

ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ที่มีต่อ
ความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

The Effects of Learning Management Using STEM Education the Topic of
Substances in Everyday Life on Problem Solving Ability and
Creative Thinking of PrathomSuksaVI Students

สินีนารถ ยาฟาด* สุจินต์ วิศวธีรานนท์** และดวงเดือน พินสุวรรณ**

Sineenart Yafad, Suchin Visavateeranon and Duongdearn Pinsuwan

* วิทยาลัยศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

** สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา 2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา 3) ศึกษาคะแนนพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา และ 4) เปรียบเทียบพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ระหว่างความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 22 คน ของโรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดยะลา ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนพัฒนาการ การทดสอบค่าที และการวิเคราะห์ความแปรปรวน ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (ก่อนเรียน $\bar{X} = 15.77$, S.D. = 3.48 หลังเรียน $\bar{X} = 22.00$, S.D. = 3.70) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (ก่อนเรียน $\bar{X} = 11.05$, S.D. = 3.59 หลังเรียน $\bar{X} = 16.95$, S.D. = 3.76) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา ส่วนใหญ่มี

คะแนนพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับกลาง คิดเป็นร้อยละ 59.09 และส่วนใหญ่มีคะแนนพัฒนาการความสามารถในการคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก คิดเป็นร้อยละ 45.46 และ 4) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา มีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่อง ($\bar{X} = 44.99$, S.D. = 23.50) แตกต่างกับความคิดยืดหยุ่น ($\bar{X} = 22.66$, S.D. = 13.89) และความคิดริเริ่ม ($\bar{X} = 22.55$, S.D. = 14.85) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนพัฒนาการด้านความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มไม่แตกต่างกัน โดยนักเรียนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่องได้ดีที่สุด รองลงมา คือ ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา
ความสามารถในการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์

Abstract

The purposes of this study were 1) to compare the problem solving abilities of Prathom Suksa VI students before and after learning under learning management using STEM Education ; 2) to compare the creative thinking scores of Prathom Suksa VI students before and after learning under learning management using STEM Education ; 3) to study the problem solving ability and creative thinking gain scores of Prathom Suksa VI students learning under learning management using STEM Education ; and 4) to compare the creative thinking gain scores between the fluency thinking, flexibility thinking, and originality thinking of students learning under learning management using STEM Education.

The research sample consisted of 22 Prathom Suksa VI students of a middle sized primary school in Yala province, obtained by cluster random sampling. The research instruments used in this study were STEM Education learning management plans in the topic of Substances in Everyday Life, a problem solving ability test ; and a creative thinking test. The data were analyzed using the mean, standard deviation, development score, t - test, and analysis of variance.

The research findings revealed that 1) the post -learning problem solving ability scores of the students learning under learning management using STEM Education were significantly higher than their pre - learning counterpart scores at the .01 level of significance; (pre - learning $\bar{X}$ = 15.77, S.D. = 3.48, post - learning $\bar{X}$ = 22.00, S.D. = 3.70) 2) the post - learning creative thinking scores of the students learning under learning management using STEM Education were significantly higher than their pre - learning counterpart scores at the .01 level of significance; (pre - learning $\bar{X}$ = 11.05, S.D. = 3.59, post - learning $\bar{X}$ = 16.95, S.D. = 3.76) 3) the students learning under learning management using STEM Education mostly (59.09 %) had the problem solving gain scores in the moderate level, and 45.46% of students had the creative thinking gain scores in the high and very high levels; and 4) the fluency thinking gain scores ($\bar{X}$ = 44.99, S.D.= 23.50) of students learning under learning management using STEM Education were significantly different of flexibility thinking ($\bar{X}$ = 22.66, S.D.= 13.89) and originality thinking gain scores ($\bar{X}$ = 22.55, S.D.= 14.85) at the .01 level of significance, while the flexibility thinking and originality thinking gain scores were not different, and students were best able to develop fluency thinking, followed by flexibility thinking and originality thinking.

Keywords: Learning Management Using STEM Education, Problem Solving Ability, Creative Thinking

บทนำ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 มาตรา 24 ข้อ 1 - 3 ที่กล่าวสรุปได้ว่า “การจัดกระบวนการเรียนรู้ ต้องจัดให้สอดคล้องกับความสนใจและความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน ฝึกทักษะกระบวนการคิด การเผชิญสถานการณ์ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาและให้ได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้ “คิดเป็นทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น” และ 4) ว่าด้วยเรื่องการจัดการเรียนการสอน โดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝัง คุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทุกวิชา (Office of the Basic Education Commission, 2015) สอดคล้องกับที่จอห์น ดิวอี้ (John Dewey, 1993 Refer to in Pasicha & Chongchaikit, 2018) ปรากฏการณ์การศึกษาชาวอเมริกาได้อธิบายไว้ถึงความจำเป็นที่โรงเรียนต้องจัดให้มีการสอนแบบ “บูรณาการ” หรือเชื่อมโยงเนื้อหาวิชาต่าง ๆ เข้าด้วยกัน หลักสูตรที่เน้นการสอนแบบบูรณาการจะสอดคล้องกับชีวิตจริงของเด็กเพราะเป็นการจัดการเรียนรู้โดยการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ที่เกี่ยวข้องจากศาสตร์ต่าง ๆ ของรายวิชาเดียวกันหรือหลายรายวิชามาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความคิดรวบยอดของศาสตร์เหล่านั้นไปใช้ในชีวิตจริง ซึ่งคนเราต้องใช้ความรู้และทักษะจากหลาย ๆ ศาสตร์มาแก้ปัญหาทั้งที่ง่าย และซับซ้อนได้กับชีวิตจริงนักเรียนจึงควรได้รับการฝึกฝนให้มองเห็นความเชื่อมโยงของสิ่งที่เรียนกับสิ่งที่ไปในชีวิตจริงนอกโรงเรียน

การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่เน้นให้ความสำคัญกับวิชาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์อย่างเท่าเทียมกันหรือสะเต็มศึกษายังเป็นรูปแบบการจัดการศึกษาที่ตอบสนองต่อการเตรียมคนไทยรุ่นใหม่ที่ได้กรอบประเทศไทย 4.0 สู่ศตวรรษที่ 21 เพราะธรรมชาติของทั้ง 4 วิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้และความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้ดีในศตวรรษที่ 21 สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงทั้งด้านความรู้ ทักษะการคิด และทักษะอื่น ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาค้นคว้าสร้างและพัฒนาความคิดค้นสิ่งต่าง ๆ ในโลกปัจจุบันการเน้นความเข้าใจอย่างลึกซึ้งการมีส่วนร่วมของผู้เรียนกับข้อมูลเครื่องมือทางเทคโนโลยีการสร้างความรู้ความยึดหยุ่นในเนื้อหาวิชาความท้าทาย ความสร้างสรรค์ความแปลกใหม่ และการแก้ปัญหาในโลกอนาคตได้อย่างแท้จริง ดังนั้นในปัจจุบันสะเต็มศึกษา

จึงเป็นกระแสความตื่นตัวที่เด่นชัดและมีความสำคัญเป็นอย่างมากซึ่งสอดคล้องกับแลนซ์ (Lantz, 2009 Refer to in Pitipornatapin, 2015) ระบุว่าผู้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดนี้ ผู้เรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ความเป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการประดิษฐ์ ความเชื่อมั่น ในตนเอง ความคิดอย่างมีเหตุผล และความรู้ทางเทคโนโลยี

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งถือได้ว่าเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่สุดของการคิดทั้งหมด และยังเป็นทักษะที่เกี่ยวข้องและมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตอย่างมาก ผู้ที่มีทักษะการคิดแก้ปัญหาจะสามารถเผชิญกับภาวะสังคมอย่างได้เข้มแข็ง (Eberle & Slanish, 1996 Refer to in Munkham, 2008) ประกอบกับในโลกปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว และมีความสลับซับซ้อนมากยิ่งขึ้น การแก้ปัญหาด้วยวิธีการเดิม ๆ มักใช้ไม่ได้ผล จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการใหม่ ๆ นอกจากนี้ ความคิดสร้างสรรค์ยังเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับการแข่งขันในระดับโลกทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และเศรษฐกิจ ในศตวรรษที่ 21 นักเรียนสามารถใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เป็นหลักการในการประยุกต์ไปสู่การออกแบบระบบทางวิศวกรรม โดยผู้เรียนต้องสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของโลกปัจจุบัน (North Central Regional Educational Laboratory and Metiri Group, 2003 Refer to in Channakorn & Others, 2014) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่เน้นให้ความสำคัญกับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ อย่างเท่าเทียมกันหรือสะเต็มศึกษาที่ได้รับการพิจารณาว่าสามารถนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่น่าสนใจสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

ทั้งนี้จากการศึกษาผลการวิจัยการใช้สะเต็มศึกษากับการพัฒนาการศึกษากับการพัฒนาการศึกษา การแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ พบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (Besa, 2015; Ektrakul, 2015; Somjanta, 2015; Suwanphibul, 2016) 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน Ektrakul, 2015; Somjant, 2015; Besa, 2015) 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด

สะเต็มศึกษามีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (Sailamai & Samahito, 2014; Suwanphibul, 2016; Passorn, 2015) นอกจากนี้ งานวิจัยของ Tidma (2015) ยังพบว่า 4) นักเรียนมีพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ระหว่างเรียนรู้อยู่ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพิ่มสูงขึ้น โดยพบว่านักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างแบบจำลองอวัยวะในระบบย่อยอาหาร ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบหายใจ และระบบขับถ่ายคิดเป็นร้อยละ 79.26, 79.73, 83.40 และ 83.80 ตามลำดับ นักเรียนมีพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ระหว่างเรียนเพิ่มสูงขึ้นในเชิงบวก นอกจากนี้ ยังพบว่านักเรียนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มได้ดีที่สุด รองลงมา คือความคิดคล่องแคล่ว ความคิดละเอียดลออ และความคิดยืดหยุ่น ตามลำดับ

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัย ให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประถมศึกษาแห่งหนึ่ง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 พบว่า เมื่อจัดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ขาดทักษะกระบวนการที่สำคัญในการนำเอาความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแก้ปัญหาในชีวิตจริง และผลงานของนักเรียนส่วนใหญ่ ไม่มีความแตกต่างไปจากสิ่งที่มีอยู่แล้วมีการออกแบบสร้างสรรค์ ภายใต้แนวคิดคล้าย ๆ กัน ขาดความคิดริเริ่มหรือความคิดแปลกใหม่

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษา ผลของการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน โดยใช้แนวทาง สะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลาง จังหวัดยะลา โดยการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาในปัจจุบันเพื่อให้สอดคล้องกับการพัฒนานักเรียนด้านสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังที่กำหนดไว้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน

3. เพื่อศึกษาคะแนนพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา

4. เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ระหว่างความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา

สมมติฐานการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษาเรื่อง สารในชีวิตประจำวัน มีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มแตกต่างกัน

วิธีการศึกษา

รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre - Experimental Research) ซึ่งดำเนินการวัดผลก่อนและหลังการทดลองกลุ่มเดียว (One - Group Pretest - Posttest Design) โดยมีการทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน โดยใช้การจัด การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ทำการประเมินผลระหว่างเรียน (Formative Assessment) โดยทำการประเมินทักษะที่เกิดขึ้นระหว่าง การจัดการเรียนรู้ และนวัตกรรมของนักเรียนระหว่างดำเนินกิจกรรมสังเกตจากการตอบคำถาม การสืบค้น และรวบรวมข้อมูลการทำงานกลุ่มการวางแผน การทำงาน การอภิปราย เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นการตอบคำถามในใบกิจกรรมและผลงานนักเรียน หลังจากนั้นจึงทดสอบหลังเรียนแล้วให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นจึงเป็นการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง สารในชีวิตประจำวันที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ขอบเขตของการวิจัย

1. สถานที่ดำเนินการวิจัย คือ โรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดยะลา

2. กลุ่มวิจัยที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดยะลา ด้วยการสุ่มโรงเรียนมา 1 โรงเรียน ได้โรงเรียนที่มีห้องเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 22 คน เป็นนักเรียนชาย 11 คน และนักเรียนหญิง 11 คน

3. ระยะเวลาในการวิจัย ดำเนินการตั้งแต่เดือนมิถุนายน - สิงหาคม พ.ศ.2560

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการวิจัย มี 2 แบบ คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ตามแนวคิด สะเต็มศึกษา สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จำนวน 30 ชั่วโมง ประกอบด้วย บทเรียนย่อย ได้แก่ 1) เครื่องกรองน้ำฉุกเฉิน (การแยกสาร) จำนวน 5 คาบ 2) เทียนแพนซีแสนสวย (การเปลี่ยนสถานะของสาร) จำนวน 5 คาบ 3) “ข้าวหมาก” โยเกิร์ตแบบไทย ๆ (การเปลี่ยนแปลงทางเคมี) จำนวน 5 คาบ 4) สารกำจัดศัตรูพืชจากพืชสมุนไพร (สารเคมีกำจัดศัตรูพืช) จำนวน 5 คาบ และ 5) นกออกแบบฉลากผลิตภัณฑ์รุ่นจิ๋ว (การเลือกใช้สารต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันโดยการศึกษาฉลากผลิตภัณฑ์) จำนวน 5 คาบ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกิจกรรมลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้ ซึ่งการจัด การเรียนรู้ใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาตามแนวทางของ Hatkaew (2014) ประกอบด้วย 1) กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับเนื้อหาโดยครูจะสร้างคำถามหรือสร้างสถานการณ์การเรียนรู้ที่เป็นปัญหาเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีการอภิปราย ตอบคำถาม และทดสอบความรู้เดิมของนักเรียน 2) กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน เป็นการจัดกิจกรรมโดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรมเป็นแนวทางในการออกแบบกิจกรรม มีรายละเอียด ดังนี้ (2.1) กำหนดปัญหาหรือความต้องการ (2.2) รวบรวมข้อมูล (2.3) เลือกวิธีการ (2.4) ออกแบบและปฏิบัติการ (2.5) ทดสอบ (2.6) ปรับปรุงแก้ไข (2.7) ประเมินผล 3) กิจกรรมสรุป เป็นการจัดกิจกรรมที่นักเรียนร่วมกันสรุปประเด็นและความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม โดยตอบคำถามที่ผู้สอนได้จัดเตรียมไว้นอกจากนี้ลักษณะสำคัญของกิจกรรมสะเต็มศึกษาเป็น

กิจกรรมการเรียนรู้ที่กระตุ้นการเรียนรู้แบบลงมือทำ (ปฏิบัติ) และการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) บทเรียนมีความท้าทายและเป็นบทเรียนที่เป็นสถานการณ์หรือปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือการประกอบอาชีพในอนาคต ก่อนนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน วิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ท่าน การวัดและประเมินผล การศึกษา จำนวน 1 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความ สอดคล้ององค์ประกอบต่าง ๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้ กับรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา ที่กำหนด โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์ การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ของ Likert (Ketusing, 1995) ดังนี้

- ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง แผนการสอนมีความ
เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง แผนการสอนมีความ
เหมาะสม มาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง แผนการสอนมีความ
เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง แผนการสอนมีความ
เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง แผนการสอนมีความ
เหมาะสมน้อยที่สุด

ค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินของผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ย อยู่ระหว่าง 4.33 - 4.60 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ ระหว่าง 0.39 - 0.58

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา การวิจัยนี้ ผู้วิจัยสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา 4 ด้าน ได้แก่ การระบุปัญหา การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา การ เสนอแนวทางแก้ไขปัญหา และ การวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้น หลังการแก้ปัญหา แบบวัดเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 32 ข้อ ก่อนนำแบบวัดที่ผู้วิจัย สร้างขึ้นไป ใช้ ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน วิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ท่าน การวัดและประเมินผล การศึกษา จำนวน 1 ท่าน ตรวจสอบความตรงด้านเนื้อหา และภาษาก่อนจะนำไปใช้ (Try Out) กับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 23 คน มีค่าดัชนีความ สอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00 ค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.40 - 0.77 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.53 และค่าความเที่ยง 0.76 แล้วนำไปใช้วัดจริงกับ กลุ่มที่ศึกษา

2. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ การวิจัยนี้ผู้วิจัย สร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้องค์ประกอบของ ความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม แบบวัดเป็นข้อสอบ อัตนัย ประกอบด้วย 3 กิจกรรม จำนวน 26 ข้อ ก่อนนำ แบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้ ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้าน หลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ท่าน การวัด และประเมินผลการศึกษา จำนวน 1 ท่าน ตรวจสอบความ ตรงด้านเนื้อหา และภาษาก่อนจะนำไปใช้ (Try Out) กับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 23 คน มีค่าดัชนี ความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 ค่าความยาก (p) อยู่ ระหว่าง 0.46 - 0.53 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.22 - 0.36 และค่าความเที่ยง 0.76 แล้วนำไปใช้วัดจริงกับ กลุ่มที่ศึกษา แล้วนำไปใช้วัดจริงกับกลุ่มที่ศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล และทดลองด้วยตนเอง โดยเริ่มดำเนินการตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2560 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2560 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pre - test) โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและแบบวัด ความคิดสร้างสรรค์กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน นักเรียน 22 คน

2. ดำเนินการทดลองโดยผู้วิจัยปฏิบัติการสอนด้วย ตัวเองในกิจกรรมลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้ตามแผนการ จัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นจำนวน 5 แผน แผนละ 6 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 30 ชั่วโมง

3. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ ครบทุกแผนแล้วผู้วิจัยทำการทดสอบหลังเรียน (Post - test) โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและแบบ วัดความคิดสร้างสรรค์กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดย ดำเนินการเช่นเดียวกับการทดสอบก่อนเรียนและใช้แบบวัด ชุดเดียวกันกับการทดสอบก่อนเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมา วิเคราะห์ ดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าสถิติเปรียบเทียบความสามารถ ในการแก้ปัญหา ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ แนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.) และทดสอบค่าที่แบบกลุ่มสัมพันธ์กัน (t - test for Dependent Sample)

2. วิเคราะห์ค่าสถิติเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลัง ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบค่าที่แบบกลุ่มสัมพันธ์กัน (t - test for Dependent Sample)

3. วิเคราะห์คะแนนพัฒนาการ (Gain Score) จากคะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้สูตรพัฒนาการสัมพัทธ์และระดับพัฒนาการตามเกณฑ์การประเมินคะแนนพัฒนาการของ (Kanchanawasi, 2009)

4. วิเคราะห์ค่าสถิติเปรียบเทียบพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ระหว่างความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance : ANOVA) และทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีการทดสอบของ Least - significance Different (LSD) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการศึกษา

1. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	22	15.77	3.48	13.965*
หลังเรียน	22	22.00	3.70	

*p < 0.01 (df = 21)

จากตารางที่ 1 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยนำคะแนนทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมาทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มสัมพันธ์กัน พบว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษาก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.77 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.48 หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.00 และส่วน

เบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.70 และเมื่อทดสอบความแตกต่างของความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งสรุปได้ว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาลงหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษาของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	22	11.05	3.59	10.24*
หลังเรียน	22	16.95	3.76	

*p < 0.01 (df = 21)

จากตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยนำคะแนนทดสอบความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมา

ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มสัมพันธ์กัน ผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่า คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษาก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.05

และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.59 หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.95 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.76 และเมื่อทดสอบความแตกต่างของความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งสรุปได้ว่านักเรียน มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์หลังการจัดการ

เรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัด การเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลการวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการ (Gain Score) จากคะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รายละเอียดดังตารางที่ 3 และ 4

ตารางที่ 3 คะแนนพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละระดับพัฒนาการ

คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์	ระดับพัฒนาการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
76 - 100	พัฒนาการระดับสูงมาก	-	-
51 - 75	พัฒนาการระดับสูง	5	22.73
26 - 50	พัฒนาการระดับกลาง	13	59.09
0 - 25	พัฒนาการระดับต้น	4	18.18

จากตารางที่ 3 คะแนนพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สรุปได้ว่า นักเรียนมีระดับพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ใน

ระดับสูง จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 22.73 มีพัฒนาการระดับกลาง จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 59.09 และพัฒนาการระดับต้น จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 18.18

ตารางที่ 4 คะแนนระดับพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนแต่ละระดับพัฒนาการ

คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์	ระดับพัฒนาการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
76 - 100	พัฒนาการระดับสูงมาก	5	22.73
51 - 75	พัฒนาการระดับสูง	5	22.73
26 - 50	พัฒนาการระดับกลาง	7	31.82
0 - 25	พัฒนาการระดับต้น	5	22.73

จากตารางที่ 4 คะแนนพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สรุปได้ว่า นักเรียนมีระดับพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับสูงมาก จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 22.73 มีพัฒนาการระดับสูง จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 22.73 พัฒนาการระดับกลาง

จำนวน 7 คนคิดเป็นร้อยละ 31.82 และพัฒนาการระดับต้น จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 22.73

4. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ระหว่างความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รายละเอียดดังตารางที่ 5, 6 และ 7

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนพัฒนาการจำแนกตามองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์

องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์	$\bar{X}$	S.D.
คิดคล่อง	46.99	23.50
คิดยืดหยุ่น	22.66	13.89
คิดริเริ่ม	22.55	14.85

จากตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนพัฒนาการจำแนกตามองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ พบว่า คะแนนพัฒนาการจำแนกตามองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ ด้านความคิดคล่อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 46.99 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ

23.50 ด้านความคิดยืดหยุ่น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.66 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 13.89 และด้านความคิดริเริ่ม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.55 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 14.85

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบพัฒนาการความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2	8726.557	4363.278	13.552	.000*
ภายในกลุ่ม	63	20283.160	321.955		
รวม	65	29009.716			

*P < 0.01

จากตารางที่ 6 การเปรียบเทียบพัฒนาการความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยน่าจะเห็นพัฒนาการจำแนกตามองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA)

ผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่า นักเรียนมีพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกัน อย่างน้อย 1 คู่ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และได้ทำการวิเคราะห์ เปรียบเทียบรายคู่ (Post Hoc) ด้วยวิธีการทดสอบของ Least - Significant Different (LSD) ได้ผลการวิเคราะห์รายละเอียดดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ระหว่างความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา

องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์	คิดคล่อง	คิดยืดหยุ่น	คิดริเริ่ม
คิดคล่อง $\bar{X} = 46.99$	-	-	-
คิดยืดหยุ่น $\bar{X} = 22.66$	24.33591*	-	.11273
คิดริเริ่ม $\bar{X} = 22.55$	24.44864*	-	-

จากตารางที่ 7 การวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ (Post Hoc) พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ระหว่างความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา ด้วยวิธีการทดสอบของ Least - Significant Different (LSD) พบว่าความคิดคล่องมีพัฒนาการแตกต่างจากความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม โดยความคิดคล่องมีพัฒนาการสูงกว่าความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม ส่วนความคิดยืดหยุ่นมีพัฒนาการไม่แตกต่างจากความคิดริเริ่ม

การอภิปรายผล

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา

จากผลการศึกษา พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ผลการวิจัยที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจาก

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษามีกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนซึ่งในขั้นตอนการจัดกิจกรรม

การเรียนการสอนในแต่ละขั้นกิจกรรมกระตุ้นและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนโดยเฉพาะในขั้นพัฒนาผู้เรียนซึ่งเป็นขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทางวิศวกรรมในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยผู้เรียนได้แบ่งกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมภายใต้สถานการณ์ปัญหาที่กำหนด มีลักษณะการทำงานเป็นทีมเพื่อเลือกประเด็นปัญหาร่วมกันสมาชิกในกลุ่มจะเข้าใจปัญหาและมีเป้าหมายร่วมกันเพื่อแก้ปัญหาขณะดำเนินกิจกรรมดังกล่าว ผู้เรียน ได้แสดงความคิดเห็นตามความต้องการอย่างเป็นอิสระค้นหาแนวคิด ที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ของสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ และเสนอแนวทางสมเหตุสมผลเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวสอดคล้องกับ Thonsukdee (1979) กล่าวว่าไว้ว่า วิธีการต่าง ๆ ที่ครูจะช่วยฝึกให้เด็กมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้นั้นคือการที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการกำหนดปัญหาให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบโดยแนะนำให้นักเรียนกระทำกิจกรรมบางอย่างหรือ การแสดงการสาธิตเพื่อให้นักเรียนหาคำตอบให้ได้ และรู้จักการวิจารณ์และสอดคล้อง

กับแนวคิดของ Cheumklang and Boonthawee (2016) ที่ระบุว่าจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมที่ออกแบบมาเพื่อเติมเต็มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดยการบูรณาการทั้งสามวิชาผ่านกระบวนการการออกแบบวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering Design Process) เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และสร้างทักษะโดยเน้นการสร้างองค์ความรู้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาเป็นการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงที่เน้นความสนุกและท้าทาย

1.2 บทเรียนในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ซึ่งเนื้อหาที่นำมาสร้างบทเรียนเป็นสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนสามารถพบได้ในชีวิตประจำวันทั่วไป ทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้จากบทเรียนเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา นอกจากนี้สถานการณ์ปัญหาของบทเรียนที่มีความท้าทายจะเป็นตัวกระตุ้นทักษะการทำงานเป็นทีม โดยนักเรียนแต่ละคนในทีมจะถูกกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็นถึงประเด็นปัญหา สาเหตุของประเด็นปัญหา มีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร แล้วเกิดผลอย่างไรเมื่อมีการแก้ปัญหา กระบวนการทำงานเป็นทีมของผู้เรียนจะชัดเจนมากยิ่งขึ้น ในการที่ แต่ละคนในทีมจะต้องร่วมกันตั้งศักยภาพทางด้านความสามารถ ความถนัดและความสนใจของแต่ละบุคคลออกมาใช้ในการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบ และในกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นกิจกรรมที่กระตุ้นการเรียนรู้แบบลงมือทำ (ปฏิบัติ) และการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ของผู้เรียน คือ ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติตั้งแต่กระบวนการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา มีการรวบรวมข้อมูล ในการแก้ปัญหาโดยใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ เลือกวิธีการในการแก้ปัญหา ออกแบบลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างชิ้นงานสำหรับแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ มีการทดสอบการทำงานของชิ้นงานเพื่อหาจุดบกพร่องที่ต้องปรับปรุงแก้ไข และการนำเสนอผลการปฏิบัติงาน ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาดังกล่าว ยังสอดคล้องกับการพัฒนาการศึกษาภายใต้กรอบประเทศไทย 4.0 ยุคศตวรรษที่ 21 กล่าวคือ การจัดการเรียนรู้ต้องเริ่มต้นฝึกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูเปลี่ยนจากครูสอนเป็นพี่เลี้ยงครูฝึก (Coach) การเรียนแบบบูรณาการสหวิชาการ เชื่อมโยงความรู้กับจินตนาการเปลี่ยนแปลงไปสู่รูปธรรมให้ผู้เรียนมีทักษะที่ต้องการ เช่น การทำงานร่วมกัน ความคิดสร้างสรรค์การสื่อสารที่ดี และมีทักษะในการประยุกต์ให้เข้าถึงเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ (Phonakhon, 2013)

ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับการวิจัยของ Somjanta (2015) และ Besa (2015) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) มีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสอดคล้องกับ Laboy -Rush (2012) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การบูรณาการสะเต็มศึกษาผ่านการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวเป็นการสังเคราะห์งานวิจัยและเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา โดยพบว่า การสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐานเป็นการบูรณาการสะเต็มศึกษาที่ประสบความสำเร็จเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา โดยการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เป็นการสอนเพื่อเน้นปัญหาที่แท้จริง นักเรียนเรียนรู้ที่จะสะท้อนให้เห็นกระบวนการในการแก้ปัญหา นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อให้สร้างความรู้ของตนเองเกี่ยวกับโลกรอบตัวพวกเขา (Satchwell & Loepp, 2002 Refer to in Diana Laboy Rush, 2012: 2; Fortus, Krajcikb, Dershimerb, Marx, & Mamlok - Naamand, 2005 Refer to in Laboy Rush, 2012: 3) โดยในเกือบทุกรูปแบบของการบูรณาการสะเต็มศึกษาที่มีประสิทธิภาพเป้าหมายจะต้องให้นักเรียนมีโอกาสที่จะสร้างองค์ความรู้ใหม่ มีทักษะในการแก้ปัญหาโดยผ่านกระบวนการของการออกแบบสิ่งประดิษฐ์

2. ความคิดสร้างสรรค์

จากผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ จากการแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ชิ้นงานจากสถานการณ์ที่กำหนดในบทเรียน นอกจากนี้การวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดด้วยประเด็นคำถามต่าง ๆ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกฝนและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้วยเช่นกัน นอกจากนี้การที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มพยายามที่จะสร้างชิ้นงานด้วยการระดมความคิดและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน เพื่อให้ผลงานมีความแปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร มีประสิทธิภาพตามเงื่อนไขและข้อกำหนดของสถานการณ์ที่กำหนด และผู้เรียนอยู่ในบรรยากาศของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ไม่กดดัน นักเรียนได้รับโอกาสอย่างอิสระในการแสดงศักยภาพทางด้านการริเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง การออกแบบชิ้นงานตามจินตนาการ ไม่ปิดกั้นความคิดของนักเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดง

ความคิดหลาย ๆ แบบ หลายๆ ทาง ซึ่งสอดคล้องกับ Phanmanee (2014) ที่กล่าวว่า บรรยากาศที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ บรรยากาศที่เต็มไปด้วยการยอมรับและกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ เปิดโอกาสให้เด็กได้สำรวจและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองย่อมเป็นห้องเรียนที่สนับสนุนความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก อีกทั้งกิจกรรมนี้เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเองได้เรียนรู้ตามสภาพจริงลงมือแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงได้ระดมความคิดจินตนาการเลือกแบบที่ตีและเหมาะสมที่สุดตลอดจนการปรับปรุงชิ้นงานผู้เรียนได้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้สอดคล้องกับ Siripatracha (2013) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ เช่น ทักษะความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม เป็นต้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Kijkuakul (2515) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานมีทักษะในการออกแบบและคิดหาวิธีแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริงผู้เรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ได้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง มีการสร้างชิ้นงานขึ้นระหว่างเรียน มีการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยมีครูเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือกระตุ้นคำถามและเสนอแนะความคิดเห็น

ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการวิจัยของ Tidma (2015); Suwanphibul (2016) และ Sailamai & Samahito (2014) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. คะแนนพัฒนาการของความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีระดับพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาและคิดสร้างสรรค์เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย ของ Tidma (2015) พบว่า พัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ระหว่างเรียนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพิ่มสูงขึ้น ผลการวิจัยที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาผ่านการลงมือปฏิบัติ ผู้เรียนเป็นผู้แสวงหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง โดยผ่านกระบวนการการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ทั้งในด้านเนื้อหา ความสามารถ

ในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์จากการลงมือปฏิบัติจริงโดยไม่ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายที่เน้นให้ผู้เรียนท่องจำ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสะเต็มศึกษาทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น มีความมุ่งมั่น ผู้เรียนมีการบูรณาการเนื้อหากลุ่มสาระและทักษะกระบวนการของทั้ง 4 สาระได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับ Phanurat (2010) และ Kanchanawasi (2009) ที่กล่าวว่า พัฒนาการทางการเรียนรู้จะเพิ่มขึ้นและสูงขึ้นในช่วงปลาย เนื่องจากผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ซึมซับ ผักผ่อน และพัฒนาทักษะความสามารถจากการลงมือทำกิจกรรมที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ส่งผลให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทางด้านความรู้ ความสามารถและพฤติกรรมอันพึงประสงค์ตรงตามจุดมุ่งหมาย

4. ความคิดสร้างสรรค์ระหว่างความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

จากผลการวิจัย พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ระหว่างความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่องได้ดีที่สุด รองลงมา คือ ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยของ Tidma (2015) พบว่า ผู้เรียนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มได้ดีที่สุดรองลงมา คือ ความคิดคล่องแล้ว ความคิดละเอียดลออ และความคิดยืดหยุ่น ตามลำดับ ผลการวิจัยที่เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาขั้นตอนของการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ผู้เรียนจะได้ฝึกฝนการคิดจากการวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดด้วยประเด็นคำถามต่าง ๆ ในกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนในขั้นระบุปัญหาหรือความต้องการ และขั้นกิจกรรมสรุปความรู้ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกฝนและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยเฉพาะความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่อง ส่วนความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่า สืบเนื่องจากการสังเกตพฤติกรรมในการเรียนของผู้เรียนทุกกลุ่ม ผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่คิดหรือประดิษฐ์สิ่งใหม่ที่แตกต่างไปจากสิ่งที่มีอยู่แล้ว แต่นิยมการเลียนแบบจากใบความรู้ หรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ทำให้ผลงานที่ออกแบบและสร้างสรรค์จึงมีแนวคิดที่คล้าย ๆ กัน ผลงานจึงไม่หลากหลายและแปลกใหม่ สะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนยังขาดความคิดริเริ่มหรือความคิดแปลกใหม่

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในครั้งนี้ ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ด้านความคิดคล่องได้ดีที่สุด รองลงมา คือ ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ทั้งนี้ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม พัฒนาได้น้อยกว่าความคิดคล่อง อาจเป็นเพราะกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นของกิจกรรมการสืบค้นข้อมูล ครูผู้สอนเตรียมใบความรู้ให้ผู้เรียนสืบค้น ซึ่งทำให้ผู้เรียนโดยส่วนใหญ่ใช้ใบความรู้เป็นแหล่งสืบค้นข้อมูลและเลียนแบบวิธีการ หลักการ และชิ้นงานจากใบความรู้ จึงทำให้ผลงานไม่หลากหลายและแปลกใหม่ ดังนั้นครูผู้สอนอาจให้ผู้เรียนสังเคราะห์วิธีการหรือหลักการต่าง ๆ ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานแทนการลอกเลียนแบบจากใบความรู้ หรือการสอดแทรกกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์ในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. จากผลการวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ส่งผลให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ ควรสนับสนุนให้มีการวิจัยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาให้กับนักเรียนในระดับชั้นอื่น เพื่อศึกษาว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา นั้นมีความเหมาะสมกับสำหรับผู้เรียนในระดับ ชั้นใดมากที่สุด
2. ควรศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยมีการกำหนดตัวแปรตามอื่น ๆ เช่น ทักษะการคิด วิเคราะห์ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการทำงาน กลุ่ม ความสามารถในการประดิษฐ์ ความเชื่อมั่นในตนเอง
3. ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยสอดแทรกกิจกรรมที่ส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 4 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ โดยเฉพาะด้านความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม
4. ควรมีการวิจัยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยสอดแทรกการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาต่อไป เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ในรายวิชาต่าง ๆ และพัฒนาทักษะการทำงานกลุ่มร่วมกับผู้อื่น

References

- Besa, N. (2015). *Effects of STEM Education Approach on Biology Achievement, Problem Solving Ability and Instructional Satisfaction of Grade 11 Students*. Master of Education in Teaching Science and Mathematics, Prince of Songkla University. (in Thai)
- Channakorn, S. & Others. (2014). *The Development of Grade 7 Students' Scientific Creativity in Topic of Atmosphere Using Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education*, 34th The Nation Graduate Research Conference, HMO50-2. 1871-1877. (in Thai)
- Cheumklang, K. and Boonthawee, S. (2016). "Crisis Wave: An Example. Increasing academic concentration in design and development activities. Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST) 44 (200), 17-22. (in Thai)
- Ektrakul, N. (2015). *Development of STEM Learning Management to Increase the Learning Achievement and Ability to Think Creatively, Problem Solving (CPS) of Grade 11 Students. (Research study)*. Bangkok: Assumption Thonburi School. (in Thai)
- Hatkaew, P. (2014). *Maths and Science through Jelly Making, STEM Activities, Elementary Education*, Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST), 43 (191), 42-45. (in Thai)
- Kanchanawasi, S. (2009). *The Traditional test theory (6th edition)*. Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)
- Ketusing, V. (1995). *Meaning of Interpretation: Simple Things That Sometimes Miss*, Educational Research News, 18 (3), 8-11 . (in Thai).
- Kijkuakul, S. (2015). *STEM Education*, Journal of Education Naresuan University, 7(2), 201-207. (in Thai)

- Laboy - Rush, D. (2012). *Integrated STEM Education through Project Based Learning* Retrieve from: <http://www.rondout.k12.ny.us/common/pages/DisplayFile.aspx?itemId=16466975>.
- Munkham, S. (2008). *Strategies for Teaching Problem Solving*. (4th edition). Bangkok: Printmaking. (inThai)
- Office of the Basic Education Commission (OBEC). (2015). *Classroom Management Guide Reduce time to learn*. Bangkok. Ministry of Education. (in Thai)
- Pasicha, W. & Chongchaikit, M. (2018). *Integrating Information Technology into the Elementary Curriculum: Case Study of WatmuengSchool*, Department of Education, Bangkok Metropolitan Administration. Kasetart Educational Review, 33 (1), 157-166. (in Thai).
- Phanmanee, A. (2014). *Practice to think creatively*. Bangkok: Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Phanurat, S. (2010). *A comparison of Thai composition writing skill development of the sixth grade students assessing them selves using checklist and open-ended questionnaire*. Master of Educational Research and Psychology, Chulalongkorn University. (in Thai)
- Phonakhon, C. (2013). *The study of Thailand in the Thai lands 4.0* Retrieved from <http://km.li.mahidol.ac.th/thai-studies-in-thailand-4-0/>. (in Thai)
- Pitipornatapin, S. (2015). *Learning Science and Society for the 21st Century*. Samutprakan: Boss Printing. (in Thai)
- Sailamai, B. & Samahito, C. (2014). *The Development of Creative Thinking for Preschool Children Through STEM Education Learning Experience Provision on Local Careers in Songkhla Province*. Master of Education (Early Childhood Education), Kasetsart University. (inThai)
- Siripatracha, P. (2013). *STEM Education and skills development in the 21st century*, Journal of Management, 2 (2), 49-56. (in Thai)
- Somjanta, D. (2015). *A Study on Problem Solving Ability in Science for Upper Secondary Students Learning Through STEM EDUCATION Approach in Plant Anatomy*. Master Degree of Education, Srinakharinwirot University. (in Thai)
- Suwanphibul, S. (2016). *Development of STEM EDUCATION Learning Unit "Eco House" for Seventh-Grade Students*. Master of Education Program in Educational Science and Learning Management, Srinakharinwirot University. (in Thai)
- Tidma, P. (2015). *STEM Education in Topic of Human Systems to Promote Creative Thinking of 8th Grade Students*. Master In Science Education Program, Naresuan University. (in Thai)
- Thonsukdee, M. (1979). *Studying Science*. Bangkok: Bualuang Printing Company. (in Thai).