

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมจิตนิสัยทางสะเต็ม*

อนงค์นาฏ คุณรัมย์¹ ณัฐพร มีสวัสดิ์²

(วันที่รับบทความ: 28 กรกฎาคม 2565; วันที่แก้ไขบทความ: 1 พฤศจิกายน 2565; วันที่ตอบรับบทความ: 9 พฤศจิกายน 2565)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พลังงานความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร บ้านพักเชิงนิเวศ และการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ที่ส่งเสริมจิตนิสัยทางสะเต็มต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และคุณลักษณะจิตนิสัยทางสะเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/9 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนเมืองคลองพิทยาสรรพ์ จำนวน 29 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมจิตนิสัยทางสะเต็ม แบบประเมินจิตนิสัยทางสะเต็ม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสัมภาษณ์นักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที สำหรับกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มไม่เป็นอิสระต่อกัน การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Repeated Measure ANOVA) และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis)

ผลการศึกษาพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริม จิตนิสัยทางสะเต็ม มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมจิตนิสัยทางสะเต็ม ต่อคุณลักษณะจิตนิสัยทางสะเต็ม พบว่าจิตนิสัยทางสะเต็มของนักเรียน เมื่อเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมจิตนิสัยทางสะเต็ม มีค่าเฉลี่ยสูงขึ้น และผลการถอดความบทสนทนาการทำกิจกรรมการเรียนรู้ และสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 5 คน โดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา พบจิตนิสัยทางสะเต็มทุกลักษณะ ทั้ง 6 ลักษณะ คือ ความสนใจใฝ่รู้ ความละเอียดรอบคอบในการตัดสินใจ การคิดแบบบูรณาการ การยอมรับในเหตุและผล ความสามารถในการสื่อสาร และการสร้างนวัตกรรม

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา, จิตนิสัย, จิตนิสัยทางสะเต็ม

* งานวิจัยได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2563

¹ ดร., ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ, E-mail: Anongnat@mtpl.ac.th

² อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

Effcet of Learning the Stem Education to Enhance the Stem Habits of Mind*

Anongnat Karunram¹ Nataporn Meesawat²

(Received: July 28, 2022; Revised: November 1, 2022; Accepted: November 9, 2022)

Abstract

This research focused on STEM teaching in Thermal energy and state of matter, Eco-lodge and Water treatment contents for enhances STEM habits of mind and characteristic STEM habits of mind with learning achievement in grade 7 students. The sample in this research were 29 student in grade 7 at Muangtalungpittayasan School. Four types of research instruments were (1) experimental tools: three STEM Education lesson plans for enhance STEM habits of mind; (2) evaluation tools: the STEM habits of mind evaluation form, achievement test and an interview assessment form. Descriptive statistics are used to describe a variables for a sample of data, the mean, standard deviation, a t-test for dependent sample and ANOVA. The non-numeric information were analyzed by content analysis.

The results indicate that:

1. After the programs, the learning achievement was significantly improved at a level of .05
2. This programs was able to enhance STEM habits of mind. The results showed that the STEM habits of mind in student were higher than average. The results showed that content analysis of learning activity transcribed and interviewed revealed that the STEM habits of mind includes six aspect, 1) Curiosity 2) Carefully Making decision 3) Integrative thinking 4) Recognizing cause and effect 5) Communicative ability and 6) Innovative ability.

Keywords: STEM education, Habits of mind, STEM Habits of mind

* This research project is supported by Office of the Basic Education Commission, 2020

¹ Dr, Teacher, Senior Professional Level Teachers, E-mail: Anongnat@mtp.ac.th

² Lecturer, Faculty of Science and Technology, Nakhon Sawan Rajabhat University

ความสำคัญและปัญหาการวิจัย

ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเฉพาะเทคโนโลยีการสื่อสาร ก่อให้เกิดปรากฏการณ์ที่มีข้อมูลข่าวสารจำนวนมากอยู่ในแหล่งต่าง ๆ และมีส่วนช่วยให้เกิดการถ่ายทอดข้อมูลใหม่ ๆ อยู่ตลอดเวลา ทำให้เกิดการแข่งขันกันเพื่อประโยชน์ทางเศรษฐกิจและสังคม การค้า โดยที่วิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีส่วนช่วยให้เศรษฐกิจและสังคมมีความเจริญก้าวหน้า ส่งผลให้ทุกประเทศต้องเร่งพัฒนาประชากรของตนให้มีคุณภาพสูงขึ้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการเตรียมนักเรียนให้มีทักษะที่จำเป็นเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง

การจัดการศึกษาที่ได้ให้ความสำคัญกับวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematic) หรือสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เป็นการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนในทุกระดับชั้น เพื่อพัฒนานักเรียนทางด้านกระบวนการคิด และการแก้ปัญหาสามารถเชื่อมโยงความรู้ เพื่อนำไปใช้แก้สถานการณ์ปัญหาที่พบในชีวิตจริง (มนตรี จุฬารัตน, 2556; พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์, 2556) เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และธรรมชาติของทั้ง 4 วิชาสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้ดี และมีคุณภาพ ในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และตั้งอยู่บนฐานความรู้ และเต็มไปด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี รวมทั้งการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ยังสามารถพัฒนาให้นักเรียนนำความรู้ทุกแขนงทั้งด้านความรู้ ทักษะต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหา การค้นคว้า สร้างและพัฒนาความคิดค้นสิ่งต่าง ๆ (พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์, 2556) สอดคล้องกับงานวิจัยของนักการศึกษา ซึ่งได้จัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 (จาริพร ผลมูล, สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์, และเกริก ศักดิ์สุภาพ, 2558; ศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัว, 2558; สุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์, 2559; น้ำฝน กุเจริญไพศาล, รังสิยา ขวัญเมือง, และลลิตา มาเอี่ยม, 2562) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม ในปัจจุบัน และความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21

การจัดการเรียนรู้ควรพัฒนาให้ครบทั้งด้านความรู้ ทักษะและจิตพิสัย ซึ่งจิตพิสัยเป็นองค์ประกอบอย่างหนึ่งทางจิตพิสัย โดยที่ จิตนิสัย เป็นสิ่งที่แสดงถึงอัจฉริยภาพของบุคคล ที่มีทักษะทางด้านความคิด ความเข้าใจ สามารถเชื่อมโยงไปยังเจตคติ นิสัย และพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก (Tishman, 2000) ซึ่ง คอสตา (Costa, 2008) กล่าวว่า จิตนิสัยเป็นผลการเรียนรู้ที่จะทำให้นักเรียน

มีคุณลักษณะสำคัญที่มีรูปแบบของพฤติกรรมที่ชาญฉลาดไม่เพียงมีความรู้แต่รวมไปถึงรู้วิธีที่จะจัดการหรือตอบสนองต่อข้อมูลนั้น ดังนั้นจำเป็นต้องมีการส่งเสริมและพัฒนาจิตนิสัย ให้เกิดขึ้น

ประเทศไทย ในส่วนของกระทรวงศึกษาธิการ ได้ให้ความสำคัญกับการใช้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เป็นฐานในการพัฒนาประเทศ และได้ตระหนักถึงความสำคัญของ สะเต็มศึกษา ได้มีนโยบายการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในสถานศึกษาขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2559) ดังนั้นหากมีการเปลี่ยนแปลงการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็น การบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ จึงควรส่งเสริมให้นักเรียนเกิด จิตนิสัยทางสะเต็ม ซึ่งเป็น คุณลักษณะที่นักเรียนใช้ความคิดในการทำงาน โดยการบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน จิตนิสัยทางสะเต็ม คือ คุณลักษณะทางความคิดของผู้เรียนที่สามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยมีองค์ประกอบคือ 1) ความสนใจใฝ่รู้ 2) ความละเอียดรอบคอบในการตัดสินใจ 3) การคิดแบบบูรณาการ 4) การยอมรับในเหตุและผล 5) ความสามารถในการสื่อสาร และ 6) การสร้างนวัตกรรม (อนงค์นาฏ คุรุณรัมย์, 2561) ซึ่งคุณลักษณะดังกล่าวมีความสำคัญที่ต้องส่งเสริมให้เกิดขึ้นกับนักเรียน สำหรับสังคมที่ต้องการ การอยู่อย่างสร้างสรรค์ และเรียนรู้ตลอดเวลา

จากความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมจิตนิสัยทางสะเต็ม ให้นักเรียนได้บูรณาการความรู้ เพื่อเป็นการกระตุ้นความสนใจ และส่งเสริมให้กับนักเรียนได้มีคุณลักษณะที่ใช้ความคิดในการทำงานโดยการบูรณาการความรู้เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมจิตนิสัยทางสะเต็ม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมจิตนิสัยทางสะเต็ม ที่มีต่อคุณลักษณะจิตนิสัยทางสะเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ วิธีการจัดการเรียนรู้ที่เป็น การบูรณาการแบบสหวิทยาการ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เป็นการให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิด และทักษะร่วมกัน เพื่อพัฒนานักเรียนทางด้านกระบวนการคิด และ

การแก้ปัญหา สามารถเชื่อมโยงความรู้เพื่อนำไปใช้แก้สถานการณ์ปัญหา ที่พบในชีวิตจริง (สุพรรณิชาญประเสริฐ, 2556; มนตรี จุฬารัตนพล, 2556; Labov, & Yamamoto, 2010; Gonzalez, & Kuenzi, 2012)

2. แนวคิดเกี่ยวกับจิตนิสัยทางสะเต็ม คือ คุณลักษณะการคิดบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน จิตนิสัยทางสะเต็ม ประกอบด้วย 6 ลักษณะ คือ ความสนใจใฝ่รู้ ความละเอียดรอบคอบในการตัดสินใจ การคิดแบบบูรณาการ การยอมรับในเหตุและผล ความสามารถในการสื่อสาร และการสร้างนวัตกรรม (อนงค์นาฏ คุรุณรัมย์, พินิจ ขำวงศ์, มนัส บุญประกอบ และธีรวัฒน์ ประกอบผล, 2561)

3. แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมจิตนิสัยทางสะเต็ม คือ ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นโดยการบูรณาการการสืบเสาะหาความรู้ แบบ 5E สำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กับแนวคิดของมิติของการพัฒนาจิตนิสัย ประกอบไปด้วย 6 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจ (Exploration) 3) ขั้นอธิบาย (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) และ 6) ขั้นการสะท้อนจิตนิสัยทางสะเต็ม (Reflection of STEM Habits of Mind)

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเชิงทดลอง โดยในการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้แบบแผนวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง (One Group Pre-test Post-test Design) และการศึกษาจิตนิสัยทางสะเต็ม ใช้แบบแผนวิจัยแบบอนุกรมเวลา (Time Series Design)

ประชากร/กลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเมืองตลุงพิทยาสรรพ์ อำเภอประโคนชัย จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 11 ห้องเรียน รวม 360 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/9 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนเมืองตลุงพิทยาสรรพ์ อำเภอประโคนชัย จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 29 คน โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจาก เป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยสามารถเข้าถึงกลุ่มตัวอย่างได้ และ เป็นห้องเรียนที่คละความสามารถ

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมจิตนิสัยทางสะเต็ม

ตัวแปรตาม คือ

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. จิตนิสัยทางสะเต็ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมจิตนิสัยทางสะเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 3 แผน เป็นเครื่องมือที่พัฒนามาโดย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสาร ของ อนงค์นาฏ คุรุณรัมย์ (2561) จำนวน 5 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ของ สุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์ (2559) จำนวน 9 ชั่วโมง และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพน้ำ ของ รังสิยา ขวัญเมือง, และลลิตา มาเอี่ยม (2559) จำนวน 6 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 20 ชั่วโมง ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 6 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นที่ใช้สถานการณ์ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน 2) ขั้นสำรวจ เป็นขั้นที่นักเรียนสำรวจ ตรวจสอบ เพื่อหาประจักษ์พยาน และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานนั้น 3) ขั้นอธิบาย เป็นขั้นที่นักเรียนนำหลักฐานที่ค้นพบมาเชื่อมโยงเพื่ออธิบายแนวคิด และสรุปหลักการของความรู้ที่ได้ 4) ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นที่นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา โดยมีการเชื่อมโยงความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อต่อยอดความรู้ หรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ และ นำความรู้ที่เกี่ยวข้องไปสู่งานอาชีพ 5) ขั้นประเมินผล เป็นขั้นที่ประเมินการเรียนรู้ และประเมินกระบวนการแก้ปัญหา มีการตรวจสอบ ปรับปรุงแนวทางในการแก้ปัญหา และ 6) ขั้นการสะท้อนจิตนิสัยทางสะเต็ม เป็นขั้นที่กระตุ้นให้นักเรียนได้สะท้อนความหมายและคุณค่าของจิตนิสัยทางสะเต็ม เพื่อให้เกิดการยอมรับและเห็นประโยชน์ของการใช้จิตนิสัยทางสะเต็ม นำมาใช้ในการเรียนรู้และแก้ปัญหา ซึ่งจะเป็นกระบวนการที่แฝงอยู่ในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้

2. แบบประเมินจิตนิสัยทางสะเต็ม เป็นเครื่องมือที่พัฒนามาจาก แบบประเมินจิตนิสัยทางสะเต็มของ อนงค์นาฏ คุรุณรัมย์ (2561) ซึ่งจิตนิสัยทางสะเต็ม มี 6 คุณลักษณะ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความละเอียดรอบคอบในการตัดสินใจ การคิดแบบบูรณาการ การยอมรับในเหตุและผล ความสามารถในการสื่อสาร และการสร้างนวัตกรรม ซึ่งเป็นแบบประเมินแบบมาตราส่วน 4 ระดับ จำนวน 42 ข้อ

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือที่พัฒนามาจาก แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่อง พลังงานความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะ ของ อนงค์นาฏ คุรุณรัมย์ (2561) เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ของ สุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์ (2559) และ เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพน้ำ ของ รังสิยา ขวัญเมือง, และลลิตา มาเอี่ยม (2559) ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

4. แบบสัมภาษณ์นักเรียน เป็นเครื่องมือที่พัฒนามาจากแบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างโดยสัมภาษณ์เชิงลึกที่มีประเด็นคำถามเพื่อศึกษาจิตนัยทางสะเต็ม ของ อนงค์นาฏ คุรุณรัมย์ (2561) จำนวน 3 ข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้แบบแผนวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง ซึ่งดำเนินการดังนี้

1) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/9 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 2) ชี้แจงให้นักเรียนมีความเข้าใจในแนวทางการจัดการเรียนรู้ มีแนวทางปฏิบัติได้อย่างถูกต้องในการจัดการเรียนรู้ จากนั้น ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) 3) ดำเนินการทดลองการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 20 ชั่วโมง โดยมีการบันทึกวีดีโอและบันทึกเสียงในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4) เมื่อดำเนินการทดลองเสร็จสิ้นตามกำหนด ดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ชุดเดียวกับก่อนเรียน) ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

2. การศึกษาจิตนัยทางสะเต็ม โดยใช้แบบแผนวิจัยแบบอนุกรมเวลา ดำเนินการดังนี้

1) นำแบบประเมินจิตนัยทางสะเต็มไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โดยนักเรียนทำการประเมินตนเอง ซึ่งในสัปดาห์แรกของภาคเรียนที่ 1 เพื่อเก็บข้อมูลจิตนัยทางสะเต็มของนักเรียน ครั้งที่ 1 ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลก่อนการทดลอง 2) เว้นระยะห่างจากการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งแรกเป็นเวลา 6 สัปดาห์ เก็บข้อมูลจิตนัยทางสะเต็มของนักเรียนครั้งที่ 2 ก่อนการดำเนินการทดสอบ 3) ดำเนินการทดลองโดยการจัดการเรียนรู้ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ โดยมีการบันทึกวีดีโอและบันทึกเสียงในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และทำการสัมภาษณ์นักเรียน จำนวน 5 คน หลังการดำเนินการจัดการเรียนรู้ทุกแผน 4) เมื่อดำเนินการทดลองเสร็จสิ้นตามกำหนด นำแบบประเมินจิตนัยทางสะเต็ม (ชุดเดียวกันกับครั้งที่ 1 และ 2) ไปใช้กับนักเรียนครั้งที่ 3 ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลหลังการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการครั้งนี้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลมีทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยได้มีการนำข้อมูลมาจัดกระทำดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ทำการวิเคราะห์จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ จากนั้นวิเคราะห์ค่าคะแนนที่ได้ทั้ง 2 ครั้ง โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเปรียบเทียบคะแนนที่ได้ของกลุ่มตัวอย่างระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test for Dependent Sample) ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel 2010

2. จิตนัยทางสะเต็ม ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล จากแบบประเมินจิตนัยทางสะเต็ม การถอด

ความจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และสัมภาษณ์นักเรียน มีขั้นตอนดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1) การวิเคราะห์คะแนนแบบประเมินจิตนียทางสะเต็มของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 ครั้ง โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แปลผลคะแนนเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์การตัดสิน (สสวท, 2555)

คะแนนเฉลี่ย 3.26 - 4.00 หมายถึง มีการปฏิบัติอยู่ในระดับในระดับมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.25 หมายถึง มีการปฏิบัติอยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.76 - 2.50 หมายถึง มีการปฏิบัติอยู่ในระดับน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.75 หมายถึง มีการปฏิบัติอยู่ในระดับไม่เด่นชัดหรือไม่มีการปฏิบัติ

จากนั้นทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของจิตนียทางสะเต็มของกลุ่มเป้าหมายระหว่างการทดสอบ ครั้งที่ 1, 2 และ 3 โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Repeated Measure ANOVA) ด้วยโปรแกรม SPSS for Windows 2) นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้ไปเปรียบเทียบกับข้อมูลเชิงคุณภาพ และอภิปรายถึงความสอดคล้องหรือความขัดแย้งของผลการทดลองที่เกิดขึ้น

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การวิเคราะห์จากการถอดความการทำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และแบบสัมภาษณ์นักเรียน โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา ใช้กรอบแนวคิดของจิตนียทางสะเต็ม ซึ่งประกอบด้วย ความสนใจใฝ่รู้ ความละเอียดรอบคอบในการตัดสินใจ การคิดแบบบูรณาการ การยอมรับในเหตุและผล ความสามารถในการสื่อสาร และการสร้างนวัตกรรม เพื่อจัดกลุ่มคำสำคัญที่บ่งชี้ จิตนียทางสะเต็มของนักเรียนที่เกิดขึ้น

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมจิตนียทางสะเต็ม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมจิตนียทางสะเต็ม

การทดสอบ	n	$\bar{X}$	S.D.	t	df	p-value
ก่อนเรียน	29	8.07	2.66	13.24*	28	0.000
หลังเรียน	29	18.28	3.27			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน 8.07 (S.D. = 2.66) และหลังเรียน 18.28 (S.D. = 3.27) ตามลำดับ เมื่อ

ทำการทดสอบทางสถิติพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมจิตนิสัยทางสะเต็ม ที่มีต่อคุณลักษณะจิตนิสัยทางสะเต็ม ผลการวิเคราะห์มีดังนี้

2.1 ผลการประเมินจิตนิสัยทางสะเต็ม ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินจิตนิสัยทางสะเต็มของนักเรียนครั้งที่ 1, 2 และ 3

จิตนิสัย ทางสะเต็ม	N	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ครั้งที่ 3		
		$\bar{X}$	S.D.	แปลผล	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ความสนใจ ใฝ่รู้	29	2.58	0.55	ปาน กลาง	2.93	0.68	ปาน กลาง	3.29	0.57	มาก
2. ความละเอียด รอบคอบในการ ตัดสินใจ	29	2.76	0.49	ปาน กลาง	3.13	0.67	ปาน กลาง	3.37	0.59	มาก
3. การคิดแบบ บูรณาการ	29	2.50	0.49	น้อย	2.50	0.65	น้อย	3.24	0.46	ปาน กลาง
4. การยอมรับ ในเหตุและผล	29	2.64	0.48	ปาน กลาง	2.90	0.66	ปาน กลาง	3.43	0.57	มาก
5. ความสามารถ ในการสื่อสาร	29	2.63	0.48	ปาน กลาง	2.70	0.74	ปาน กลาง	3.32	0.57	มาก
6. การสร้าง นวัตกรรม	29	3.15	0.59	ปาน กลาง	2.78	0.73	ปาน กลาง	3.42	0.52	มาก
ค่าเฉลี่ย	29	2.72	0.62	ปาน กลาง	2.80	0.83	ปาน กลาง	3.34	0.63	มาก

จากตารางที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนจิตนิสัยทางสะเต็มของนักเรียน ในภาพรวม ครั้งที่ 1 สัปดาห์แรกภาคเรียนที่ 1 อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}=2.72$, $SD = 0.62$) ครั้งที่ 2 ก่อนการดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}=2.80$, $SD = 0.83$) และครั้งที่ 3 หลังการดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.34$, $SD = 0.63$)

จากนั้นทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของจิตนิสัยทางสะเต็มของนักเรียน ทั้ง 3 ครั้ง โดยใช้สถิติ Repeated Measure ANOVA ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนจิตนีสัยทางสะเต็มของนักเรียนครั้งที่ 1, 2 และ 3 (n=29)

แหล่งความแปรปรวน	ss	df	ms	F	p-value
ภายในกลุ่ม					
ช่วงเวลา	6.71	2	3.35	110.66*	0.000
ความคลาดเคลื่อน	1.69	56	0.03		

* Sphericity Assumed, $p < 0.05$

จากตารางที่ 3 พบว่าคะแนนจิตนีสัยทางสะเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั้ง 3 ครั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F_{1,69,56} = 110.66, p < 0.05$) แสดงว่าคะแนน จิตนีสัยทางสะเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ ด้วยวิธีการทดสอบ แบบ Bonferroni ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4 ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ ของคะแนนเฉลี่ยจิตนีสัยทางสะเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 ครั้งที่ 1, 2 และ 3 (n=29)

การทดสอบ	$\bar{X}$	สัปดาห์แรก ภาคเรียน ที่ 1	ก่อนการ ดำเนินการ ทดสอบ	หลังการ ดำเนินการ ทดสอบ
สัปดาห์แรกภาคเรียนที่ 1	2.72	-	.279	.000*
ก่อนการดำเนินการทดสอบ	2.80	-	-	.000*
หลังการดำเนินการทดสอบ	3.34	-	-	-

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4 พบว่า คะแนนเฉลี่ยจิตนีสัยทางสะเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ครั้งที่ 3 หลังการดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมจิตนีสัยทางสะเต็ม ($\bar{X}=3.34$) สูงกว่า คะแนนเฉลี่ยจิตนีสัยทางสะเต็ม ครั้งที่ 1 สัปดาห์แรก ภาคเรียนที่ 1 ($\bar{X}=2.72$) และครั้งที่ 2 ก่อนการดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมจิตนีสัยทางสะเต็ม ($\bar{X}=2.80$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคะแนนเฉลี่ยจิตนีสัยทางสะเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ครั้งที่ 1 สัปดาห์แรก ภาคเรียนที่ 1 ไม่แตกต่างจากครั้งที่ 2 ก่อนการดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมจิตนีสัยทางสะเต็ม ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ทำการวิเคราะห์คุณลักษณะของจิตนีสัยทางสะเต็มของนักเรียนจำนวน 5 คน ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมจิตนีสัยทางสะเต็ม โดยการถอดความบทสนทนาจากวิดีโอ และแถบบันทึกเสียงระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของ

นักเรียนทั้งหมด 3 แผน และจากการสัมภาษณ์นักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ปรากฏแต่ละคุณลักษณะที่พบในแต่ละแผนเป็นดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงความถี่ของจิตนิสัยทางสะเต็ม ที่ปรากฏในระหว่างการจัดการเรียนรู้

จิตนิสัยทางสะเต็ม	ความถี่ของจิตนิสัยทางสะเต็ม			รวม
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	
ความสนใจใฝ่รู้	4	5	6	16
ความละเอียดรอบคอบในการตัดสินใจ	6	5	4	15
การคิดแบบบูรณาการ	4	3	4	11
การยอมรับในเหตุและผล	3	7	4	14
ความสามารถในการสื่อสาร	2	3	3	8
การสร้างนวัตกรรม	3	2	4	9

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้สามารถส่งเสริมจิตนิสัยทางสะเต็มได้ ทุกลักษณะโดยสามารถเรียงลำดับการเกิดจิตนิสัยทางสะเต็มจากความถี่มากไปน้อย คือ 1) ความสนใจใฝ่รู้ 2) ความละเอียดรอบคอบในการตัดสินใจ 3) การยอมรับในเหตุและผล 4) การคิดแบบบูรณาการ 5) การสร้างนวัตกรรม และ 6) ความสามารถในการสื่อสาร ตัวอย่างจากการถอดความจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่แสดงถึง จิตนิสัยทางสะเต็มความสนใจใฝ่รู้ มีพฤติกรรมบ่งชี้อย่างหนึ่ง คือ สามารถระบุประเด็นปัญหาจากประสบการณ์ได้ ดังเช่น แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มีสถานการณ์ปัญหา นักเรียนได้ร่วมกันทำน้ำหวานให้เป็นไอศกรีม นักเรียนได้ร่วมกัน ระบุประเด็นปัญหาจากประสบการณ์ ดังข้อความ “เขาเห็นที่ทำไอติมหลอด” และจากการสัมภาษณ์ นักเรียนบอกว่า เคยเห็นวิธีการทำไอติมหลอดซึ่งจะเปลี่ยนจากน้ำหวานกลายเป็นน้ำแข็ง จึงได้นำวิธีการดังกล่าวมาใช้แก้ปัญหา การทำน้ำหวานให้เป็นไอศกรีม ซึ่งในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 มีสถานการณ์ปัญหา ให้นักเรียนร่วมกันออกแบบผนังบ้านพักเชิงนิเวศ นักเรียนได้นำประสบการณ์ที่ได้รับมาเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ดังข้อความที่ “ก็ที่เราไปนอนบ้านพักที่ค่ายสะแกราช พี่เขาบอกว่าบ้านพักทำจากอิฐประสาน นอนแล้วเย็นนะ” ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพน้ำ นักเรียนได้ร่วมกันประดิษฐ์เครื่องเติมออกซิเจนในน้ำ เพื่อบำบัดน้ำเสีย ดังข้อความที่ได้ “เขาเคยเห็นในทีวี” และจากการสัมภาษณ์ นักเรียนได้เห็นเครื่องบำบัดน้ำเสียในทีวี เสนอวิธีการดังกล่าวมาใช้ในการประดิษฐ์เครื่องเติมออกซิเจนในน้ำ

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมจิตนิสัยทางสะเต็ม มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. จิตนิสัยทางสะเต็มของนักเรียน เมื่อเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมจิตนิสัยทางสะเต็ม มีค่าเฉลี่ยสูงขึ้น ผลการถอดความบทสนทนากิจการการเรียนรู้ และจากการสัมภาษณ์นักเรียน พบจิตนิสัยทางสะเต็มทุกลักษณะ ทั้ง 6 ลักษณะ คือ ความสนใจใฝ่รู้ ความละเอียดรอบคอบในการตัดสินใจ การคิดแบบ บูรณาการ การยอมรับในเหตุและผล ความสามารถในการสื่อสาร และการสร้างนวัตกรรม ในทุกแผนการจัดการเรียนรู้

อภิปรายผลการวิจัย

1. นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมจิตนิสัยทางสะเต็ม มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาผ่านการปฏิบัติ นักเรียนใช้ทักษะในการค้นคว้า และสร้างองค์ความรู้ มีการเก็บรวบรวมข้อมูล ตรวจสอบและเลือกใช้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ มีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหา ส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นซึ่งสอดคล้องกับ ศิริลักษณ์ ชาลุ่มบัว (2558); สุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์. (2559) นอกจากนี้การกระตุ้นให้นักเรียนนำจิตนิสัยไปใช้ในการทำงาน จึงเป็นสิ่งที่ช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น

2. จากผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่าจิตนิสัยทางสะเต็มของนักเรียน มีค่าเฉลี่ยสูงขึ้น และพบจิตนิสัยทางสะเต็มทุกลักษณะในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยขออภิปรายผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมจิตนิสัยทางสะเต็ม ดังนี้ 1) ความสนใจใฝ่รู้ กิจกรรมการเรียนรู้มีการใช้สถานการณ์ปัญหา ที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นสิ่งที่จุดประเด็นสำคัญเพื่อกระตุ้นความสนใจ ชั่วๆ หรือทำหาย พบว่านักเรียนให้ความสนใจเป็นอย่างมาก สอดคล้องกับ สิรินุช เข้มคง (2560) 2) ความละเอียดรอบคอบในการตัดสินใจ เมื่อให้นักเรียนได้ค้นพบปัญหาแล้ว มีการวางแผนในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลอย่างละเอียด จะทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้อย่างหลากหลาย เพื่อหาหลักฐานนำมาใช้ในการตัดสินใจ สอดคล้องกับ Calik; & Coll (2012) 3) การคิดแบบบูรณาการ เมื่อให้นักเรียนได้รับแนวคิด หรือข้อมูลที่มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ นักเรียนสามารถนำแนวคิดต่าง ๆ มาเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ทำให้สามารถมองเห็นแนวทางที่นำไปสู่การแก้ปัญหา เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถในการแก้ปัญหา สอดคล้องกับ Royal Academy Engineering (2014) 4) การยอมรับในเหตุและผล มีการร่วมกันหาแนวทางแก้ปัญหา ซึ่ง นักเรียนจะต้องมี การรับฟังแนวคิดหรือคำอธิบายของสมาชิก หรือการอธิบายให้

เหตุผลในข้อโต้แย้งที่ตนเองสร้างขึ้นจากข้อมูลที่มีความถูกต้อง และน่าเชื่อถือ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลสอดคล้องกับ Calik; & Coll (2012) 5) ความสามารถในการสื่อสาร ในขณะที่นักเรียนร่วมกันปรึกษาและหาแนวทางในการแก้ปัญหา ต้องมีการอธิบายเพื่อแสดงความคิดเห็น แนวทางหรือวิธีการ และวิธีการนำเสนอที่มีความเหมาะสม สามารถอธิบายขั้นตอนกระบวนการ ต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน สามารถใช้สัญลักษณ์ การให้เหตุผลประกอบการอธิบาย และการนำเสนอได้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการบรรยายอธิบาย หรือมีการสื่อสารเกิดขึ้น สอดคล้องกับ นิลวรรณ วานิชสุขสมบัติ (2547) 6) การสร้างนวัตกรรมได้มีการออกแบบเพื่อหาวิธีการหรือแนวทางในการแก้ปัญหานั้น นักเรียนได้มีแนวทางที่แตกต่างจากสมาชิกภายในกลุ่ม มีความสามารถประดิษฐ์ คิดค้นสิ่งต่าง ๆ โดยมีการแสดงออกเป็นภาพร่างหรือแบบจำลอง มีการดำเนินการสร้างเครื่องมือ พร้อมทั้งสามารถประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นจากชิ้นงานที่ได้จากการออกแบบ ทำให้นักเรียนได้มีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของความรู้ที่นำมาใช้ สอดคล้องกับ ศศิมา สุขสว่าง (2561)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. สามารถนำไปใช้กับเนื้อหาอื่นๆ รายวิชาวิทยาศาสตร์ได้ในทุกระดับชั้น โดยครูควรมีการออกแบบ กำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน
2. การจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ พบว่ากิจกรรมควรเป็นกิจกรรมแบบปลายเปิด และเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ซึ่งกระตุ้นให้นักเรียนเกิดจิตนิสัยทางสะสม

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. จากผลการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ในการทำกิจกรรมกลุ่มในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ควรกระตุ้นให้นักเรียนได้มีการปรับเปลี่ยนบทบาทหน้าที่
2. จากผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่าควรเป็นหัวข้อกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับช่วงวัย ระดับชั้น และความรู้พื้นฐานของผู้เรียน

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2559). *คณะกรรมการนโยบายการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาใน*

สถานศึกษา. สืบค้นเมื่อ 31 สิงหาคม 2559, จาก <https://www.moe.go.th>

จารีพร ผลมูล, สุนีย์ เหมะประสิทธิ์, และเกริก ศักดิ์สุภาพ. (2558). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 : กรณีศึกษา ชุมชนวังตะกอก จังหวัด ชุมพร. *วารสารวิจัย มข. มส. (บศ.)*, 3(2), 1-13.

- นิลวรรณ วานิชสุขสมบัติ. (2547). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ด้วยการจัดรูปแบบการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาโสตทัศนศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- น้ำฝน กุจริญไพศาล, รังสิยา ขวัญเมือง, และลลิตา มาเอี่ยม. (2562). การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทาง สะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์), 11 (21), 23-38.
- พรทิพย์ ศิริภทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารนักบริหาร, 3(2), 49-56.
- มนตรี จุฬาวรรณท. (2556). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและจุดสะเต็ม. วารสารสสวท, 42(185), 8-9.
- รังสิยา ขวัญเมือง, และลลิตา มาเอี่ยม. (2559). ผลการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพน้ำ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. การค้นคว้าอิสระการศึกษามหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ศศิมา สุขสว่าง. (2561). ความแตกต่างระหว่างความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) กับนวัตกรรม (Innovation). สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2561, จาก <https://www.sasimasuk.com/>
- ศิริลักษณ์ ชาวุ่มบัว. (2558). การพัฒนาหลักสูตรตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง อ้อย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2555). การวัดผลประเมินผล วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สิรินุช เข้มคง. (2560). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์. (2559). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. (2556). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21.

วารสารสสวท, 42(185), 3.

อนงค์นาฏ คุรุณรัมย์. (2561). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมจิตนิสัยทางสะเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญาณิพนธ์การศึกษาคุณณิบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

อนงค์นาฏ คุรุณรัมย์, พินิจ ขำวงษ์, มนัส บุญประกอบ และธีรวัฒน์ ประกอบผล. (2561). การสังเคราะห์ความหมายและองค์ประกอบของจิตนิสัยทางสะเต็ม. วารสารวิชาการเครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ, 8(15), 63-76.

Callick, M.; & Coll, R.K. (2012, August). Investigating Socioscientific Issue via Scientific Habits of Mind: Development and Validation of the Scientific Habits of Mind Survey. *International Journal of Science Education*, 24(12), 1909-1930.

Costa, A.L. (2008). Describing the Habits of Mind. In *Learning and Leading with Habits of Mind*.

Costa, A.L.; & Kallick, B. pp. 15-38. USA: ASCD.

Gonzalez, H. B.; & Kuenzi, J. J. (2012). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer*. Retrieved June 10, 2014, from, www.fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf

Labov, J. B.; Reid, A. H.; & Yamamoto, K. R. (2010). Integrated Biology and Undergraduate Science Education: a new biology education for the 21st century?. *CBE Life Science Education*, 9(1), 10-16.

Royal Academy of Engineering. (2014). *Thinking Like an Engineer Implication for The Education System*. Retrieved October 20, 2015, from www.raeng.org.uk/think.likeengineer

Tishman, S. (2000). Why Teach Habits of Mind?. In *Discovering & Exploring Habits of Mind*. Costa, A.L.; & Kallick, B. pp. 41-51. USA: ASCD.
