



Academic Article

Science Learning Management and Learning Skills Development for the 21st Century Learners

Paisan Srichaitung¹, Karntarat Wuttisela² and Saksri Supasorn^{2*}

¹*Doctor of Philosophy Program in Science Education, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University,
Ubon Ratchathani 34190, Thailand*

²*Department of Chemistry, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 34190, Thailand*

**Emails: saksri.s@ubu.ac.th*

Received <30 November 2023>; Revised <28 February 2024>; Accepted <28 February 2024>

Abstract

One of the main purposes of 21st century learning is to enhance 21st century learning skills of learners to become sufficient digital citizens corresponding for the future labor market. This academic article provides an explanation as well as a reflection regarding 21st century skills, particularly 21st century learning skills and Learning management models. The strategies can be applied as a guideline for enhancing 21st century skills. Research articles related to the development or enhancement of 21st century learning skills were reviewed and discussed as a guideline for enhancing the learning skills of 21st century learners.

Keywords: Learning skills, 21st century learning, 21st century learner

บทความวิชาการ

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับการพัฒนาทักษะการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

ไพศาล ศรีชัยทุ่ง¹, กานต์ตะวัน วุฒิสเลลา² และ ศักดิ์ศรี สุภาจร^{2*}

¹หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

²ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

*Emails: saksri.s@ubu.ac.th

รับบทความ: 7 ธันวาคม 2566 แก้ไขบทความ: 28 กุมภาพันธ์ 2567 ยอมรับตีพิมพ์: 28 กุมภาพันธ์ 2567

บทคัดย่อ

การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นการมุ่งเน้นพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ให้ตอบโจทย์การเป็นพลเมืองของโลกในยุคดิจิทัลและตลาดแรงงานในอนาคต บทความนี้จึงมีเป้าหมายเพื่ออธิบายและสะท้อนคิดเกี่ยวกับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ตลอดจนรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่สามารถนำมาประยุกต์เป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 และนำเสนอตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ต่อไป

คำสำคัญ: ทักษะการเรียนรู้ การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

บทนำ

ครูในยุคปัจจุบันมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จากทฤษฎีมาสู่การปฏิบัติ ส่งผลให้ครูต้องศึกษาทำความเข้าใจด้านเนื้อหา กรอบแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อันจะส่งผลต่อการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมเชื่อมโยงสู่การปฏิบัติกิจกรรมที่เหมาะสม รวมทั้งนำไปสู่การสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ที่มีคุณภาพการจัดการเรียนการสอนที่ยืดหยุ่นเป็นศูนย์กลาง การประเมินผลที่ครอบคลุมหลักสูตรเนื้อหาวิชาในลักษณะที่เป็นสหวิทยาการ ความสอดคล้องกับบริบทโรงเรียนที่แตกต่าง โดยเน้นที่ผู้เรียนมีส่วนร่วม รวมไปถึงการใช้สื่อเทคโนโลยีที่ทันสมัยเพื่อเป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้ให้บรรลุผลอย่างเป็นรูปธรรม ก่อให้เกิดผลสำเร็จต่อตัวผู้เรียนอย่างสูงสุด (Hansopa *et al.* 2020) ซึ่งทักษะที่จำเป็นสำหรับในศตวรรษที่ 21 มีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ 1) ความรู้ในวิชาแกน แนวคิดที่สำคัญสำหรับศตวรรษที่ 21 (Core subjects and 21st century themes) และ 2) ทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วยทักษะที่สำคัญ 3 ประการดังนี้ ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills “The 4 C’s”) ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี (Information Media and Technology Skills) และทักษะชีวิตและอาชีพ (Life and Career Skills) (Abdulloh and Niemted, 2020)

สภาเศรษฐกิจโลก (World Economic Forum, 2023) ได้รายงานผลการสำรวจแนวโน้มงานและทักษะในอีก 5 ปีข้างหน้าในเอกสาร The Future of Jobs Report 2023 ซึ่งเป็นการสำรวจเกี่ยวกับการวิเคราะห์ทักษะที่จำเป็นสำหรับการทำงานในปัจจุบันและธุรกิจคาดหวังให้ทักษะเหล่านี้มีความสำคัญเพิ่มขึ้นหรือลดลงในอีกห้าปีข้างหน้า จากนั้นนำเสนอข้อมูลที่ได้รับจากบริษัทที่ทำการสำรวจเกี่ยวกับองค์ประกอบที่จัดลำดับความสำคัญของการยกระดับทักษะและการเพิ่มทักษะในช่วงปี 2566 – 2570 ซึ่งพบว่า 10 ทักษะหลักในปี พ.ศ. 2566 ได้แก่ 1) การคิดวิเคราะห์ 2) ความคิดสร้างสรรค์ 3) ความยืดหยุ่น และความคล่องตัว 4) แรงจูงใจและความตระหนักในตนเอง 5) ความอยากรู้และการเรียนรู้ตลอดชีวิต 6) การรู้เท่าทันเทคโนโลยี 7) ความน่าเชื่อถือและความใส่ใจในรายละเอียด 8) ความเห็นอกเห็นใจและการฟังอย่างกระตือรือร้น 9) ภาวะผู้นำและอิทธิพลทางสังคม และ 10) การควบคุมคุณภาพ

จากการศึกษาแนวโน้มการวิจัยเพื่อทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 ในระหว่าง พ.ศ. 2523 – 2559 ตามกรอบการวิเคราะห์สมรรถนะด้านความเข้าใจและใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ซึ่งมีการวิเคราะห์ทักษะ 7 ประการ ได้แก่ 1) ทักษะการทำงานร่วมกัน 2) ทักษะการสื่อสาร 3) ทักษะความคิดสร้างสรรค์ 4) ทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ 5) ทักษะการรู้สารสนเทศ 6) ทักษะการแก้ปัญหา และ 7) ทักษะอารมณ์และสังคม จากการศึกษาค้นคว้าวิจัยส่วนใหญ่มุ่งเน้นการศึกษาภาคปฏิบัติในด้านทักษะการสื่อสาร รองลงมาคือ ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการทำงานร่วมกัน รองจากทั้ง 2 ทักษะคือ ทักษะการรู้สารสนเทศและทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ (Silber-Varod, Eshet-Alkalai and Geri, 2019)

จากความสำคัญดังกล่าว คณะผู้ศึกษาจึงมุ่งเน้นให้ผู้อ่านได้เข้าใจถึงทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ดังนั้น จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งที่ผู้สอนจะได้นำความรู้ความเข้าใจเหล่านี้ไปสู่การปฏิบัติ เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นเป้าหมายที่สำคัญในการพัฒนาเพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะที่จะจำเป็นสำหรับงานในอนาคต ตรงต่อความต้องการของตลาดแรงงานและเป็นพลเมืองที่ดีในอนาคตต่อไป

ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 และทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

เมื่อเรากล่าวถึง “ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21” ทุกคนจะเข้าใจว่าเป็นเป้าหมายของทักษะที่จำเป็นต่อการดำเนินชีวิตในปัจจุบัน ซึ่งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ถือเป็นยุทธศาสตร์ที่สำคัญที่ช่วยพัฒนาองค์ความรู้ ทักษะ ความเชี่ยวชาญและสมรรถนะที่จะสนับสนุนส่งเสริมให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ในการดำรงชีวิตท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงของโลกาภิวัตน์ได้ (Buarod, 2014) โดยผู้ศึกษาจะขอนำเสนอแนวคิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 มา 3 แนวคิด ดังนี้

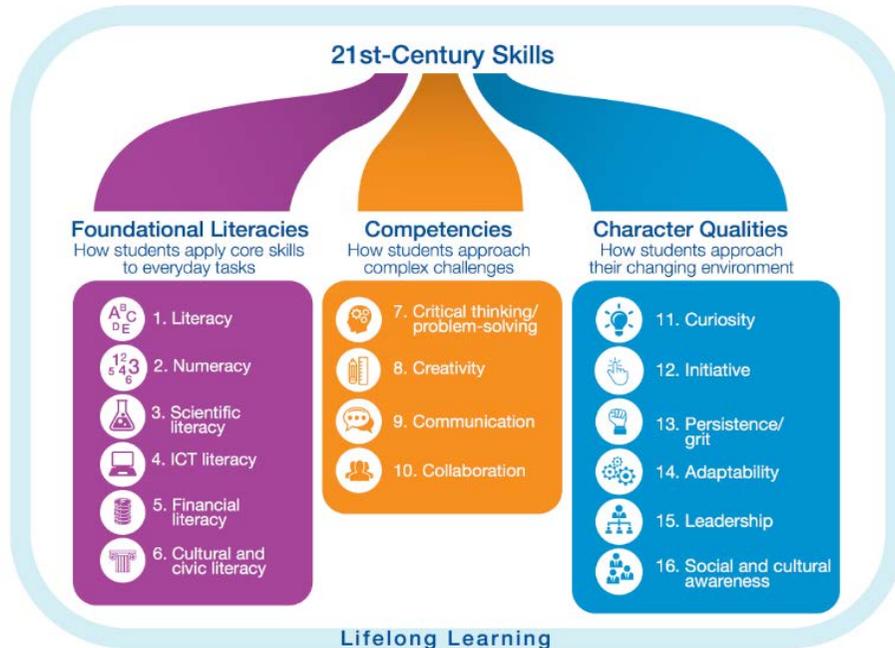
ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิดของสภาเศรษฐกิจโลก

สภาเศรษฐกิจโลก (World Economic Forum, 2016) ได้เผยแพร่รายงานเกี่ยวกับวิสัยทัศน์ใหม่สำหรับการศึกษาส่งเสริมการเรียนรู้ทางสังคมและอารมณ์ผ่านเทคโนโลยี กล่าวถึงทักษะในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียน มีทักษะที่สำคัญ 3 ด้าน (ภาพที่ 1) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ด้านความรู้พื้นฐาน (Foundational Literacies) ประกอบด้วย 6 ทักษะย่อย ได้แก่ การรู้หนังสือ ตัวเลข ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ ICT ความรู้ด้านการเงิน และความรู้ทางวัฒนธรรมและพลเมือง

2) ด้านสมรรถนะ (Competencies) ประกอบด้วย 4 ทักษะย่อย ได้แก่ การคิดเชิงวิพากษ์/การแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร และการทำงานร่วมกัน

3) ด้านลักษณะนิสัยหรือคุณสมบัติของตัวบุคคล (Character Qualities) ประกอบด้วย 6 ทักษะ ได้แก่ ความอยากรู้ ความคิดริเริ่ม ความคงทน/ความแข็งแกร่ง ความสามารถในการปรับตัว ความเป็นผู้นำ และการรับรู้ทางสังคมและวัฒนธรรม



ภาพที่ 1 ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิดของ World Economic Forum (2016)
ที่มา : https://www3.weforum.org/docs/WEF_New_Vision_for_Education.pdf

ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิดของภาคีความร่วมมือเพื่อการศึกษาในศตวรรษที่ 21

ภาคีความร่วมมือเพื่อการศึกษาในศตวรรษที่ 21 (Partnership for the 21st Century Learning, 2019) ได้กล่าวถึง ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มทักษะ (ภาพที่ 2) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- 1) ทักษะชีวิตและการทำงาน (Life & Career Skills) ประกอบด้วย 5 ทักษะย่อย ได้แก่ ความยืดหยุ่นและความสามารถในการปรับตัว ความคิดริเริ่มและการขึ้นำตนเอง ทักษะทางสังคมและการเรียนรู้ข้ามวัฒนธรรม การเพิ่มผลผลิตและความรู้รับผิดชอบ และความเป็นผู้นำและความรับผิดชอบ
- 2) ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning & Innovation Skills) หรือ 4Cs ประกอบด้วย 4 ทักษะย่อย ได้แก่ การคิดเชิงวิพากษ์/การแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร และการทำงานร่วมกัน
- 3) ทักษะสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี (Information, Media & Technology Skills) ประกอบด้วย 3 ทักษะ ได้แก่ การรู้เท่าทันสารสนเทศ การรู้เท่าทันสื่อ และการรู้เท่าทันเทคโนโลยี



ภาพที่ 2 ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิดของ P21 หรือ Partnership for the 21st Century Learning (2019)
ที่มา : <https://www.battelleforkids.org/networks/p21/>

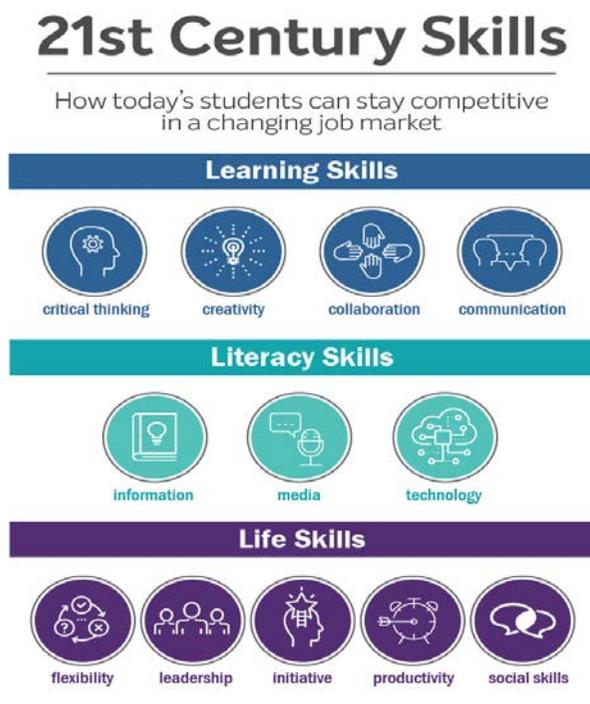
ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิดของระบบการศึกษาเชิงประยุกต์

ระบบการศึกษาเชิงประยุกต์ (Applied Educational Systems, 2022) ได้กล่าวถึงทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 โดยแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มทักษะ (ภาพที่ 3) ดังนี้

1) ทักษะการเรียนรู้ (Learning Skills) ประกอบด้วย 4 ทักษะย่อย ได้แก่ ความคิดเชิงวิพากษ์/การแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร และการทำงานร่วมกัน

2) ทักษะเทคโนโลยีดิจิทัล (Literacy Skills) ประกอบด้วย 3 ทักษะย่อย ได้แก่ การรู้เท่าทันสารสนเทศ การรู้เท่าทันสื่อ และการรู้เท่าทันเทคโนโลยี

3) ทักษะชีวิต (Life Skills) ประกอบด้วย 5 ทักษะย่อย ได้แก่ ความยืดหยุ่น ความเป็นผู้นำ ความคิดริเริ่ม การเพิ่มผลผลิต และทักษะทางสังคม



ภาพที่ 3 ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิดของ Applied Educational Systems (2022)

ที่มา : <https://www.aeseducation.com/blog/what-are-21st-century-skills>

จากการพิจารณาองค์ประกอบทักษะในศตวรรษที่ 21 และการจัดกลุ่มทักษะทั้งสามแนวคิดแล้วจะพบว่า ทั้งสามแนวคิดมีองค์ประกอบของทักษะเหมือนกันหรือใกล้เคียงกันหลายทักษะ เช่น ทักษะ 4Cs ได้แก่ ความสร้างสรรค์ (Creativity) การคิดวิพากษ์หรือการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) การสื่อสารได้ถูกต้องเหมาะสม (Communication) และการทำงานร่วมกับผู้อื่น (Collaboration) นอกจากนี้ยังมีรายละเอียดที่แตกต่างกันออกไปบางทักษะ เช่น กลุ่มทักษะด้านลักษณะนิสัยหรือคุณสมบัติของตัวบุคคล (Character Qualities) ของ World Economic Forum (2016) กลุ่มทักษะชีวิตและการทำงาน (Life & Career Skills) ของ Partnership for the 21st Century Learning (2019) และกลุ่มทักษะชีวิต (Life Skills) ของ Applied Educational Systems (2022) เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับที่ Sahin (2009) กล่าวถึง ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ออกเป็น 3 กลุ่มทักษะ ดังนี้ 1) ทักษะสารสนเทศและการสื่อสาร ซึ่งมี 2 ทักษะย่อย คือ ทักษะความรู้ด้านสารสนเทศและสื่อ ทักษะในการสื่อสาร 2) ทักษะการคิดและการแก้ปัญหา ซึ่งมี 3 ทักษะย่อย คือ ทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และระบบ ทักษะการระบุปัญหา การกำหนดสูตร และแนวทางแก้ไข ทักษะความคิดสร้างสรรค์และความสนใจใคร่รู้ และ 3) ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและการชี้นำตนเอง ซึ่งมี 4 ทักษะย่อย คือ ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและการทำงานร่วมกัน ทักษะการชี้นำตนเอง ทักษะความรับผิดชอบและการปรับตัว ทักษะความรับผิดชอบต่อสังคม และ Khwana and Khwana (2019) กล่าวถึงทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยการออกแบบการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ที่จำเป็นที่จะเตรียมคนออกไปเป็นคนที่ทำงานที่ต้องใช้ความรู้ (Knowledge Worker) และเป็นบุคคลพร้อมกับการเรียนรู้ (Learning Person) ต้องมีการเรียนรู้ทักษะในการเรียนรู้ (Learning How to Learn หรือ Learning Skills) ซึ่งมีทักษะต่าง ๆ ดังนี้ 1) ทักษะการคิดและแก้ไขปัญหา

(Thinking and Problem-Solving Skills) 2) ทักษะด้านข้อมูลและการสื่อสาร (Information and Communication Skills) และ 3) ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและการชี้นำตนเอง (Interpersonal and Self-directional Skills)

ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

จากการพิจารณารายละเอียดของทักษะในศตวรรษที่ 21 ทั้งสามแนวคิด จะเห็นได้ว่าแต่ละแนวคิดจะมีการใช้คำศัพท์เรียกทักษะและชื่อกลุ่มทักษะที่แตกต่างกันออกไปอย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่าจะมีกลุ่มทักษะหนึ่งกลุ่มที่สอดคล้องกัน ซึ่งสภาเศรษฐกิจโลก (World Economic Forum, 2016) เรียกกลุ่มทักษะนี้ว่า สมรรถนะ (Competencies) ส่วนภาคีความร่วมมือเพื่อการศึกษาในศตวรรษที่ 21 (Partnership for the 21st Century Learning, 2019) เรียกกลุ่มทักษะนี้ว่า ทักษะการเรียนรู้ และนวัตกรรม (Learning & Innovation Skills) และแนวคิดของระบบการศึกษาเชิงประยุกต์ (Applied Educational Systems, 2022) เรียกกลุ่มทักษะนี้ว่า ทักษะการเรียนรู้ (Learning Skills) ซึ่งล้วนมีทักษะย่อยเป็น 4C's ดังนั้นบทความวิชาการนี้จะขอเรียกกลุ่มทักษะนี้ว่า **ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (21st Century Learning Skills)** หรืออาจจะเรียกว่า **ทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21** ซึ่งประกอบด้วย 4 ทักษะ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- 1) ความสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ผู้สอนช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมโดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างและคิดริเริ่ม รวมทั้งให้อิสระกับนักเรียนในตัดสินใจเลือกเรียนรู้
- 2) การคิดอย่างมีวิจารณญาณและแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) ผู้สอนช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแก้ปัญหาโดยการที่ครูให้ข้อเสนอแนะหรือคำแนะนำที่สร้างสรรค์แก่ผู้เรียน
- 3) การสื่อสาร (Communication) ผู้สอนช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการสื่อสารโดยการสร้างสภาพแวดล้อมหรือสถานการณ์ที่กระตุ้นการใช้ภาษาในเรียนรู้
- 4) การทำงานร่วมกับผู้อื่น (Collaboration) ผู้สอนช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการทำงานร่วมกับผู้อื่นโดยการส่งเสริมความเคารพและการให้อภัยต่อผู้อื่น รวมทั้งครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มร่วมกับผู้อื่น

ทั้งนี้ World Economic Forum (2016) ได้รายงานเกี่ยวกับช่องว่างระหว่างทักษะที่ผู้เรียนได้เรียนรู้และทักษะที่ตลาดแรงงานต้องการนั้นมีความชัดเจนมากขึ้น เนื่องจากการเรียนรู้แบบดั้งเดิมนั้นไม่เพียงพอต่อการจัดเตรียมความรู้ที่จำเป็นต่อการเติบโตให้กับนักเรียนได้ ในปัจจุบันผู้สมัครงานต้องสามารถทำงานร่วมกัน การสื่อสารและแก้ปัญหาได้ ซึ่งเป็นทักษะที่พัฒนาโดยการเรียนรู้ทางสังคมและอารมณ์เป็นหลัก เมื่อรวมกับทักษะดั้งเดิม จะทำให้ความสามารถทางสังคมและอารมณ์นี้จะช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในเศรษฐกิจดิจิทัลที่กำลังพัฒนา การมีทักษะการเป็นผู้นำที่ดี และความอยากรู้อยากเห็นเป็นสิ่งสำคัญสำหรับนักเรียนในการเรียนรู้สำหรับงานในอนาคต

ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้กับการพัฒนาทักษะการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มีรูปแบบที่หลากหลาย คณะผู้ศึกษาจะขอยกตัวอย่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เช่น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) การจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และการจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์เป็นฐาน รวมทั้งการบูรณาการจัดการเรียนรู้รูปแบบต่าง ๆ ใช้ในการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งล้วนเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นพัฒนาทักษะการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ได้เป็นอย่างดี ดังนี้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based learning) เป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยเน้นให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงจากการแสวงหาและศึกษาค้นคว้าเพื่อสร้างองค์ความรู้ของตนเองตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ นักเรียนจะได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ได้นำความรู้หลักการ แนวคิดหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับประเด็นปัญหาที่ผู้เรียนสนใจศึกษา ค้นคว้าและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยพัฒนาทักษะการคิด และทักษะการคิดขั้นสูงได้เป็นอย่างดี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีหลากหลายแนวคิด เช่น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 3E, 7E และ 5E ซึ่งคณะผู้ศึกษาขอเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E มีขั้นตอนดังภาพที่ 4 (Bybee *et al.*, 2006; as cited in Koyunlu and Dökme, 2022)

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ครูศึกษาหลักสูตรเพื่อเข้าใจถึงความรู้เดิมของนักเรียนและช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในสร้างความรู้ใหม่ผ่านการใช้กิจกรรมสั้น ๆ ที่ส่งเสริมความสนใจใคร่รู้และดึงเอาความรู้เดิมออกมา กิจกรรมควรสร้างการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้เดิมและปัจจุบัน และที่สำคัญควรกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่จะได้สำรวจและค้นหาข้อมูลในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการสำรวจและค้นหาคำตอบของนักเรียนเพื่อสร้างประสบการณ์เรียนรู้ แนวคิดวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านการสังเกต การลงมือปฏิบัติ ตั้งและทดสอบสมมติฐาน แก้ปัญหา การหาตัวแปร และการตั้งคำถาม โดยกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนอาจทำกิจกรรมการทดลองที่ช่วยให้นักเรียนใช้ความรู้เดิมเพื่อสร้างความรู้ใหม่ สำรวจคำถามและความเป็นไปได้ ตลอดจนออกแบบและดำเนินการตรวจสอบเบื้องต้น

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นตอนการอธิบายเน้นการจัดการกิจกรรมตามความสนใจของนักเรียน ซึ่งเน้นสร้างประสบการณ์การมีส่วนร่วมและการสำรวจ และให้โอกาสในการแสดงความคิดเห็น ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการ หรือพฤติกรรม ขั้นตอนนี้ยังเปิดโอกาสให้ครูได้อธิบายความรู้ กระบวนการ หรือทักษะให้นักเรียนได้โดยตรง

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ครูท้าทายและขยายความรู้ ความเข้าใจ และทักษะของนักเรียนด้วยประสบการณ์ใหม่ นักเรียนจะพัฒนาความรู้ ความเข้าใจที่ลึกซึ้งและกว้างขึ้น รวมถึงการขยายความรู้เชื่อมโยงกับความรู้หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจนมากขึ้นด้วย

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) ขั้นตอนที่สนับสนุนให้นักเรียนประเมินความรู้ ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง และเปิดโอกาสให้ครูประเมินความก้าวหน้า ความรู้ของนักเรียนในการบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ นอกจากนี้ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สื่อสารหรือนำเสนอผลการสำรวจค้นหาหน้าชั้นเรียนจะยังเป็นการเพิ่มบรรยากาศการเรียนรู้เป็นแบบสืบเสาะให้มีความสมบูรณ์มากขึ้นอีกด้วย



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E

คณะผู้ศึกษาขอยกตัวอย่างงานวิจัยที่นำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ (Polnak, Chauvatcharin and Sirisawat, 2018) การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ต่อวิชาชีววิทยาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับสตอรี่ไลน์โดยศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้มีคะแนนพัฒนาการอยู่ในระดับสูง แสดงว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสผู้เรียนได้ลงมือค้นหาข้อมูล วิเคราะห์ สรุปผล และนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงตอบคำถามหลักในสตอรี่ไลน์ รวมทั้งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ยังเสริมสร้างทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนผ่านการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อดูผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ต่อทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน เมื่อจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นพบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพิ่มขึ้น และรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ยังมีอิทธิพลเชิงบวกต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนอีกด้วย (Rahmi, Alberida and Astuti, 2019) รวมทั้งการศึกษาเปรียบเทียบผลของทักษะการสื่อสารและการนำเสนอของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E กับวิธีการสอนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ซึ่งทำการเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารและการนำเสนอหลังเรียนของนักศึกษาโดยวิธีการสอนทั้ง 2 รูปแบบ นักศึกษาได้เรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีทักษะการสื่อสารและการนำเสนอแตกต่างจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน อันเนื่องมาจากในขั้นตอนการสอนบางขั้นตอนนั้นมีความแตกต่างกัน ซึ่งมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เกิดทักษะที่แตกต่างกัน (Keeratichamroen and Phonnonong, 2020) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E มาประยุกต์เป็นแบบ 7E โดยผู้วิจัยได้นำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E และผังมโนทัศน์มาเป็นเทคนิคเชื่อมโยงความรู้หรือข้อมูลระหว่างความคิดหลัก

ความคิดตรง และความคิยย่อให้สัมพันธ์กัน เมื่อจัดการเรียนรู้รูปแบบดังกล่าวพบว่า ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของนักศึกษา หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ ทั้งในภาพรวมและรายด้านทั้ง 3 ด้าน โดยเฉพาะทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมเป็นด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ ช่วยส่งเสริมให้นักศึกษาได้ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การตั้งคำถาม การสืบค้นข้อมูล และการสรุปความรู้โดยเขียนผังมโนทัศน์ (Keeratichamroen and Phonnonng, 2019) จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับความนิยมและมีการนำมาบูรณาการเข้ากับการจัดการเรียนรู้รูปแบบอื่น เช่น การจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์เป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบสตอรี่ไลน์ และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ นำมาใช้ในการศึกษาและพัฒนาทักษะต่าง ๆ เช่น ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการสื่อสารและการนำเสนอ และทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based inquiry : MBI) เป็นการจัดการกิจกรรมและบรรยายที่ดึงดูดนักเรียนให้มีส่วนร่วมในกิจกรรมด้วยเนื้อหาและรวบรวมความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดที่แสดงในรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สามารถทดสอบ แกไข อธิบาย การคาดเดาและพัฒนาได้ (Windschitl, Thompson and Braaten, 2008) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Dass, Head and Rushton, 2015) มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

คณะผู้ศึกษาขอยกตัวอย่างงานวิจัยที่นำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (MBI) ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เช่น Jinapuk and Nuansr (2021) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การปรากฏของดวงจันทร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยเป็นการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลัง รวมถึงหลังการจัดการเรียนรู้โดยเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์คะแนนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากนักเรียนได้มีการฝึกคาดคะเนคำตอบของคำถามสำคัญซึ่งเป็นประเด็นที่เป็นเรื่องใกล้ตัวและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน และหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เพราะเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับที่ Daiporn *et al.*, (2022) ได้มีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานต่อทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์เสมือนจริง ซึ่งเป็นการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสืบเสาะโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน อีกทั้งยังเปรียบเทียบทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้นั้นผลที่นักเรียนมีทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมเชิงประมาณค่าและเชิงพฤติกรรม ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากรูปแบบการเรียนรู้นี้ดังกล่าวจะสามารถกระตุ้นความคิดของผู้เรียนสามารถสร้างแบบจำลองของตนเองได้นั้น นอกจากนี้ยังมี (Luanmanee, Pitiporntapin and

Boonsoong, 2022) ได้จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การลำเลียงของพืช โดยจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอน ได้แก่ 1) การกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการสืบเสาะหาความรู้ 2) การให้นักเรียนใช้แบบจำลองที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ 3) การกระตุ้นให้มีการสืบเสาะหาความรู้อีกครั้ง เพื่อปรับปรุงแบบจำลอง 4) การสร้างคำอธิบายจากแบบจำลองที่ได้ปรับปรุง 5) การใช้แบบจำลองในการสร้างความเข้าใจ และ 6) การมีส่วนร่วมในการโต้แย้ง แล้วพบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ได้ดี โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดอยู่ในระดับสูง และนักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนในระดับปานกลาง เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้ผู้สอนมีการใช้รูปภาพ คลิปวิดีโอที่ค้นคว้ามาพร้อมทั้งตัวอย่างการทดลอง เพื่อการกระตุ้นการคิด การตั้งคำถาม และตรวจสอบความเข้าใจ เปิดโอกาสให้ได้สร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเอง รวมทั้งการจัดการเรียนรู้จะมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้แบบจำลองในการอธิบายแนวคิด ความรู้และปรากฏการณ์ต่าง ๆ เป็นการกระตุ้นการสืบเสาะหาความรู้เพื่อปรับปรุงแบบจำลอง ซึ่งนักเรียนจะได้ร่วมกันวิพากษ์ถึงความเหมาะสม ความถูกต้อง และประสิทธิภาพในแบบจำลองอีกครั้งนำมาสู่การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วย

จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (MBI) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เกิดจากการผสมผสานระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เข้ากับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งได้รับความนิยมในการนำมาใช้ในการศึกษาและพัฒนาทักษะต่าง ๆ เช่น ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม และความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ขั้นสูงสุด คือ การคิดสร้างสรรค์ที่เกิดจากการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานขึ้นได้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เป็นไปตามความสนใจของนักเรียน การออกแบบโครงงานที่ดีจะเป็นสิ่งกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการค้นคว้าอย่างกระตือรือร้นและใช้ทักษะการคิดขั้นสูง (Prapasanobol and Nillapun, 2021) โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน มีหลากหลายแนวคิด เช่น การจัดการเรียนรู้ตามโมเดลจักรยานแห่งการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานจากโครงการสร้างชุดความรู้ ซึ่งคณะผู้ศึกษาขอเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน 6 ขั้นตอน (Yoelao *et al.* 2014; as cited in Prapasanobol and Nillapun, 2021) ดังแสดงในภาพที่ 6 และมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน: ผู้สอนให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำโครงงานก่อนการเรียนรู้ ดังนั้นผู้เรียนจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้เพื่อใช้ในการปฏิบัติขณะทำโครงงานจริง

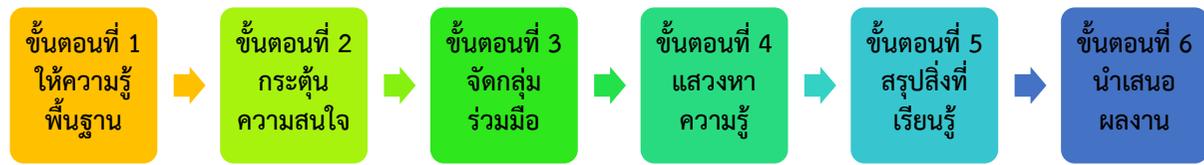
ขั้นตอนที่ 2 ขั้นกระตุ้นความสนใจ: ผู้สอนเตรียมกิจกรรมที่จะกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเสนอจากกิจกรรมที่ได้เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ: ใช้กระบวนการกลุ่มในการวางแผนดำเนินกิจกรรมโดยผู้เรียนเป็นผู้ร่วมกันวางแผนกิจกรรมการเรียน โดยระดมความคิดและหารือ แบ่งหน้าที่เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติร่วมกัน

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นแสวงหาความรู้: ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมโครงงานตามหัวข้อที่กลุ่มสนใจ รวมทั้งร่วมกันเขียนรูปเล่มสรุปรายงานจากโครงงานที่ตนปฏิบัติ

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้: ผู้เรียนสรุปสิ่งที่เรียนรู้จากการทำกิจกรรมโดยผู้สอนใช้คำถาม ถามผู้เรียนนำไปสู่การสรุปสิ่งที่เรียนรู้

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นนำเสนอผลงาน : ผู้เรียนนำเสนอผลการเรียนรู้ เพื่อให้เพื่อนร่วมชั้นและผู้เรียนอื่น ๆ ในโรงเรียนได้ชมผลงานและเรียนรู้กิจกรรมที่ผู้เรียนปฏิบัติในการทำโครงงาน



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Yoelao et al. 2014; as cited in Prapasnobol and Nillapun, 2021)

คณะผู้ศึกษาขอยกตัวอย่างงานวิจัยที่นำการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ Ritsribun (2021) ซึ่งศึกษาการรู้สิ่งแวดล้อมและทักษะในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานแบบ 6 ขั้นตอนตามแนวคิดของ Yoelao et al. (2014) โดยศึกษาทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งประกอบด้วย ทักษะด้านการทำงานเป็นทีม ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทักษะด้านสังคมในการทำงานร่วมกับผู้อื่น และทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและดิจิทัล พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ทำให้ทักษะในศตวรรษที่ 21 ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก แสดงว่ารูปแบบการเรียนรู้ดังกล่าวช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ การใช้กระบวนการคิด และทักษะในการแก้ปัญหาของผู้เรียน Peukpiboon (2020) ที่ศึกษาการพัฒนาแบบการสอนชีววิทยาในหน่วยการเรียนรู้เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้อินโฟกราฟิก เพื่อเสริมสร้างทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกบินทร์วิทยา โดยกิจกรรมการเรียนการสอนมี 5 ขั้นตอน (5P2I - Model) คือ ขั้นที่ 1: Prepare & Infographic ขั้นที่ 2: Prescribe ขั้นที่ 3: Plan ขั้นที่ 4: Practice และขั้นที่ 5: Present & Infographic ซึ่งได้มีการประเมินทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 หลังเรียนของนักเรียน โดยผลที่ได้พบว่า การจัดการเรียนรู้ใช้อินโฟกราฟิกร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ส่งเสริมความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ โดยผู้เรียนจะต้องสร้างชิ้นงานใช้อินโฟกราฟิกขึ้นมา เช่นเดียวกับ Rattanajarana (2023) ที่ศึกษามุมมองของนักศึกษาพยาบาลเกี่ยวกับการพัฒนาสมรรถนะวิจัยและทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ซึ่งผู้วิจัยตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้พร้อมทั้งให้ใบงาน เพื่อสนับสนุนและกระตุ้นการเรียนรู้ของนักศึกษาในการทำโครงงาน รวมทั้งใช้เทคโนโลยีในการติดต่อสื่อสาร และการนำเสนอผลงาน โดยพบว่านักศึกษามีความรู้เรื่องการวิจัยก่อนเริ่มทำโครงงานค่อนข้างน้อย และภายหลังทำโครงงานได้มีความรู้เรื่องการวิจัยในระดับมาก โดยนักศึกษายพบาลมีมุมมองเกี่ยวกับการพัฒนาสมรรถนะ 2 ประเด็น คือ 1) นักศึกษาไม่เคยเรียนโครงงานมาก่อน จึงมีความรู้ในระดับน้อยตอนเริ่มโครงงานและเปลี่ยนเป็นความรู้ในระดับมากหลังเสร็จโครงงาน นักศึกษามีความภูมิใจที่สามารถทำวิจัยและมีความสามารถเพิ่มขึ้น และยังมีพัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21 ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบของนักศึกษาโดยการใช้โครงงานเป็นฐานในสาขาวิทยาศาสตร์ของรายวิชาศึกษาทั่วไป ผู้วิจัยได้สนับสนุนนักศึกษาในการเรียนรู้ การคิด การวางแผนการทำงานได้เป็นอย่างดี รวมทั้งสร้างการวิเคราะห์ปัญหา การเขียนโครงร่าง การทัศนศึกษาดูงาน การนำเสนอโครงงานและการได้รับความคิดเห็น โดยประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาต้องผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 เมื่อจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นพบว่าทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษา 3 ด้าน คือ ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านกระบวนการจัดทำโครงงาน และด้านการนำโครงงานไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน มีค่าคะแนนเฉลี่ย 9.5, 8.7 และ 9.3 จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน โดยมีนักศึกษาผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ทั้งหมด 150 คน แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนดังกล่าวสามารถส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ อันเป็นผลมาจากการเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ การระดมสมอง รวมทั้งการต่อยอดความรู้เดิม ผ่านการทำงานเป็นกลุ่มของนักศึกษา (Nuiploot, 2021)

จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน สามารถนำมาบูรณาการเข้ากับการจัดการเรียนรู้ร่วมกับรูปแบบอื่นได้อย่างหลากหลาย เช่น การจัดการเรียนรู้ใช้อินโฟกราฟิก และสามารถนำมาใช้ในการศึกษาและพัฒนาทักษะต่าง ๆ เช่น การรู้สิ่งแวดล้อม ทักษะในศตวรรษที่ 21 สมรรถนะวิจัย และทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ เป็นต้น

การจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model

MACRO model (Motivation : Active learning : Conclusion : Reporting : Obtain) เป็นการจัดการเรียนรู้สำหรับศตวรรษที่ 21 อีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งการจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่มีความสำคัญ การจัดการเรียนรู้ตาม MACRO model แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 7 ทั้งนี้ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตาม MACRO model (Wannasian, 2016 as cited in Lerdphotawattana, 2018) มีดังนี้

1. ขั้นสร้างแรงจูงใจ (Motivation) ผู้สอนร่วมมือกับนักเรียนในการกำหนด หรือตั้งประเด็นความรู้ หรือหัวข้อเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามแผนที่ยึดโยงกับหลักสูตรเป็นขั้นที่นักเรียนจะรับรู้ถึงจุดหมายและมีแรงจูงใจในการเรียนรู้บทเรียน ครูสามารถเลือกใช้กิจกรรมต่าง ๆ ในการนำเข้าสู่บทเรียนและการเรียนรู้
2. ขั้นการเรียนรู้โดยตรง (Active learning) ครูควรให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการสร้างองค์ความรู้ 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 แนวทางการสืบค้นความรู้เพื่อให้ได้ความรู้ที่ต้องการ ส่วนที่ 2 ศาสตร์ สาขาแขนงความรู้ และแหล่งความรู้ที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 3 การเรียบเรียงข้อมูล ข้อค้นพบ ความคิด ความคิดเห็น การให้เหตุผลโต้แย้ง และสนับสนุน
3. ขั้นสรุปองค์ความรู้ (Conclusion) นักเรียนนำผลการอภิปรายและสาธิตที่เป็นผลจากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกันมากำหนดเป็นความคิดใหม่ หรือความรู้ใหม่
4. ขั้นรายงานและนำเสนอ (Reporting) นักเรียนได้มีโอกาสแสดงผลงานการสร้างความรู้ของตนให้ผู้อื่นรับรู้เป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้ต่อยอดหรือตรวจสอบ ความเข้าใจของตน และช่วยส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์
5. ขั้นการเผยแพร่ความรู้ (Obtain) นักเรียนได้ฝึกฝนการนำความรู้ความเข้าใจของตนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายเพื่อเพิ่มความชำนาญ ความเข้าใจ ความสามารถในการแก้ปัญหา และความจำในเรื่องนั้น ๆ



ภาพที่ 7 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตาม MACRO model

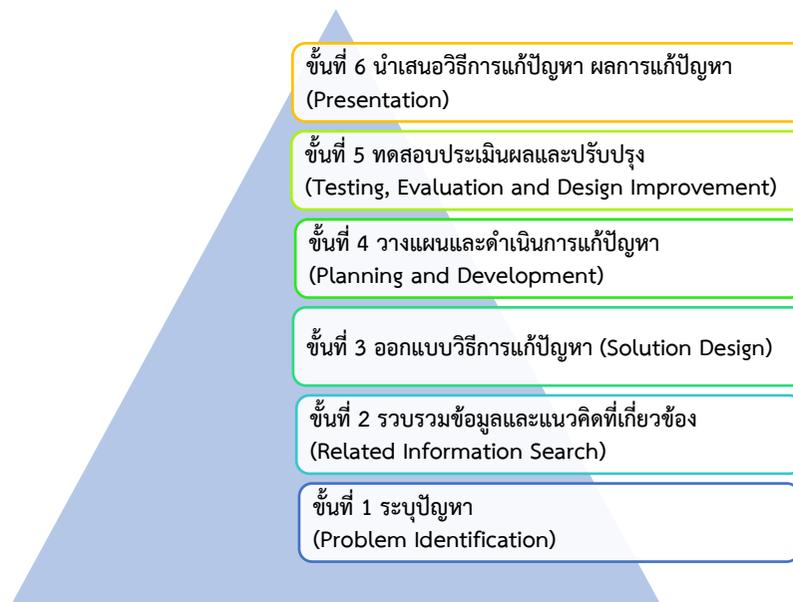
คณะผู้ศึกษาขอยกตัวอย่างงานวิจัยที่นำการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เช่น การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับแนวคิด MACRO Model ต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์เชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของ (Phasankham and Nuansri, 2023) ที่พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิด MACRO MODEL สูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นวางแผน (Plan) 2) ขั้นปฏิบัติการ (Act) 3) ขั้นสังเกตผล (Observer) และ 4) ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) บูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบ MACRO model ทั้งนี้ การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการนี้สามารถส่งเสริมการคิดวิเคราะห์จากการสรุปองค์ความรู้ด้วยภาษาของตนเองจากประสบการณ์และการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และผลการประเมินพัฒนาการความสามารถในการคิดวิเคราะห์เชิงชีววิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง เนื่องมาจากการได้ให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ สืบค้นข้อมูล สรุปความรู้จากข้อมูลที่สืบค้น วิเคราะห์ แปรผลและสรุปผลด้วยตนเอง และจากงานวิจัยของ Kirai (2018) ทำการเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความคงทนในการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบ MACRO model ร่วมกับเทคนิคแผนผังความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งได้เปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นสร้างแรงจูงใจ 2) ขั้นการเรียนรู้โดยตรง 3) ขั้นสรุปองค์ความรู้โดยนักเรียนสรุปองค์ความรู้ด้วยเทคนิคแผนผังความคิด 4) ขั้นรายงานและนำเสนอโดยครูสรุปองค์ความรู้ด้วยเทคนิคแผนผังความคิดหลังการนำเสนอ 5) ขั้นการเผยแพร่ความรู้ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 และมีคะแนนเฉลี่ยความคงทนผ่านไป 2 สัปดาห์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้งนี้เนื่องมาจากขั้นที่สร้างแรงจูงใจ ซึ่งผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนในการกำหนด หรือตั้งประเด็นความรู้ หรือหัวข้อเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามแผนที่ยึดโยงกับหลักสูตร แต่ด้านของ

ความคงทนอาจจะไม่เท่ากันเนื่องจากนักเรียนทั้ง 2 ห้องเรียนมีความแตกต่างกันตามอันดับการจัดห้องเรียน และความถนัด ความสนใจของตัวผู้เรียนเองด้วยสอดคล้องกับการศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้สำหรับศตวรรษที่ 21: MACRO model ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้เผชิญ ช่วยกันเรียนรู้และมีส่วนในการเรียนรู้ ฝึกการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ รวมทั้งให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้ได้ ซึ่งเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของ นักเรียน จากการจัดการเรียนรู้ พบว่า คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากรูปแบบการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดการคิดวิเคราะห์ โดยผ่านการศึกษา ค้นคว้าหาความรู้ ลงมือปฏิบัติกิจกรรม คิดแก้ปัญหา ริเริ่มสร้างสรรค์ ทำงานเป็นกลุ่ม รวมทั้งสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง (Lerdphotawattana, 2018)

จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำมาบูรณาการเข้ากับการจัดการเรียนรู้รูปแบบอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นำมาใช้ในการศึกษาและพัฒนาทักษะต่าง ๆ เช่น ทักษะการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 การคิดอย่างมีวิจารณญาณและความคงทนในการเรียนรู้ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการศาสตร์ความรู้ด้าน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีผ่านรูปแบบกระบวนการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมเพื่อเน้นทักษะกระบวนการในการ แก้ปัญหา โดยการเชื่อมโยงความรู้ที่มีทั้งหมดสู่การประยุกต์ใช้แก้ปัญหาได้จริงทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานในอนาคตของ ผู้เรียน ดังนั้นโลกของเทคโนโลยีเครือข่ายการเรียนรู้ในยุคใหม่จึงต้องเป็นการเรียนรู้ที่ต้นตัวตลอดเวลาและตลอดชีวิต (Active & lifelong learning) และ การศึกษาจะต้องควบคู่ไปกับการทำงานเพื่อที่จะนำความรู้ที่นำมาใช้ในการสร้างนวัตกรรมสำหรับ ขับเคลื่อนการพัฒนาสังคมต่อไป (Sarawan, 2019) ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีขั้นตอน 6 ขั้นตอน ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (Srichantha, Roongsattham and Wichai, 2019)

โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน (Srichantha, Roongsattham and Wichai, 2019) ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทายวิเคราะห์เงื่อนไข หรือ ข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิด ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดี และข้อจำกัด

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อ การออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการ สร้างชิ้นงานหรือวิธีการแล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบประเมินผลและปรับปรุง (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและ ประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการโดยผลที่ได้เอามาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้ อย่างเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการ สร้างชิ้นงาน หรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

คณะผู้ศึกษาขอยกตัวอย่างงานวิจัยที่นำการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาทักษะการ เรียนรู้สำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ Sihaphon and Keeratichamroen (2023) ที่ศึกษาผลการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ ระบบหายใจ และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม ศึกษาและจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น และมีการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน หลังจากการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับและจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น จากการวิจัยพบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบ เสาะหาความรู้ เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเป็นการนำทักษะกระบวนการคิด และการแก้ปัญหามา บูรณาการร่วมกัน ทำให้ผู้เรียนสามารถนำเอาความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาได้ดีมากขึ้น Yusoh *et al.* (2023) ที่นำการจัดการ เรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษาไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาเคมีสำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) นักเรียนสร้างแบบจำลองเกี่ยวกับการปรับปรุงสมบัติ ของพอลิเมอร์ โดยใช้ดินน้ำมันซึ่งเป็นตัวแทนของมอนอเมอร์ที่มาเชื่อมต่อกับหลอดพลาสติก 2) นักเรียนสร้างแบบจำลอง เกี่ยวกับไฮโมพอลิเมอร์และโคพอลิเมอร์ทั้ง 4 ประเภท 3) นักเรียนทดสอบแบบจำลอง 4) นักเรียนประเมินแบบจำลอง 5) นักเรียนขยายแบบจำลองร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยให้นักเรียนสร้างผลงานธรรมชาติสร้างสรรค์จากวัสดุพอลิเมอร์ที่ มีจำกัดและสร้างชิ้นงานจากวัสดุพอลิเมอร์ที่พบเจอในชีวิตประจำวันเพื่อลดปัญหาขยะจากพอลิเมอร์ เช่น ชุดอุปกรณ์การทดลอง ชุดการไทเทรต DIY เครื่องบดสาร กังหันน้ำ เป็นต้น และ 6) ประเมินผล ซึ่งพบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับ มาก คิดเป็นร้อยละ 74.53 และคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 82.58 ซึ่งมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูงมาก เนื่องจากการ ออกแบบการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติจริง สร้างองค์ความรู้ ผ่านการคิดขั้นสูง (Higher-Order Thinking) การได้ปฏิบัติงาน สร้างสรรค์งาน และนำเสนองานด้วยตัวเอง ผ่านการทำกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วย ตนเอง รวมทั้งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง ผ่านการแลกเปลี่ยนความคิด นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการ เรียน แสวงหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และจากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM Education) เกี่ยวกับการ พัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม รายวิชาฟิสิกส์ เรื่องของไหลของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ และนวัตกรรมของนักเรียน โดยนักเรียนต้องมีคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 และต้องมี จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป ซึ่งจากการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นพบว่า คะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ของนักเรียนเฉลี่ย เท่ากับ 80.30 จากคะแนนเต็ม 92 คะแนน และนักเรียนผ่านเกณฑ์ จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 85.00 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เนื่องจากนักเรียนมีการฝึกทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมตามกิจกรรมการ เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM education) อย่างต่อเนื่อง ซึ่งช่วยส่งเสริมการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม พัฒนา ทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสารอีกด้วย (Suwannarong and Art- in, 2020) สอดคล้องกับที่ Chumram and Kijkuakul (2022) ได้จัดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการ แก้ปัญหา เรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยพัฒนาการทางทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน ผู้วิจัยได้จัดการ เรียนรู้ 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการวางแผน 2) ขั้นการปฏิบัติ 3) ขั้นการสังเกต และ 4) ขั้นสะท้อนผล หลังการจัดการเรียนรู้เสร็จ สิ้นพบว่าทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีการแสดงพฤติกรรมแต่ละขั้นตาม กระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์ได้เป็นอย่างดี และแสดงออกเพิ่มมากขึ้นในแต่ละรอบวงจรปฏิบัติการ เนื่องจากกระบวนการ จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีส่วนช่วยในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยใช้สถานการณ์ปัญหาใน ชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องของนักเรียน ทำความเข้าใจปัญหาได้ง่าย และสามารถระบุปัญหาได้ถูกต้องตรงกับสถานการณ์

จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) นั้นมีหลากหลายรูปแบบและสามารถนำมาบูรณาการเข้ากับการจัดการเรียนรู้รูปแบบอื่น เช่น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น และการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน นำมาใช้ในการศึกษาและพัฒนาทักษะต่าง ๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม และทักษะการแก้ปัญหา

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-based learning) เป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary learning) ที่ถูกเสนอขึ้นโดยประเทศฟินแลนด์ โดยเป็นการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการสร้างองค์ความรู้ผ่านกระบวนการคิด การลงมือปฏิบัติ และการสร้างสรรค์ชิ้นงานของผู้เรียน (Chaiwon and Nugultham, 2021) โดยการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานมีหลากหลายรูปแบบ เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน 3 ขั้นตอน 4 ขั้นตอน และ 5 ขั้นตอน ซึ่งคณะผู้ศึกษาขอเสนอการจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์เป็น มีขั้นตอน 6 ขั้น ดังภาพที่ 9 โดยมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน (Ponrueang, 2022) ดังนี้

- ขั้นที่ 1 นำเสนอปรากฏการณ์ : เลือกปรากฏการณ์ที่เรียนรู้โดยสอดคล้องเนื้อหา มีความทันสมัย และน่าสนใจ
- ขั้นที่ 2 ตระหนักถึงความรู้เดิม : ตรวจสอบความรู้เดิม นำมาต่อยอดความรู้ใหม่ รวมทั้งแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อน
- ขั้นที่ 3 เลือกและวางแผน : แต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด วางแผนทำความเข้าใจในปรากฏการณ์นั้น
- ขั้นที่ 4 สร้างองค์ความรู้ : ค้นหาคำตอบของปรากฏการณ์ เพื่อสร้างองค์ความรู้จากกิจกรรม
- ขั้นที่ 5 ตรวจสอบและสรุปองค์ความรู้ : ตรวจสอบองค์ความรู้ที่ได้ จากนั้นร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้
- ขั้นที่ 6 ประเมินผล : นักเรียนประเมินความรู้ที่ได้เรียนรู้ร่วมกัน และมีการสะท้อนความคิดของตนเอง



ภาพที่ 9 กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

คณะผู้ศึกษาขอยกตัวอย่างงานวิจัยที่นำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-based learning) ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เช่น Rittikoop and Seehamat (2021) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของนิสิตบัณฑิตศึกษา เป็นการประเมินทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของนิสิตสาขาหลักสูตรและการสอน ที่เรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ซึ่งมีการเรียนรู้ทั้งหมด 5 ขั้นตอน คือ ขั้น 1 สังเกตและเลือกปรากฏการณ์ ขั้น 2 ทำความเข้าใจปรากฏการณ์ ขั้น 3 สืบเสาะหาคำตอบ ขั้น 4 สังเคราะห์ความรู้ และขั้น 5 นำเสนอและประเมินผลงาน และได้ทำการประเมินทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 4 ด้าน คือ 1) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ 2) การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 3) การสื่อสารและการร่วมมือ และ 4) ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี พบว่านิสิตส่วนใหญ่มีทักษะอยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเป็นการเน้นให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ภายใต้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ผ่านการลงมือปฏิบัติในการแก้ปัญหาบูรณาการการใช้ทักษะต่าง ๆ เข้าไป รวมทั้งการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมร่วมของผู้เรียน การประยุกต์ใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับการเรียนเชิงรุกในรายวิชาการประถมศึกษา เพื่อเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นการศึกษาผลด้านทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของนิสิต ซึ่งเป็นใช้การเรียนรู้เชิงรุก เช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Round robin, think-pair-share การเรียนรู้โดยใช้เทคนิคระดมสมอง (Brainstorm) โดยใช้อุปกรณ์ Flinga กิจกรรมการเรียนรู้ที่ตอบสนองรูปแบบการเรียนรู้ (Learning styles) และกิจกรรม

บทบาทสมมติ (Role play) เป็นต้น โดยนำการเรียนรู้เชิงรุกเหล่านี้มาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งมีการประเมินทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย 1) ทักษะการกำกับดูแลตนเอง 2) ทักษะกระบวนการทำงานกลุ่ม 3) ทักษะการสื่อสารและการร่วมมือกัน 4) ทักษะการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ 5) ทักษะการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม 6) ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 7) ทักษะการริเริ่มสร้างสรรค์และภาวะผู้นำ และ 8) ทักษะคิดยืดหยุ่นและความสามารถในการปรับตัว จากผลการประเมินพบว่านิสิตมีทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ระดับคุณภาพดีมาก แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนสู่โลกแห่งชีวิตจริงได้ (Mahavijit, 2019)

จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-based learning) มีหลากหลายรูปแบบ โดยคณะผู้ศึกษานำเสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ประกอบด้วย 6 ชั้น ซึ่งมีการนำมาบูรณาการเข้ากับการจัดการเรียนรู้รูปแบบอื่น เช่น การเรียนเชิงรุก นำมาใช้ในการศึกษาและพัฒนาทักษะต่าง ๆ เช่น ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

จากแนวทางการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จะเห็นได้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ยกตัวอย่างขึ้นมา เช่น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E inquiry learning) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (MBI) การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) การจัดการเรียนรู้ MACRO model การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) รวมทั้งการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-based learning) ล้วนเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะการเรียนรู้เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ สิ่งสำคัญของผู้สอนจะต้องคำนึงถึงกลุ่มผู้เรียนเป็นสำคัญ ในการเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ว่ามีความเหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่ บริบทของผู้เรียนสามารถพัฒนาโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้นหรือไม่ ดังนั้นแนวทางการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นั้นผู้สอนต้องคำนึงถึงผู้เรียนเป็นหลักในการจะพัฒนาผู้เรียนให้ตอบโจทย์เกี่ยวกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (MBI) การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้ตามแบบ MACRO model การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ล้วนมีประสิทธิภาพในการนำไปจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ด้านต่าง ๆ ได้แก่ ทักษะการสื่อสารและการนำเสนอ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ทักษะด้านการทำงานเป็นทีม ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งนำไปใช้ในการพัฒนาทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและดิจิทัล ดังนั้น ผู้สอนจึงต้องเข้าใจรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่สำคัญ ๆ และทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้ผู้สอนสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียน ช่วยพัฒนาทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 และเป็นการปลูกฝังทักษะที่มีประโยชน์ของผู้เรียนและเพิ่มทักษะที่ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงานในอนาคตต่อไป

References

- Abdulloh, W. and Niemted, W. (2020). Arrangement of learning environment to promote learning skills in the 21st century “Concept Theory and Practice (in Thai). *Princess of Naradhiwas University Journal of Humanities and Social Sciences*, 7(2), 227-246.
- Applied Educational Systems. (2022). What Are 21st Century Skills? Retrieved 19 November 2023, from iCEV: <https://www.aeseducation.com/blog/what-are-21st-century-skills>.
- Buarod, B. (2014). Skills of the future: 21st Century Learning. *Journal of Information*, 13(1), 39-49.

- Chaiwon, T. and Nugultham, K. (2021). Phenomenon-based learning: integrated learning for enhancing learners' knowledge in the real world. **Journal of Graduate Studies Valaya Alongkorn Rajabhat University**, 15(2), 251-263.
- Chumram, P. and Kijkuakul, S. (2022). A STEM-Based Learning Approach in Enhancing Problem Solving Skills in the Topic of "Electricity" for Grade 6 Students. **Ratchaphruek Journal**, 20(3), 73-88.
- Daiporn, D. Channok, C. Dathong, W. and Chokchaloemwong, D. (2022). A Study on the Effects of Model-based Inquiry Pedagogy on 21st Learning and Innovation Skills of the Students Grade 3 in a Virtual Science Classroom (in Thai). **Journal of Education Mahasarakham University**, 16(4), 35-46.
- Dass, K. Head, M. L. and Rushton, G. T. (2015). Building an understanding of how model-based inquiry is implemented in the high school chemistry classroom. **Journal of Chemical Education**, 92(8), 1306-1314.
- Hansopa, R. Subhakicco, P. S. Chusorn, P. Sonsuwan, S. and Bungane, M. (2020). Learning Management in 21st Century: Theory toward Implementation (in Thai). **Dhammathas Academic Journal**, 20(2), 163-172.
- Jinapuk, S. and Nuansr, M. (2021). Inquiry-based learning management with model-based learning to promote scientific reasoning ability in the topic of phenomena of the moon of grade 4 students (in Thai). **Journal of Education Silpakorn University**, 20(1), 452-466.
- Keeratichamroen, W. and Phonnonng, I. (2019). A Study of 21st Century Learning Skills of Nakhon Ratchasima Rajabhat's Undergraduate Students Using Inquiry Method Management (7E) with Concept Map (in Thai). **NRRU Community Research Journal**, 13(3), 31-43.
- Keeratichamroen, W. and Phonnonng, I. (2020). A comparison of learning achievement and communication skills for undergraduate students using 5E Inquiry-based learning and Phenomenon-based learning (in Thai). **NRRU Community Research Journal**, 14(1), 29-43.
- Khwana, T. and Khwana, K. (2019). The instruction to promote learning skills in 21st century (in Thai). **Journal of Graduate School, Sakon Nakhon Rajabhat University**, 16(73), 13-22.
- Kirai, F. (2018). Comparing critical thinking ability and learning retention towards biology on "kingdoms of life" by MACRO Model with mind map technique of 12th grade students (in Thai). (**Doctoral dissertation, Rangsit University**).
- Koyunlu Ünlü, Z. and Dökme, İ. (2022). A systematic review of 5E model in science education: proposing a skill-based STEM instructional model within the 21st century skills. **International Journal of Science Education**, 44(13), 2110-2130.
- Lerdphotawattana, T. (2018). The development of analytical thinking ability and learning achievement on topic of gene and chromosome in biology subject by using 21st century instructional model: MACRO Model for grade 12 students (in Thai). **Doctoral dissertation**. Rangsit University.
- Luanmanee, A., Pitipornatapin, S. and Boonsoong, B. (2022). Development of 11th Grade Students' Science Communication in the Learning Unit of Transport in Vascular Plant Using Model-Based Inquiry Teaching (in Thai). **Ratchaphruek Journal**, 20(3), 185-200.
- Mahavijit, P. (2019). Application of phenomenon-based learning and active learning in elementary education course to enhance 21st century learning skills. **Journal of Education Khon Kaen University**, 42(2), 73-90.
- Nuiplot, N. O. (2021). Developing Students Systematic Thinking and Problem-Solving Skills Using Project-Based Learning in Science Subject of General Education Courses (in Thai). **Journal of Education and Innovative Learning**, 1(1), 45-59.

- Pananchai, K. and Supasorn, S. (2020). Development of grade-10 students' conceptual understanding of ionic compound by using inquiry learning in conjunction with particulate models (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 3(2), 165-176.
- Prapasanobol, V. and Nillapun, M. (2021). Project- Based Learning Management According to the Constructionism Theory (in Thai). **Journal of Research and Curriculum Development**, 11(2), 8-23.
- Partnership for the 21st Century Learning. (2019). Frameworks & Resources. Retrieved 19 November 2023, from **Battelle for Kids**: <https://www.battelleforkids.org/networks/p21/>
- Peukpiboon, T. (2020). Development of biology teaching models the unit of basic chemistry of living things using a project-based learning process with infographics to strengthen the skills of 21st century students for Mathayom 4 students at Kabin Witthaya School (in Thai). **Journal of Early Childhood Education Management**, 2(2), 1-18.
- Phasankham, N. and Nuansri, M. (2023). The Effect of Inquiry - Based Learning Management (5Es) with MACRO MODEL Concept to the Scientific Analytical Thinking Ability on Polymers of Grade 11 Students (in Thai). **Journal of Roi Kaensarn Academi**, 8(8), 246-262.
- Polnak, P. Chauvatcharin, N. and Sirisawat, C. (2018). 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 (in Thai). **Journal of Naresuan university**, 22(4), 160–170.
- Ponrueang, Y. (2022). The development of a phenomenal learning management model as a base for integrating metacognition and knowledge in contents, including teaching methods and technologies for the development of learning skills in the 21st century mathematics subject of students in grade 12. **Journal of Education, Mahasarakham University**, 16(2), 137-149.
- Rahmi, Y. L., Alberida, H. and Astuti, M. Y. (2019). Enhancing students' critical thinking skills through inquiry-based learning model. **Journal of Physics: Conference Series**, 1317(1), 012193.
- Rattajarana, S. (2023). Nursing Students' Opinions on Development of Research Competency and the 21st Century Skills Using Project-based Instruction (in Thai). **Journal of Faculty of Nursing Burapha University**, 31(2), 90-100.
- Ritsribun, J. (2021). Development of Environmental literacy and 21st century skills for grade 8 students who learned by Project-based learning (in Thai). **Journal of Teacher Professional development**, 2(1), 37-46.
- Rittikoo, W. and Seehamat, L. (2021). Using Phenomenon-Based Learning Approach to Enhance 21st Century Learning Skills of Graduate Students. **Ratchaphruek Journal**, 20(1), 116-127.
- Sahin, M. C. (2009). Instructional design principles for 21st century learning skills. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, 1(1), 1464-1468.
- Sarawan, S. (2019). STEM education and the learning process in the 21st century (in Thai). Retrieved 4 May 2023, from **Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST)**: <https://www.scimath.org/article-stem/item/9112-21>.
- Secondary Education Service Area. (2016). Guidelines for learning management in the 21st century. Retrieved 4 May 2023, from **Office of the Basic Education Commission (OBEC)**: https://webs.rmutl.ac.th/assets/upload/files/2016/09/20160908101755_51855.pdf
- Silber-Varod, V. Eshet-Alkalai, Y. and Geri, N. (2019). Tracing research trends of 21st-century learning skills. **British Journal of Educational Technology**, 50(6), 3099-3118.
- Sihaphon, P. and Keeratichamroen, W. (2023). A study of learning outcomes on respiratory system learning unit and problem solving ability of grade 11 students using stem education and 5Es of inquiry-based learning. **NRRU Community Research Journal**, 17(1), 128 – 141.

- Srichantha, S. Roongsattham, P. and Wichai, P. (2019). STEM Education with Learning Management (in Thai). **Prae-wa Kalasin Journal of Kalasin University**, 6(1), 157-178.
- Suwannarong, C. and Art-in, S. (2020). Development of Mathayomsuksa 6 Students' Learning and Innovation Skills in The Physics Subject on The Topic of Hydrodynamics in STEM EDUCATION. **Journal of Graduate School Sakon Nakhon Rajabhat University**, 17(78), 71-80.
- Windschitl, M. Thompson, J. and Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. **Science education**, 92(5), 941-96.
- World Economic Forum (2016). New Vision for Education: Fostering Social and Emotional Learning through Technology. Retrieved 19 November 2023, from **World Economic Forum**:
https://www3.weforum.org/docs/WEF_New_Vision_for_Education.pdf
- World Economic Forum. (2023). Future of Jobs Report 2023. Retrieved 4 May 2023, from **World Economic Forum**: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf
- Yusoh, F. Musor, H. Metatanatornkul, Z. and Siri, A. (2023). Development of Creative Thinking Skills in Chemistry Subjects Using Model-Based Learning Integrated with STEM Education Concepts for Grade 12 Students (in Thai). **Journal of Buddhist Psychology**, 8(1), 67-81.