



**ผลการเรียนรู้และทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พลังงาน
หมุนเวียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้
ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา**

**The Study of Learning Outcomes and Critical Thinking Skills for
Solving Problems on Renewable Energy of Grade 9 Students
learned by Learning Management Based on STEM Education**

ฝากฝัน อาจารย์ภา^{1*}, กิตติสาร เหล่าเหมมณี² และ สุพัตรา ฝ่ายพันธ์³

Fakfun Ardraksa¹, Kitisaorn Laohemmani² and Supattra Faykhan³

(วันรับบทความ : 11 พฤศจิกายน 2564 /วันแก้ไขบทความ : 29 มกราคม 2565/วันตอบรับบทความ : 4 กุมภาพันธ์ 2565)

(Received Date : Nov 11st 2021 , Revised Date Jan 29th 2022, Accepted Date : Feb 4th 2022)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียน เรื่อง พลังงานหมุนเวียน ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 2) เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้หลังเรียน เรื่อง พลังงานหมุนเวียน ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา ก่อนและหลังเรียน เรื่อง พลังงานหมุนเวียน ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ห้อง 4 จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 2) แบบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง พลังงานหมุนเวียน 3) แบบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหา เรื่อง พลังงานหมุนเวียน ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง พลังงานหมุนเวียน มีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง

¹ คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

¹ Education and Development Sciences, Kasetsart University Kamphaeng Sean Campus

* ผู้รับผิดชอบหลัก Email: fakfun.baitoey@gmail.com

² คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน Email: kitisaorn.l@gmail.com

² Education and Development Sciences, Kasetsart University Kamphaeng Sean Campus

³ คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน Email: supattra.f@ku.th

³ Education and Development Sciences, Kasetsart University Kamphaeng Sean Campus



พลังงานหมุนเวียน มีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง พลังงานหมุนเวียน มีทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา, ผลการเรียนรู้, ทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา

Abstract

The purposes of this research were 1) to compare their learning outcomes on renewable energy before and after studying by learning management based on STEM education, 2) to compare their learning outcomes after studying on renewable energy by learning management based on STEM education to 70 percentage and 3) to compare critical thinking skills for solving problems before and after learning on renewable energy by learning management based on STEM education. The samples were the 35 students of the third room in grade 9 that was obtained by cluster sampling. The instruments of this research were 1) the plan for learning management based on STEM education, 2) the test for assessment of learning outcomes regarding renewable energy and 3) the test for assessment of critical thinking skills regarding renewable energy. The research results showed that 1) the students with learning management based on STEM education have the outcomes regarding renewable energy after studying that are significantly higher than the outcomes before learning at the level of .05, 2) the students with learning management based on STEM education have the outcomes after studying that are significantly higher than 70 percentage at the level of .05 and 3) the students with learning management based on STEM education after studying have the critical thinking skills for solving the problems that are significantly higher at the level of .05.

Keyword: Learning Management Based on STEM Education, Learning Outcomes and Critical Thinking Skills for Solving Problems

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทที่สำคัญเป็นอย่างมากในสังคมโลกปัจจุบัน เนื่องจากวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนในชีวิตประจำวัน ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือต่างๆ นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาวิธีการคิดของมนุษย์ เช่น การคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดวิเคราะห์ และคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น และช่วยให้มนุษย์มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ดังนั้น ทุกคนจึงจำเป็นต้องพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความ



เข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552)

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เริ่มเปลี่ยนแปลงไปเป็นอย่างมากในช่วงศตวรรษที่ 21 เนื่องด้วยบริบทของปัจจุบันสนับสนุนการเรียนรู้เปลี่ยนแปลงสู่สังคมออนไลน์และโลกแห่งความรู้ที่ไร้พรมแดน ธรรมชาติการเรียนรู้เปลี่ยนแปลงไปภายใต้เงื่อนไขของเวลาที่มีจำกัดมากขึ้น การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 จึงเป็นการเรียนรู้อย่างเท่าทัน การเปลี่ยนแปลงปรับเปลี่ยนผู้เรียนให้รู้จักปรับตัวแสวงหาความรู้ด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์ด้วยทักษะที่จำเป็นมากขึ้น (ประสาท เนิ่งเฉลิม, 2558)

ผู้วิจัยในฐานะอาจารย์ผู้สอนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิชา STEM กับการอนุรักษ์พลังงาน ได้ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีปัญหาด้านการเรียน ซึ่งสภาพปัญหาที่พบ คือ นักเรียนรู้สึกเบื่อกับการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ไม่มีความสนใจในการเรียน นักเรียนไม่ค่อยเข้าใจในเนื้อหา ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะในการคิดและการแก้ปัญหา อีกทั้งอาจารย์ผู้สอนยังใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย ส่งเสริมการท่องจำมากกว่ามุ่งให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ หรือสืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนคิดไม่เป็น ขาดความเข้าใจในการเรียนรู้โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่ได้ลงมือปฏิบัติจริง ขาดทักษะในการวางแผนการออกแบบและการคิดสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหา ซึ่งรูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจ คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนบูรณาการด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์เข้าไว้ด้วยกัน สะเต็มศึกษาจะฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวิธีคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหาและสร้างทักษะการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ เพื่อมุ่งแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง

สะเต็มศึกษาเป็นกระบวนการสอนแบบบูรณาการ ข้ามกลุ่มสาระระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่นของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกัน (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556) ผ่านกระบวนการออกแบบมาเป็นผลงาน ซึ่งอาจเป็นวิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง โดยผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาและทักษะในสาขาวิชาที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ไปพร้อมกันด้วย (อาทิตย์ ฉิมกุล, 2559) ดร. พรพรรณ ไวย่างกุล ผู้อำนวยการ สสวท. เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ว่า "...แนวคิดในเรื่องสะเต็มศึกษานั้น เป็นกระบวนการเชิงระบบแบบวิทยาศาสตร์ ที่นำมาเชื่อมโยงในกระบวนการเรียนรู้ การสร้างสรรค์ผลงานหรือชิ้นงาน จากการศึกษา การคิดค้น การแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ ซึ่งสามารถเตรียมความพร้อมสำหรับนักเรียน โดยนำสิ่งที่เรียนรู้ในระบบโรงเรียนไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ..." (สสวท, 2556) ดังนั้น สะเต็มศึกษาถือเป็นการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ สามารถนำผลการศึกษาหรือความรู้ที่ได้ศึกษามาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ เชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่เพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมา มี



ความสามารถในการเรียนเนื้อหารายวิชาที่ซับซ้อนได้อย่างแม่นยำและคงทนมากยิ่งขึ้น และมีความคิดสร้างสรรค์ออกแบบ ประดิษฐ์นวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน

จากที่มาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยในฐานะอาจารย์ผู้สอนจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดการการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พลังงานหมุนเวียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียน เรื่อง พลังงานหมุนเวียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
2. เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้หลังเรียน เรื่อง พลังงานหมุนเวียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา ก่อนและหลังเรียน เรื่อง พลังงานหมุนเวียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ห้องเรียนที่ 2 3 และ 4 จำนวน 106 คน เนื่องจากโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา มีการจัดห้องเรียน 2 รูปแบบ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ห้อง 1 จัดแบบกลุ่มแบบเรียงลำดับคะแนนเฉลี่ย ผลการเรียนรู้สูงสุด 40 คนแรก และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ห้อง 2 3 และ 4 จัดแบบกลุ่มลดความสามารถและศิลปะ

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ห้อง 4 จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหา เรื่อง พลังงานหมุนเวียน

ผลการเรียนรู้ 1. ผู้เรียนสามารถอธิบายความหมายของพลังงานหมุนเวียนได้

2. ผู้เรียนสามารถอธิบายประเภทของพลังงานหมุนเวียนได้

3. ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการนำพลังงานหมุนเวียนแต่ละประเภทมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้



4. ผู้เรียนสามารถนำความรู้ เรื่อง พลังงานหมุนเวียนไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบ
แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

3. ขอบเขตด้านระยะเวลา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 8 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

4. ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ตัวแปรตาม คือ 1. ผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. ทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการเรียนรู้และทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พลังงาน
หมุนเวียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาซึ่งผู้วิจัยได้
ดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือโดยศึกษาผลการเรียนรู้ หลักสูตร หนังสือแบบเรียน ศึกษาศาสตร์ เอกสาร และ
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาจากตำรา และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
เพื่อกำหนดขอบเขตด้านเนื้อหาในการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ การสร้างแบบวัดผลการเรียนรู้ และการสร้างแบบ
วัดทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา จากนั้นดำเนินการหาคุณภาพเครื่องมือโดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)
ได้ผลดังตาราง

ตารางที่ 1 ตารางแสดงเครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)

เครื่องมือ	ลักษณะของเครื่องมือ	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษา	วัดคุณภาพ 6 ด้าน 1. ด้านลำดับและเนื้อหา 2. กระบวนการเรียนการสอน 3.การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4.สื่อการเรียนรู้ 5.การวัดและประเมินผลการ จัดการเรียนรู้ 6.โดยภาพรวมชุดการเรียนรู้มี ความเหมาะสม	ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67-1.00



เครื่องมือ	ลักษณะของเครื่องมือ	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
แบบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง พลังงานหมุนเวียน	เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ	ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67-1.00
แบบวัดทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พลังงานหมุนเวียน	เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 24 ข้อ 6 สถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยแบบวัดจำนวน 4 ข้อ ซึ่งเป็นขั้นตอนการแก้ปัญหาตามทฤษฎีการแก้ปัญหาของเวียร์ ทั้ง 4 ขั้นตอน	ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67-1.00

นำแบบวัดผลการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ปีการศึกษา 2564 แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความยากง่าย (p) และค่าดัชนีอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ โดยมีดัชนีความยากง่าย มีค่าอยู่ระหว่าง 0.3-0.8 และค่าดัชนีอำนาจจำแนก (r) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.2-1.00 และหาค่าความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson มีค่า 0.80

นำแบบวัดทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ปีการศึกษา 2564 แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความยากง่าย (p) และค่าดัชนีอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ โดยมีดัชนีความยากง่าย มีค่าอยู่ระหว่าง 0.3-0.7 และค่าดัชนีอำนาจจำแนก (r) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 และหาค่าความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson มีค่า 0.74

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. นำแบบวัดผลการเรียนรู้ และแบบวัดทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา ก่อนเรียน เรื่อง พลังงานหมุนเวียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เวลาในการทำทั้งสิ้น 50 นาที
2. ดำเนินการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง พลังงานหมุนเวียน ใช้เวลาในการดำเนินการสอนสัปดาห์ละ 2 คาบ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564
3. จากนั้นนำแบบวัดผลการเรียนรู้ และแบบวัดทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา หลังเรียน เรื่อง พลังงานหมุนเวียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เวลาในการทำทั้งสิ้น 50 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. ผู้วิจัยนำคะแนนผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พลังงานหมุนเวียน ที่ได้จากการทำแบบวัดผลการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างทั้งก่อนและหลังการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม



ศึกษามาวิเคราะห์และนำเสนอในรูปค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียน โดยการวิเคราะห์ด้วยการทดสอบ t-test แบบ Dependent sample t-test

2. ผู้วิจัยจะแนบผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พลังงานหมุนเวียน ที่ได้จากการทำแบบวัดผลการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างหลังการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มาวิเคราะห์และนำเสนอในรูปค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยการวิเคราะห์ด้วยการทดสอบ t-test แบบ One sample t-test

3. ผู้วิจัยจะแนบทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา ก่อนและหลังการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พลังงานหมุนเวียน ที่ได้จากแบบวัดทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จากนั้นนำมาวิเคราะห์พร้อมทั้งนำเสนอในรูปค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำมาเปรียบเทียบโดยการวิเคราะห์ด้วยการทดสอบ t-test แบบ Dependent sample t-test

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัย เรื่อง ผลการเรียนรู้และทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พลังงานหมุนเวียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยขอรายงานผลการวิจัย ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียน เรื่อง พลังงานหมุนเวียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียน เรื่อง พลังงานหมุนเวียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t	sig.
ก่อนเรียน	30	6.62	3.29	20.54	0.000*
หลังเรียน	30	22.22	2.45		

* $p \leq 0.05$

จากตารางที่ 2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง พลังงานหมุนเวียน มีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน $\bar{X} = 6.62$ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D. = 3.29 และผลการเรียนรู้ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง พลังงานหมุนเวียน มีค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน $\bar{X} = 22.22$ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D. = 2.45 จากตารางวิเคราะห์ข้อมูลได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้

ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง พลังงานหมุนเวียน มีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. เปรียบเทียบผลการเรียนรู้หลังเรียน เรื่อง พลังงานหมุนเวียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้หลังเรียน เรื่อง พลังงานหมุนเวียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตัวแปร	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t	sig
การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	35	30	22.22	2.45	2.20	0.034*

* $p < 0.05$

จากตารางที่ 3 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง พลังงานหมุนเวียน มีค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน $\bar{X} = 22.22$ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $S.D. = 2.45$ คิดเป็นร้อยละ 74.06 จากตารางวิเคราะห์ข้อมูลได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง พลังงานหมุนเวียน มีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา ก่อนและหลังเรียน เรื่อง พลังงานหมุนเวียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา ก่อนและหลังเรียน เรื่อง พลังงานหมุนเวียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t	sig.
ก่อนเรียน	24	6.40	2.30	19.55	0.000*
หลังเรียน	24	18.28	2.35		

* $p < 0.05$

จากตารางที่ 4 ทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง พลังงานหมุนเวียน มีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน $\bar{X} = 6.40$ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $S.D. = 2.30$ และทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง พลังงานหมุนเวียน มีค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน $\bar{X} = 18.28$



และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $S.D. = 2.35$ จากตารางวิเคราะห์ข้อมูลได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง พลังงานหมุนเวียน มีทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

สรุปและอภิปรายผล

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง พลังงานหมุนเวียน มีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง พลังงานหมุนเวียน มีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง พลังงานหมุนเวียน มีทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง พลังงานหมุนเวียน มีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง พลังงานหมุนเวียน มีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการด้านเนื้อหาวิชาเข้ารวมกันกับหลักการและทักษะกระบวนการคิด การออกแบบ และการแก้ปัญหา มาบูรณาาร่วมกันกับทางวิศวกรรม และเทคโนโลยี ผ่านกระบวนการออกแบบมาเป็นผลงาน ซึ่งอาจเป็นวิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง โดยผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาและทักษะในสาขาวิชาที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ไปพร้อมกันด้วย (อาทิตย์ ฉิมกุล, 2559) ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้และทักษะต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ปัญหาหลากหลายที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวทฤษฎีสร้างสรรค์ทางปัญญา (Constructionism Theory) ซึ่งเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้และการสร้างองค์ความรู้จากการเรียนด้วยการปฏิบัติ ซึ่งเป็นวิธีการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง วิธีการที่จะสามารถทำให้เกิดการเรียนรู้และเสริมสร้างการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาทั้งหมด 6 ขั้นตอน ของประสาธน์ เนื่องเฉลิม (2561) ดังนี้ 1) การระบุปัญหา 2) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน 6) การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ด้วยการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวนี้ ส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจ และสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น แต่เนื่องด้วยสถานการณ์โควิด จึงใช้การเรียนการสอนออนไลน์ ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ยังไม่สามารถทำให้นักเรียนมีส่วนร่วม



เท่าที่ควร เพราะการเรียนการสอนทางออนไลน์ เป็นการเรียนรู้ที่ไม่สามารถทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมและลงมือปฏิบัติจริงงานสะเต็มขึ้นจริงเหมือนกับการจัดการเรียนการสอนในห้องได้ ส่งผลให้นักเรียนไม่ได้ลงมือปฏิบัติจริงงานสะเต็ม แต่ทางผู้วิจัยได้แก้ไขโดยให้ผู้เรียนวาดรูปชิ้นงานสะเต็มที่ออกแบบแทนการปฏิบัติจริงงานสะเต็ม

ซึ่งผลของการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ นัสนรินทร์ บือซา (2558) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และอาทิตย์ ฉินกุล (2559) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาวิชาชีววิทยามีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนร้อยละเท่ากับ 75.65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70

จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่อง พลังงานหมุนเวียน มีทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจากมาจากการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ถือเป็น การจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ สามารถนำผลการศึกษาหรือความรู้ที่ได้ศึกษามาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ เชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่เพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมา มีความสามารถในการเรียนเนื้อหาวิชาที่ซับซ้อนได้อย่างแม่นยำและคงทนมากยิ่งขึ้น และมีความคิดสร้างสรรค์ออกแบบประดิษฐ์นวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน ทำให้ชีวิตมีความสะดวกสบายมากขึ้น อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการพัฒนาความคิด สติปัญญา อีกทั้งการจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนฝึกความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ซึ่งจากการจัดการเรียนรู้นี้ดังกล่าวสามารถช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิดแก้ปัญหาและเป็นผู้ที่มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้

ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ นัสนรินทร์ บือซา (2558) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 อาทิตย์ ฉินกุล (2559) ได้ศึกษา ผลของการจัดการเรียนรู้อชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้อชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนเท่ากับ 76.35 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 75 จัดอยู่ในระดับ "ดีมาก" และนักเรียนที่เรียนรู้อชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 จากผลการวิจัยที่พบว่า ผลการเรียนรู้และทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง พลังงานหมุนเวียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูง

กว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ดังนั้นครูควรศึกษาและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพิ่มเติม เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการสอนต่อไป

1.2 จากการวิจัยที่พบว่า เนื่องจากสถานการณ์โควิด จึงใช้การเรียนการสอนออนไลน์ ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษายังไม่สามารถทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมเท่าที่ควร เนื่องจากการเรียนการสอนทางออนไลน์เป็นการเรียนรู้ที่ไม่สามารถทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมเหมือนกับการจัดการเรียนการสอนในห้องได้ ส่งผลให้นักเรียนไม่ได้ลงมือประดิษฐ์ชิ้นงานสะเต็มอย่างทำงานวิจัยนี้หวังไว้ ดังนั้นหลังจากที่ครูให้นักเรียนวาดรูปชิ้นงานสะเต็มที่ออกแบบแล้ว ครูควรให้นักเรียนประดิษฐ์ชิ้นงานตามที่นักเรียนออกแบบไว้ โดยหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ในบริเวณบ้าน เพื่อให้นักเรียนได้ลงมือประดิษฐ์ชิ้นงานสะเต็ม และทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการจัดการศึกษาวิจัยกับทักษะกระบวนการอื่น ๆ ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เช่น ทักษะการคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีประสิทธิภาพทางการเรียนที่ดีขึ้น

2.2 ควรมีการวิจัยและพัฒนาทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา โดยครูอาจจะเพิ่มสถานการณ์ปัญหาให้เพิ่มมากขึ้น เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาและแสวงหาความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

นัสนรินทร์ บือชา. (2558). *ผลการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (Master's thesis, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์)*.

ประสาธน์ เองเฉลิม. (2558). *การเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรทิพย์ ศิริภักตราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนักบริหาร* 2(2), 49-56.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *สะเต็มศึกษา [STEM Education]*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

อาทิตย์ ฉิมกุล. (2559). *ผลการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)*. Chulalongkorn university intellectual repository. <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/55146>



Translated Thai References

- Besa, N. (2015). *Effects of STEM Education Approach on Biology Achievement, Problem Solving Ability and Instructional Satisfaction of Grade 11 Students* (Master's thesis, Prince of Songkla University).
- Chimkul, A. (2016). *Effects of Biology learning management based on STEM concept on problem solving ability and Biology learning achievement of high school students* (Master thesis of Education program in science education, Chulalongkorn University). Chulalong korn university intellectual repository. <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/55146>
- Ministry of Education. (2009). *The Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)*. Bangkok: The Agricultural Cooperative Federation of Thailand.
- Nueangchaloem, P. (2015). *Learning Science in the 21st Century*. Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- Siriphatrachai, P. (2013). STEM Education and Development Skills in the 21st Century. *Executive Journal* 2(2), 49-56
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2013). *STEM Education*. Bangkok: The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology.