

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

Learning Management by STEM Education to Develop Science Process Skill and Task Creative Ability of Matthayomsuea 1 Students

ธัญญารัตน์ รัตนหิรัญ¹ / ชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน²

Tanyarat Rattanahiran¹ / Chanasith Sithsungnoen²

¹นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาหลักสูตรและการนิเทศ มหาวิทยาลัยศิลปากร

¹Master student in Curriculum and Supervision Program, Faculty of Education, Silpakorn University

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

²Ass. Prof. Dr., Advisor, Faculty of Education, Silpakorn University

Corresponding author Email : krukhaio.19@gmail.com

(Received : March 23, 2020; Revised : June 4, 2020; Accepted : October 7, 2020)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา 2) เพื่อศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา 3) เพื่อประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดบางน้อย (แจ่มประชานุกูล) ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 22 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง ความร้อน 2) แบบทดสอบเพื่อวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความร้อน 3) แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4) แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยค่าเฉลี่ยค่า (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบที่แบบ Dependent ผลการวิจัยพบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ความร้อน ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี มีพัฒนาการสูงขึ้น 3) ความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน

Abstract

The purposes of this research were to 1) compare the achievement of learning on heat of Matthayomsuea 1 students before and after being taught by using STEM education, 2) study the development of science process skills, and 3) assess the student's task creative ability. The samples of this research consisted of 22 Matthayomsuea 1 students of Wat Bangnoi School (jamprachanikun) by using simple random sampling. The research instruments were 1) lesson plans using by STEM education, 2) an achievement test, 3) a science process skill assessment, and 4) a task creative ability assessment. The experimental research was used in this study. The data were analyzed by mean (\bar{X}), standard deviation (S.D.), and t-test of dependent. The result of the research showed that after being taught by STEM education, students' learning outcomes on heat were higher than before the instruction, science process skill on heat in overall was good and high developed, and task creative ability was good.

Keyword: The learning management by STEM education, Develop science process skill, Task creative ability

บทนำ

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในสังคมปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้และผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงานเหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้จากวิทยาศาสตร์ที่ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM education) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยอาศัยเนื้อหาสาระความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และใช้หลักการทางวิศวกรรมศาสตร์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานและนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นการจัดการศึกษาที่สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงทั้งด้านความรู้ ทักษะการคิดและทักษะอื่น ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า สร้างและพัฒนาคิดค้นสิ่งต่าง ๆ การเน้นความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง การมีส่วนร่วมของผู้เรียนกับข้อมูลเครื่องมือทางเทคโนโลยี การสร้างความยืดหยุ่นในเนื้อหาวิชา ความท้าทาย การสร้างสรรค์ความแปลกใหม่และการแก้ปัญหา (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556) และสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้าและลงมือปฏิบัติด้วยตนเองตามความสามารถ ความถนัดและความสนใจ โดยอาศัยกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการอื่นใด เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาหาคำตอบในเรื่องนั้น ๆ โดยมีครูผู้สอนคอยกระตุ้นแนะนำและให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนอย่างใกล้ชิด

จากความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM education) จะสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนโดยเน้นให้ผู้เรียนทำความเข้าใจกับปัญหา และฝึกการแก้ปัญหา ด้วยกระบวนการหรือวิธีการผนวกกับความรู้ทางทักษะต่าง ๆ ประกอบกันอย่างมีเหตุผลและเป็นระบบ สอดคล้องกับแนวคิด ทฤษฎี หลักการของการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการสืบสอบและแสวงหาความรู้ เป็นกลุ่ม (Group Investigation Instructional Model) (นันทกา พหุลยุทธ, 2554 อ้างถึงใน Joyce & Weil, 1996: 80-88) ซึ่งได้อธิบายไว้ว่าสิ่งสำคัญที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกรู้สึกหรือความต้องการที่จะสืบค้นหรือเสาะแสวงหาความรู้ นั่นคือ ปัญหา ปัญหานั้นจะต้องมีความท้าทายเพียงพอที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความต้องการในการแสวงหาคำตอบ นอกจากนั้นยังต้องเป็นปัญหาชวนให้เกิดความงุนงงสงสัยหรือก่อให้เกิดความขัดแย้งทางความคิด จะยิ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะเสาะแสวงหาความรู้หรือคำตอบมากยิ่งขึ้น

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นกระบวนการทางความคิด สอดคล้องกับวรรณทิพารอดแรงคำ และพิมพ์ันธ์ เดชะคุปต์ (2542: 3) ที่กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญานักวิทยาศาสตร์รวมถึงผู้นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จะนำมาใช้แก้ปัญหา ศึกษา ค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยยึดตามแนวคิดของนักการศึกษาวิทยาศาสตร์สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American association for the advancement of science; AAAS, 1970: 1848 -1899) ได้จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 2 ประเภท คือ ระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ เหมาะสำหรับระดับประถมศึกษา และระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ เหมาะสำหรับระดับมัธยมศึกษา ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2548) ได้แก่ 1) การกำหนดและการควบคุมตัวแปร 2) การตั้งสมมติฐาน 3) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร 4) การทดลอง และ 5) การตีความข้อมูลและการลงข้อสรุป เพื่อตอบสนองต่อทักษะศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม (วิจารณ์ พานิช, 2556) โดยมีพื้นฐานมาจากแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) ผู้เรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม เมื่อผู้เรียนสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นมาซึ่งหมายถึงการสร้างความรู้ขึ้นในตนเองนั้นเอง ความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นในตอนนี้จะมีความหมายต่อผู้เรียน ผู้เรียนจะไม่ลืมง่ายและสามารถถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจความคิดของตนได้ดี นอกจากนั้นความรู้ที่สร้างขึ้นเองนี้จะเป็นฐานให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ต่อไปอย่างไม่มีที่สิ้นสุด (ทิตินา แชมมณี, 2559: 96)

ด้วยโรงเรียนวัดบางน้อย (แจ่มประชานุกูล) มีจุดเน้นที่ต้องการพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะและความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อให้สอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยีอย่างชาญฉลาด มีทักษะชีวิต และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ จึงได้มีการส่งครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ไปอบรมเพื่อศึกษาเทคนิควิธีการสอน การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในรูปแบบต่างๆ อาทิ การสอนและการจัดกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษา เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยซึ่งเป็นครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์ได้เล็งเห็นความสำคัญของการนำความรู้ที่ได้รับมาพัฒนาและต่อยอดกับผู้เรียน ตลอดจนเมื่อสังเกตพฤติกรรมการทำงานและศึกษา

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อนำมาวิเคราะห์ผู้เรียนเป็นรายบุคคลแล้ว พบว่า นักเรียนยังต้องพัฒนาในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องปรับปรุง โดยอ้างอิงข้อมูลจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในปีการศึกษาที่ผ่านมา โดยมีเกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 ทักษะ ซึ่งเหมาะสำหรับระดับการศึกษาในชั้นมัธยมศึกษา (The American association for the advancement of science; AAAS, 1970: 30-176) ประกอบด้วย 5 ทักษะดังนี้ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและการควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร การทดลองและการตีความข้อมูลและการลงข้อสรุป เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานวัดความสามารถ 4 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาหรือด้านความคิดสร้างสรรค์ของผลงาน ด้านการแก้ปัญหา ด้านการใช้ประโยชน์ และด้านการต่อเติมและการสังเคราะห์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีความสนใจที่จะนำการสอนตามแนวสะเต็มศึกษามาเป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยเห็นถึงความสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับทักษะศตวรรษที่ 21 ที่ต้องการให้นักเรียนเกิดทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity & innovation) ซึ่งผู้เรียนจะใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติจริง นำความรู้ที่ได้รับมาบูรณาการทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนาผลงานใหม่ ๆ จึงได้สนใจที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และด้านความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนจากการสร้างสรรค์ผลงาน จึงได้เกิดเป็นแนวคิดการวิจัยเชิงทดลอง การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
3. เพื่อประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความร้อน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สูงกว่าก่อนเรียน
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษามีพัฒนาการอยู่ในระดับดี
3. ความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับดี

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาส สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสมุทรสงคราม จำนวน 545 คน จากโรงเรียนทั้งหมด 15 แห่ง
2. กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดบางน้อย (แจ่มประชานุกูล) สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสมุทรสงคราม จำนวน 22 คน จำนวน 1 ห้องเรียน ปีการศึกษา 2562 ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling)

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา ตัวแปรต้นได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 ระบุปัญหา (Problem identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้นำเสนอเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่จะนำไปสู่ปัญหา และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ เมื่อนักเรียนได้รับรู้ถึงปัญหาแล้ว จึงเกิดการระดมความคิดเพื่อช่วยกันกำหนดขอบเขตของปัญหา แบ่งปัญหาออกเป็นรายข้อและเลือกปัญหาที่สำคัญที่สุดเพื่อนำไปสู่การรวบรวมข้อมูล

3.2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related information search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนเลือกปัญหาที่สำคัญที่สุดจำเป็นต้องหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัญหานั้น โดยข้อมูลนั้นได้จากการครูเป็นผู้สอนในบทเรียนและนักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากอินเทอร์เน็ตโดยใช้โทรศัพท์สมาร์ทโฟนเป็นเครื่องมือในการค้นหาเพื่อนำข้อมูลที่ได้นำไปใช้ในการออกแบบชิ้นงาน

3.3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา นักเรียนจะเริ่มออกแบบชิ้นงานโดยอาศัยข้อมูลที่รวบรวมมาช่วยในการออกแบบ โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และสังเกตการทำงานของนักเรียนแต่ละคน

3.4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนได้แบบร่างมาแล้วจึงเริ่มสร้างชิ้นงานขึ้นตามแบบที่ได้กำหนดไว้ โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ ตลอดจนดูแลด้านความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ และสังเกตการทำงานของนักเรียนแต่ละคน

3.5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข วิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, evaluation and design improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนา เมื่อนักเรียนสร้างชิ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงนำไปทดสอบว่าชิ้นงานนี้สามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่โดยทดสอบชิ้นงานที่ละกลุ่ม แต่ละกลุ่มทดสอบและจดบันทึกผลข้อบกพร่องเพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงชิ้นงาน หลังจากที่นักเรียนทดสอบชิ้นงานแล้วครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมีส่วนร่วมในการให้คะแนนชิ้นงานของเพื่อนนักเรียนด้วยกัน เพื่อให้นักเรียนแสดงความรู้สึกและฝึกการยอมรับข้อแตกต่าง โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้ดำเนินกิจกรรม

3.6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ และได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป เมื่อนักเรียนทดสอบชิ้นงานและรวบรวมผลที่ได้จากการทดสอบแล้ว ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการแก้ปัญหา ข้อดีข้อเสียของชิ้นงาน และการข้อเสนอแนะในการทำงานครั้งต่อไป จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรมปัญหาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการทำกิจกรรมในครั้งต่อไป เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมครบในหน่วยการเรียนรู้

แล้วครูให้นักเรียนเชื่อมโยงสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้มาทั้งหมดว่าเชื่อมโยงกับวิชาหรือความรู้ในด้านใดบ้าง โดยให้นักเรียนเขียนแสดงออกมาในรูปของ ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความร้อน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน

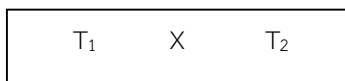
4. สารระเหยการเรียนรู้ เป็นสารระเหยเรียนรู้จากกลุ่มสารระเหยเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสารระเหยเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวัดบางน้อย (แจ่มประชานุกูล) รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน รหัส ว 21102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สารที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

5. ระยะเวลาในการทดลอง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ใช้เวลาทดลองสัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง จำนวน 4 สัปดาห์ รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง

วิธีดำเนินการวิจัย

แบบแผนการวิจัยแบบทดลองขั้นพื้นฐาน (Pre-experimental design) แบบ one-group pre-test post-test design และแบบ One – shot case study (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558: 144) และแบบแผนการวิจัยแบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลายครั้ง Time – Series design (Campbell and Stanley, 1963: 7) ดังนี้

ภาพที่ 1 แบบแผนการวิจัยแบบ one-group pre-test post-test design และ แบบ One – shot case study ใช้กับวัตถุประสงค์ข้อ 1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

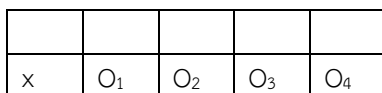


T₁ หมายถึง การทดสอบก่อนเรียน

X หมายถึง การทดลองการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

T₂ หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

ภาพที่ 2 แบบแผนการวิจัย แบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลายครั้ง Time – Series design ใช้กับวัตถุประสงค์ข้อ 2 เพื่อศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา



X หมายถึง การทดลองใช้แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

O₁, O₂, O₃, ... หมายถึง การประเมินระหว่างทดลองใช้แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่องความร้อน จำนวน 4 แผน ใช้เวลาทดลองสัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง จำนวน 4 สัปดาห์ รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

- 1.1 ศึกษาวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวัดบางน้อย (แจ่มประชานุกูล) จังหวัดสมุทรสงคราม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
- 1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและหลักการวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มซึ่งมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน วิเคราะห์ความรู้เดิม ความสนใจ และความสามารถของผู้เรียนเพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 1.3 กำหนดสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์
- 1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 แผน มีการจัดกิจกรรมโดยให้ผู้เรียนได้ระบุปัญหาโดยศึกษาจากสถานการณ์ต่าง ๆ และรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา เมื่อได้ข้อมูลแล้ว ผู้เรียนเริ่มออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและวางแผนดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลที่ศึกษามาให้เกิดประโยชน์ นำผลมาทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือปรับปรุงชิ้นงาน จากนั้นนำชิ้นงานมานำเสนอ บอกวิธีการแก้ปัญหา และเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงชิ้นงานครั้งต่อไป
- 1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข
- 1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผน ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และความสอดคล้องเชิงเนื้อหา จากนั้นนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการสอน (Index of Item Objective Congruence; IOC) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00
- 1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และนำมาปรับปรุงแก้ไข
- 1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ได้รับการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 22 คน
2. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องความร้อน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้
 - 2.1 ศึกษาวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรสถานศึกษาหลักสูตรการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน
 - 2.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและวิธีการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์ความรู้เดิม ความสนใจและความสามารถของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 - 2.3 สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และครอบคลุมสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อน
 - 2.4 สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความร้อน ตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบ เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก (Multiple choice) จำนวน 20 ข้อ
 - 2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความถูกต้องของเนื้อหาแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข
 - 2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content validity) แล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00
 - 2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อดูความเหมาะสมของแบบทดสอบ

2.7 ตรวจสอบค่าความยากง่าย (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบปรนัย ซึ่งได้ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.37 – 0.70 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.30 – 0.65

2.8 ตรวจสอบค่าความเชื่อมั่น (Reliability) เลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์แล้ว จำนวน 20 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.78

2.9 นำแบบทดสอบที่หาค่าความเชื่อมั่นแล้วไปทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์กับกลุ่มตัวอย่างทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยข้อสอบหลังเรียนจะสลับข้อและสลับตัวเลือก

3. ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ทักษะ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร การกำหนดและการควบคุมตัวแปรการทดลอง และการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป

3.2 สร้างแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยกำหนดรายการประเมิน 5 ด้าน โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์ (Rubric scoring) แบ่งออกเป็น 5 ระดับ

3.3 เสนอแบบประเมินพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความถูกต้องของเนื้อหาแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.4 นำแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content validity) แล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00

3.5 นำแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการปรับปรุงเนื้อหา นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ประเมินระหว่างนักเรียนทำกิจกรรม

4. แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

4.1 ศึกษาการสร้างแบบประเมินจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน

4.2 นำข้อมูลที่ศึกษา มากำหนดโครงสร้างเนื้อหาและสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยกำหนดรายการประเมิน 4 ด้าน โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์ (Rubric scoring) แบ่งออกเป็น 3 ระดับ

4.3 นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความถูกต้องของเนื้อหาแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

4.4 นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน เสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content validity) แล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.67 - 1.00

4.5 นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานมาปรับปรุงแก้ไขตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ และนำไปใช้ประเมินหลังนักเรียนสร้างผลงานสำเร็จในแต่ละแผนจำนวนทั้งสิ้น 4 แผน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทดลองการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยดำเนินการสอนในคาบเรียนการสอนปกติตามขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องความร้อน จำนวน 20 ข้อ แล้วตรวจให้คะแนน
2. ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาตามขั้นตอนทั้ง 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ระบุปัญหา (Problem identification) 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related information search) 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development) 5) ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, evaluation and design improvement) และ 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)
3. ผู้วิจัยดำเนินการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องความร้อน จำนวน 4 ครั้ง ของทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะประเมินในช่วงที่นักเรียนทำกิจกรรมด้วยวิธีการสังเกตและจดบันทึกโดยใช้แบบประเมินพัฒนาการทักษะกระบวนการ
4. ผู้วิจัยดำเนินการประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน โดยประเมินผลงานหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องความร้อน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1, 2, 3 และ 4 ทุกแผน ตามลำดับ ซึ่งจะได้ผลงานทั้งหมด 4 ผลงาน
5. ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) ด้วยแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งเป็นแบบทดสอบเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียนโดยใช้วิธีการสลับข้อและสลับตัวเลือก

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (Index of Objective Congruence: IOC)
2. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความร้อน โดยใช้ค่าสถิติค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความร้อน ก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
3. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
4. วิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน ซึ่งใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาได้ผลการวิจัย ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน (n)	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t-test	Sig.
คะแนนก่อนเรียน	22	20	12.91	1.10	-13.282	.000**
คะแนนหลังเรียน	22	20	16.86	0.83		

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา มีพัฒนาการสูงกว่าก่อนเรียน

3. ความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานอยู่ในระดับดี

การอภิปรายผล

งานวิจัยเรื่อง “การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลงานสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1” สามารถอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

1. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความร้อน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาก่อนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ข้อที่ 1 โดยผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน คือ คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน มีค่าเท่ากับ 12.91 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ส่วนคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน มีค่าเท่ากับ 16.86 จากคะแนนเต็ม 20 ทั้งนี้เนื่องมาจากการสอนตามแนวสะเต็มศึกษา มีกระบวนการและขั้นตอนที่สามารถฝึกให้นักเรียนรู้จักแก้ปัญหาด้วยตนเอง รู้จักวางแผนในการทำงาน กล้าแสดงความคิดเห็น สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาจนสามารถสร้างเป็นชิ้นงานได้ตามความคิดและจินตนาการของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎี การเรียนรู้ตามแนว Constructivism ที่กล่าวไว้ 2 ประเด็นที่สำคัญด้วยกัน คือ ประเด็นแรกผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความเข้าใจที่มีอยู่เดิม โดยใช้กระบวนการทางปัญญา (Cognitive apparatus) ของตน ประเด็นที่สอง คือ การเรียนรู้ตามแนว Constructivism คือ โครงสร้างทางปัญญา เป็นผลของความพยายามทางความคิด ผู้เรียนสร้างเสริมความรู้ผ่านกระบวนการทางปัญญาด้วยตนเอง ผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้โดยจัดสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้คิดหาทางแก้ปัญหาด้วยตนเอง (ทิตนา แวมมณี, 2559: 90-91) และเป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเอง ผู้เรียนมีโอกาสดำเนินความคิดและนำความคิดตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะทำให้เห็นความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน (ทวีป แซ่ฉิน, 2556: 11) และสอดคล้องกับผลการวิจัยของพลศักดิ์ แสงพรหมศรี ประสาท เนืองเฉลิม และปิยะเนตร จันทร์ถิระติกุล (2558) ที่ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง และเจตคติต่อ

การเรียนรู้วิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีสูงกว่าการเรียนรู้แบบปกติ

2. การศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็ม จากการศึกษาค้นคว้าพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ตามลำดับ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมีคะแนนเฉลี่ย 3.60 จากผลการวิจัยทักษะการตั้งสมมติฐานมีพัฒนาสูงเป็นอันดับหนึ่งเพราะว่านักเรียนมีความเข้าใจในการตั้งสมมติฐาน เกิดจากทุกครั้งที่มีการทำกิจกรรมครูจะให้นักเรียนฝึกการตั้งคำถามและลองคาดเดาคำตอบก่อนเป็นประจำเมื่อนักเรียนได้ปฏิบัติซ้ำบ่อย ๆ จึงทำให้เกิดความเคยชินและสามารถปฏิบัติได้ดี ส่วนทักษะการทดลองที่มีพัฒนาการอยู่ในลำดับสุดท้าย เพราะว่าการทดลองนี้จะแบ่งเป็นสองด้านด้วยกัน ได้แก่ ด้านการออกแบบและการบันทึกผล จากการสังเกตการณ์ทำกิจกรรมของนักเรียนตลอดระยะเวลาในการวิจัยพบว่า ด้านการออกแบบนักเรียนออกแบบการทดลองโดยไม่ใส่รายละเอียดของการทดลอง ทั้งนี้เพราะครูยังอธิบายไม่ครอบคลุมและมีการชี้แนะเพิ่มเติมค่อนข้างน้อยบวกกับเวลาการทำกิจกรรมที่ค่อนข้างมีอย่างจำกัด จึงทำให้ไม่สามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ ด้านการบันทึกผลการทดลองนักเรียนยังเขียนผลการทดลองเป็นภาพรวม ไม่เจาะจงผลที่ได้ ทำให้การสื่อความไม่ชัดเจนและผลการทดลองยังขาดรายละเอียด ทั้งนี้เพราะครูยังไม่สม่ำเสมอในการให้นักเรียนบันทึกผลอย่างละเอียด มักให้บันทึกผลเป็นภาพรวมก่อนเสมอทำให้นักเรียนเกิดความเคยชิน และเมื่อต้องการให้นักเรียนบันทึกผลโดยเก็บรายละเอียดจึงต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก แต่ถ้านักเรียนได้ฝึกปฏิบัติการทำรายละเอียดของการออกแบบและบันทึกผลทุกครั้งโดยมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของนักเรียน พร้อมกับครูยกตัวอย่างประกอบก็จะทำให้นักเรียนมีพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยิ่งขึ้น

สอดคล้องกับทฤษฎีทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ที่กล่าวว่านักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองและนักเรียนแต่ละคนสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน (กมลฉัตร กล่อมภูมิ และคณะ, 2557: 129-139) ซึ่งวรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2542: 3) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่มีแนวโน้มวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาใช้ในการศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจรรยาสมร เหลืองสมานกุล (2557: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนากระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่าหลังได้รับการพัฒนากิจกรรมนักเรียนมีทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมาก

3. ผลการประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยภาพรวมทั้ง 4 ผลงานอยู่ในระดับดี คะแนนเฉลี่ยที่ 2.67 จากผลการศึกษาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน ด้านที่ 4 การต่อเติมและการสังเคราะห์มีคะแนนสูงเป็นอันดับ 1 พบว่า นักเรียนสามารถสร้างผลงานได้หลากหลาย มีความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างชิ้นงานรู้จักประยุกต์วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้มีประโยชน์ได้ และด้านที่นักเรียนได้คะแนนลำดับสุดท้าย คือ ด้านการใช้ประโยชน์ พบว่า ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้นมานั้นยังไม่ตอบสนองในด้านการใช้ประโยชน์ เพราะว่าการออกแบบกิจกรรมของครูผู้สอนยังต้องปรับปรุงด้านการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันให้สามารถนำความรู้ไปพัฒนาหรือต่อ

ยอดโดยสร้างเป็นชิ้นงานที่สามารถใช้ได้จริงให้มีประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น และจากการศึกษา ความสามารถในการสร้างผลงานของนักเรียนทั้ง 4 ผลงาน ผลงานที่อยู่ในระดับดี อันดับ 1 ได้แก่ ไอศกรีมหลอด จากการศึกษาพบว่า นักเรียนให้ความสนใจกับการทำการทำกิจกรรมไอศกรีมหลอดเป็นอย่างดี ก่อนเริ่มทำกิจกรรมมีความตั้งใจเรียนรู้ทั้งทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ในขณะที่ทำกิจกรรมนักเรียนมีความสุขสนุกสนาน ตื่นเต้นและล้นหลอมตลอดเวลาว่าจะสามารถทำไอศกรีมได้ไหม หลังทำกิจกรรมเมื่อต้องสรุปผลและเชื่อมโยงกับความรู้ในภาคทฤษฎีนักเรียนก็สามารถตอบคำถามได้ดี เช่น ตอบได้ว่าในขณะที่สารเปลี่ยนสถานะมีความร้อนแฝงเข้ามาเกี่ยวข้องเป็นต้นทั้งนี้เพราะนักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาสามารถเชื่อมโยงความรู้และใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการสร้างชิ้นงาน และผลงานที่นักเรียนทำได้อยู่ในระดับพอใช้ คือ โคมลอย เพราะกิจกรรมที่จัดให้นักเรียนนั้นมีขั้นตอนซับซ้อนค่อนข้างยาก การอธิบายความรู้ของครูยังไม่กระชับ ทำให้นักเรียนยังไม่เข้าใจว่าจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านใด สถานการณ์ที่กำหนดให้นักเรียนไม่เชื่อมโยงกับการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันทำให้นักเรียนมองภาพของการสร้างชิ้นงานไม่ชัดเจน ครูจึงควรยกตัวอย่างหลายๆสถานการณ์จากง่ายไปหายากเพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น และสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) โดยเกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองและด้วยตนเองของผู้เรียน หากผู้เรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสมจะทำให้เห็นความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน (ทวีป แซ่ฉิน, 2556: 11) นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับจรรยาสมร เหลืองสมานกุล (2557: บทคัดย่อ) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์พบว่าโดยภาพรวมอยู่ในระดับสูง

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัยด้านความการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ทักษะการทดลองอยู่ในระดับปานกลาง ดังนั้น ครูควรฝึกให้นักเรียนเขียนบันทึกผลการทดลองและควรยกตัวอย่างวิธีการเขียน
2. จากผลการวิจัยความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียน พบว่า ด้านการใช้ประโยชน์จากผลงานที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับพอใช้ ดังนั้น ครูควรมีการปรับปรุงกิจกรรมและอธิบายขั้นตอนการทำพร้อมยกตัวอย่างประกอบ
3. ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา กิจกรรมที่จัดให้นักเรียนในแต่ละหัวข้อค่อนข้างใช้เวลาในการสร้างชิ้นงานพอสมควร ดังนั้น ครูอาจให้นักเรียนสร้างชิ้นงานเพียงชิ้นเดียวหลังจากเรียนเรียนจบในหน่วยการเรียนรู้ต่างๆ

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยศึกษาเปรียบเทียบวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับวิธีสอนเช่น โครงการงาน

2. ควรมีการนำวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาไปใช้ในการพัฒนาร่วมกับทักษะอื่นๆ เช่น ทักษะการจำแนกประเภท
3. ควรมีการวิจัยการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และการออกแบบ เพื่อการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน
4. ควรมีการศึกษาเจตคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์ผลงานโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- กมลฉัตร กล่อมอิน. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา สำหรับนักศึกษาวิชาชีพรู. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 18(4), 334-348.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.
- จรรย์สมร เหลืองสมานกุล. (2559). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประดิษฐ์สิ่งประดิษฐ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 (การพัฒนากิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์และการสร้างความสามารถในการประดิษฐ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 8(1), 267-282.
- ทวีป แซ่ฉิน. (2556). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Constructionism เพื่อพัฒนาทักษะการเขียน โปรแกรมด้วยโปรแกรม App Inventor สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ทีศนา แคมมณี. (2545). **ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อจัดกระบวนการการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรทิพย์ ศิริภักทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารนักษิหาร, 33(2), 49-56.
- พลศักดิ์ แสงพรมศรี, ประสาท เนื่องเฉลิม และ ปิยะเนตร จันทร์ถิระติกุล. (2558). การศึกษาเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ. **ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**, 9 (พิเศษ), 401-418.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2542). **กิจกรรมทักษะกระบวนการสำหรับครู**. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพชีวิต.
- วิจารณ์ พานิช. (2556). **การสร้างการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ ส.เจริญการพิมพ์.
- American Association for The Advancement of Science. (AAAS). (1970). **Science Process Approach**. New York : Comantary for Teacher. AAAS.

Campbell, D.T. & Stanley, J.C. (1967). **Experimental and quasi-experimental designs for research**. Chicago: Rand McNally.

Joyce, B, & Weil, M. (1996). **Model of teaching**. 5th ed. Boston: Allyn and Bacon.