



รายงานการวิจัย

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วย
การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับ

การจัดการเรียนรู้แบบปกติสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

The Comparision the Students with learning Achievement with
Integrated Learning Management by using Educated STEM in
the Normal Learning for the Elementary School of four Grade
Students

กมลฉัตร กล่อมอิม

กลุ่มวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2560

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วย
การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้
แบบปกติสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

The Comparision the Students with learning Achievement with
Integrated Learning Management by using Educated STEM in
the Normal Learning for the Elementary School of four Grade
Students

กมลฉัตร กลุ่มอิม กลุ่มวิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์

ประจำปีงบประมาณ 2560

(ก)

ชื่องานวิจัย

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

The Comparison the Students with learning Achievement with Integrated Learning Management by using Educated STEM in the Normal Learning for the Elementary School of four Grade Students

ผู้วิจัย

กมลฉัตร กลุ่มอมิม

ผู้ร่วมวิจัย/ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธรรมณชาติ วันแต่ง

สาขาวิชา

หลักสูตรและการสอน

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสรีจวิจัย 2560

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชุมชนบ้านวังกระดาศเงิน ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 50 คน แบ่งเป็น 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 25 คน โดยสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เพื่อให้ได้ห้องเรียน จำนวน 2 ห้องเรียน ได้แก่ ป.4/1 และ ป.4/2 แล้วทำการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) อีกครั้งหนึ่งด้วยการจับฉลากห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา และกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา จำนวน 4 แผน 2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 4 แผน 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ

ผลการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา,การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

Abstract

The objectives of this research past the two main points. Firstly, the comparison of the students learning achievement with integrated learning management by using educated STEM learns before and after in learning process. Secondly, the comparison of the students learning achievement with integrated learning management by using educated STEM manages in the normal learning for students. The experimental group of this research is the elementary students of four grade at chumchonbaanwangkradadngiern school, Tambon Taidong, Wangpong district, Petchabun Province. The second semester in academic year 2016. There fore, 50 students were experimented and divided in two groups with two classrooms. The researcher divides the experimental group with 25 students per classroom by using Cluster Random Sampling for getting the two classrooms such as 4.1 grade and 4.2 grade students. The researcher uses simple random sampling again with drawing lots for deviding into the experimental classroom group and the controlled classroom group then. Moreover, the experimental group was managed by integrated learning with educated STEM, and the controlled group was learnt by the normal learning system. The there main materials of this research are significant. First, the four plans of the integrated learning management with educated STEM, the four normal learning management plans, the 30 topics of the learning achievement are managed.

The results of this research

1. The students were managed with integrated learning by using educated STEM resulting the post-test scores are higher than the pre-test scores at 0.1 level significantly.
2. The students were studied by using educated STEM with integrated learning management having the learning achievement higher than the students who were managed by the normal learning management at 0.1 level significantly.

Keyword : Learning Management by using Educated STEM, Normal Learning

(ค)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่างๆ จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้ คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คณาจารย์ ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้ความกรุณา ให้คำปรึกษาแนะนำ ให้แก่ผู้วิจัย จึงขอขอบพระคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

กมลฉัตร กล่อมอิม

11 สิงหาคม 2560

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	(ก)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	(ข)
กิตติกรรมประกาศ.....	(ค)
สารบัญตาราง.....	จ
สารบัญรูป.....	(ฉ)
บทที่ 1	บทนำ.....1
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
	1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....3
	1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....3
	1.4 กรอบแนวคิดของการวิจัย.....4
	1.5 วิธีดำเนินการวิจัย.....4
	1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ.....5
บทที่ 2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....7
	2.1 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ แบบบูรณาการSTEM Education.....7
	2.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....10
	2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....22
บทที่ 3	วิธีการดำเนินงานวิจัย.....25
	3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....25
	3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....26
	3.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล.....26
	3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....29
	3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....29
บทที่ 4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....30
	4.1 สรุปผลการวิจัย.....31

(ง)

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 5	บทสรุป.....	32
	5.1 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	32
	5.2 สรุปผลการวิจัย.....	32
	5.3 อภิปรายผล.....	32
	5.4 ข้อเสนอแนะ.....	34
บรรณานุกรม.....		35
ภาคผนวก	36
	ภาคผนวก ก (ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้).....	37
	ภาคผนวก ข (รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ).....	49
ประวัติผู้วิจัย.....		50

(๑)

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4-1	แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ บูรณาการสะเต็มศึกษาระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน.....	30
4-2	แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการ เรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	30

(๑)

สารบัญรูป

รูปที่

หน้า

3 -1 แสดงกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม.....27

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่สิบสอง พ.ศ.2560-2564 ให้ความสำคัญกับพัฒนาเด็กวัยเรียนและวัยรุ่นให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ มีความคิดสร้างสรรค์ มีทักษะการทำงานและการใช้ชีวิตที่พร้อมเข้าสู่ตลาดแรงงาน ดังนี้ 1) ปรับกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เด็กมีการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงสอดคล้องกับพัฒนาการของสมองแต่ละช่วงวัย เน้นพัฒนาทักษะพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ด้านวิศวกรรมศาสตร์ ด้านคณิตศาสตร์ ด้านศิลปะ และด้านภาษาต่างประเทศ 2) สนับสนุนให้เด็กเข้าร่วมกิจกรรมทั้งในและนอกห้องเรียนที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะชีวิตและทักษะการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง อาทิ การอ่าน การบำเพ็ญประโยชน์ทางสังคม การดูแลสุขภาพ การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม การวางแผนชีวิต

อนึ่งสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยจะพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ ผ่านประสบการณ์ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) หรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 (กมลฉัตร กล่อมอิม, 2559)

โดยมีกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ ซึ่งมีได้หลายรูปแบบแต่มีขั้นตอนหลักๆ ดังนี้ 1) ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นขั้นตอนที่เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Relate Information Search) หลังจากผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไป คือ การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไป คือ การนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อ

ออกแบบวิธีการ กำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต ทั้งนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องอ้างอิงถึงความรู้ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ ประเมิน ตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ 5) ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหามustนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่น่าสนใจและน่าสนใจ (ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ, 2559)

ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา (สสวท, 2557) ได้กล่าวบทบาทผู้เรียนไว้ดังนี้ 1) ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดแก้ปัญหาในชีวิตจริงและสร้างนวัตกรรมที่ใช้สะเต็มเป็นพื้นฐาน 2) ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุขและมองเห็นเส้นทางการประกอบอาชีพในอนาคต 3) ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีสูงขึ้น 4) ผู้เรียนลงมือออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ท้าทายความรู้ความสามารถกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาโดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน ทำให้ผู้เรียนมีความตั้งใจเรียน ในส่วนบทบาทครูต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา จำรัส อินทลาภาพร และคณะ (2558: 61-73) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอน ดังนี้ 1) จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน มีชีวิตชีวาเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง 2) ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ท้าทายความรู้ความสามารถกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน 3) จัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ 4) จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 3 สาระ ได้แก่ สาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริงและท้าทายกระบวนการคิดของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดหาคำตอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และสามารถสร้างองค์ความรู้

ได้ด้วยตนเอง 6) ผู้สอนเป็นโค้ช (Coach) 7) ผู้สอนเป็นพี่เลี้ยงทางวิชาการ (Mentor) 8) ผู้สอนเป็นผู้ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด สอดคล้องกับ จณาพิชญ์ อาสนาชัย และคณะ, (2556) ได้กล่าวไว้ว่าวิธีที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี จะต้องได้ฝึกการคิดสร้างความรู้ด้วยตนเอง รู้จักไตร่ตรองปัญหาพร้อมกับผู้อื่นในระบบกลุ่ม ได้เผชิญปัญหาได้ลงมือปฏิบัติได้รับประสบการณ์ตรง และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับความต้องการและความสนใจของนักเรียนทั้งยังได้รับความรู้และประสบการณ์ใหม่ๆ ในการเรียนและมีพฤติกรรมที่พึงประสงค์ที่ดีขึ้น

ดังนั้นจากปัญหาดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาซึ่งเป็นรูปแบบการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถและส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการแก้ปัญหาผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในการคิด การแก้ปัญหา และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้เพื่อตัดสินใจแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างมีหลักการและเหตุผล ซึ่งยุทธวิธีในการฝึกให้บุคคลเกิดนิสัยต่างๆดังกล่าวมาข้างต้น จำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบด้านทักษะในการคิด ความรู้สึก การแก้ปัญหา การลงมือปฏิบัติ รวมทั้งลักษณะนิสัยที่ดีพร้อมในด้านต่างๆ ของผู้เรียน ซึ่งส่งผลให้เกิดความพร้อมในการเรียนรู้และสามารถแสดงออกมาได้ในทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ตามรูปแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเป็นกระบวนการในการแก้ปัญหา การตัดสินใจอย่างเป็นระบบ หากนำมาใช้ในการเรียนการสอน จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบซึ่งสามารถส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ให้สูงขึ้นซึ่งเป็นความต้องการของสังคมในปัจจุบัน

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน
- 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

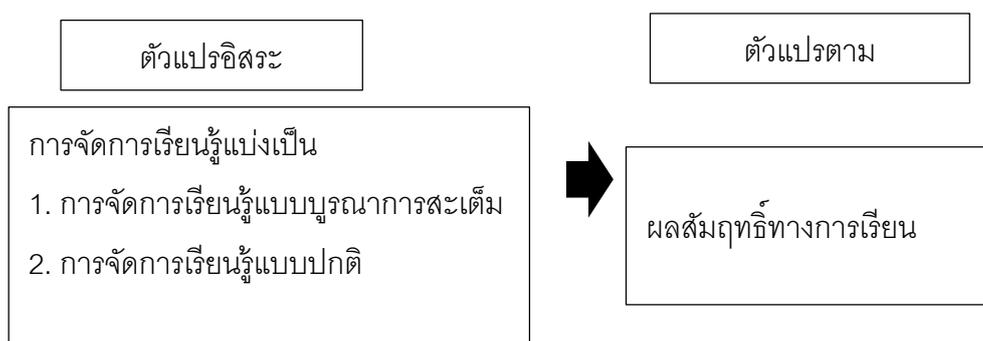
1.3 สมมติฐานของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ มีสมมติฐาน ดังนี้

- 1) นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าก่อนเรียน

2) นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.4 กรอบแนวคิดของการวิจัย



1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ 1) ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชุมชนบ้านวังกระดาศเงิน จำนวน 50 คน 2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชุมชนบ้านวังกระดาศเงินได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน 50 คน ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างที่ 1 (ห้องเรียนที่ 1) ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ 2 (ห้องเรียนที่ 2) ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชุมชนบ้านวังกระดาศเงิน ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบ (Cluster random sampling) แล้วแบ่งเป็น

กลุ่มทดลอง นักเรียน 25 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา

กลุ่มควบคุม นักเรียน 25 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ จำแนกเป็น
 - 1.1 การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา
 - 1.2 การจัดการเรียนรู้แบบปกติ
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาจากคู่มือกิจกรรมสะเต็มระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท, 2558) ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็น 1) เครื่องดักแมลงวัน จำนวน 4 ชั่วโมง 2) ขนมหุ่นแสนอร่อย จำนวน 4 ชั่วโมง 3) นักโภชนาการน้อย จำนวน 4 ชั่วโมง และ 4) รถของเล่นไฟฟ้า จำนวน 4 ชั่วโมง

ระยะเวลาในการทดลองใช้

ผู้วิจัยได้กำหนดระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเอง

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา หมายถึง วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยให้ผู้เรียนใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน หรือปัญหาที่นักเรียนสนใจเป็นตัวกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ซึ่งผู้เรียนต้องคิดหาทางแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นโดยการบูรณาการศาสตร์เนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ เน้นให้ผู้เรียนสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยนำความรู้ในภาคทฤษฎีมาใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยมีขั้นตอน ดังนี้

- 1) ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นขั้นตอนที่เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Relate Information Search) หลังจากผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไป คือ การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว

3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไป คือ การนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการกำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต ทั้งนี้ ผู้แก้ปัญหามustอ้างอิงถึงความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ ประเมิน ตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้

5) ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหามustนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่น่าสนใจและน่าสนใจ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความเข้าใจที่สามารถวัดออกมาเป็นคะแนน หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอันจะส่งผลให้ทราบว่านักเรียนได้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังได้หรือไม่ ซึ่งวัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบชนิดอิงเกณฑ์ แบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

การจัดการเรียนรู้แบบปกติ หมายถึง การสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนปกติ ใช้การอธิบาย บรรยายและซักถามโดยใช้สื่อประกอบการสอน ได้แก่ ใบงาน ใบความรู้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

1. แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ STEM Education
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ STEM Education

ทฤษฎีพัฒนาการของ Jean Piaget

Jean Piaget เชื่อว่า คนเราทุกคนตั้งแต่เกิดมาพร้อมที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและโดยธรรมชาติของมนุษย์เป็นผู้ที่พร้อมที่จะมีกิจกรรมหรือเริ่มกระทำก่อน (Active) นอกจากนี้ Piaget ถือว่ามนุษย์เรามีแนวโน้มพื้นฐานที่ติดตัวมาตั้งแต่กำเนิด 2 ชนิด คือการจัดหมวดหมู่ และการปรับตัว Piaget (Adaptation) ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1.การจัดหมวดหมู่ (Organization) หมายถึง การจัดและรวบรวมกระบวนการต่างๆ ภายใต้อย่างเป็นระบบอย่างต่อเนื่อง เป็นระเบียบและมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาที่ยังมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม

1.1 การปรับตัว (Adaptation) หมายถึง การปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเพื่ออยู่ในสภาพสมดุล การปรับตัวประกอบด้วยกระบวนการ 2 อย่าง

1.2 การซึมซับหรือการดูดซึม (Assimilation) เมื่อมนุษย์ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมเมื่อสารสนเทศหรือสิ่งแวดล้อมใหม่สอดคล้องกับโครงสร้างทางปัญญาเดิมก็จะซึมซับหรือดูดซับกระบวนการใหม่เข้าไปในโครงสร้างทางปัญญา โดยจะเป็นการแปลความหมาย หรือการรับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม

1.3 การปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) หมายถึง การปรับเปลี่ยนแบบโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่แล้วให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมหรือประสบการณ์ใหม่ หรือเป็นการปรับโครงสร้างทางปัญญาเดิมที่ไม่สอดคล้องกับสิ่งแวดล้อม

รากฐานทางปรัชญาของทฤษฎีมาจากความพยายามที่จะเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ด้วยกระบวนการพิสูจน์อย่างมีเหตุผล เป็นความรู้ที่เกิดขึ้นจากการไตร่ตรอง ซึ่งถือเป็นปรัชญาปฏิบัตินิยม ประกอบหลักฐานทางจิตวิทยาการเรียนรู้ที่มีอิทธิพลต่อแนวคิดของ Piaget เองซึ่งเชื่อว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นจากการปรับตัวเข้าสู่สภาวะสมดุล ระหว่างอินทรีย์และสิ่งแวดล้อม

สรุปได้ว่าการพัฒนาการเชิงปัญญา บุคคลจะมีการปรับตัวซึ่งประกอบด้วยกระบวนการสำคัญ 2 อย่าง คือ การซึบซับหรือการดูดเข้าโครงสร้างทางปัญญาและการปรับโครงสร้างทางปัญญา Piaget กล่าวว่า ระหว่างระยะเวลาตั้งแต่ทารกจนถึงวัยรุ่น คนเราจะค่อยๆ สามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้มากขึ้นตามลำดับขั้นโดย Piaget ได้แบ่งลำดับขั้นของพัฒนาการเชิงปัญญาของมนุษย์ไว้ 4 ขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 Sensorimotor stage (แรกเกิด- 2 ขวบ) Piaget เป็นนักจิตวิทยาคนแรกที่ได้ศึกษา ระดับเชิงปัญญาของเด็กวัยนี้ไว้อย่างละเอียดจากการสังเกตบุตร 3 คนโดยทำบันทึกไว้และสรุปว่า วัยนี้เป็นวัยที่เด็กมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โดยทางประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหวของอวัยวะต่างๆของร่างกาย

ขั้นที่ 2 Preoperational stage (อายุ 18 เดือน -7 ปี) เด็กก่อนเข้าโรงเรียนและวัยอนุบาล ถูกจำแนกว่ามีระดับเชิงปัญญา อยู่ในขั้นนี้ เด็กวัยนี้จะมีโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) ที่สามารถใช้สัญลักษณ์แทนวัตถุสิ่งของที่อยู่รอบๆตัวได้ หรือมีพัฒนาการทางภาษา เด็กวัยนี้จะเริ่มด้วยการพูดเป็นประโยคและเรียนรู้คำต่างๆเพิ่มขึ้น และมีความสามารถในการคิด อย่างไรก็ตามความคิดของเด็กวัยนี้จะเริ่มด้วยการพูดเป็นประโยคและเรียนรู้คำต่างๆเพิ่มขึ้น และจะมีความสามารถในการคิด อย่างไรก็ตามความคิดของเด็กวัยนี้ยังมีข้อจำกัดหลายอย่าง

ขั้นที่ 3 Concrete operational stage (อายุ 7-11 ปี)

พัฒนาการทางด้านเชิงปัญญาและความคิดของเด็กวัยนี้แตกต่างกับเด็กในขั้น

(Preoperational) มากเด็กวัยนี้จะสามารถสร้างกฎเกณฑ์และตั้งกฎเกณฑ์ในการแบ่งแยกสิ่งแวดล้อมและจัดเป็นหมวดหมู่ได้คือ เด็กจะสามารถที่จะอ้างอิงด้วยเหตุผลที่ไม่ขึ้นกับการรับรู้จากรูปร่างเท่านั้น สามารถแบ่งกลุ่มโดยเกณฑ์หลายๆอย่างและคิดย้อนกลับได้ (Reversibility) มีระดับความเข้าใจเกี่ยวกับกิจกรรมและความสัมพันธ์ของตัวเลขเพิ่มมากขึ้น

ขั้นที่ 4 Formal operational stage (อายุ 12 ปีขึ้นไป)

ในขั้นนี้พัฒนาการเชิงปัญญาและความคิดของเด็กเป็นขั้นสูงสุด คือ เด็กวัยนี้จะเริ่มคิดแบบผู้ใหญ่ เด็กสามารถคิดหาเหตุผลนอกเหนือไปจากสารสนเทศที่มีอยู่ มีความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น ตั้งสมมติฐาน ทดลองเพื่อยืนยันสมมติฐานรวมทั้งหลักการทฤษฎี Piaget ได้สรุปว่า เด็กวัยนี้เป็นผู้ที่คิดนอกเหนือจากสิ่งที่มีอยู่สนใจที่จะสร้างทฤษฎีเกี่ยวกับทุกสิ่งทุกอย่าง และมีความพอใจที่จะคิดพิจารณาเกี่ยวกับสิ่งที่ไม่สามารถเห็นตัวตนหรือสิ่งที่เป็นนามธรรม

ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bruner

Bruner(1968 อ้างอิงใน กิ่งฟ้า สินธุวงษ์, 2541) กล่าวถึง ทฤษฎีพัฒนาการที่มีส่วนคล้ายคลึงกับทฤษฎีของเพียร์เจแต่แตกต่างกันตรงที่ บรูเนอร์ เน้นความสัมพันธ์ระหว่างวัฒนธรรมกับพัฒนาการทางสติปัญญา เข้าเชื่อว่าสิ่งแวดล้อมทางวัฒนธรรมจะเป็นองค์ประกอบสำคัญในการเร่งความเจริญของทางสติปัญญา สำหรับในเรื่องการเรียนรู้ บรูเนอร์ เน้นความคิดที่ว่า การเรียนรู้ที่มีผลที่ดีที่สุด คือการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง และกระบวนการเป็นการผสมผสานระหว่างกระบวนการดังนี้

- 1) การค้นหาความรู้ เป็นการรวบรวมความรู้ใหม่ๆ เข้ามาแทนความรู้เดิมหรือเป็นการจัดโครงสร้างทางความรู้ที่ได้รับมาให้เป็นระเบียบมากขึ้น
- 2) การดัดแปลงความรู้ เป็นการจัดระเบียบโครงสร้างของข่าวสารความรู้เดิมให้สัมพันธ์ต่อเนื่องกับสถานการณ์หรือความรู้ใหม่ หรือเป็นการเปลี่ยนแปลงข่าวสารความรู้ที่ได้รับมาให้อยู่ในรูปแบบใหม่
- 3) การประเมินความรู้ เป็นการประเมินว่าสิ่งที่เปลี่ยนแปลงไปนั้นทำให้เกิดการเรียนรู้

ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Vygotsky

Vygotsky (1989 อ้างถึงในสุนทร สุนันท์ชัย, 2540; กิ่งฟ้า สิ้นธุวงศ์, 2541) เชื่อว่า บริบททางสังคมและวัฒนธรรมที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้และสนับสนุนให้ใช้วิธีการด้านค้นคว้าหาความรู้ในการเรียนรู้ทฤษฎีเซวาร์ปัญญาของ ไวกอสกี เน้นความสำคัญของวัฒนธรรมและสังคม และการเรียนรู้ที่มีต่อการพัฒนาของเซวาร์ปัญญา ไวกอสกี กล่าวว่า การเข้าใจพัฒนาการของมนุษย์จะต้องเข้าใจวัฒนธรรมที่เด็กได้รับการอบรมเลี้ยงดูเพราะตั้งแต่แรกเกิดมนุษย์จะได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมที่เป็นผลของมนุษย์คือ "วัฒนธรรม" วัฒนธรรมแต่ละวัฒนธรรมจะช่วยบ่งชี้ผลผลิตของพัฒนาการของเด็ก และจะเพิ่มสูงขึ้นตามศักยภาพของแต่ละบุคคล ซึ่งมีลักษณะการเรียนรู้ดังนี้

- 1) การสร้างความหมาย ชุมชนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้และบุคคลในแวดล้อมเด็กมีอิทธิพลต่อการมองโลกของเด็ก
- 2) เครื่องมือพัฒนาการเรียนรู้ รูปแบบ และคุณภาพของเครื่องมือเป็นสิ่งกำหนดแบบและอัตราการพัฒนาการเรียนรู้ของเด็ก
- 3) บริเวณความใกล้เคียงพัฒนาการเซวาร์ปัญญา ไวกอสกี เชื่อว่าเด็กยอมเลียนแบบผู้ใหญ่ในขั้นต้น ต่อมาค่อยๆ พัฒนาทีละน้อย จนกระทั่งสามารถจะปฏิบัติงานบางอย่างได้โดยไม่ต้องมีใครช่วย

2.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ที่มาและความสำคัญของ STEM จุดเริ่มต้นของ “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) เริ่มต้นเมื่อปี ค.ศ. 1980 โดยประเทศสหรัฐอเมริกาที่มีความต้องการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศ โดยการพัฒนานักเรียนให้มีความเข้มแข็งในวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกา (American Association for the Advancement of Science : AAAS) ได้สร้างโปรเจค 2061 ขึ้นมาในปี ค.ศ. 1985 เพื่อที่จะช่วยให้นักเรียนอเมริกันเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ต่อมาในปี ค.ศ. 1989 ได้จัดพิมพ์หนังสือชื่อ วิทยาศาสตร์เพื่อพลเมืองอเมริกา (Science for All Americans) ขึ้นมาเพื่อส่งเสริมการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ จนกระทั่งต้นปี ค.ศ.1990 หน่วยงานต่างๆ ในสหรัฐอเมริกาทั้งสมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Science Teacher Association: NSTA) คณะกรรมการครูคณิตศาสตร์แห่งชาติ (Council National of Teachers of Mathematics) นักเรียน นักวิจัย

เจ้าของธุรกิจ และอาจารย์ในมหาวิทยาลัย ต่างเรียกร้องให้มึนวัตกรรมการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งในยุคนั้น สถาบันวิทยาศาสตร์ แห่งชาติ (National Science Foundation : NSF) ได้กำเนิดคำว่า SMET Education จนกระทั่งปี ค.ศ. 2001 Judith A. Ramaley ผู้บริหารของ NSF ได้เปลี่ยนจากคำว่า SMET Education เป็น คำว่า STEM Education ซึ่งหมายถึงการเรียนรู้อุตสาหกรรมวิทยาศาสตร์โดยมีการบูรณาการคณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีเข้าไว้เป็นหนึ่งศาสตร์การเรียนรู้อุตสาหกรรม (สุรยศทรัพย์ประกอบ และคณะ, 2556)

จากผลการสอบ PISA และ TIMSS ของประเทศสหรัฐอเมริกา แสดงให้เห็นถึงการถดถอย ทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ซึ่งล้าหลังประเทศอื่นในด้านความสามารถด้าน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ รวมทั้งปัญหาการขาดความสนใจในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ ตลอดจนขาดความสนใจที่จะเข้าศึกษาต่อและประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีตามแนวทางของ STEM ขึ้น โดยรัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการพัฒนาการศึกษาตาม แนวทาง STEM ซึ่งมุ่งผลให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงวิชา (วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์) มาใช้เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนานวัตกรรมให้สอดคล้องกับ สถานการณ์ของปัจจุบัน และให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในวิทยาศาสตร์และอยากประกอบอาชีพใน สาขาที่เกี่ยวข้องกับ STEM มากยิ่งขึ้น เพื่อนำไปสู่การแข่งขันในระดับโลกแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่ง สอดคล้องกับเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้อุตสาหกรรมตามแนวทางSTEM ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะ พื้นฐานที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 (Breiner *et al.*, 2012; Percen *et al.*, 2012)

ความหมายของสะเต็มศึกษา

แม้ว่าความหมายของคำว่า สะเต็มศึกษา หรือการจัดการเรียนรู้อุตสาหกรรมตามแนว STEM จะยังไม่มี ใครให้นิยามหรือความหมายที่ชัดเจนได้ (Breiner *et al.*, 2012) แต่จากการศึกษาเอกสารงานวิจัย ที่เกี่ยวข้อง มีผู้ให้นิยามของคำว่า สะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้

อภิสิทธิ์ ธงชัย และคณะ (2555) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ว่าเป็นการบูรณา การ 4 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดย ทั้งสี่วิชามีความสำคัญเท่ากัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้เพื่อแก้ปัญหา ค้นคว้า สร้างสรรค์และพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบันธานี จันทน์นาง (2556) กล่าวว่า สะเต็ม ศึกษา เป็นการบูรณาการเนื้อหาของ 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ เข้าด้วยกันมนตรี จุฬาวัดมนทล (2556) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางจัดการ เรียนการสอนรูปแบบใหม่ที่เน้นการบูรณาการการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์

และคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดการสร้างสรรคสิ่งใหม่ๆ ที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง

รักษพล ธนาอนุวงศ์ (2556 ก) ได้ให้ความหมายว่า สะเต็มศึกษา คือ การเรียนรู้เนื้อหาและทักษะด้านวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) คณิตศาสตร์ (Mathematics) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และเทคโนโลยี (Technology) ซึ่งล้วนแต่เป็นวิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ความเป็นโลกาภิวัตน์ ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความรู้ และเต็มไปด้วยเทคโนโลยี อีกทั้งวิชาทั้ง 4 มีความสำคัญอย่างมากกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ และการพัฒนาคุณภาพชีวิต

พรทิพย์ ศิริภักทราชย์ (2556) ได้กล่าวว่า STEM Education คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (S) วิชาเทคโนโลยี (T) วิชาวิศวกรรมศาสตร์ (E) และวิชาคณิตศาสตร์ (M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

Lantz (2009) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่าเป็นการบูรณาการความรู้ของทั้ง 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ให้เป็นหนึ่งเดียว เพื่อให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากโรงเรียนสู่โลกแห่งความเป็นจริง

Breiner *et al.* (2012) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่าเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการวิชาต่างๆ เข้าด้วยกัน อันได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี วิชาวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาคณิตศาสตร์ ให้รวมเป็นหนึ่งเดียว

O'Neil *et al.* (2012) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่าเป็นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของแต่ละวิชาที่บูรณาการและสามารถนำไปใช้ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง

ดังนั้น จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจึงขอสรุปความหมายของ สะเต็มศึกษา คือ แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชาระหว่างสาขาวิชาทั้งสี่ ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี วิชาวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาคณิตศาสตร์ โดยนำความรู้ของแต่ละวิชามาผสมผสานกันให้เป็นหนึ่งเดียว เพื่อให้ผู้เรียนเห็นถึงความสัมพันธ์และความสำคัญของ

วิชาทั้งสี่ และเพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้เพื่อแก้ปัญหา ค้นคว้า สร้างสรรค์และพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกแห่งความเป็นจริง

ลักษณะของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีแนวคิดและลักษณะดังนี้ (DeJarnette, 2012; Wayne, 2012; Breiner *et al.*, 2012; ธวัช ชิตตระกูล, 2555; รัชพล ธนานุวงศ์, 2556 ก; อภิลิทธิ ธงไชย และคณะ, 2555)เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา นั่นคือเป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาวิชาต่างๆ ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (S) วิชาเทคโนโลยี (T) วิชาวิศวกรรมศาสตร์ (E) และวิชาคณิตศาสตร์ (M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขามาผสมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือ

วิชาวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์นั้นเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ โดยนักศึกษามักชี้แนะให้อาจารย์ ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-Based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-Based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะสมกับผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษา หรือมหาวิทยาลัย เพราะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่สนใจ แต่การสอนวิทยาศาสตร์ใน STEM Education จะทำให้นักเรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับขั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียน

วิชาเทคโนโลยี

ธรรมชาติของวิชาเทคโนโลยีนั้น เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาปรับปรุงพัฒนาสิ่งต่างๆ หรือกระบวนการต่างๆ เพื่อตอบสนองของความต้องการของคนเรา โดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยี ที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้น เทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์ หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจกัน

วิชาวิศวกรรมศาสตร์

ธรรมชาติของวิชาวิศวกรรมศาสตร์นั้น เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่างๆ โดยใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งคนส่วนใหญ่มักเข้าใจว่าเป็นวิชาที่สามารถเรียนได้ในระดับอุดมศึกษา แต่จากการศึกษาวิจัยพบว่า แม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดีเช่นกัน

วิชาคณิตศาสตร์

ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์นั้น เป็นวิชาที่ไม่ได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้นแต่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญ คือ 1) กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Thinking) ซึ่งได้แก่การเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่ม การจัดรูปแบบ และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ 2) ภาษาทางคณิตศาสตร์ เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า ฯลฯ และ 3) ส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันเป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพบว่าในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำ สะเต็มศึกษามาใช้ ผลจากการศึกษาพบว่าครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) การสอนแบบใช้การออกแบบเป็นฐาน (Design-Based Learning) ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์พัฒนาชิ้นงานได้ดี และถ้าครูผู้สอนสามารถใช้สะเต็มศึกษาในการสอนได้เร็วเท่าไรก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้นซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการนำสะเต็มศึกษาไปสอนตั้งแต่ระดับวันก่อนวัยเรียน (Pre-School) เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการด้านต่างๆอย่างครบถ้วนและสอดคล้องกับแนวการพัฒนาคณิตศาสตร์ให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่นด้านปัญหาผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาด้านทักษะการคิด ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ ด้านคุณลักษณะ ผู้เรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพการเป็นผู้นำตลอดจนการยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

ความจำเป็นการใช้สะเต็มศึกษาในต่างประเทศ

สะเต็มศึกษา มีจุดกำเนิดมาจากประเทศสหรัฐอเมริกา เพราะขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศลดน้อยลงจากที่เคยเป็นมา ดังเห็นได้จากผลการทดสอบโครงการประเมินนักเรียนนานาชาติ (PISA) และการทดสอบด้านคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์ระดับสากล (TIMSS) ของนักเรียนในประเทศสหรัฐอเมริกานั้นต่ำกว่าหลายประเทศ คณะนักคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความถดถอยของการศึกษา (พรทิพย์ ศิริภักตราชัย, 2556) นอกจากนี้ นักเรียน นักศึกษาที่สนใจเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ลดน้อยลงประชากรวัยทำงานทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมเองก็มีจำนวนน้อยลง ผลการศึกษาระบุว่า ประชากรระดับคุณภาพที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกด้านวิทยาศาสตร์และกำลังทำงาน

นั้นส่วนใหญ่เป็นคนต่างชาติมากกว่าเป็นชาวอเมริกันเอง นั่นหมายถึง การขาดแคลนทรัพยากรมนุษย์ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านเศรษฐกิจตามมา ดังนั้น นโยบายการศึกษาทางด้านสะเต็มศึกษา จึงเป็นแนวทางที่จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ โดยคาดหวังว่าจะช่วยยกระดับผลการทดสอบต่างๆ เช่น PISA ให้สูงขึ้นส่งผลให้ประชากรมีคุณภาพและสามารถแก้ปัญหาของชาติในด้านอื่นๆ ได้ (พรทิพย์ ศิริภักทราชัย, 2556อ้างอิงจาก Rachel, 2008)

นอกจากประเทศสหรัฐอเมริกาแล้ว ยังมีประเทศอื่นๆ อีกที่ประสบปัญหาเช่นเดียวกันนี้ เช่น อังกฤษ ออสเตรเลีย จีน อินเดีย เป็นต้น ที่ต้องเร่งสร้างความสามารถในการแข่งขันกับประเทศอื่นๆ โดยการส่งเสริมความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้สะเต็มศึกษา เห็นได้ชัดจากตัวอย่างที่แสดงว่าในปี ค.ศ. 2015 ประเทศจีนจะผลิตบัณฑิตด้าน STEM ได้มากที่สุดในโลก คือ 3.5 ล้านคนต่อปี ซึ่งมากกว่าจำนวนที่จะผลิตได้จากประเทศสหรัฐอเมริกา อังกฤษและญี่ปุ่นรวมกัน ข้อมูลดังกล่าวบ่งชี้ให้เห็นว่าประเทศจีนจะมีโอกาสพัฒนาความสามารถในการแข่งขันของประเทศเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อาจก้าวทันประเทศชั้นนำของโลกในเร็ววันนี้ที่มาวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีจำนวนลดน้อยลง จึงทำให้เกิดแรงผลักดันให้เกิดการจัดการเรียนรู้

จุดเริ่มต้นของแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

จุดเริ่มต้นของแนวคิด STEM มาจากสหรัฐอเมริกา ที่ประสบปัญหาเรื่อง ผลการทดสอบ PISA ของสหรัฐอเมริกา ที่ต่ำกว่าหลายประเทศและส่งผลต่อขีดความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และวิศวกรรม รัฐบาลจึงมีนโยบายส่งเสริมการศึกษาโดยพัฒนา STEM ขึ้นมาเพื่อหวังว่าจะช่วยยกระดับผลการทดสอบ PISA ให้สูงขึ้น และจะเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมทักษะที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (พรทิพย์ ศิริภักทราชัย, 2556: 49)

สะเต็มศึกษานั้น จึงเป็นหลักสูตรโดยการบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในการดำเนินชีวิต รวมทั้งเพื่อให้สามารถพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต อีกทั้งวิชาทั้งสี่เป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างมาก กับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิต และความมั่นคงของประเทศซึ่งล้วนเป็นวิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21

แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา (STEM Education)

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการศึกษาที่มีแนวคิดและลักษณะดังนี้ (Dejarnette, 2012; Wayne., 2012; Breiner, et al., 2012; ธวัช ชิตตระการ, 2555; รัชพล

ธนาณรงค์, 2556; อภิสัทธา ธงไชย และคณะ, 2555 อ้างโดย พรทิพย์ ศิริภักทราชัย, 2556: 50)

1. เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) นั่นคือเป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์(S) เทคโนโลยี(T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์(M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชา มาผสมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือ

วิทยาศาสตร์ (S) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติโดยนักการศึกษามักชี้แนะให้ อาจารย์ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา หรือมหาวิทยาลัยเพราะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่สนใจแต่การสอนวิทยาศาสตร์ใน STEM Education จะทำให้นักเรียนสนใจมีความกระตือรือร้นรู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียนเทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับ กระบวนการแก้ปัญหาปรับปรุงพัฒนาสิ่งต่างๆ หรือ กระบวนการต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเราโดยผ่านกระบวนการทำงานทาง เทคโนโลยีที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้นเทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจ

วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วย การคิดสร้างสรรค์พัฒนานวัตกรรมต่างๆ ให้กับ นิสิตนักศึกษาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งคนส่วนใหญ่มักเข้าใจ ว่าเป็นวิชาที่สามารถเรียนได้แต่จากการศึกษาวิจัยพบว่า แม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดี เช่นกัน

คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่มีได้หมายถึง การนับจำนวนเท่านั้นแต่เกี่ยวกับองค์ประกอบ อื่นที่สำคัญประการแรกคือกระบวนการคิดคณิตศาสตร์(Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่การ เปรียบเทียบการจำแนก/จัดกลุ่ม การจัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติประการที่สอง ภาษาคณิตศาสตร์เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept)ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่าน้อยกว่าเล็ก กว่าใหญ่กว่าฯลฯประการต่อมา คือ การส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นของเด็กหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

2. เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้นตั้งแต่ชั้นอนุบาล-มัธยม

ศึกษาตอนปลาย โดยพบว่า ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ ละรัฐนำ STEM Education มาใช้ผลจากการศึกษาพบว่าครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ Project-based Learning, Problem-based Learning, Design-based Learning ทำให้นักเรียนสามารถ สร้างสรรค์พัฒนาชิ้นงานได้ดีและถ้าครูผู้สอนสามารถใช้STEM Education ในการสอนได้เร็วเท่าใด ก็จะมีเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศ สหรัฐอเมริกามีการนำSTEM Education ไปสอนตั้งแต่ระดับวัยก่อนเรียน (Preschool) ด้วย

3. เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับ แนวทางการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น

3.1 ด้านปัญญาผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชา

3.2 ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดโดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์การคิดสร้างสรรค์ฯลฯ

3.3 ด้านคุณลักษณะผู้เรียน มีทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารที่มี ประสิทธิภาพการเป็นผู้นำตลอดจนการยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

เหตุผลที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

ประเทศไทยกำลังประสบปัญหาเกี่ยวกับการศึกษาคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี หลายประการที่สำคัญ ได้แก่

1. จำนวนผู้เรียนสายวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีลดลง ตั้งแต่การศึกษาระดับ พื้นฐาน อาชีวศึกษา และอุดมศึกษา นอกจากนี้การประเมินผลทั้งในระดับประเทศและระดับ นานาชาติ บ่งชี้ว่าการศึกษาวissenschaft คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีระดับโรงเรียนมีคุณภาพต่ำ โดยเฉลี่ย

2. ประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ในกลุ่มที่มีรายได้ระดับปานกลาง ซึ่งต้องการกำลังคน ที่มี ความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการผลิตและการบริการที่มีการ แข่งขันสูง เช่น การเกษตรแบบก้าวหน้า การผลิตสินค้าที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง การสื่อสาร การ คมนาคม การพลังงานและการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ต้องใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และเครื่องจักรที่มี เทคโนโลยีสูง ตลอดจนการจัดการลอจิสติกส์ เป็นต้น แต่การศึกษาวissenschaft คณิตศาสตร์และ เทคโนโลยียังไม่สามารถตอบสนองของความต้องการในการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมของชาติ

3. ในยุคประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community- AEC) ที่เริ่มในปี พ.ศ. 2558 จะมีการเคลื่อนย้ายเสรีของกำลังคนด้านสะเต็ม (STEM Workforce)เช่น วิศวกรนักสำรวจ สถาปนิก แพทย์ ทันตแพทย์ และพยาบาล ซึ่งประเทศไทยยังขาดแคลนกำลังคน

ทางด้านนี้ทั้งปริมาณและคุณภาพจึงจำเป็นต้องเร่งปรับยุทธศาสตร์การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ให้เน้นความรู้ทักษะที่เหมาะสมกับการประกอบอาชีพในเศรษฐกิจและสังคมยุคเออีซี

จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557: 4)

1. ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ แก้ปัญหาในชีวิตจริงและสร้างนวัตกรรมที่ใช้สะเต็มเป็นพื้นฐาน
2. ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยความสุขและมองเห็นเส้นทางการประกอบอาชีพในอนาคต
3. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีสูงขึ้น
4. ครูสามารถออกแบบและจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอย่างมั่นใจ
5. สสวท. ได้รูปแบบการจัดการศึกษาสะเต็มที่เชื่อมโยงกับกลุ่มสาระอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพิ่มพูนโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในบริบทที่หลากหลาย มีความหมายและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

6. ประเทศไทยจะมีกำลังคนด้านสะเต็ม (STEM Workforce) ที่จะช่วยยกระดับรายได้ของชาติให้สูงกว่าระดับรายได้ปานกลางในอนาคต

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อตอบสนองความต้องการของการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่มีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งถือเป็นทรัพยากรสำคัญของการยกระดับความสามารถของประเทศในการแข่งขันกับประเทศอื่นๆ อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะทางด้านความรู้ควบคู่ไปกับทักษะในการดำรงชีวิตที่จำเป็นต่อการใช้ชีวิตและการทำงานในอนาคตต่อไป

แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education)

จรัส อินทลาภาพร และคณะ (2558: 64) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่

1. จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และท้าทายการคิดของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดการใฝ่เรียนรู้

2. จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) เป็นการจัด

การเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกทำโครงการที่ตนเองสนใจ โดยร่วมกันสำรวจ สังเกต และ กำหนดเรื่องที่ตนเองสนใจ มีการวางแผนในการทำโครงการร่วมกัน โดยศึกษาหาข้อมูลความรู้ที่จำเป็น และลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดจนได้ข้อค้นพบหรือองค์ความรู้ใหม่ แล้วเขียนรายงาน และนำเสนอต่อสาธารณชน และนำผลงานและประสบการณ์ทั้งหมดมาอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้รับทั้งหมด

3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนจำรัส อินทลาภาพร และคณะ (2558: 64-65) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนของ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน มีชีวิตชีวาเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง

2. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ท้าทายความรู้ความสามารถ กระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน

3. จัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ

4. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 3 สาระ ได้แก่ สาระวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริงและท้าทายกระบวนการคิดของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดหาคำตอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

6. เป็นผู้โค้ช (Coach)

7. เป็นพี่เลี้ยงทางวิชาการ (Mentor)

8. ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด

9. ประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียนโดยใช้วิธีการที่หลากหลายและให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างและหลังจากปฏิบัติการทดลอง โดยใช้การสื่อสารเชิงบวก

การวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

Edward (2013 : 12-15) ได้เสนอวิธีการวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based

Learning) ในการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียนดังนี้ คือ

- 1.1 การตั้งคำถามในแบบทดสอบ
- 1.2 การปฏิบัติกาทดลอง
- 1.3 การรายงานผลการทดลอง
- 1.4 การศึกษาตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

2. ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design) ผู้สอนสามารถประเมินกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของผู้เรียน ดังนี้คือ

- 2.1 การระดมความคิด
- 2.2 การพัฒนาโมเดลต้นแบบ
- 2.3 การทำงานเป็นทีม

สรุปได้ว่า ในการวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรใช้การประเมินหลายครั้งคือประเมินก่อนเรียน ระหว่างเรียน และประเมินหลังเรียน การประเมินระหว่างเรียน ผู้สอนทำได้โดยการใช้คำถาม การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน การประเมินตนเองและการประเมินจากเพื่อนและการบันทึกข้อมูลงานที่ทาเสร็จตามเป้าหมายที่กำหนด ส่วนการประเมินหลังเรียน ผู้สอนสามารถประเมินโครงการที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ

ประโยชน์จากการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)

1. ด้านเศรษฐกิจ (Economic Opportunity) การเรียนรู้สะเต็มศึกษาช่วยเพิ่มโอกาสในด้านเศรษฐกิจ การทำงาน การเพิ่มมูลค่า เพราะนวัตกรรมใหม่ๆที่เกิดขึ้นที่ขับเคลื่อนเศรษฐกิจของโลกล้วนมีพื้นฐานมาจากสะเต็มศึกษา

2. ด้านทรัพยากรบุคคล (Attract more students to technological fields) การเรียนรู้สะเต็มศึกษา ช่วยดึงดูดและสร้างทรัพยากรบุคคลให้เข้าสู่การทำงานด้านเทคโนโลยีที่ยังขาดแคลนอีกมาก

3. ด้านความมั่นคง (National Security) การเรียนรู้สะเต็มศึกษาช่วยสร้างเสริมความมั่นคงให้กับประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในด้านความมั่นคงและความปลอดภัยด้านไซเบอร์ (cyber security) ในโลกปัจจุบันที่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีด้านการสื่อสารอย่างมาก

4. ด้านสุขภาพ (Enhancing Health) ความรู้และทักษะจากการได้เรียนรู้ STEM ช่วยให้ประชากรในประเทศมีสุขภาพแข็งแรงและอายุยืนขึ้น เพราะมีเทคโนโลยีในการรักษาโรคภัยต่าง ๆ ได้ดีขึ้น มีการตรวจพบโรคร้ายต่าง ๆ ได้เร็วก่อนจะลุกลาม ทำให้สามารถทำการรักษาได้ทัน

สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

สะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการ ที่ใช้ความรู้และทักษะในด้านต่างๆ ผ่านการทำกิจกรรม (activity based) หรือการทำโครงการ (project based) ที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาดังกล่าวนี้อาจช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร ซึ่งทักษะดังกล่าวนี้เป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนพึงมี นอกจากนี้ผู้เรียนยังได้ความรู้แบบองค์รวมที่สามารถนำไปเชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

จากที่กล่าวมาแล้วนั้นผู้สอนสามารถเลือกรูปแบบการบูรณาการไปใช้ได้ตามความเหมาะสมของเนื้อหา หรือตามสภาพแวดล้อมและความสอดคล้องที่เป็นจริงในโรงเรียน โดยสิ่งควรคำนึงจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อผู้เรียนมีดังนี้

1. จัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ให้มากที่สุด
2. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมทำงานกลุ่มด้วยตนเอง โดยจัดกิจกรรมต่างๆ ให้หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำงานด้วยกัน
3. จัดประสบการณ์ตรงให้แก่ผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นจริงที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้
4. จัดบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความกล้าในการแสดงออก โดยผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นในกลุ่ม และในชั้นเรียนสม่ำเสมอ เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้เรียนในการกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นของตนเองออกมา
5. ปลูกฝังจิตสำนึก ค่านิยม และจริยธรรมที่ถูกต้องและดีงาม โดยสอดแทรกในกระบวนการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแยกแยะความถูกต้องและดีงามในการดำรงชีวิตในสังคมได้

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

จำรัส อินทลาภาพรและคณะ (2558) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้ 1) หลักสูตรฝึกอบรวม เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสำหรับครูระดับประถมศึกษา 2) แบบสอบถามประเด็นการสนทนากลุ่ม 3) แผนการจัดกิจกรรมการฝึกอบรวม 4) แบบสัมภาษณ์ผู้สอน วิธีดำเนินการวิจัยประกอบด้วยขั้นตอนในการวิจัย 2 ขั้นตอนคือ 1) ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาจากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัย และ 2) จัดประชุมสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) เพื่อสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร จำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้และการวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 2 คน ผลการวิจัยพบว่า ในการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้ คือ 1) ศึกษาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในลักษณะของการบูรณาการ 2) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน 3) การจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) 4) จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) 5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนและ 6) วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Assessment)

วรรณภา รุ่งลักษณะมีศรี (2551:62-76) ศึกษาผลการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ชั้นผสมผสานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนสาธิต พบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ โดยจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมผสานเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 โดยนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ โดยจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการ

ออกแบบทางวิศวกรรม มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมผสานเฉลี่ยร้อยละ 75.58 และ 83.90 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 ซึ่งหลังได้รับการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม นักเรียนมีความสนใจเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์มากขึ้นนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆด้วยตนเองจากประสบการณ์จริงในชีวิตประจำวันและช่วยส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

Tawfik Trueman and Trueman (2014) ได้ทำการศึกษา การจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ Problem-Based Learning และ Service Learning ในวิชาชีววิทยาให้กับนักเรียนที่ไม่ใช่สาขาวิทยาศาสตร์ โดยต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดทางชีววิทยาโดยที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในโครงการทำความสะอาดทะเลสาบภายในมหานครชิคาโก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ การทดสอบก่อนเรียน การทดสอบหลังเรียน และคะแนนการสอบปลายภาค ที่จะประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ Problem-Based Learning และ Service Learning ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ Problem-Based Learning และ Service Learning ทำให้ผลคะแนนการเรียนรู้ของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น จากคะแนนผลการทดสอบก่อนเรียน พบว่า นักเรียนได้คะแนน 34.5 และหลังเรียนได้คะแนน 56.7 และผล t-test ยังแสดงว่า การบูรณาการระหว่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ Problem-Based Learning และ Service Learning ทำให้ผลคะแนนของนักเรียนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ดีขึ้นกว่าปีที่ผ่านมา

Lou, et al (2010) ได้ทำการศึกษา ผลกระทบและทัศนคติที่เกิดจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ Problem-Based Learning ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยการศึกษาครั้งนี้สำรวจกับโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายหญิงล้วนของประเทศไต้หวันกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 10 ที่เป็นนักเรียนหญิงมัธยมปลาย ที่อาสาทำงานเป็นทีมในหัวข้อเรื่อง Solar Electric Trolley Contest ทั้งหมด 40 คน ทั้งหมด 18 กลุ่ม จากผลการศึกษา พบว่า 1) กลยุทธ์ PBL มีประโยชน์ในการเสริมสร้างนักเรียนให้มีทัศนคติเกี่ยวกับการเรียนรู้สะเต็มศึกษาและการสำรวจทางเลือกอาชีพในอนาคต 2) กลยุทธ์การเรียนการสอน PBL ช่วยให้นักเรียนปฏิบัติตาม

ขั้นตอนไปจนเสร็จภารกิจ และได้ความรู้ที่เกิดจากการบูรณาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 3) นักเรียนไม่เพียงแต่สามารถนำความรู้วิศวกรรมและวิทยาศาสตร์ไปใช้อย่างกระตือรือร้น แต่ยังมีแนวโน้มว่านักเรียนได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความรู้คณิตศาสตร์อย่างเข้าใจผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยการจัดการเรียนรู้การสอนแบบ PBL และ 4) การจัดการเรียนการสอน PBL สามารถเพิ่มความสามารถของนักเรียนและให้นักเรียนมีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบูรณาการความรู้และประยุกต์ใช้ความรู้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
3. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ 1) ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชุมชนบ้านวังกระดาศเงิน จำนวน 50 คน 2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชุมชนบ้านวังกระดาศเงินได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน 50 คน ดังนี้กลุ่มตัวอย่างที่ 1 (ห้องเรียนที่ 1) ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ 2 (ห้องเรียนที่ 2) ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชุมชนบ้านวังกระดาศเงิน ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบ (Cluster random sampling) แล้วแบ่งเป็น

กลุ่มทดลอง นักเรียน 25 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา

กลุ่มควบคุม นักเรียน 25 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ จำแนกเป็น
 - 1.1 การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา
 - 1.2 การจัดการเรียนรู้แบบปกติ
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาจากคู่มือกิจกรรมสะเต็มระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท, 2558) ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็น 1) เครื่องดักแมลงวัน จำนวน 4 ชั่วโมง 2) ขนมหุ่นแสนอร่อย จำนวน 4 ชั่วโมง 3) นักโภชนาการน้อย จำนวน 4 ชั่วโมง และ 4) รถของเล่นไฟฟ้า จำนวน 4 ชั่วโมง

ระยะเวลาในการทดลองใช้

ผู้วิจัยได้กำหนดระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเอง

3.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

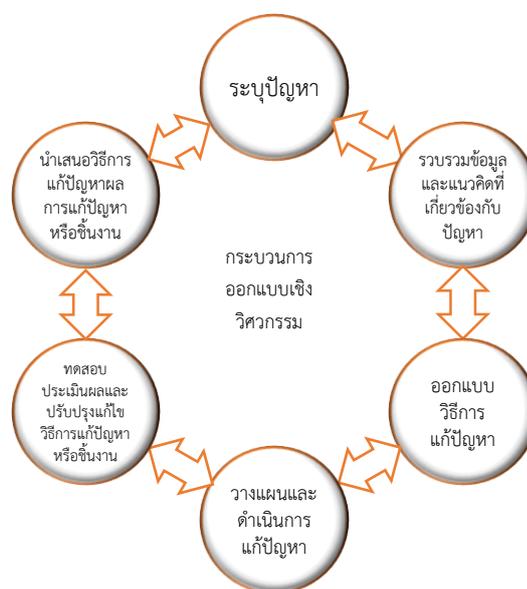
การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

การสร้างเครื่องมือ

1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1.1) ศึกษาเอกสารกิจกรรมสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษาปีที่ 4-6 เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม

1.2) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เพื่อกำหนดกรอบการจัดการเรียนรู้ มีกระบวนการดังนี้ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ดังแผนภาพที่ 3- 1 แสดงกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม



แผนภาพที่ 3-1 แสดงกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

1.3) ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ใช้เวลาในการเรียน 16 ชั่วโมง ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย สารสำคัญ ตัวชี้วัด สารการเรียนรู้ ผังมโนทัศน์ จุดประสงค์การเรียนรู้ อุปกรณ์ แนวการจัดการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ เกณฑ์การให้คะแนน

1.4) นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอแก่ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ในองค์ประกอบต่างๆ ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้ โดยพิจารณาระดับความเหมาะสมในภาพรวมของผู้เชี่ยวชาญ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ซึ่งเกณฑ์ขั้นต่ำในการพิจารณาว่าแผนการจัดการ

เรียนรู้มีความเหมาะสมต้องมีค่าเฉลี่ย \bar{X} ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.) ไม่เกิน 1.00

1.5) นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชุมชนบ้านวังกระดาศเงิน ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามจุดประสงค์และเนื้อหาวิชา เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

2.1) ศึกษาทฤษฎี วิธีการสร้าง เทคนิคการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ ศึกษาแบบเรียน คู่มือกิจกรรมสะเต็มและคู่มือการวัดและประเมินผลที่เกี่ยวข้อง

2.2) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

2.3) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Index of item objective Congruence: IOC) และความถูกต้องด้านตัวเลือกและการใช้คำถามแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขแล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.67-1.00 ซึ่งผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนตามเกณฑ์ดังนี้ ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อความนั้นวัดตามจุดประสงค์นั้นจริง ให้คะแนน 0 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดตามจุดประสงค์นั้นหรือไม่ ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่วัดตามจุดประสงค์นั้น

2.4) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

2.5) นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แล้วคัดเลือกข้อที่มีค่าความยาก ระหว่าง 0.38-0.75 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.23 ขึ้นไป

2.6) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไปทดลองใช้ (Try out) ครั้งที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 ข้อระยะเวลาทำแบบทดสอบ 50 นาที

2.7) นำคะแนนมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร kuder-Rechardson 20 (KR 20) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.94

2.8) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จำนวน 30 ข้อไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้สถิติ T-test for Independent Sample
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้สถิติ T-test for Independent Sample

3.5 สถิติที่ใช้ในงานวิจัย

สถิติ T-test for Independent Sample

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ดังแสดงตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4 - 1 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาระหว่างก่อนเรียนกับหลังหลังเรียนดังแสดงในตาราง

กลุ่มทดลอง (N=25)	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	t	p
ก่อนทดลอง	30	18.40	1.41	23.50	.000**
หลังทดลอง	30	25.84	0.62		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

จากตารางพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

ตาราง 4 - 2 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D	t	P
กลุ่มทดลอง (N=25)	30	25.84	0.62	40.995	.000**
กลุ่มควบคุม (N=25)	30	17.28	0.68		

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

จากตารางพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ สะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

4.1 สรุปผลการวิจัย

1.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

2.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สรุปผล การวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน
- 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

5.2 สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

5.3 อภิปรายผล

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้เนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่บูรณาการการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผสมผสานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และนำความรู้มาออกแบบชิ้นงาน ซึ่งลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 5 ประการ 1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บูรณาการ

ความรู้และทักษะของวิชาที่เกี่ยวข้องในสะเต็มศึกษาในระหว่างการเรียนรู้ 2) มีการท้าทายผู้เรียนให้ได้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด 3) มีกิจกรรมกระตุ้นการเรียนรู้แบบแอคทีฟ (Active Learning) ของผู้เรียน 4) ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ผ่านการทำกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดให้ และ 5) สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือการประกอบอาชีพในอนาคต (สสวท, 2559) สอดคล้องกับงานวิจัย พลศักดิ์ แสงพรหมศรีและคณะ (2558) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ พบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัย ดวงพร สมจันทร์ตา (2559) การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่อง กายวิภาคศาสตร์ของพืช พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกายวิภาคของพืช หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยได้ออกแบบตามกระบวนการดังนี้ 1) ระบุปัญหา (Problem Identification) 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Relate Information Search) 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) 5) ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing Evaluation and Design Improvement) และ 6) เสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) (สสวท, 2559) เพราะวาระบวนการดังกล่าวส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical thinking) ทักษะการทำงานเป็นทีม (Collaboration skill) ทักษะการสื่อสาร (Communication skill) และความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) รวมทั้งให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนได้ลองผิดลองถูกในชิ้นงาน จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย Scott (2012) ที่ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรม

และคณิตศาสตร์ในโรงเรียนในประเทศสหรัฐอเมริกา ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่านักเรียนที่สมัครใจเข้าร่วมห้องเรียน STEM มีความสามารถในการแก้ปัญหาต่างๆ ได้ดีกว่านักเรียนในระดับเดียวกันที่ไม่ได้เข้าร่วม

5.4 ข้อเสนอแนะ

จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยมีข้อค้นพบในการวิจัยและข้อเสนอแนะข้อคิดเห็นบางประการ เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับบุคคลที่จะนำงานวิจัยไปศึกษาในลำดับต่อไปดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาควรใช้สถานการณ์ที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียนและมีความท้าทายเพื่อดึงดูดความสนใจจากนักเรียน

1.2 ก่อนการสร้างชิ้นงานครูควรแจ้งเกณฑ์ให้นักเรียนฟังอย่างละเอียดเพื่อให้นักเรียนเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น

1.3 การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาควรมีใบกิจกรรมใบงานใบความรู้ เพื่อเป็นแนวทางให้กับนักเรียนเนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการหลายศาสตร์เข้าด้วยกันใบกิจกรรมใบงานและใบความรู้จึงช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในการทำกิจกรรมมากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับตัวแปรอื่นๆ เช่นความสามารถในการคิดขั้นสูง ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

2.2 ควรทำการวิจัยอย่างต่อเนื่องในกลุ่มเดิมจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

รถของเล่นไฟฟ้า

ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

เวลา 5 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

แบบเตอรีเป็นเซลล์ไฟฟ้าที่ต่อกันเพื่อเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า การต่อเซลล์ไฟฟ้ามากกว่า 1 เซลล์แบบอนุกรมจะทำให้มีพลังงานไฟฟ้ามากขึ้น การออกแบบรถของเล่นไฟฟ้าให้เคลื่อนที่ได้ต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ เช่น น้ำหนักรวมของรถ ขนาดรูปทรงของรถ รวมทั้งการหาต้นทุนค่าใช้จ่ายในการสร้างและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสืบค้นและนำเสนอข้อมูล

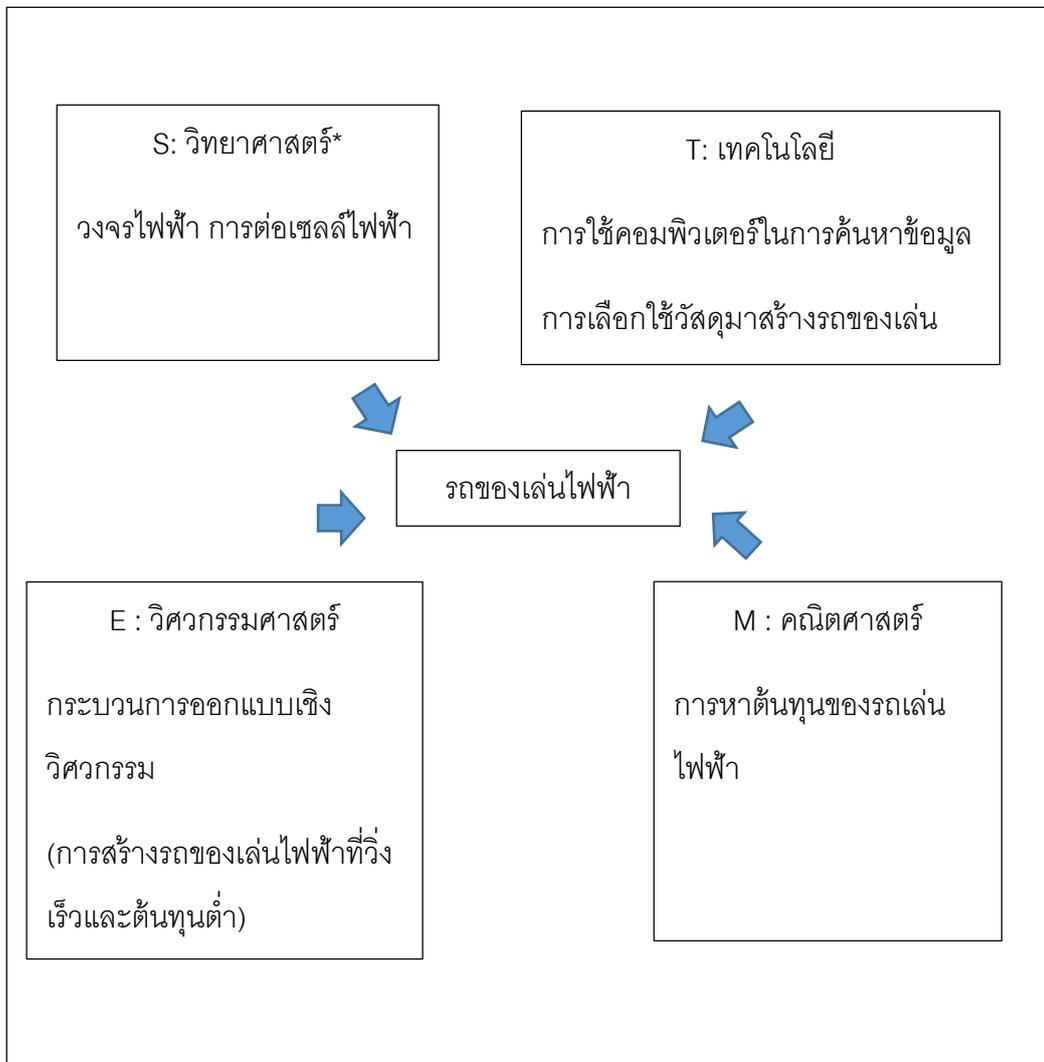
ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
1.ทดลองและอธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย 2.ทดลองและอธิบายการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	1.บวก ลบ คูณ หาร และบวก ลบ คูณ หารระคนของเศษส่วนจำนวนคละและทศนิยม พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	1.สร้างเครื่องใช้ตามความสนใจอย่างปลอดภัยโดยกำหนดปัญหาความต้องการรวบรวมข้อมูลเลือกวิธีการออกแบบโดยการถ่ายทอดความคิดเป็นภาพร่าง 3 มิติหรือแผนที่ความคิด ลงมือสร้างและประเมินผล 2.นำความรู้และทักษะการสร้างชิ้นงานไปประยุกต์ใช้ในการสร้างสิ่งของเครื่องใช้ 3.ใช้คอมพิวเตอร์ในการค้นหาข้อมูล

สาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
<p>- วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายเป็นเส้นทางที่กระแสไฟฟ้าผ่านได้ครบรอบ ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้าและสายไฟ</p> <p>- วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายมีสายไฟเป็นเส้นทางให้กระแสไฟฟ้าผ่านจากขั้วบวกผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้ากลับเข้าสู่ขั้วลบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าได้เรียกว่า วงจรปิดและทำให้หลอดไฟสว่างหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆทำงานได้ แต่หากส่วนใดส่วนหนึ่งของวงจรไฟฟ้าขาดไปทำให้กระแสไฟฟ้าผ่านไม่ครบวงจร เราเรียกว่า วงจรเปิด ซึ่งหลอดไฟจะไม่สว่างหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆไม่ทำงาน</p> <p>- การต่อเซลล์ไฟฟ้ามากกว่า 1 เซลล์แบบอนุกรม ซึ่งเป็น การต่อให้ขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้าอันหนึ่งต่อกับขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้าอีกอันหนึ่งเรียงกันไปเพื่อให้มีพลังงานไฟฟ้ามากขึ้น</p>	<p>- การคำนวณต้นทุนการสร้างรถของเล่นไฟฟ้า</p>	<p>- ความรู้ที่ใช้ในการสร้างชิ้นงานต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงานอื่นอีก เช่น กลไกและควบคุมไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์</p> <p>- ทักษะการสร้างชิ้นงานอื่นที่ต้องใช้เพิ่ม เช่น ทักษะการตัด การประกอบชิ้นงานแต่ละส่วนเข้าด้วยกัน การเจาะ</p> <p>- การเลือกวัสดุและสิ่งของต่างๆให้เหมาะสมกับการสร้างชิ้นงานควรพิจารณาจากสมบัติของวัสดุนั้น</p> <p>- การใช้คอมพิวเตอร์ในการค้นหาข้อมูล เช่น ค้นหาข้อมูลในเครื่องคอมพิวเตอร์ ค้นหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ค้นหาจากซีดีรอม</p>

กรอบแนวคิด



*เป็นวิชาหลักในการนำกิจกรรมนี้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. อธิบายปัจจัยที่ทำให้รถของเล่นเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด
2. ออกแบบและสร้างรถของเล่นไฟฟ้าให้เคลื่อนที่ได้เร็วที่สุดโดยใช้ต้นทุนต่ำ

วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	รายการต่อ กลุ่ม	ที่	รายการ	รายการ ต่อกลุ่ม
1	กระดาษแข็ง ขนาด A4	1 แผ่น	10	ถ่านไฟฉาย	2 ก้อน
2	พลาสติกลูกฟูก ขนาด A4	1 แผ่น	11	หลอดไฟขนาด 2.5V	1 หลอด
3	กระดาษสีต่างๆขนาด A4	4 แผ่น	12	ดินน้ำมัน	3 ก้อน
4	กระดาษลูกฟูกลอนแบบม้วนได้ A4	1 แผ่น	13	รถของเล่น	1 คัน
5	กระดาษลูกฟูก ขนาด A4	1 แผ่น	14	ชุดล้อและเพลลา	1 ชุด
6	มอเตอร์ไฟฟ้า	1 อัน	15	ตลับเมตรหรือสายวัด	1 เส้น
7	ยางรัดของ	5 เส้น	16	เทปกาวหรือเทปใส	1 ม้วน
8	เชือกฟาง	1 ม้วน	17	นาฬิกาจับเวลา	1 อัน
9	ลวดเส้นเล็ก	1 เส้น			

แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นระบุปัญหา

1. กิจกรรมนาเข้าสู่บทเรียน

1) ครูอภิปรายสถานการณ์พลังงานของประเทศไทยโดยเฉพาะการขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งมีความพยายามหาแหล่งพลังงานอื่นมาทดแทนเพื่อใช้ในชีวิตประจำวันดังนั้นการหาพลังงานทดแทนมาพลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังได้รับความนิยมในปัจจุบันครูอาจใช้คำถามในการอภิปรายดังนี้

1.1) ยกตัวอย่างสิ่งของที่ต้องอาศัยน้ำมันเชื้อเพลิงในการทำงาน

(แนวคำตอบ รถยนต์ รถจักรยานยนต์ เครื่องปั้มน้ำ)

1.2) พลังงานที่จะสามารถนำมาทดแทนพลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงมีอะไรบ้าง (แนว

คำตอบ นักเรียนอาจตอบได้หลากหลาย เช่นไบโอดีเซล ไฟฟ้าพลังงานชีวมวล)

2) ครูยกประเด็นเกี่ยวกับรถยนต์ที่ใช้ไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงานครูนำอภิปรายการทำงาน ของรถไฟฟ้าพร้อมใช้รูปกลไกการทำงานของรถไฟฟ้ามาประกอบการอภิปรายโดยอาจใช้คำถาม ดังนี้

2.1) รถไฟฟ้ามีกลไกการทำงานแตกต่างจากรถที่ใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงอย่างไร(แนวคำตอบ

รถไฟฟ้าใช้ไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงานให้มอเตอร์ไฟฟ้าหมุนเพื่อทำให้ล้อรถเคลื่อนที่ได้ส่วนรถที่ใช้

น้ำมันเชื้อเพลิงใช้การเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงทำให้เพลลาและล้อรถเคลื่อนที่ได้

2.2) องค์ประกอบสำคัญของรถไฟฟ้าคืออะไร

(แนวคำตอบแหล่งเก็บพลังงานไฟฟ้าหรือแบตเตอรี่เพื่อเก็บพลังงานไฟฟ้าจากการชาร์จกับไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านและมอเตอร์ไฟฟ้า)

2.3) ข้อดีของรถไฟฟ้าเมื่อเทียบกับรถที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นอย่างไร

(แนวคำตอบรถไฟฟ้าไม่ปล่อยมลพิษ)

ครูชี้แจงประเด็นเกี่ยวกับการใช้แบตเตอรี่เพื่อเก็บพลังงานไฟฟ้าในรถยนต์ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของระยะเวลาใช้งานที่จำกัดต่อการชาร์จไฟฟ้าแต่ครั้งหนึ่งนั้น จึงต้องออกแบบรถยนต์ให้ใช้พลังงานที่มีอยู่ในแบตเตอรี่อย่างจำกัดในคัมค่าที่สุดครูชี้แจงจุดประสงค์ของกิจกรรมว่านักเรียนจะได้สร้างรถของเล่นไฟฟ้าเพื่อให้วิ่งได้เร็วที่สุดโดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากถ่านไฟฉายที่อยู่อย่างจำกัดครูทบทวนความรู้ที่เรียนมาแล้วเกี่ยวกับการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายโดยให้นักเรียนบอกวิธีการต่อวงจรไฟฟ้าให้หลอดไฟสว่างโดยใช้ถ่านไฟฉาย 1 ก้อนและหลอดไฟขนาด 2.5V และครูอาจใช้คำถามดังนี้

2.4) ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้ามีอะไรบ้าง

(แนวคำตอบแหล่งกำเนิดไฟฟ้าสายไฟและหลอดไฟ)

2.5) การต่อวงจรไฟฟ้าแบบใดที่ทำให้หลอดไฟสว่างเพราะเหตุใด

(แนวคำตอบการต่อวงจรแบบปิดโดยต่อสายไฟกับขั้วบวกของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าปลายอีกด้านหนึ่งของสายไฟต่อเข้ากับหลอดไฟ ในขณะที่สายไฟอีกเส้นหนึ่งต่อกับขั้วลบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าปลายอีกด้านหนึ่งต่อเข้ากับหลอดไฟทำให้มีเส้นทางครบวงจร กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ครบรอบ)

2.6) วงจรปิดและวงจรเปิดต่างกันอย่างไร

(แนวคำตอบวงจรปิดเป็นวงจรที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ครบเส้นทางอุปกรณ์ไฟฟ้าจะทำงานได้ แต่วงจรเปิดนั้นกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไม่ครบเส้นทางทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าไม่สามารถทำงานได้)

ครูนำเข้าสู่กิจกรรมว่านอกจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เราคุ้นเคยเช่นหลอดไฟที่ใช้ถ่านไฟฉายเพียงก้อนเดียว เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าแล้วยังมีอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆที่ต้องอาศัยเซลล์ไฟฟ้าหรือถ่านไฟฉายหลายก้อนต่อกันเพื่อเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เช่น รถของเล่น ครูนำตัวอย่างรถของเล่นให้นักเรียนสังเกตโครงสร้างส่วนประกอบของรถของเล่นว่ามีอะไรบ้าง ครูถามความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของรถของเล่นไฟฟ้าโดยอาจใช้ คำถามดังนี้

2.7) การใช้ถ่านไฟฉายหลายก้อนต่อกันกับการใช้ถ่านไฟฉายก้อนเดียวจะทำให้เกิดผลต่อการทำงานของรถของเล่นแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

(แนวคำตอบขึ้นอยู่กับความคิดของนักเรียน)

กิจกรรมระบุปัญหา

3. ครูกำหนดปัญหาให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดังนี้

“ให้นักเรียนสร้างรถของเล่นให้วิ่งเร็วที่สุด โดยใช้ถ่านไฟฉาย 2 ก้อนและรถจะต้องรับน้ำหนักบรรทุกทุกดินน้ำมัน 3 ก้อน โดยมีงบประมาณไม่เกิน 200 บาท”

4. ครูชี้แจงเกณฑ์การให้คะแนนการออกแบบและสร้างรถของเล่นโดยมีหัวข้อในการพิจารณา 4 หัวข้อ คือ ความเร็วรถ ต้นทุนวัสดุที่ใช้ ขั้นตอนการทำงานและการนำเสนอข้อมูล ขั้นตอนออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

5) ครูให้แต่ละกลุ่มวาดแบบรถและอธิบายการต่อวงจรไฟฟ้า พร้อมทั้งระบุนายการวัสดุ

7) ครูให้แต่ละกลุ่มนำเสนอโดยเริ่มจากนำเสนอว่ามีปัญหาหรือความต้องการอะไร แล้ว
ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

6) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้รถเคลื่อนที่ได้เร็วเช่นเรื่องพลังงานไฟฟ้ารูปทรงและความสมดุลของตัวรถแล้วนำมาอภิปรายกันในกลุ่มเพื่อนำไปออกแบบรถและจำนวนที่ใช้เพื่อการคำนวณต้นทุน

มีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างไร ซึ่งประกอบด้วยรูปแบบของรถของเล่นพร้อมทั้งรายละเอียดวัสดุและต้นทุนขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

8) ครูให้แต่ละกลุ่มวางแผนการทำงานก่อนลงมือสร้าง จากนั้นจึงสร้างของเล่นโดยใช้วัสดุตามที่ได้ออกแบบภายในเวลา 2 ชั่วโมง ทั้งนี้ นักเรียนทุกกลุ่มต้องเก็บวัสดุเหลือใช้เพื่อนำไปประเมินความคุ้มค่าของวัสดุที่ใช้ไป

ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

9) เมื่อสร้างเสร็จแล้ว แต่ละกลุ่มนำรถของเล่นไฟฟ้า มาทดสอบการทำงานหากรณีเคลื่อนที่หรือเคลื่อนที่ช้าให้ปรับปรุงแก้ไข โดยมีเวลาปรับปรุงแก้ไข 30 นาที นักเรียนบันทึกวิธีการปรับปรุงแก้ไขในใบกิจกรรมแล้วนำมาทดสอบอีกครั้ง

10) ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มประเมินต้นทุนที่ใช้ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับใช้ประเมินชิ้นงานตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

11) ครูจัดแข่งขันโดยรถของเล่นไฟฟ้าของกลุ่มไหนเข้าเส้นชัยก่อนเป็นผู้ชนะ
ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

12) ครูให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน และอธิบายในประเด็นต่อไปนี้

12.1) รถของเล่นของกลุ่มเคลื่อนที่ได้เร็วตามที่ต้องการหรือไม่อย่างไร

12.2) หลักการหรือปัจจัยใดที่กลุ่มนำมาพิจารณาในการสร้างรถให้วิ่งเร็วที่สุด และปัจจัยนั้นทำให้รถวิ่งได้เร็วตามที่ต้องการหรือไม่อย่างไร

12.3) ถ้าจะปรับปรุงให้รถของเล่นวิ่งได้เร็วขึ้นอีกจะทำอย่างไร

13) ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปประเด็นและความรู้ที่ได้จากการสร้างรถของเล่นไฟฟ้าโดยครูใช้คำถามดังนี้

13.1) การต่อวงจรไฟฟ้าในรถของเล่นไฟฟ้าเป็นอย่างไร

(แนวคำตอบ ต่อถ่านไฟฉายเข้ากับแผ่นโลหะที่ติดอยู่กับมอเตอร์ไฟฟ้า ทำให้ครบวงจรมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานได้)

13.2) การต่อเซลล์ไฟฟ้าให้มีพลังงานมากขึ้นทำได้อย่างไร และเรียกการต่อแบบนี้ว่าอย่างไร

13.3) การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมทำให้เกิดผลอย่างไรต่อการเคลื่อนที่ของรถของเล่น (แนวคำตอบ มีพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ทำให้รถเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น)

13.4) ปัจจัยใดบ้างที่มีทำให้รถของเล่นไฟฟ้าวิ่งได้เร็วและมีผลอย่างไร (แนวคำตอบ น้ำหนักของแบตเตอรี่ พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ รูปร่างของรถของเล่นความสมดุลของตัวรถ)

การวัดประเมินผล

ประเด็นการประเมิน	รายการประเมิน			
	4	3	2	1
1.การระบุปัญหาและแนวทางในการแก้ปัญหา	ระบุปัญหาหรือความต้องการได้ตรงกับหัวข้อที่กำหนดและเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการอย่างครบถ้วนสมบูรณ์	ระบุปัญหาหรือความต้องการได้ตรงกับหัวข้อที่กำหนดและเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการได้เป็นส่วนใหญ่	ระบุปัญหาหรือความต้องการเป็นส่วนน้อย	ระบุปัญหาหรือความต้องการ

ประเด็นการประเมิน	รายการประเมิน			
	4	3	2	1
2.การเลือกวิธีการ	เลือกวิธีการแก้ไขได้ สอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการนำไปสร้างได้จริงวัสดุที่เลือกใช้เหมาะสมกับชิ้นงานที่สร้าง	เลือกวิธีการแก้ไขได้ สอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการนำไปสร้างได้จริงวัสดุที่เลือกใช้เหมาะสมกับชิ้นงานที่สร้างได้เป็นส่วนใหญ่	เลือกวิธีการแก้ไขได้ สอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการนำไปสร้างได้จริงวัสดุที่เลือกใช้เหมาะสมกับชิ้นงาน	เลือกวิธีการแก้ไขได้ สอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการนำไปสร้างได้จริงวัสดุที่เลือกใช้ไม่เหมาะสมกับชิ้นงานที่สร้าง
3. การออกแบบ	ได้ภาพร่าง3มิติ สอดคล้องกับวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการแสดงรายละเอียดรูปร่าง ขนาด ความกว้าง ความยาวความสูงและหน่วยในการวัดขนาด	ได้ภาพร่าง3มิติ สอดคล้องกับวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการแต่ขาดรายละเอียดรูปร่าง ขนาด ความกว้าง ความยาวความสูงและหน่วยในการวัดขนาด	ได้ภาพร่าง3มิติ สอดคล้องกับวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการแต่ขาดรายละเอียดรูปร่าง ขนาด ความกว้าง ความยาวความสูงและหน่วยในการวัดขนาด	ได้ภาพร่าง3มิติ ที่ไม่สอดคล้องกับวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ

ประเด็นการประเมิน	รายการประเมิน			
	4	3	2	1
4.การวางแผนและดำเนินการ	สร้างชิ้นงานโดยมีการวางแผนในการทำงานและปฏิบัติงานตามกระบวนการทำงานได้อย่างเหมาะสม	สร้างชิ้นงานโดยมีการวางแผนในการทำงานและปฏิบัติงานตามกระบวนการทำงานได้	สร้างชิ้นงานโดยมีการวางแผนในการทำงานและปฏิบัติงานตามกระบวนการทำงานได้บางส่วน	สร้างชิ้นงานโดยไม่มีการวางแผนในการทำงานและปฏิบัติงานได้แต่ไม่เป็นกระบวนการ
5.การทดสอบและปรับปรุงแก้ไข	ชิ้นงานหรือวิธีการใช้งานได้ดีไม่ต้องปรับปรุงแก้ไข	ชิ้นงานหรือวิธีการต้องปรับปรุงแก้ไขหลายครั้งจึงจะทำงานได้ดี	ชิ้นงานหรือวิธีการที่นำมาปรับปรุงแก้ไขแล้วใช้งานได้เป็นบางส่วน	ชิ้นงานหรือวิธีการที่นำมาปรับปรุงแก้ไขแล้วยังคงใช้งานไม่ได้
6.การนำเสนอ	รูปแบบการนำเสนอสื่อความหมายเรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าของรถของเล่นไฟฟ้าให้ผู้อื่นเข้าใจถูกต้องชัดเจนอธิบาย เหตุผลของแนวคิด	รูปแบบการนำเสนอสื่อความหมายเรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าของรถของเล่นไฟฟ้าให้ผู้อื่นเข้าใจถูกต้องบางส่วน	รูปแบบการนำเสนอสื่อความหมายเรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าของรถของเล่นไฟฟ้าถูกต้อง	รูปแบบการนำเสนอสื่อความหมายเรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าของรถของเล่นไฟฟ้าไม่ได้
7.การเคลื่อนที่ของรถของเล่น	รถสามารถวิ่งได้ตรงและเร็วที่สุด	รถสามารถวิ่งได้ตรงและเร็วปานกลาง	รถสามารถวิ่งได้ตรงแต่ไม่เร็ว	รถไม่สามารถวิ่งได้ตรงและไม่เร็ว

ประเด็นการประเมิน	รายการประเมิน			
	4	3	2	1
8. ต้นทุนในการสร้างของเล่น	ใช้ต้นทุนไม่เกินที่กำหนดไว้	ใช้ต้นทุนเกินจากที่กำหนดน้อยกว่าร้อยละ 5	ใช้ต้นทุนเกินจากที่กำหนดระหว่างร้อยละ 5-10	ใช้ต้นทุนเกินจากที่กำหนดมากกว่าร้อยละ 10

สื่อและแหล่งเรียนรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

แบบสังเกตชิ้นงานของนักเรียน

เกณฑ์การประเมินผล

คะแนนรวม 10-12 คะแนน หมายถึง ดีมาก

คะแนนรวม 5-10 คะแนน หมายถึง ดี

คะแนนรวมต่ำกว่า 5 คะแนน หมายถึง ต้องปรับปรุง

ทำเครื่องหมายในช่องคะแนน

หัวข้อ	4	3	2	1
1.การเคลื่อนที่ ของรถของเล่น				
2.การนำเสนอ ข้อมูล				
3.ต้นทุนวัสดุใน การสร้างรถของ เล่น				

คะแนนรวม.....

แบบสังเกตกระบวนการทำงานของนักเรียน

เกณฑ์การประเมินผล

คะแนนรวม 15-20 คะแนน หมายถึง ดีมาก

คะแนนรวม 8-14 คะแนน หมายถึง ดี

คะแนนรวมต่ำกว่า 8 คะแนน หมายถึง ต้องปรับปรุง

หัวข้อ	4	3	2	1
1.1การกำหนด ปัญหา				
1.2การเลือก วิธีการ				
1.3การออกแบบ และปฏิบัติการ				
1.4สร้างชิ้นงาน จากภาพร่าง โดยวางแผนใน การทำงานและ ปฏิบัติงานตาม กระบวนการ ทำงานอย่าง เหมาะสม				
1.5 การปรับปรุง แก้ไข				

รวมคะแนน.....

ภาคผนวก ข
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

1. รองศาสตราจารย์ ดร.สรวงพร กุศลส่ง คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
2. ดร.ณัฐตะวัน ลิ้มประสงค์ คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
3. ดร.กานต์ อัมพานนท์ คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
4. อาจารย์ปรมะ แก้วพวง คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
5. อาจารย์น้ำฝน เบ้าทองคำ คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

บรรณานุกรม

- กมลฉัตร กล่อมอิม. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาสำหรับนักศึกษา
วิชาชีพครู. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร**, 18(4), 334-335.
- จณาพิชญ์ อาสนาชัย, วัลลภา อารีรัตน์ และอรุณศรี อึ้งประเสริฐ. (2556). การพัฒนากิจกรรม
การเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้น
ทักษะการคิดวิเคราะห์เรื่อง รูปสามเหลี่ยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. **วารสารศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น**, 36(4), 33-34.
- จำรัส อินทลาภาพร มารุต พัฒนาผล วิชัย วงษ์ใหญ่ และศรีสมร พุ่มสะอาด.(2558).การศึกษา
แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา.
วารสารวิชาการ viridian E-journal,8(1),61-73
- ดวงพร สมจันทร์ตา. (2559). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการเรียนตามแนวทางสะเต็ม
ศึกษา เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช. วิทยานิพนธ์ ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พลศักดิ์ แสงพรหมศรี ,ประสาธ เนืองเฉลิม, และปิยะเนตร จันทร์ถิระติกุล. (2558). การ
เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจต
คติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็ม
ศึกษากับแบบปกติ. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**, 9 (ฉบับพิเศษ),
410-411.
- ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2559). **คู่มือหลักสูตรอบรมครูสะเต็มศึกษา**. กรุงเทพฯ: สถาบัน
ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.(2557).สะเต็มศึกษา.กรุงเทพฯ: สถาบัน
ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กระทรวงศึกษาธิการ.
- _____. (2558). **คู่มือจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6**. กรุงเทพฯ:
องค์การค้ำของ สกสค.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2559). **แผนพัฒนาเศรษฐกิจ
และสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ.2560-2564)**. สืบค้นเมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2560, จาก
<http://www.ratchakitcha.soc.go.th>.

Roger, Sebraw and Ronning. (1997). **Experimental Design: Procedure for the Behavioral Sciences**. 3rd ed . California: Brooks/Cole.

Scott, C. (2012). An Investigation of Science, Tecnology, Engineering and Mathematics (STEM) Focused High School in the U.S. **Journal of STEM Education**, 13(5), 30-39.

Weir , John Joseph. (1974). Problem Solving is Every body's Problem. **The Science Teacher**. 4(April), 16–18.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวกมลฉัตร กล่อมอิม Ms.Kamolchart Klomim
หมายเลขบัตรประชาชน	367-1000-149-446
ตำแหน่งปัจจุบัน	อาจารย์
หน่วยงาน	คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 67000
โทรศัพท์	056-717-147
มือถือ	065-491-79-59
ความรู้ความสามารถพิเศษ	การพัฒนาหลักสูตร การออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง Active Learning