cheung and Rensvold (2002) พบว่า การคิดเชิงวิพากษ์ถูกอธิบายว่าเป็นโครงสร้างที่ประกอบด้วยทั้งทักษะ ทางปัญญา เจตคติ และพฤติกรรม ซึ่งทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ และสามารถแยกออกเป็นองค์ประกอบและตัวชี้วัดหลายด้านได้อย่างมีความน่าเชื่อถือ อีกทั้งยังมีการพัฒนาโมเดลที่แบ่งองค์ประกอบออกเป็นด้านต่าง ๆ เช่น การวิเคราะห์ข้อมูล การประเมิน และการตัดสินใจ ซึ่งล้วนสะท้อนถึงลักษณะของตัวชี้วัดที่สามารถนำไปใช้ในบริบทการศึกษาได้ (Birjandi et al., 2019) และผลการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญชี้ให้เห็นว่าโครงสร้างและตัวบ่งชี้มีความเหมาะสมในระดับสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Elliott (1999) ที่ระบุว่า การคิดเชิงวิพากษ์ครอบคลุมการอ้างอิง การระบุสมมติฐาน การนิรนัย การตีความ และการประเมินข้อโต้แย้ง

ดังนั้น ผลการวิจัยที่พบว่า การคิดเชิงวิพากษ์ในวิชาเคมี เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ มี 6 องค์ประกอบ และ 14 ตัวชี้วัด จึงสอดคล้องกับแนวคิดของนักวิชาการที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งยืนยันว่าการคิดเชิงวิพากษ์เป็นโครงสร้างแบบพหุมิติ และสามารถจำแนกออกเป็นองค์ประกอบย่อยพร้อมตัวชี้วัดเชิงพฤติกรรมได้อย่างเป็นระบบและมีหลักฐานรองรับทางทฤษฎีอย่างชัดเจน

ผลการศึกษาสภาพปัจจุบันและปัญหาการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงวิพากษ์ วิชาเคมี เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ผลการศึกษาพบว่า แม้ครูผู้สอนจะจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดเชิงวิพากษ์ แต่ผู้เรียนยังมีพฤติกรรมที่ไม่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะดังกล่าว สอดคล้องกับการศึกษาของเกริก ศักดิ์สุภาพ (2564) เสนอว่า กิจกรรมการเรียนการสอนยังไม่เพียงพอที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้การคิดไตร่ตรองในการแก้ปัญหาและสร้างความเข้าใจอย่างมีเหตุผล เนื่องจากกระบวนการเรียนรู้ยังไม่เหมาะสมและขาดการใช้เหตุผลในการอธิบายข้อเท็จจริงและข้อโต้แย้งอย่างถูกต้อง จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาความสามารถด้านการคิดเชิงวิพากษ์ของผู้เรียน

ผลการออกแบบและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด EIPCE model ที่มุ่งยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควบคู่กับการเสริมสร้างการคิดเชิงวิพากษ์ วิชาเคมี เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมี 7 องค์ประกอบ และ 5 ขั้นตอนการเรียนรู้ คือ 1) กระตุ้นความสนใจและตรวจสอบความรู้เดิม 2) ระบุปัญหาและรวบรวมข้อมูล 3) ปฏิบัติ 4) สรุปผล และ 5) ประเมินผล โดยมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.18) ผลลัพธ์ที่ได้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยปฏิบัติตามกระบวนการวิจัยและพัฒนาอย่างเป็นระบบ มีการวางแผนอย่างรอบคอบ ทำให้ได้รูปแบบที่มีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้ได้จริง สอดคล้องกับแนวคิดของวุฒิ ฌโนมวิริยะกุล (2562) ข้อเสนอเกี่ยวกับการออกแบบกรอบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดที่ระบุไว้ แนวทางการสอนที่มีประสิทธิภาพควรประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ หลักการ แนวเป้าหมาย สารการเรียนรู้ ลำดับกิจกรรม และกระบวนการประเมินผล ทั้งนี้ยังสอดคล้องกับแนวคิดของ Masek and Yamin (2019) เสนอว่า การออกแบบรูปแบบการสอนควรกำหนดแนวทางการจัดกิจกรรมและบรรยากาศการเรียนรู้ที่มีลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน เพื่อมุ่งสู่ผลลัพธ์การเรียนรู้เฉพาะที่ส่งเสริมประสิทธิผลของการจัดการเรียนการสอน

ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด EIPCE model ที่พัฒนาขึ้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

ผลวิจัยพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วุฒิ ฌโนมวิริยะกุล (2562) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีการคิดเชิงวิพากษ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.38, S.D. = 0.73) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านการเตรียมการก่อนการจัดการเรียนการสอนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ขณะที่การจัดกระบวนการเรียนการสอน และด้านการเรียนด้วย EIPCE Model มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของเสาวลักษณ์ ศรีตาเกษ (2567) พบว่าการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นส่งผลให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด และงานวิจัยของศุภจิตา จุลสิทธิ์ (2568) พบว่าความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนในทุกด้านอยู่ในระดับมาก แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ที่มีการวางแผนอย่างเป็นระบบและใช้รูปแบบที่เหมาะสมสามารถส่งผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจของผู้เรียนได้

งานวิจัยนี้ได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ในด้านการพัฒนาการคิดเชิงวิพากษ์ในบริบทวิชาเคมี โดยเฉพาะเรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ ซึ่งสามารถสรุปสาระสำคัญได้ดังนี้ 1) การพัฒนารอบองค์ประกอบของการคิดเชิงวิพากษ์ที่ชัดเจนและเฉพาะบริบทวิชาเคมี โดยระบุเป็น 6 องค์ประกอบ ซึ่งแตกต่างจากแนวคิดทั่วไปที่มีก่นำเสนอในลักษณะกว้าง ๆ งานวิจัยนี้จึงช่วยให้แนวคิดเชิงนามธรรมสามารถนำไปใช้ในรายวิชาเฉพาะได้อย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น 2) ได้มีการกำหนด ตัวชี้วัดจำนวน 14 ตัวชี้วัด ที่สอดคล้องกับแต่ละองค์ประกอบ ซึ่งถือเป็นการแปลงแนวคิดการคิดเชิงวิพากษ์ให้เป็นพฤติกรรมที่สังเกตและประเมินได้จริงในห้องเรียน ช่วยให้ผู้ครูสามารถออกแบบกิจกรรมและเครื่องมือวัดได้อย่างชัดเจน 3) เกิดความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาเคมีกับกระบวนการคิดเชิงวิพากษ์ โดยเฉพาะการใช้เหตุผลจากหลักฐาน การอธิบายปรากฏการณ์ระดับอะตอม และการตัดสินใจเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการบูรณาการความรู้เนื้อหา (Content Knowledge) กับทักษะการคิดขั้นสูง (Higher-Order Thinking Skills) และ 4) องค์ความรู้ที่ได้ช่วยยืนยันว่า การคิดเชิงวิพากษ์สามารถพัฒนาเป็นโครงสร้างเชิงระบบที่มีทั้ง

องค์ประกอบและตัวชี้วัดรองรับ และสามารถนำไปใช้เป็นกรอบในการพัฒนาหลักสูตร การจัดการเรียนรู้ และการประเมินผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผ่านโมเดลการคิดเชิงวิพากษ์ในวิชาเคมีที่มีความชัดเจน เป็นระบบ และสามารถนำไปใช้ได้จริงในบริบทการศึกษาไทย ทั้งในด้านการสอนและการวัดประเมินผล ซึ่งเป็นการต่อยอดจากแนวคิดทฤษฎีสู่การปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรม

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1.1 ครูผู้สอนสามารถนำรูปแบบที่พัฒนาขึ้นไปปรับใช้เป็นเครื่องมือทั้งในการสอนและการประเมิน โดยออกแบบกิจกรรมที่กระตุ้นการคิด วิเคราะห์ และให้เหตุผลตามองค์ประกอบที่กำหนด พร้อมใช้ตัวชี้วัด เป็นเกณฑ์ในการติดตามพัฒนาการของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยส่งเสริมการคิดเชิงวิพากษ์ได้อย่างเป็นรูปธรรมและต่อเนื่อง ในห้องเรียนเคมีและบริบทการเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงวิพากษ์ของนักเรียนต่อไป

1.2 การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ EIPCE สามารถนำไปพัฒนาทักษะด้านอื่นได้ เพราะรูปแบบ EIPCE เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการมีส่วนร่วมอย่างเป็นระบบ ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด ลงมือทำ การสื่อสาร และประเมินผลด้วยตนเอง จึงสามารถพัฒนาทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างรอบด้าน ทั้งการคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา การสื่อสาร การทำงานร่วมกันและการเรียนรู้ด้วยตนเอง ไม่จำกัดเฉพาะการคิดเชิงวิพากษ์เท่านั้น

2. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย/ข้อเสนอแนะสำหรับการนำงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

2.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ EIPCE ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในวิชาอื่นหรือ ระดับชั้นที่แตกต่างกันได้ ทั้งนี้ควรมีการศึกษาต่อในบริบทที่หลากหลายเพื่อยืนยันความเหมาะสมของรูปแบบ ในระยะยาว

3. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

3.1 ควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นอื่นหรือสาระการเรียนรู้อื่น ๆ ผ่านการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เพื่อให้ได้ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ เพื่อจะได้ขยายผลรูปแบบ EIPCE โดยการปรับให้เหมาะกับระดับผู้เรียนและเนื้อหา ทดลองใช้ในบริบทที่หลากหลาย พร้อมออกแบบการวิจัย และเครื่องมือวัดที่เหมาะสม เพื่อยืนยันประสิทธิผลและพัฒนาเป็นองค์ความรู้ที่สามารถประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวาง ในระบบการศึกษา

3.2 ควรนำการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ EIPCE ไปเป็นแนวทางในการพัฒนาการคิดขั้นสูงด้านอื่น ๆ ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560-2579*. กรุงเทพมหานคร : บริษัท พรักหวานกราฟฟิค จำกัด. <https://www.moe.go.th/แผนการศึกษาแห่งชาติ-พ-ศ-2560/#:~:text=แผนการศึกษา>

แห่งชาติฉบับใหม่คุณภาพ9620ดำรงชีวิตอย่าง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2565). *แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: สำนักนโยบายและแผนการศึกษาขั้นพื้นฐาน. <https://ops.moe.go.th>

เกริก ศักดิ์สุภาพ. (2564). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกวิชาฟิสิกส์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อ เสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*, 32(1), 46–60. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/edubuu/article/view/248775>

เกียรติพร สินพิบูลย์, ศิริวรรณ วณิชฉนวนวรชัย, อธิกมาส มากจุย และปฤณัต นัจฉนิตย์. (2561). การพัฒนาความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้คำถามเป็นฐานร่วมกับ มัลติมีเดีย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 16(2), 165-177. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/suedujournal/article/view/132344>

- ฐิตาภา นามโคตร, อรุณรัตน์ คำแหงพล และกุลวดี สุวรรณไตรย์. (2567). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับความรู้นในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี. *Journal of Education and Innovation*, 26(4), 141–155. https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/view/265503
- ทิตนา แหมมณี. (2557). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 18. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นพพร แก้วเปี้ย, พรสุข ตันตระกูลรุ่งโรจน์, และจินตวีร์ คล้ายสังข์. (2567). การพัฒนารูปแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนแบบ 3 มิติ ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. ใน *รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ การวิจัยประยุกต์ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ (NBU: NCAR) ครั้งที่ 6 “การจัดการศึกษาเพื่อการพัฒนาทุนมนุษย์ในยุคดิจิทัล”* (หน้า 243-256). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ.
- พีรตลย์ อ่อนสี. (2562). การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ภัทรกร พิกุลขวัญ, โนริยุกิ อิโนะอุเอะ, และ จิระวรรณ เกษสิงห์. (2565). เป้าหมายการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และวิธีการ พัฒนาทักษะเชิงพฤติกรรมในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์: ทักษะของครูระดับประถมศึกษาตอนปลาย. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ*, 15(1), 100-114. https://so05.tci-thaijo.org/index.php/edjour_stou/article/view/253253
- รัชณี เจริญดี และพรณวิไล ดอกไม้. (2566). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อสังคม เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 17(3), 27–38. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/rmuj/article/view/269715>
- โรงเรียนอนุกุลนารี. (2566). *รายงานผลการประกันคุณภาพภายนอกสมศ. รอบ 5 ปีงบประมาณ 2566*. <https://anukoolnaree.ac.th/school-info>
- วรวรรณ ราชพิลา และ สิทธิพล อาจอินทร์. (2563). การพัฒนาความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT ร่วมกับเทคนิคหมวกหกใบ. *Journal of Graduate School Sakon Nakhon Rajabhat University*, 17(79), 33–40. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/SNGSJ/article/view/209320>
- วุฒิ ถนอมวิริยะกุล, ปริญญา ทองสอน และสมศิริ สิงห์ลพ. (2562). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์ มมร*, 7(2), 509-524. <https://ojs.mbu.ac.th/index.php/edj/article/view/529>
- ศุภิตา จุลสิทธิ์. (2568). ความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้วิชาหลักสูตรและวิทยาการจัดการเรียนรู้ ของนิสิตชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาเอกภาษาอังกฤษ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ. *วารสาร มจร.อุบลปริทรรศน์*, 10(1), 1049-1058. <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/mcjou/article/view/285795>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *สะเต็มศึกษา*. <https://www.scimath.org/ebook-stem>
- สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน. (2566). *กรอบการประเมินของ PISA 2025*. https://opec.go.th/uploads/2024/pisa/20240508_173306_277_กรอบการประเมินPISA_ประชุมผู้บริหารสพฐ8พค_update3May.pdf
- เสาวลักษณ์ ศรีตาเกษ. (2568). ผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นต่อความสามารถ ความพึงพอใจ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตร

- บัณฑิตวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. *วารสารราชภัฏพระนคร*, 3(3), 135-148. https://so12.tci-thaijo.org/index.php/watmahasawat_jsc/article/view/2297
- Ani, D. A. (2021). The Effect of Environmental Performance on The Value of The Company with Financial Performance as an Intervening Variable. *Jibaku: Jurnal Ilmiah Bisnis, Manajemen Dan Akuntansi*, 1(1), 16-29. <https://doi.org/10.35473/jibaku.v1i1.953>
- Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*. Springer Publishing Company.
- Birjandi, P., Bagheri, M. B., & Maftoon, P. (2019). Towards an operational definition of critical thinking. *Journal of English Language Pedagogy and Practice*, 12(24), 17-40. <https://doi.org/10.30495/JAL.2019.671910>
- Brown, J. W., Lewis, R. B., & Harclerod, F. F. (1983). *AV Instruction: Technology, Media, and Methods*. New York: McGraw-Hill.
- Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. NSTA Press
- Cheung, G. W., & Rensvold, R. B. (2002). Evaluating goodness-of-fit indexes for testing measurement invariance. *Structural equation modeling*, 9(2), 233-255. https://doi.org/10.1207/S15328007SEM0902_5
- De Bono, E. (2017). *Six Thinking Hats: The multi-million bestselling guide to running better meetings and making faster decisions*. Penguin uk.
- Dills, C. R., & Romiszowski, A. J. (Eds.). (1997). *Instructional development paradigms*. Educational Technology.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E model. *The Science Teacher*, 70(6), 56-59.
- Elliott, B. M. (1999). *The Influence of an Interdisciplinary Course on Critical Thinking Skills*. Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy, University of North Texas, Denton, Texas.
- Firmansyah, N. A., Bismala, L., Manurung, Y. H., Hafsa, H., & Handayani, S. (2023). Developing the Students' Critical Thinking in Management Information System Courses through the Inquiry Method. *Edunesia: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 4(2), 843-854. <https://doi.org/10.51276/edu.v4i2.435>
- Indra, G., Nirmala, E., Nirmala, G., & Senthilvel, P. G. (2024). An ensemble learning approach for intrusion detection in IoT-based smart cities. *Peer-to-Peer Networking and Applications*, 17(6), 4230-4246. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12083-024-01776-x>
- Joyce, B. , Weil, M. , & Calhoun, E. (2004). *Models of Teaching*. Boston: Allyn and Bacon.
- Masek, A., & Yamin, S. (2011). The effect of problem based learning on critical thinking ability: a theoretical and empirical review. *International Review of Social Sciences and Humanities*, 2(1), 215-221.
- Norris, S. P., & Ennis, R. H. (1989). *Evaluating Critical Thinking. The Practitioners' Guide to Teaching Thinking Series*. Critical Thinking Press and Software, Box 448, Pacific Grove, CA 93950-0448; tele.
- Orosz, G., Németh, V., Kovács, L., Somogyi, Z., & Korom, E. (2023). Guided inquiry-based learning in secondary-school chemistry classes: A case study. *Chemistry Education Research and Practice*, 24(1), 50-70. <https://doi.org/10.1039/d2rp00110a>

Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. Basic Books, Inc.

Quellmalz, E. S. (1985). Needed: Better Methods for Testing Higher-Order Thinking Skills. *Educational Leadership*, 43(2), 29-35.

Sartika, W., Rahman, S. R., & Irfan, M. (2023). Empowering students' critical thinking skills using problem-based learning. *Inornatus: Biology Education Journal*, 3(2), 67-74.
<https://doi.org/10.30862/inornatus.v3i2.427>

Setyaningtyas, E. W., & Radia, E. H. (2019). Six thinking hats method for developing critical thinking skills. *Journal of Educational Science and Technology*, 5(1), 82-91.
<https://doi.org/10.26858/est.v5i1.8243>