

บทความวิจัย (Research Article)

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและการมองเห็น
ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

EFFECT OF SCIENCE LEARNING ACTIVITY ON LIGHT AND VISIBILITY
BASED ON STEM EDUCATION FOR LOWER SECONDARY STUDENTS

Received: July 7, 2017

Revised: August 11, 2017

Accepted: August 16, 2017

น้ำฝน คูเจริญไพศาล^{1*} จุฬาลักษณ์ วงษ์วัฒน์² และปณิดา บัวแก้ว³
Numphon Koocharoenpisa^{1*} Julaluck Wongwattana² and Panida Buawkaew³

^{1,2,3}คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ^{1,2,3}Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Bangkok 10110, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: numphonk@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการมองเห็นตามแนวทางสะเต็มศึกษาและประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการมองเห็น ตามแนวทางสะเต็มศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 3) ศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนด และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเลิงนกทา จังหวัดยโสธร จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 35 คน โดยเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องแสงและการมองเห็นตามแนวทางสะเต็มศึกษา 2) แบบประเมินผลงานนักเรียน 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแสงและการมองเห็น และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องแสงและการมองเห็น การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ร่วมกับการศึกษาผลการเรียนรู้ระหว่างเรียนของนักเรียนโดยการประเมินตามสภาพจริง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และการทดสอบค่าทีแบบตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้ 1) ผลการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.13$, S.D. = 0.20) 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 3) ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ประเมินตามสภาพจริง

มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 75.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องแสงและการมองเห็นอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{x} = 4.71$, S.D. = 0.88)

คำสำคัญ: ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แสงและการมองเห็น สะเต็มศึกษา

Abstract

The purposes of this study were 1) to develop the science learning activity packages on light and visibility based on STEM Education and to assess the quality of the activity packages by experts, 2) to compare students' learning achievement before and after learning, 3) to study learning outcomes of the students to meet the 70 criteria, and 4) to study the students' satisfaction towards learning. The sample group was one classroom of 7th grade students (n=35) of Loengnoktha School, Yasotorn Province. The research tools consisted of 1) the science learning activity packages on light and visibility based on STEM Education for lower secondary students, 2) the students' work assessment forms, 3) the learning achievement test, and 4) the students' satisfaction questionnaire. This research is an experimental research using the research design of one group pretest-posttest design and using authentic assessment. The statistics used for analyzing the collected data were mean, standard deviation, percentages, t-test for dependent samples, and t-test for one samples including using authentic assessment. The result indicated that: 1) the quality of the activity packages by the experts was at level of good quality ($\bar{x} = 4.13$, S.D. = 0.20), 2) the mean scores of learning achievement of posttest were higher than those of pretest at the statistically significant .05 level, 3) the learning outcomes of the students measured from the authentic assessment were mean scores at 75.75 percent, which were higher than 70 percent of criteria at the statistically significant .05 level, and 4) the students' satisfaction towards learning with the activity packages was at very good level ($\bar{x} = 4.71$, S.D. = 0.88).

Keywords: Science Learning Activity Packages, Light and Visibility, STEM Education

บทนำ

จากการศึกษาปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (Intanon, 2008, pp. 4-5) พบปัญหาสำคัญ คือ ครูส่วนใหญ่ไม่จัดการเรียนการสอนที่เป็นไปตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่เตรียมไว้ ครูใช้การสอนที่เน้นการบรรยาย นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนน้อย สำหรับการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ พบว่า ครูมักออกข้อสอบที่เน้นความรู้ความจำ จึงส่งผลให้ผลการเรียนการสอนไม่เป็นไปตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และไม่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (Ministry of Education, 2008, p. 3) การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบวิธีการเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมในยุคปัจจุบัน เพื่อเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนมีคุณสมบัติที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ผู้เรียนในยุคศตวรรษที่ 21 จำเป็นต้องได้รับการส่งเสริมและพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 (Panich, 2012, pp. 18-19) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมเป็นวิธีหนึ่งที่ผู้วิจัยเลือกนำมาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะชุดกิจกรรมเป็นสื่อการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง มีอิสระในการคิด ฝึกการเชื่อมโยงความรู้ไปสู่แนวทางการแก้ปัญหา โดยผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทั้งยังส่งเสริมความรับผิดชอบทั้งต่อตนเองและต่อกลุ่ม ส่งผลให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ได้และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้จริงในชีวิตประจำวัน จากการศึกษาลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดต่างๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหาของนักเรียนได้ (Muangkrajang, et al., 2015, pp. 99-116; Lertangkoon, et al., 2015, pp. 65-82; Trakoonkamnerd, et al., 2013, pp. 187-205; Inta, et al., 2015, pp. 132-141) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพราะชุดกิจกรรมถือเป็นนวัตกรรมทางการศึกษารูปแบบหนึ่งที่มีการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตามความสามารถและความสนใจ สร้างโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการปฏิบัติกิจกรรม ทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ อีกทั้งยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลตรงกับแนวคิดการจัดการเรียนการสอนของ Bloom (1976, pp. 72-74) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมตามที่ต้องการ ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น มีความมั่นใจ เกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว และประสบความสำเร็จ ทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจในตนเองได้ในที่สุด

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการศึกษารูปแบบหนึ่ง ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการของสังคมในปัจจุบันและเพื่อความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 (Dechakoop, 2015, p. 7) สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ซึ่งเป็นแนวคิดที่เกิดขึ้นจากการขาดแคลนแรงงานคุณภาพทางวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกา การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จึงเน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานและมีทักษะในการออกแบบ

และคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริง (Kijkuakul, 2015, pp. 201-207) การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันจึงควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการเรียนรู้เพื่อการประกอบอาชีพ โดยจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการเรียนรู้การทำงานแบบร่วมมือ สามารถนำความรู้ และทักษะจากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง (Julawatthanathon, 2013, pp. 3-14)

การจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ใช้ความรู้และทักษะในด้านต่างๆ ผ่านการทำกิจกรรม (Activity based learning) หรือการทำโครงงาน (Project based learning) ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร นอกจากนี้ ผู้เรียนยังได้ความรู้แบบองค์รวมที่สามารถนำไปใช้เชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ทั้งนี้ ครูผู้สอนจึงควรส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงงานที่มุ่งแก้ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ทักษะการคิด การแก้ปัญหา การใช้ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2015, p. 4) และจากการศึกษางานวิจัยของ Saengpromsri, et al. (2015) ที่ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลงานวิจัยของ Chaolumbua and Hemaprosit (2015, pp. 224-236) พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักสูตรบูรณาการแบบ STEM วิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมเรื่องอ้อย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องแสงและการมองเห็นตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยเนื้อหาเรื่องแสงและการมองเห็นเป็นเนื้อหาส่วนหนึ่งในสาระที่ 5 พลังงาน ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Ministry of Education, 2014, p. 119) การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และจากการศึกษางานวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้เรื่องแสงและการมองเห็น กลุ่มผู้เรียนที่ได้ลงมือปฏิบัติจะมีความเข้าใจหลักการพื้นฐาน ตลอดจนสามารถประยุกต์เชื่อมโยงเข้ากับชีวิตประจำวันได้ดีกว่ากลุ่มผู้เรียนที่ใช้วิธีการเรียนการสอนแบบทั่วไป (Kaewsingam, 2012, p. 25) และจากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการสำรวจมโนคติเรื่องแสงและการเกิดภาพ (Lhungdee, 2009, p. 4) พบว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนอันมีสาเหตุมาจากการจัดการเรียนรู้ที่ไม่สามารถทำให้ผู้เรียนเห็นภาพและเข้าใจได้จริง ส่งผลให้มีมโนคติคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องแสงและการมองเห็น ไม่สามารถอธิบายสิ่งที่พบเห็นโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนรู้อย่างถูกต้อง ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงต้องการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริงเพื่อฝึกทักษะการเรียนรู้ด้านต่างๆ โดยจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องแสงและการมองเห็นตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องแสงและการมองเห็นตามแนวทางสะเต็มศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
3. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องแสงและการมองเห็นตามแนวทางสะเต็มศึกษาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนด
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องแสงและการมองเห็นตามแนวทางสะเต็มศึกษา

วิธีดำเนินงานวิจัย

แบบแผนการวิจัย การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One group pretest-posttest design) ร่วมกับการศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนระหว่างเรียนโดยการประเมินตามสภาพจริง (Authentic assessment)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเลิงนกทา จังหวัดยโสธร ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 37 ห้อง มีนักเรียนทั้งหมด 1,354 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเลิงนกทา จังหวัดยโสธร ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้อง มีนักเรียน 35 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง ซึ่งเป็นห้องเรียนที่ผู้เรียนมีความสนใจพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

ขอบเขตของเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เรื่องแสงและการมองเห็น ซึ่งเป็นเนื้อหาที่สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 5 มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ตัวชี้วัด ว 5.1 ม.2/1 ทดลองและอธิบายการสะท้อนของแสง การหักเหของแสง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ว 5.1 ม.2/2 อธิบายผลของความสว่างที่มีต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ว 5.1 ม.2/3 ทดลองและอธิบายการดูดกลืน การมองเห็นสีของวัตถุและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ขอบเขตเนื้อหาที่ใช้สำหรับออกแบบกิจกรรม เรื่องแสงและการมองเห็น โดยชุดกิจกรรมที่สร้างประกอบด้วย 4 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 การทดลองผลของแสงสว่างที่มีต่อการมองเห็น กิจกรรมที่ 2 แสงสว่างกับการดำรงชีวิต กิจกรรมที่ 3 ลักษณะเครื่องมืออุปกรณ์วัดความสว่างของแสง และกิจกรรมที่ 4 สร้างสรรค์ชิ้นงานแบบจำลองห้องควบคุมความสว่างของแสง

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและการมองเห็น ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ตัวแปรตาม ได้แก่ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องแสงและการมองเห็นตามแนวทางสะเต็มศึกษา 2) ผลการเรียนรู้ระหว่างเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องแสงและการมองเห็นตามแนวทางสะเต็มศึกษา

นิยามเชิงปฏิบัติการ

แนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) หมายถึง แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ใน 4 สาขาวิชาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม มีลักษณะ 5 ประการ ได้แก่ 1) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการบูรณาการ 2) ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับชีวิตประจำวัน 3) เน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 4) ทำทลายความคิดของนักเรียน และ 5) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 วิชา

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องแสงและการมองเห็นตามแนวทางสะเต็มศึกษา หมายถึง สื่อการเรียนรู้ประเภทชุดกิจกรรมซึ่งจัดทำในรูปแบบเอกสาร โดยมีกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเกี่ยวกับเรื่องแสงและการมองเห็น สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้นการทำกิจกรรมสร้างแบบจำลองห้องควบคุมความสว่างของแสง และมีกิจกรรมต่างๆ ที่ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจ ฝึกการแก้ปัญหา การทำงานร่วมกับผู้อื่น และฝึกทักษะวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และนำความรู้มาออกแบบผลงาน ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยชุดกิจกรรมแบ่งเป็น 4 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 การทดลองผลของแสงสว่างที่มีต่อการมองเห็น กิจกรรมที่ 2 แสงสว่างกับการดำรงชีวิต กิจกรรมที่ 3 ลักซ์มิเตอร์ อุปกรณ์วัดความสว่างของแสง และกิจกรรมที่ 4 สร้างสรรค์ชิ้นงาน แบบจำลองห้องควบคุมความสว่างของแสง ทั้งนี้ องค์ประกอบของชุดกิจกรรมประกอบด้วยคำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรม สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม ใบกิจกรรมที่นำเสนอวัสดุอุปกรณ์ ขั้นตอนการทำกิจกรรม แบบบันทึกการปฏิบัติกิจกรรม คำถามท้ายกิจกรรม และ ใบความรู้ประกอบการทำกิจกรรม

ผลการเรียนรู้ของนักเรียน หมายถึง ผลคะแนนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมเรื่องแสงและการมองเห็นตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งวัดได้จาก 1) การปฏิบัติกิจกรรม การบันทึกผลการทำกิจกรรมในใบกิจกรรม หรือแบบบันทึกผล และการตอบคำถามท้ายกิจกรรม 4 กิจกรรม 40 คะแนน 2) การออกแบบผลงานแบบจำลองห้องควบคุมความสว่างของแสง 30 คะแนน และ 3) การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแสงและการมองเห็นหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรม 30 คะแนน รวมคะแนนทั้งหมด 100 คะแนน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องแสงและการมองเห็น ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แบ่งเป็น 4 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 การทดลองผลของแสงสว่างที่มีต่อการมองเห็น (1 ชั่วโมง) กิจกรรมที่ 2 แสงสว่างกับการดำรงชีวิต (1 ชั่วโมง) กิจกรรมที่ 3 ลักษณะโครงสร้างของดวงตาของแสง (1 ชั่วโมง) และกิจกรรมที่ 4 สร้างสรรค์ชิ้นงานแบบจำลองห้องควบคุมความสว่างของแสง (1 ชั่วโมง) รวมเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม 4 ชั่วโมง

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องแสงและการมองเห็น ที่ได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ (20 คะแนน) และข้อสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ (10 คะแนน) รวมเป็นคะแนนเต็ม 30 คะแนน

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) ได้แก่ 5 4 3 2 1 หมายถึงพึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อยและพึงพอใจน้อยที่สุด ตามลำดับ ตอนที่ 2 เป็นคำถามปลายเปิด

4. แบบประเมินผลงานนักเรียน ได้แก่การประเมินการออกแบบผลงานแบบจำลองห้องควบคุมความสว่างของแสง ประเมินโดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบรูบริกสกอ (Rubric score) คะแนนเต็ม 30 คะแนน แบ่งเป็น 1) ประเมินการออกแบบและสร้างผลงาน 10 คะแนน 2) ประเมินความถูกต้องการสร้างแบบจำลองห้องควบคุมความสว่างของแสงให้มีค่าความสว่างตามที่กำหนด (ประเมินการใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม 10 คะแนน 3) ประเมินการนำเสนอผลงานห้องควบคุมแสงสว่าง 10 คะแนน

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอน 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ เลือกเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยคือ เรื่องแสงและการมองเห็น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สาระที่ 5 พลังงาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ศึกษาหลักการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ รวมทั้งเครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้องและประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ 1) แบบประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ 2) แบบตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหาของชุดกิจกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ 3) แบบตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4) แบบประเมินผลงานนักเรียน

ขั้นตอน 2 การออกแบบและสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องแสงและการมองเห็น และสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ออกแบบและสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์โดยภายในชุดกิจกรรม ประกอบด้วย คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมฯ เกณฑ์การวัดผล ประเมินผล สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ วัสดุอุปกรณ์และสื่อการ

เรียนรู้ขั้นตอนการทำกิจกรรมใบบันทึกกิจกรรม คำถามท้ายกิจกรรม และใบความรู้รูปแบบของชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์ จัดทำเป็นรูปเล่มขนาดกระดาน A4 กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มมีลักษณะสำคัญ 5 ประการ ได้แก่ 1) เป็นการสอนที่เน้นการบูรณาการ 2) ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ กับชีวิตประจำวัน 3) เน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 4) ทำทลายความคิดของนักเรียน และ 5) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 วิชา เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริงและให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่เป็น การเรียนรู้แบบกระตือรือร้น โดยให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน เพื่อสร้างแบบจำลองห้องควบคุม ความสว่างของแสง ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับแสงและการมองเห็น ผิวกการคิดแก้ปัญหา การทำงานร่วมกับผู้อื่น และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยบูรณาการความรู้ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี มาออกแบบผลงาน สร้างสรรค์ชิ้นงานได้ ชุดกิจกรรมแบ่ง 4 กิจกรรม มีสาระสำคัญของ กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การทดลองผลของแสงสว่างที่มีต่อการมองเห็น (1 ชั่วโมง) จุดประสงค์การเรียนรู้ คือ 1) ปฏิบัติและอธิบายผลการทดลองเรื่องผลของปริมาณของแสงสว่างที่มีต่อการมองเห็น 2) อธิบายความสำคัญของ ปริมาณของแสงสว่างที่มีต่อการมองเห็น ลักษณะกิจกรรมคือ นำลูกปิงปองสีเหลืองใส่เข้าไปในกล่องที่จัดเตรียมไว้ ให้ เจาะที่บริเวณด้านบนของกล่องให้เกิดเป็นช่องที่สามารถพับขึ้นมาได้ แล้วทำการปิดกล่องให้สนิท แล้วทำการสังเกต สีของลูกปิงปองว่าแตกต่างกันอย่างไรขณะที่ไม่มีแสงสว่างและขณะที่มีแสงสว่างที่แตกต่างกันผ่านเข้าไปในกล่อง จากนั้นสรุปผลการทดลองลงในใบกิจกรรม และตอบคำถามท้ายกิจกรรม

กิจกรรมที่ 2 แสงสว่างกับการดำรงชีวิต (1 ชั่วโมง) จุดประสงค์การเรียนรู้ คือ 1) วิเคราะห์และอธิบายผล ของปริมาณแสงสว่างที่เหมาะสมกับการทำกิจกรรม 2) อธิบายความสำคัญของปริมาณแสงสว่างที่เหมาะสมกับ การทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันลักษณะกิจกรรมคือ ทำการสืบค้นข่าวจากคอมพิวเตอร์หรือโทรศัพท์มือถือที่เกี่ยวข้อง กับเรื่องของแสงสว่างที่เหมาะสมกับการทำกิจกรรม แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปข้อมูลข่าวลงในกระดาษพู่กัน แผ่นใหญ่แล้วให้นักเรียนนำเสนอข่าวหน้าชั้นเรียน ร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ นักเรียนแต่ละคนทำการเลือก หัวข้อข่าวที่สนใจมากที่สุดบันทึกลงในใบกิจกรรม และตอบคำถามท้ายกิจกรรม

กิจกรรมที่ 3 ลักษณะการวัดความสว่างของแสง (1 ชั่วโมง) จุดประสงค์การเรียนรู้ คือ 1) คำนวณหาค่าความสว่างของแสง 2) ทดลองและอธิบายการใช้ลักษณะการวัดความสว่างของแสง 3) ทดลองและ อธิบายการวัดความสว่างของแสงโดยใช้แอปพลิเคชัน Galactica luxmeter ในโทรศัพท์มือถือ และ 4) อธิบาย ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากเครื่องมือวัดความสว่างของแสง ลักษณะกิจกรรม คือ ฝึกวิธีการหาค่าความสว่างของแสง ศึกษาวิธีการใช้และทดลองลักษณะการวัด และแอปพลิเคชัน Galactica luxmeter ในโทรศัพท์มือถือ ซึ่งเป็นแอปพลิเคชัน ที่ใช้สำหรับวัดค่าความสว่างของแสงในพื้นที่ต่างๆ มีหน่วยเป็นลักซ์ (lux) มีประโยชน์ต่อการตรวจสอบค่าความสว่างให้ พอเหมาะกับการใช้งาน นำมาใช้เพื่อวัดความสว่างของแสงจากหลอดไฟ จากนั้นทำการบันทึกผลการทดลอง สรุปผล การทดลอง และตอบคำถามท้ายกิจกรรม

กิจกรรมที่ 4 สร้างสรรค์ผลงานแบบจำลองห้องควบคุมความสว่างของแสง (1 ชั่วโมง) จุดประสงค์การเรียนรู้ คือ 1) ออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานแบบจำลองห้องควบคุมความสว่างของแสงตามเงื่อนไข 2) อภิปรายและนำเสนอผลการสร้างแบบจำลองห้องควบคุมความสว่างของแสง ลักษณะกิจกรรม คือ แต่ละกลุ่มออกแบบห้องควบคุมความสว่างของแสงตามโจทย์ปัญหาที่ได้กำหนดสถานการณ์ไว้ จากนั้นร่วมกันออกแบบห้องควบคุมความสว่างของแสง แล้วนำเสนอผลการออกแบบหน้าชั้นเรียน ร่วมกันอภิปรายให้ได้รับความรู้ แล้วให้แต่ละกลุ่มเลือกวัสดุที่จะใช้ และลงมือสร้างห้องควบคุมความสว่างของแสง และทำการตรวจสอบความสว่างของแสงจากกล่องที่แต่ละกลุ่มสร้างขึ้นจากลักซ์มิเตอร์และแอปพลิเคชัน Galactica luxmeter ในโทรศัพท์มือถือ จากนั้นบันทึกผลและสรุปผลการทดลองและตอบคำถามท้ายกิจกรรม แล้วสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน ก่อนนำไปใช้ทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอน 3 การประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ นำชุดกิจกรรมที่สร้าง และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมและตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบทดสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ประกอบด้วย 1) อาจารย์มหาวิทยาลัยที่เชี่ยวชาญด้านการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา (1 คน) 2) อาจารย์มหาวิทยาลัยที่เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและการสร้างสื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทางด้านฟิสิกส์ (1 คน) 3) อาจารย์มหาวิทยาลัยภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษาและเชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ (1 คน) 4) อาจารย์มหาวิทยาลัยที่เชี่ยวชาญการวัดผลและประเมินผลการศึกษา (1 คน) และ 5) ครูชำนาญการพิเศษประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (1 คน) นำข้อมูลที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ผล สรุปได้ว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหาของชุดกิจกรรมอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ผลการประเมินประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ ($\bar{X} = 4.13$, S.D. = 0.20) แสดงว่าผลการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมในภาพรวมอยู่ในระดับมาก และผลการประเมินในแต่ละด้าน พบว่า ในแต่ละด้านมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก 1) ด้านองค์ประกอบชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ($\bar{X} = 4.27$, S.D. = 0.12) 2) ด้านเนื้อหาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ($\bar{X} = 4.15$, S.D. = 0.25) 3) ด้านการจัดกิจกรรม ($\bar{X} = 4.03$, S.D. = 0.23) และ 4) ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมฯ ($\bar{X} = 4.13$, S.D. = 0.20) แล้วปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 50 ข้อ พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมากกว่า 0.5 ทุกข้อ ปรับปรุงแบบทดสอบตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้มีความถูกต้องเหมาะสมมากยิ่งขึ้น แล้วนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวชิรธรรมสาธิต จำนวน 30 คน เพื่อหาคุณภาพและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า มีค่าความยากง่าย 0.23-0.80 ค่าอำนาจจำแนก 0.21-0.64 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.79 คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 25 ข้อ เป็นข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ และข้อสอบอัตนัย 5 ข้อ แบ่งเป็น ด้านความรู้ความจำ 6 ข้อ (24%) ด้านความเข้าใจ 8 ข้อ (32%) ด้านการนำไปใช้ 7 ข้อ (28%) และด้านวิเคราะห์ 4 ข้อ (16%)

ขั้นตอน 4 การทดลองใช้ชุดกิจกรรมกับกลุ่มตัวอย่าง

1. ทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสงและการมองเห็น จำนวน 25 ข้อโดยใช้เวลาในการทำข้อสอบ 50 นาที

2. ทดลองใช้ชุดกิจกรรมที่สร้างกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 35 คน ดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้ ทั้งนี้ นักเรียนแต่ละคนได้รับแจกชุดกิจกรรมคนละ 1 เล่ม แต่ทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูลผลการเรียนรู้ของนักเรียน

3. ทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับเดียวกันกับทดสอบก่อนเรียน หลังจากนั้นให้นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ขั้นตอนที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย

วิเคราะห์ผลการเรียนรู้จากคะแนนที่ได้โดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและร้อยละ เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติแบบ t-test for dependent samples เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ของนักเรียนกับเกณฑ์มาตรฐาน ร้อยละ 70 ที่กำหนด โดยใช้สถิติแบบ one-sample t-test และวิเคราะห์ความพึงพอใจตอนที่ 1 ซึ่งเป็นแบบสอบถาม แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยหาคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์แบบสอบถาม ตอนที่ 2 ที่เป็นคำถามปลายเปิดโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis)

ผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมาหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์เปรียบเทียบ โดยใช้สถิติค่าที่ แบบ t-test for dependent sample ได้ผลแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig
ก่อนเรียน	35	30	11.24	2.92	8.23*	.000
หลังเรียน	35	30	17.01	4.49		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 17.01 และคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 11.24

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องแสงและการมองเห็น วิเคราะห์ข้อมูลผลการเรียนรู้ของนักเรียนจำนวน 35 คน แสดงผลในตาราง 2

ตาราง 2 ผลคะแนนของการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

รายการ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ (%)
1) การปฏิบัติกิจกรรมและตอบคำถามท้ายกิจกรรม	40.00	34.83	2.90	87.08
กิจกรรมที่ 1 การทดลองผลของแสงสว่างที่มีต่ออารมณ์เห็น	10.00	9.30	1.04	93.00
กิจกรรมที่ 2 แสงสว่างกับการดำรงชีวิต	10.00	8.88	0.96	88.80
กิจกรรมที่ 3 กลักซิมเตอร์ อุปกรณ์วัดความสว่างของแสง	10.00	7.80	1.45	78.00
กิจกรรมที่ 4 สร้างสรรค์ผลงานแบบจำลองห้องควบคุมความสว่างของแสง	10.00	8.85	0.90	88.50
2) การสร้างสรรค์ผลงานห้องควบคุมความสว่างของแสง	30	23.90	2.40	79.67
3) การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน	30	17.02	4.49	56.73
3.1 ข้อสอบปรนัย	20	12.69	2.74	63.45
3.2 ข้อสอบอัตนัย	10	4.33	2.33	43.30
คะแนนรวม	100	75.75	6.79	75.75

จากตาราง 2 พบว่า 1) การปฏิบัติกิจกรรมและตอบคำถามท้ายกิจกรรมทั้ง 4 กิจกรรมของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากเท่ากับ 34.83 คิดเป็นร้อยละ 87.08 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.90 2) การสร้างผลงานมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 23.90 คิดเป็นร้อยละ 79.67 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.40 3) คะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.02 คิดเป็นร้อยละ 56.70 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.49 ผลการเรียนรู้ของนักเรียนมีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 75.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ตั้งไว้ นำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์โดยวิธีวิเคราะห์ค่าสถิติแบบค่าที่ t-test for one sample ได้ผลดังตาราง 3

ตาราง 3 เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ตั้งไว้

รายการ	n	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig
ผลการเรียนรู้ของนักเรียน	35	75.75	6.79	5.06*	.000

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 3 พบว่า ผลการเรียนรู้ของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 75.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ตั้งไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมฯ ผลการสำรวจความพึงพอใจของนักเรียน โดยใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ได้แก่ 5, 4, 3, 2 และ 1 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ตามลำดับ มีเกณฑ์การแปลผลคะแนนเฉลี่ย ดังนี้ 4.51-5.00 หมายถึง มากที่สุด 3.51-4.50 หมายถึง มาก 2.51-3.50 หมายถึง ปานกลาง 1.51-2.50 หมายถึง น้อย 1.00-1.50 หมายถึง น้อยที่สุด ได้ผลดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ฯ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ความพึงพอใจ
1. ด้านองค์ประกอบของชุดกิจกรรม			
1.1 คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรมมีความชัดเจน	4.77	0.43	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.83	0.38	มากที่สุด
1.3 วิธีการทำกิจกรรมอธิบายได้ละเอียด ชัดเจน	4.71	0.52	มากที่สุด
1.4 การออกแบบชุดกิจกรรมมีความน่าสนใจ	4.46	0.78	มากที่สุด
รวมค่าเฉลี่ยด้านที่ 1	4.69	0.16	มากที่สุด
2. ด้านเนื้อหา			
2.1 เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.69	0.53	มากที่สุด
2.2 เนื้อหาในแต่ละกิจกรรมมีความเหมาะสม	4.66	0.54	มากที่สุด
2.3 เนื้อหามีความต่อเนื่องสัมพันธ์กัน	4.74	0.51	มากที่สุด
2.4 สามารถนำเนื้อหาที่เรียนไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง	4.77	0.43	มากที่สุด
รวมค่าเฉลี่ยด้านที่ 2	4.71	0.05	มากที่สุด
3. ด้านการจัดกิจกรรม			
3.1 รูปแบบของการจัดกิจกรรมมีความหลากหลาย	4.63	0.49	มากที่สุด
3.2 กิจกรรม มีความท้าทายและน่าสนใจ	4.74	0.44	มากที่สุด
3.3 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดพฤติกรรมการทำงานเป็นกลุ่ม	4.83	0.38	มากที่สุด
3.4 กิจกรรมมีความยากง่ายพอเหมาะกับระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	4.60	0.65	มากที่สุด
3.5 กิจกรรมส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.69	0.47	มากที่สุด
3.6 ระยะเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมมีความเหมาะสม	4.60	0.60	มากที่สุด
3.7 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้มีจำนวนเพียงพอต่อการทำกิจกรรม	4.77	0.49	มากที่สุด
รวมค่าเฉลี่ยด้านที่ 3	4.69	0.87	มากที่สุด
4. ด้านประโยชน์ที่ได้รับ			
4.1 กิจกรรมทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี	4.69	0.53	มากที่สุด
4.2 กิจกรรมทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหา	4.77	0.49	มากที่สุด
4.3 นักเรียนได้ออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงาน/ผลงาน	4.74	0.51	มากที่สุด
4.4 นักเรียนเห็นคุณค่าของการนำความรู้ในวิชาต่างๆ มาบูรณาการกับวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการนำสร้างสรรค์ชิ้นงานให้มีคุณภาพ	4.77	0.43	มากที่สุด
4.5 กิจกรรมทำให้นักเรียนชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น	4.74	0.51	มากที่สุด
รวมค่าเฉลี่ยด้านที่ 4	4.74	0.33	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.71	0.88	มากที่สุด

จากตาราง 4 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องแสง และการมองเห็นโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุดมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.88 เมื่อพิจารณาในแต่ละด้านพบว่านักเรียนพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดทุกด้าน

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.13$, S.D. = 0.20) ทั้งนี้ เนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับเนื้อหาหลักสูตรและหลักการจัดกิจกรรม แบบเพิ่มเติมก่อนออกแบบและสร้างชุดกิจกรรม กำหนดเนื้อหาความรู้ที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดและเหมาะสมกับระดับ ช่วงชั้นของนักเรียน สร้างกิจกรรมให้สอดคล้องกับแนวทางการจัดกิจกรรมแบบเพิ่มเติม คำนึงถึงองค์ประกอบต่างๆ ของการออกแบบชุดกิจกรรม เช่น การเรียบเรียงเนื้อหา ภาษาที่ใช้ ขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม มีการเรียบเรียงเนื้อหา ในแต่ละกิจกรรมให้มีความต่อเนื่องสัมพันธ์กัน ใช้ภาษาที่สื่อสารให้เข้าใจง่าย ออกแบบให้น่าสนใจสำหรับนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กิจกรรมเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง รวมทั้งกิจกรรมมีความท้าทาย ความสามารถ ส่งเสริมให้นักเรียนบูรณาการความรู้ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์มาแก้ไขปัญหา

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 17.01 คิดเป็นร้อยละ 56.70 ทั้งนี้ เนื่องจาก กิจกรรมที่สร้างมีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงผ่านการทำงานกลุ่ม ซึ่งบางคนอาจเรียนรู้ได้ แตกต่างกัน และนักเรียนบางคนยังขาดทักษะการทำงาน ตัวอย่างเช่น ในกิจกรรมที่ 3 ลักซ์มิเตอร์ อุปกรณ์วัดแสงสว่าง กิจกรรมนี้นักเรียนจะได้ฝึกการคำนวณหาความสว่างของแสงจากตัวอย่างโจทย์ในชุดกิจกรรม ฝึกการอ่านค่าลักซ์จาก หลอดไฟและทดลองใช้เครื่องมือวัด หาความสว่างของแสงจากอุปกรณ์ที่จัดเตรียมไว้ให้ และภายหลังการทำกิจกรรม การทดลอง มีการตอบคำถามท้ายกิจกรรม ผู้วิจัยพบว่า มีนักเรียนบางส่วนยังขาดพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับการคำนวณ บางคนตอบคำถามไม่ได้ ดังนั้น จึงควรให้ความรู้พื้นฐานการคำนวณแก่นักเรียนก่อนลงมือปฏิบัติกิจกรรม นอกจากนี้ ยังพบว่านักเรียนบางส่วนไม่สามารถทำข้อสอบอัตนัยได้ดังที่ควร ด้วยเหตุนี้จึงทำให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนคิดเป็นค่าร้อยละเท่ากับ 56.70

3. ผลการเรียนรู้ของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 75.75 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ เนื่องจากการจัดกิจกรรมตามแนวทางเพิ่มเติมศึกษา มีการกำหนดสถานการณ์ โจทย์ปัญหา และ เชื้อไขให้กับนักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาในการสร้างห้องจำลองให้มีความสว่างของแสงเป็นไปตามกำหนด ทำให้นักเรียน เกิดความท้าทายในการทำกิจกรรม มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ และมีการช่วยเหลือกันทำงานในกลุ่ม ทำให้เกิด ความร่วมมือกันทำงานตัวอย่างเช่น ในขั้นตอนการนำเสนอการออกแบบชิ้นงานนักเรียนมีการนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มาใช้ในการหาจำนวนหลอดไฟ เพื่อใช้กำหนดความสว่างของห้อง นำความรู้ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการ คำนวณเพื่อหาค่าลักซ์ส่องสว่างและจำนวนหลอดไฟที่ใช้ รวมถึงมีการอธิบายขั้นตอนการออกแบบชิ้นงานตาม กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และจากการสร้างชิ้นงานห้องควบคุมความสว่างของแสง พบว่า นักเรียนสามารถ

บูรณาการความรู้ทั้ง 4 สาขาวิชา มาใช้ในการทำกิจกรรมและการนำเสนอผลงาน มีการใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมาเป็นพื้นฐานในการตัดสินใจในการเลือกวัสดุที่จะนำมาสร้างชิ้นงานของกลุ่มตนเอง ซึ่งแต่ละกลุ่มสามารถสร้างชิ้นงานที่สามารถควบคุมความสว่างของแสงได้ โดยมีนักเรียนหลายกลุ่มที่สามารถสร้างผลงานให้มีค่าความสว่างของแสงคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 10 ซึ่งถือว่าสามารถแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดได้สำเร็จ กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจึงสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี ซึ่ง Koehlor, et al. (as cited in Kijkuakul, 2015, pp. 201-207) ได้กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เรื่องทางเทคนิค (Technical Literacy) สามารถนำเนื้อหาความรู้และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และสามารถตัดสินใจในสถานการณ์ปัญหาอย่างผู้มีความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยี และผลงานวิจัยของ Chaulumbua and Hemaprosit (2015, pp. 224-236) ที่ได้พัฒนาหลักสูตรบูรณาการแบบ STEM รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม เรื่องอ้อย สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เพราะเนื้อหาที่เรียนสอดคล้องกับบริบทและประสบการณ์ใกล้ตัวของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาและสิ่งต่างๆ รอบตัวอย่างมีความหมายเป็นองค์รวมและเรียนเนื้อหาแบบบูรณาการ กิจกรรมมีการส่งเสริมการคิด โดยเริ่มจากการกำหนดประเด็นปัญหา

การวัดผลการเรียนรู้ของนักเรียนได้ใช้หลักการของการประเมินตามสภาพจริงโดยประเมินจากการปฏิบัติกิจกรรมและการตอบคำถามท้ายกิจกรรมในแต่ละกิจกรรม และประเมินจากผลงานที่นักเรียนสร้าง คือ ห้องควบคุมความสว่างของแสง ซึ่งเป็นการวัดผลจากความสามารถในการปฏิบัติงานจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ วัดผลตามศักยภาพที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากใบบันทึกกิจกรรม เช่น การบันทึกผลการทดลอง การสรุปผลการทดลอง การตอบคำถามท้ายกิจกรรม ซึ่งการวัดผลการเรียนรู้จะไม่เน้นการวัดพฤติกรรม การเรียนรู้ของนักเรียนเพียงด้านใดด้านหนึ่ง แต่จะวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายและครอบคลุมความสามารถของนักเรียน ในทำนองเดียวกันกับที่ The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2015, p. 18) ได้กล่าวว่า การประเมินตามสภาพจริง (Authentic assessment) เป็นการประเมินที่มุ่งเน้นประเมินศักยภาพโดยรวมของผู้เรียนทั้งด้านความรู้พื้นฐาน ความคิดขั้นสูง ความสามารถในการสื่อสาร ทักษะในด้านต่างๆ และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ซึ่งการประเมินที่มีประสิทธิภาพต้องประเมินผู้เรียนในหลายๆ ด้าน เพื่อให้ได้ข้อมูลมากพอที่จะสะท้อนถึงพัฒนาการและความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้ นอกจากนี้ ผู้สอนควรใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาควรใช้การประเมินตามสภาพจริง (Intalapaporn, et al., 2015, pp. 62-74)

4. ผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องแสงและการมองเห็นมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.71$, S.D. = 0.51) อาจเนื่องจากกิจกรรมมีความน่าสนใจ กิจกรรมที่ใช้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานกลุ่ม ได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริง ได้ออกแบบและสร้างผลงานที่ทำทายความสามารถและได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหา ตลอดจนมีการนำเทคโนโลยีมา

ใช้ในการศึกษาเพื่อการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม นักเรียนแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สนุกสนานกับการปฏิบัติกิจกรรม ห้องเรียนมีบรรยากาศที่เป็นกันเอง นักเรียนตื่นตัวกับการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการออกแบบและสร้างแบบจำลอง ได้สร้างผลงานและได้ฝึกทักษะการสื่อสารโดยการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน จึงทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น และเห็นคุณค่าในการเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น ซึ่ง Thananuwong (2013, pp. 38-41) กล่าวว่า การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา นักเรียนจะได้คิดวิเคราะห์ ลงมือปฏิบัติได้มีการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี มาออกแบบและสร้างชิ้นงานภายใต้สถานการณ์ที่กำหนด ได้มีการอภิปราย ชักถามโต้แย้งระหว่างสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจหลักการวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้ง นอกจากนี้ Siriputtrachai (2013, pp. 49-56) กล่าวว่า STEM Education ยังเป็นการจัดการศึกษาที่สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนนำความรู้ทั้งด้านความรู้ ทักษะการคิด และทักษะอื่นๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า สร้าง และพัฒนานวัตกรรมสิ่งต่างๆ การมีส่วนร่วมของผู้เรียนกับข้อมูล เครื่องมือทางเทคโนโลยี การสร้างความยืดหยุ่นในเนื้อหาวิชา สร้างความท้าทาย การสร้างสรรค์ผลงาน ความแปลกใหม่ และทำให้การเรียนรู้บทเรียนมีความหมาย ซึ่ง STEM Education สามารถทำให้เยาวชนไทยรุ่นใหม่เกิดการเรียนรู้ทั้งในยุคปัจจุบันและโลกอนาคต

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำงานวิจัยไปใช้

1.1 ผู้สอนควรมีการชี้แจงวิธีการใช้ชุดกิจกรรม จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม ตลอดจนการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเข้าใจก่อนเริ่มทำกิจกรรม

1.2 ผู้สอนควรอธิบายการใช้เทคนิคกระบวนการกลุ่มและการแบ่งหน้าที่ในการทำงาน เพื่อให้ นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 ผู้สอนควรสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคนขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อปรับปรุงแก้ไขหากนักเรียนมีปัญหาหรืออุปสรรคในการทำกิจกรรม และใช้คำถามกระตุ้นการคิดและส่งเสริมการมีส่วนร่วมของนักเรียนในการทำงานกลุ่ม

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาค้นคว้าผลการเรียนรู้ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในด้านอื่นๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ การคิดวิจารณ์ การคิดสร้างสรรค์ หรือการสื่อสารแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งศึกษาความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

2.2 ควรมีการศึกษาค้นคว้าพฤติกรรมการเรียนรู้และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยเก็บข้อมูลเชิงลึกจากการสัมภาษณ์ การสังเกต การใช้อนุมัติสนทนาคิด

References

- Bloom, B. S. (1976). *Taxonomy of education objective handbook K: Cognitive domain*. New York: David McKay Company.
- Chaolumbua, S., & Hemaprosit, S. (2015). Development of an additional STEM Integrated science curriculum on Sugarcane for the 9th Grade Students. *Journal of Education*, 26(1), 224-236. [in Thai]
- Dechakoo, P. (2015). *21st century learning*. Bangkok: Chulalongkorn University Printing House. [in Thai]
- Inta, K., Chaiworn, P., & Ratchawet A. (2015). The learning activity packages creation with the title “Amazing Rubber” by using STEM Education curriculum and 21st century skills development for secondary education level. *Journal of faculty of Education Pibulsongkram Rajabhat University*, 1(Special), 132-141. [in Thai]
- Intalapaporn, J., Patphol, M., Wongyai, W., & Srisamorn Pumsa-ard, S. (2015). The study guidelines for learning management of the STEM Education for elementary students. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*, 8(1), 62-74.
- Intanon, B. (2008). *A study on science learning achievement and ability in solving science problems through problem-based learning and Inquiry process of Matthayomsuksa 3 Students at Yotinbumrung School* (Master thesis). Bangkok: Srinakharinwirot University. [in Thai]
- Julawatthanathon, M. (2013). A study of science technology engineering and mathematics education or STEM Education. *Journal of Science Teacher Association of Thailand*, 9(January-December), 3-14.
- Kaewsingam, T. (2012). *Effects of using the 4EX2 instructional model on concepts about light and vision and skills in interpreting data and making conclusion of lower secondary school students* (Master thesis). Bangkok: Srinakharinwirot University. [in Thai]
- Kijkuakul, S. (2015). STEM Education. *Journal of Education Naresuan University*, 17(2), 201-207. [in Thai]
- Lertangkoon, C., Paewponsong J., Wadeesirisak, S., & Koocharoenpisa, N. (2015). The development of science activity packages on food contaminant testing for the 8th grade students. *Srinakharinwirot Science Journal*, 31(1), 65-82. [in Thai]

- Lhungdee, S. (2009). *The results of learning activities by using inquiry learning to understand concept and satisfaction science subject on light and visibility of Mathayomsuksa 2 students* (Master thesis). Khon Kaen: Khon Kaen University. [in Thai]
- Ministry of Education. (2008). *The Basic education core curriculum B.E. 2551*. Bangkok: Kurusapa Printing Ladphrao. [in Thai]
- Ministry of Education. (2014). *Guidebook STEM Activities*. Bangkok: Ministry of Education. [in Thai]
- Muangkrajang, S., Thaiklang, S., Pimnoo, P., & Koocharoenpisal, N. (2015). Implementation of the science activity package on forces and motion to enhance basic science process skills of 9th grade students. *Srinakharinwirot Science Journal*, 31(2), 99-116. [in Thai]
- Panich, V. (2012). *The way to build learning for students in the 21st century*. Bangkok: Tathata Publication. [in Thai]
- Saengpromsri, P., Nuangchalerm, P., & Chantiratikul, P. (2015). *Comparisons of learning achievement, integrated science process skills, and attitude towards chemistry learning for Matthayomsueksa 5 students between STEM education and conventional methods* (Master thesis). Maha Sarakham: Mahasarakham University. [in Thai]
- Siriputtrachai, P. (2013). STEM Education and 21st century skills development. *Executive Journal*, 33(2), 49-56. [in Thai]
- Thananu Wong, R. (2013). Roller coaster activities Integrate knowledge in science, math and engineering and technology according STEM Education support learning about Transportation by rail. *IPST Magazine*, 42(185), 38-41. [in Thai]
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2015). *Science technology engineering and mathematics education grade 1-12*. Bangkok: Business Organization of the Office of the Welfare Promotion Commission for Teacher and Education Personal Ladprao Press. [in Thai]
- Trakoonkamnerd, C., Intham, P., Boonseng, P., & Koocharoenpisal N. (2013). The development of the science learning activity packages on household chemicals for 8th grade students using several learning activities. *Srinakharinwirot Science Journal*, 29(2), 187-205. [in Thai]