



แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งผลต่อการพัฒนากระบวนการคิดเชิงออกแบบของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ Best Practices of STEM Education that Affects the Development of Vocational Students' Design Thinking Processes

อัญชลี จันท์มา^{1*} และ เอกภูมิ จันทรขันธ์²
Unchalee Janma^{1*} and Ekgapoom Jantarakantee²

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์^{1*}

Master Degree, Science Education, Faculty of Education Kasetsart University, Bangkok^{1*}

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์²

Assistant Professor Dr., Department of Education, Faculty of Education Kasetsart University, Bangkok²

Corresponding author, E-mail: unchalee.j@ku.th^{1*}

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งผลต่อการพัฒนากระบวนการคิดเชิงออกแบบของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพของวิทยาลัยแห่งหนึ่ง ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เป็นนักเรียนชายทั้งหมด 24 คน ดำเนินงานในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 เก็บรวบรวมข้อมูลจากบันทึกหลังการสอน และตัวการเรียนรู้ท้ายคาบ (Exit Ticket) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลแบบอุปนัย

ผลการวิจัยพบว่า แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งผลต่อการพัฒนากระบวนการคิดเชิงออกแบบของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีดังนี้ 1) การใช้สื่อที่เป็นคลิปวิดีโอร่วมกับการใช้รูปภาพตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้เกี่ยวกับชิ้นงานที่จะต้องปฏิบัติ 2) การถามคำถามกระตุ้นความคิดเพื่อนำไปสู่การวางแผนกระบวนการทำงานที่เหมาะสมกับสถานการณ์ 3) การเขียนผังงาน (Flowchart) แสดงขั้นตอนหรือกระบวนการทำงาน หรือแผนภาพแสดงรายละเอียดของแนวคิดในการแก้ปัญหา เพื่อส่งเสริมกระบวนการวางแผนก่อนการลงมือปฏิบัติ 4) การให้นักเรียนออกแบบชิ้นงาน เป็นภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพฉาย แผนภาพ หรือผังงาน เพื่อนำไปสู่การลงมือสร้างชิ้นงานอย่างเป็นรูปธรรม 5) การให้นักเรียนลงมือสร้างชิ้นงานจริง หรือสร้างโมเดลชิ้นงานต้นแบบด้วยการปั้นดินน้ำมัน เพื่อสร้างต้นแบบในการแก้ปัญหา 6) การให้นักเรียนทำการทดสอบประสิทธิภาพชิ้นงานที่สร้างเสร็จแล้ว และร่วมกันประเมินความเหมาะสมของชิ้นงานตามประเด็นที่กำหนด และ 7) การให้นักเรียนปรับแก้ชิ้นงานและนำไปทดสอบประสิทธิภาพกับกลุ่มเป้าหมายอีกครั้งเพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้ใช้งาน

คำสำคัญ: กระบวนการคิดเชิงออกแบบ, สะเต็มศึกษา, นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ



ABSTRACT

This research aimed to study the best practices in implementing STEM education approach for developing vocational certificate students' design thinking processes. The research participants were 24 male vocational certificate students, in a colleague situated in Bangkok, under the Office of the Vocational Education Commission who studied in the First semester of 2023 academic year. Data were collected from teacher's journals, and students' exit tickets, inductive analysis methods. were employed for analyzing the data.

The research showed that the best practices in implementing STEM education approach for developing vocational certificate students' design thinking processes were as follows: 1) Using video clips and images to promote students' understanding the work they need to do. 2) Asking probing questions to guide students' to planning their working processes. 3) Encouraging students to write the flowcharts to show the working processes, or writing the diagrams to show the details of the ideas in solving the problem. 4) Promoting students to design their work in 2D, 3D, or diagrams, to see the possibility of the idea. 5) Having students to create their real artefacts or build the prototype using clay. 6) Encouraging students to test the effectiveness of their completed artefacts and collaboratively evaluate the appropriateness of the artefacts follow the given criterias. and 7) Favoring students to revise their artefacts and retest the effectiveness of the artefacts with the target groups again to ensure the confidence of the users.

KEYWORDS: Design Thinking Processes, STEM Education, Vocational Students'

บทนำ

สะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนอาชีวศึกษา เป็นการฝึกทักษะและทำให้นักเรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองที่เน้นการบูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ การส่งเสริมให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงจะทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการทำงานเป็นทีม ทักษะความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการคิดวิเคราะห์ และทักษะการนำเสนอ (ปพิชญา สมศักดิ์, 2560) ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญสำหรับการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2559)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นเรื่องใหม่สำหรับผู้สอนในระดับอาชีวศึกษาจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องได้รับการฝึกอบรมและศึกษา เพื่อพัฒนาให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ถูกต้อง (ธิดารัตน์ เสือคง, 2561) จากประสบการณ์การสอนของผู้วิจัยเอง พบว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ไม่ได้มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนฝึกทักษะการแก้ปัญหา หรือส่งเสริมให้นักเรียนร่วมมือกันทำงานเป็นกลุ่มเท่าที่ควร การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ขาดการบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ และทักษะพื้นฐานด้านวิชาชีพเพื่อบ่มเพาะนักเรียนให้มีความสามารถในการคิดเชิงออกแบบอันจะนำไปสู่การประดิษฐ์



คิดค้น และพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะและกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่มีการบูรณาการองค์ความรู้อย่างหลากหลาย เป็นแนวทางหนึ่งในการสร้างนวัตกรรม เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศในอนาคต การคิดเชิงออกแบบเป็นกระบวนการคิดที่นำมาใช้ในการแก้ไขปัญหา และพัฒนาแนวคิดใหม่ๆ โดยมุ่งเน้นไปที่การทำความเข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงความต้องการของกลุ่มเป้าหมายหรือผู้ใช้งาน เพื่อให้ได้แนวทางหรือนวัตกรรมที่ตอบโจทย์กับผู้ใช้ และเหมาะสมกับสถานการณ์ (ศศิวัฒน์ หอยสังข์, 2562) กระบวนการคิดเชิงออกแบบ แบ่งย่อยเป็น 3 กระบวนการ ได้แก่ การระบุและตีความปัญหา คือ การทำความเข้าใจปัญหาอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับสาเหตุ สาเหตุสำคัญ และบุคคลที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่การสร้างวิธีการหรือการประดิษฐ์นวัตกรรม เพื่อแก้ปัญหาที่ต้องการ การพัฒนาแนวคิด คือ เมื่อผู้แก้ปัญหาเข้าใจสาเหตุ ข้อจำกัด และมีข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกัปัญหาแล้วจึงนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ในการพัฒนาแนวคิดในการแก้ปัญหา และการสร้าง แนวทางการแก้ปัญหา คือ การนำแนวคิดนั้นมาทำให้เป็นจริงโดยการสร้างเป็นต้นแบบ (Prototype) และนำไปทดสอบกับผู้ใช้เพื่อรับข้อมูลย้อนกลับ หรือนำไปทดสอบในสถานการณ์จริง และเก็บข้อมูลผลการทดสอบแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562)

จากการศึกษางานวิจัยของ ปวีศร ภูมิสูง (2564) ที่ได้ทำการศึกษาการพัฒนาการคิดเชิงออกแบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า การที่นักเรียน มีพัฒนาการของการคิดเชิงออกแบบอย่างต่อเนื่องนั้นเป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ทำให้นักเรียนมีความสนุกสนานในกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีอิสระในการค้นหาข้อมูลเพื่อนำมาใช้ ในการออกแบบและวางแผนสร้างสรรค์ชิ้นงาน และยังส่งเสริมการทำงานเป็นทีม เพื่อร่วมมือกันแก้ปัญหาที่ได้รับมอบหมาย ทำให้นักเรียนมีความคิดแปลกใหม่ จากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ซึ่งผู้วิจัย พบว่า นักเรียนที่ผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้สอนยังไม่มีความสามารถมากนักในการคิดเชิงออกแบบเพื่อทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาแนวปฏิบัติที่ดี ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งผลต่อ การพัฒนากระบวนการคิดเชิงออกแบบของนักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ เพื่อยกระดับคุณภาพ การจัดการเรียนการสอนในรายวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงออกแบบของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ขอบเขตการวิจัย

1. ขอบเขตด้านตัวแปรที่ศึกษา คือ

1.1 กระบวนการคิดเชิงออกแบบ ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ 1) การระบุและตีความปัญหา 2) การพัฒนาแนวคิด และ 3) การสร้างแนวทางการแก้ปัญหา

1.2 แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา ดำเนินงานในรายวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 ครอบคลุมแนวคิดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โครงงานวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ การเขียนรายงาน การจัดนิทรรศการและการนำเสนอผลงาน โครงงานวิทยาศาสตร์

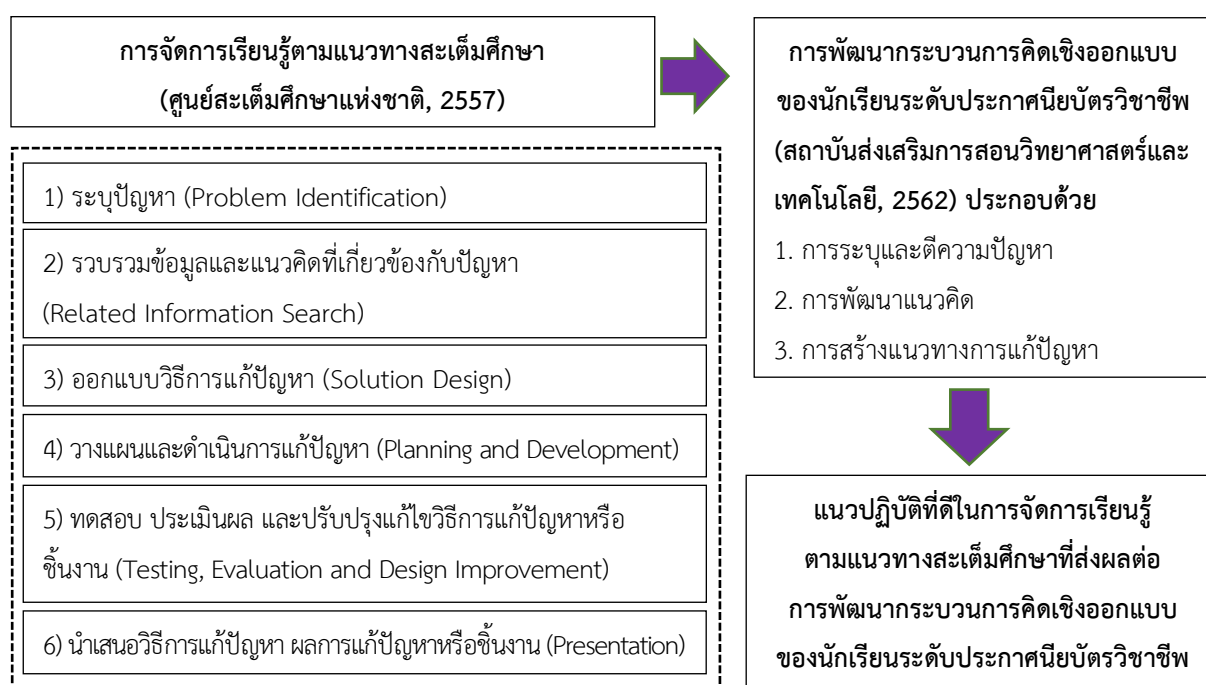


3. ขอบเขตด้านระยะเวลา ดำเนินงานในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ตั้งแต่เดือน พฤษภาคม-ตุลาคม พ.ศ. 2566 โดยใช้ระยะเวลาทั้งหมด 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 16 ชั่วโมง

4. ขอบเขตด้านกลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง จำนวน 24 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง ซึ่งเป็นนักเรียนในห้องที่ผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้สอนในรายวิชา วิศวกรรมวิทยาศาสตร์

กรอบแนวคิดการวิจัย

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงออกแบบของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีกรอบแนวคิดในการวิจัยซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพประกอบที่ 1



ภาพประกอบที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

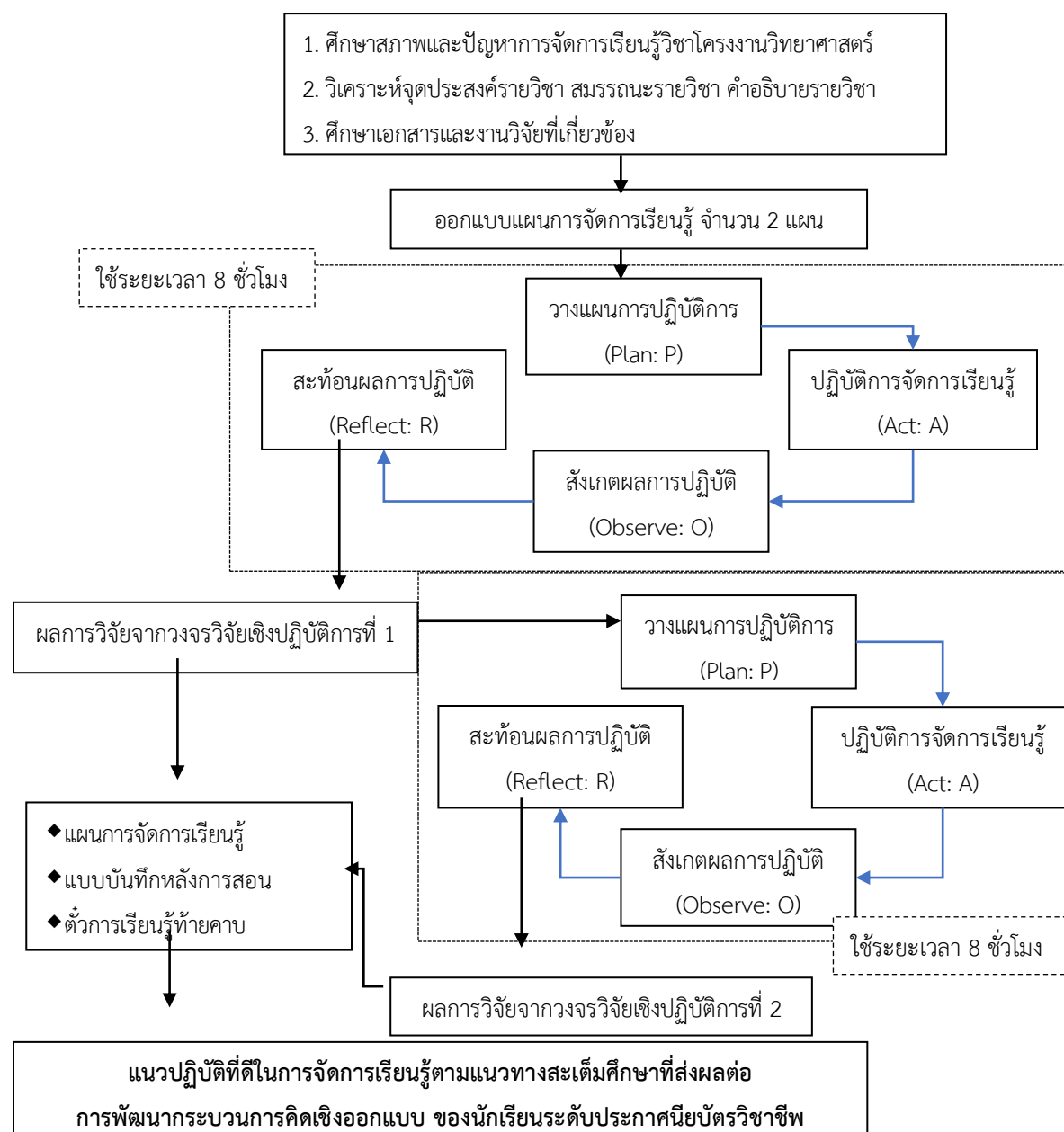
ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงออกแบบของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 มีค่าความเหมาะสมของ แผนการจัดการเรียนรู้ระหว่าง 4.00-5.00 แบบบันทึกหลังสอนปลายเปิด ซึ่งกำหนดหัวข้อในการบันทึก ดังนี้ พฤติกรรมของครูและนักเรียน การสะท้อนถึงปัญหาอุปสรรคในการสอนและแนวทางการแก้ไข ปัญหา และสิ่งที่จะนำไปปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป ในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้ และตัวการเรียนรู้ ท้ายคาบ (Exit Ticket) มีลักษณะเป็นข้อคำถามสั้น ๆ



ให้นักเรียนเขียนสะท้อนความคิดหลังจากสิ้นสุด การเรียนรู้ในแต่ละสัปดาห์ เกี่ยวกับความรู้สึกต่อการเรียน สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ สิ่งที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ และสิ่งที่อยากให้ครูปรับปรุงในการสอน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการตามหลักการและขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988) โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนวางแผนการปฏิบัติการ (Plan: P) 2) ขั้นตอนปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ (Act: A) 3) ขั้นตอนสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe: O) และ 4) ขั้นตอนสะท้อนการปฏิบัติ (Reflect: R) โดยแต่ละขั้นตอนจะดำเนินการต่อเนื่องกันไปเป็นวงจรที่เรียกว่า วงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เมื่อดำเนินการเสร็จสิ้นในแต่ละวงจรจะมีการสะท้อนผลการปฏิบัติงานลงในแบบบันทึกหลังการสอน เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขการสอนในครั้งต่อไป ดังภาพประกอบที่ 2



ภาพประกอบที่ 2 วงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการ



การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากวิดีโอบันทึกการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์ร่วมกับการอ่านบันทึกหลังการสอนตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เพื่อพิจารณาประเด็นต่าง ๆ เช่น กิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้ปฏิบัติ ผลของกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละกิจกรรมที่นักเรียนแสดงออกมา ข้อดี ข้อเสีย และข้อควรปรับปรุงของการสอนในแต่ละครั้ง แล้วจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบบอุปนัย โดยผู้วิจัยอ่านและวิเคราะห์ข้อมูลตามกรอบแนวคิดทฤษฎีประสบการณ์ ความเข้าใจในตัวแปรที่ศึกษา เพื่อค้นหาแนวคิดหลัก (Theme) ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อหาแนวปฏิบัติที่ส่งเสริมการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ จากตัวการเรียนรู้ท้ายคาบของนักเรียนในการสนับสนุนแนวคิดหลัก (Theme) ให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ผลการวิจัย

แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้พัฒนากระบวนการคิดเชิงออกแบบของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification)

แนวปฏิบัติที่ 1 การใช้สื่อที่เป็นคลิปวิดีโอร่วมกับการใช้รูปภาพตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้เกี่ยวกับชิ้นงานที่จะต้องปฏิบัติ

ในวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้เปิดคลิปวิดีโอแนะนำสถานการณ์ในปัจจุบันเกี่ยวกับสังคมผู้สูงอายุในประเทศไทยเรื่อง Aging Society เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสามารถระบุปัญหา สาเหตุ และทำความเข้าใจปัญหาอย่างลึกซึ้ง ร่วมกับการใช้คำถามว่า “ปัญหาที่เกิดขึ้นในคลิปวิดีโอคืออะไร” “ที่บ้านของนักเรียน มีผู้สูงอายุอาศัยอยู่ด้วยหรือไม่ ถ้ามีนักเรียนมีวิธีการดูแลผู้สูงอายุอย่างไร” “นักเรียนคิดว่าปัญหาดังกล่าว สามารถที่จะนำไปทำโครงการวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร” เพื่อให้นักเรียนเข้าถึงประเด็นและรู้สึกว่าเป็นเรื่องใกล้ตัว รวมถึงเป็นการสร้างนักร้านทางความคิดให้นักเรียนสามารถระบุและตีความปัญหาได้อย่างชัดเจน ส่วนในวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยนำคลิปวิดีโอ เรื่อง ยุคสมัยของเทคโนโลยีก่อนจะมาเป็น 5G เรื่อง 1G-2G-3G-4G-5G คืออะไร มาให้นักเรียนดูร่วมกับการนำรูปภาพตัวอย่างเทคโนโลยีที่สามารถนำมาใช้พัฒนาโทรศัพท์ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น เช่น AI แบตเตอรี่ ลำโพง กล้อง หน้าจอ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทราบพัฒนาการของโทรศัพท์ตั้งแต่ยุค 1G-5G จากนั้น ให้นักเรียนดูคลิปวิดีโอ เรื่อง มือถือจะมีลักษณะเป็นอย่างไรในปี 2030 แล้วจึงมีการใช้คำถามกระตุ้นการคิดภายหลังการดูคลิปวิดีโอ เช่น “นักเรียนคิดว่าในอนาคตโทรศัพท์มือถือของนักเรียนจะต้องสามารถทำอะไรได้บ้าง” “ถ้านักเรียนจะออกแบบโทรศัพท์มือถือ 1 เครื่องสำหรับใช้ในอนาคต นักเรียนจะออกแบบให้มีฟังก์ชันอะไรบ้าง เพราะเหตุใด”

ผู้วิจัยพบว่า การเลือกใช้สื่อที่เป็นคลิปวิดีโอหรือรูปภาพสามารถกระตุ้นความสนใจและการมีส่วนร่วมของนักเรียนในการระบุและตีความปัญหาซึ่งเป็นหนึ่งในองค์ประกอบของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยเฉพาะถ้าหากสื่อเหล่านั้นเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหรือเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวนักเรียน นักเรียนจะให้ความสนใจ ทำให้เข้าถึง



ประเด็น และทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างลึกซึ้งเพื่อนำไปสู่การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาหรือการสร้างสรรค์ชิ้นงานในขั้นต่อไป

แนวปฏิบัติที่ 2 การถามคำถามกระตุ้นความคิดเพื่อนำไปสู่การวางแผนกระบวนการทำงานที่เหมาะสมกับสถานการณ์

หลังจากผู้วิจัยนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการให้นักเรียนดูคลิปวิดีโอหรือรูปภาพพร้อมกับการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยใช้คำถามชักใช้ไล่เรียง (Probing Questions) เช่น “นักเรียนคิดว่าปัญหาของสถานการณ์ดังกล่าวที่เกิดขึ้นกับผู้สูงอายุคืออะไร” “นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดจึงเกิดปัญหานี้ขึ้น” และ “นักเรียนคิดว่าข้อจำกัด หรือเงื่อนไขต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องสำหรับการแก้ปัญหานี้มีอะไรบ้าง” การถามเพื่อชักใช้ความคิดของนักเรียนนำไปสู่การพัฒนาแนวคิดสำหรับนำมาใช้ในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาในวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยดำเนินการคล้ายกับวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 1 โดยนักเรียนต้องตอบคำถามชักใช้ความคิดของผู้วิจัยก่อนที่นักเรียนจะลงมือทำใบกิจกรรมการคิดเชิงออกแบบในแต่ละใบกิจกรรมเพื่อกระตุ้นการคิดวิเคราะห์ และให้นักเรียนฝึกทำความเข้าใจเกี่ยวกับผู้ใช้และผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น “ถ้านักเรียนจะผลิตโทรศัพท์สำหรับคนเฉพาะกลุ่มหรือผลิตโทรศัพท์สำหรับคนทั่วไปที่ใครก็สามารถใช้โทรศัพท์ได้ นักเรียนคิดว่าจะผลิตโทรศัพท์ในรูปแบบใด เพราะอะไร” หรือ “นักเรียนจะใส่ฟังก์ชันการทำงานอะไรบ้างให้แก่โทรศัพท์ที่จะผลิตขึ้นเพราะเหตุใด”

จะเห็นได้ว่าการใช้คำถามชักใช้ความคิดของนักเรียน ช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาระบวนการคิดในการแก้ปัญหา เนื่องจากคำถามจะกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดเชิงเหตุผล วิเคราะห์ สังเคราะห์ วิจัย หรือประเมินค่าเพื่อตอบคำถามเหล่านั้น และนำผลจากการใช้คำถามชักใช้ความคิดของนักเรียนมาใช้ในการระบุและตีความปัญหาซึ่งเป็นองค์ประกอบย่อยของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สามารถแสดงตัวอย่างของข้อคำถามและคำตอบของนักเรียนได้ดังต่อไปนี้

ครู : นักเรียนคิดว่าปัญหาของสถานการณ์ดังกล่าวที่เกิดขึ้นกับผู้สูงอายุคืออะไร

นักเรียน : “ปัญหาทางด้านสุขภาพตามมาหลายด้าน เนื่องจากเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพร่างกายเสื่อมลง เช่น ปัญหาการทรงตัว หรือการเคลื่อนไหวลำบากขึ้น อาจส่งผลกระทบต่อสภาพจิตใจ เช่น ไม่มั่นใจในตนเอง เกิดความวิตกกังวล อาจเกิดภาวะซึมเศร้า” (กลุ่มนักเรียนรหัส G2)

นักเรียน : “สภาพร่างกายที่เสื่อมลง เช่น ปัญหาการทรงตัว การเคลื่อนไหวในร่างกายที่ลำบาก” (กลุ่มนักเรียนรหัส G6)

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

แนวปฏิบัติที่ 3 การเขียนผังงาน (Flowchart) แสดงขั้นตอน หรือกระบวนการทำงาน หรือแผนภาพแสดงรายละเอียดของแนวคิดในการแก้ปัญหา เพื่อส่งเสริมกระบวนการวางแผนก่อนการลงมือปฏิบัติ

หลังจากผู้วิจัยส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบของนักเรียน โดยให้นักเรียนวิเคราะห์และทำความเข้าใจเกี่ยวกับผู้ใช้แต่ละกลุ่มแล้ว จึงกระตุ้นให้นักเรียนออกแบบนวัตกรรมให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้ใช้แต่ละกลุ่ม โดยให้นักเรียนออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ แล้วจึงเลือกแนวทางที่นักเรียนคิดว่าเหมาะสมที่สุด พร้อมทั้งระบุเหตุผลที่นักเรียนเลือกแนวทางดังกล่าว จากนั้นให้นักเรียนเขียนผังงาน เพื่อแสดงขั้นตอนกระบวนการทำงาน หรือรายละเอียดของแนวคิดต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการออกแบบเพื่อแก้ปัญหา



ผู้วิจัยพบว่า การเขียนผังงานช่วยให้นักเรียนสามารถลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย ไม่สับสน เมื่อเกิดข้อผิดพลาดสามารถใช้ในการตรวจสอบ และแก้ไขข้อผิดพลาดได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากผังงานเป็นการสื่อความหมายด้วยภาพ ทำให้ง่ายและสะดวกต่อการพิจารณาลำดับขั้นตอนในการทำงาน และยังส่งผลต่อการจัดลำดับความคิดทำให้นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์เรื่องต่าง ๆ ได้อย่างเป็นระบบ สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ง่าย สามารถลำดับความสำคัญในการทำงานได้ดียิ่งขึ้น กล่าวคือเมื่อนักเรียนเข้าใจสาเหตุ ข้อจำกัดของปัญหา และมีความรู้ที่จำเป็นในการแก้ปัญหาแล้ว นักเรียนสามารถนำข้อมูลเหล่านั้น มาบูรณาการ และนำไปสู่การพัฒนาแนวคิดในการแก้ปัญหา โดยเริ่มจากการพิจารณาหน้าที่ องค์ประกอบ หรือสภาวะแวดล้อม ของวิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ที่จะสร้างเพื่อแก้ปัญหา แล้วจึงนำข้อมูลและความรู้ที่รวบรวมมากำหนดแนวทาง ในการแก้ปัญหา โดยอาจเขียนเป็นภาพร่าง หรือแผนภาพแสดงรายละเอียดของแนวคิด ในการแก้ปัญหาเพื่อใช้ในการสื่อสารระหว่างทีมงานและผู้เกี่ยวข้อง และรับข้อมูลย้อนกลับจากผู้เกี่ยวข้อง เพื่อการปรับปรุงให้เหมาะสม

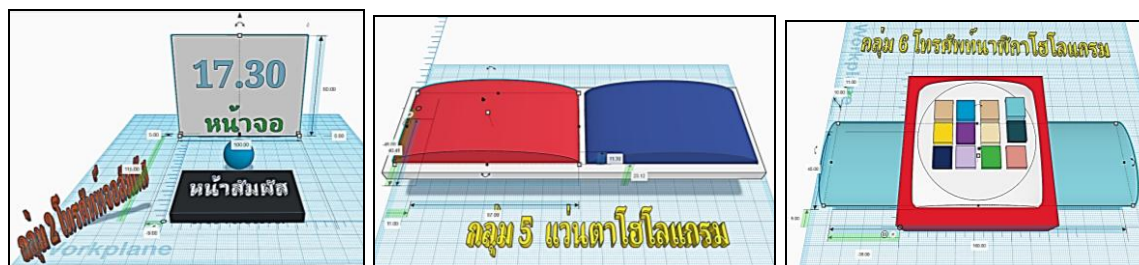
ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

แนวปฏิบัติที่ 4 การให้นักเรียนออกแบบชิ้นงาน เป็นภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพฉาย แผนภาพ หรือผังงานเพื่อนำไปสู่การลงมือสร้างชิ้นงานอย่างเป็นรูปธรรม

เมื่อนักเรียนเขียนผังงานแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาแล้ว จึงให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนดังกล่าว และให้นักเรียนถ่ายทอดความคิดในการออกแบบชิ้นงานจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้ให้มีความเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น โดยการวาดภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ หรือภาพฉายที่แสดงรายละเอียด ความกว้าง ความยาว ความสูง พร้อมทั้งระบุมาตราส่วนของชิ้นงานต้นแบบที่จะสร้าง เป็นการส่งเสริมกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ในองค์ประกอบการพัฒนาแนวคิด โดยใช้ภาพร่างในการแสดงรายละเอียดของแนวคิดในการแก้ปัญหา และใช้สื่อสารกับสมาชิกภายในกลุ่มให้มีความเข้าใจตรงกัน และทำให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานจริงในขั้นตอนต่อไป สามารถแสดงตัวอย่างภาพชิ้นงานการออกแบบนวัตกรรมสำหรับผู้สูงอายุ และการออกแบบโทรศัพท์แห่งโลกอนาคต ด้วยซอฟต์แวร์ Tinkercad ดังภาพประกอบที่ 3 และ 4



ภาพประกอบที่ 3 ภาพ 3 มิติ แสดงตัวอย่างการออกแบบนวัตกรรมสำหรับผู้สูงอายุด้วยซอฟต์แวร์ Tinkercad



ภาพประกอบที่ 4 ภาพ 3 มิติ แสดงตัวอย่างการออกแบบโทรศัพท์แห่งโลกอนาคตด้วยซอฟต์แวร์ Tinkercad

ผู้วิจัยพบว่า การให้นักเรียนออกแบบชิ้นงานเป็นภาพ 2 มิติ หรือ ภาพ 3 มิติ ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการทำงาน เพราะนักเรียนได้ทดลองใช้โปรแกรมที่ยังไม่เคยเรียนมาก่อน และภาพ 3 มิติ ที่นักเรียนออกแบบนั้น สามารถแสดงผลได้จากทุกมุมมองทั้งด้านหน้า ด้านบน ด้านข้าง หรือด้านเฉียง สามารถใช้ประกอบการอธิบายเพื่อสื่อสารให้ผู้ใช้งานหรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องเข้าใจชิ้นงานที่จะสร้างอย่างเป็นรูปธรรมเกี่ยวกับรูปร่าง รูปทรง รายละเอียดและส่วนประกอบของชิ้นงาน และยังส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน โดยการคิดดัดแปลงผสมผสานสิ่งเดิมให้เกิดเป็นสิ่งที่แปลกใหม่มากขึ้น และยังช่วยพัฒนาการสร้างแนวทางการแก้ปัญหา เพราะทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นภาพรวมของสิ่งที่จะลงมือสร้าง หรือ ประดิษฐ์ได้จากทุกมุมมอง ทำให้นักเรียนสามารถระบุจุดเด่น จุดด้อย และแนวทางในการแก้ไขจุดด้อย ตั้งแต่กระบวนการออกแบบ โดยที่ยังไม่จำเป็นต้องลงมือสร้างชิ้นงานจริง ทำให้นักเรียนสามารถออกแบบชิ้นงานเพื่อให้เกิดความพึงพอใจต่อผู้ใช้งานมากที่สุด ซึ่งพบว่า การให้นักเรียนออกแบบชิ้นงานเป็นภาพ 2 มิติ หรือ ภาพ 3 มิติ สามารถพัฒนากระบวนการคิดเชิงออกแบบของนักเรียนได้เป็นอย่างดี สังเกตได้จากนักเรียนทุกกลุ่มมีการปรับปรุงแก้ไขแบบร่างฉบับสุดท้ายก่อนที่จะลงมือสร้างชิ้นงานจริงไปจากแบบร่างฉบับเดิมที่ได้ออกแบบไว้ค่อนข้างมาก เพื่อทำให้ชิ้นงาน หรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างขึ้นตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ให้มากที่สุด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

แนวปฏิบัติที่ 5 การให้นักเรียนลงมือสร้างชิ้นงานจริงหรือสร้างโมเดลชิ้นงานต้นแบบด้วยการปั้นดินน้ำมัน เพื่อสร้างต้นแบบในการแก้ปัญหา

ในวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่ในการทำงานให้แก่สมาชิกภายในกลุ่มตามความสามารถ และทำงานให้เสร็จภายในกำหนดเวลา โดยนักเรียนจะต้องลงมือสร้างชิ้นงานจริงตามภาพ 2 มิติ หรือ 3 มิติ ที่นักเรียนได้ออกแบบไว้ ซึ่งในกระบวนการสร้างชิ้นงานนี้ นักเรียนต้องบูรณาการความรู้ ทั้ง 4 ศาสตร์ของสะเต็มเข้ากับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทักษะการวัด ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา และทักษะการทดลอง การให้นักเรียนลงมือสร้างชิ้นงานจริงสามารถส่งเสริมกระบวนการคิดเชิงออกแบบของนักเรียนในองค์ประกอบการสร้างแนวทางการแก้ปัญหา คือ นักเรียนจะต้องร่วมกันวางแผนการปฏิบัติงาน ดำเนินงานตามแผนที่วางไว้ และสร้างชิ้นงานจริงให้เสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด เช่น ตัวอย่างไม้เท้า ที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างมีลักษณะแตกต่างกัน ดังภาพประกอบที่ 5



ภาพประกอบที่ 5 ตัวอย่างชิ้นงานไม้เท้า นวัตกรรมสำหรับผู้สูงอายุของแต่ละกลุ่ม

ในวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือสร้างโมเดลชิ้นงานด้วยการ ปั้นดินน้ำมัน โทรศัพท์แห่งโลกอนาคต ที่มีลักษณะแตกต่างกันตามจินตนาการของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม ดังภาพประกอบที่ 6



ภาพประกอบที่ 6 ตัวอย่างชิ้นงานโทรศัพท์แห่งโลกอนาคตของแต่ละกลุ่ม

ผู้วิจัยพบว่า การให้นักเรียนลงมือปฏิบัติสร้างชิ้นงานด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกปฏิบัติ ฝึกทักษะ และค้นคว้าในสิ่งที่ตนเองสนใจ ทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจ และมีความสุขในการเรียน นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมต่าง ๆ มากขึ้น ซึ่งการสร้างโมเดลชิ้นงานต้นแบบ (Prototype) ในการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดที่ได้ออกแบบไว้มาสร้างเป็นชิ้นงานที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)

แนวปฏิบัติที่ 6 การให้นักเรียนทำการทดสอบประสิทธิภาพชิ้นงานที่สร้างเสร็จแล้ว และร่วมกันประเมินความเหมาะสมของชิ้นงานตามประเด็นที่กำหนด

ในวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 1 เมื่อนักเรียนสร้างชิ้นงานต้นแบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดสอบประสิทธิภาพชิ้นงานที่สร้างเสร็จแล้ว โดยนำไปให้กลุ่มผู้ที่เกี่ยวข้องทดลองใช้งาน ประเมินผล



ชิ้นงาน และให้ข้อมูลย้อนกลับ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกวิดีโอผลการทดสอบชิ้นงานของแต่ละกลุ่ม ผู้ใช้งานไว้ด้วย หลังจากนั้นจึงนำชิ้นงานที่สร้างขึ้นไปให้เพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ร่วมประเมินชิ้นงานโดยร่วมกันวิเคราะห์ ข้อดี ข้อเสีย และแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อเสนอแนะที่ได้รับไปปรับแก้ชิ้นงานของกลุ่มตนเอง ก่อนนำไปทดสอบประสิทธิภาพชิ้นงานกับกลุ่มเป้าหมายอีกครั้ง ตัวอย่างผลการทดสอบ ดังภาพประกอบที่ 7



ภาพประกอบที่ 7 ตัวอย่างการนำชิ้นงานต้นแบบไปทดสอบกับผู้ใช้และผู้ที่เกี่ยวข้อง

ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อดี ข้อเสีย และแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม แสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการวิเคราะห์ข้อดี ข้อเสีย และแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

บุคคลที่จะนำไปทดสอบ	ข้อดีของชิ้นงานนี้	ข้อบกพร่องที่ต้องแก้ไข	แนวทางในการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน
ผู้สูงอายุ	ไม้เท้ามีน้ำหนักเบา ขาของไม้เท้าที่ใช้รับน้ำหนักมีความแข็งแรง สามารถค้ำยันได้ดี	- ส่วนเหล็กยึดขาสำหรับพับเก็บได้น้ำหนักค่อนข้างมาก - ขาไม้เท้าที่ใช้รับน้ำหนักมีขนาดเล็ก	- เปลี่ยนเหล็กยึดขาสำหรับพับเก็บให้มน้ำหนักเบาหรือเลือกใช้อะลูมิเนียมแทนการใช้เหล็กยึด - ปรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของขาไม้เท้าที่ใช้รับน้ำหนักให้มีขนาดใหญ่ขึ้น
ผู้ดูแล	ขาของไม้เท้ามีความแข็งแรง สามารถการพับเก็บได้ง่าย พกพาสะดวก	- ด้ามจับไม้เท้าควรมียางกันลื่นและให้จับได้ถนัดมือ - ไม้เท้าพับเก็บได้ไม่สุด	- ใส่ด้ามจับไม้เท้ากันลื่นเพื่อให้จับได้ถนัดมือ - ใส่ตีนตุ๊กแก เพื่อรัดขาไม้เท้าขณะพับเก็บให้แน่น



ในวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 2 เมื่อนักเรียนสร้างชิ้นงานต้นแบบด้วยการปั้นดินน้ำมันเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานของตนเอง และให้เพื่อนกลุ่มอื่น ๆ และผู้วิจัยร่วมกันประเมินความเหมาะสม และความเป็นไปได้ของชิ้นงานที่ออกแบบ โดยให้เพื่อน ๆ แต่ละกลุ่มเขียนรายละเอียดการประเมินเกี่ยวกับ ข้อดี ข้อด้อย และแนวทางการปรับปรุงแก้ไข เพื่อช่วยตรวจสอบข้อบกพร่องของชิ้นงาน และสร้างชิ้นงานที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด ที่สอดคล้องกับความก้าวหน้าของเทคโนโลยีในปัจจุบัน และที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต จากนั้นแต่ละกลุ่มปรับแก้ชิ้นงานของกลุ่มตนเองอีกครั้งตามคำแนะนำของเพื่อน ๆ และครู โดยในวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 2 นี้ นักเรียนไม่ได้นำชิ้นงานต้นแบบ ไปทดสอบกับผู้ใช้ดังเช่นในวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 1 เนื่องจากเป็นเพียงการสร้างโมเดลชิ้นงานด้วยการปั้นดินน้ำมันเท่านั้น

ผู้วิจัยพบว่า การนำชิ้นงานต้นแบบไปทดสอบในสถานการณ์จริง และเก็บข้อมูลผลการทดสอบร่วมกับข้อมูลย้อนกลับจากผู้ใช้ และข้อมูลจากการประเมินของเพื่อน และผู้วิจัย สามารถทำให้นักเรียนเห็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้ดีขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม นักเรียนได้ข้อมูลย้อนกลับจากหลากหลายมุมมอง ทำให้สามารถพัฒนาการสร้างแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เพื่อให้ได้ชิ้นงานหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ในสถานการณ์ได้เป็นอย่างดี

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

แนวปฏิบัติที่ 7 การให้นักเรียนปรับแก้ชิ้นงานและนำไปทดสอบประสิทธิภาพกับกลุ่มเป้าหมายอีกครั้ง เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้ใช้งาน

ในวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 1 หลังการทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงาน ผู้วิจัยให้นักเรียนระบุแนวทางการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน โดยใช้ประเด็นคำถาม ดังนี้ 1) นักเรียนนำผลการทดสอบและข้อมูลย้อนกลับ มาปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานของนักเรียนอย่างไรบ้าง 2) นักเรียนจะเพิ่มมูลค่าหรือสร้างมูลค่าให้กับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ของนักเรียนได้อย่างไร ซึ่งแตกต่างไปจากผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในท้องตลาดในปัจจุบัน สามารถแสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 1 และ 2 ได้ดังต่อไปนี้

วงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 1

ครู : นักเรียนนำผลการทดสอบและข้อมูลย้อนกลับ มาปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานของนักเรียนอย่างไรบ้าง

นักเรียน : ขาของไม้เท้ายังคงพับได้แต่ไม่สามารถพับได้ถาวรเพราะขาดสายรัด ซึ่งสามารถปรับปรุงแก้ไขโดยการใส่สายรัดแบบตีนตุ๊กแก เพื่อรัดขาให้แน่น (กลุ่มนักเรียนรหัส G3 วงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 1)

นักเรียน : มือจับของไม้เท้าไม่มั่นคง สั่นคลอน และมีเสียงเวลาใช้เดิน ซึ่งสามารถปรับปรุงแก้ไขโดยถอดข้อต่อของไม้เท้ามาติดกาวและใส่ให้แน่น (กลุ่มนักเรียนรหัส G4 วงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 1)

ครู : ชิ้นงานของกลุ่มนักเรียน มีจุดขายหรือจุดเด่นที่น่าสนใจอย่างไร

นักเรียน : พับเก็บได้ง่าย กระทัดรัด ใช้งานสะดวก (นักเรียน 2, 6 กันยายน 2566, ตัวการเรียนรู้ท้ายคาบ (Exit Ticket) วงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 1)

นักเรียน : ทำให้ไม่ลื่นง่าย เนื่องจากไม้เท้ามี 5 ขา ทำให้รับน้ำหนักได้ดี (นักเรียน 10, 6 กันยายน 2566, ตัวการเรียนรู้ท้ายคาบ (Exit Ticket) วงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 1)

วงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 2

ครู : นักเรียนนำผลการทดสอบและข้อมูลย้อนกลับมาปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานของนักเรียนอย่างไรบ้าง



นักเรียน : ปรับปรุงความสามารถในการป้องกันน้ำเข้าเครื่อง โดยการเพิ่มซิลกันน้ำที่แข็งแรงขึ้น (กลุ่มนักเรียนรหัส G5 วงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 2)

ครู : ชิ้นงานของกลุ่มนักเรียน มีจุดขายหรือจุดเด่นที่น่าสนใจอย่างไร

นักเรียน : มีลักษณะเป็นแว่นตาที่สามารถฉายภาพโฮโลแกรมได้ (นักเรียน 1, 13 กันยายน 2566, ตั๋วการเรียนรู้ท้ายคาบ (Exit Ticket) วงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 2)

นักเรียน : มีลักษณะเป็นกำไลข้อมือ ขนาดเล็กกระทัดรัด (นักเรียน 11, 13 กันยายน 2566, ตั๋วการเรียนรู้ท้ายคาบ (Exit Ticket) วงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 2)

ผู้วิจัยพบว่า การที่นักเรียนจะคิดเพิ่มมูลค่าให้กับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ของตนเองได้นั้น นักเรียนจะต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ของชิ้นงาน ความคิดสร้างสรรค์เพื่อให้มีแนวคิดที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร โดยอาจเป็นการปรับเปลี่ยนรูปลักษณะของผลิตภัณฑ์ การออกแบบบรรจุภัณฑ์ การสร้างผลิตภัณฑ์ทางเลือกสำหรับผู้บริโภคเฉพาะกลุ่มที่เป็นเป้าหมายเฉพาะ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบ มีการคัดกรองความคิดก่อนที่จะนำไปพัฒนาสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลงานจริง เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่า วิธีดังกล่าวจะสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย และสร้างมูลค่าให้ผลงานได้จริง เป็นการส่งเสริมการสร้างแนวทางการแก้ปัญหาซึ่งเป็นหนึ่งในองค์ประกอบของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยนำผลการทดสอบมาดำเนินการปรับปรุงแก้ไขวิธีการ หรือชิ้นงาน โดยอาศัยข้อมูลย้อนกลับจากผู้ใช้งาน และข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่สามารถนำไปต่อยอดพัฒนาเพิ่มมูลค่าให้กับชิ้นงาน หรือผลิตภัณฑ์ที่ดึงดูดผู้ใช้งาน และแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในท้องตลาด

อภิปรายผล

จากแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งผลต่อการพัฒนากระบวนการคิดเชิงออกแบบของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สามารถอภิปรายผลได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

แนวปฏิบัติที่ 1 การใช้สื่อที่เป็นคลิปวิดีโอร่วมกับการใช้รูปภาพตัวอย่างทำให้นักเรียนมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้เกี่ยวกับชิ้นงานที่จะต้องปฏิบัติ เนื่องจากการกระตุ้นความสนใจและการมีส่วนร่วมของนักเรียนในการระบุและตีความปัญหาซึ่งเป็นหนึ่งในองค์ประกอบของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยเฉพาะถ้าหากสื่อเหล่านั้นเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันหรือเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวนักเรียน จะทำให้นักเรียนตื่นตัว สร้างความสนใจในการเรียนรู้ เข้าถึงประเด็นปัญหาของสถานการณ์และสามารถทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างลึกซึ้ง นำไปสู่การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาในขั้นตอนต่อไป สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธัญวรัตน์ เสงี่ยมรัตน์ (2565) ที่กล่าวว่า การใช้สื่อที่หลากหลายรูปแบบจะทำให้นักเรียนเห็นแนวทางการแก้ปัญหาอย่างรอบด้าน โดยเฉพาะสื่อที่เป็นคลิปวิดีโอหรือรูปภาพ จะทำให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหา และมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างเป็นรูปธรรม ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบชิ้นงาน และพิชชานันท์ ปานพรม และสิรินภา กิจเกื้อกูล (2565) ที่ระบุว่า การใช้สถานการณ์ปัญหาใกล้ตัวที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียนมาเป็นตัวขับเคลื่อนในการเรียนรู้ จะทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเห็นว่าสามารถนำความรู้ที่เรียนไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน และยังช่วยส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบของนักเรียนผ่านการคิดวิเคราะห์ การวางแผนเพื่อลงมือปฏิบัติสร้างสรรค์ชิ้นงาน และต่อยอดไปสู่การสร้างอาชีพในที่สุด

แนวปฏิบัติที่ 2 การถามคำถามกระตุ้นความคิดเพื่อนำไปสู่การวางแผนกระบวนการทำงานที่เหมาะสมกับสถานการณ์ เนื่องจากนักเรียนยังไม่คุ้นชินกับการคิดเชิงออกแบบ ดังนั้นก่อนที่นักเรียนจะลงมือทำใบกิจกรรม



การคิดเชิงออกแบบแต่ละใบ ผู้วิจัยจะใช้คำถามชักใช้ไล่เรียง (Probing Questions) เพื่อชักใช้ความคิดของนักเรียนในการทำความเข้าใจปัญหา และนำไปสู่การคิดหาวิธีแก้ปัญหที่สอดคล้องและเหมาะสมกับสถานการณ์มากที่สุด เปรียบเสมือนเป็นการสร้างนั่งร้านทางความคิดในการคิดแก้ปัญหให้กับนักเรียน ช่วยให้นักเรียนพัฒนาแนวคิดในการแก้ปัญห โดยการพิจารณาหน้าที่ องค์ประกอบ หรือบริบทของวิธีการหรือชิ้นงานที่จะลงมือปฏิบัติ รวมถึงทำความเข้าใจเกี่ยวกับผู้ใช้และผู้ที่เกี่ยวข้องอย่างถ่องแท้ แล้วจึงนำข้อมูลต่าง ๆ มากำหนดแนวคิดในการแก้ปัญห สอดคล้องกับผลวิจัยของ พิษานันท์ ปานพรม และสิริณา กิจเกื้อกูล (2565) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนคุณลักษณะที่เกี่ยวกับการตั้งคำถาม จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้เข้ากับเงื่อนไขของสถานการณ์ที่กำหนด นำไปสู่การวิเคราะห์ปัญหา และสร้างแนวทางในการแก้ปัญหได้อย่างตรงประเด็น และอนิดา รัชเวทย์ มัลลิกา ศุภิมาส และยุทธนา ชัยเจริญ (2562) ที่ระบุว่า การใช้คำถามกระตุ้นความคิดจะส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างนักเรียน และนักเรียนกับครูทำให้เกิดการระดมความคิดที่หลากหลาย นำไปสู่การสร้างสรรคผลงานตามสถานการณ์ที่ครูกำหนด

แนวปฏิบัติที่ 3 การเขียนผังงาน (Flowchart) แสดงขั้นตอนหรือกระบวนการทำงาน หรือแผนภาพแสดงรายละเอียดของแนวคิดในการแก้ปัญห เพื่อส่งเสริมกระบวนการวางแผนก่อนการลงมือปฏิบัติ และช่วยให้นักเรียนสามารถลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย ไม่สับสน เมื่อเกิดข้อผิดพลาดสามารถใช้การตรวจสอบ และแก้ไขข้อผิดพลาดได้อย่างรวดเร็ว เพราะผังงานเป็นการสื่อความหมายด้วยภาพ ทำให้ง่ายและสะดวกต่อการพิจารณาลำดับขั้นตอนในการทำงาน และยังส่งผลต่อการจัดลำดับความคิดทำให้นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์ได้อย่างเป็นระบบ และสามารถลำดับความสำคัญในการทำสิ่งต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น กล่าวคือเมื่อนักเรียนเข้าใจสาเหตุ ข้อจำกัดของปัญหา และมีความรู้ที่จำเป็นในการแก้ปัญหแล้ว นักเรียนจึงนำข้อมูลเหล่านั้นมาบูรณาการ เพื่อพัฒนาแนวคิดในการแก้ปัญห โดยอาจเขียนเป็นภาพร่าง หรือแผนภาพแสดงรายละเอียดของแนวคิดในการแก้ปัญหเพื่อใช้ในการสื่อสารระหว่างทีมงานและผู้เกี่ยวข้อง และรับข้อมูลย้อนกลับจากผู้เกี่ยวข้อง เพื่อการปรับปรุงให้เหมาะสม สอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ที่ระบุว่า การเขียนผังงานถือเป็นพื้นฐานสำคัญที่จะฝึกให้นักเรียนคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ ทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหได้อย่างเป็นระบบ และณัฐาธิพ จันทรผล (2565) ที่พบว่าการส่งเสริมให้นักเรียนออกแบบแนวทางในการแก้ปัญหโดยใช้ผังงาน ทำให้นักเรียนสามารถตรวจสอบกระบวนการคิดแก้ปัญหได้ด้วยตัวเองอย่างเป็นรูปธรรม ทำให้นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหและส่งผลสำคัญต่อการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

แนวปฏิบัติที่ 4 การให้นักเรียนออกแบบชิ้นงาน เป็นภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพฉาย แผนภาพ หรือผังงาน เพื่อนำไปสู่การลงมือสร้างชิ้นงานจริงได้อย่างรวดเร็ว เพราะ ภาพ 3 มิติที่นักเรียนออกแบบนั้น สามารถแสดงผลได้จากทุกมุมมอง ไม่ว่าจะเป็นด้านหน้า ด้านบน ด้านข้าง หรือด้านเฉียง เพื่ออธิบายหรือสื่อสารให้ผู้ใช้งานหรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง เข้าใจอย่างเป็นรูปธรรมเกี่ยวกับรูปร่าง รูปทรง รายละเอียด และส่วนประกอบของชิ้นงาน ทั้งนี้ยังสามารถส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการแก้ปัญหให้กับนักเรียน โดยการคิดดัดแปลงผสมผสานสิ่งเดิมให้เกิดเป็นสิ่งที่แปลกใหม่ ช่วยพัฒนาการสร้างแนวทางการแก้ปัญหด้วยการออกแบบให้ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจมากที่สุด หรืออาจเป็นการออกแบบเพื่อเปลี่ยนแปลงแบบร่างที่มีการออกแบบเดิมไว้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งสังเกตได้จากพัฒนาการของนักเรียนในการออกแบบชิ้นงานเป็นภาพ 2 มิติ หรือ ภาพ 3 มิติ ที่มีการปรับปรุงแก้ไขแบบร่างจากเดิมไปสู่แบบร่างสุดท้ายที่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานอย่างแท้จริง สอดคล้องกับ



ผลวิจัยของ Janhorm et al. (2018) ที่ระบุว่า การใช้โปรแกรมออกแบบชิ้นงาน 3 มิติ ทำให้นักเรียนสามารถออกแบบชิ้นงานได้มีประสิทธิภาพมากกว่าการวาดรูปในกระดาษ เพราะทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นชิ้นงานได้ในทุกมิติ เปรียบเสมือนการลงมือสร้างชิ้นงานจริง นำไปสู่การวิพากษ์คุณลักษณะ และประสิทธิภาพของชิ้นงานระหว่างผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ วรณิกา เวทการ และธิตยา บงกชเพชร (2565) ที่พบว่า การออกแบบและนำเสนอในลักษณะของภาพร่าง 2 มิติ และ 3 มิติ ทำให้นักเรียนสามารถร่วมกันวิเคราะห์ถึงข้อดี-ข้อเสียของแบบร่าง และนำมาสู่การตัดสินใจเลือกแบบภาพร่างที่ดีที่สุดในการนำมาสร้างชิ้นงานจริงในขั้นต่อไป

แนวปฏิบัติที่ 5 การให้นักเรียนลงมือสร้างชิ้นงานจริงหรือสร้างโมเดลชิ้นงานต้นแบบด้วยการปั้นดินน้ำมัน เพื่อสร้างต้นแบบในการแก้ปัญหา การให้นักเรียนลงมือปฏิบัติสร้างชิ้นงานจริงด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกปฏิบัติ ฝึกทักษะ และค้นคว้าในสิ่งที่ตนเองสนใจ นักเรียนมีแรงจูงใจ และมีความสุขในการเรียน เกิดความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมต่าง ๆ มากขึ้น การสร้างชิ้นงานจริงหรือสร้างโมเดลชิ้นงานต้นแบบในการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดที่ได้ออกแบบไว้มาสร้างเป็นชิ้นงานที่เหมาะสมที่สุดกับเงื่อนไขของสถานการณ์ที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับผลวิจัยของ Asanok (2018) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยเน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ ช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี เพราะเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนบูรณาการความรู้ ทักษะกระบวนการต่าง ๆ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์มาใช้ในการลงมือปฏิบัติ เพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานให้ประสบความสำเร็จ ทำให้นักเรียนเกิดการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

แนวปฏิบัติที่ 6 การให้นักเรียนทำการทดสอบประสิทธิภาพชิ้นงานที่สร้างเสร็จแล้ว และร่วมกันประเมินความเหมาะสมของชิ้นงานตามประเด็นที่กำหนด การนำชิ้นงานต้นแบบไปทดสอบในสถานการณ์จริงและเก็บข้อมูลผลการทดสอบร่วมกับข้อมูลย้อนกลับจากผู้ใช้ และข้อมูลจากการประเมินของเพื่อน และครู ทำให้นักเรียนเห็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้ดีขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม นักเรียนได้ข้อมูลย้อนกลับจากหลากหลายมุมมอง ทำให้สามารถพัฒนาการสร้างแนวทางในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เพื่อให้ได้ชิ้นงานหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา สอดคล้องกับผลวิจัยของ สุจินตรา จินเมือง (2562) ที่พบว่า การให้นักเรียนทำการทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงาน และรับข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน สามารถส่งเสริมกระบวนการคิดเชิงออกแบบของนักเรียนได้ เนื่องจากทำให้นักเรียนมีวิธีการในการแก้ปัญหาที่เป็นลำดับ มีการคิดวิเคราะห์วิธีแก้ไขปัญหาย่างถี่ถ้วน สามารถมองเห็นวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้รอบด้าน หลากหลายมุมมอง นำมาซึ่งแก้ไขปัญหได้อย่างมีประสิทธิภาพ ก่อให้เกิดการคิดแบบสร้างสรรค์ในการสร้างนวัตกรรมเพื่อตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้งาน

แนวปฏิบัติที่ 7 การให้นักเรียนปรับแก้ชิ้นงาน และนำไปทดสอบประสิทธิภาพกับกลุ่มเป้าหมายอีกครั้ง เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้ใช้งาน การที่นักเรียนจะสร้างมูลค่าให้กับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ของตนเองได้นั้น นักเรียนจะต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ของชิ้นงาน การใช้ความคิดสร้างสรรค์เพื่อให้มีแนวคิดที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร เช่น การปรับเปลี่ยนรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ การออกแบบบรรจุภัณฑ์ การสร้างผลิตภัณฑ์ทางเลือกสำหรับผู้บริโภคเฉพาะกลุ่มที่เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบ มีการคัดกรองความคิดก่อนที่จะนำไปพัฒนาสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลงานจริง เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าวิธีดังกล่าวจะสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย และสร้างมูลค่าให้ผลงานได้จริง เป็นการส่งเสริมการสร้างแนวทางการแก้ปัญหาซึ่งเป็นหนึ่งในองค์ประกอบของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยนำผลการทดสอบมาดำเนินการปรับปรุงแก้ไขวิธีการหรือชิ้นงาน โดยอาศัยข้อมูลย้อนกลับจากผู้ใช้ และข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่สามารถนำไป



ต่อยอดพัฒนาเพิ่มมูลค่าให้กับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่ดึงดูดผู้ใช้งาน และแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในท้องตลาด สอดคล้องกับผลวิจัยของ ฐานิตตา นัตติ (2564) ที่พบว่า การให้นักเรียนทดสอบชิ้นงาน และปรับปรุงแก้ไข จนมีความสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดไว้ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ข้อบกพร่องของต้นแบบของตนเอง เกิดการพัฒนาความคิด ระดมความคิดเพื่อแก้ปัญหา ปรับปรุงต้นแบบให้ดีขึ้น และนำมาทดลองซ้ำจนกว่าจะได้ ต้นแบบที่สมบูรณ์ที่สุด

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ครูผู้สอนอาจใช้การสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการเพิ่มเติม เนื่องจากนักเรียนบางคนไม่สามารถ การเขียนอธิบาย เขียนบรรยาย หรือวาดภาพที่แสดงถึงกระบวนการคิดเชิงออกแบบดังกล่าว แต่สามารถแสดงออก ได้โดยการใช้คำพูด หรือการใช้ท่าทางมากกว่าการพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินผลการคิดเชิงออกแบบให้เข้ากับ บริบทของนักเรียนอาชีวศึกษา ควรจะเชื่อมโยงกับชิ้นงานที่มอบหมายให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง และทยอยวัด การคิดเชิงออกแบบทีละองค์ประกอบในการสอนแต่ละครั้ง เพราะไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายในการทำ แบบวัดการคิดเชิงออกแบบ

2. ครูผู้สอนอาจทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการพัฒนากระบวนการ คิดเชิงออกแบบ ควบคู่ไปกับการใช้ชุดกิจกรรมหรือวิธีการสอนแบบอื่น ๆ ที่เน้นการลงมือปฏิบัติเพื่อกระตุ้นกระบวนการคิด ของนักเรียน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยในครั้งนี้ส่งเสริมให้นักเรียนอาชีวศึกษาลงมือสร้างสรรค์ชิ้นงาน และนำไปทดสอบกับ ผู้ใช้งานจริง ซึ่งเป็นธรรมชาติของการเรียนรู้ของนักเรียนอาชีวศึกษาที่เน้นการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ ความชำนาญ และเป็นการฝึกวิชาชีพในงานสายอาชีพนั้น ๆ ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไป ครูควรทำการศึกษา เกี่ยวกับทักษะอื่น ๆ ที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะเกี่ยวกับการเป็นผู้ประกอบการ โดยส่งเสริมให้นักเรียน นำผลงาน หรือนวัตกรรมที่ตนเองสร้างสรรค์ขึ้น ไปทำการนำเสนอแนวคิดทางธุรกิจ (Pitching) กับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อต่อยอดไปสู่การสร้างนวัตกรรม และนำออกจำหน่ายในท้องตลาดได้จริง และยังเป็นการฝึกทักษะการสื่อสาร ทางวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียนอีกด้วย

2. เนื่องจากกระบวนการคิดเชิงออกแบบเกี่ยวข้องกับการคิดขั้นสูงหลายองค์ประกอบ ดังนั้น อาจมีการศึกษาการพัฒนากระบวนการคิดเชิงออกแบบของนักเรียนร่วมกับการคิดขั้นสูงในองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การคิดตัดสินใจ การคิดแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

ฐานิตตา นัตติ. (2564). การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบเพื่อพัฒนา ความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานเรื่องวัสดุและการใช้ประโยชน์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร, 25(4), 154-165.



- ณัฏฐาทิพ จันทรผล. (2565). การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและออกแบบผังงานโปรแกรม (Program Flowchart) ด้วยโปรแกรม Flowgorithm ในรายวิชาการคำนวณ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงเรียนสาธิต มศว ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม).
- ปพิชญา สมศักดิ์. (2560). การจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION สำหรับนักเรียนอาชีวศึกษา. สืบค้นจาก <https://www.gotoknow.org/posts/648203>.
- ปวีศร ภูมิสูง. (2564). การพัฒนาการคิดเชิงออกแบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสเต็มศึกษา. วารสารการบริหารและนิตศการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 12(3), 204-215.
- ธัญวรัตน์ เสี่ยมรัตน์. (2565). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ด้วยการออกแบบเป็นฐานบนสื่อสังคมเพื่อส่งเสริมผลิตภัณฑ์สร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษา. [วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธิดารัตน์ เสือคง. (2561). การเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนระดับอาชีวศึกษา. วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 13(2), 223-242.
- วรรณิภา เวทการ และธิดิยา บงกชเพชร. (2566). การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม เรื่อง สมดุลกล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. Journal of Roi Kaensarn Academi, 8(1), 150-164.
- ศศิวัฒน์ หอยสังข์. (2562). การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking). สืบค้นจาก <https://www.gotoknow.org/posts/659319>.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับประถมศึกษา. สืบค้นจาก <https://www.scimath.org/e-books/8922/flippingbook/index.html#1>.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุจินตรา จีนเมือง. (2562). การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง เสียง เพื่อส่งเสริมความคิด สร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. [การค้นคว้าอิสระ ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2559). รายงานการวิจัยเพื่อจัดทำข้อเสนอแนะนโยบายการส่งเสริมการจัดการศึกษาด้านสะเต็มศึกษาของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: พรักหวานกราฟฟิค จำกัด.
- พิชชานันท์ ปานพรม และสิรินภา กิจเกื้อกูล. (2565). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนอาชีวศึกษา เรื่อง สารอาหารในชีวิตประจำวัน. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 16(1), 150-164.
- อนิดา รัชเวทย์, มัลลิกา ศุภิมาส, และ ยุทธนา ชัยเจริญ. (2562). การวิจัยเชิงปฏิบัติการ การเรียนวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วารสารบัณฑิตวิจัย JOURNAL OF GRADUATE RESEARCH, 10(1), 41-55.



- Asanok, M. (2018). Integrated Design Thinking for Instructional Innovation Development.
Journal of Educational Technology and Communications Faculty of Education
Mahasarakham University, 1(1) ,6-12.
- Janhorm et al. (2018). Science, technology, engineering, and mathematics(STEM) education by
6E learning in topic of genetic disorder: Duchenne muscular dystrophy. *IPST Magazine*,
46(212), 32-36. (in Thai).
- Kemmis and McTaggart. (1988). *The Action Research Planer* (3rd ed). Geelong, Australia: Deakin
University Press.