

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และเจตคติ
ต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารอาหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
**Learning Management Steam Education for Creative Thinking Skills and
Their Science Related Attitudes on Nutrient of Students in Grade 6**

ธัญญเรศ ก้อนจันทร์เทศ และ สิริินภา กิจเกื้อกูล

มหาวิทยาลัยนเรศวร

Tanyared Konjantes and Sirinapa Kijkuakul
Naresuan University, Thailand
Corresponding Author, E-mail: Tanyaredk65@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารอาหาร ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยดำเนินการวิจัยตามกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้เข้าร่วมวิจัยคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 17 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ชิ้นงาน ใบกิจกรรม แบบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ และแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์เนื้อหาและการตรวจสอบแบบสามเส้า ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ควรกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน สืบค้นข้อมูลเพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายและมีความน่าเชื่อถือ ครูควรให้นักเรียนร่วมมือกันสร้างชิ้นงานควบคู่กับการแก้ปัญหา รวมถึงวางแผนดำเนินการสร้างชิ้นงานและนำเสนอชิ้นงานในรูปแบบต่างๆ และเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อเสนอแนะซึ่งกันและกัน นอกจากนี้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในองค์ประกอบของการสร้างความคิดที่หลากหลายได้ดีที่สุด รองลงมาคือ การสร้างความคิดสร้างสรรค์ และการประเมินและปรับปรุงความคิดตามลำดับ และมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา; ความคิดสร้างสรรค์; เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

* วันที่รับบทความ : 22 พฤษภาคม 2566; วันที่แก้ไขบทความ 15 มิถุนายน 2566; วันที่ตอบรับบทความ : 16 มิถุนายน 2566

Received: May 22 2023; Revised: June 15 2023; Accepted: June 16 2023

Abstracts

This research aimed to study the implementation of STEAM education to promote Grade 6 students' creative thinking skills and attitudes toward science about nutrients. The research methodology was three cycles of action research, and participants were 17 students at the educational opportunity expansion school in Kamphaeng Phet Province. The research instruments included lesson plans, teaching reflections, students' artifacts and notes, a creative thinking survey, and a Likert-scale scientific attitude form. Content analysis and triangulation were used to examine the data. Then, findings revealed that teaching based on STEAM education needed to use problematic issues encountered in the students' daily lives and assign them to search for information from a variety of reliable sources. Also teaching encouraged them to create a task along with a process of solving the problem that included steps of planning, creating, and presenting various works and gave them the opportunity to exchange their knowledge and comments with each other. In addition, most students appeared to have developed their creative thinking skills, generating diverse ideas, constructing new ideas, and evaluating and improving their ideas, respectively. Besides, their attitude towards science had greatly improved after all the teaching.

Keywords: STEAM Education; Creative thinking; Attitudes towards science

บทนำ

อาหารเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับมนุษย์เมื่ออาหารเข้าสู่ร่างกายแล้วจะเกิดขบวนการย่อย การดูดซึม การแปรรูป การขนส่งไปยังอวัยวะส่วนต่างๆ เพื่อใช้ประโยชน์ในการดำรงไว้ซึ่งการทำงานของเซลล์อวัยวะต่างๆ ของร่างกายให้เป็นปกติ อาหารถูกย่อยให้เป็นโมเลกุลที่เล็กลง เรียกว่า สารอาหาร (Nutrients) สารอาหาร คือ สารเคมีที่อยู่ในอาหาร โดยสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มดังนี้ คือ สารอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย อีกกลุ่มหนึ่งเป็นสารอาหารที่จำเป็นในการควบคุมปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ในร่างกาย และการทำงานของอวัยวะทุกส่วน อีกทั้งช่วยในการป้องกันและต้านทานโรค หรือช่วยให้ร่างกายแข็งแรง อาหารที่ดีจะเกิดประโยชน์แก่ร่างกายอย่างเต็มที่ จะต้องเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง คือ ต้องเป็นอาหารที่ผสมผสานมีสารอาหารที่ร่างกายต้องการครบทุกชนิด มีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย ซึ่งจะส่งผลให้ร่างกายมีการเจริญเติบโตอย่างเต็มที่ เป็นการช่วยเสริมสร้างสุขภาพอนามัยและป้องกันภาวะทุพโภชนาการในเด็กและผู้ใหญ่ทุกเพศทุกวัยได้ (นิตยา อ่างทอง, 2565 : 1)

ปัจจุบันประเทศไทยได้กำหนดนโยบาย “Thailand 4.0” ซึ่งเป็นกลไกขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยนวัตกรรม เทคโนโลยี และความคิดสร้างสรรค์ เพื่อก้าวเข้าสู่ประเทศที่มีรายได้สูง จึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรม (generative learning) เพื่อพัฒนาพลเมืองให้ตอบสนองต่อนโยบายดังกล่าวได้ (Division of Research Administration and Educational Quality Assurance, 2017 : 3) ดังนั้นการปรับเปลี่ยนแนวทางการจัดการเรียนรู้จึงถือ

เป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนากระบวนการคิด การจัดการศึกษาในยุคไทยแลนด์ 4.0 ควรออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของโลกศตวรรษที่ 21 ที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการคิด เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ทำได้ คิดเป็น เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง และสามารถนำทักษะไปประยุกต์ใช้ ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ (ภิญโญ วงษ์ทองและคณะ, 2563 : 153) และเมื่อไม่นานมานี้ ได้เกิดนวัตกรรมทางการศึกษาใหม่ที่หลอมรวมเอาสะเต็มศึกษามาผนวกเข้าไว้ด้วยกันกับการสร้างสรรค์ทางศิลปะ (Art: A) ซึ่งรวมกันเรียกว่า “สะเต็มศึกษา” (STEAM Education) (Yakman, 2008 : 11) ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการสอนแบบบูรณาการการเรียนรู้แบบองค์รวมที่ประกอบไปด้วย วิทยาศาสตร์ (Science), เทคโนโลยี (Technology), วิศวกรรม (Engineering), ศิลปะ (Arts) และ คณิตศาสตร์ (Math) เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดสร้างสรรค์ (Belbase, et al., 2021 : 1-37) โดยความคิดสร้างสรรค์ใน Programme for International Student Assessment (PISA 2022:online) มีนิยามว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือการศึกษาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์จะช่วยให้คนรุ่นใหม่สามารถปรับตัวและพัฒนาความสามารถของตนเองในการทำงานที่ไม่อาจทำแทนได้ง่ายโดยเครื่องจักรกล และรับมือกับความท้าทายที่ซับซ้อนมากขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับโลกด้วยแนวทางแก้ปัญหาที่ไม่ติดอยู่ในกรอบเดิม ๆ ความก้าวหน้าด้านการสร้างสรรค์ ผลักดันให้วัฒนธรรมของมนุษย์ก้าวไปข้างหน้าในหลากหลายด้าน

จากการที่ผู้วิจัยเป็นครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชร พบว่า ผลการสอบทางการศึกษาระดับชาตินักเรียนชั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2564 มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่างๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ เป็นหนึ่งในมาตรฐานการเรียนรู้ที่โรงเรียนควรเร่งพัฒนา เนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ และโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาส่วนใหญ่ก็มีคะแนนเฉลี่ยในมาตรฐานการเรียนรู้ดังกล่าวอยู่ในระดับที่ควรเร่งพัฒนาเช่นกัน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2565 : ออนไลน์) โดยจากประสบการณ์ในวิชาชีพครูของผู้วิจัยยังพบอีกว่า โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาส่วนใหญ่จะมีรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการบรรยายความรู้มากกว่าการลงมือปฏิบัติจริง ส่งผลให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และไม่ได้รับการฝึกทักษะที่จำเป็นสำหรับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทักษะด้านการสร้างสรรค์นวัตกรรม หรือทักษะการเรียนรู้ เป็นต้น

จากสภาพปัญหาและความสำคัญข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารอาหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อให้นักเรียนมีจินตนาการและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สารอาหาร
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารอาหาร ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
3. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ระเบียบวิธีวิจัย

ขอบเขตงานวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา เนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อาหารและการย่อยอาหาร บทที่ 1 สารอาหารและระบบย่อยอาหาร เรื่อง สารอาหาร ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง 2560)
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชรที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 17 คน ได้มาโดยวิธีการเลือก แบบเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง สารอาหาร จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะนำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของอภิสิทธิ์ ธงไชย (2556 : 15-18) ทั้งหมด 6 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหาหรือโจทย์ ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผนและพัฒนา ขั้นที่ 5 ทดสอบและประเมินผล และขั้นที่ 6 ชื่นนำเสนอและแนวทางในการปรับปรุงผลงาน มาใช้ในการจัดการเรียนรู้และเลือกสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่มีความเกี่ยวข้องและสามารถบูรณาการเนื้อหา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ได้ ผลการตรวจสอบพบว่า แผนการจัดการจัดการเรียนรู้

ทั้งหมดผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ค่าเฉลี่ย 4.78 มีประเด็นปรับแก้จากผู้เชี่ยวชาญ คือ การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ให้แสดงตัวชี้วัดหรือผลการการเรียนรู้เฉพาะที่นำมาใช้จริง ระบุจุดประสงค์การเรียนรู้ในด้านทักษะกระบวนการให้ชัดเจน และต้องแน่ใจว่าผลการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในการบูรณาการแต่ละสาขาวิชาของ STEAM มีความเกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในขณะดำเนินกิจกรรม ผู้วิจัยและครูที่สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์บันทึกเหตุการณ์โดยเขียนบรรยายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ว่าเป็นอย่างไร มีความเหมาะสมหรือไม่ ช่วยส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ได้หรือไม่อย่างไร มีปัญหาและอุปสรรค รวมถึงข้อเสนอแนะ แนวทางแก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการครั้งต่อไป โดยแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้นี้ดังกล่าวได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับ ดี ค่าเฉลี่ย 4.38 มีประเด็นปรับแก้จากผู้เชี่ยวชาญ คือ การปรับแก้ความเหมาะสมของรูปแบบการประเมิน

3. แบบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยสร้างแบบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD 2019 : 20) ซึ่งมี 2 ด้าน คือ การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ และการสร้างสรรค์องค์ความรู้และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยแบบวัดทักษะด้านความคิดสร้างสรรค์ เป็นลักษณะของแบบทดสอบอัตนัยชนิดไม่จำกัดคำตอบ ซึ่งทำการทดสอบก่อนและหลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ครบทุกวงจร ใช้เวลาครั้งละ 1 ชั่วโมง ซึ่งแบบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์จะมีจำนวน 3 ข้อ ที่แสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในแบบทดสอบจะเป็นปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง รู้เท่าทันโรคโศกก่อนวัยภัยเงียบที่พ่อแม่ไม่ควรมองข้าม โดยแบบวัดความสามารถได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและจุดประสงค์ ระหว่าง 0.67-1 มีประเด็นปรับแก้จากผู้เชี่ยวชาญ คือ สถานการณ์ที่นำมาใช้ในแบบทดสอบควรเป็นสถานการณ์ที่พบได้ในชีวิตจริง และออกแบบกิจกรรมให้ครอบคลุมทุกด้านของความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด

4. แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ สร้างแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สร้างตามแนวคิดของ Santiboon and Fisher (2005 : 187) โดยประยุกต์จากแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ The Test Of Science Related Attitude (TOSRA) ของ ชนัญดา ผู้โปร่ง (2560 : 58) ใช้ประเมินก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบประเมินชนิดเลือกตอบ 5 ระดับ The Test Of Science Related Attitude (TOSRA) ประกอบด้วย แบบประเมินจำนวน 8 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ เพื่อประเมินความคิดเห็นเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ โดยแบ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ก่อนการจัดการเรียนรู้ ระหว่างการจัดการเรียนรู้ และหลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งก่อนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ให้ผู้เรียนทำแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และแบบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง สารอาหาร จำนวน 3 แผน แผนละ 4 ชั่วโมง รวมเป็น 12 ชั่วโมง ผู้วิจัยใช้ ใบกิจกรรม และชิ้นงานของนักเรียน ในการวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญได้สังเกตผลการจัดการเรียนรู้และบันทึกลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย ได้ให้คำแนะนำต่างๆที่เป็นประโยชน์สำหรับการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไปให้ดียิ่งขึ้น เมื่อทำการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ และ แบบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนเป็นรายบุคคล โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง ในการทำแบบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนตามจุดประสงค์การวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารอาหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้แหล่งข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา จัดระเบียบข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์ เช่น การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ควรมีแนวทางอย่างไร ปัญหาและอุปสรรคที่พบจากการจัดการเรียนรู้ ให้อยู่ในหมวดหมู่เดียวกัน กำหนดรหัสและตีความหมายข้อมูล นำข้อมูลที่ได้มาเขียนรายงานข้อสรุปเพื่อสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในแต่ละขั้นการจัดการเรียนรู้เพื่อนำไปพัฒนาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไป

2. การวิเคราะห์ผลการส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจาก ใบกิจกรรม ชิ้นงานของนักเรียน และแบบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเมื่อสิ้นสุดวงจรปฏิบัติ และทำการวิเคราะห์ภาพรวม จากนั้นนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลมาเปรียบเทียบกันเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของผลการวิเคราะห์ข้อมูล รวบรวมข้อมูลจาก ใบกิจกรรม ชิ้นงานของนักเรียน และแบบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ โดยตรวจและศึกษาจากร่องรอยการปฏิบัติ รวมถึงการตอบคำถาม นำข้อมูลมาจัดระเบียบในประเด็นเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ ทั้ง 3 องค์ประกอบ ตามแนวคิดของ องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD 2019 : 20) ได้แก่ 1) การสร้างความคิดที่หลากหลาย

(Generate diverse ideas, D) 2) การสร้างความคิดสร้างสรรค์ (Generate creative ideas, C) และ 3) การประเมินและปรับปรุงความคิด (Evaluate and improve ideas, E) โดยแต่ละองค์ประกอบพิจารณาภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ (Written and Visual Expression, W) และ 2) การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ (Social and Scientific Problem Solving, S) โดยการวิเคราะห์การเขียนตอบของนักเรียน การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ทำการวิเคราะห์และตีความข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือ ได้แก่ แบบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ จัดกลุ่มคำตอบของนักเรียน จากนั้นนำข้อมูลมาใส่รหัส โดยพิจารณาการใส่รหัสนักเรียนรายกลุ่มและรายบุคคล สรุปภาพรวมทั้งหมดว่าผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการในรูปของร้อยละและแสดงพัฒนาการตามองค์ประกอบของทักษะความคิดสร้างสรรค์โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ ดังตาราง 1

ตาราง 1 ตัวอย่างแสดงรหัสและระดับคุณภาพตามความสอดคล้องพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์

องค์ประกอบ	ลักษณะสำคัญ	รหัส	ระดับ/เกณฑ์การแปลระดับ	ตัวอย่างพฤติกรรม
การสร้างความคิดที่หลากหลาย (D)	การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ (W)	DW1	ระดับ 1 : เขียนอธิบายแนวคิด/ตีความหมายข้อมูลที่เป็นเรื่องราวและแสดงภาพการแก้ปัญหาโรคโต กว่าวัย ยังไม่หลากหลายและไม่แตกต่างกัน และสามารถใช้ความรู้เรื่อง สารอาหาร ได้ถูกต้องแต่ยังไม่ครบถ้วน	ผู้เรียนเขียนอธิบายแนวคิดพร้อมกับแสดงภาพการแก้ปัญหาโรคโตกว่าวัย โดยใช้ความรู้เรื่องสารอาหารได้ไม่ครบถ้วน
		DW2	ระดับ 2 : เขียนอธิบายแนวคิด/ตีความหมายข้อมูลที่เป็นเรื่องเป็นราวและแสดงแผนภาพการแก้ปัญหาโรคโตกว่าวัยได้หลากหลายแตกต่างกัน และสามารถใช้ความรู้เรื่องสารอาหาร ได้ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์	ผู้เรียนเขียนอธิบายแนวคิดพร้อมกับแสดงภาพการแก้ปัญหาโรคโตกว่าวัยได้หลากหลายโดยใช้หลากหลายโดยใช้ความรู้เรื่องสารอาหารแต่ยังไม่
		DW3	ระดับ 3 : เขียนอธิบายแนวคิด/ตีความหมายข้อมูลเป็นเรื่องราวและแสดงแผนภาพการแก้ปัญหาโรคโตกว่าวัย ได้หลากหลาย แตกต่างกันและ	ผู้เรียนเขียนอธิบายแนวคิดพร้อมกับแสดงภาพการแก้ปัญหาโรคโตกว่าวัยได้หลากหลายโดยใช้

สามารถใช้ความรู้เรื่องสารอาหารได้ ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	ความรู้เรื่องสารอาหาร ได้ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์
--	--

3. การวิเคราะห์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นได้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบประเมินชนิดเลือกตอบ 5 ระดับ The test of science Related Attitude (TOSRA) ประกอบด้วย แบบประเมินจำนวน 8 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ เพื่อประเมินค่าความคิดเห็นเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งทำการวิเคราะห์ข้อมูลก่อนและหลังสิ้นสุดวงจรปฏิบัติ จากนั้นนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลมาเปรียบเทียบกันเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของผลการวิเคราะห์ข้อมูล

กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผลการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารอาหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ควรมีแนวทางอย่างไร

ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่องสารอาหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีดังนี้

1) ขั้นระบุปัญหาหรือโจทย์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนร่วมกันศึกษาสถานการณ์ปัญหาซึ่งสถานการณ์ปัญหาได้กำหนดเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง และสามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน

2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนภายในกลุ่มต้องมีการวางแผนร่วมกัน การระบุนิยามที่ต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหา การสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา มีการแบ่งหน้าที่กันในการสืบค้นข้อมูล และสืบค้นข้อมูลในแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ พร้อมทั้งระบุแหล่งอ้างอิง โดยครูให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเข้าถึงแหล่งข้อมูลในการสืบค้นที่น่าเชื่อถือ เมื่อสืบค้นข้อมูลในการแก้ปัญหาได้แล้วให้แต่ละคนแลกเปลี่ยน พูดคุยกันเพื่อนำเสนอสิ่งที่ตนเองได้ไปสืบค้นมา ครูผู้สอนควรเน้นย้ำให้นักเรียนมีการวางแผนในการสืบค้นข้อมูล



ภาพที่ 2 นักเรียนทำการสืบค้นข้อมูลและรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาแก้ปัญหา

ภายในกลุ่มของตนเองในวงจรปฏิบัติการที่ 1

3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยให้นักเรียนออกแบบชิ้นงานโดยการวาดภาพโครงร่างชิ้นงานที่สามารถแก้ปัญหาได้ โดยให้แต่ละกลุ่มนำความรู้ที่ได้จากการพูดคุยและหาข้อสรุปวิธีการแก้ปัญหา และรวบรวมข้อมูลมาใช้ในการร่างแบบชิ้นงาน โดยในการเลือกแบบชิ้นงานของกลุ่มต้องผ่านการพูดคุยและร่วมกันตัดสินใจภายในกลุ่ม เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่เหมาะสมกับการแก้ไขปัญหามากที่สุด

4) วางแผนและพัฒนา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการออกแบบวิธีการสร้างชิ้นงาน โดยผู้วิจัยให้นักเรียนแบ่งหน้าที่ในการทำงาน เพื่อให้ทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม พร้อมทั้งเขียนอธิบายวางแผนการทำงานทุกขั้นตอน ให้นักเรียนร่วมกันสร้างชิ้นงานตามแบบที่วางไว้ ซึ่งนักเรียนมีการบริหารจัดการเวลาในการสร้างชิ้นงานเพื่อให้งานเสร็จทันเวลาตามที่กำหนด



ภาพที่ 3 นักเรียนทำการสร้างชิ้นงานในวงจรปฏิบัติการที่ 3

5) ขัณฑ์ทดสอบและประเมินผล เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำชิ้นงานที่สร้างขึ้น มาทำการทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงาน จากนั้นนักเรียนในกลุ่มร่วมกันประเมินความสำเร็จของชิ้นงาน ที่เป็นไปได้ และหาวิธีปรับปรุงชิ้นงาน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนด โดยผู้วิจัยคอยดูแลให้คำแนะนำกับนักเรียนในการทดสอบและปรับปรุงชิ้นงาน กระตุ้นให้นักเรียน มองเห็นปัญหา และแนวทางแก้ไขชิ้นงานของกลุ่มตนเอง

6) นำเสนอผลและแนวทางในการปรับปรุงผลงาน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ ในหัวข้อแนวคิด วิธีการแก้ปัญหา และกระบวนการสร้างชิ้นงาน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเสนอแนะ ข้อดี ข้อด้อย และวิธีการปรับปรุงชิ้นงานให้กับเพื่อนกลุ่มที่นำเสนอหลังจากที่นำเสนอเสร็จแล้ว เพื่อช่วยให้เพื่อนกลุ่มที่นำเสนอได้แนวทางในการปรับปรุงชิ้นงานในครั้งต่อไปให้ดียิ่งขึ้น ผู้วิจัยร่วมกับนักเรียนในการสรุปความรู้ และร่วมกันอภิปรายกับนักเรียนเกี่ยวกับการดำเนินกิจกรรมและสรุปความเชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ในการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนสามารถนำข้อเสนอแนะมาแก้ไขปรับปรุงชิ้นงานให้ดีขึ้นต่อไป

2. ทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สารอาหาร เปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร เมื่อจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการทำกิจกรรม ได้แก่ ชิ้นงาน ใบกิจกรรม และหลังจากที่ดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ นักเรียนจะได้ทำแบบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์เป็นรายบุคคล ผู้วิจัยได้นำข้อมูล จากชิ้นงาน ใบกิจกรรม และแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียน มาวิเคราะห์ประเภทการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของการเรียนรู้ โดยรายงานตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ตามแนวคิด องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD 2019 : 20) ได้แก่ 1) การสร้างความคิดที่หลากหลาย (Generate diverse ideas, D) 2) การสร้างความคิดสร้างสรรค์ (Generate creative ideas, C) 3) การประเมินและปรับปรุงความคิด (Evaluate and improve ideas, E) โดยแต่ละองค์ประกอบพิจารณาภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ (Written and Visual Expression, W) 2) การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ (Social and Scientific Problem Solving, S)

ในภาพรวมพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ ได้แก่การสร้างความคิดที่หลากหลายการสร้างความคิดสร้างสรรค์ และการประเมินและปรับปรุงความคิดได้ดีตามลำดับเมื่อพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 จนถึงวงจรปฏิบัติการที่ 3 และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในองค์ประกอบของการสร้างความคิดที่หลากหลายได้ดีที่สุดรองลงมาคือการสร้างความคิดสร้างสรรค์ และการประเมินและปรับปรุงความคิดตามลำดับ

เมื่อพิจารณาการสร้างความคิดที่หลากหลายพบว่านักเรียนสามารถแสดงการสร้างความคิดที่หลากหลายภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะและมีความสอดคล้องควบคู่กันไปโดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 และมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 จนถึงวงจรปฏิบัติการที่ 3 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 ซึ่งเป็นพัฒนาการที่ดีขึ้น

เมื่อพิจารณาการสร้างความคิดสร้างสรรค์พบว่านักเรียนสามารถแสดงการสร้างความคิดสร้างสรรค์ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะซึ่งมีความสอดคล้องควบคู่กันไปเช่นเดียวกัน โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 และ 2 และมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 ซึ่งเป็นพัฒนาการที่ดีขึ้น

เมื่อพิจารณาการประเมินและปรับปรุงความคิดพบว่า นักเรียนสามารถแสดงการประเมินและปรับปรุงความคิดภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะซึ่งมีความสอดคล้องควบคู่กันไปกับวงจรปฏิบัติการที่ 1 จนถึงวงจรปฏิบัติการที่ 3 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 และระดับที่ 3 ซึ่งเป็นพัฒนาการที่ดีขึ้น แสดงดังตารางที่ 1

ตาราง 2 ผลการประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 - วงจรปฏิบัติการที่ 3

องค์ประกอบของ ความคิดสร้างสรรค์	ร้อยละของจำนวนกลุ่มผู้เรียนจำแนกตามระดับ								
	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	ระดับ	ระดับ	ระดับ	ระดับ	ระดับ	ระดับ	ระดับ	ระดับ	ระดับ
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1. การสร้างความคิดที่หลากหลาย (Generate diverse ideas, D)									
1.1 การแสดงออก อย่างสร้างสรรค์ด้าน การเขียนและสร้าง ภาพ (Written and Visual Expression, W)	75 (3)	25 (1)	-	25 (1)	50 (2)	25 (1)	25 (1)	25 (1)	50 (2)
1.2 การสร้างความรู้ ควบคู่กับการ แก้ปัญหาทางสังคม และวิทยาศาสตร์ (Social and Scientific Problem Solving, S)	50 (2)	50 (2)	-	50 (2)	50 (2)	-	25 (1)	50 (2)	25 (1)
2. การสร้างความคิดสร้างสรรค์ (Generate creative ideas, C)									
2.1 การแสดงออก อย่างสร้างสรรค์ด้าน การเขียนและสร้าง ภาพ (Written and Visual Expression, W)	50 (2)	50 (2)	-	50 (2)	50 (2)	-	25 (1)	50 (2)	25 (1)
2.2 การสร้างความรู้ ควบคู่กับการ แก้ปัญหาทางสังคม และวิทยาศาสตร์ (Social and Scientific	25 (1)	50 (2)	25 (1)	50 (2)	25 (1)	25 (1)	50 (2)	25 (1)	25 (1)

Problem Solving, S)									
3. การประเมินและปรับปรุงความคิด (Evaluate and improve ideas, E)									
3.1 การแสดงออก									
อย่างสร้างสรรค์ด้าน									
การเขียนและสร้าง	75	25	-	50	25	25	25	75	-
ภาพ (Written and	(3)	(1)		(2)	(1)	(1)	(1)	(3)	
Visual									
Expression, W)									
3.2 การสร้างความรู้									
ควบคู่กับการ									
แก้ปัญหาทางสังคม	50	25	25	25	25	50	25	50	25
และวิทยาศาสตร์	(2)	(1)	(1)	(1)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)
(Social and									
Scientific									
Problem Solving,									
S)									

หมายเหตุ : จำนวนกลุ่มของผู้เรียนระบุอยู่ใน ()

ตาราง 3 ผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

องค์ประกอบของความคิด สร้างสรรค์	ร้อยละของจำนวนผู้เรียนจำแนกตามระดับ					
	แบบทดสอบก่อนเรียน			แบบทดสอบหลังเรียน		
	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3
1. การสร้างความคิดที่หลากหลาย (Generate diverse ideas, D)						
1.1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์	47.06	41.18	11.76	29.41	58.83	11.76
ด้านการเขียนและสร้างภาพ (Written and Visual Expression, W)	(8)	(7)	(2)	(5)	(10)	(2)
1.2 การสร้างความรู้ควบคู่กับการ แก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ (Social and Scientific Problem Solving, S)	58.85	41.18	-	35.29	58.83	5.88
	(10)	(7)	-	(6)	(10)	(1)
2. การสร้างความคิดสร้างสรรค์ (Generate creative ideas, C)						

2.1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์	52.94	41.18	5.88	29.41	47.06	23.53
ด้านการเขียนและสร้างภาพ	(9)	(7)	(1)	(5)	(8)	(4)
(Written and Visual Expression, W)						
2.2 การสร้างความรู้ความเข้าใจกับการ	41.18	58.83	-	23.53	64.71	11.76
แก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์	(7)	(10)	-	(4)	(11)	(2)
(Social and Scientific Problem Solving, S)						
3. การประเมินและปรับปรุงความคิด (Evaluate and improve ideas, E)						
3.1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์	52.94	47.06	-	29.41	58.83	11.76
ด้านการเขียนและสร้างภาพ	(9)	(8)	-	(5)	(10)	(2)
(Written and Visual Expression, W)						
3.2 การสร้างความรู้ความเข้าใจกับการ	58.83	35.29	5.88	41.18	41.18	17.65
แก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์	(10)	(6)	(1)	(7)	(7)	(3)
(Social and Scientific Problem Solving, S)						

3. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สารอาหาร เปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไรเมื่อจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เมื่อทำแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สารอาหาร ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จำนวน 17 คน พบว่าคะแนนเฉลี่ยแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 88.82 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 72.79 จึงสรุปได้ว่านักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสูงขึ้นกว่าก่อนจัดการเรียนรู้

อภิปรายผลการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารอาหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ควรมีแนวทางดังนี้

ขั้นระบุปัญหาหรือโจทย์ ในส่วนของสถานการณ์ปัญหาได้กำหนดเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง และสามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน สอดคล้องกับ จรูญพงษ์ ชลสินธุ์ (2561 : 32-46) ที่กล่าวว่า ในการระบุปัญหาต้องสร้างจากสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียน และสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาซึ่งสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นนั้นจะส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การกำหนดเป้าหมายและแนวทางการแก้ปัญหาด้วยกัน ซึ่งสถานการณ์ที่กำหนดจะส่งเสริมให้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ เพื่อหาวิธีในการแก้ปัญหา ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นักเรียนภายในกลุ่มมีการวางแผนร่วมกัน ระบุมุมมองที่ต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหา การสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา และสืบค้นข้อมูลในแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ พร้อมทั้งระบุแหล่งอ้างอิงโดยครูให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเข้าถึงแหล่งข้อมูลในการสืบค้นที่น่าเชื่อถือ ซึ่งสอดคล้องกับ ประสาท เนืองเฉลิม (2558 : 136-154) ที่กล่าวว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ครูควรออกแบบการเรียนรู้ให้เป็นแรงบันดาลใจของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจและกระตือรือร้นในการเรียนและหาความรู้ เนื่องจากนักเรียนสามารถเข้าถึงความรู้ได้ตลอดเวลา ควรให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลที่เป็นประโยชน์และสามารถวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ต่อไปได้ ผู้สอนควรเน้นย้ำให้นักเรียนวางแผนว่าจะสืบค้นข้อมูล อะไรบ้าง ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา นักเรียนในกลุ่มจะต้องช่วยกันสืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลการสืบค้นเพื่อใช้ในการพิจารณาเลือกใช้ข้อมูลที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาพร้อมทั้งระบุแหล่งข้อมูลอ้างอิงได้โดยผู้สอนให้นักเรียนใช้แหล่งในการสืบค้นข้อมูลออนไลน์ที่หลากหลาย และให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเข้าถึงแหล่งข้อมูลในการสืบค้นที่น่าเชื่อถือ ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนออกแบบชิ้นงานโดยการวาดภาพโครงร่างชิ้นงานที่สามารถแก้ปัญหาได้ โดยให้แต่ละกลุ่มนำความรู้ที่ได้จากการพูดคุยและหาข้อสรุปวิธีการแก้ปัญหาและรวบรวมข้อมูลมาใช้ในการร่างแบบชิ้นงาน สอดคล้องกับ Brophy et al (2008 : 369-387) กล่าวว่า ในการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมโดยให้นักเรียนได้ออกแบบและสร้างชิ้นงานขึ้นภายใต้เงื่อนไขและ ข้อจำกัดที่กำหนดสามารถส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาขั้นสูงของนักเรียนได้ ขั้นวางแผนและพัฒนา นักเรียนต้องวางแผนลำดับขั้นตอนในการสร้างชิ้นงานและลงมือปฏิบัติตามแผนที่กลุ่มได้วางไว้ สอดคล้องกับ Householder and Hailey (2012 : 166) กล่าวว่า การเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดอย่างมีประสิทธิภาพนั้นควรมาจากแนวคิดและการตัดสินใจของสมาชิกทุกคนภายในกลุ่มเพื่อนำไปสู่การวางแผนการทำงาน การปรับปรุงแก้ไขคิดค้นแนวทางที่หลากหลายเพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ขั้นทดสอบและประเมินผล นักเรียนนำชิ้นงานที่สร้างขึ้นมาทำการทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงาน จากนั้นนักเรียนในกลุ่มร่วมกันประเมินความสำเร็จของชิ้นงาน ที่เป็นไปได้ และหาวิธีปรับปรุงชิ้นงาน ให้มีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับ วิจารย์ พานิช (2556 : 32) กล่าวว่า

การเปิดใจยอมรับและตอบสนองต่อมุมมองใหม่ๆ ทำได้โดยฟังข้อคิดเห็นจากกลุ่ม รวมทั้งการประเมินผลงานจากกลุ่มเพื่อนำไปปรับปรุง หลังจากที่นักเรียนทดสอบชิ้นงานแล้วจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการอภิปรายถึงผลและข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มเพื่อร่วมกันหาวิธีการแก้ปัญหาเพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ชื่นนำเสนอผลและแนวทางในการปรับปรุงผลงาน นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ ในหัวข้อแนวคิด วิธีการแก้ปัญหา และกระบวนการสร้างชิ้นงาน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเสนอแนะ ข้อดี ข้อด้อย และวิธีการปรับปรุงชิ้นงานให้กับเพื่อนกลุ่มที่นำเสนอหลังจากที่นำเสนอเสร็จแล้ว เพื่อช่วยให้เพื่อนกลุ่มที่นำเสนอได้แนวทางในการปรับปรุงชิ้นงานในครั้งต่อไปให้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับ พิชิต ฤทธิ์เจริญ (2559 : 1-17) ที่กล่าวถึงการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ที่ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการประเมินตนเอง เพื่อนำไปพัฒนาและปรับปรุงพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง

2. ผลของการส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สารอาหาร เมื่อจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ในภาพรวมพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบได้แก่การสร้างความคิดที่หลากหลายการสร้างความคิดสร้างสรรค์ และการประเมินและปรับปรุงความคิดได้ดีตามลำดับเมื่อพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 จนถึงวงจรปฏิบัติการที่ 3 และแบบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในองค์ประกอบของการสร้างความคิดที่หลากหลายได้ดีที่สุดรองลงมา คือ การสร้างความคิดสร้างสรรค์ และการประเมินและปรับปรุงความคิด ตามลำดับ

องค์ประกอบที่ 1 การสร้างความคิดที่หลากหลาย นักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวคิด วิธีการแก้ปัญหาหรือตีความหมายข้อมูลได้อย่างหลากหลาย ควบคู่ไปกับนักเรียนสามารถใช้วิธีการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ที่จะสามารถแก้ปัญหาได้อย่างสำเร็จและมีประสิทธิภาพและใช้ความรู้เรื่อง สารอาหาร มาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ส่วนมากอยู่ในระดับ 1 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และอยู่ในระดับ 2 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 มีความสอดคล้องกับแบบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์รายบุคคลหลังเรียน ซึ่งอยู่ในระดับ 2 เช่นเดียวกัน ถ้าเปรียบเทียบกับแบบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์รายบุคคลก่อนเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ อยู่ในระดับ 1 ซึ่งถือว่าเป็นพัฒนาการที่ดีขึ้น เนื่องจากครูคอยให้คำแนะนำอยู่ห่างๆ คอยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้และใช้ประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับเรื่องสารอาหาร คอยอธิบายชี้แจงในการลงมือปฏิบัติช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในการลงมือปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง และครูยังคอยส่งเสริมให้นักเรียนมีการแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มเพื่อให้สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น การลงมือปฏิบัติ มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีร่วมกันภายในกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับ นิลาวรรณ สิงห์งาม (2559 : 151-156) ที่กล่าวว่า หากนักเรียนมีแรงจูงใจและมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันความคิดจากผู้อื่น จะส่งผลให้มีการสร้างแนวคิดใหม่ๆ เกิดขึ้นซึ่ง

นักเรียนแต่ละคนมีโอกาสที่จะหาคำตอบของตนเองได้โดยไม่เหมือนใคร ครูควรเน้นย้ำถึงการแสดงออกทางความคิดโดยไม่มีผิดหรือถูก

องค์ประกอบที่ 2 การสร้างความคิดสร้างสรรค์ นักเรียนสามารถออกแบบหรือร่างแบบชิ้นงานกล่องบรรจุอาหารที่แปลกใหม่และมีประสิทธิภาพได้อย่างถูกต้องตามเงื่อนไขที่ครูกำหนด ตระหนักถึงผลลัพธ์ที่เกิดประโยชน์ต่อตนเองหรือสังคม และสร้างวิธีการแก้ปัญหาในเชิงวิศวกรรมได้ถูกต้องและมีความเป็นไปได้โดยส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 และ 2 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 ส่วนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 อยู่ในระดับ 2 และ 3 ซึ่งมีความสอดคล้องกับแบบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์รายบุคคลหลังเรียน ซึ่งอยู่ในระดับ 2 เช่นเดียวกัน ถ้าเปรียบเทียบกับแบบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์รายบุคคลก่อนเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ อยู่ในระดับ 1 ซึ่งถือว่าเป็นพัฒนาการที่ดีขึ้น เนื่องจากครูคอยให้คำแนะนำนักเรียนในการสร้างและออกแบบชิ้นงานซึ่งนักเรียนเริ่มมีความเรียนรู้ในการปฏิบัติกิจกรรมมากขึ้น นักเรียนต้องมีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ร่วมมือกันในการแก้ปัญหาภายในกลุ่มเพื่อให้ได้วิธีในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด สอดคล้องกับ วันเพ็ญ นันทะศรี (2560 : 44-50) ที่พบว่า ปัจจัยที่มีส่วนให้ความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นคือ การที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองและได้แสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนกับเพื่อนภายในกลุ่มก่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนทางความคิดซึ่งรวมถึงช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจไปในทิศทางเดียวกัน

องค์ประกอบที่ 3 การประเมินและปรับปรุงความคิด นักเรียนสามารถปรับปรุงในบางส่วนของชิ้นงานและการเขียนอธิบายแนวคิด การออกแบบชิ้นงาน แต่ยังคงรักษาองค์ประกอบที่มีอยู่เดิมและปรับปรุงภาพหรือชิ้นงานให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น ควบคู่ไปกับนักเรียนสามารถนำเสนอแนะจากครู และเพื่อนกลุ่มอื่นมาปรับปรุงชิ้นงานให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคมยิ่งขึ้น และนำเสนอแนะมาปรับปรุงแนวคิด วิธีการแก้ปัญหาที่ได้จากการทดลองหรือตรวจสอบชิ้นงาน โดยส่วนมากอยู่ในระดับ 1 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 อยู่ระดับ 2 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ซึ่งมีความสอดคล้องกับแบบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์รายบุคคลหลังเรียน ซึ่งอยู่ในระดับ 2 เช่นเดียวกัน ถ้าเปรียบเทียบกับแบบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์รายบุคคลก่อนเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ อยู่ในระดับ 1 ซึ่งถือว่าเป็นพัฒนาการที่ดีขึ้น เนื่องจากครูคอยให้คำแนะนำ และส่งเสริมให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันให้ข้อเสนอแนะ ในจุดดี จุดด้อย ของกลุ่มเพื่อนที่ออกมาแนะนำชิ้นงานหน้าชั้นเรียน และนำเสนอแนะไปปรับปรุงพัฒนาชิ้นงานให้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556 : 15-18) ที่กล่าวว่า กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมเป็นกระบวนการทำงานที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน รู้จักการวางแผนการแก้ปัญหาเข้าใจถึงกระบวนการที่ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ใหม่ของวิศวกรที่ต้องมีการวางแผนการทำงานการปรับปรุงแก้ไขการคิดค้นแนวทางที่หลากหลายเพื่อทดสอบวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

3. ผลของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สารอาหาร เมื่อจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแบบประเมินจำนวน 8 ข้อ ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 72.79 และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 88.82 ซึ่งสูงกว่า จึงสรุปได้ว่า นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสูงขึ้นกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับ พลศักดิ์ แสงพรหมศรี และคณะ (2558 : 401) พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนรายวิชาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

1. การที่ครูนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาครูควรศึกษาขั้นตอนในแผนการจัดการเรียนรู้ให้เข้าใจก่อนลงมือปฏิบัติ และควรนำกิจกรรมตามขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง เพื่อให้ นักเรียนสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์จะได้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น
2. ควรศึกษาผลการนำรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในระดับชั้นอื่นๆ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนและช่วยส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์รวมทั้งเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะ ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง
3. การเลือกใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นการเลือกสถานการณ์ที่มาจากปัญหาที่เกิดขึ้นจริงใน ปัจจุบัน ผู้วิจัยสามารถปรับเปลี่ยนปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันหาวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งจะเกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่ามากที่สุด
4. ผู้วิจัยควรชี้แจงรายละเอียดของกิจกรรมให้นักเรียนได้ทราบอย่างละเอียด และแจ้งการประเมินทดสอบชิ้นงานให้ไปในทิศทางเดียวกันทุกกลุ่ม เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความสับสน
5. การนำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาไปใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่น ครูควรปรับเวลาในการทำกิจกรรมให้เหมาะสมกับศักยภาพของนักเรียน เพราะจะทำให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
6. ควรนำผลการศึกษาความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ที่ได้ผลการประเมินน้อยที่สุดมาพัฒนาต่อไป

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาควรศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยในการจัดกิจกรรมควรเป็นกิจกรรมที่มีความน่าสนใจและเหมาะสมกับวัย
2. การจัดการเรียนรู้ในชั้นออกแบบชิ้นงานควรได้รับการศึกษาต่อยอดด้วยการออกแบบกิจกรรมให้ นักเรียนสามารถสร้างชิ้นงานได้อย่างหลากหลาย
3. ควรศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

- จรรยาพงษ์ ชลสินธุ์, สิริินภา กิจเกื้อกูล, และ วิภารัตน์ เชื้อขวด ชัยสิทธิ์. (2561). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อ พัฒนาการจัดการเรียนรู้ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรมที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ. *วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร*. 20 (2), 32-46.
- ชนัญดา ภูโปรง. (2560). *การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEAM Education) เพื่อส่งเสริมทักษะ ความคิดสร้างสรรค์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในชั้นเรียน วิทยาศาสตร์*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหา สารคาม.
- นิตยา อ่างทอง. (2565). สารอาหาร. *ออนไลน์*. สืบค้นเมื่อ 18 สิงหาคม 2565. แหล่งที่มา: <https://www.scimath.org/lesson-biology/item/9791-1-9791>
- นิลาวรรณ สิงห์งาม. (2559). การพัฒนาบทเรียนบนเว็บโดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับกระบวนการสอนแบบ ชินเน็คติกส์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*. 13 (60), 151-166.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2558). แนวทางเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. *วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต*. 9 (1), 136-154.
- พลศักดิ์ แสงพรมศรี, ประสาธ เนืองเฉลิม, และ ปิยะเนตร จันทร์ธีระติกุล. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับแบบปกติ. *วารสาร ศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัย มหาสารคาม*. 9 (พิเศษ), 408-410.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2559). การประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ *Assessment for Learning Development*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ*. 9 (1). 1-17.

- ภิญโญ วงษ์ทองและคณะ. (2563). การพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ด้วยการจัดการเรียนรู้บูรณาการสเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*. 14 (3), 153.
- วันเพ็ญ นันทะศรี. (2560). การพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักศึกษาด้วยการเขียนแผนที่ความคิด. *วารสารบัณฑิตศึกษา*. 14 (64), 43-50.
- วิจารณ์ พานิช. (2556). *การสร้างการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพมหานคร: ส.เจริญการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (PISA 2022). *การประเมินความคิดสร้างสรรค์ใน PISA 2022*. ออนไลน์. สืบค้นเมื่อ 2 ตุลาคม 2565. แหล่งที่มา: [INFOGRAPHICS] การประเมินความคิดสร้างสรรค์ใน PISA 2022 – PISA THAILAND (ipst.ac.th).
- สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2022). รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน(O-NET) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2564. ออนไลน์. สืบค้น 18 สิงหาคม 2565. แหล่งที่มา: kfile:///C:/Users/DELL/Downloads/StatbySchool_2564_P6_1062010087.pdf.
- อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2556). สะเต็มศึกษากับการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในประเทศสหรัฐอเมริกา. *วารสารสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย*. 19, 15-18.
- Belbase, S., Mainali, B. R., Kasemsukpipat, W., Tairab, H., Gochoo, M., & Jarrah, A. (2021). At the dawn of science, technology, engineering, arts, and mathematics (STEAM) education: prospects, priorities, processes, and problems. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 1-37. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1922943>
- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M., & Rogers, C. (2008). Advancing Engineering Education in P-12 Classrooms. *Journal of Engineering Education*. 97 (3), 369-387.
- Division of Research Administration and Educational Quality Assurance. (2017). *Thailand 4.0 Model Drive of Thailand Towards Stability, Wealth and Sustainable*. Bangkok: Division of Research Administration and Educational Quality Assurance.
- Householder, D.L. & Hailey, C.E. (2012). Incorporating engineering design challenges into STEM ourses. *Online*. April 5, 2023, from http://digitalcommons.usu.edu/ncete_publications/166.
- OECD. (2019). *PISA 2021 Creative Thinking Framework (Third draft)*. <https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA-2021-creative-thinking-framework.pdf>.
- Santiboon, T., & Fisher, D. (2005, August). *Laboratory learning environment and Teacher – Student Interactions in physics classes in Thailand* .paper presented at the 4th. International Conference on Science, Mathematics and Technology Education.Simon Fraser University, Vancouver, Cannada.Yakman, G. (2008) *STEAM Education an overview of creating a model of integrative Education*. <http://www.iteaconnect.org/Conference /PATT/PATT1/9Yakmanfinal19.html/>