

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผสานแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาการคิดเชิงประยุกต์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

Effects of Using the Combination of Phenomenon Based Learning and Stem Education for Developing Applicative Thinking of Elementary Students

พิมพ์ผกา ศิริหล้า¹ และ ปาวินี โสธายะเพชร²

Pimpaka Sirila¹ and Pavinee Sothayapetch²

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Faculty of Education, Chulalongkorn University, Thailand

Corresponding Author, E-mail: ¹pimpakasirila@gmail.com

Received April 7, 2023; Revised December 11, 2024; Accepted December 16, 2024

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผสานแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม รูปแบบการวิจัยเป็นการทดลอง ใช้แนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐานผสานแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นกรอบการวิจัย พื้นที่วิจัย คือ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายประถม) กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 60 คน ใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 3 ชนิด คือ 1) แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์ 2) แบบประเมินเชิงพฤติกรรมเพื่อวัดความสามารถการคิดเชิงประยุกต์ และ 3) แผนการจัดการเรียนการสอนวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผสานแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 นักเรียนมีความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณารายชั้นตามความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์ พบว่าทุกขั้นตอนของความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็น

ฐานผลงานแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพียงอย่างเดียว

2. หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผลงานแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ข้อค้นพบจากงานวิจัยนี้ผลการวิจัยนี้อาจเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาให้ดียิ่ง ๆ ขึ้นไปได้ และจะช่วยในการพัฒนาความสามารถด้านการคิดเชิงประยุกต์เพื่อตอบสนองนโยบายประเทศไทยในการเตรียมพลเมืองสู่ศตวรรษที่ 21

คำสำคัญ: ปรากฏการณ์เป็นฐาน; สะเต็มศึกษา; การคิดเชิงประยุกต์; ประถมศึกษา

Abstract

This research aimed to (1) compare the ability of applicative thinking pre and post learning by utilizing the Phenomenon-Based Learning and STEM Education of grade 4 students and (2) compare the applicative thinking ability of the experimental group students and the controlled group students. The research was experimental research. The research occurred in Srinakarinwirot Prasarnmit University Demonstration School (Elementary). The target group utilized consists of 60 students from grade 4, which had been specifically selected. The instrument for collecting data were three types involved (1) Applicative thinking competency test (2) Behavioral assessment for applicative thinking ability and (3) Lesson plans. Analyzing data by descriptive statistics and content analysis including percentage, mean, standard deviation, and t-test with a statistical significance of .05, the research results were found as follows:

1) The post-learning by utilizing the Phenomenon-Based Learning and STEM Education of grade 4 students found that the students had statistically significantly acquired the applicative thinking ability more than pre-learning at a level of .05, When considering each level of the ability to Applicative Thinking , it is found that every step in the ability to Applicative Thinking improves after being learned through The Combination of Phenomenon Based Learning and Stem Education , surpassing previous levels of learning through the Phenomenon Based Learning

2) The post-learning by utilizing the Phenomenon-Based Learning and STEM Education of grade 4 students found that the experimental group students had statistically insignificant difference acquired the applicative thinking ability more than the controlled group students at a level of .05.

Findings from this research may be the preliminary information for developing science subject learning management at the elementary level to become even more successful and encourage to develop the applicative thinking in order to reflect and respond Thailand's policy to prepare its citizens for the 21st century

Keywords: Phenomenon Based Learning; Stem Education; Applicative Thinking; Elementary Education

บทนำ

การพัฒนาความสามารถในการคิดเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการในศตวรรษที่ 21 นั้น เนื่องจากการดำเนินชีวิตในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้ประชาชนสามารถรับมือกับความก้าวหน้ากระโดดของสังคมในศตวรรษที่ 21 อย่างรวดเร็วได้ ควรมีการเตรียมประชาชนให้พร้อมที่จะนำความรู้ที่มีอยู่มาปรับใช้ในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับความต้องการในศตวรรษที่ 21 ซึ่งพระราชบัญญัติทางการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2562 มาตรา 32/1 ได้มุ่งเน้นให้มีการส่งเสริมและสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาประเทศให้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของโลก อีกทั้งกระทรวงศึกษาธิการยังได้กำหนดสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนให้มีคุณภาพ ดังนี้ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560)

จากอันดับคุณภาพการศึกษาไทยล่าสุด พบว่า ระดับการศึกษาไทยในกลุ่มประเทศอาเซียน ไทยอยู่ลำดับที่ 7 (วารินทร์พร พันเพ็ญฟู, 2560) จากผลสัมฤทธิ์ในการสอบ PISA (Programme for International Student Assessment) ซึ่งเป็นแบบวัดที่เน้นการคิดวิเคราะห์และนำไปใช้ คะแนนในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยอยู่ในกลุ่มต่ำต่อเนื่องมา 10 ปี (ดวงจันทร์ วรคามิน, 2559) และจากรายงานผลการวิจัยโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยเทียบกับนานาชาติ (Trends in International Mathematics and Science Study; TIMSS) ในปี 2011 พบว่า จากประเทศที่เข้าร่วมโครงการทั้งหมด 52 ประเทศ ความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ประเทศไทยอยู่ลำดับที่ 29 สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนไทยยังขาดการคิดวิเคราะห์และนำไปใช้ ควรมีการส่งเสริมให้ผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาเกิดทักษะการคิดที่สามารถประยุกต์โดยใช้

ความรู้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ การคิดเชิงประยุกต์เป็นหนึ่งในทักษะทางสังคมที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ที่สามารถปรับตัวโดยการประยุกต์ความรู้ไปใช้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ที่ 3 ของแผนการศึกษาแห่งชาติ ว่าด้วยเรื่องการพัฒนาศักยภาพคนทุกช่วงวัย และการสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้ ที่เน้นเรื่อง การสร้างทักษะและคุณลักษณะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ในปัจจุบันการคิดเชิงประยุกต์ (Applicative thinking) มีความสำคัญเนื่องจาก เป็นความสามารถในการนำบางสิ่งมาปรับใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสมด้วยการยืดหยุ่นทางความคิดให้ สอดคล้องกับบริบทสภาพแวดล้อมและเวลาในขณะนั้น จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งผลให้เกิดลักษณะดังกล่าว คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน และ การจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดสะเต็มศึกษา

ด้วยความสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานมีความเหมาะสมในการนำ สถานการณ์ตามสภาพจริงมาปรับใช้ในการเรียนรู้ และจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การเรียนรู้ผ่านแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นแนวทางที่ช่วยในการพัฒนาความรู้และทักษะในศตวรรษที่ 21 ได้เป็นอย่างดี ซึ่งมีจุดเน้นในการบูรณาการความรู้ทักษะข้ามสาระวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ส่งเสริมการคิดเชิงประยุกต์จากการแก้ปัญหาซึ่งมีความจำเป็นในการ ดำรงชีวิตสำหรับศตวรรษที่ 21 (กัญญา ศิลปกิจยาน, 2560) รวมถึงจากการทบทวนเอกสารทำให้พบว่า การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน และการเรียนรู้ด้วยแนวคิดสะเต็มมีความคล้ายคลึงกัน โดยทั้งสอง แนวคิดต่างมุ่งพัฒนาความรู้ควบคู่กับทักษะ เน้นการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตได้จริง ทำให้สรุปได้ว่าแนวคิดสะเต็มศึกษามีความสอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็น ฐาน และมีความแตกต่างกัน คือ แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานจัดการเรียนโดยใช้ สภาพจริงเป็นฐานในการเรียนรู้ ซึ่งแนวคิดสะเต็มศึกษาจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ผู้วิจัยพบว่าจากลักษณะสำคัญที่แตกต่างกันเราสามารถเลือกจุดเด่นของแนวคิดทั้งสองมาผสาน เพื่อเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาผู้เรียนเกิดการคิดเชิงประยุกต์อย่างมีคุณภาพได้ โดยผู้วิจัย มีความสนใจที่จะศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผสานแนวคิดสะเต็มศึกษาในระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) เนื่องจาก นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จัดอยู่ในช่วงวัย 10-11 ปี ซึ่งเป็นช่วงวัยที่เหมาะสมมีความพร้อมในการ พัฒนาด้านการคิดอย่างมีศักยภาพกล่าวคือ เป็นช่วงเวลาที่มีความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลทั้ง รูปธรรมและนามธรรม (วรรณวรางค์ รักขทิพย์, 2561) และบริบทของโรงเรียนสาธิตได้มุ่งเน้นการจัดการ เรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์ บนพื้นฐานแนวคิดด้านวิทยาศาสตร์และ คณิตศาสตร์ ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์

เป็นฐานผลงานแนวคิดสะเต็มศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดเชิงประยุกต์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผลงานแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผลงานแนวคิดสะเต็มศึกษามีความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผลงานแนวคิดสะเต็มศึกษามีความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนผ่านแนวคิดสะเต็มศึกษา

การทบทวนวรรณกรรม

1. การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-based Learning หรือ PhenoBL) อรรถพรณ บุตรกัตัญญ (2561) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน หมายถึง การนำปรากฏการณ์ในโลกแห่งความจริงมาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ นำไปสู่การสำรวจด้วยมุมมองที่หลากหลายในเชิงสหวิทยาการของปรากฏการณ์ที่ศึกษาโดยใช้เทคนิควิธีการ และเครื่องมือต่าง ๆ เพื่อสร้างความรู้และพัฒนาทักษะของผู้เรียนจากการศึกษาข้ามพรมแดนระหว่างภายใต้บริบทเพื่อให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง

2. สะเต็มศึกษา (STEM Education) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการสอนสะเต็ม (2559) ได้กล่าวถึงความหมายของสะเต็มศึกษา (STEM Education) หรือหลักสูตรสะเต็ม (STEM Curriculum) ของประเทศไทย ไว้ว่า เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยมีการกำหนดขั้นตอนของกิจกรรมเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริงหรือนวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา (Problem Identification) ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Related Information Search) ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง

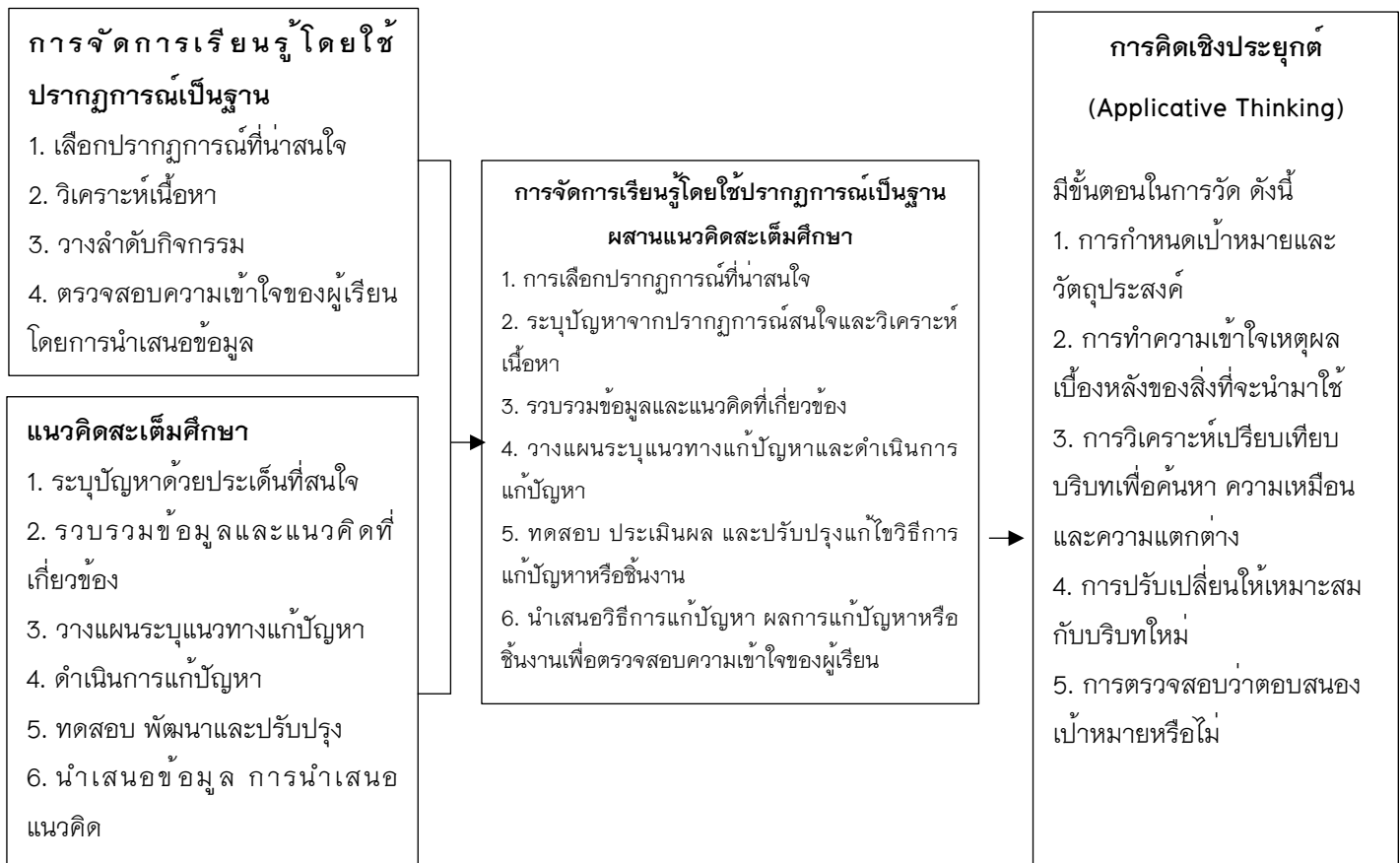
(Testing, Evaluation and Design Improvement) ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนานวัตกรรม (Presentation)

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผสานแนวคิดสะเต็มศึกษา (Phenomenon Based Learning and Stem Education) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยการผสานแนวคิด สะเต็มศึกษา โดยการบูรณาการภายในวิชาวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการใช้แนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐานในการจัดการเรียนการสอน

4. การคิดด้านการประยุกต์ (Applicative Thinking) เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์ (2530) กล่าวว่า การคิดด้านการประยุกต์ เป็นการฝึกทักษะการคิดด้านเหตุผลพื้นฐาน หรือการนำความรู้เดิมที่มีอยู่ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2554) ได้เสนอขั้นตอนในการวัดการคิดเชิงประยุกต์ ไว้ดังนี้ 1) กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ 2) ทำความเข้าใจเหตุผลเบื้องหลังของสิ่งที่จะนำมาใช้ 3) วิเคราะห์เปรียบเทียบบริบทเพื่อค้นหา ความเหมือน ความแตกต่าง 4) ปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับบริบทใหม่ 5) ตรวจสอบว่าตอบสนองเป้าหมายหรือไม่ สุวิทย์ มูลคำ (2549) ได้เสนอแนวคิดที่ช่วยส่งเสริมให้เด็กมีความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์โดยต้องส่งเสริมให้มีลักษณะ ดังต่อไปนี้ 1) กล้าคิด เมื่อเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา 2) คิดยืดหยุ่น เป็นความสามารถในการคิดที่ไม่ยึดติดกรอบ ไม่มองปัญหาเพียงมุมเดียว 3) คิดใหม่ เป็นความคิดที่ไม่เหมือนใคร 4) คิดดัดแปลง เป็นความสามารถในการคิดปรับเปลี่ยนสิ่งที่มีอยู่แล้วให้แตกต่างไปจากเดิมด้วยวิธีการต่าง ๆ 5) คิดซับซ้อน เป็นความสามารถในการคิดที่มีความหลากหลายเรื่องปนกันอยู่

กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยนี้ เป็นการวิจัยแบบผสมวิธี ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัยตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผสานแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณ พื้นที่วิจัย คือ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 60 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ใช้วิธีคัดเลือกแบบเจาะจง (Purpose Sampling) คือ กลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน เป็นนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ผสานแนวคิดสะเต็มศึกษา และกลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน เป็นนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ทั้งนี้โรงเรียนได้มีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถทุกห้อง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 3 ชนิด ได้แก่ 1) แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์ ใช้วัดความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์ของนักเรียนทั้งก่อนและหลังการทดลอง ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยและปรนัย จากขั้นตอนการวัดความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์ของเกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2549) ซึ่งได้ทำการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือด้วยการตรวจสอบหาค่าดัชนีความสอดคล้องเพื่อหา

ค่า IOC (Index of Item – Objective Congruence) พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ระหว่าง 0.33–1.00 รายข้อคำถามย่อยพบว่ามีค่าความยากง่าย มีค่าระหว่าง 0.83–1.33 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22–0.56 2) แบบประเมินเชิงพฤติกรรมเพื่อวัดความสามารถการคิดเชิงประยุกต์ ซึ่งได้ทำการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือด้วยการตรวจสอบหาค่าดัชนีความสอดคล้องเพื่อหาค่า IOC (Index of Item – Objective Congruence) พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ระหว่าง 0.66–1.00 ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือด้านความเที่ยง (Reliability) เท่ากับ 0.524 3) แผนการจัดการเรียนการสอน ประกอบไปด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผสานแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งได้ทำการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือด้วยการตรวจสอบหาค่าดัชนีความสอดคล้องเพื่อหาค่า IOC (Index of Item – Objective Congruence) พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ระหว่าง 0.66–1.00 และ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งได้ทำการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือด้วยการตรวจสอบหาค่าดัชนีความสอดคล้องเพื่อหาค่า IOC (Index of Item – Objective Congruence) พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ระหว่าง 0.66–1.00

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผสานแนวคิดสะเต็มศึกษา
2. นำแบบประเมินเชิงพฤติกรรมเพื่อวัดความสามารถการคิดเชิงประยุกต์มาใช้ประเมินพฤติกรรมก่อนการทดลอง (Pre-test) โดยทำการประเมินแบบสามเส้า ได้แก่ การประเมินโดยผู้เรียนเอง การประเมินโดยเพื่อนครู และการประเมินโดยผู้วิจัย
3. ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์
4. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผสานแนวคิดสะเต็มศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ กับกลุ่มทดลอง และดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบปกติ กับกลุ่มควบคุม รวม 12 คาบ (คาบละ 40 นาที) โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง
5. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้ว นำแบบประเมินเชิงพฤติกรรมเพื่อวัดความสามารถการคิดเชิงประยุกต์มาใช้ประเมินพฤติกรรมหลังการทดลอง (Post-test) โดยทำการประเมินแบบสามเส้า ได้แก่ การประเมินโดยผู้เรียนเอง การประเมินโดยเพื่อนครู และการประเมินโดยผู้วิจัย
6. ทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์
7. นำผลที่ได้จากแบบประเมินเชิงพฤติกรรมเพื่อวัดความสามารถการคิดเชิงประยุกต์มาใช้ประเมินพฤติกรรม และคะแนนที่ได้จากการตรวจสอบแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์ มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป ระหว่างเดือน กันยายน ถึงเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2564

นำข้อมูลเชิงปริมาณมาวิเคราะห์ด้วยสถิติ ค่าคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในการวิเคราะห์เพื่อใช้อธิบายข้อมูลเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่าง

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป ค่าคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในการวิเคราะห์เพื่อใช้อธิบายข้อมูลเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่าง
2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงประยุต์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สูตร t-test for Independent
3. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงประยุต์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยใช้สูตร t-test for Dependent

ผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดเชิงประยุต์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 1 ค่าสถิติและการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการคิดเชิงประยุต์โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผสานแนวคิดสะเต็มศึกษาของกลุ่มทดลอง

แบบวัด	ความสามารถในการคิดเชิงประยุต์					$\bar{x}$	S.D.	t	Sig.
	ขั้นที่ 1	ขั้นที่ 2	ขั้นที่ 3	ขั้นที่ 4	ขั้นที่ 5				
ก่อนการจัดการเรียนรู้	1.70	2.07	3.10	3.00	3.00	12.86	4.08	-6.232	.000*
หลังการจัดการเรียนรู้	3.20	3.27	3.67	3.60	3.43	17.17	2.91		

จากตารางที่ 1 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผสานแนวคิดสะเต็มศึกษา มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดเชิงประยุต์ก่อนการจัดการเรียนรู้ 12.86 คะแนน และหลังการจัดการเรียนรู้ 17.17 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนเรียนคือ 4.08 และหลังเรียน คือ 2.91 จากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนน พบว่า ค่าเฉลี่ยความสามารถในการคิดเชิงประยุต์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผสานแนวคิดสะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p=.000$, $t=-6.232$) และเมื่อพิจารณาเรียงขั้นตามความสามารถในการคิดเชิงประยุต์

พบว่า ทุกขั้นตอนของความสามารถในการคิดเชิงประยุต์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผสานแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผสานแนวคิดสะเต็มศึกษา

วัตถุประสงค์ที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดเชิงประยุต์ต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 2 ค่าสถิติและการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการคิดเชิงประยุต์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การจัดการเรียนรู้	จำนวน(คน)	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	T-test	
					Sig	t
1	30	20	17.17	2.91	.097	1.686
2	30	20	15.93	3.87		

หมายเหตุ 1 หมายถึง กลุ่มทดลอง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผสานแนวคิดสะเต็มศึกษา

2 หมายถึง กลุ่มควบคุม การจัดการเรียนรู้ใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา

จากตารางที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผสานแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนกลุ่มทดลอง และการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนกลุ่มควบคุม มีความสามารถในการคิดเชิงประยุต์ต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p=0.97, t=1.686$)

อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 1 ความสามารถในการคิดเชิงประยุต์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผสานแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั้นเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผสานแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการจัดกระบวนการที่เน้นให้ผู้เรียน เรียนรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ซึ่งอาศัยความรู้จาก 4 สหวิทยาการ และนำองค์ความรู้ที่ได้มานั้นไปใช้บูรณาการกับชีวิตประจำวัน สอดคล้องกับ เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2554) และ สุวิทย์ มูลคำ (2549) ที่ได้กล่าวว่า แนวทางในการพัฒนาการคิดเชิงประยุต์จำเป็นต้องใช้ความรู้จากประสบการณ์เดิมดัดแปลงการใช้งานให้เหมาะสมกับสถานการณ์หรือบริบทให้สอดคล้องกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผสานแนวคิดสะเต็มศึกษาจำนวน 6 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การเลือกปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ (2) ระบุนปัญหาจาก

ปรากฏการณ์สนใจและวิเคราะห์เนื้อหา (3) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (4) วางแผนระบุแนวทางแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหา (5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงานเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน นำไปสู่การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้เกิดการคิดเชิงประยุกต์ สอดคล้องกับ จันทรญา พุ่มขุน (2553) กล่าวว่า การเรียนรู้ด้วยเทคนิคหรือวิธีการสอนที่หลากหลายเป็นแนวทางที่ทำให้เกิดการคิดเชิงประยุกต์ เป็นการจัดการเรียนรู้ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาหลักตามหน่วยการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ส่วนประกอบของพืช ระดับชั้นป.4 ภายใต้หัวข้อ ยาใจจากพืช ในช่วงระยะเวลาที่โรงเรียนจัดการเรียนการสอนออนไลน์ภายใต้สถานการณ์โควิด-19 กล่าวได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผสานแนวคิดสะเต็มศึกษาพบว่านักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์ สามารถนำบางสิ่งมาปรับใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสมด้วยการยืดหยุ่นทางความคิดให้สอดคล้องกับบริบทสภาพแวดล้อมและเวลาในขณะนั้น

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 2 พบว่าความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผสานแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนกลุ่มทดลอง และการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนกลุ่มควบคุม มีความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์ต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p=0.97, t=1.686$) ทำให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ที่มีแนวคิดที่แตกต่างกันไม่ได้ส่งผลต่อความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์ของนักเรียน นั่นอาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผสานแนวคิดสะเต็มศึกษาและกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ใช้แนวคิดสะเต็มศึกษามีรากฐานแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ด้วยทฤษฎีเดียวกัน คือทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับ Zhukov (2015) อ้างถึงใน ชลาธิป สมมติโต (2562) ที่กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เป็นรากฐานแนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตามที่ผู้เรียนสนใจ ผ่านการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติร่วมกัน เมื่อพิจารณาพฤติกรรมร่วมด้วยพบว่าค่าเฉลี่ยของพฤติกรรมความสามารถการคิดเชิงประยุกต์หลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และจากการประเมินพฤติกรรมซึ่งเป็นการประเมินเชิงคุณภาพพบว่า ลักษณะของนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกัน โดยนักเรียนในกลุ่มทดลองจะมีความโดดเด่นในการนำประสบการณ์เดิมมาใช้ประกอบการเรียนรู้ ในส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมจะโดดเด่นในการหาวิธีแก้ปัญหา ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผสานแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการเรียนรู้ผ่านขั้นตอนที่เกิดจากการสังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้ของทั้ง 2 แนวคิด ซึ่งมีขั้นตอนในการเรียนรู้มากกว่าการเรียนรู้ด้วยแนวคิดแบบใดแบบหนึ่ง

องค์ความรู้ใหม่จากการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาการวัดความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์ โดยสังเคราะห์ลักษณะการคิดเชิงประยุกต์เชิงพฤติกรรมและนำมาใช้เป็นข้อความแสดงพฤติกรรมบ่งชี้ ดังนี้

ตารางที่ 3 การวัดความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์

ขั้นตอนในการวัด	ลักษณะการคิดเชิง
เครื่องตัดัด เจริญวงศ์ตัดัด	ประยุกต์
และส่ววิทย มุลค้ำ	(เชิงพฤติกรรม)
ขั้นที่ 1 กำหนดเป้าหมายและ	- กล้าแสดงความคิดเห็น
วัดอุปประสงค์	อย่างมีเหตุผล
	- ระบุมเป้าหมายได้อย่าง
	ชัดเจน
ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจเหตุผล	- มีเหตุผล
เบื้องหลังของสิ่งที่จะนำมาใช้	
ขั้นที่ 3 วิเคราะห์เปรียบเทียบบริบท	- มีทักษะการสังเกต
เพื่อค้นหา ความเหมือนและความ	
แตกต่าง	
ขั้นที่ 4 ปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับ	- สามารถปรับเปลี่ยนสิ่งที่
บริบทใหม่	มีอยู่แล้วให้ต่างไปจากเดิม
	และเหมาะสมกับเป้าหมาย
ขั้นที่ 5 ตรวจสอบว่าตอบสนอง	- ละเอียครอบคอบ
เป้าหมายหรือไม่	- ตรวจสอบผลงานและ
	แก้ไขข้อผิดพลาด

จากตารางดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำข้อความบ่งชี้การคิดเชิงประยุกต์เชิงพฤติกรรมมาสร้างเป็นตัวชี้วัดพฤติกรรมในแบบประเมินพฤติกรรมความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์

สรุป

1. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผลงานแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ข้อค้นพบจากงานวิจัยนี้ผลการวิจัยนี้อาจเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาให้ดียิ่ง ๆ ขึ้นไปได้ และจะช่วยให้พัฒนาความสามารถด้านการคิดเชิงประยุกต์เพื่อตอบสนองนโยบายประเทศไทยในการเตรียมพลเมืองสู่ศตวรรษที่ 21

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.1 ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 1 พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผลงานแนวคิดสะเต็มศึกษาส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์ สามารถนำบางสิ่งมาปรับใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสมด้วยการยืดหยุ่นทางความคิดให้สอดคล้องกับบริบทสภาพแวดล้อมและเวลาในขณะนั้น ดังนั้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรดำเนินการ ดังนี้ ส่งเสริมการนำแนวคิดดังกล่าวไปใช้การเรียนรู้เพื่อเตรียมความพร้อมในการเป็นพลเมืองศตวรรษที่ 21 มีการอบรมให้ความรู้

1.2 ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 2 พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผลงานแนวคิดสะเต็มศึกษา เกี่ยวเนื่องกับปรากฏการณ์ที่ต้องสอดคล้องกับประสบการณ์เดิมของนักเรียน และเนื้อหาในระดับชั้นดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรดำเนินการ ดังนี้ ควรคำนึงถึงลักษณะของกิจกรรมโดยให้เนื้อหาและกิจกรรมให้เหมาะสมกับช่วงวัยและบริบทของนักเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

งานวิจัยนี้ได้ข้อค้นพบจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผลงานแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาการคิดเชิงประยุกต์ คือ

2.1 ควรนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผลงานแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้จัดการเรียนรู้ ในรายวิชาอื่นๆ เพื่อให้ให้นักเรียนนำความรู้ที่มีอยู่แล้วมาปรับใช้ได้อย่างเหมาะสมตามสถานการณ์หรือสภาพแวดล้อมในขณะนั้น

2.2 ควรทำวิจัยในประเด็นเกี่ยวกับ ปรากฏการณ์ที่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมของนักเรียน และเนื้อหาในระดับชั้น และคำนึงถึงลักษณะของกิจกรรมโดยให้มีเนื้อหาและกิจกรรมให้เหมาะสมกับช่วงวัยและบริบทของนักเรียน

2.3 ควรศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดเชิงประยุกต์ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา เพื่อพัฒนาการคิดเชิงประยุกต์ให้ดียิ่งขึ้น

References

- Butkatanyu, O. (2018). Learning Through Phenomena to Create a Holistic Perspective and Access to the Real World of Learners. *Chulalongkorn University Journal of Education*, 5(4), 348–365.
- Chamtrakul, W. (2017). *A Comparison of Learning Achievements of Prathom Suksa 4 Students at Tubthong School on Astronomy and Space by Using a STEM Educational Management Method*. Ramkhamhaeng University.
- Charoenwongsak, K. (2011). *Applied Thinking*. Success Media.
- Daehler, K., & Folsom, J. (2016). *Making Sense of SCIENCE: Phenomena-Based Learning*. <http://www.WestEd.org/mss>
- Fanfueangfu, W. (2017). *STEM Education with Thai Education*. *Valaya Alongkorn Review (Humanities and Social Sciences)*, 13(2), 248.
- Hopkins Public School. (2016a). *STEM Curriculum*. <https://www.hopkinsschools.org/servicesdepartments/teaching-learningassessment/curriculum-areas/stem-curriculum>
- Institute for the Promotion of Science and Technology Education. (2016). *STEM Education Thailand and STEM Ambassadors*. Science and Technology Magazine.
- Israsena Na Ayutthaya, W. (2017). *Things to know about STEM Education*. Chulalongkorn University Printing House.
- Khaemani, T. (2012). *Graduate Studies in the 21st Century: Curriculum and Teaching Adjustment*. Copies of documents.
- Khaemani, T. (2012). *Supporting documents for academic conferences*. "Apiwat Learning...to a turning point in Thailand". Office of Social Promotion of Learning and Youth Quality.
- Kowawisin, C. (1987). *Brain Fitness Training for Developing Thinking Skills*. Srinakharinwirot University Press.

- Livescience. (2016). *What is STEM Education?*. <http://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>
- Mahawijit, P. (2017). *Education innovation from Finland*. IPST magazine.
- Mahawijit, P. (2019). Application of Phenomenon–Based Learning Concepts with Proactive Learning in Elementary Education to Enhance Learning Skills in the 21st Century. *Journal of Education. Khon Kaen University*, 42(2),73–90.
- Mulakam, S. (2006). *Writing a Learning Management Plan Focusing on Thinking*. E–K Books.
- Office of the Secretary–General of the Education Council. (2017). *National Education Plan 2017–2036*. Prikwarn Graphics Co., Ltd.
- Poomkhun, C. (2010). *A Comparison of Learning Achievement and Applied Thinking Ability on Changes in the World, Science Learning Subject Group of grade 4 students learning by using the Creative Knowledge Teaching Method and the Six Hats Thinking Method*. Thepsatri Rajabhat University.
- Rakthip, W. (2018). *Results of Learning Management According to the Community Learning Concept in Social Studies to Develop Democratic Behavior of Primary School Students*. Chulalongkorn University.
- Royal Institute (2013). *Royal Institute Dictionary 2011*. (2nd edition). Nanmee Books Publication.
- Sahlberg, P. (2011). *Finnish lessons: What can the world learn from educational reform in Finland?*. Teachers College press.
- Samahito, C. (2019). Organization of Learning Experiences by Using Phenomena as a Basis for Early Childhood Education. *Silpakorn University Journal*, 39(1),113–129.
- Silander, P. (2015). *Phenomenon Education*. <http://www.phenomenoneducation.info/phenomenon-based-learning.html>
- Siriphatrachai, P (2013). STEM Education and skills development in the 21st century. *Srinakharinwirot University Administrative Journal*, 33(2),49–56.
- Srisaard, T. (2011). *Preliminary research*. (9th edition). Suweeriyasan.
- Taweerat, P. (1995). *Research methods in behavioral and social sciences*. Bureau of Educational and Psychological Testing.
- Wiriya, P. (2018). *Presentation of teaching activities on current world events for high school students*. Silpakorn University.

- Wongkamin, D. (2016). *Project on the Study of Analytical Thinking and Public Mind to Develop the Good and Smart Person Potential of Thai Students*. University of the Thai Chamber of Commerce.
- Zhukov, T. (2015). *Phenomenon-Based Learning: What is PBL*. <http://www.noodle.com/articles/phenomenon-based-learning->