การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

STEM Project-based Learning Activities Among Gifted Students in Science and Mathematics

ชัยชนะ วิวัฒนรัตนบุตร*
นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการเรียนรู้และนวัตกรรมการศึกษา
คณะวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*
Chaichana Vivatanaratanabut
Graduate Student of Master Degree Program in Learning Sciences and Educational Innovation*
Faculty of Learning Sciences and Education, Thammasat University
Corresponding Author E-mail: chai8304@hotmail.com
(Received: May 30, 2021; Revised: June 17, 2021; Accepted: July 08, 2021)

บทคัดย่อ

การจัดหลักสูตรสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ควรคำนึงถึงความต้องการพิเศษของแต่ละคน โดยเน้นทักษะการคิดขั้นสูง มีความท้าทาย กระตุ้นความสงสัย สร้างแรงจูงใจในการหาคำตอบ และมีการบูรณาการองค์ความรู้อีกทั้งเสริมสร้างทักษะการผลิตสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้จริง ปัจจุบันมีรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาซึ่งเป็นการบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ มาใช้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน นอกจากนี้การนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานยังเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้แขนงต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงจากเรื่องที่นักเรียนสนใจผ่านกระบวนการทำโครงงาน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ได้เรียนรู้การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนการคิดวิเคราะห์ การทำงานอย่างมีระบบ และเกิดการเรียนรู้ นำมาสู่การสร้างองค์ความรู้และทักษะจากการทำโครงงานที่จะติดตัวนักเรียนและสามารถพัฒนาเป็นนวัตกรรมต่อไป

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา, การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน, นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

Abstract

The design of curriculum for gifted student in science, mathematics and technology should concern on special needs of the individual. Learning activities should emphasis on high-level thinking skills, challenges and encourages motivation to find answers. Learning activities should integrated knowledge, enhancing production skills, inventions and innovations that can be applied to solve real problems. At present, there is a form of learning activities based on STEM education concept which integration knowledge of science, technology, engineering and mathematics to solve problems creatively.

In addition, using STEM Projest-Based Learning activities also gives an opportunity for students to connect various fields of knowledge to solve real-life that students are interested through the process of working on projects. This will help students understand scientific concepts and learned to design a solution, planning, analytical thinking, working systematically, creation of knowledge and working skills from project that would take the students to be able to develop into innovation.

Keywords: **STEM Education, Project-based Learning, Gifted Student in Science and Mathematics**

1. บทนำ

ปัจจุบันโลกมีการแข่งขันสูงส่งผลให้นักเรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาความรู้ต่าง ๆ เช่น การอ่าน การเขียน คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะที่จำเป็น เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น และทักษะการริเริ่มสร้างสรรค์นวัตกรรม การจัดการศึกษาเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนานักเรียนให้เกิดทักษะเหล่านี้ (รักษ์ศิริ จิตอารี, วิจิตร อุดอ้าย, และวารีรัตน์ แก้วอุไร, 2560) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานเห็นความสำคัญของการพัฒนานักเรียนที่มีความพร้อมและมีศักยภาพในการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงได้กำหนดแนวทางการเปิดห้องเรียนสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษในสถานศึกษาขั้นพื้นฐานภายใต้โครงการส่งเสริมศักยภาพด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเร่งรัดและพัฒนาเยาวชนที่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ให้เป็นนักวิทยาศาสตร์ นักวิจัย นักประดิษฐ์คิดค้น เพิ่มปริมาณนักวิทยาศาสตร์ในประเทศให้มากขึ้น เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของประเทศไทยในการแข่งขันกับนานาประเทศ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2563)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยการนำรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM) ซึ่งเป็นการบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) มาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเป็นการดึงเอาจุดเด่นของสะเต็มที่เป็นการบูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ มาช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจต่อการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น และนักเรียนสามารถนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตได้จริง ผ่านกระบวนการทำโครงงาน ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานจึงตอบโจทย์กับโลกแห่งความจริงที่ทุกอย่างรวมกันอยู่อย่างเป็นธรรมชาติมากกว่า (Kelley & Knowles, 2016) เพราะธรรมชาติของสะเต็มศึกษาสอดคล้องกับในโลกชีวิตจริงหรือการทำงานจริงที่ไม่มีเส้นแบ่งขอบเขตที่เด่นชัดในแต่ละสาขาวิชา และการดำเนินการจัดการเรียนรู้จะเน้นการนำความรู้ไปใช้ในการออกแบบแก้ปัญหาหรือการปฏิบัติในจุดประสงค์ที่แน่ชัด

ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่เน้นการส่งเสริมให้นักเรียนเห็นคุณค่าและประโยชน์ของการทำโครงงานสะเต็ม เพื่อสร้างแรงจูงใจในการทำโครงงานสะเต็มให้กับนักเรียน และช่วยให้นักเรียนมีความพยายามฝ่าฟันอุปสรรคจนประสบความสำเร็จ ด้วยเหตุนี้การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้รูปแบบโครงงานเป็นฐานควรให้นักเรียนจับกลุ่มตามความสนใจที่คล้ายกัน นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดปัญหาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาเพื่อให้เข้าใจต้นเหตุที่แท้จริงของปัญหา พร้อมทั้งให้นักเรียนแต่ละคนได้มีบทบาทในกลุ่ม และร่วมกันสะท้อนคิดหลังการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์เกี่ยวกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และประโยชน์ที่ได้จากกิจกรรมดังนี้

2. นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

2.1 นิยามและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ

นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ หมายถึง “นักเรียนที่แสดงออกซึ่งความสามารถที่โดดเด่นในด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายด้านเมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนอื่นที่มีอายุระดับเดียวกันหรือในสภาพแวดล้อม และประสบการณ์เดียวกัน เช่น สติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการใช้ภาษา ความสามารถในการเป็นผู้นำ ความสามารถในการสร้างงาน ความสามารถทางทัศนศิลป์ ความสามารถทางศิลปะการแสดง ความสามารถด้านดนตรี ความสามารถทางกีฬา และความสามารถทางวิชาการในสาขาใดสาขาหนึ่งหรือหลายสาขาซึ่งโดยทั่วไปนั้นจะมีเพียงร้อยละ 3 ของนักเรียนทั้งหมด” (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2563) สอดคล้องกับทฤษฎีพหุปัญญา (multiple intelligences) ซึ่งได้อธิบายสติปัญญาของมนุษย์โดยแบ่งได้อย่างน้อย 8 ด้าน ได้แก่ ด้านภาษา ด้านการใช้ตรรกศาสตร์และการคำนวณ ด้านธรรมชาติวิทยา ด้านการเข้าใจตนเอง ด้านมนุษยสัมพันธ์ ด้านการเคลื่อนไหวร่างกาย ด้านดนตรี ด้านมิติสัมพันธ์ แต่ละด้านมีความสำคัญเท่าเทียมกันขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะตัวของแต่ละคน รวมทั้งสติปัญญาของมนุษย์ในแต่ละด้านมีอิสระต่อกันในการพัฒนาศักยภาพให้ดียิ่งขึ้น และสามารถบูรณาการสติปัญญาในแต่ละด้านเข้าด้วยกันโดยแสดงออกเป็นความสามารถที่เป็นลักษณะเฉพาะตัวของแต่ละคน สติปัญญาของมนุษย์แต่ละคนอาจมีความโดดเด่นเพียงด้านเดียว หรือหลายด้าน หรือไม่โดดเด่นเลย แต่ไม่มีใครที่มีสติปัญญาทุกด้านเท่ากันหมด หรือไม่มีเลยสักด้านเดียว (Gardner, 1987)

นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จะโดดเด่นในด้านตรรกศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Logical- Mathematical Intelligence) ซึ่งเกี่ยวข้องกับความสามารถในการคำนวณ โดยนักเรียนที่มีความฉลาดทางด้านนี้จะสามารถคำนวณได้เร็วและมีความแม่นยำสูงกว่าคนทั่วไปส่งผลให้นักเรียนที่มีความฉลาดทางด้านนี้มีความสามารถในการวิเคราะห์องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะเชื่อมโยงกัน เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงตรรกะ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอนุมาน ความคิดด้านนามธรรม ความสามารถในการสร้างความคิดหรือวิธีการคิดใหม่ ๆ หาทางควบคุมระเบียบต่าง ๆ ชอบเกมหรือกิจกรรมที่ลับสมอง ประลองปัญญา ที่ต้องใช้ความคิดและมีความสนุกสนาน รวมทั้งชอบการเล่นคอมพิวเตอร์ (Gardner, 1987) สอดคล้องกับลักษณะของนักคณิตศาสตร์ และนักวิทยาศาสตร์ที่มักจะใช้เหตุผลในการตัดสินใจ มองเห็นปัญหา มีความอยากรู้อยากเห็น มีความอดทนสูง ชอบการทดลอง การพิสูจน์ หรือการปฏิบัติต่าง ๆ (อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์, 2555)

2.2 คุณลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษแต่ละคนจะมีบุคลิก วุฒิภาวะทางอารมณ์ วุฒิภาวะสังคม สติปัญญา และร่างกายที่หลากหลายเฉพาะบุคคล (อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์, 2555) จึงทำให้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษแต่ละคนมีความแตกต่างกัน เช่น หน้าตา สีผิว ความคิด ความสามารถ การแสดงออก

Renzulli (2014) กล่าวถึงคุณลักษะสำคัญของผู้ที่มีความสามารถพิเศษ ได้แก่ 1) ความสามารถเหนือกว่าปกติ (Above Average Abilities) หมายถึง ความสามารถที่มากกว่านักเรียนทั่วไปในบางด้านหรือหลายด้าน 2) ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) หมายถึง การคิดยืดหยุ่นและเปิดใจรับประสบการณ์ใหม่กล้าเสี่ยง 3) แรงจูงใจ (Task Commitment) หมายถึง พลังงานที่ผลักดันให้เกิดความพยายามและอดทนต่อความยากลำบากที่นำไปสู่ความสำเร็จ นอกจากนี้ อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์ (2555) กล่าวว่าองค์ประกอบของความสามารถพิเศษมี 4 ด้าน ได้แก่ 1) ความสามารถสูงกว่าบุคคลทั่วไปอย่างเป็นที่ประจักษ์หรือมีศักยภาพที่จะเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วโดยเมื่อพัฒนาแล้วจะมีความสามารถสูงกว่าบุคคลทั่วไป 2) ทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดแก้ปัญหา 3) การใช้สมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาในการทำงานร่วมกัน 4) กระบวนการทางจิตวิทยา ได้แก่ การแสดงออกถึงความรักความสนใจในสิ่งที่ตนถนัด มุ่งมานะอดทน สามารถเยียวยาจิตใจตนเองทำให้มีสภาพจิตใจที่เข้มแข็งซึ่งช่วยให้ประสบความสำเร็จ

ดังนั้นนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จะมีลักษณะพฤติกรรมที่เฉพาะตัวเฉพาะ คือ การแก้ปัญหาเชิงตรรกะ การคิดคำนวณ การคิดวิเคราะห์ การให้เหตุผลเชิงอนุมาน การคิดด้านนามธรรม การสร้างวิธีการคิดใหม่ ๆ และมีความอดทนต่ำเมื่อต้องทำงานที่จำเจ หรือง่ายเกินไป หากเป็นเรื่องที่สนใจจะมุ่งมั่นอย่างต่อเนื่อง มีคำถามข้อสงสัยเกี่ยวกับกฎ ข้อบังคับ และอาจไม่ยอมปฏิบัติ เป็นต้น (สุธาวัลย์ หาญขจรสุข, 2558) ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษและจะต้องพิจารณาเรื่องของบริบทของพฤติกรรมด้วย นอกจากนี้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ก็มีลักษณะเหมือนกับนักเรียนทั่วไป เช่น นิสัยดี นิสัยขี้เกียจ ขาดระเบียบและไม่รับผิดชอบ แต่ในบางคนอาจรับผิดชอบสูงแล้วแต่บุคลิกเฉพาะบุคคล จากคุณลักษณะของผู้ที่มีความสามารถพิเศษส่งผลต่อการออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับคุณลักษณะดังกล่าว ได้แก่ กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการคิดขั้นสูง ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และสร้างแรงจูงใจในการเรียน

2.3 การเสาะหาและการคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

กระบวนการในการคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษของประเทศไทยทางสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดแนวทางการเปิดห้องเรียนสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษในสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน ภายใต้โครงการส่งเสริมศักยภาพด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่ พ.ศ. 2551 ในปัจจุบันมีโรงเรียนเข้าร่วมโครงการ จำนวน 220 โรงเรียน โดยใช้วิธีการสอบในการคัดเลือกนักเรียนเข้าโครงการได้แก่ วิชาคณิตศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์และวิชาภาษาอังกฤษ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2563) นอกจากนี้การคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษจึงควรใช้การสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ในการคัดเลือกร่วมด้วย ได้แก่ มีความอดทนต่ำเมื่อต้องทำงานที่จำเจหรือง่ายเกินไป หากเป็นเรื่องที่สนใจจะมุ่งมั่นอย่างต่อเนื่อง มีคำถามข้อสงสัยเกี่ยวกับกฎ ข้อบังคับ และอาจไม่ยอมปฏิบัติ รวมทั้งนักเรียนต้องแสดงออกให้เห็นถึงความสนใจอย่างจริงจังและเป็นที่ประจักษ์ในด้านที่สนใจ เป็นต้น (สุธาวัลย์ หาญขจรสุข, 2558)

กระบวนการคัดเลือกและเสาะหาผู้มีความสามารถพิเศษที่ได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติปัจจุบัน คือ การใช้กระบวนการตรวจสอบที่เป็นขั้นตอนโดยใช้ข้อมูลหลายด้านประกอบกันได้แก่ ขั้นที่ 1 การคัดกรอง โดยการเสนอชื่อโดยบุคคลใกล้ชิด การตรวจประวัติครอบครัวร่วมกับการใช้แบบประเมินความสามารถและแบบทดสอบสติปัญญา ขั้นที่ 2 ขั้นเจาะลึก เป็นการนำนักเรียนมาทดสอบความสามารถเฉพาะสาขา รายงานผลจากกิจกรรมสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษเฉพาะสาขา แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ขั้นที่ 3 การคัดเลือกขั้นสุดท้าย เป็นการนำข้อมูลผลสรุปทั้งหมด รวมทั้งพัฒนาการและความต่อเนื่องมาสรุปโดยผู้เชี่ยวชาญตัดสินซึ่งทุกขั้นตอนต้องใช้เครื่องมือที่ผ่านการตรวจสอบ และไม่มีความลำเอียงเพื่อให้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษได้รับการศึกษาที่เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน (อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์, 2555) ดังนั้นกระบวนการคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จะต้องพิจารณาความสามารถทางสติปัญหาร่วมกับพฤติกรรม ซึ่งทุกขั้นตอนต้องใช้เครื่องมือที่ผ่านการตรวจสอบ และไม่มีความลำเอียงเพื่อให้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษได้รับการศึกษาที่เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน

2.4 การจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ Gagné (2004) ได้เสนอว่ากระบวนการพัฒนาความสามารถพิเศษ (Gifted) ซึ่งเป็นสิ่งที่เด็กมีติดตัวมาแต่กำเนิดให้แสดงออกได้อย่างเต็มศักยภาพสู่การเป็นผู้มีความสามารถพิเศษ (Talented) ได้จะต้องอาศัยปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ความสามารถพิเศษแต่กำเนิด (Natural Abilities) ซึ่งเป็นความสามารถที่ติดตัวมาแต่กำเนิด เช่น ความสามารถทางปัญญา (Intellectual Ability) ความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์ (Creative Ability) ความสามารถทางสังคม (Socio Affective Ability) และความสามารถทางประสาทสัมผัส (Sensorimotor Ability) โดยกระบวนการพัฒนาความสามารถพิเศษต้องอาศัยตัวเร่งทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Catalysts) เช่น ครอบครัว วัฒนธรรม เหตุการณ์ และตัวเร่งภายในตนเอง

(Intrapersonal Catalysts) เช่น แรงจูงใจ การบริหารจัดการตนเอง ความภาคภูมิใจในตนเอง ลักษณะทางกายภาพ ซึ่งทั้งหมดนี้ต้องอาศัยโอกาส (Chance) จึงจะนำไปสู่การเป็นผู้มีความสามารถพิเศษ (Talented) ดังนั้นกระบวนการจัดการเรียนรู้จึงถือได้ว่ามีความสำคัญต่อการพัฒนาความสามารถของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ

การจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ควรมีการจัดการหลักสูตรที่มีลักษณะเฉพาะซึ่งเน้นทักษะการคิดระดับสูง เช่น ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ รวมทั้งเสริมทักษะภาษาอังกฤษ และทักษะการผลิตสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรม สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process-Based) ที่สามารถเพิ่มการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Scientific Creativity) ให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์ได้ (Han & Shim, 2019) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การกำหนดปัญหา (Defining the Problem) การสืบค้นข้อมูล (Gathering information) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Generation the Solution) การเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด (Implementing the Best Solution) การประเมินผลการแก้ปัญหาและสะท้อนคิด (Evaluating the Solution and Reflecting) สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำโครงงานตามความสนใจ อีกทั้งสามารถค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองผ่านแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ โดยบูรณาการความรู้ด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี รวมทั้งกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (คึกฤทธิ์ ศิลาลาย, 2560)

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ควรคำนึงถึงความแตกต่างของนักเรียน เน้นการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ การให้โอกาสทางการศึกษาที่สอดคล้องกับพรสวรรค์หรือความสามารถพิเศษของนักเรียน รวมทั้งให้การสนับสนุนทางด้านสังคม และให้ความสำคัญกับการช่วยเหลือและปรึกษาปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียน รวมทั้งมีการประมาณผลตามสภาพจริงที่สอดคล้องกับศักยภาพของนักเรียน

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

ในปัจจุบันมีความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งผลให้การจัดการศึกษามุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา การคิดแบบวิจารณญาณ รวมทั้งการพัฒนาทักษะการสื่อสาร การใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือแสวงหาความรู้ และการมีทักษะทางสังคมแนวโน้มการจัดการศึกษาจึงจำเป็นต้องบูรณาการทั้งด้านศาสตร์ต่าง ๆ และบูรณาการการเรียนในห้องเรียนและชีวิตจริง (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556) ซึ่งจากการศึกษาของ Saiying and Paula (2017) ที่จัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษพบว่า มีการนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามาใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ โดยปัจจัยที่สนับสนุนความสำเร็จในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา คือ การได้ศึกษาในสิ่งที่พวกเขาสนใจ มีความสนุก และได้ทำการค้นคว้าและสำรวจ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจะทำให้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เห็นถึงประโยชน์ของการเรียนและท้าทายนักเรียนทำให้การเรียนนั้นมีความหมายต่อนักเรียน และเห็นประโยชน์คุณค่าของการเรียนเพราะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

3.1 นิยามและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา (STEM Education) ถูกใช้ครั้งแรกโดยมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา โดยนักการศึกษาและนักวิจัยได้ให้นิยามของสะเต็มแตกต่างกันไป สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2563) ได้ให้คำจำกัดความว่า เป็นองค์ความรู้ของ 4 ศาสตร์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งมีความเชื่อมโยงกันกับโลกของความเป็นจริงที่ต้องมีการบูรณาการเข้าด้วยกันในการดำเนินชีวิตและการทำงาน นอกจากนี้

สะเต็มศึกษายังเป็นแนวทางการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และผลิตนวัตกรรมใหม่เพื่อใช้ในชีวิตประจำวัน (คึกฤทธิ์ ศิลาลาย, 2560) ยิ่งไปกว่านั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษายังเป็นการนำจุดเด่นตามธรรมชาติของแต่ละวิชามาผสมผสานอย่างลงตัว ดังนี้

วิทยาศาสตร์ (Science) หมายถึงความรู้และข้อเท็จจริงเกี่ยวกับธรรมชาติทั้งมีชีวิตและไม่มีชีวิต โดยอาศัยกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสืบค้น ทดลอง พิสูจน์ และเรียนรู้เพื่อหาความจริงของปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยความรู้ที่มีอยู่ (Han & Shim, 2019)

เทคโนโลยี (Technology) หมายถึงการนำความรู้ ความคิด และเทคนิคต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวมาพัฒนาและแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ โดยผ่านการทำงานทางเทคโนโลยี (Design process) เช่น การสืบค้นข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ การจัดเก็บข้อมูลในคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ใช้เป็นเครื่องมือในการทดลอง และวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อให้เห็นเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น (คึกฤทธิ์ ศิลาลาย, 2560)

วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) หมายถึงการออกแบบหรือสร้างนวัตกรรมโดยอาศัยความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และกระบวนการทางเทคโนโลยีเพื่อแก้ปัญหา และอำนวยความสะดวกของมนุษย์ ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การกำหนดปัญหา การระดมความคิดในการแก้ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การสร้างแบบจำลองและทดสอบ การพัฒนาแบบจำลองและทดสอบอีกครั้ง (Lottero, Bowditch, Kagan, Robinson, Webb, Meller, & Nosek, 2016)

คณิตศาสตร์ (Mathematics) หมายถึงหลักการในการใช้สูตร การคำนวณ เพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน ตัวเลข เรขาคณิต โครงสร้างนอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) เช่น การเปรียบเทียบ การจัดจำแนก การบอกรูปร่างและคุณสมบัติ การใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น บอกปริมาณ การใช้ตรรกะในการให้เหตุผล การส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์โดยใช้การคิดอย่างเป็นระบบ (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556) ซึ่งจะช่วยสนับสนุนงานทางด้านวิทยาศาสตร์และการออกแบบเชิงวิศวกรรมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3.2 กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่บูรณาการด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรม และเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาจะเน้นการบูรณาการความรู้ตั้งแต่ 2 วิชาขึ้นไป โดยครูเชื่อมโยงการสอนในแต่ละวิชาเข้าด้วยกัน หรือสหวิทยาการ (Interdisciplinary) ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ผ่านการสร้างสรรค์นวัตกรรม สอดคล้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่นักเรียนสามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กับการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ อีกทั้งสร้างความท้าทายในการเรียนรู้นอกเหนือจากเนื้อหาในบทเรียน โดยจัดกระบวนการเรียนรู้ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมซึ่งเป็นทักษะการคิดขั้นสูงที่มีพื้นฐานมาจากกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแตกต่างจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อศึกษา และอธิบายสาเหตุของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นโดยเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาผลผลิตของระบบให้ได้ผลตามที่ต้องการ โดยมีขั้นตอนเริ่มตั้งแต่การอธิบายปัญหา การระบุเกณฑ์และข้อจำกัดพร้อมทั้งสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้อง การระดมสมองเพื่อออกแบบวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ การพัฒนาความคิดและคาดการณ์ในหลายมุมมองการสำรวจความเป็นได้รวมทั้งข้อดีข้อเสียของแต่ละแนวคิด การเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่สุดพร้อมทั้งเหตุผลและข้อจำกัด การสร้างแบบจำลองหรือต้นแบบ การทดสอบและประเมินผลแบบจำลองพร้อมนำเสนอ (วศิณีส์ อิศรเสนา ณ อยุธยา, 2559) นอกจากนี้การศึกษาของ Barış and Ecevit (2019) มีการออกแบบกระบวนการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มโดยผ่านการตั้งคำถามโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การกำหนด

แนวทางปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรม การพัฒนาแบบจำลอง การวิเคราะห์และตีความโดยใช้คณิตศาสตร์ การสร้างคำอธิบายโดยใช้แนวทางวิทยาศาสตร์ และการนำเสนอข้อมูล

ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้ การระบุปัญหาเพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง การนำเสนอผลงานหรือชิ้นงาน

3.3 ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างชุดทักษะ (Skill Set) และสมรรถนะ (Competency) ของนักเรียนในการบูรณาการความรู้เพื่อนำไปปรับใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง สามารถสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ กระบวนการ หรือแนวคิดที่เป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม อีกทั้งสร้างการเปลี่ยนแปลงในเกิดขึ้นในตัวผู้เรียน เช่น ทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหา หาข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล โดยสะเต็มศึกษาจะเน้นการเรียนรู้แบบใช้ผลลัพธ์หรือสมรรถนะเป็นฐาน (Outcome/Competency based) (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2559)

ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จึงมีส่วนในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงตรรกะ การคิดเชิงสัญลักษณ์ และการคิดเชิงนามธรรม ผ่านการบูรณาการจากวิชาคณิตศาสตร์ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษายังส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การสืบค้นข้อมูล การออกแบบและทดลอง ผ่านการบูรณาการจากวิชาวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการคิดเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่ การวิเคราะห์ระบบโดยแบ่งเป็นหน่วยย่อยและปฏิสัมพันธ์ระหว่างหน่วยย่อยผ่านการทำโครงงาน และใช้เทคโนโลยีในการหาแนวทางแก้ปัญหา

4. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning)

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นคว้าเพื่อหาคำตอบของปัญหาหรือสิ่งที่ตนเองสนใจโดยการสืบค้นอย่างลุ่มลึก มักทำเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ในห้องเรียน นักเรียนจะได้รับแรงจูงใจในการเรียน เพราะเป็นเรื่องที่ตนเองสนใจโดยริเริ่มทำกิจกรรมเองภายใต้การสนับสนุนของครู เป็นการสอนที่เน้นเนื้อหา กระบวนการ และผลผลิต (วศิณีส์ อิศรเสนา ณ อยุธยา, 2559) กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานจึงตอบสนองความต้องการของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และเป็นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนมีหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดเตรียมอุปกรณ์ และสถานที่ให้เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

4.1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

การเรียนรู้ที่ใช้โครงงานเป็นฐานเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยการใช้วิธีสอนแบบโครงงานเป็นหลักโดยสามารถใช้วิธีการสอนอื่น ๆ ร่วมด้วยได้ตามความสามารถและศักยภาพของนักเรียน นักเรียนมีโอกาสพบปัญหาได้ตลอดเวลาในระหว่างการทำโครงงานการเรียนรู้จึงเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีดังต่อไปนี้ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข, 2559)

1) จัดสถานการณ์ หรือสร้างสิ่งเร้า ซึ่งครูผู้สอนมีหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดเตรียมอุปกรณ์และสถานที่และบรรยากาศให้เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ผ่านการทำโครงงานของนักเรียน โดยให้นักเรียนทบทวนความรู้ที่เคยศึกษามาจากเรื่องที่ตนเองสนใจเพื่อให้นักเรียนพบปัญหาและนำมาสู่การกำหนดปัญหา

2) ในระหว่างการทำโครงงานครูจะเป็นผู้แนะนำนักเรียน และให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อกำหนดจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหา หรือระบุคำถามโครงงานเพื่อสร้างสิ่งใหม่

3) โดยครูพานักเรียนไปศึกษาแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียนในประเด็นที่นักเรียนสนใจ เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้และค้นคว้าสิ่งต่าง ๆ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย สืบค้นข้อมูลจากห้องสมุดแล้วจึงให้นักเรียนวางแผนการทำโครงงานเพื่อแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้นมา และนำเสนอแผนการดำเนินงานให้ผู้สอนพิจารณา

4) ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติหรือแก้ปัญหาตามแผนการที่กำหนดไว้โดยมีผู้สอนเป็นที่ปรึกษา

5) นักเรียนวิเคราะห์และสื่อความหมายของข้อมูล เช่น ป้ายแสดงผลงาน การสาธิต และอภิปรายผล

6) นักเรียนร่วมการแลกเปลี่ยนความรู้ ทำให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ผ่านความรู้ และประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนรู้ผ่านการทำโครงงาน

7) สะท้อนความคิดเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้จากการทำโครงงาน

8) ประเมินผลการทำโครงงาน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำในการพัฒนาและต่อยอดในอนาคต

4.2 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

การจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐานหากนำมาใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์จะยิ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักเรียนต้องใช้การคิดขั้นสูงที่ซับซ้อนขึ้น อีกทั้งยังได้ผลิตงานที่เป็นรูปธรรม และสามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้และการทำงานให้แก่นักเรียนได้ (พิมพลักษณ์ โมรา, 2561) นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานยังทำให้นักเรียนเป็นคนที่ใช้เหตุผลในการวิเคราะห์และตัดสินใจการเลือกใช้แหล่งข้อมูล มีความรู้ทักษะที่ตนถนัด และสามารถแสดงออกผ่านการทำโครงงานรู้จักการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เข้าใจปัญหาอย่างเชื่อมโยงเป็นระบบ มีความอดทน ทำงานเป็นทีม มีทักษะการสื่อสาร รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (น้ำฝน คูเจริญไพศาล, 2560) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาอย่างมีระบบโดยทักษะที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้จะติดตัวตลอดไปอีกทั้งยังมีความสามารถในการพัฒนานวัตกรรมต่อยอดผลงาน

5. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

การเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีพื้นฐานมาจากแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social Constructivism) เป็นกระบวนการที่จัดการเรียนการสอนผ่านประสบการณ์จริง โดยครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้อิสระกับนักเรียนในการใช้ความคิด เพื่อให้นักเรียนพบปัญหาที่ตนเองสนใจนำไปสู่ภาวการณ์เสียสมดุล ที่เกิดจากความขัดแย้งทางปัญญา ซึ่งจะเป็นแรงจูงใจภายในตัวของนักเรียนส่งผลให้นักเรียนพยายามหาทางแก้ปัญหา เพื่อขจัดความขัดแย้งทางปัญญาให้หมดไป โดยอาศัยการร่วมมือของนักเรียน (Collaborative Activity) ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ พัฒนาการร่วมมือกับผู้อื่น สร้างองค์ความรู้จากการลงมือปฏิบัติจริงได้ด้วยตนเอง ช่วยพัฒนาความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนเปิดใจยอมรับความรู้ใหม่ ๆ (Admawati & Jumadi, 2018) กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานแบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่ (วศิณีส์ อิศรเสนา ณ อยุธยา, 2559)

1) การริเริ่มโครงงาน (Getting Start) เป็นการระดมความคิดของนักเรียน และหาหัวข้อที่สนใจ และสามารถทำได้ โดยอาจเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่เรียน เริ่มตั้งคำถามและศึกษาหาข้อมูลเพิ่มเติม

2) การพัฒนาโครงงาน (Developing Project) นักเรียนมีการวางแผน เขียนแผนภาพความคิด โดยครูคอยอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียนในการค้นคว้าหาความรู้ รวมทั้งแนะนำวิธีการตั้งคำถาม การสืบค้นข้อมูล

3) การนำเสนอโครงงาน โดยอธิบายโครงงานของตนเองให้เพื่อนร่วมชั้นได้ซักถามเกี่ยวกับโครงงานที่ทำ

นอกจากนี้การออกแบบกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานอย่างมีประสิทธิภาพมีกระบวนการดังนี้ (คึกฤทธิ์ ศิลาลาย, 2560)

1) การสะท้อน เป็นการให้นักเรียนกำหนดปัญหา และกระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์ที่มาของปัญหาเพื่อเชื่อมโยงสิ่งที่นักเรียนต้องการรู้คำตอบกับสิ่งที่นักเรียนต้องศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง

2) การวิจัย เป็นการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้เพื่อรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ โดยผู้สอนคอยกระตุ้นให้นักเรียนมีการอภิปรายเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในปัญหา และพัฒนาแนวคิดเพื่อเชื่อมโยงกับโครงงาน

3) การค้นหา เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนตรวจสอบสิ่งที่ยังไม่ทราบ โดยใช้การแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ เพื่อสร้างจุดแข็งที่เกิดจากการทำงานร่วมกันเพื่อเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และรวบรวม เป็นการพัฒนาความสามารถด้านจิตใจของผู้เรียน

4) การประยุกต์ใช้ เป็นการสร้างแบบจำลองที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งทดสอบ และพัฒนาแบบจำลอง ทำให้นักเรียนได้ทักษะการเรียนรู้ที่สามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้กับสะเต็มศึกษา

5) การสื่อสาร เป็นการนำเสนอรูปแบบ และวิธีการแก้ปัญหาให้กับเพื่อนร่วมชั้น และชุมชนเพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสาร ยอมรับความสามารถซึ่งกันและกัน รวมทั้งการเสนอแนะอย่างสร้างสรรค์

จากการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนดรุณสิกขาลัย (วศิณีส์ อิศรเสนา ณ อยุธยา, 2559) โดยมีกระบวนการในการจัดกิจกรรมได้แก่ 1) การคิด หรือ การออกแบบ (Thinking or Designing) โดยการให้นักเรียนวางแผนและออกแบบโครงงานสะเต็ม 2) การลงมือทำ (Making or Doing) โดยนักเรียนเป็นผู้ทำโครงงานสะเต็มด้วยตัวเอง โดยมีครูเป็นที่ปรึกษา 3) การสะท้อนความคิด (Reflecting or Contemplating) เป็นกระบวนการประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

1) หาความสนใจของผู้เรียน และจัดกลุ่มนักเรียนที่มีความสนใจในเรื่องที่คล้าย ๆ กันเพื่อให้อยู่กลุ่มเดียวกัน

2) ครูศึกษาเรื่องที่นักเรียนสนใจเพื่อเชื่อมโยงความรู้ที่เกี่ยวข้องให้กับนักเรียน รวมทั้งหาวิทยากรที่มีความรู้ความชำนาญในโครงงานนั้น ๆ เพื่อให้ข้อมูลแก่นักเรียน

3) ครูและนักเรียนวางแผนร่วมกัน ครูแนะนำสิ่งที่นักเรียนควรเรียนรู้ ภายใต้หัวข้อโครงงานในสิ่งที่นักเรียนสนใจ รวมทั้งสร้างแรงบันดาลใจให้กับนักเรียนผ่านการจัดกิจกรรมพร้อมเขียนแผนภาพความคิด

4) ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านการลงมือทำ (Learning by Doing) โดยหาข้อมูลเพื่อสร้างชิ้นงาน เช่น การปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนร่วมชั้น

5) สรุปความรู้ในรูปของแผนภาพความคิด

6) คิดวิธีการนำเสนอ จัดเตรียม และนำเสนอผลงานให้กับผู้ที่สนใจ

7) เพื่อน ครู ตนเอง ผู้ปกครอง ประเมินผลรายสัปดาห์ และครูผู้สอนบันทึกพัฒนาการของนักเรียน

8) ต่อยอดองค์ความรู้โดยครูที่ปรึกษาให้คำแนะนำ

ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จึงจำเป็นต้องให้อิสระกับนักเรียนในการกำหนดปัญหาที่ตนเองสนใจเพื่อนำไปสู่การออกแบบนวัตกรรมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยมีรูปแบบการจัดกิจกรรมดังนี้

1) อธิบายการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

2) การจัดกลุ่ม โดยให้นักเรียนนำเสนอความสนใจของตนเอง และจับกลุ่มตามความสนใจที่คล้ายกัน

3) การกำหนดปัญหา โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อกำหนดปัญหาที่ตรงกับความสนใจของสมาชิกกลุ่ม

4) การค้นหาสาเหตุของปัญหา โดยการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาผ่านกิจกรรม Problem Tree ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ลำดับเหตุการณ์ที่นำไปสู่ปัญหา มีลักษณะเหมือนกับแผนภูมิต้นไม้ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง สภาพปัญหา สาเหตุของปัญหา และผลกระทบของปัญหา โดยกำหนดให้ ลำต้น เปรียบเสมือน สภาพของปัญหา ราก เปรียบเสมือน สาเหตุของปัญหา โดยปัญหาหนึ่งอาจมีสาเหตุที่หลากหลาย และอาจมีสาเหตุย่อยเป็นจำนวนมากเปรียบเหมือนรากแขนง ซึ่งนักเรียนจะต้องวิเคราะห์จนกว่าจะพบรากเหง้าของปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบได้อีก และกิ่งเปรียบเสมือนผลกระทบของปัญหาที่ตามมาโดยอาจมีผลกระทบต่อเนื่องที่ตามมาเปรียบเสมือนกิ่งสาขา (Zimmermann, Joubert & Smit, 2008)

5) การออกแบบนวัตกรรม โดยสืบเสาะหาความรู้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และให้นักเรียนแต่ละคนได้มีบทบาทผ่านกิจกรรมหมวก 6 ใบ ของ Bono (1992) ซึ่งเป็นกระบวนการจัดระเบียบความคิด เพื่อช่วยในการคิดวิเคราะห์ทำให้นักเรียนไม่สับสน โดยนักเรียนแต่ละคนจะสมมุติว่าตนเองได้สวมหมวกทีละใบ โดยแต่ละใบจะเป็นตัวแทนของแต่ละบทบาท ดังนี้

(5.1) หมวกสีขาว จะแสดงบทบาทเป็นกลางนำเสนอข้อเท็จจริง จำนวนตัวเลข ไม่แสดงความคิดเห็น

(5.2) หมวกสีแดง จะแสดงบทบาท ของอารมณ์และความรู้สึก สามารถบอกความรู้สึกของตนเองว่าชอบ ไม่ชอบ ดี ไม่ดี มักจะไม่มีเหตุผลประกอบ

(5.3) หมวกสีดำ มีบทบาทพูดถึงจุดด้อย อุปสรรค โดยมีเหตุผลประกอบ ข้อที่ควรคำนึงถึง ความไม่เหมาะสม ทำให้การคิดรอบคอบขึ้น

(5.4) หมวกสีเหลือง มีบทบาทพูดถึงจุดเด่น โอกาส สิ่งที่เป็นประโยชน์ เป็นข้อมูลในเชิงบวก

(5.5) หมวกสีเขียว มีบทบาทแสดงความคิดใหม่ๆ เพื่อการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น การคิดอย่างสร้างสรรค์

(5.6) หมวกสีน้ำเงิน มีบทบาทควบคุมการอภิปรายในกลุ่ม การบริหารกระบวนการคิด หรือการจัดระเบียบการคิดของกลุ่ม

6) การสร้างนวัตกรรม โดยให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มร่วมกันสร้างนวัตกรรมตามที่ได้ออกแบบไว้

7) การนำเสนอนวัตกรรม โดยนักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันอภิปราย และให้ข้อเสนอแนะ

8) การสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น ความรู้สึกหลังการจัดกิจกรรม ความรู้ หรือทักษะที่ได้จากกิจกรรม การนำความรู้ไปต่อยอด และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับกิจกรรม

6. บทสรุป

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้และรับผิดชอบด้วยตนเอง ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ รอบตัว ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ใช้ความสามารถของตนเองอย่างเต็มศักยภาพส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหา ตระหนักถึงความสำคัญขององค์ความรู้ และทักษะต่าง ๆ รวมทั้งทำให้นักเรียนเห็นถึงประโยชน์ของความรู้ และเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น เนื่องจากสามารถนำความรู้มาบูรณาการเพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อนำไปพัฒนาวิถีชีวิต และสภาพสังคม ทำให้การใช้ชีวิตสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น รวมทั้งนำไปประยุกต์ใช้ในการประกอบอาชีพของนักเรียนในอนาคตได้

7. รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

คึกฤทธิ์ ศิลาลาย. (2560). การบูรณาการสะเต็มศึกษากับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน. *วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์ (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, *7*(3), 113-124.

น้ำฝน คูเจริญไพศาล. (2560). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตปริญญาตรีชั้นปีที่ 1. *วารสารเทคโนโลยีสุรนารี*, *11*(1), 61-74.

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนักบริหาร*, *33*(2), 49-56.

พิมพลักษณ์ โมรา. (2561). การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน: ทางเลือกในการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนในศตวรรษที่ 21. *วารสารวิจัยและพัฒนาหลักสูตร*, *8*(1), 42-52.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. (2559). *สอนเด็กทำโครงงาน สอนอาจารย์ทำวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รักษ์ศิริ จิตอารี, วิจิตร อุดอ้าย, และ วารีรัตน์ แก้วอุไร. (2560). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้ STEM EDUCATION เพื่อเสริมสร้างการรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, *19*(2), 202-213.

วศิณีส์ อิศรเสนา ณ อยุธยา. (2559). *เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ STEM Education (สะเต็มศึกษา)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). *รู้จักสะเต็มศึกษา*. สืบค้นจาก http://www.stemedthailand.org/?page_id=23

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2559). *รายงานการวิจัยเพื่อจัดทำข้อเสนอนโยบายการส่งเสริมการจัดการศึกษาด้านสะเต็มศึกษาของประเทศไทย.* กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.

_____. (2563). *รายงานการศึกษาแนวทางการขับเคลื่อนการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษในประเทศไทย.* กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.

สุธาวัลย์ หาญขจรสุข. (2558). การคัดกรองโรคสมาธิสั้นในนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ. สืบค้นจาก http://ejournals.swu.ac.th/index.php/jedu/article/download/6719/6331

อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์. (2555). *การเสาะหา/การคัดเลือกผู้มีความสามารถพิเศษ.* กรุงเทพฯ: อินทร์ณน.

ภาษาอังกฤษ

Admawati, H. & Jumadi. (2018). The Effect of STEM Project-Based Learning on Students' Scientific Attitude Based on Social Constructivism Theory. *Advances in Intelligent Systems Research (AISR)*, *157*(1), 270-273.

Barış, N., & Ecevit, T. (2019). STEM Education for Gifted Student (English). *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science & Mathematics Education*, *13*(1). doi: 10.17522/balikesirnef.529898

Bono, E. D. (1992). *Six Thinking Hats for School*. London: Haeler Brown Education.

Gagné, F. (2004). Transforming Gifts into Talents: the DMGT as a Developmental Theory. *High Ability Studies*, *15*(2), 119-147. DOI no.: 10.1080/1359813042000314682

Gardner, H. (1987). The Theory of Multiple Intelligences. *Annals of Dyslexia*, *37*(1), 19-35. doi: 10.1007/BF02648057

Han, H. J., & Shim, K. C. (2019). Development of an Engineering Design Process-based Teaching and Learning Model for Scientifically Gifted Students at the Science Education Institute for the Gifted in South Korea. *Asia-Pacific Science Education*, *5*(13), doi: 10.1186/s41029-019-0047-6

Kelley, T. R. & Knowles, J. T. (2016). A Conceptual Framework for Integrated STEM Education. *International Journal of STEM Education*, *3*(11), doi: 10.1186/s40594-016-0046-z

Lottero, P., Bowditch, M., Kagan, M., Robinson-Cheek, L., Webb, T., Meller, M., & Nosek, T. (2016). Engineering Encounters: An Engineering Design Process for Early Childhood: Trying (Again) to Engineer an Egg Package. *Science and Children*, *54*(3), 70-77.

Renzulli, J. (2014). The Schoolwide Enrichment Model: A Comprehensive Plan for the Development of Talents and Giftedness. *Revista Educação Especial*, *27*(50), 539-562.

Saiying, S. H., Paula, O. K. (2017). *Factors That Contributed to Gifted Students' Success on STEM Pathways: The Role of Race, Personal Interests, and Aspects of High School Experience*. Retrieved from https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0162353217701022

Zimmermann, I., Joubert, D. F., & Smit, G. N. (2008). A Problem Tree to Diagnose Problem Bush. *Agricola*. Retrieved from https://ir.nust.na/jspui/bitstream/10628/92/1/A%20problem%20tree%20to%20diagnose%20problem%20bush.pdf