

ผลการจัดกิจกรรมส่งเสริมศึกษาวิชาสนุกกับอิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อการคิดเชิง
นวัตกรรมและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โรงเรียนสาธิตมัธยม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

The Effects of STEM Education Activities Management in
the Enjoying Electronics Course on Innovative Thinking and
Attitudes Towards Science of Grade 9 Students at Laboratory
School of Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University

Received : 2020-09-20

Revised : 2021-01-12

Accepted : 2021-05-03

ผู้วิจัย ปัทมพรรณ บุญประคม¹

Patthamapun Boonprakom¹

chompoo.nics@gmail.com

ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์²

Tweesak Chindanurak²

ชำนาญ เชาวกิตติพงศ์³

Chamnan Chaowakeratipong³

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมส่งเสริมศึกษาในวิชาสนุกกับอิเล็กทรอนิกส์ และ 2) เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมส่งเสริมศึกษาในวิชาสนุกกับอิเล็กทรอนิกส์

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมัธยม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา จำนวน 36 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 1 ห้องเรียนจากทั้งหมด 4 ห้องเรียน เครื่องมือการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้การจัดการจัดกิจกรรมส่งเสริมศึกษาในวิชาสนุกกับอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 3 แผน รวม 18 ชั่วโมง 2) แบบประเมินการคิดเชิงนวัตกรรม และ 3) แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีแบบไม่อิสระ

¹ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
Master of Education (Science Education) Student in School of Educational Studies, Sukhothai Thammathirat Open University

² รองศาสตราจารย์ ดร.สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

Associate Professor, Dr., School of Educational Studies Sukhothai Thammathirat Open University

³ รองศาสตราจารย์ สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

Associate Professor, School of Educational Studies Sukhothai Thammathirat Open University

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) นักเรียนมีการคิดเชิงนวัตกรรมหลังการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาสูงกว่า ก่อนการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (2) นักเรียนมีเจตคติต่อวิชา วิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาไม่แตกต่างกัน เนื่องจากการพัฒนาเจตคติเป็น เรื่องที่ต้องใช้เวลายาวนานแต่การทดลองครั้งนี้ใช้เวลาทดลองจำนวน 18 คาบ คาบละ 50 นาที ด้วยระยะเวลา ที่ไม่มากพอนี้เจตคติของนักเรียนจึงไม่เปลี่ยนแปลงระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา

คำสำคัญ : สะเต็มศึกษา, การคิดเชิงนวัตกรรม, เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

Abstract

The objectives of this research were (1) to compare the innovative thinking of Grade 9 students before and after instruction using STEM Education activities in the Enjoying Electronics Course; and (2) to compare attitudes towards science of Grade 9 students before and after instruction using STEM Education activities in the Enjoying Electronics Course.

The sample consisted of 36 Grade 9 students obtained by cluster random sampling from four classrooms at the Laboratory School of Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University. The research instruments were three learning management plans covering 18 hours for STEM Education activities in the Enjoying Electronics Course, a form to assess the innovative thinking, and a form to assess the attitudes towards science. Collected data were analyzed using mean, standard deviation, and t-test dependent.

The research results showed that (1) the post- instruction innovative thinking of the students who have learned from the STEM Education activities in the Enjoying Electronics Course was significantly higher than the pre- instruction at .05 level of statistical significance; and (2) the attitudes toward science of the students before and after the instruction were not significantly different. It may be the developing attitudes toward science of the students required longer time, while this study spent only 18 periods (50 min/period).

Keywords : STEM Education, Innovative Thinking, Attitude Towards Science

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงของสังคมโลกในด้านเทคโนโลยี และการปฏิวัติดิจิทัล อย่างรวดเร็วทำให้หลายประเทศ รวมทั้งประเทศไทยต้องมีการปรับตัว และเตรียมพลเมืองให้มีความพร้อมที่จะสามารถดำรงชีวิตได้ในศตวรรษที่ 21 เมื่อเป็นดังนั้นในภาคการศึกษาก็ย่อมต้องมีการปรับตัว ปรับเปลี่ยนวิธีคิด การจัดการเรียนรู้ทั้งในชั้นเรียน และนอกชั้นเรียน ให้มีความหลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะที่เป็นที่ต้องการ และตอบโจทย์ตลาดแรงงานในอนาคต โดยผู้เรียนจะต้องมีความพร้อมในการปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้น การรู้วิชาเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอสำหรับการดำรงอยู่ในศตวรรษที่ 21 ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องพัฒนาทักษะการเรียนรู้และทักษะชีวิต ควบคู่กันไป และเรียนรู้ที่จะเป็นผู้สร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ (เบญจวรรณ ถนอมชยธวัช, ผ่องศรี วาณิชยศกุลวงศ์, วุฒิชัย เนียมเทศ และณัฐวิทย์ พจนตันติ, 2559, น. 2) เป็นไปตามยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (ประเทศไทยยุค 4.0) และการศึกษา 4.0 คือ การนำองค์ความรู้มาบูรณาการสร้างนวัตกรรมเพื่อตอบสนองความต้องการของสังคม (อรชร ปราชันท์ และสุกัญญา แซ่มซ้อย, 2561, น.158) ตามแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 ที่มีเป้าหมายให้ผู้เรียนสร้างนวัตกรรมได้

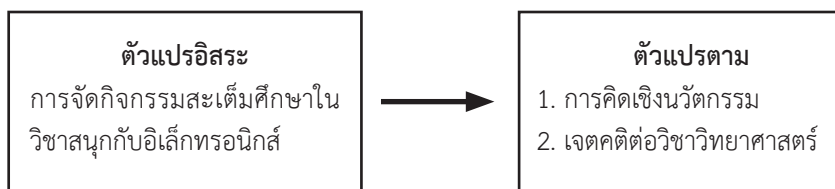
นวัตกรรม หมายถึง แนวความคิด การกระทำ วิธีการปฏิบัติ แนวทางการทำงานหรือกระบวนการ ตลอดจนสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม ซึ่งบุคคลรับรู้และทำขึ้นใหม่ให้แตกต่างจากเดิม หรือเป็นการพัฒนาดัดแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้ทันสมัยและใช้ได้ผลยิ่งขึ้น เกิดจากการใช้ความรู้และความคิดสร้างสรรค์ (อรชร ปราชันท์ และสุกัญญา แซ่มซ้อย, 2561, น.160) ซึ่งนวัตกรรมจะเกิดขึ้นได้ บุคคลนั้นจะต้องมีทักษะการคิดที่แตกต่างอย่างสร้างสรรค์ เพื่อให้ได้สิ่งใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ หรือที่เรียกว่า “ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม” (Innovative Thinking) เป็นทักษะความคิดพื้นฐานที่ทำให้เกิดนวัตกรรม ในองค์กร (สุกัญญา แซ่มซ้อย, 2555, น.119) มีองค์ประกอบ คือ 1) ทักษะเชิงการรับรู้ ได้แก่ ทักษะในการเชื่อมโยงความคิด และ 2) ทักษะเชิงพฤติกรรม ได้แก่ การตั้งคำถาม การสังเกต การปฏิสัมพันธ์ และการทดลอง (ไดยอร์, เกรเกอร์เซน และคริสเตนเซน, 2558) นอกจากนี้ วากเนอร์ (2561) ยังได้กล่าวถึงทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม ว่าจะต้องมีองค์ประกอบ 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 คือ การลงมือทำ โดยมีทักษะที่เป็นองค์ประกอบย่อย ได้แก่ การตั้งคำถาม การสังเกต การสร้างเครือข่าย และการทดลอง ส่วนที่ 2 คือ การคิด ได้แก่ การเชื่อมโยง

การจัดการเรียนรู้ที่จะทำให้ผู้เรียนสร้างนวัตกรรมได้ ควรเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการของสหสาขาวิชาโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ได้รับ ความสนใจ เนื่องจากกิจกรรมสะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมที่เน้นการบูรณาการใน 4 สาขาวิชาด้วยกัน คือ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) (วศินีส อิศรเสนา ณ อยุธยา, 2560) ที่สามารถนำมาใช้จัดการเรียนรู้ร่วมกับวิธีการสอนได้อย่างหลากหลายวิธี เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม (Hands-on) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) เป็นต้น และสามารถนำมาใช้จัดการเรียนรู้ทั้งในห้องเรียน และนอกห้องเรียนได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2560) ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีลักษณะสำคัญ 5 ประการได้แก่ (1) เป็นการสอนที่เน้นการบูรณาการ (2) ช่วยผู้เรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับชีวิตประจำวันและการทำอาชีพ (3) เน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 (4) ทำลายความคิดของผู้เรียน และ (5) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น และความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 วิชา จุดประสงค์ของการจัดการเรียน

รู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และเห็นว่าวิชาเหล่านั้นเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้หรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันได้ (สสวท. และสะเต็มศึกษา ประเทศไทย, 2557) ซึ่งจะช่วยให้เกิดการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ดีขึ้น แต่จากผลโครงการประเมินผลการศึกษานานาชาติของประเทศไทยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Programme for International Student Assessment; PISA 2015) ที่เน้นประเมินสมรรถนะการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริง พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนลดลงในทุกด้าน (ปรเมศวร์ ขาวสุด, ดวงเดือน สุวรรณจินดา และสุจินต์ วิทธีรานนท์, 2563, น.134) และจากรายงานผลการพัฒนาการศึกษาไทยที่ผ่านมาของสำนักเลขาธิการสภาการศึกษา (สกศ., 2560, น.4) พบว่า ทักษะทางด้านภาษาของแรงงานที่เป็นที่ต้องการของผู้ประกอบการมีแนวโน้มลดลง และทักษะของกำลังแรงงานไม่สอดคล้องกับความต้องการของผู้ประกอบการ จากรายงานผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า เด็กไทยยังขาดทักษะซึ่งเป็นทักษะการคิดขั้นสูงและทักษะในอาชีพที่ผู้เรียนควรมีในศตวรรษที่ 21

ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาในวิชาสนุกกับอิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อการคิดเชิงนวัตกรรมและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมัธยม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยาระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในรายวิชาสนุกกับอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมที่อยู่ในหลักสูตรของโรงเรียน

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงนวัตกรรมระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิชาสนุกกับอิเล็กทรอนิกส์
2. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในวิชาสนุกกับอิเล็กทรอนิกส์

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนมีการคิดเชิงนวัตกรรมหลังการได้รับการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในวิชาสนุกกับอิเล็กทรอนิกส์สูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา
2. นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในวิชาสนุกกับอิเล็กทรอนิกส์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

- 1.1. ประชากรที่ใช้ศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมัธยมศึกษาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ปีการศึกษา 2562 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 130 คน
- 1.2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 36 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่มทั้งหมด 4 ห้องเรียน แล้วจับฉลากมา 1 ห้องเรียน ได้ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง และหาคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้การจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษารายวิชาสนุกกับอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 แผน ใช้เวลาทั้งหมด 18 ชั่วโมง มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1.1 ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน รายวิชาสนุกกับอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นรายวิชาเพิ่มเติม คำอธิบายรายวิชา เลือกรายวิชาที่เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาได้ ค้นคว้าเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.2 เลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้และวิธีการสอนที่สามารถนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาเข้าไปประยุกต์ใช้ได้ โดยเลือกให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ และนิยามคำศัพท์ที่กำหนดไว้ โดยการจัดการเรียนรู้ในรายวิชานี้ได้เลือกวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบ 5E (Inquiry Method, 5E) แล้วออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาผนวกเข้าไปในขั้นตอนใด ขั้นตอนหนึ่งของ 5E

2.1.3 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาสนุกกับอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 แผน ใช้เวลา 18 ชั่วโมง ดังนี้

1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง รู้จักเทคนิคการบัดกรีและสร้างเกมทดสอบสมมติเวลา 6 ชั่วโมง โดยออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษา 6 ขั้นตอน ผนวกเข้าไปในขั้นตอนความรู้ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5E

2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การสร้างวงจร LED เตือนกันขโมย บนแผ่นโปรโตบอร์ดเวลา 4 ชั่วโมง โดยออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษา 6 ขั้นตอน ผนวกเข้าไปในขั้นตอนความรู้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5E

3) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การสร้างนวัตกรรมเครื่องบอกระดับน้ำอย่างง่าย เวลา 8 ชั่วโมง โดยออกแบบกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษา 6 ขั้นตอน ผนวกเข้าไปในขั้นขยายความรู้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5E

2.1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ เมื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาเห็นสมควรแล้ว จึงนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้อง ภาษาที่ใช้ การสะกดคำ และความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องกับจุดประสงค์ เนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพิ่มเติมศึกษา และการวัดและประเมินผล วิเคราะห์ข้อมูลค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่า IOC เท่ากับ 0.67-1.00 ทำการแก้ไขปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญแล้วจึงนำไปใช้

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มี 2 ฉบับ ได้แก่

2.2.1 แบบประเมินการคิดเชิงนวัตกรรม มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1) ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงนวัตกรรมทั้งในประเทศ และต่างประเทศ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้อามาตีความ วิเคราะห์ และสังเคราะห์เป็นนิยามศัพท์เฉพาะ โดยผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดของ เบิร์น (2552) ; วากเนอร์ (2561) ; วิชและเลแกนส์ (อ้างถึงใน สุกัญญา แซ่มซ้อย, 2555, น.122)

2) สร้างแบบประเมินการคิดเชิงนวัตกรรม ให้สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษา ในแผนการจัดการเรียนรู้ และครอบคลุมนิยามศัพท์เฉพาะ โดยแบบประเมินนี้จะใช้ประเมินชิ้นงานจริง (นวัตกรรม) ที่นักเรียนออกแบบและสร้างขึ้นงานในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 3 ประกอบด้วยรายการประเมิน 7 หัวข้อ ลักษณะเป็นมาตราส่วนแบบประมาณค่า (Rating Scale) มี 3 ระดับ โดยแบ่งการประเมินตามคุณภาพของชิ้นงานออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับมาก ให้คะแนนเป็น 3 คะแนน ระดับปานกลาง ให้คะแนนเป็น 2 คะแนน และระดับน้อย ให้คะแนนเป็น 1 คะแนน แสดงดังภาพที่ 2

แบบประเมินการคิดเชิงนวัตกรรม (รายการกลุ่ม-วัดจากการทำงาน และชิ้นงาน)

ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน																		รวม			
	การระบุปัญหา			ความคิดริเริ่ม			การคิดเชื่อมโยง			การสะท้อนความคิด			สร้างแบบจำลองชิ้นงานได้			การสร้างสรรค์ชิ้นงานและชิ้นงานสามารถแก้ปัญหาได้				การนำเสนอผลงาน		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1		3	2	1
กลุ่มที่ 1																						
1																						
2																						
กลุ่มที่ 2																						

ภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล แบบประเมินการคิดเชิงนวัตกรรม

ตัวอย่างเกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)
1. การระบุปัญหา	ระบุปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน	ระบุปัญหาผิดพลาดเล็กน้อย	ไม่สามารถระบุปัญหาได้
2. การคิดริเริ่ม	มีวิธีการแก้ปัญหาด้วยความคิดที่แปลกใหม่ ไม่มีผู้ใดทำมาก่อน	มีวิธีการแก้ปัญหาด้วยความคิดผสมผสานกับความคิดเดิมโดยดัดแปลงจากความคิดเดิม	มีวิธีการแก้ปัญหาโดยไม่มีความคิดแปลกใหม่

การวัดผลและประเมินผล	
คะแนนรวม (คะแนน)	ความหมาย
18-21	มีการคิดเชิงนวัตกรรมในระดับสูง
13-17	มีการคิดเชิงนวัตกรรมในระดับปานกลาง
8-12	มีการคิดเชิงนวัตกรรมในระดับต่ำ
7	ไม่มีการคิดเชิงนวัตกรรม

ภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล แบบประเมินการคิดเชิงนวัตกรรม (ต่อ)

- 3) นำแบบประเมินการคิดเชิงนวัตกรรมที่สร้างขึ้นนี้ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะและการจัดกิจกรรมส่งเสริมศึกษาในแผนการจัดการเรียนรู้ ความสอดคล้องของเกณฑ์การประเมินรายการประเมินแต่ละรายการ กับระดับคุณภาพของแต่ละรายการ เกณฑ์การวัดผลและประเมินผล รับฟังข้อเสนอแนะ นำมาปรับปรุง แล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องในการวัดผลประเมินผลชิ้นงาน ความสอดคล้องกับจุดประสงค์และการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ (IOC) ได้ค่า IOC เท่ากับ 0.67-1.00 ทำการแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
- 4) นำแบบประเมินการคิดเชิงนวัตกรรมที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว ไปใช้ประเมินชิ้นงานจริงของกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาใช้วิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

2.2.2 แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

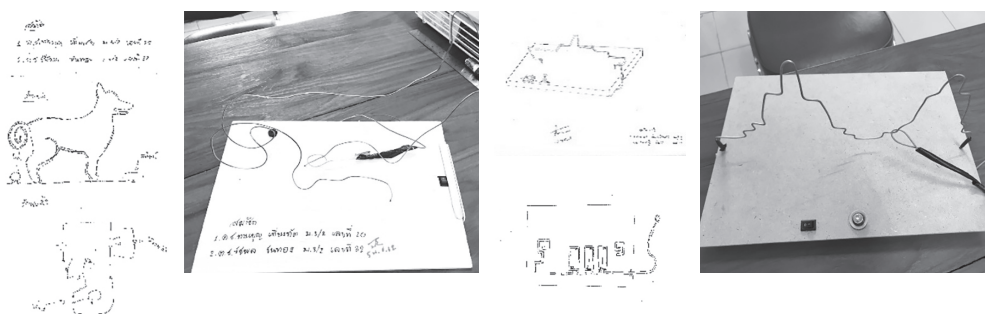
- 1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด ทฤษฎี และการวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์
- 2) สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุง และดัดแปลงจากแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนพคุณ แดงบุญ (2552) และพิชญานิน ลายเจียร (2557) โดยแบบวัดเจตคติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วยข้อคำถามที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนแบบประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท โดยมีทั้งเจตคติทางบวก และทางลบ จำนวน 25 ข้อคำถาม
- 3) นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณา และจึงนำมาให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) เลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ≥ 0.50 โดยมีข้อคำถามที่ใช้ได้จำนวน 21 ข้อ และมีข้อคำถามที่ใช้ไม่ได้จำนวน 4 ข้อ

4) นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว ทั้งหมด 21 ข้อ ไปทดสอบ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสาธิตมัธยม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยมีจำนวนนักเรียน 38 คน ซึ่งเป็นห้องที่มีจำนวนนักเรียนใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง

5) นำคะแนนที่ได้มาหาความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาเป็นวิธีที่ครอนบาค พัฒนาขึ้น (กัญญา ลินทรตันศิริกุล, 2559) โดยแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.73 จากนั้นจึงจัดทำแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ฉบับจริง และนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1. ในคาบแรกของการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน เก็บเป็นผลเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษา ก่อนจะเริ่มการจัดการเรียนรู้กิจกรรมเพิ่มเติมศึกษาในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แล้วดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง รู้จักเทคนิคการบัดกรีและสร้างเกมทดสอบสมาธิ โดยมีขั้นตอน ดังนี้ 1) สอนทฤษฎีเกี่ยวกับเทคนิคการบัดกรี และทบทวนความรู้ เรื่อง การต่อวงจรพื้นฐาน เช่น การต่อวงจรแบบอนุกรมและขนาน 2) ให้นักเรียนออกแบบวงจรเกมทดสอบสมาธิตามจินตนาการ ลงบนกระดาษ A4 ทั้งด้านหน้า และด้านหลังของวงจร 3) ให้นักเรียนเตรียมอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการสร้างวงจรตามที่นักเรียนออกแบบมาทำในคาบเรียนสัปดาห์ถัดไป 4) ให้นักเรียนสร้างวงจรเกมทดสอบสมาธิตามที่นักเรียนออกแบบไว้ และนำเสนอหน้าชั้นเรียน และ 5) นำเกมทดสอบสมาธิที่นักเรียนออกแบบและสร้างขึ้นมาตรวจให้คะแนนชิ้นงานตามหัวข้อในแบบประเมินการคิดเชิงนวัตกรรม นำคะแนนที่ได้เก็บเป็นผลการคิดเชิงนวัตกรรมก่อนการจัดกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษา แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ภาพตัวอย่าง การออกแบบ และชิ้นงานของนักเรียน การจัดการเรียนรู้กิจกรรมเพิ่มเติมศึกษาตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง รู้จักเทคนิคการบัดกรีและสร้างเกมทดสอบสมาธิ

3.2 จัดการเรียนรู้กิจกรรมเพิ่มเติมศึกษาตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การสร้างวงจร LED เตือนกันขโมย บนแผ่นโปรโตบอร์ด โดยมีการจัดกิจกรรมดังนี้ 1) สอนทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับแผ่นโปรโตบอร์ด และทบทวนหลักการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดต่าง ๆ 2) สร้างสถานการณ์จำลอง คือ ถ้ามีขโมยขึ้นบ้านของนักเรียน แล้วกำลังเปิดประตูบ้านของนักเรียน โดยมีเงื่อนไข คือ เมื่อมีขโมยสัมผัสลูกบิดประตู หลอด LED จะต้องสว่าง 3) ให้นักเรียนคิดและหาวิธีการสร้างวงจร LED เตือนกันขโมย จากอินเทอร์เน็ตโดยใช้สมาร์ทโฟนที่นักเรียนมีอยู่ช่วยในการสืบค้นข้อมูล 4) เมื่อทำการสืบค้นแล้วให้นักเรียน

ออกแบบและลงต่อวงจรลงบนแผ่นโปรโตบอร์ด และ5) ให้นักเรียนสร้างวงจร LED เตือนกันขโมยให้สำเร็จ แล้วนำเสนอผลงาน แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ภาพตัวอย่าง การจัดการเรียนรู้กิจกรรมสะเต็มศึกษาตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การสร้างวงจร LED เตือนกันขโมย บนแผ่นโปรโตบอร์ด

3.3. จัดการเรียนรู้กิจกรรมสะเต็มศึกษาตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การสร้างนวัตกรรมเครื่องบอกระดับน้ำอย่างง่าย โดยมีการจัดกิจกรรมดังต่อไปนี้ 1) ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์จำลองในใบกิจกรรมที่แจกให้ แล้วระบุปัญหา จากสถานการณ์ 2) ให้นักเรียนสืบค้น รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ไขปัญหา 3) ให้นักเรียนออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหา ลงในใบกิจกรรม 4) ให้นักเรียนออกแบบและผลิตชิ้นงานการสร้างเครื่องบอกระดับน้ำอย่างง่าย สำหรับการแก้ไขปัญหา และ5) ให้นักเรียนทดสอบ ปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน (เครื่องบอกระดับน้ำอย่างง่าย) และนำเสนอชิ้นงาน หลังจากนั้นเมื่อนักเรียนสร้างนวัตกรรม หรือชิ้นงานเครื่องบอกระดับน้ำอย่างง่ายเรียบร้อยแล้ว นำนวัตกรรม หรือชิ้นงาน และใบกิจกรรมของนักเรียนมาตรวจ และให้คะแนนชิ้นงานตามหัวข้อในแบบประเมินการคิดเชิงนวัตกรรม นำคะแนนที่ได้เก็บเป็นผลการคิดเชิงนวัตกรรมหลังการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ภาพตัวอย่าง การจัดการเรียนรู้กิจกรรมสะเต็มศึกษาตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การสร้างนวัตกรรมเครื่องบอกระดับน้ำอย่างง่าย

3.4 ในคาบสุดท้ายของการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ให้นักเรียนนำเสนอผลงานนวัตกรรม (เครื่องบอกระดับน้ำอย่างง่าย) ที่เรียบร้อยสมบูรณ์ พร้อมสาธิตการทำงานของเครื่องบอกระดับน้ำหน้าชั้นเรียน หลังจากนั้นให้นักเรียนทำแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนเก็บเป็นผลเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา

3.5 นำคะแนนและผลที่ได้ทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติ และโปรแกรมสำเร็จ ดังนี้

1. การประเมินการคิดเชิงนวัตกรรม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ การหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
2. การศึกษาการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ t-test dependent
3. การเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ t-test dependent

ผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบการคิดเชิงนวัตกรรมระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิชาสนุกกับอิเล็กทรอนิกส์ และ 2) เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในวิชาสนุกกับอิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 มีจำนวนนักเรียน 36 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม ใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่มทั้งหมด 4 ห้องเรียน แล้วจับฉลากมา 1 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้การจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ในรายวิชาสนุกกับอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 แผน ใช้เวลาทั้งหมด 18 ชั่วโมง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) แบบประเมินการคิดเชิงนวัตกรรม และ 2) แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 21 ข้อ จากการวิจัย ได้ผลการวิจัยดังต่อไปนี้

1. การคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์การคิดเชิงนวัตกรรมระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาในวิชาสนุกกับอิเล็กทรอนิกส์

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S.D.	t	df	Sig
ก่อนการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา	36	13.44	1.36	12.88*	35	0.000
หลังการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา	36	16.39	1.48			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 พบว่า หลังการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในวิชาสนุกกับอิเล็กทรอนิกส์ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 36 คน มีค่าเฉลี่ย 16.29 สูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา คือ 13.44 มีค่า $t = 12.88$ แสดงให้เห็นว่า หลังการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษานักเรียนมีการคิดเชิงนวัตกรรมสูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2. เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในวิชาสนุกกับอิเล็กทรอนิกส์ ไม่แตกต่างกัน แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ในวิชาสนุกกับอิเล็กทรอนิกส์

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S.D.	t	df	Sig
ก่อนการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา	36	3.59	0.30	0.34	35	0.736
หลังการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา	36	3.60	0.29			

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรม สะเต็มศึกษาในวิชาสนุกกับอิเล็กทรอนิกส์ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 36 คน มีค่าเฉลี่ยเป็น 3.59 และ 3.60 ตามลำดับ และมีค่า $t = 0.34$ แสดงให้เห็นว่า เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาไม่แตกต่างกัน

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ในวิชาสนุกกับอิเล็กทรอนิกส์

จากผลการวิจัย พบว่า การคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 โดยการที่นักเรียนมีการคิดเชิงนวัตกรรมหลังการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา แสดงให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาช่วยพัฒนาการคิดเชิงนวัตกรรมให้ผู้เรียนมีการคิดเชิงนวัตกรรมในระดับที่สูงขึ้น เนื่องจากกิจกรรมสะเต็มศึกษาถูกสร้างมาจากการบูรณาการความรู้ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เมื่อครูสร้างและนำกิจกรรมนี้ไปสอนนักเรียน นักเรียนจะเกิดความรู้ที่ได้จากการคิดและลงมือทำด้วยตนเอง (Pimthong & Williams, 2018, p.3-5) และในขณะจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ครูลดบทบาทการเป็นผู้อธิบาย หรือบรรยายลง แต่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ และค้นพบคำตอบด้วยตนเองมากขึ้น เพิ่มความฉลาดรู้ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของทักษะในศตวรรษที่ 21 (Ceylan & Ozdilek, 2015, p.223-224) กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม สงสัย และหาคำตอบเชื่อมโยงความรู้จากประสบการณ์เดิมเข้ากับประสบการณ์ใหม่ ให้อิสระในการสร้างชิ้นงานโดยปราศจากกรอบเงื่อนไข ไม่ให้ผู้เรียนดูถูกจินตนาการของผู้เรียนเอง เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์มากขึ้น ซึ่งสอดคล้อง

กับแนวคิดของ เนาวนิตย์ สงคราม (อ้างถึงใน เนาวนิตย์ สงคราม, 2557, น.33-35) ที่ศึกษาเรื่องการพัฒนา รูปแบบการเรียนรู้แบบโครงการและการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อสร้างความรู้ที่เป็นนวัตกรรมสำหรับนิสิตนักศึกษา ครุศาสตร์บัณฑิตในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ ที่พบว่า กลุ่มผู้เรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าสามารถสร้าง ผลงานนวัตกรรมได้ดีกว่ากลุ่มผู้เรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์น้อยกว่า โดยกลุ่มผู้เรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ สูงสามารถสร้างนวัตกรรมได้ในระดับสูงเช่นกัน โดยการคิดเชิงนวัตกรรมนี้ผู้วิจัยยังไม่พบการวิจัยในระดับ การศึกษาขั้นพื้นฐานในประเทศไทย นอกจากนี้ Orlandi (2010) ได้ศึกษาการออกแบบการจัดการเรียนรู้ สำหรับการคิดเชิงนวัตกรรมผ่านกรณีตัวอย่างของบูโน มุนารี ศิลปิน นักออกแบบ และนักการศึกษา ชาวญี่ปุ่น ที่พัฒนาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนชาวญี่ปุ่น โดยกล่าวว่า การที่ผู้เรียนจะสร้าง นวัตกรรมได้ ต้องมีความคิดสร้างสรรค์เป็นพื้นฐาน การจัดการศึกษาต้องเน้นการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ ของผู้เรียนจึงจะดีที่สุด เช่น การทดลอง การเล่นเกม และผสมผสานกับศิลปะ ที่เรียกว่า “Play with Art” และนวัตกรรมจะเกิดขึ้นได้ เมื่อผู้เรียนมีการคิดเชิงนวัตกรรมอันเป็นความคิดที่แปลกใหม่อย่างสร้างสรรค์ (เบิร์น, 2552) ที่เป็นการคิดเชิงบูรณาการ คือ สามารถมองเห็นทุกมิติของปัญหา แล้วหาวิธีแก้ที่ทะลุรอบ และเป็นไปได้ ด้วยวิธีใหม่และสร้างสรรค์ (วากเนอร์, 2561) โดยใช้กระบวนการแก้ไขปัญหาในการค้นหา การผสมผสาน และจัดเรียงข้อมูล เพื่อให้ได้แนวคิดหรือวิธีการใหม่ (วิชและเลแกนด, 2011 อ้างถึงใน สุกัญญา แซ่ม้อย, 2555)

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งโจทย์ให้ผู้เรียนสร้างนวัตกรรมโดยให้นักเรียนขยายโจทย์เครื่องบอกระดับ น้ำอย่างง่ายตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้บอกระดับของน้ำในแท่งค์ หรือ การบอกระดับน้ำที่เข้ามาในบ้าน เนื่องจากปัญหาท่วมที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยาเผชิญในหลาย ๆ ครั้ง โดยให้ผู้เรียนใช้ความรู้เรื่อง การต่อวงจรในวิชาสนุกกับอิเล็กทรอนิกส์ประยุกต์ใช้กับการเขียนคำสั่งลงบน ไมโครบิทของวิชาการโปรแกรมที่ผู้เรียนกำลังเรียนเพื่อบอกระดับของน้ำ ซึ่งเป็นสิ่งที่ยังไม่มีใครเคยทำมา ก่อน ให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนและสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือนวัตกรรม โดยเน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ จริง ในการจัดกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษา จะใช้แนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ผสมเข้ากับการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธี การหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันได้ (สสวท. และเพิ่มเติมศึกษา ประเทศไทย, 2557) เมื่อผู้เรียนเกิดทักษะการคิดสร้างสรรค์และออกแบบการแก้ปัญหา ได้แล้ว ผู้เรียนสามารถระบุปัญหา เกิดความคิดริเริ่ม เชื่อมโยงหรือบูรณาการความรู้ต่าง ๆ แล้วเกิดการ สะท้อนความคิด (การออกแบบ) จนสามารถสร้างแบบจำลองชิ้นงานได้ สร้างสรรค์ชิ้นงาน ที่สามารถแก้ ปัญหาได้จริง และนำเสนอผลงานได้ ผู้เรียนก็จะสามารถสร้างนวัตกรรมและเป็นนวัตกรรมได้ ทำให้การคิด เชิงนวัตกรรมหลังการจัดกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษาสูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษา

2. ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและ หลังการจัดกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษา ในวิชาสนุกกับอิเล็กทรอนิกส์

จากผลการวิจัย พบว่า เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมเพิ่มเติม ศึกษาไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ สาเหตุที่เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษาไม่แตกต่างกันนั้น อาจเนื่องมาจากการพัฒนาเจตคติ เป็นเรื่องที่ต้องใช้เวลายาวนานที่เพียงพอ แต่การทดลองครั้งนี้ใช้เวลาทดลองจำนวน 18 คาบ คาบละ 50 นาที ซึ่งผู้วิจัยคิดว่าเวลาไม่มากเพียงพอที่จะเปลี่ยนแปลงเจตคติของนักเรียน สอดคล้องกับรายงานผลการ

วิจัยของ พิษณุ นิลลายเจียร (2557) ที่พบว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับวิธีสอนแบบปกติไม่แตกต่างกัน โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ย 4.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.56 และวิธีสอนแบบปกติ มีคะแนนเฉลี่ย 4.16 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50 เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการทดลองมีระยะเวลาจำกัด ดังนั้น การทดลองนี้ที่มีระยะเวลาจำกัด และไม่มากพอที่จะทำให้ให้นักเรียนสามารถเปลี่ยนแปลงเจตคติได้ ประกอบกับนักเรียนที่เรียนวิชานอกกับอิเล็กทรอนิกส์เป็นกลุ่มที่มีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ก่อนแล้ว จึงทำให้เจตคติระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

สำหรับครูผู้สอน

1. ในการจัดการเรียนรู้ต้องทำการวิเคราะห์นักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อให้ทราบเจตคติของนักเรียนต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ในเบื้องต้นว่ามีความรู้พื้นฐานด้านการต่อวงจรมากน้อยเพียงใด เพื่อให้นักเรียนได้ผลิดชิ้นงานตามศักยภาพของตนเอง ไม่ควรไปบังคับให้นักเรียนทุกกลุ่มต้องผลิตนวัตกรรม หากแต่นวัตกรรมจะเกิดขึ้นได้ต้องเกิดจากการสร้างแรงจูงใจ ให้นักเรียนเห็นความสำคัญ และอยากทำชิ้นงานด้วยเอง อาจจะใช้คะแนนหรือคำชม เป็นแรงจูงใจในการสร้างชิ้นงานของนักเรียน
2. ในการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนต้องเริ่มจากการให้ความรู้ หรือทบทวนทฤษฎี และหลักการที่นักเรียน จำเป็นต้องใช้ในเรื่องนั้น ๆ ให้นักเรียนก่อน อาจจะตั้งเป็นคำถามแล้วให้นักเรียนใช้สมาร์ทโฟนช่วยในการสืบค้นข้อมูล และเริ่มพัฒนาการสร้างชิ้นงานจาก ระดับง่ายไประดับยาก
3. การจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการความรู้จาก 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ถ้าหากผู้สอนไม่ถนัดในด้านไหน ควรปรึกษา หรือขอคำแนะนำจากครูผู้สอนในวิชาอื่น ๆ เช่น ผู้วิจัยไม่ถนัดในการด้านการเขียนคำสั่ง หรือการเขียน โปรแกรมลงบนบอร์ด เช่น ไมโครบิท เมื่อนักเรียนสร้างชิ้นงานที่มีการประยุกต์ใช้กับการโปรแกรม ผู้วิจัยจึงขอความช่วยเหลือจากครูในสาขาคอมพิวเตอร์ ให้ช่วยให้คำแนะนำ และสอนนักเรียนที่มีความสนใจในการเขียนโปรแกรม ซึ่งเป็นการบูรณาการข้ามศาสตร์ และมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างครูผู้สอนได้อีกด้วย
4. ในการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ครูต้องทำหน้าที่เป็นโค้ช หรือผู้ให้คำแนะนำ หรือให้คำปรึกษาเท่านั้น
5. การแบ่งกลุ่มนักเรียนให้สร้างสรรค์ชิ้นงาน ด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษา ไม่ควรให้นักเรียน ทำเป็นกลุ่มขนาดใหญ่ เพราะจะทำให้นักเรียน แสดงความคิดของตนเองออกมาได้น้อยลง และไม่ช่วยกันทำงาน
6. การประเมินการคิดเชิงนวัตกรรม จากนวัตกรรม หรือชิ้นงานของนักเรียน ควรเพิ่มเวลาให้มากกว่า 4 สัปดาห์ เนื่องจากนักเรียนให้ข้อเสนอแนะว่า เวลาในการสร้างสรรค์ชิ้นงานน้อยเกินไป

สำหรับผู้บริหารและสถานศึกษา

ถ้าครูผู้สอนต้องการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาในโรงเรียน ผู้บริหารสามารถให้การสนับสนุน ในส่วนของงบประมาณหรือค่าใช้จ่ายสำหรับวัสดุและอุปกรณ์ ให้กับนักเรียนและครูผู้สอน เพื่อให้เกิดกำลังใจในการ

สร้างสรรค์ชิ้นงาน และสถานศึกษาอาจจะต้องมีเวทีให้นักเรียนแสดงผลงาน เช่น กิจกรรมวันวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจในตนเอง

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาผลการจัดกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์อื่น ๆ เช่น ชีววิทยา ฟิสิกส์ และ เคมี เป็นต้น ทั้งรายวิชาพื้นฐานและเพิ่มเติม รวมไปถึงระดับชั้นอื่น ๆ เช่น นักเรียนชั้นประถมศึกษาและ ปฐมวัย เพื่อให้มีผลครอบคลุมนักเรียนทุกระดับชั้นของการศึกษาขั้นพื้นฐาน
2. ถ้านักเรียนมีความสนใจหรือชอบศิลปะ สามารถนำกิจกรรมไปบูรณาการกับวิชาศิลปะ และ พัฒนางานวิจัย โดยใช้การจัดกิจกรรม แบบ STEAM Education โดยบูรณาการวิชาศิลปะ เข้ากับสะเต็ม (STEM) ได้อีกด้วย

บรรณานุกรม

- กัญญา ลินทนต์ศิริกุล. (2559). *ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอนหน่วยที่ 9* (พิมพ์ครั้งที่ 6). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ไดยอร์, เจฟฟ์., เกรเกอร์เซน, ฮาล., และ คริสเตนเซน, เคลย์ตัน. (2558). *นวัตกรรมพลิกโลก [The Innovator's DNA]* (นรา สุภักโรจน์, ผู้แปล). นนทบุรี: ปราณ. (ต้นฉบับพิมพ์ ปี ค.ศ. 2011).
- นพคุณ แดงบุญ. (2552). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์* (สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ.
- เนาวนิตย์ สงคราม. (2557). *การสร้างนวัตกรรม : เปลี่ยนผู้เรียนให้เป็นผู้สร้างนวัตกรรม* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เบญจวรรณ ถนอมชยวัช, ผ่องศรี วาณิชศุภวงศ์, วุฒิชัย เนียมเทศ และณัฐวิทย์ พจนตันติ. (2559). ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21: ความท้าทายในการพัฒนานักศึกษา. *วารสารเครือข่ายวิทยาลัยพยาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้*, 3(2), 208-222.
- เบิร์น, เกรเกอร์. (2552). *ต้นแบบนักคิดนวัตกรรม [Iconoclast]* (ณัฐยา สันตระกูลผล, ผู้แปล). กรุงเทพฯ: เอ็กซ์เปอร์เน็ท. (ต้นฉบับพิมพ์ ปี ค.ศ. 2008).
- ปรเมศวร์ ขาวสุด, ดวงเดือน สุวรรณจินดา และสุจินต์ วิศวธีรานนท์. (2563). ผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ที่มีต่อมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนย่านตาขาวรัฐชนูปถัมภ์ จังหวัดตรัง. *วารสารออนไลน์ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ*, 20(1), 132-146 สืบค้น 1 กันยายน 2563, จาก <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/eduthu/issue/view/16593>.
- พิชญานิน ลายเจียร. (2557). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ระหว่างการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับวิธีสอนแบบปกติ* (สารนิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยหาดใหญ่. สงขลา.
- วศิณีส อิศรเสนา ณ อยุธยา. (2560). *เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ STEM Education (สะเต็มศึกษา)* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วากเนอร์, โทนี. (2561). *Creating Innovators: คู่มือสร้างนักนวัตกรรมเปลี่ยนโลก [Creating Innovators: The Making of young People Who Will Change the World]* (ดลพร รุจิรวงศ์, ผู้แปล). กรุงเทพฯ: บุ๊คสเคป.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2560). *การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา ตอนที่ 5*. สืบค้น 17 มกราคม 2563, จาก <http://oho.ipst.ac.th/edp-creative-problem-solving5>.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). และสะเต็มศึกษา ประเทศไทย. (2557). *สะเต็มศึกษาและการออกแบบเชิงวิศวกรรม*. สืบค้น 17 มกราคม 2563, จาก <http://www.stemedthailand.org/?knowstem> =สะเต็มศึกษาและการออกแบบ.
- สุกัญญา แซ่ม้อย. (2555). แนวคิดเชิงนวัตกรรมสำหรับการบริหารสถานศึกษาในศตวรรษที่ 21". *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 14(2), 118-128.

- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579*. กรุงเทพฯ: พรินทวาทกราฟฟิค.
- อรชร ปรารจันทร์ และสุกัญญา แซ่ม้อย. (2561). รูปแบบการบริหารเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของครูในสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น*, 12(1), 156-168.
- Ceylan, S. & Ozdilek, Z. (2015). Improving a Sample Lesson Plan for Secondary Science Courses within the STEM Education. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 177, 223 – 228.
- Orlandi, C. E.A. (2010). Experimental experience in design education as a resource for innovative thinking: The case of Bruno Munari. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 2, 5039–5044.
- Pimthong, P. & Williams, J. (2018). Preservice teachers' understanding of STEM education. *Kasetsart Journal of Social Sciences*. Article in press. 1-7.