

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

The Development of Learning Achievement and Analytical Thinking Ability by Using STEM Education for Grade 5 (Prathomsuksa 5) Students

นภาพร พุฒมา¹, อภิชาติ พย์คชิน², ศุภวรรณ เล็กวิไล²
Napaporn Puima¹, Apichart Payakin², Supawan Lekvilai²

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ให้ชุดกิจกรรม STEM มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา 3) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ประชากรได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสัตหีบ เขตกองเรือยุทธการที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 108 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม จำนวน 29 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาในภาพรวม มีค่าความเหมาะสมเท่ากับ 4.53 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.82 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.81 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า

1. ประสิทธิภาพชุดกิจกรรม STEM ของแผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพโดยรวมเท่ากับ 76.66 / 78.16 แสดงว่า ประสิทธิภาพชุดกิจกรรม STEM ของแผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

¹ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะวิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

¹ คณะวิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

¹ M. Ed. Candidate in Curriculum and Instruction, Faculty of College of Teacher Education, Phranakorn Rajabhat University

² Faculty of College of Teacher Education, Phranakorn Rajabhat University



2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

Abstract

The objectives of this research aimed to 1) develop a learning management plan for Grade 5 (Prathomsuksa 5) students for the effectiveness of the STEM activity set in accordance with the criteria at 75/75, 2) compare the learning achievement of Grade 5 students between, before and after using learning management based on STEM education, and 3) compare the analytical thinking ability of Grade 5 students before and after using learning management according to STEM education. The participants consisted of 108 students in Grade 5 at Sattahip school, the Naval Battle Area, studying in the second semester of the academic year 2019. The sample was selected by cluster random sampling of 29 participants for experimental group.

The research instruments included the science learning management plans according to STEM education has suitability value was 4.53, achievement test in science subject entitled "Force in Everyday Life" with reliability of 0.82, and the test of analytical thinking ability for testing before and after learning with reliability of 0.81. The statistics used for data analysis included percentage, mean, standard deviation, and t-test.

The research findings indicated that:

1. the efficiency of learning management plans was at 76.66 / 78.16, which showed that the learning management plans had higher efficiency than the criterion.
2. the students had higher academic achievement score in post-study than pre-study at the significant level of 0.01.
3. the students had a higher score of analytical thinking ability in post-study than pre-study at the significant level of 0.01.

Keywords: Learning management, STEM education, learning achievement, analytical thinking ability



บทนำ

วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งด้านการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่าง ๆ ด้านอุปกรณ์หรือเครื่องมือ เครื่องใช้ เพื่อใช้อำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2558) นอกจากนี้วิทยาศาสตร์ยังช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิถีคิดเป็นเหตุเป็นผล สร้างสรรค์ วิเคราะห์ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์จึงเป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2558) การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะในการค้นคว้า และสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมทุกขั้นตอน มีกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายและมีความเหมาะสม (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551) ดังนั้น ครูควรจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางหรือการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด ทำให้ผู้เรียนต้องใช้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนให้คิดเป็นอย่างมาก (ศิริกาญจน์ โกสุม และดารณี คำวาทัง, 2546)

การคิดเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญของการเกิดการเรียนรู้ของบุคคลให้ลำดับความยากง่ายหรือความซับซ้อน เช่น การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินค่า การคิดและกระบวนการคิดเป็นกลไกสำคัญที่จะแยกแยะสิ่งที่ดีและไม่ดี การคิดวิเคราะห์เป็นกระบวนการที่เกิดจากการให้เหตุผลในการพิจารณาอย่างละเอียด

รอบคอบ เกี่ยวกับความเชื่อหรือความรู้ เป็นการคิดอย่างต่อเนื่อง ผู้สอนจึงต้องแนะนำให้นักเรียนให้ปรับปรุงการเรียนรู้ของตนเอง ทำให้นักเรียนได้พิจารณาไตร่ตรองปัญหา ได้มีการสนทนาอภิปราย และเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น สร้างประสบการณ์ พัฒนาการกระทำและตัดสินใจ (กรมวิชาการ, 2545) การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ยังทำได้ในขอบเขตจำกัดและยังไม่บรรลุเป้าหมายสูงสุดที่ต้องการ ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะที่จำเป็นต้องใช้ในสถานการณ์ปัจจุบัน คือพื้นฐานในการเรียนรู้อนาคตทำให้นักเรียนคิดไม่เป็น แก้ปัญหาไม่ได้ (ขจรศักดิ์ สีเสน, 2544) โดยครูจะต้องพยายามพัฒนาการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ให้กับผู้เรียนต่อไป

ปัจจุบันประเทศไทยมีปัญหาเกี่ยวกับการจัดการศึกษาในเรื่องคุณภาพของการศึกษา นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีแนวโน้มที่ต่ำลงซึ่งจากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากหน่วยงานต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น O-NET การทดสอบและ PISA พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนไทยส่วนใหญ่โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ ยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำผู้เรียนขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ และการสอนในปัจจุบันมุ่งเน้นเพียงแต่ให้ความรู้มากเพื่อใช้ในการสอบแต่ไม่สอนให้นักเรียนได้เกิดทักษะการคิด ไม่มีการเชื่อมโยงความรู้ที่มีไปใช้ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน (พรทิพย์ ศิริภักทราชัย, 2556) ซึ่งสอดคล้องบริบทของโรงเรียนสัตหีบ เขตกองเรือยุทธการ ผลการประเมินของ O-NET ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พุทธศักราช 2561 พบว่า คะแนนอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ อาจมีสาเหตุมาจากการจัดการเรียนการสอนที่ให้ครูเป็นศูนย์กลางในการที่ให้ความรู้เพียงผู้เดียว ทำให้นักเรียนไม่เกิดทักษะ



กระบวนการคิด การแก้ไขปัญหา นักเรียนไม่ได้เกิดการพัฒนาทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ และทำให้ขาดความสามารถในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ส่งผลให้การเรียนรู้ ซึ่งต้องมีส่วนร่วมกับการลงมือปฏิบัติ นั้นหมดไป อีกทั้งยังไม่ได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ความสามารถ และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากกระบวนการจัดการเรียนการสอนมุ่งเน้นการท่องจำ เพื่อสอบมากกว่ามุ่งการคิดวิเคราะห์และแสวงหาความรู้ด้วยตัวเอง ทำให้เด็กไทยจำนวนมากคิดไม่เป็น ไม่ชอบอ่านหนังสือ ไม่รู้วิธีเรียน ซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว (Partnership for 21st Century Skills, 2009)

การพัฒนาผู้เรียนเพื่อแก้ไขปัญหา และพัฒนาวิธีการจัดการเรียนการสอนสอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) สะเต็ม (STEM) เป็นคำที่ย่อมาจากวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษามีส่วนสำคัญต่อผู้เรียนคือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิด และสร้างนวัตกรรมที่ใช้ความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางด้านวิศวกรรม ซึ่งเป็นวิชาที่มีความสำคัญกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิตและความมั่งคั่งของประเทศได้ (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2558) ความท้าทาย ความสร้างสรรค์ ความแปลกใหม่ และการแก้ปัญหาของสะเต็มศึกษา จึงเหมาะที่จะทำให้เยาวชนไทยรุ่นใหม่เกิดการเรียนรู้และอยู่ในโลกแห่งอนาคตได้อย่างแท้จริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557)

ดังที่ สิริินภา กิจเกื้อกูล (2556) ได้กล่าวถึง หลักการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีกระบวนการหรือขั้นตอน คล้ายกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วย ขั้นตอนปัญหา สมมติฐาน ขั้นตอนกำหนดตัวแปร ขั้นตอนออกแบบการทดลอง ขั้นตอนทดลอง ขั้นตอนอภิปรายผล และขั้นนำเสนอผล เพียงแต่ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จะเน้นการนำปัญหาที่มีอยู่จริงในชีวิตประจำวัน ซึ่งอาจเป็นปัญหา เชิงการผลิต ปัญหาเชิงสิ่งแวดล้อม ปัญหาภัยพิบัติต่างๆ ที่กำลังเป็นประเด็นทางสังคมมาให้แก่นักเรียนได้คิดอย่างมีวิจรรณญาณ และออกแบบชิ้นงานภายใต้เงื่อนไขทางสังคม ซึ่งส่งผลต่อการเกิดทักษะในการเรียนรู้ต่อผู้เรียนโดยตรง เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาเหล่านั้นได้อย่างเป็นรูปธรรม

จากเหตุผลดังที่ได้กล่าวมา ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษามาใช้ในการจัดการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ซึ่งคาดหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนให้ดีขึ้น เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ๆ อันจะส่งผลให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ตามมา และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มสูงขึ้น อีกทั้งยังทำให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญและความเชื่อมโยงกันได้ของวิชาใน STEM (วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์) เพื่อเป็นการพัฒนาผู้เรียนให้เต็มศักยภาพและเป็นคนบุคคลที่มีความรู้ความสามารถได้อย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21 และนำผลการวิจัยที่ได้รับไปใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพต่อไป



วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ให้ชุดกิจกรรม STEM มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสัตหีบ เขตกองเรือยุทธการ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชลบุรี เขต 3 จำนวน 4 ห้องเรียน 108 คน ปีการศึกษา 2562

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสัตหีบ เขตกองเรือยุทธการ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชลบุรี เขต 3 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 29 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster sampling) มีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม เนื่องจากทุกห้องเรียนมีความสามารถคล้ายคลึงกัน คือ จัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 แผน รวมเวลา 15 ชั่วโมง โดย

ภาพรวม มีค่าความเหมาะสมเท่ากับ 4.53

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ การให้คะแนน ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอยู่ระหว่าง 0.22-0.77 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.78 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.82

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก การให้คะแนน ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน แบบทดสอบทั้ง 30 ข้อ ที่คัดเลือกไว้มีค่าความยากง่าย ระหว่าง 0.22-0.78 และมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อระหว่าง 0.21-0.57 และการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับตามวิธีของโลเวทท์ (Lovett) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81

ขั้นตอนการวิจัย

1. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยรู้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
2. ผู้สอนดำเนินจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 5 แผน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน เป็นเวลา 15 ชั่วโมง สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 5 สัปดาห์



3. ทดสอบหลังเรียน (Posttest) เมื่อสิ้นสุดการเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ชุดเดียวกันกับการทดสอบก่อนเรียน

4. นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองก่อนเรียนและหลังเรียนไปทำการตรวจวิเคราะห์ ทางสถิติเพื่อสรุปผลทดลองตามความมุ่งหมายการวิจัยต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม STEM ตามเกณฑ์ 75/75 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา วิเคราะห์โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียน

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา วิเคราะห์โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม STEM ตามเกณฑ์ 75/75 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม STEM เรื่องแรงในชีวิตประจำวัน ได้คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน จากการประเมินใบกิจกรรมและคะแนนประเมินชิ้นงานสะเต็มเท่ากับ 39.83 คะแนน และคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จำนวน 30 ข้อ เท่ากับ 23.45 คะแนน และพบว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยรวม มีค่า E_1 และ E_2 เท่ากับ 79.66 และ 78.16 ตามลำดับ แสดงว่า แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์

| ประสิทธิภาพ | N | คะแนน | \bar{X} | S.D. | ร้อยละ |
|-----------------------------------|----|-------|-----------|------|--------|
| ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) | 29 | 50 | 39.83 | 4.13 | 79.66 |
| ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) | 29 | 30 | 23.45 | 3.59 | 78.16 |

ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 79.66/78.16

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตาม

แนวสะเต็มศึกษา พบว่า การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้



รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา จำนวน 29 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้สถิติ t-test พบว่า คะแนนเฉลี่ยการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.66 คะแนน และ 23.45 คะแนน ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐาน เท่ากับ 3.28 คะแนน และ 3.59 คะแนน ตามลำดับ แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

| การทดสอบ | N | คะแนนเต็ม | \bar{X} | S.D. | t | p |
|-----------|----|-----------|-----------|------|--------|------|
| ก่อนเรียน | 29 | 30 | 14.66 | 3.28 | 12.68* | .000 |
| หลังเรียน | 29 | 30 | 23.45 | 3.59 | | |

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนน

เฉลี่ย เท่ากับ 13.66 คะแนน และ 24.28 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.16 คะแนน และ 3.46 คะแนน ตามลำดับ แสดงว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

| การทดสอบ | N | คะแนนเต็ม | \bar{X} | S.D. | t | p |
|-----------|----|-----------|-----------|------|--------|------|
| ก่อนเรียน | 29 | 30 | 13.66 | 2.16 | 25.50* | .000 |
| หลังเรียน | 29 | 30 | 24.28 | 3.46 | | |

หมายเหตุ. * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

ผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็ม

ศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยอภิปรายผลดังนี้

1. การที่ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม STEM ของแผนการจัดการเรียนรู้เป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจเนื่อง



มาจาก ชุดกิจกรรม STEM ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นจากแนวคิดของโพลยานั้น เป็นกิจกรรมการเรียนรู้อยู่บนพื้นฐานของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อกำหนดกรอบหรือขอบเขตในการศึกษาหาแนวทางแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ มาช่วยแก้ปัญหา มีการสะท้อนความคิดจากประสบการณ์โดยตรงของนักเรียน และรวมทั้งมีการใช้สื่อเทคโนโลยีเข้าร่วม จนนำไปสู่โครงการเพื่อสร้างสิ่งประดิษฐ์ขึ้นใช้แก้ปัญหาในที่สุด และมีการบูรณาการสื่อเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการจัดการสอนให้นักเรียนเข้าถึงแหล่งข้อมูลได้ทันที (รักษพล ธนาหวนค์, 2556) และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนจะได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในทุกขั้นตอน จึงทำให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ดี สอดคล้องกับงานวิจัยของสิริวรรณ ใจกระแสน (2554) ที่กล่าวว่า กิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง สามารถ ส่งเสริมประสิทธิภาพให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น อีกทั้งแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาสะเต็มศึกษา และได้ทำการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในด้านต่าง ๆ เป็นอย่างดี โดยอาศัยสถานการณ์จริงหรือปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบันมาเป็นส่วนหนึ่งของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนเกิดการตั้งคำถามและหาคำตอบด้วยตนเอง ทั้งยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการแบบสหวิทยาการ ใน 4 สาขา

วิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ โดยมีขอบเขตเนื้อหาตามตัวชี้วัดชั้นปีที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะเมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ทำให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ได้แก่ ชั้นระบุปัญหา นำไปสู่ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อให้เกิดการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นรูปธรรม โดยในชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหานักเรียนสามารถช่วยกันระดมความคิดระดมสมองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ชี้แจงแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ชั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และชี้แนะเสนอวิธีการแก้ปัญห ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นการสอนที่ส่งเสริมผู้เรียนให้ลงมือในการปฏิบัติจนเกิดทักษะและความชำนาญเพื่อแก้ไขปัญหาด้วยตัวผู้เรียนเอง สอดคล้องกับแนวคิดของ วรณทิพารอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2551) ที่กล่าวถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นทักษะทางสติปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์และผู้นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาดังกล่าว โดยการลงมือปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ จนเกิดความชำนาญและความคล่องแคล่ว ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ นางนุช เอกตระกูล (2558) ที่พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนแบบการจัดการเรียนรู้แบบ

สะเต็มศึกษา มีคะแนนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนก่อนเรียนแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และสอดคล้องกับ พลศักดิ์ แสงพรหมศรี (2558) ที่ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องงานวิจัยของ นัสรินทร์ บือซา (2557) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์ ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้ง แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของมนตรี จุฬาวัฒนพล (2556) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของสะเต็มศึกษาไว้ว่า สะเต็มศึกษา นั้นจะช่วยพลิกโฉมการเรียนวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นวิชาฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา รวมถึงวิชาคณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งสะเต็มศึกษาเป็นส่วนหนึ่ง

ของการเรียนวิชาเหล่านี้อยู่แล้ว เพียงแต่ว่าจะเน้นการบูรณาการการเรียนรู้ การนำไปใช้ และฝึกคิดเพื่อแก้ไขปัญหาด้วยกระบวนการใหม่ๆ ไม่ใช่เรียนแบบเน้นท่องจำ หรือเรียนเพื่อนำไปใช้สอบเท่านั้น ทำให้ผู้เรียนสายวิทยาศาสตร์จะมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของจรรยา ภูสีฤทธิ์ (2550) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ John Dewey โรงเรียนบ้านเสาล้าฝักชีสสวัสดิ์ อำเภอโนนสะอาด จังหวัดอุดรธานี พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70 มีจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 80.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดเทียบทอง ดิรัक्षा (2553) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การสอนตามแนวคิดทฤษฎีสรรคนิยมของ Underhill พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70 จำนวน 30 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 39 คน คิดเป็นร้อยละ 76.92 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย เรื่องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้



1. ข้อเสนอแนะในการนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่พัฒนาขึ้นมีขั้นตอนที่เน้นกระบวนการคิด ออกแบบ วางแผน และสร้างชิ้นงาน ผู้เรียนต้องมีความอดทนและความมานะพยายามอย่างสูง เพื่อให้เกิดผลงานที่มีประสิทธิผล ดังนั้น ผู้สอนควรสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้เป็นบรรยากาศเชิงบวก ตลอดกระบวนการเรียนการสอน เพื่อช่วยลดความตึงเครียดที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอน

1.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เป็นกิจกรรมที่ต้องลงมือปฏิบัติจริง ทำให้ต้องใช้เวลามากในการปฏิบัติกิจกรรม ส่งผลให้การจัดกิจกรรมเกิดความล่าช้า บางครั้งต้องนัดทำกิจกรรมเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน ครูผู้สอน

สามารถยืดหยุ่น ปรับเวลาให้เหมาะสมสอดคล้องในการทำกิจกรรม

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำรูปแบบการเรียนการสอนนี้ไปใช้พัฒนาความสามารถในด้านอื่นๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา หรือออกแบบบูรณาการกับรูปแบบการเรียนการสอนอื่น

2.2 ควรนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ไปใช้ในโรงเรียนที่มีบริบทอื่นๆ นำผลการศึกษามาเปรียบเทียบว่าเหมือนหรือมีความแตกต่างกันอย่างไร

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ. (2545). *การปฏิรูปการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวทางสู่การปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2558). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ขจรศักดิ์ สีเสน. (2544). การแก้ปัญหาด้วยกระบวนการคิดสร้างสรรค์. *วารสารวิชาการ*, 4 (1-6), 14-19.
- จริยา ภูสิทธ์. (2550). *การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ John Dewey*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม., มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- เทียนทอง ตีรภัษา. (2553). *การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาเรื่องพันธุกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การสอนตามแนวคิดทฤษฎีสรรคินิยมของ Underhill*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม., มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- นนุช เอกตระกูล. (2558). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education (รายงานผลการวิจัย)*. กรุงเทพฯ: โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี.



- นัสนรินทร์ ปือชา. (2557). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.*
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 7)*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนักบริหาร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 33(2)*, 49-56.
- พลศักดิ์ แสงพรหมศรี. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 9(ฉบับพิเศษ)*, 9-10.
- มนตรี จุฬาววัฒนทล. (2556). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม (STEM Education Thailand and STEM Ambassadors). *สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 42(185)*, 14-18.
- รักษพล ธนานวงศ์. (2556). *รายงานสรุปการประชุมเชิงปฏิบัติการ STEM Education*. สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2563, จาก <http://www.slideshare.net/focusphysics/stem-workshopsummary>.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. (2551). *การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- วิชัย วงษ์ใหญ่ และคณะ. (2558). การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา. *Veridian E-Journal, 8(1)*, 66-69.
- ศิริกาญจน์ โกสุม และดารณี คำวัจนัง. (2546). *สอนเด็กให้คิดเป็น*. กรุงเทพฯ: เมธีพิปส์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *เอกสารวิธีสอนเรื่องการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สำนักงานวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). สะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION). *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 17(1)*, 154-159.



ลิวิวรรณ ใจกระแสน. (2554). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกมวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านหนองบัว จังหวัดลำพูน. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

Partnership for 21st Century Skills. (2010). *Framework definition*. Retrieved July 28, 2020, from <http://www.p21.org/documents/P21-Framework-Definitions.pdf>.