

บทความวิชาการ (Academic Article)

สมรรถนะการสอนการคิดเชิงออกแบบของครูวิทยาศาสตร์ COMPETENCIES OF SCIENCE TEACHERS FOR TEACHING DESIGN THINKING

Received: December 25, 2020

Revised: January 21, 2021

Accepted: January 25, 2021

สุทธิกานต์ เลขาณุกการ^{1*} พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ² ชาตรี ฝ้ายคำตา³ และเอกภูมิ จันทรรักษ์⁴
Suttikan Lakanukan^{1*} Pongprapan Pongsophon² Chatree Faikhamta³ and Ekgapoom Jantarakantee⁴

^{1,2,3,4}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

^{1,2,3,4}Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: suttikan@gmail.com

บทคัดย่อ

การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) เป็นสมรรถนะการคิดเพื่อแก้ไขปัญหาตลอดจนพัฒนาแนวคิดใหม่ๆ ซึ่งการออกแบบ (Design) เป็นส่วนหนึ่งของการสร้างนวัตกรรม (Innovation) ที่ช่วยยกระดับคุณภาพชีวิตความเป็นอยู่ในสังคม การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบ โดยใช้การออกแบบเชิงวิศวกรรม ผ่านกิจกรรมสะเต็ม (STEM) เป็นรูปแบบหนึ่งในการส่งเสริมผู้เรียนให้คิดเชิงออกแบบ นอกจากนี้ ยังมีกระบวนการคิดเชิงออกแบบอีกหลายวิธีการที่สามารถเลือกใช้ได้ โดยครูที่จะสอนให้นักเรียนมีสมรรถนะการคิดเชิงออกแบบจะต้องเป็นผู้ที่มีสมรรถนะการสอนการคิดเชิงออกแบบ ที่ประกอบไปด้วยความรู้ ทักษะ และเจตคติที่ดี ต่อการสอนการคิดเชิงออกแบบ จากการทบทวนวรรณกรรมนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับผู้ที่ต้องการศึกษาการสอนการคิดเชิงออกแบบในวิชาชีพวิทยาศาสตร์ และเป็นแนวทางในการพัฒนาครูและนักเรียนให้มีสมรรถนะการคิดเชิงออกแบบต่อไป

คำสำคัญ: การคิดเชิงออกแบบ การออกแบบ นวัตกรรม สะเต็ม สมรรถนะการสอนการคิดเชิงออกแบบ

Abstract

Design Thinking is the competence needed to solve complex problems using creativity to generate new ideas in which to develop innovations that enhance the quality of life and well-being. Learning that promotes design thinking by using engineering design through STEM activities is one approach to encourage student's design thinking. In addition, there are several design thinking processes that can be used to improve the design thinking of students. Teachers who have teaching competency relating teaching design thinking must have knowledge, skills, and positive attitude towards teaching design thinking. This review can be used as a guideline for teachers to promote design thinking in their classroom and for students to increase their design thinking competency.

Keywords: Design Thinking, Design, Innovation, STEM, Design Thinking Competency

บทนำ

ความเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างและสังคม เกิดขึ้นจากการออกแบบของมนุษย์ โลกในปัจจุบันคือผลพวงของการออกแบบในอดีต ดังนั้นการออกแบบจึงเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้แนวคิดใหม่ที่จะช่วยให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้น ช่วยแก้ปัญหา หรือนำไปสู่การสร้างสรรค์นวัตกรรมต่างๆ เพื่อการสร้างความเปลี่ยนแปลงที่ตอบโจทย์ความต้องการของมนุษย์ เช่น นวัตกรรมสื่อสารในปัจจุบันเกิดจากการออกแบบและพัฒนาตามยุคสมัย ตั้งแต่การส่งข้อความในรูปแบบจดหมาย และพัฒนาการออกแบบมาถึงการส่งข้อความผ่านเครื่องมือสื่อสารเพียงปลายนิ้วสัมผัสซึ่งใช้เวลาเพียงเสี้ยววินาทีในการรับส่งข้อมูล ดังนั้นสิ่งที่เราออกแบบในวันนี้ย่อมส่งผลถึงการดำรงคงอยู่ของเราในวันหน้าอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งการออกแบบ (Design) มาจาก “การคิดเชิงออกแบบ” (Design Thinking) ในปัจจุบันการคิดเชิงออกแบบถูกนำมาประยุกต์ใช้มากขึ้นทั้งทางด้านอุตสาหกรรมและทางการศึกษา (Yang, 2018) ซึ่งการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) คือ กระบวนการคิดเพื่อแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมกับสภาพปัญหาตลอดจนพัฒนาแนวคิดใหม่ๆ เพื่อตอบโจทย์ให้ถูกต้องตามความต้องการหรือสภาพปัญหาโดยจะหาวิธีทางที่ดีที่สุดและเหมาะสมที่สุด บนพื้นฐานกระบวนการที่มีเจตนาในการสร้างผลลัพธ์ในอนาคตที่เป็นรูปธรรมอย่างมีประสิทธิภาพเป็นประโยชน์ในการพัฒนา เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม อันจะนำมาสู่การยกระดับคุณภาพชีวิตความเป็นอยู่ของคนในสังคมด้วยการสร้างสรรค์นวัตกรรม ซึ่งนวัตกรรม (Innovation) เป็นปัจจัยที่สำคัญในการขับเคลื่อนสังคมยุคใหม่ที่ส่งผลต่อการพัฒนาและตอบโจทย์ความต้องการของสังคมในระดับชาติและนานาชาติ ถือเป็นพันธกิจที่สำคัญที่สุดสอดคล้องกับความต้องการใน แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติด้านการวิจัยและพัฒนา นวัตกรรม (พ.ศ. 2561 - พ.ศ. 2580) ที่เน้นส่งเสริมการพัฒนานวัตกรรมให้ครอบคลุมในทุกด้าน และในแผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2560 – พ.ศ. 2579) ยุทธศาสตร์ที่ 2 การผลิตและพัฒนากำลังคน การวิจัย และนวัตกรรม เพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ และองค์การเพื่อการศึกษา วิทยาศาสตร์ และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ ได้มีการระบุ สมรรถนะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดเชิงนวัตกรรม ไว้เป็นสมรรถนะหลักในส่วนของสมรรถนะข้ามพิสัย (Transversal Competency) ซึ่งจากการตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบที่เป็นส่วนสำคัญในการสร้างนวัตกรรม การวางรากฐานทางการศึกษาเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้สร้างนวัตกรรมจึงเป็นเรื่องสำคัญที่จะช่วยให้การจัดการศึกษาตอบโจทย์ และบรรลุตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติและแผนการศึกษาแห่งชาติ

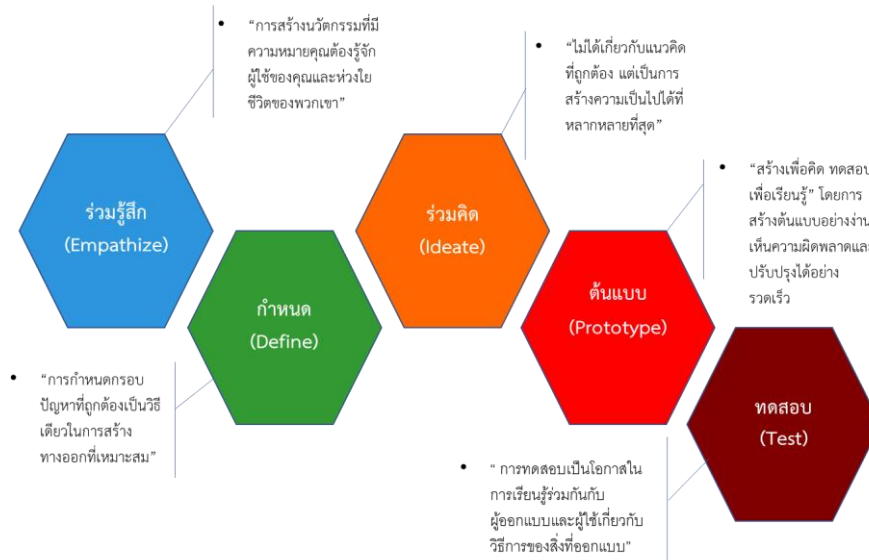
ส่วนหนึ่งของการเกิดนวัตกรรม (Innovation) มีพื้นฐานมาจากการออกแบบ(Design) และการออกแบบเริ่มต้นจากการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) (Cross, 2001) ดังนั้น หากต้องการสร้างบุคลากรในประเทศให้เป็นนวัตกรรม (Innovator) ครูจึงเป็นส่วนหนึ่งของพัฒนาสมรรถนะการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Competency) ของผู้เรียน ดังนั้นครูต้องมีสมรรถนะในการสอน การคิดเชิงออกแบบเพื่อส่งเสริมสภาพการคิดเชิงออกแบบของนักเรียน ถึงแม้ว่าการคิดเชิงออกแบบไม่ใช่เรื่องใหม่ แต่สำหรับการจัดการเรียนรู้ตามกรอบหลักสูตรปัจจุบัน มีได้ระดับถึงการ คิดเชิงออกแบบไว้อย่างชัดเจน ซึ่งภายใต้การคิดเชิงออกแบบนั้นมีทักษะการคิดขั้นสูงหลายประเภทที่เป็นองค์ประกอบ ดังนั้น บทความนี้จึงได้ทำการทบทวนวรรณกรรม เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับส่งเสริมสมรรถนะของครูในการสอนการคิดเชิงออกแบบให้แก่นักเรียน และตอบสนองความต้องการของประเทศในด้านการศึกษาที่มุ่งเน้นให้มีการส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมในทุกระดับและเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาครูตลอดจนการออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบต่อไป

กรอบแนวคิดการคิดเชิงออกแบบเพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรม

การคิดเชิงออกแบบมีหลายมุมมอง ตั้งแต่ทักษะ กระบวนการ ตลอดจนมุมมองในด้านสมรรถนะ อย่างไรก็ตาม การให้ความหมายของการคิดเชิงออกแบบโดยมากจะสื่อถึงกระบวนการของการคิด มหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด (Stanford

University) ได้พัฒนาแนวทางการคิดเชิงออกแบบมาตั้งแต่ ปี 1980 โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในการนำเสนอกระบวนการคิดเชิงออกแบบ 5 ขั้นตอน โดยใช้ชื่อว่า Stanford d.school Design Thinking Process ซึ่งมีกระบวนการดังแผนภาพ

Stanford d.school Design Thinking Process



ภาพ 1 Stanford d.school Design Thinking Process

จากแผนผังกระบวนการประกอบด้วย ร่วมรู้สึก (Empathize) กำหนด (Define) ร่วมคิด (Ideate) ต้นแบบ (Prototype) และทดสอบ (Test) มีการเน้นย้ำถึงความไม่จำเป็นที่กระบวนการคิดเชิงออกแบบต้องเป็นลำดับขั้นตอน แต่ขึ้นอยู่กับบริบทตามความต้องการ ซึ่งกระบวนการทั้ง 5 ขั้นตอน มีความหมายดังต่อไปนี้

ร่วมรู้สึก (Empathize) เป็นการแสดงถึงความเข้าใจและความใส่ใจอย่างถ่องแท้ ต่อกลุ่มเป้าหมายซึ่งเป็นผู้รับบริการ โดยการพูดคุยอย่างเปิดเผยที่มีการสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองเพื่อค้นหาข้อมูลเชิงลึกจากเรื่องราวที่ได้สนทนา

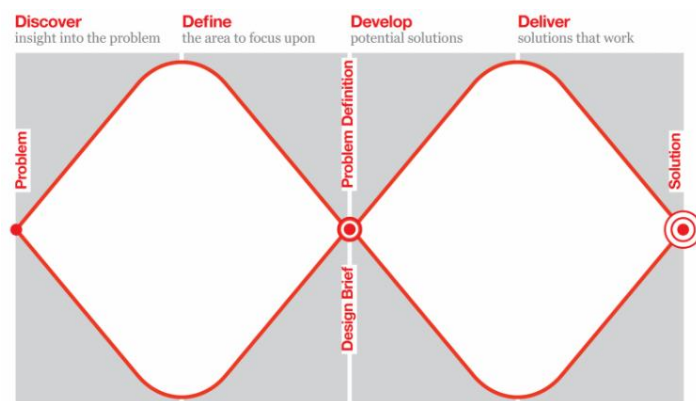
กำหนด (Define) การกำหนดมุมมอง (Point of View) เป็นความพยายามที่จะสังเคราะห์สิ่งที่เราค้นพบให้เป็นข้อมูลเชิงลึก เพื่อตอบโจทย์ความต้องการของผู้รับบริการและข้อมูลเชิงลึกนี้เองที่เป็นสิ่งสำคัญในการระบุปัญหาที่แท้จริงและมีแนวทางดำเนินการที่มีความเป็นไปได้เพื่อตอบโจทย์ความต้องการ/การแก้ปัญหาของผู้รับบริการ โดยคำนึงถึงผลกระทบความเสี่ยงต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการขับเคลื่อนงานออกแบบต่อไป

ร่วมคิด (Ideate) คือส่วนหนึ่งของกระบวนการออกแบบที่มุ่งเน้นไปที่การสร้างแนวคิดจำนวนมาก ผ่านการระดมสมอง เพื่อที่จะเปลี่ยนจากการระบุปัญหาไปสู่การสร้างวิธีแก้ปัญหาที่ตอบสนอง โดยในช่วงแรกของการออกแบบเป็นเรื่องของการผลักดันให้เกิดแนวความคิดที่มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้แล้วเลือกวิธีการสองหรือสามแนวคิดที่ได้รับคะแนนการคัดเลือกมากที่สุดเพื่อส่งต่อสู่การสร้างต้นแบบ

ต้นแบบ (Prototype) การสร้างต้นแบบมีจุดมุ่งหมายเพื่อตอบคำถามที่ช่วยให้เข้าใจผลลัพธ์สุดท้ายมากขึ้น ในระยะแรกนี้ควรสร้างต้นแบบที่มีความละเอียดต่ำซึ่งทำได้รวดเร็วและราคาถูก แต่สามารถให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์จากผู้ใช้และเพื่อนร่วมงานได้

ทดสอบ (Test) การทดสอบโดยการนำต้นแบบที่สร้างขึ้นมาทดสอบกับผู้ใช้ หรือกลุ่มเป้าหมายเพื่อสังเกตประสิทธิภาพ แล้วรับฟังข้อคิดเห็นอย่างตั้งใจเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา และปรับปรุงต่อไป

โมเดลเพชรคู่ (Double Diamond Model) เป็นอีกหนึ่งรูปแบบกระบวนการออกแบบที่พัฒนาโดย British Design Council ในปี 2005 แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ การค้นพบ (Discover) การกำหนด (Define) การพัฒนา (Develop) และการส่งต่อ (Deliver) คุณสมบัติหลักของ โมเดลเพชรคู่ คือ การเน้นที่ "ความแตกต่าง" และ "การคิดแบบผสมผสาน" ซึ่งแนวคิดแรกๆ จะถูกสร้างขึ้นก่อนที่จะปรับแต่งและจำกัดขอบเขตให้เป็นแนวคิดที่ดีที่สุด สิ่งนี้เกิดขึ้นสองครั้งในแบบจำลองนี้ครั้งเดียวเพื่อยืนยันคำจำกัดความของปัญหาและอีกครั้งเพื่อสร้างวิธีการแก้ปัญหา



ภาพ 2 โมเดลกระบวนการออกแบบเพชรคู่ (Double Diamond Model)

มีคำอธิบายเกี่ยวกับ โมเดลเพชรคู่ (Double Diamond Model) ในหัวข้อ “กรอบแนวคิดในสำหรับนวัตกรรมในเมเดลเพชรคู่คืออะไร” (Design Council, 2019) ซึ่งได้อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบทั้ง 4 ดังนี้

การค้นพบ (Discover) จุดเริ่มต้นจากเพชรเม็ดแรกช่วยให้เกิดความเข้าใจ จากการพูดคุยและใช้เวลากับผู้ที่ได้รับผลกระทบจากปัญหา แทนที่จะคิดง่าย ๆ ว่าปัญหาคืออะไร

การกำหนด (Define) ข้อมูลเชิงลึกที่รวบรวมจากขั้นตอน Discover สามารถช่วยให้เกิดความท้าทายในการกำหนดรูปแบบวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายวิธี

การพัฒนา (Develop) ส่งต่อสู่เพชรเม็ดที่สองกระตุ้นให้มีการให้คำตอบที่แตกต่างกันสำหรับปัญหาที่กำหนดไว้อย่างชัดเจนร่วมกับการแสวงหาแรงบันดาลใจจากที่อื่นและร่วมออกแบบกับผู้ที่แตกต่างกันในสาขาอาชีพ

การส่งต่อ (Deliver) การจัดส่งเกี่ยวข้องกับการทดสอบวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันในระดับเล็กโดยปฏิเสธรวิธีที่ไม่ได้ผลและปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาที่ต้องการ

นอกจากนี้ มีคำอธิบายถึง โมเดลเพชรคู่ ที่แสดงรายละเอียดที่เพิ่มขึ้นของ Tschimmel (2018) มีข้อคิดเห็นว่า โมเดลเพชรคู่ เป็นรูปแบบกระบวนการที่น่าสนใจที่เหมาะสมสำหรับนักออกแบบรุ่นใหม่ในการทำงานร่วมกันรูปแบบกลุ่มสหวิทยาการ โดยส่วนแรกของโมเดลเพชรคู่ แสดงถึงการเริ่มต้นของโครงการที่เป็นระยะของการค้นพบ (Discovery) ซึ่งนักออกแบบต้องทำการค้นหาโอกาสใหม่ ตลาดใหม่ ข้อมูลใหม่ แนวโน้มใหม่ และข้อมูลเชิงลึกใหม่ๆ และในส่วนที่สองที่มีความขัดแย้งกับส่วนที่หนึ่ง มากที่สุดคือส่วนของการกำหนด (Define) มีหน้าที่เสมือนตัวกรอง ว่าสิ่งใดจะถูกเลือกหรือละทิ้ง ขั้นตอนการกำหนดยังครอบคลุมถึงการพัฒนาแนวคิดโครงการในเบื้องต้นซึ่งผู้ออกแบบจะต้องมีส่วนร่วมกับบริบท และระบุกิจกรรมสำคัญระหว่างโครงการ ส่วนที่สามของโมเดลเพชรคู่ แสดงถึงช่วงเวลาของการพัฒนา (Develop) ในขั้นตอนการพัฒนาโครงการได้รับการดำเนินการผ่านความเห็นชอบขององค์กรและงบประมาณ ซึ่งการออกแบบวิธีการแก้ปัญหานั้นจะต้องได้รับการพัฒนาทำซ้ำและทดสอบภายในองค์กร โดยทีมงานหลายสาขาวิชาและภายใต้การใช้เครื่องมือที่แสดงถึงการคิดเชิงออกแบบ เช่น การระดมความคิด ภาพร่างสถานการณ์ การแสดงผล หรือต้นแบบ

การคิดเชิงออกแบบในการศึกษา (Design Thinking in Education)

การคิดเชิงออกแบบสามารถนำมาใช้ในด้านการศึกษา เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการคิดเชิงออกแบบ โดยมีแนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงออกแบบในการศึกษาที่หลากหลาย เช่น การคิดเชิงออกแบบที่ส่งเสริมการสร้างนวัตกรรม การแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์และการทำงานร่วมกัน โดยมีกระบวนการคิดเชิงออกแบบเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สร้างสรรค์หรือใช้เป็นกลยุทธ์ที่ช่วยให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการสำรวจและการแก้ปัญหาเปิดโอกาสให้ความคิดในการสร้างสรรค์นวัตกรรม Scheer and Plattner (2011) กล่าวว่า การคิดเชิงออกแบบ มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ผ่านการประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสหวิทยาการที่ซับซ้อนในลักษณะสร้างสรรค์ ซึ่งการคิดเชิงออกแบบเป็นแนวคิดแบบองค์รวม โดยการออกแบบนั้นต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจในหลากหลายศาสตร์วิชา และการเรียนรู้ที่จะทำงานเป็นทีม ที่จะแก้ไขปัญหาในชีวิตจริงที่ยากลำบาก (Rauth, 2010) หากนำกระบวนการคิดเชิงออกแบบมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ผลลัพธ์การคิดเชิงออกแบบจะเชื่อมโยงเข้ากับความคิดสร้างสรรค์ ในการช่วยให้นักเรียนมีแรงบันดาลใจที่จะพัฒนาเป็นนักคิดและนักทำที่ลึกซึ้งผ่านประสบการณ์ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียน เช่น การเข้าอกเข้าใจผู้อื่น การเผชิญหน้ากับความท้าทาย การแสวงหา การแบ่งปัน (Wise, 2017) นอกจากนี้ การจัดการศึกษาด้วยการคิดเชิงออกแบบสามารถเป็นเครื่องมือในการฝึกการตัดสินใจทางความคิด การจัดการความขัดแย้งโดยการระบุความต้องการหรือเป้าหมายที่เป็นประโยชน์ร่วมกันเพียงหนึ่งเดียว บนพื้นฐานของความเห็นอกเห็นใจและมีวิสัยทัศน์ร่วมกัน ดังนั้นในมุมมองของการจัดการศึกษา กระบวนการคิดเชิงออกแบบจึงเป็นเครื่องมือหนึ่งของกระบวนการแก้ปัญหา (Panke, 2019)

กรอบแนวคิดการคิดเชิงออกแบบที่มีความหลากหลายตามความต้องการของการออกแบบ เช่น กระบวนการออกแบบวิศวกรรม (Engineering Design Process) โดยในแวดวงของสะเต็มศึกษาของประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ใช้รูปแบบของการออกแบบจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาที่แสดงถึงการนำกระบวนการของการคิดเชิงออกแบบมาบูรณาการในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบ หรือการสร้างนวัตกรรม เช่นการศึกษาของ (Asanok, 2018) ตัวอย่างการนำกระบวนการคิดเชิงออกแบบของ Stanford d.school Design Thinking Process มาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ตามระยะและขั้นตอนของรูปแบบ โดยนำไปบูรณาการกับการจัดการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี ในรายวิชาเทคโนโลยีอำนวยความสะดวกสำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (Assistive Technology for the Children with Learning Disabilities) นอกจากนี้ (Wongtapha & Songkram, 2019) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ถึงกระบวนการจะสร้างนวัตกรรมโดยการนำกระบวนการคิดเชิงออกแบบทางธุรกิจของมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด (Design Thinking Harvard Business) ซึ่งมีเทคนิคและทักษะจำเป็นที่จะนำไปสู่ความสามารถเข้าใจในการมองปัญหาและการแก้ปัญหา เป็นแนวคิดเพื่อสนับสนุนการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงสร้างแรงบันดาลใจ (Inspiration) สร้างแนวคิด (Ideation) และการนำทางเลือกไปปรับใช้ (Implementation) สังเคราะห์ข้อมูลและความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหาสามารถคิดและสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ (Brown, 2008)

จึงเห็นได้ว่า การคิดเชิงออกแบบมีลักษณะเป็นความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหรือตอบโจทย์ความต้องการ ซึ่งผู้ที่คิดออกแบบได้นั้น ต้องมีความรู้ในเรื่องที่ต้องการออกแบบ มีทักษะจำเป็นในการออกแบบ และมีเจตคติที่ดีต่อการออกแบบ ซึ่งการคิดเชิงออกแบบถือเป็นสมรรถนะเพราะการออกแบบจะต้องใช้ทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติที่ดีต่อการออกแบบ หากต้องการทราบหรือรู้ว่าบุคคลนั้นมีความสามารถในการคิดเชิงออกแบบอย่างไรจะเห็นได้จากกระบวนการออกแบบที่มีขั้นตอนสำคัญ คือ การรับรู้และเข้าใจปัญหาหรือความต้องการเพื่อที่จะระบุปัญหาที่แท้จริงในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาหรือตอบโจทย์ความต้องการ เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองหรือแบบแผนแล้วนำไปใช้ สิ่งสำคัญในการขับเคลื่อนให้เกิดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบ คือ การออกแบบการเรียนรู้ควรมีรูปแบบหรือกระบวนการของการออกแบบใน

การกำหนดขั้นตอนของการเรียนรู้ ดังนั้น บทบาทของครูที่จะนำกรอบแนวคิดเชิงออกแบบมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนจึงเป็นเรื่องสำคัญ

การออกแบบกับวิทยาศาสตร์ (Design and Science)

ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบนั้น ผู้เขียนต้องการทำให้ผู้อ่านเห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างการออกแบบ (Design) กับวิทยาศาสตร์ (Science) แม้จะมีพื้นฐานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนมาอย่างช้านานในการศึกษาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ แต่ขณะเดียวกันยังมีกรอบแบบแสวงหาความแตกต่างระหว่างการออกแบบและวิทยาศาสตร์ เช่น Gregory (1966) กล่าวว่า “วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นรูปแบบของพฤติกรรมที่แก้ปัญหาที่ใช้ในการค้นหาธรรมชาติของสิ่งที่มีอยู่ในขณะที่วิธีการออกแบบเป็นรูปแบบของพฤติกรรมที่ใช้ในการประดิษฐ์สิ่งต่างๆ ซึ่งยังไม่มีอยู่จริง วิทยาศาสตร์ คือ การวิเคราะห์ การออกแบบเป็นไปอย่างสร้างสรรค์” (Cross, 2001) นอกจากนี้ Alexander (as cited in Cross, 1993) เห็นว่า “นักวิทยาศาสตร์พยายามระบุส่วนประกอบของโครงสร้างที่มีอยู่ส่วนนักออกแบบพยายามกำหนดองค์ประกอบของโครงสร้างใหม่ๆ” Simon (2019) พบว่า “ธรรมชาติวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เป็นส่วนการออกแบบเกี่ยวข้องกับสิ่งที่ควรจะเป็น” จากแนวคิดที่กล่าวอ้างมานั้น อาจดูว่ามีความเห็นแย้งกันระหว่างแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์กับแนวคิดเชิงออกแบบ แต่เมื่อพิจารณาแล้วจะพบว่าวิทยาศาสตร์มีการออกแบบ อาทิ การออกแบบการทดลอง หรือออกแบบเทคโนโลยี การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นต้น จะเห็นได้ว่าในยุคศตวรรษที่ 21 เราได้เห็นการเติบโตอย่างรวดเร็วของรากฐานทางวิทยาศาสตร์ในการออกแบบหลายประเภทเช่น วัสดุศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์การก่อสร้างมุมมองหนึ่งของความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับการออกแบบ คือ การประยุกต์การออกแบบและเทคโนโลยีสมัยใหม่ในการอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกล่าวได้ว่า การออกแบบทำให้เรามองเห็นวิทยาศาสตร์ (Hubka, 2015).

ถึงแม้ว่ามีความแตกต่างของวิทยาศาสตร์และการออกแบบ อันเนื่องมาจากมุมมองของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ การพยายามเข้าใจโครงสร้างธรรมชาติ แต่การออกแบบนั้นเป็นการพยายามที่จะเปลี่ยนแปลงปรับปรุงโครงสร้างต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการ ซึ่งความพยายามที่จะปรับปรุงเปลี่ยนแปลงธรรมชาติจำเป็นต้องรู้และเข้าใจธรรมชาติที่แท้จริงผ่านการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ก่อนที่จะเกิดการออกแบบที่นำไปสู่การสร้างนวัตกรรม เช่น การจะสร้างนวัตกรรมการสื่อสารได้นั้นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของพลังงาน สมบัติของวัสดุ เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะถูกพัฒนาจากการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ประสานวิถีกับการคิดเชิงออกแบบ

การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์กับการคิดเชิงออกแบบ

มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยุคใหม่ (Next Generation Science Standards: NGSS) ของประเทศสหรัฐอเมริกา (National Research Council [NRC], 2012) ได้กำหนดแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ (Science and Engineering Practices: SEPs) ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เทียบกับการศึกษาของประเทศไทยมีการปรับปรุงหลักสูตร ในส่วนตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และมีส่วนของแนวทางในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา โดยมีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนเข้าใจองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ มีทักษะในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี พัฒนาการคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยเป็นผู้มีจิตวิทยาศาสตร์ และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ (Ministry of Education, 2017) ซึ่งตัวชี้วัดสามารถเทียบกับแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยุคใหม่ (Next Generation Science Standards: NGSS) (Lertdechapat & Faikhamta, 2019) จะเห็นได้ว่าการคิดเชิงออกแบบอยู่ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และการจัดการ

เรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการคิดเชิงออกแบบ เช่น การออกแบบการทดลอง การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นต้น

การศึกษาการบูรณาการการคิดเชิงออกแบบกับการสอนวิทยาศาสตร์

มีการศึกษาเกี่ยวกับการคิดเชิงออกแบบในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เช่น Li et al. (2019) ได้ศึกษาเรื่องการออกแบบและการคิดเชิงออกแบบในสะเต็มศึกษา โดยอธิบายว่า การคิดเชิงออกแบบมีความสำคัญสำหรับนักเรียนในศตวรรษ 21 โดยการศึกษาที่มุ่งเน้นไปที่ความเป็นนักออกแบบมืออาชีพโดยใช้ความรู้ความเข้าใจของวิศวกรเป็นหลักการศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบของนักเรียนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการจัดการศึกษารูปแบบสะเต็มจะเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาการเรียนการสอนการคิดเชิงออกแบบที่ดี ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการศึกษาของประเทศไทยในเรื่องของการพัฒนาการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในการขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา นอกจากนี้ ยังมีสาระการออกแบบเทคโนโลยีในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จึงขอยกตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีกับการคิดเชิงออกแบบ ของ Taleyarkhan (2018) ที่ได้ศึกษาการตรวจสอบระดับของการคิดเชิงออกแบบและความเชี่ยวชาญ ที่นักเรียนใช้เครื่องมือจำลอง CAD : Computer-Aided Design ในการเรียนรู้แบบโครงงาน (Project Based Learning) ซึ่งมีการตรวจสอบเกี่ยวกับระดับของกลยุทธ์ในการออกแบบเชิงวิศวกรรม 4 ด้าน ได้แก่ ความเข้าใจความท้าทายในการออกแบบ (Understanding the Design Challenge) การสร้างความรู้ (Building Knowledge) การเลือกเพื่อทำให้เกิดความสมดุล (Weighing Options and Making Tradeoffs) และการไตร่ตรองเกี่ยวกับกระบวนการ (Reflecting on the Process) โดยผลการศึกษา พบว่า CAD: Computer-Aided Design ช่วยพัฒนาใน 2 ด้านแรกมากที่สุด คือ ความเข้าใจความท้าทายในการออกแบบ (Understanding the Design Challenge) การสร้างความรู้ (Building Knowledge) และในการประยุกต์ใช้การคิดเชิงออกแบบกับการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มของ Yang (2018) พบว่า เป็นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ครอบคลุมซึ่งเน้นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนและความสามารถในการใช้เทคโนโลยีที่เป็นประโยชน์

จากการค้นคว้า พบว่า การสอนการคิดเชิงออกแบบในวิทยาศาสตร์โดยตรงมีไม่มากนักซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการบูรณาการในการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบโครงงานวิทยาศาสตร์ หรือสะเต็มศึกษา ซึ่งการศึกษาของ Hennessey and Mueller (2020) เรื่อง การสอนและการเรียนรู้การคิดเชิงออกแบบ: มุมมองของนักการศึกษาที่มีต่อการคิดเชิงออกแบบสามารถเข้ากับชั้นเรียนได้อย่างไร (Teaching and Learning Design Thinking (DT): How Do Educators See DT Fitting into the Classroom?) การสอนและการเรียนรู้การคิดเชิงออกแบบ ในมุมมองของวิธีการที่นักการศึกษาเห็นว่าเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการนำการคิดเชิงออกแบบเข้าสู่ชั้นเรียน ได้เสนอว่าแม้ว่าการคิดเชิงออกแบบจะถูกนำไปใช้ในการศึกษาอย่างง่ายดาย แต่ก็ไม่มีการค้นพบว่านักการศึกษารวมการคิดเชิงออกแบบ เข้ากับหลักสูตรได้อย่างไร โดยกลุ่มนักการศึกษาที่มีประสบการณ์ร่วมกันประเมินเนื้อหาหลักสูตรที่พัฒนาโดยใช้กรอบการคิดเชิงออกแบบ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่านักการศึกษาแสดงความประทับใจในเชิงบวกต่อการอบการคิดเชิงออกแบบและแผนการสอน รวมทั้งยังระบุถึงความท้าทายที่อาจเกิดขึ้นในการรวมการคิดเชิงออกแบบเข้ากับห้องเรียน เช่น การประเมินทักษะและทัศนคติที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงออกแบบ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบ สอดคล้องกับการเรียนการสอนแบบโครงงานซึ่งเป็นการเรียนรู้จากประสบการณ์โดยมุ่งเป้าไปที่การบรรลุสมรรถนะในศตวรรษที่ 21 เช่น การคิดเชิงวิพากษ์ (Critical Thinking) การทำงานร่วมกัน (Collaboration) และการเป็นพลเมืองโลก (Global citizenship) OECD (2018); Battelle for Kids (2019) นักการศึกษามีความคุ้นเคยกับการคิดเชิงออกแบบในระดับหนึ่ง แต่เป็นไปได้ว่าครูเพิ่งเรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงออกแบบหรือเริ่มนำการคิดเชิงออกแบบสู่กระบวนการจัดการเรียนการสอนเนื่องจาก ความเปลี่ยนแปลงนโยบายชาติตลอดจนหลักสูตรที่

ได้รับการปรับปรุง ถึงแม้ว่าการคิดเชิงออกแบบมิได้ถูกบรรจุอยู่ในหลักสูตรก็ตาม แต่แท้จริงแล้วรากฐานของปรัชญาของการคิดเชิงออกแบบ คือ การที่มนุษย์เป็นศูนย์กลางในพยายามปรับปรุงสิ่งต่างๆ อย่างต่อเนื่องเพื่อตอบสนองความต้องการในการใช้ชีวิต (Plattner et al., 2009) และด้วยเหตุผลที่การคิดเชิงออกแบบเป็นพื้นฐานในการสร้างนวัตกรรมของนวัตกรรมตามแผนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติและแผนการศึกษาชาติ ฉบับปัจจุบัน ซึ่งผู้เขียนเชื่อว่า การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบ จะเป็นเครื่องมือสำคัญในการจัดการศึกษาเพื่ออนาคตของโลกแห่งนวัตกรรม เพื่อการพัฒนาสังคมโลกที่ยั่งยืนและเป็นสุข

สมรรถนะการสอนการคิดเชิงออกแบบของครูวิทยาศาสตร์

สมรรถนะ ไม่ใช่ความรู้ ทักษะ หรือทัศนคติ แต่เป็นการผสมผสานประสานและระดมพลังของทั้ง 3 สิ่ง (De-Juanas Oliva et al., 2016) ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่า สมรรถนะหมายถึง “พฤติกรรม” ที่แสดงออกของบุคคล ผ่านการบูรณาการและประยุกต์ใช้ปัจจัยที่อยู่ภายใน เช่น ความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะต่างๆ ให้เกิดผลการปฏิบัติงาน และประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ในการดำเนินชีวิต (McClelland, 1973) สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา เสนอว่า สมรรถนะ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skill) ความสามารถ (Ability) และคุณลักษณะส่วนบุคคล (Other Characteristics) ที่ทำให้บุคคลปฏิบัติงานได้สำเร็จ และบรรลุผลสัมฤทธิ์ เสนอว่า การคิดเชิงออกแบบสามารถแบ่งเป็นมิติน้อย หรือเป็น “องค์ประกอบ” (Components) ที่วัดได้ประกอบไปด้วยสามมิติหลักคือ มิติด้านความรู้และความเข้าใจ (Knowledge and Understanding) ซึ่งอ้างอิงถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติ หรือปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ และสามารถเชื่อมโยงความรู้ วัฒนธรรมที่หลากหลายมาใช้ในการออกแบบ ที่มีมิติด้านทักษะ (Skills) ซึ่งอ้างอิงกับทักษะการคิดหรือทักษะด้านพฤติกรรมที่จะส่งผลให้ประสบความสำเร็จในการออกแบบ และมิติด้านเจตคติ (Attitudes) ที่จะใช้ความรู้ความเข้าใจ และทักษะในการสร้างพฤติกรรมที่ก่อให้เกิดสมรรถนะในการออกแบบ

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสมรรถนะ แสดงให้เห็นว่าการมีสมรรถนะในการทำสิ่งใดนั้น มีองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ ทักษะ และเจตคติ งานที่แตกต่างกัน ก็ต้องอาศัยองค์ประกอบ ความรู้ ทักษะ และเจตคติ ที่แตกต่างกันไปตามประเภทของงานเพื่อปฏิบัติงานนั้นได้สำเร็จ ยกตัวอย่างเช่น การให้นักเรียนออกแบบและสร้างแบบจำลองเซลล์จากดินน้ำมัน การที่นักเรียนจะสร้างแบบจำลองได้นั้น นักเรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับเซลล์ มีทักษะในการปั้นดินน้ำมัน มีทักษะในการลำดับก่อนหลังในการจัดวางองค์ประกอบของเซลล์ และจะต้องมีใจรัก อดทน มุ่งมั่นที่จะทำงานให้สำเร็จ ดังนั้น ครูผู้สอนการคิดเชิงออกแบบจำเป็นต้องมี ทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติ ที่รวมเป็นสมรรถนะเฉพาะเจาะจงกับการสอนการคิดเชิงออกแบบ ซึ่งสามารถสังเคราะห์องค์ประกอบของสมรรถนะการสอนการคิดเชิงออกแบบ จากการประยุกต์แนวทางของคู่มือการประเมินสมรรถนะครูสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2553 สู่ สมรรถนะประจำสายงานที่มีกรอบเฉพาะเจาะจงกับสมรรถนะการสอนการคิดเชิงออกแบบ ได้ดังตาราง

ตาราง 1 แสดงองค์ประกอบของ ความรู้ ทักษะ และเจตคติที่เป็นองค์ประกอบของสมรรถนะการสอนการคิดเชิงออกแบบ

ความรู้	ทักษะ	เจตคติ
ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ และความรู้เกี่ยวกับกระบวนการออกแบบ	การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบ	รู้คุณค่าของการคิดเชิงออกแบบ
ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ออกแบบ	การสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบ	มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีในการสนทนาอย่างสร้างสรรค์
ความรู้เกี่ยวกับการวัดประเมินผล	การวิเคราะห์ผู้เรียนเพื่อวางแผนในการพัฒนาการคิดเชิงออกแบบของผู้เรียน	เป็นบุคคลแห่งการเปลี่ยนแปลง

จากตาราง 1 แสดงให้เห็นว่า ครูวิทยาศาสตร์ที่จัดการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบจะต้องอาศัย ความรู้ ทักษะ และเจตคติ เพื่อการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบ ซึ่งความรู้ที่เพิ่มเติมมาจากความรู้วิทยาศาสตร์ นั้นคือ ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการออกแบบ ซึ่งอาจจะเลือกใช้กรอบแนวคิดที่ได้รับ การยอมรับและนำมาพัฒนาปรับปรุงให้เหมาะสมการจัดการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งการวัดประเมินผลการออกแบบ ผนวกกับ ทักษะที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ ตลอดจนเห็นคุณค่าของการสอนการคิดเชิงออกแบบ ว่าเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาการคิดแก้ปัญหาและส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมซึ่งเป็นจุดเน้นของการศึกษาชาติ ดังนั้น วิธีการที่จะพัฒนาการคิดเชิงออกแบบที่จะส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมของนักเรียน

การนำกรอบกระบวนการคิดเชิงออกแบบไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนจำเป็นต้องมีการกำหนดภาระงาน หรือ สิ่งที่ต้องการการออกแบบ ครูผู้สอนจะเป็นผู้ออกแบบการเรียนการสอนว่าต้องการให้นักเรียนออกแบบอะไร จากนั้นให้นักเรียนดำเนินการตามกระบวนการออกแบบ ที่ครูเลือกใช้ พร้อมทั้งมีการวัดประเมินผลระหว่างทาง และวัดผลปลายทาง จากชิ้นงานที่ตอบโจทย์ความต้องการที่ครูตั้งไว้ ซึ่งแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกันนี้ เช่น การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) การจัดการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน (Task-Based Learning) การจัดการเรียนรู้บูรณาการ สะเต็มศึกษา (STEM) เป็นต้น

บทสรุป

การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) เป็นสมรรถนะสำคัญ ที่ต้องมียึดประกอบด้านความรู้ ทักษะที่จำเป็น และเจตคติที่ดี ในการออกแบบ ซึ่งต้องผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process) ที่เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการออกแบบ เช่น การออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) ซึ่งการจัดการศึกษามีส่วนของการนำ การคิดเชิงออกแบบมาบูรณาการ ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา หรือการออกแบบเทคโนโลยีเป็นต้น นอกจากนี้ การศึกษา ครั้งนี้ยังแสดงให้เห็นกรอบการคิดเชิงออกแบบที่มีรูปแบบที่หลากหลาย สามารถนำไปปรับใช้กับเนื้อหาหลักสูตรได้อย่าง ประสบความสำเร็จในหลายสาขาวิชาโดยเน้นแนวทางสหวิทยาการ และการแก้ปัญหาอย่างมีกระบวนการ ซึ่งการพัฒนาผู้เรียน ให้มีสมรรถนะการคิดเชิงออกแบบนั้น ผู้สอนต้องมีสมรรถนะในการสอนการคิดเชิงออกแบบด้วยเช่นกัน เมื่อผู้เรียนได้รับ การพัฒนาการคิดเชิงออกแบบจะเป็นส่งเสริมให้เป็นผู้ร่วมสร้างสรรค์นวัตกรรม มีความสามารถในการบูรณาการศาสตร์ต่างๆ เพื่อพัฒนาหรือแก้ไขปัญหาสังคม ตลอดจนเป็นผู้ที่มีทักษะศตวรรษที่ 21 สามารถดำเนินชีวิต บนพื้นฐานระบบความคิดที่ดี และพร้อมในการหาวิธีการแก้ปัญหาใหม่ๆ ที่พัฒนาอยู่เสมอด้วย สร้างแนวทางใดให้ไปสู่ความเป็นพลเมืองที่มีความผาสุก ร่วมกันในสังคม

References

- Asanok, M. (2018). Integrated design thinking for instructional innovation development. *Journal of Educational Technology and Communications Faculty of Education Mahasarakham University (JETC)*, 1(1), 6-12. [in Thai]
- Battelle for Kids. (2019). *Framework for 21st century learning*. http://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_Framework_Brief.pdf
- Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard Business Review*, 2, 84-95.
- Cross, N. (2001). Designerly ways of knowing: Design discipline versus design science. *Design Issues*, 17, 49-55.

- Cross, N. (1993). A history of design methodology. In *Design methodology and relationships with science* (pp. 15-27). Springer, Dordrecht
- De-Juanas Oliva, Á., Martín del Pozo, R., & Pesquero Franco, E. (2016). Teaching competences necessary for developing key competences of primary education students in Spain: teacher assessments. *Teacher Development*, 20(1), 123-145.
- Design Council. (2019). *What is the framework for innovation? Design Council's evolved Double Diamond*. Retrieved from <https://www.designcouncil.org.uk/sites/default/files/asset/document/Double%20Diamond%20Model%202019.pdf>
- Gregory, S. (1966). *A design science*. London: Butterworth.
- Hennessey, E., & Mueller, J. (2020). Teaching and Learning Design Thinking (DT). *Canadian Journal of Education/Revue canadienne de l'éducation*, 43(2), 498-521.
- Hubka, V. (2015). *Principles of engineering design*. UK: Butterworth Scientific Press.
- Lertdechapat, K., & Faikhamta, C. (2019). Analysis of Science and Engineering Practices in a Revised Thai Science Curriculum. *Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning*, 10(2), 231-246. [in Thai]
- Li, Y., Schoenfeld, A. H., Graesser, A. C., Benson, L. C., English, L. D., & Duschl, R. A. (2019). Design and design thinking in STEM education. *Journal for STEM Educ Res*, 2, 93–104. <https://doi.org/10.1007/s41979-019-00020-z>
- McClelland, D. C. (1973). Testing for competence rather than for “Intelligence”. *American Psychologist*, 29(1), 59 — 59. doi: 10.1037/h0038240
- Ministry of Education. (2017). *Indicators and Content Areas in Science (Revised Curriculum A.D. 2017) According to Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)*. Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation of Thailand. [in Thai]
- National Research Council (NRC). (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. USA: National Academies.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2018). *The future of education and skills: Education 2030*.
- Panke, S. (2019). Design Thinking in education: Perspectives, opportunities and challenges. *Open Education Studies*, 1(1), 281-306.
- Plattner, H., Meinel, C., & Weinberg, U. (2009). *Design thinking: Making design thinking foundational*. Mi-Fachverlag.
- Rauth, I., Köppen, E., Jobst, B., & Meinel, C. (2010). Design thinking: An educational model towards creative confidence. In *First International Conference on Design Creativity* (pp.1 – 8). Kobe, Japan.
- Scheer, A., & Plattner, H. (2011). Transforming constructivist learning into action: Design thinking in education. *Design and Technology Education: An International Journal*, 17(3), 8–19.
- Simon, H. A. (2019). *The sciences of the artificial* (3rd ed.). London: MIT Press.

- Taleyarkhan, M., Dasgupta, C., Garcia, J. M., & Magana, A. J. (2018). Investigating the impact of using a CAD simulation tool on students' learning of design thinking. *Journal of Science Education and Technology*, 27(4), 334-347.
- Tschimmel, K. (2012). Design Thinking as an effective Toolkit for Innovation. In: *Proceedings of the XXIII ISPIM Conference: Action for Innovation: Innovating from Experience*. Barcelona.
- Wise, S. (2017). *Design Thinking in education: Empathy, challenge, discovery, and sharing*. Edutopia. Retrieved from <https://www.edutopia.org/blog/design-thinking-empathy-challenge-discovery-sharingsusie-wise>
- Wongtapha, P., & Songkram, N. (2019). Development of blended learning model with design thinking and TRIZ Principles to enhance engineering problem solving skills of engineering undergraduate students. *Journal of Engineering, RMUTT*, 2, 37-47. [in Thai]
- Yang, C. M. (2018). Applying design thinking as a method for teaching packaging design. *Journal of Education and Learning*, 7(5), 52-61.