



รายงานการวิจัย

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริม
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

A Development of Learning Management Integrated Stem Education
to Enhance Ability of Critical Thinking for Elementary Students

กมลฉัตร กล่อมอ้อม

ประมะ แก้วพวง

กลุ่มวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2559

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริม
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

A Development of Learning Management Integrated Stem Education
to Enhance Ability of Critical Thinking for Elementary Students

กมลฉัตร กล่อมอิม

ปรมะ แก้วพวง

กลุ่มวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2559

(ก)

ชื่องานวิจัย

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

A Development of Learning Management Integrated Stem Education to Enhance Ability of Critical Thinking for Elementary Students

ผู้วิจัย

กมลฉัตร กล่อมอิม

ผู้ร่วมวิจัย

ปรมะ แก้วพวง

ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พณณา ตั้งวรรณวิทย์

สาขาวิชา

หลักสูตรและการสอน

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสรีจวิชัย 2559

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อศึกษาผลการทดลองใช้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา 2.1) ศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองใช้ 2.2) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่3 ภาคเรียนที่1 ปีการศึกษา2559 โรงเรียนบ้านวังขอน ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 50 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือค่าเฉลี่ย และทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ t-test แบบ Dependent

ผลการวิจัยพบว่า

1. สร้างและหาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา พบว่า สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.5 และประสิทธิภาพเท่ากับ 78.92/79.54

2) ผลการทดลองใช้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา

2.1 ศึกษาความสามารถการคิดวิเคราะห์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกหน่วยการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

2.2 เปรียบเทียบความสามารถการคิดวิเคราะห์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา พบว่า หลังเรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ทุกหน่วยการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

คำสำคัญ : งานวิจัย ,งานบริการวิชาการ

Abstract

This research is objective . 1) To create effective learning management Integrated STEM to promote the ability to critically thinking for elementary school students criteria 70/70. 2) The effect of the trial learning management Integrated STEM to promote the ability to critically thinking for elementary school students. 2.1) The ability to think critically with learning management Integrated STEM to promote the ability to critically thinking for elementary school students between before and after the trial. 2.2) Compare the ability to think critically about the latter with learning management Integrated STEM to promote the ability to critically thinking for elementary school students the 70 percent.The sample used in this research include students in grade three .The first semester of the year 2559 Wang Khon Ban school ,Wang Pong, Phetchabun number fifty persons which came from simple random sampling.The tools used to collect data include . The research One – Group Pretest – Posttest Design. The statistics used to analyze data average and the tests are statistically significant t-test Dependent.

Result of the Research

1) To create effective learning management Integrated STEM to promote the ability to critically thinking for elementary school student,found upwards 70 percent, Significantly0.5, and Capability 78.92/79.54.

2) The effect of the trial learning management Integrated STEM

2.1) the ability to think critically about the latter with learning management through Integrated STEM to encourage the ability of critical thinking for elementary school students,after learning upwards before studying Every unit , Significantly0.5.

2.2) to compare the ability to think critically about the latter with learning management through Integrated STEM to encourage the ability of critical thinking for elementary school students in 70 percent, Significantly0.5.

(ค)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่างๆ จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัย

ราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้คำแนะนำคำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

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

กมลฉัตร กลุ่มอ้อม

ปรมะ แก้วพวง

11 สิงหาคม 2559

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่สิบเอ็ด พ.ศ.2555-2559 มีแนวคิดที่มีความต่อเนื่องจากแนวคิดของแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 8-10 โดยยังคงยึดหลัก “ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” ซึ่งถึงแนวทางการ ดำรงอยู่และปฏิบัติตนของประชาชนทุกระดับ ตั้งแต่ระดับปัจเจก ครอบครัว ชุมชน สังคม จนถึงประเทศ และ ขับเคลื่อนให้บังเกิดผลในทางปฏิบัติที่ชัดเจนยิ่งขึ้น เพื่อให้การพัฒนาและบริหารประเทศเป็นไปในทางสาย กลาง โดยเฉพาะการพัฒนาเศรษฐกิจให้เกิดความสมดุลและพร้อมรองรับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและ กว้างขวาง ทั้งด้านวัตถุ สังคม สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรมจากโลกภายนอก โดยยึดหลักความพอเพียง ที่มีการ วิเคราะห์อย่าง “มี เหตุผล” และใช้หลัก “ความพอประมาณ” ให้เกิดความสมดุลระหว่างมิติทางวัตถุกับจิตใจของคน ในชาติ ความสมดุลระหว่างความสามารถในการพึ่งตนเองกับความสามารถในการแข่งขันในเวที โลก ความสมดุลระหว่างสังคมชนบทกับสังคมเมือง มีการเตรียม “ระบบภูมิคุ้มกัน” ด้วยการบริหารจัดการ ความเสี่ยงให้เพียงพอพร้อมรับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงทั้งจากภายนอกและ ภายในประเทศ ทั้งนี้การขับเคลื่อนกระบวนการพัฒนาทุกขั้นตอนต้องใช้ “ความรู้” ในการ พัฒนาด้านต่างๆ ด้วยความรอบคอบ เป็นไปตามลำดับขั้นตอน และสอดคล้องกับวิถีชีวิตของ สังคมไทย รวมทั้งการเสริมสร้างศีลธรรมและสำนึกใน “คุณธรรม” จริยธรรมในการปฏิบัติหน้าที่ และดำเนินชีวิตด้วย “ความเพียร” ซึ่งจะเป็นภูมิคุ้มกันในตัวที่ดีให้ พร้อมเผชิญการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งในระดับปัจเจก ครอบครัว ชุมชน สังคม และประเทศชาติ กระทรวงศึกษาธิการได้ กำหนดนโยบายหนึ่งคือ เร่งรัดการปฏิรูปการศึกษาโดยยึดคุณธรรมนำความรู้ สร้างความตระหนัก สำนึกในคุณค่าของปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และมีแนวทางสู่การปฏิบัติงานในการเร่งรัดการ ปฏิรูปการศึกษาดังกล่าวโดยการสร้างกระบวนการเรียนรู้ ปลุกฝังจิตสำนึก ค่านิยม คุณธรรม วัฒนธรรม ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ซึ่งจะต้องมีการปรับปรุง หลักสูตรการเรียนการสอนดังกล่าว โดยมีการผลักดันหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงสู่สถานศึกษา และเป้าหมายในการให้ผู้เรียนได้รับการปลุกฝังค่านิยมในการนำคุณธรรมเป็นหลักในการดำเนินชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ,2550)

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้ กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผนโดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะ หาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรม ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับทุกระดับชั้น

สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education : STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ในการจัดกิจกรรมเกี่ยวกับความพอเพียงในการใช้ทรัพยากร การสร้างสมดุลของธรรมชาติ ด้านคณิตศาสตร์จะเป็นการทำบัญชีรายรับรายจ่ายต่างๆ การคิดคำนวณในการหาพื้นที่ ปริมาตร รูปทรงเรขาคณิตและด้านเทคโนโลยี การนำภูมิปัญญาท้องถิ่นไปใช้ การสร้างจิตสำนึกการใช้เทคโนโลยีอย่างประหยัด การประดิษฐ์ สิ่งของเล่นจากเศษวัสดุสามารถนำไปจำหน่ายได้

การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่บูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผนวกกับแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยนักเรียนจะได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และได้นำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ ซึ่งมีได้หลายรูปแบบแต่มีขั้นตอนหลักๆดังนี้ 1.การระบุปัญหา (Identify a Challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจในสิ่งที่ปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (innovation) เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว 2.การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) คือการรวบรวม ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและการประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีข้อด้อย และความเหมาะสม เพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด3.การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) ผู้แก้ปัญหามustกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจน รวมถึงออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (prototype) ของผลผลิต เพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการ

แก้ปัญหา 4.การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบ เพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้จะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น 5.การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) หลังการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหามustนำเสนอผลลัพธ์ โดยออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

ปัญหาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เกิดจาก จำนวนผู้เรียน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีลดลงตั้งแต่การศึกษาขั้นพื้นฐาน อาชีวศึกษาและอุดมศึกษา นอกจากนี้การประเมินผลทั้งในระดับประเทศและระดับชาติบ่งชี้ว่าการศึกษาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในระดับโรงเรียนมีคุณภาพต่ำโดยเฉลี่ย ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ในกลุ่มที่มีรายได้ระดับปานกลางซึ่งต้องการกำลังคนที่มีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการผลิตและการบริการที่มีการเข้มข้นสูง เช่น การเกษตรแบบก้าวหน้า การผลิตสินค้าที่ใช้เทคโนโลยีสูง การสื่อสาร การคมนาคม การพลังงาน และการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ต้องใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และเครื่องจักรที่ใช้เทคโนโลยีสูง ตลอดจนการจัดการทดลองลอจิสติกส์ เป็นต้น แต่การศึกษาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยียังไม่ตอบสนองความต้องการในการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ ในขณะเดียวกันในยุคประชาคมอาเซียน (ASEAN Economic –Community –AEC) ที่เริ่มใช้ในวันที่ 31 ธันวาคม 2558 จะมีการเคลื่อนย้ายเสรีของกำลังคนด้านสะเต็ม (STEM workforce) เช่น วิศวกร นักสำรวจ สถาปนิก แพทย์ ทันตแพทย์ และพยาบาล ซึ่งประเทศไทยยังขาดแคลนกำลังคนทางด้านที่ทั้งปริมาณและคุณภาพจึงจำเป็นต้องเร่งปรับยุทธศาสตร์ การจัดการศึกษาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ให้ความสำคัญทักษะที่เหมาะสมกับการประกอบอาชีพในเศรษฐกิจและสังคมยุคเออีซี

ดังนั้นจากปัญหาดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาเพื่อยกระดับการศึกษาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ให้สูงขึ้นอันจะนำไปสู่การแก้ปัญหาในระยะยาวต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อศึกษาผลการทดลองใช้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
- 2.1 ศึกษาความสามารถนักเรียนด้วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองใช้
- 2.2 เปรียบเทียบความสามารถนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

สมมติฐานของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ มีสมมติฐาน ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ขอบเขตของการวิจัย

ผู้วิจัยได้แบ่งการวิจัยออกเป็น 2 ขั้นตอน โดยกำหนดขอบเขตในแต่ละขั้นตอนออกเป็น 3 ด้าน คือ ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล ขอบเขตด้านเนื้อหา และขอบเขตด้านตัวแปร ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

1. ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบด้านต่างๆของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

1.1 อาจารย์ที่สอนในสถาบันอุดมศึกษา ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน

1.2 อาจารย์ที่สอนในสถาบันอุดมศึกษา ด้านการสอนหลักสูตรและการสอน จำนวน 2 ท่าน

1.3 อาจารย์ที่สอนในสถาบันอุดมศึกษา ด้านการสอนการวัดและประเมินผล จำนวน 1 ท่าน

2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2559

2.1 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนบ้านวังขอน อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 จำนวน 3 คน จำแนกเป็น เก่ง ปานกลาง อ่อน อย่างละ 1 คน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของภาษา การสื่อสารและเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม

2.2 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนบ้านวังขอน โรงเรียนชุมชนบ้านวังกระดาศเงิน โรงเรียนบ้านวังชะนาง โรงเรียนบ้านดงหลง ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ และโรงเรียนบ้านน้ำอ้อมประชาสรรค์ ตำบลวังหิน อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 จำนวน 5 โรงเรียน จำแนกเป็น เก่ง ปานกลาง อ่อน อย่างละ 3 คน รวมจำนวน 9 คน เพื่อพิจารณาหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

2.3 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนบ้านวังขอน โรงเรียนชุมชนบ้านวังกระดาศเงิน โรงเรียนบ้านวังชะนาง โรงเรียนบ้านดงหลง ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ และโรงเรียนบ้านน้ำอ้อมประชาสรรค์ ตำบลวังหิน อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 จำนวน 5 โรงเรียน จำแนกเป็น เก่ง ปานกลาง อ่อน อย่างละ 10 คน รวมจำนวน 50 คน เพื่อพิจารณาหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 70/70

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ คือ การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1.ความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

2. ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ตามเกณฑ์ 70/70

ขั้นตอนที่ 2 การทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

1.1) ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านวังขอน ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 5 ห้องเรียน รวม 95 คน

1.2) กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านวังขอน จำนวน 50 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) โดยวิธีจับสลากห้องเรียน

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ คือ การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 โดยศึกษาจากเอกสารกิจกรรมสะเต็มศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

- 1.การดูแลและรักษาอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ
- 2.การประดิษฐ์ของเล่นจากกระดาษ
- 3.ฝึกสวนครัว
- 4.เครื่องดักแมลงวัน
- 5.ลำโพงแสนสนุก

ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่

ตัวแปรต้น การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ตัวแปรตาม ผลของการทดลองใช้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

นิยามศัพท์เฉพาะ

1.การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน ให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงรวมทั้งการพัฒนาระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ ผ่านประสบการณ์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) หรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) รวมถึงการกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การคิดอย่างมีเหตุผลในเชิงตรรกะ เกิดทักษะของการเรียนรู้หรือการทำงานแบบร่วมมือ โดยมีขั้นตอนดำเนินการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1)การระบุปัญหา (Identify a challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน และจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) เป็นขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดี และข้อด้อย และความเหมาะสมเพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3)การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) เป็นขั้นตอนผู้แก้ปัญหามustกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจน รวมถึงออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (Proto type) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4) การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้อาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น

5) การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) เป็นขั้นตอนหลังจากการพัฒนาปรับปรุง ทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้วผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชนโดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลให้เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

อย่างไรก็ตามในการทำงานผู้เรียนไม่จำเป็นต้องมีลำดับที่แน่นอน โดยขั้นตอนทั้งหมดสามารถกลับไปมาหรือย้อนกลับขั้นตอนได้

2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกรายละเอียด ข้อมูลองค์ประกอบของสิ่งต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ และจัดเป็นหมวดหมู่เพื่อหาความจริง ความสำคัญ องค์ประกอบหรือหลักการของเรื่องนั้นๆ รวมทั้งหาความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงของสิ่งต่างๆ จนนำความคิดสู่การสรุป การประยุกต์ใช้ การทำนายหรือคาดการณ์ได้อย่างถูกต้อง

3.ความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา หมายถึง ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่วัดได้จากการประเมินคุณภาพในด้านองค์ประกอบต่างๆของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการSTEM educationตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า แบบปลายเปิดในส่วนท้ายของแบบประเมิน

4. ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการใช้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ซึ่งมีประสิทธิภาพตามกระบวนการและประสิทธิภาพผลลัพธ์ตามเกณฑ์ 70/ 70

70 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยจากการทำใบงานและทำแบบประเมินระหว่างเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 70

70 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนจากการทำแบบทดสอบ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาคิดเป็นร้อยละ 70

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.ได้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่มีคุณภาพ
- 2.เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในหัวข้ออื่นๆ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษา แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำเสนอตามลำดับดังนี้

1.แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ STEM Education

- 1.1 ทฤษฎีพัฒนาการของ (Jean Piaget)
- 1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ของ (Bruner)
- 1.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ของ (Vygotsky)
- 1.4 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของ (Ausubel)
- 1.5 ทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม (Cooperative Learning)
- 1.6 ทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist)

2. สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

3. การคิดวิเคราะห์

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ทฤษฎีพัฒนาการของ Jean Piaget

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

1.1 การจัดหมวดหมู่ (Organization) หมายถึง การจัดและรวบรวมกระบวนการต่างๆ ภายในอย่างเป็นระบบอย่างต่อเนื่อง เป็นระเบียบและมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาที่ยังมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม

1.2 การปรับตัว (Adaptation) หมายถึงการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเพื่ออยู่ในสภาพสมดุล การปรับตัวประกอบด้วยกระบวนการ 2 อย่าง คือ

1.2.1 การซึมซับหรือการดูดซึม (Assimilation) เมื่อมนุษย์มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมเมื่อสารสนเทศหรือสิ่งแวดล้อมใหม่สอดคล้องกับโครงสร้างทางปัญญาเดิมก็จะซึมซับหรือดูดซับประสบการณ์ใหม่เข้าไปในโครงสร้างทางปัญญา โดยจะเป็นการแปลความหมาย หรือการรับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม

1.2.2 การปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) หมายถึงการปรับเปลี่ยนแบบโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่แล้วให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมหรือประสบการณ์ใหม่ หรือเป็นการปรับโครงสร้างทางปัญญาเดิมที่ไม่สอดคล้องกับสิ่งแวดล้อม

รากฐานทางปรัชญาของทฤษฎีมาจากความพยายามที่จะเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ด้วยกระบวนการพิสูจน์อย่างมีเหตุผล เป็นความรู้ที่เกิดขึ้นจากการไตร่ตรอง ซึ่งถือเป็นปรัชญาปฏิบัตินิยม ประกอบหลักฐานทางจิตวิทยาการเรียนรู้ที่มีอิทธิพลต่อแนวคิดของ Piaget เองซึ่งเชื่อว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นจากการปรับตัวเข้าสู่สภาวะสมดุล ระหว่างอินทรีย์และสิ่งแวดล้อม

สรุปได้ว่าการพัฒนาการเชิงปัญญา บุคคลจะมีการปรับตัวซึ่งประกอบด้วยกระบวนการสำคัญ 2 อย่าง คือการซึมซับหรือการดูดซับโครงสร้างทางปัญญาและการปรับโครงสร้างทางปัญญา Piaget กล่าวว่าระหว่างระยะเวลาตั้งแต่ทารกจนถึงวัยรุ่น คนเราจะค่อยๆ สามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้มากขึ้นตามลำดับขั้นโดย Piaget ได้แบ่งลำดับขั้นของพัฒนาการเชิงปัญญาของมนุษย์ไว้ 4 ขั้นดังนี้

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

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

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

พัฒนาการทางด้านเชาว์ปัญญาและความคิดของเด็กวัยนี้แตกต่างกับเด็กในขั้น (Preoperational) มากเด็กวัยนี้จะสามารถสร้างกฎเกณฑ์และตั้งกฎเกณฑ์ในการแบ่งแยก สิ่งแวดล้อมและจัดเป็นหมวดหมู่ได้คือ เด็กจะสามารถที่จะอ้างอิงด้วยเหตุผลที่ไม่ขึ้นกับการรับรู้ จากรูปร่างเท่านั้น สามารถแบ่งกลุ่มโดยเกณฑ์หลายๆอย่างและคิดย้อนกลับได้ (Reversibility) มีระดับความเข้าใจเกี่ยวกับกิจกรรมและความสัมพันธ์ของตัวเลขเพิ่มมากขึ้น

ขั้นที่ 4 Formal operational stage (อายุ 12 ปีขึ้นไป)

ในขั้นนี้พัฒนาการเชาว์ปัญญาและความคิดของเด็กเป็นขั้นสูงสุด คือเด็กวัยนี้จะเริ่มคิดแบบผู้ใหญ่ เด็กสามารถคิดหาเหตุผลนอกเหนือไปจากสารสนเทศที่มีอยู่ มีความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น ตั้งสมมติฐาน ทดลองเพื่อยืนยันสมมติฐานรวมทั้งหลักการทฤษฎี Piaget ได้สรุปว่า เด็กวัยนี้เป็นผู้ที่คิดนอกเหนือจากสิ่งที่มีอยู่สนใจที่จะสร้างทฤษฎีเกี่ยวกับทุกสิ่งทุกอย่าง และมีความพอใจที่จะคิดพิจารณาเกี่ยวกับสิ่งที่ไม่สามารถเห็นตัวตนหรือสิ่งที่เป็นนามธรรม

2. ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bruner

Bruner(1968) กล่าวถึง ทฤษฎีพัฒนาการที่มีส่วนคล้ายคลึงกับทฤษฎีของเพียร์เจแต่แตกต่างกันตรงมี บรูเนอร์ เน้นความสัมพันธ์ระหว่างวัฒนธรรมกับพัฒนาการทางสติปัญญา เข้าใจว่าสิ่งแวดล้อมทางวัฒนธรรมจะเป็นองค์ประกอบสำคัญในการเร่งความเจริญของทางสติปัญญา สำหรับในเรื่องการเรียนรู้ บรูเนอร์ เน้นความคิดที่ว่า การเรียนรู้ที่มีผลดีที่สุด คือ การเรียนที่ให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ได้ด้วยตนเอง และกระบวนการเป็นการผสมผสานระหว่างกระบวนการดังนี้

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

3. ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Vygotsky

Vygotsky (1989) เชื่อว่า บริบททางสังคมและวัฒนธรรมที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้และสนับสนุนให้ใช้วิธีการด้านค้นคว้าหาความรู้ในการเรียนรู้ทฤษฎีเชอร์ปญญาของ ไวกอสกี้ เน้นความสำคัญของวัฒนธรรมและสังคม และการเรียนรู้ที่มีต่อการพัฒนาของเชอร์ปญญา ไวกอสกี้กล่าวว่าการเข้าใจพัฒนาการของมนุษย์จะต้องเข้าใจวัฒนธรรมที่เด็กได้รับการอบรมเลี้ยงดูเพราะตั้งแต่แรกเกิดมนุษย์จะได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมที่เป็นผลของมนุษย์คือ "วัฒนธรรม" วัฒนธรรมแต่ละวัฒนธรรมจะช่วยบ่งชี้ผลผลิตของพัฒนาการของเด็ก และจะเพิ่มสูงขึ้นตามศักยภาพของแต่ละบุคคล ซึ่งมีลักษณะการเรียนรู้ดังนี้

- 1) การสร้างความหมาย ชุมชนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้และบุคคลในแวดลอมเด็กๆ มีอิทธิพลต่อการมองโลกของเด็ก

2) เครื่องมือพัฒนาการเรียนรู้ รูปแบบ และคุณภาพของเครื่องมือเป็นสิ่งที่กำหนดแบบและอัตราการพัฒนาการเรียนรู้ของเด็ก

3) บริเวณความใกล้เคียงพัฒนาการชาวปัญญา ไวกอร์ตสกี เชื่อว่าเด็กบ่มเลียนแบบผู้ใหญ่ในขั้นต้น ต่อมาค่อยๆ พัฒนาทีละน้อย จนกระทั่งสามารถจะปฏิบัติงานบางอย่างได้โดยไม่ต้องมีใครช่วย

4.ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของ Ausubel

Ausubel ให้ความหมายของการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaning Learning) ว่าเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับมาจากการที่ผู้สอนอธิบายสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ให้ทราบและผู้เรียนรับฟังด้วยความเข้าใจ โดยผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่จะเรียนรู้กับโครงสร้างทางปัญญาที่ได้เก็บไว้ในหน่วยความจำและจะสามารถนำมาใช้ในอนาคตและชี้ให้เห็นว่าทฤษฎีนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการทางพุทธิปัญญา นอกจากนี้ได้พยายามอธิบายเกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้ที่เป็นข้อมูลใหม่ในหนังสือที่ใช้ในห้องเรียนกับความรู้เดิมที่มีมาก่อนในโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียน (Cognitive structure) โดยทฤษฎีของ Ausubel เน้นความสำคัญของการเรียนรู้ที่มีความหมาย การเรียนรู้แบบนี้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้เชื่อมโยงสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ใหม่หรือข้อมูลหรือสารสนเทศใหม่กับความรู้เดิมที่มีมาก่อนในโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนมาแล้ว

ประเภทของการเรียนรู้ที่มีความหมาย

Ausubel ได้แบ่งการเรียนรู้ที่มีความหมาย ไว้ดังนี้ (สุมาลี ชัยเจริญ , 2554)

1.Subordinate Learning เป็นการเรียนรู้โดยการรับอย่างมีความหมายโดยมีวิธีการ 2 ประเภท คือ

2.Derivative Subsumption เป็นการเชื่อมโยงสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ใหม่กับหลักการหรือกฎเกณฑ์ที่เคยเรียนมาแล้ว โดยการได้รับข้อมูลมาเพิ่ม เช่น เมื่อมีคนบอกและสามารถดูซึมเข้าไปในโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่แล้วอย่างมีความหมายโดยไม่ต้องท่องจำเช่น ผู้เรียนเคยรู้มาก่อนว่า : สัตว์ปีกบินได้ข้อมูลใหม่ที่ได้รับ เช่น จากการบอกว่า : นกบินได้การเรียนรู้ที่มีความหมาย : นกเป็นสัตว์ปีก (บินได้)

3. Correlative Subsumption เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย เกิดจากการขยายความคิด หรือปรับโครงสร้างทางปัญญาที่มีมาก่อนให้สัมพันธ์กับสิ่งที่จะเรียนรู้ใหม่ เช่น ผู้เรียนเคยรู้ว่า : รูปสี่เหลี่ยมเป็นรูปที่ประกอบด้วยด้าน 4 ด้านและเป็นรูปปิดสิ่งที่ต้องเรียนรู้ใหม่ : รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีด้านทั้ง 4 ด้านยาวเท่ากันผู้เรียนต้องขยายความคิดจากรูปสี่เหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม + รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (รูปที่ประกอบด้วยด้าน 4) (ด้านทั้ง 4 ยาวเท่ากัน) การเรียนรู้อย่างมีความหมาย : รูปสี่เหลี่ยม ประกอบด้วยด้าน 4 ด้านและด้านทั้ง 4 ยาวเท่ากัน

4. Superiorordinate Learning เป็นการเรียนรู้โดยการอนุมาน โดยการจัดกลุ่มสิ่งที่เรียนใหม่เข้ากับความคิดรวบยอดที่กว้างและครอบคลุมความคิดรวบยอดของสิ่งที่เรียนใหม่ สุนัข แมว หมู เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

5. Combinatorial Learning เป็นการเรียนรู้หลักการ กฎเกณฑ์ต่างๆเชิงผสมในวิชาคณิตศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์ โดยการใช้เหตุผลหรือการสังเกต เช่น การเรียนรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับระยะทางในการทำให้เกิดความสมดุล

การจัดมโนมติล่วงหน้า (Advance organizer)

Ausubel ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการจัดมโนมติล่วงหน้า (Advance organizer) เป็นเทคนิคที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมายจากการสอนหรือบรรยายของครู โดยการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างความรู้ที่มีมาก่อนกับข้อมูลใหม่หรือความคิดรวบยอดใหม่ที่จะต้องเรียน จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายที่ไม่ต้องท่องจำ หลักการทั่วไปที่นำมาใช้ คือ

- การจัด เรียบเรียง ข้อมูลข่าวสารที่ต้องการให้เรียนรู้ออกเป็นหมวดหมู่
- นำเสนอกรอบหลักการกว้างๆก่อนที่จะให้เรียนรู้ในเรื่องใหม่
- แบ่งบทเรียนเป็นหัวข้อสำคัญและบอกให้ทราบเกี่ยวกับหัวข้อสำคัญที่เป็นความคิดรวบยอดใหม่ที่จะต้องเรียน

สรุปได้ว่า การเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningful learning) ของออสซูเบล เป็นทฤษฎีกลุ่มพุทธิปัญญาแต่จะแตกต่างจากทฤษฎีของ เพียเจต์ ที่เน้นความสำคัญของผู้เรียน และของบรูเนอร์ที่เน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้โดยการค้นพบด้วยตนเอง (Discovery) สำหรับออสซูเบลจะ

สนับสนุนทั้ง Discovery และ Expository technique ซึ่งเป็นการสอนที่ครูให้หลักเกณฑ์ และ ผลลัพธ์ ออซุเบลมีความเห็นว่าสำหรับเด็กโต (อายุเกิน 11 หรือ 12 ปี) นั้น การจัดการเรียนการสอน แบบ Expository technique น่าจะเหมาะสมกว่าเพราะเด็กวัยนี้สามารถเข้าใจเรื่องราว คำอธิบาย ต่างๆ ได้ แต่ควรเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยการเรียนรู้สิ่งใหม่ มีการเชื่อมโยงพื้นฐานความรู้ เดิมที่มีมาก่อนกับสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ใหม่ จากการวิจัยพบว่า วิธีนี้จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้เร็วและ จำได้นาน ส่วนการเรียนรู้แบบ Discovery จะช่วยในการถ้อยทอดความรู้ได้ดี เพราะจะต้อง ค้นคว้า ทดลอง แก้ปัญหา หาคำตอบด้วยตนเอง

5. ทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม

ทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมเป็นทฤษฎีที่สำคัญในจำนวน 5 ทฤษฎี ที่เป็นข้อมูล พื้นฐาน ในการจัดทำหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2544 ซึ่ง สุมณฑา พรหมบุญ ผู้เชี่ยวชาญ ทางการศึกษา เป็นหัวหน้าคณะผู้เชี่ยวชาญในการจัดทำ จุดเน้นของการเรียนแบบมีส่วนร่วม คือ การให้นักเรียนมีส่วนร่วมทางด้านจิตใจ การได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ได้รับการ ฝึกฝนทักษะชีวิตต่างๆ การแสวงหาความรู้ การคิด การจัดการความรู้ การแสดงออก การสร้าง ความรู้ใหม่ และการทำงาน (ปรีวัตร เชื้อนแก้ว, ออนไลน์. 2550)

สมใจ ปราบพล (2544 : 13-14) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม หมายถึงการที่นักเรียน แต่ละคน มีส่วนร่วมโดยการเอาใจใส่เข้าร่วมทำให้เกิดการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม อาศัย หลักการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ และการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับ ชีวิตจริง ได้รับการฝึกฝนทักษะการแสวงหาออก ทักษะการสร้างความรู้ใหม่ และทักษะการทำงาน กลุ่ม

อรจรรย์ ณ ตะกั่วทุ่ง (2545 : 41) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม เป็นการเปิดโอกาสให้ นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ตัดสินใจเลือกบทเรียนที่ต้องการเรียนรู้ในลักษณะ กลุ่มหรือศึกษาด้วยตนเอง นักเรียนจะร่วมกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้นตอนฝึกปฏิบัติการวางแผนการทำงานกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันและทำรายงานผลการเรียนรู้

สุมณฑา พรหมบุญ และอรพรรณ พรสีมา (2549 : 34-35) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ช่วยเตรียมนักเรียนพร้อมที่จะเผชิญกับชีวิตจริงเพราะลักษณะของการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม เปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับฝึกหัดต่อการเรียนรู้ของตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติ ทำกิจกรรมกลุ่ม ฝึกฝน ทักษะการเรียนรู้ทักษะการบริหาร การจัดการ การเป็นผู้นำผู้ตามและที่สำคัญเป็นการเรียนรู้ที่มี

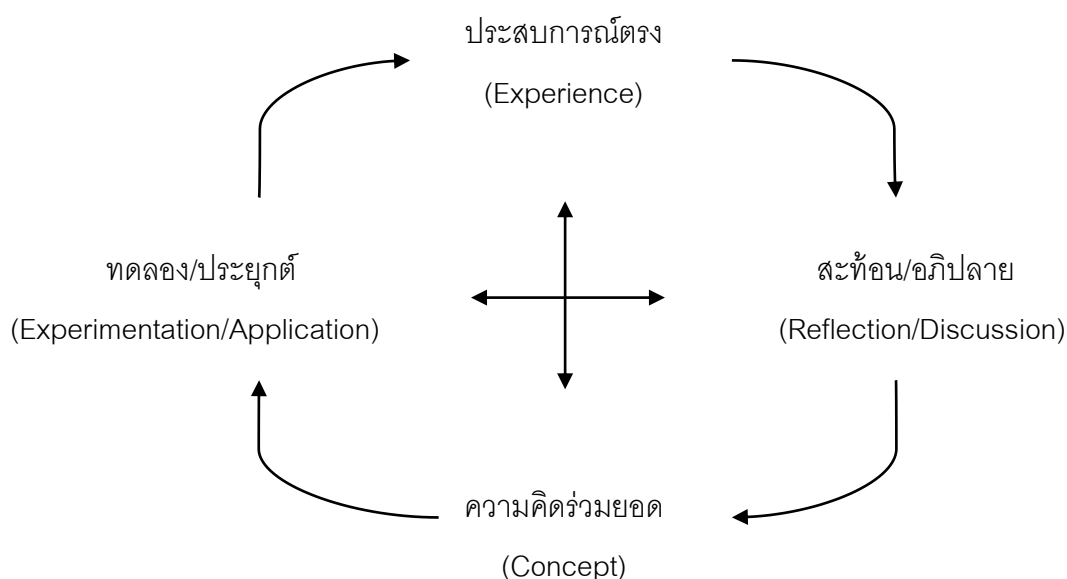
ความสัมพันธ์สอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียน มากที่สุดวิธีหนึ่ง อีกทั้งยังช่วยเสริมสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนความเป็นประชาธิปไตยฝึกการช่วยเหลือเกื้อกูลกัน ช่วยให้นักเรียนเกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียน ต่อผู้สอน ต่อสถานศึกษาและสังคม

Kolb (Online. 1994) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 4 องค์ประกอบ ในการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ นักเรียนควรมีทักษะในการเรียนรู้ทั้ง 4 องค์ประกอบ แม้บางคนจะชอบ/ถนัด หรือมีบางองค์ประกอบมากกว่า เช่นเคยมีประสบการณ์จริง แต่ถ้าไม่ชอบแสดงความคิดเห็นหรือไม่นำประสบการณ์มาร่วมอภิปรายนักเรียนนั้นก็ขาดการมีทักษะในองค์ประกอบอื่น ฉะนั้นนักเรียนจึงควรมีทิศทางการเรียนรู้ทุกด้าน และควรมีพัฒนาการเรียนรู้ให้ครบทั้งวงจร หรือทั้ง 4 องค์ประกอบ

ที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม จะทำให้นักเรียนได้ค้นพบตนเองเข้าใจความต้องการและทราบถึงระดับความสามารถของตนเอง ได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ได้รับการฝึกฝนทักษะการแสวงหาความรู้ในรูปแบบต่างๆ ได้ฝึกทักษะการเรียนรู้ทักษะการบริหาร การจัดการ การเป็นผู้นำผู้ตาม ฝึกทักษะการบันทึกความรู้ ทักษะการทำงานอื่น สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนได้รับการพัฒนา ไปสู่การเป็นคนเก่ง ดี และมีความสุขซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้สอนผู้ปกครอง และสังคม ปรารถนาอย่างยิ่ง

5.1 หลักการการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม

หลักการของการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม คือ กระบวนการสร้างความรู้โดยนักเรียนเป็นเจ้าของการเรียนรู้เอง เป็นการเรียนรู้ที่อาศัยประสบการณ์เดิมของนักเรียน ก่อให้เกิดความรู้ใหม่อย่างต่อเนื่อง นักเรียนสามารถกำหนดหลักการที่ได้จากการปฏิบัติและสามารถประยุกต์ใช้ทฤษฎีหรือหลักการได้อย่างถูกต้อง เป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการทำงานเป็นกลุ่ม มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับนักเรียน และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง ก่อให้เกิดเครือข่ายการเรียนรู้อย่างกว้างขวาง มีการแสดงออกทั้งการเขียนและการพูด (สุเทพ อ่วมเจริญ. ออนไลน์. 2549) โดยมีรายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 1 รูปแบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม

ที่มา : สุমনตา พรหมบุญ. 2540 : 16.

1.1 ขั้นประสบการณ์ (Experience) ในการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาที่ใช้ในการให้ความรู้หรือนำไปสู่การสอนทักษะต่างๆ ส่วนใหญ่จะเป็นเรื่องที่นักเรียนมีประสบการณ์อยู่ก่อนแล้ว องค์ประกอบที่เป็นประสบการณ์นี้ผู้สอนจะพยายามกระตุ้นให้นักเรียนซึ่งมีประสบการณ์อยู่ก่อนแล้วดึงประสบการณ์ของตัวเองออกมาใช้ในการเรียนรู้ และสามารถแบ่งประสบการณ์ที่เหมือนหรือแตกต่างไปจากตนเองได้ ขึ้นอยู่กับการใช้กระบวนการกลุ่มของผู้สอน การที่ผู้สอนพยายามให้นักเรียนดึงประสบการณ์มาใช้ในการเรียนรู้จะทำให้เกิดประโยชน์ทั้งนักเรียนและผู้สอนดังนี้

1.1.1 นักเรียน การที่นักเรียนได้ดึงประสบการณ์ของตนเองออกมานำเสนอร่วมกับเพื่อน จะทำให้นักเรียนรู้สึกว่าคุณได้มีส่วนร่วมในฐานะสมาชิกคนหนึ่ง มีความสำคัญที่มีคนฟังเรื่องราวของตนเอง และได้รับโอกาสรับรู้เรื่องราวของคนอื่น ซึ่งจะทำให้มีความรู้เพิ่มขึ้น ทำให้สัมพันธภาพในกลุ่มนักเรียนเป็นไปด้วยดี

1.1.2 ผู้สอน ไม่ต้องเสียเวลาในการอธิบายหรือยกตัวอย่างนักเรียนฟังเพียงแต่ใช้เวลาเล็กน้อยกระตุ้นให้นักเรียนได้เล่าประสบการณ์ของตนเอง ผู้สอนอาจใช้ใบชี้แจงกำหนดกิจกรรมของนักเรียน ในการนำเสนอประสบการณ์ ในกรณีที่นักเรียนไม่มีประสบการณ์ในเรื่องที่จะสอนหรือมีน้อย ผู้สอนอาจจะยกกรณีตัวอย่าง หรือสถานการณ์ก็ได้

1.2 ขั้นสะท้อนและอภิปราย (Reflection and discussion) นักเรียนจะได้แสดงความคิดเห็น และความรู้สึกของตนเองแลกเปลี่ยนกับสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งผู้สอนจะเป็นผู้กำหนดประเด็นวิเคราะห์ วิเคราะห์ นักเรียนจะได้เรียนรู้ถึงความคิด ความรู้สึกของคนอื่นที่ต่างไปจากตนเอง จะช่วยให้ได้ข้อสรุปที่หลากหลาย หรือมีน้ำหนักมากยิ่งขึ้นนอกจากนี้ นักเรียนจะได้เรียนรู้ถึงการทำงานเป็นทีม บทบาทของสมาชิกที่ดีที่จะทำให้ทำงานสำเร็จ การควบคุมตนเองและการยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น องค์ประกอบจะช่วยให้นักเรียนได้รับการพัฒนาทั้งด้านความรู้ และเจตคติในเรื่องที่อภิปราย การที่นักเรียนจะอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็นได้มากหรือน้อยแค่ไหน เป็นไปตามเนื้อหาที่จะสอนหรือไม่ ขึ้นอยู่กับใบงานที่ผู้สอนจัดเตรียมซึ่งประกอบไปด้วยประเด็นอภิปรายหรือตารางวิเคราะห์ เพื่อให้ นักเรียนทำได้สำเร็จ

1.3 ขั้นความคิดรวบยอด (Concept) เป็นขั้นที่นักเรียน ได้เรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาหรือพัฒนาด้านพุทธิพิสัย (Cognitive) เกิดได้หลายทางเช่น จากการบรรยายของผู้สอน การมอบหมายให้อ่านจากเอกสาร ตำรา หรือ ได้จากการสะท้อนความคิดเห็นหรืออภิปรายในองค์ประกอบที่ 2 โดยผู้สอนอาจจะสรุปความคิดรวบยอดให้จากการอภิปรายและการนำเสนอของนักเรียนแต่ละกลุ่ม นักเรียนจะเข้าใจและเกิดความคิดรวบยอด ซึ่งความคิดรวบยอดนี้จะส่งผลไปถึงการเปลี่ยนแปลงเจตคติ หรือความเข้าใจในเนื้อหาขั้นตอนของการฝึกทักษะต่างๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนปฏิบัติได้ง่ายขึ้น

1.4 ขั้นการทดลอง/การประยุกต์แนวคิด (Experimentation/Application) เป็นขั้นที่นักเรียนได้ทดลองใช้ความคิดรวบยอดหรือผลิตขั้นความคิดรวบยอดในรูปแบบต่างๆ เช่น การสนทนา สร้างคำขวัญ ทำแผนภูมิ เล่นบทบาทสมมุติ ฯลฯ เป็นการแสดงถึงผลของความสำเร็จของการเรียนรู้ในองค์ประกอบที่ 1 ถึง 3 ผู้สอนสามารถใช้กิจกรรมในองค์ประกอบนี้ ในการประเมินผลการเรียนการสอน

การเรียนการสอนส่วนใหญ่มักจะขาดขั้นการทดลอง/ประยุกต์แนวคิดซึ่งถ้าพิจารณาให้ดีจะเห็นได้ว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ผู้สอนจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้รู้จักการประยุกต์ใช้ความรู้ไม่ใช่เรียนแค่รู้แต่นำไปใช้ได้จริง

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบมีส่วนร่วม จำเป็นต้องจัดกิจกรรมให้ครบทั้ง 4 ขั้น และทั้ง 4 ขั้น มีความสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะขั้นการสะท้อนและอภิปราย (Reflection and discussion) และขั้นความคิดรวบยอด (Concept) ซึ่งทั้ง 2 ขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนได้ดึงข้อมูลเก่าหรือรับข้อมูลใหม่บางส่วนก่อนเพื่อนไปสู่การอภิปราย และประยุกต์ใช้ สำหรับระยะเวลาของแต่ละ

ชั้นประสบการณ์ หรือถ้าผู้สอนมีประเด็นในการอภิปรายที่สำคัญและมาก ก็อาจจะใช้เวลาอภิปรายมากกว่าชั้นความคิดรวบยอด

5.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม

การพัฒนาบุคคลสามารถทำได้ 3 ด้าน คือ พุทธิพิสัย (Cognitive) จิตพิสัย (Attitude) และทักษะพิสัย (Skill) ซึ่งมีความสัมพันธ์กัน ในที่นี้จะได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาแต่ละด้านโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมไว้ดังนี้

5.2.1 การจัดการเรียนการสอนด้านพุทธิพิสัย (Cognitive) แบบมีส่วนร่วม เป็นการเรียนเพื่อทบทวนพัฒนา ต่อยอดความรู้เดิม หรือการให้องค์ความรู้ใหม่ ๆ ที่นักเรียน สามารถนำความรู้ใหม่นี้ไปผนวกกับความรู้เดิม หรือประสบการณ์เดิม เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาการเรียนหรือแก้ไขปัญหาในด้านการเรียน นักเรียนจะผ่านขั้นตอนของการเรียนรู้คือ รู้ เข้าใจ และสามารถนำไปใช้ได้ การจัดเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ทำได้โดยเริ่มจากองค์ประกอบประสบการณ์ หรือความคิดรวบยอด

การจัดการเรียนด้านพุทธิพิสัยโดยใช้การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมทั้ง 4 องค์ประกอบ สามารถจัดกิจกรรมแต่ละองค์ประกอบดังนี้

5.2.2 ประสบการณ์ ผู้สอนจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้นำเสนอความรู้ที่แต่ละคน อาจใช้การจับคู่พูดคุยกันในระยะเวลาสั้นๆ แล้วผู้สอนสุ่มถามแต่ละคู่ การให้นักเรียนได้นำเสนอความรู้หรือประสบการณ์ เกี่ยวกับเนื้อหาที่ผู้สอนจะสอน จะช่วยให้ผู้ส่วได้ทราบถึงความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในองค์ประกอบต่อไป

5.2.3 ความคิดรวบยอดจากประสบการณ์ที่นักเรียนนำเสนอ ผู้สอน สามารถสรุปความคิดรวบยอด และบรรยายเพิ่มเติม แต่ถ้าผู้สอนเริ่มต้นด้วยการบรรยาย ความคิดรวบยอด อาจบรรยายไปบางส่วน แล้วให้นักเรียนได้นำเสนอประสบการณ์ แล้วสรุปความคิดรวบยอด ทั้งหมดทุกครั้งที่นักเรียนนำเสนอประสบการณ์ ผู้สอนต้องสรุปและเชื่อมโยงประสบการณ์นั้นกับความความคิดรวบยอด

5.2.4 การสะท้อน/อภิปราย จากเนื้อหาความรู้ที่นักเรียนได้รับไปแล้วผู้สอน สามารถจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น และเพื่อเตรียมความรู้การนำไปใช้ ผู้สอนอาจใช้ใบงานกำหนดกลุ่มนักเรียนและกิจกรรมให้อภิปราย ในประเด็นสำคัญของความรู้ เช่น อภิปรายเกี่ยวกับ "ปัญหา/อุปสรรคที่อาจจะเกิดขึ้นในการประเมินโครงการตามรูปแบบผู้สอน"

5.2.5 การทดลอง/ประยุกต์ เป็นองค์ประกอบสุดท้ายของการเรียนรู้ ที่นักเรียนจะได้นำประสบการณ์ที่ได้รับจาก องค์ประกอบข้างต้นมาทดลองใช้ เพื่อเป็นการประเมินว่านักเรียนมี

ความรู้ความเข้าใจและความสามารถในการนำความรู้ที่ได้ไปใช้หรือไม่โดยผู้สอนจัดกิจกรรมด้วยการแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยๆ 5-6 คนมอบหมายให้ทำกิจกรรมตามใบชี้แจง หรือใบงาน เช่น มอบหมายให้ช่วยกันทำโครงการประเมินผล โครงการโดย ประยุกต์ใช้รูปแบบการประเมินที่เรียนรู้ไป

สะเต็มศึกษาศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

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 เพื่อที่จะช่วยให้นักเรียนอเมริกันเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ต่อมาในปี ค.ศ. 1989 ได้จัดพิมพ์หนังสือชื่อ วิทยาศาสตร์เพื่อพลเมืองอเมริกา (Science for All Americans) ขึ้นมาเพื่อส่งเสริมการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ จนกระทั่งต้นปี ค.ศ.1990 หน่วยงานต่างๆ ในสหรัฐอเมริกาทั้ง สมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Science Teacher Association : NSTA) คณะกรรมการครูคณิตศาสตร์แห่งชาติ (Council National of Teachers of Mathematics) นักเรียน นักวิจัย เจ้าของธุรกิจ และอาจารย์ในมหาวิทยาลัย ต่างเรียกร้องให้มีนวัตกรรมการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งในยุคนั้น สถาบันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Science Foundation : NSF) ได้กำเนิดคำว่า SMET Education จนกระทั่งปี ค.ศ. 2001 Judith A. Ramaley ผู้บริหารของ NSF ได้เปลี่ยนจากคำว่า SMET Education เป็นคำว่า STEM Education ซึ่งหมายถึงการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยมีการบูรณาการคณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีเข้าไว้เป็นหนึ่งศาสตร์การเรียนรู้ (สุรยศทรัพย์ประกอบ และคณะ, 2556)

จากผลการสอบ PISA และ TIMSS ของประเทศสหรัฐอเมริกา แสดงให้เห็นถึงการถดถอยทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ซึ่งล้าหลังประเทศอื่นในด้านความสามารถด้าน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ รวมทั้งปัญหาการขาดความสนใจในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ ตลอดจนขาดความสนใจที่จะเข้าศึกษาต่อและประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีตามแนวทางของ STEM ขึ้น โดยรัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการพัฒนาการศึกษาตามแนวทาง STEM ซึ่งมุ่งผลให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงวิชา (วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี

วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์) มาใช้เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนานวัตกรรมให้สอดคล้องกับสถานการณ์ของปัจจุบัน และให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในวิทยาศาสตร์และอยากประกอบอาชีพในสาขาที่เกี่ยวข้องกับ STEM มากยิ่งขึ้น เพื่อนำไปสู่การแข่งขันในระดับโลกแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะพื้นฐานที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 (Breiner *et al.*, 2012; Percen *et al.*, 2012)

2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

แม้ว่าความหมายของคำว่า สะเต็มศึกษา หรือการจัดการเรียนรู้ตามแนว STEM จะยังไม่มีใครให้นิยามหรือความหมายที่ชัดเจนได้ (Breiner *et al.*, 2012) แต่จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีผู้ให้นิยามของคำว่า สะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้

อภิสิทธิ์ ธงชัย และคณะ (2555) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ว่าเป็นการบูรณาการ 4 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยทั้งสี่วิชามีความสำคัญเท่ากัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา ค้นคว้า สร้างสรรค์ และพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบันธานี จันทน์นาง (2556) กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการเนื้อหาของ 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกันมนตรี จุฬาวัดนทล (2556) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางจัดการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ที่เน้นการบูรณาการการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง

รักษพล ธนานุวงศ์ (2556 ก) ได้ให้ความหมายว่า สะเต็มศึกษา คือ การเรียนรู้เนื้อหา และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ (Science) คณิตศาสตร์ (Mathematics) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และเทคโนโลยี (Technology) ซึ่งล้วนแต่เป็นวิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีความเป็นโลกาภิวัตน์ ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความรู้ และเต็มไปด้วยเทคโนโลยี อีกทั้งวิชาทั้ง 4 มีความสำคัญอย่างมากกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ และการพัฒนาคุณภาพชีวิต

พรทิพย์ ศิริภักทธราชย์ (2556) ได้กล่าวว่า STEM Education คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) วิชาเทคโนโลยี (T) วิชาวิศวกรรมศาสตร์ (E) และวิชาคณิตศาสตร์ (M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขามารวมผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้

ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

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

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

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

ดังนั้น จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจึงขอสรุปความหมายของ สะเต็มศึกษา คือ แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชาระหว่างสาขาวิชาทั้งสี่ ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี วิชาวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาคณิตศาสตร์ โดยนำความรู้ของแต่ละวิชามาสผสมผสานกันให้เป็นหนึ่งเดียว เพื่อให้ผู้เรียนเห็นถึงความสัมพันธ์และความสำคัญของวิชาทั้งสี่ และเพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้เพื่อแก้ปัญหา ค้นคว้า สร้างสรรค์และพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกแห่งความเป็นจริง

2.2 ลักษณะของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีแนวคิดและลักษณะดังนี้ (DeJarnette, 2012; Wayne, 2012; Breiner *et al.*, 2012; ธวัช ชิตตระการ, 2555; รัชพล ธนานุวงศ์, 2556 ก; อภิลิทธิ์ ธงไชย และคณะ, 2555)

2.2.1 เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา นั่นคือเป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาวิชาต่างๆ ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (S) วิชาเทคโนโลยี (T) วิชาวิศวกรรมศาสตร์ (E) และวิชาคณิตศาสตร์ (M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละวิชามาสผสมผสานกันอย่างลงตัว 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 เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่างๆ หรือกระบวนการต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเรา โดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยี ที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้น เทคโนโลยีจึงมีได้หมายถึงคอมพิวเตอร์ หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจกัน

วิชาวิศวกรรมศาสตร์

ธรรมชาติของวิชาวิศวกรรมศาสตร์นั้น เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์ พัฒนาวัตถุกรรมต่างๆ โดยใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งคนส่วนใหญ่มักเข้าใจว่าเป็นวิชาที่สามารถเรียนได้ในระดับอุดมศึกษา แต่จากการศึกษาวิจัยพบว่า แม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดีเช่นกัน

วิชาคณิตศาสตร์

ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์นั้น เป็นวิชาที่ไม่ได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้น แต่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญ 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) จากกิจกรรมการเล่นหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

2.2.2 เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาล

ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพบว่าในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนาสะเต็มศึกษามาใช้ ผลจากการศึกษาพบว่าครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) การสอนแบบใช้การออกแบบเป็นฐาน (Design-Based Learning) ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์พัฒนาชิ้นงานได้ดี และถ้าครูผู้สอนสามารถใช้สะเต็มศึกษาในการสอนได้เร็วเท่าไรก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการนาสะเต็มศึกษาไปสอนตั้งแต่วัยก่อนวัยเรียน (Pre-School) ด้วย

2.2.3 เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการด้านต่างๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่นด้านปัญหา ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาด้านทักษะการคิด ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดโดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ ด้านคุณลักษณะ ผู้เรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพการเป็นผู้นำตลอดจนการยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

2.2.4 ความจำเป็นการใช้สะเต็มศึกษาในต่างประเทศ

สะเต็มศึกษา มีจุดกำเนิดมาจากประเทศสหรัฐอเมริกา เพราะขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศลดน้อยลงจากที่เคยเป็นมา ดังเห็นได้จากผลการทดสอบโครงการประเมินนักเรียนนานาชาติ (PISA) และการทดสอบด้านคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์ระดับสากล (TIMSS) ของนักเรียนในประเทศสหรัฐอเมริกานั้นต่ำกว่าหลายประเทศ คณะนักวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความถดถอยของการศึกษา (พรทิพย์ ศิริภทราชัย, 2556) นอกจากนั้น นักเรียน นักศึกษาที่สนใจเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ลดน้อยลงประชากรวัยทำงานทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมเองก็มีจำนวนน้อยลง ผลการศึกษาระบุว่า ประชากรระดับคุณภาพที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกด้านวิทยาศาสตร์และกำลังทำงานนั้นส่วนใหญ่เป็นคนต่างชาติมากกว่าเป็นชาวอเมริกันเอง นั่นหมายถึงการขาดแคลนทรัพยากรมนุษย์ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านเศรษฐกิจตามมา ดังนั้น นโยบายการศึกษาทางด้านสะเต็มศึกษาจึงเป็นแนวทางที่จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ โดยคาดหวังว่าจะช่วยยกระดับผลการทดสอบต่างๆ เช่น PISA ให้สูงขึ้นส่งผลให้ประชากรมีคุณภาพและสามารถแก้ปัญหาของชาติในด้านอื่นๆ ได้ (พรทิพย์ ศิริภทราชัย, 2556 อ้างอิงจาก Rachel, 2008)

นอกจากประเทศสหรัฐอเมริกาแล้ว ยังมีประเทศอื่นๆ อีกที่ประสบปัญหาเช่นเดียวกันนี้

เช่น อังกฤษ ออสเตรเลีย จีน อินเดีย เป็นต้น ที่ต้องเร่งสร้างความสามารถในการแข่งขันกับประเทศอื่นๆ โดยการสร้างเสริมความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้สะเต็มศึกษา เห็นได้ชัดจากตัวอย่างที่แสดงว่าในปี ค.ศ. 2015 ประเทศจีนจะผลิตบัณฑิตด้าน STEM ได้มากที่สุดในโลก คือ 3.5 ล้านคนต่อปี ซึ่งมากกว่าจำนวนที่จะผลิตได้จากประเทศสหรัฐอเมริกา อังกฤษและญี่ปุ่นรวมกัน (ภาพประกอบ 2.1) ข้อมูลดังกล่าวบ่งชี้ให้เห็นว่าประเทศจีนจะมีโอกาสพัฒนาความสามารถในการแข่งขันของประเทศเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อาจก้าวทันประเทศชั้นนำของโลกในเร็ววันนี้ที่มหาวิทยาลัยและคณิตศาสตร์ มีจำนวนลดน้อยลง จึงทำให้เกิดแรงผลักดันให้เกิดการจัดการเรียนรู้

2.3 ความหมายของสะเต็มศึกษา (STEM Education)

ความหมายของสะเต็มศึกษา ได้มีนักการศึกษาให้ความหมายแตกต่างกัน ดังนี้ Gonzalez และ Kuenzi (2012: summary) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า หมายถึง การเรียนการสอนหรือการเรียนรู้ในสาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ รวมถึงการทำกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งที่เป็นทางการ เช่น ในห้องเรียน และไม่เป็นทางการเช่น โปรแกรมแบบฝึกหัด

มนตรี จุฬารัตนพล (2556: 16) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ไว้ว่าคือ วิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่อนุบาล ประถมศึกษา มัธยมศึกษา ไปจนถึงอาชีวศึกษาและอุดมศึกษา โดยไม่เน้นเพียงการท่องจำสูตรเพียงอย่างเดียว แต่สะเต็มศึกษาจะฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหาและสร้างทักษะการหาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ ทำให้ผู้เรียนรู้จักนำองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สาขาต่าง ๆ มาบูรณาการกันเพื่อมุ่งแก้ปัญหาสำคัญ ๆ ที่พบในชีวิตจริง

ศานิกานต์ เสนิงส์(2556: 30) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ไว้ว่าเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่เน้นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและอาชีพ

พรทิพย์ ศิริภทราชัย (2556: 49) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ

ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาสผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้าและการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ (2557: 4) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ และขณะเดียวกันต้องมีการบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวังให้เกิดขึ้นกับการเรียนรู้ เนื้อหาด้วยพฤติกรรมเหล่านี้รวมถึงการกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบการคิดอย่างมีเหตุมีผลในเชิงตรรกะ รวมถึงทักษะของการเรียนรู้หรือการทำงานแบบร่วมมือ

ชลธิป สมหาโต (2557: 1) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ไว้ว่าเป็นรูปแบบการจัดการศึกษาที่บูรณาการกลุ่มสาระและทักษะกระบวนการของทั้ง 4 สาระอันได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ โดยนำลักษณะธรรมชาติของแต่ละสาระวิชาและกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนมาผสมผสานกันเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะที่สำคัญและจำเป็นอีกทั้งยังตอบสนองต่อการดำรงชีวิตอยู่ในยุคปัจจุบันและโลกอนาคต

จากความหมายของสะเต็มศึกษา สามารถสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา คือ การจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการศาสตร์เนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์โดยผ่านกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้ในภาคทฤษฎีมาใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกิดขึ้นส่งผลให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อันเป็นสิ่งสำคัญที่เป็นความรู้และทักษะพื้นฐานในการดำรงชีวิตเพื่อการประกอบอาชีพและพัฒนาประเทศในอนาคต

2.4 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 เพื่อเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในการ

ดำเนินชีวิต รวมทั้งเพื่อให้สามารถพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต อีกทั้งวิชาทั้งสี่เป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างมากกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิต และความมั่นคงของประเทศซึ่งล้วนเป็นวิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21

2.5 แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา (STEM Education)

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการศึกษาที่มีแนวคิดและลักษณะดังนี้ (Dejarnette, 2012; Wayne., 2012; Breiner, et al., 2012; ธวัช ชิตตระการ, 2555; รัชพล ธนานนวงศ์, 2556; อภิสิทธิ์ ธิงไชย และคณะ, 2555 อ้างโดย พรทิพย์ ศิริภทราชัย, 2556: 50)

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

วิทยาศาสตร์ (S) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติโดยนักการศึกษามักชี้แนะให้อาจารย์ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา หรือมหาวิทยาลัยเพราะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่สนใจแต่การสอนวิทยาศาสตร์ใน STEM Educationจะทำให้นักเรียนสนใจมีความกระตือรือร้นรู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียนส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียนเทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับ กระบวนการแก้ปัญหาปรับปรุงพัฒนาสิ่งต่างๆ หรือกระบวนการต่างๆเพื่อตอบสนองความต้องการของคนเราโดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยีที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้นเทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจ

วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วย การคิดสร้างสรรค์พัฒนานวัตกรรมต่างๆ ให้กับนิสิตนักศึกษาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งคนส่วนใหญ่มักเข้าใจว่าเป็นวิชาที่สามารถเรียนได้แต่จากการศึกษาวิจัยพบว่า แม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดีเช่นกัน

คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่มีได้หมายถึง การนับจำนวนเท่านั้นแต่เกี่ยวกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญประการแรกคือกระบวนการคิดคณิตศาสตร์(Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่การเปรียบเทียบการจำแนก/จัดกลุ่ม การจัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติประการที่สอง ภาษาคณิตศาสตร์เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept)ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่าน้อยกว่าเล็กกว่าใหญ่กว่าลงประการต่อมา คือ การส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นของเด็กหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

2. เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้นตั้งแต่ชั้นอนุบาล-มัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพบว่า ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำ STEM Education มาใช้ผลจากการศึกษาพบว่าครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ Project-based Learning, Problem-based Learning, Design-based Learning ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์พัฒนาชิ้นงานได้ดีและถ้าครูผู้สอนสามารถใช้STEM Education ในการสอนได้เร็วเท่าใดก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกามีการนำSTEM Education ไปสอนตั้งแต่ระดับวัยก่อนเรียน (Preschool) ด้วย

3. เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น

3.1 ด้านปัญญาผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชา

3.2 ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดโดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์การคิดสร้างสรรค์ฯ

3.3 ด้านคุณลักษณะผู้เรียน มีทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพการเป็นผู้นำตลอดจนการยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

2.6 เหตุผลที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

ประเทศไทยกำลังประสบปัญหาเกี่ยวกับการศึกษาคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีหลายประการที่สำคัญ ได้แก่

1. จำนวนผู้เรียนสายวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีลดลง ตั้งแต่การศึกษาขั้นพื้นฐาน อาชีวศึกษา และอุดมศึกษา นอกจากนี้การประเมินผลทั้งในระดับประเทศและระดับนานาชาติ บ่งชี้ว่าการศึกษาวិทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีระดับโรงเรียนมีคุณภาพต่ำโดยเฉลี่ย

2. ประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ในกลุ่มที่มีรายได้ระดับปานกลาง ซึ่งต้องการกำลังคน ที่มีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการผลิตและการบริการที่มีการแข่งขันสูง เช่น การเกษตรแบบก้าวหน้า การผลิตสินค้าที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง การสื่อสาร การคมนาคม การพลังงานและการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ต้องใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และเครื่องจักรที่มีเทคโนโลยีสูง ตลอดจนการจัดการลอจิสติกส์ เป็นต้น แต่การศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยียังไม่สามารถตอบสนองความต้องการในการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมของชาติ

3. ในยุคประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community– AEC) ที่เริ่มในปี พ.ศ. 2558 จะมีการเคลื่อนย้ายเสรีของกำลังคนด้านสะเต็ม (STEM Workforce) เช่น วิศวกร นักสำรวจ สถาปนิก แพทย์ ทันตแพทย์ และพยาบาล ซึ่งประเทศไทยยังขาดแคลนกำลังคนทางด้านนี้ทั้งปริมาณและคุณภาพจึงจำเป็นต้องเร่งปรับยุทธศาสตร์การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ให้เน้นความรู้ทักษะที่เหมาะสมกับการประกอบอาชีพในเศรษฐกิจและสังคมยุคเออีซี

2.7 จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(2557: 4)

2.7.1) ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ แก้ปัญหาในชีวิตจริงและสร้างนวัตกรรมที่ใช้สะเต็มเป็นพื้นฐาน

2.7.2 ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุขและมองเห็นเส้นทางการประกอบอาชีพในอนาคต

2.7.3 ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีสูงขึ้น

2.7.4 ครูสามารถออกแบบและจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอย่างมั่นใจ

2.7.5 สสวท. ได้รูปแบบการจัดการศึกษาสะเต็มที่เชื่อมโยงกับกลุ่มสาระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพิ่มพูนโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในบริบทที่หลากหลาย มีความหมายและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

6. ประเทศไทยจะมีกำลังคนด้านสะเต็ม (STEM Workforce) ที่จะช่วยยกระดับรายได้ของชาติให้สูงกว่าระดับรายได้ปานกลางในอนาคต

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อตอบสนองความต้องการของการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่มีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งถือเป็นทรัพยากรสำคัญของการยกระดับความสามารถของประเทศในการ

แข่งขันกับประเทศอื่น ๆ อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะทางด้านความรู้ควบคู่ไปกับทักษะในการดำรงชีวิตที่จำเป็นต่อการใช้ชีวิตและการทำงานในอนาคตต่อไป

2.8 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education)

จำรัส อินทลาภาพร และคณะ (2558: 64) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่

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

2.8.2 จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกทำโครงงานที่ตนเองสนใจ โดยร่วมกันสำรวจ สังเกต และกำหนดเรื่องที่ตนเองสนใจ มีการวางแผนในการทำโครงงานร่วมกัน โดยศึกษาหาข้อมูลความรู้ที่เป็น และลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดจนได้ข้อค้นพบหรือองค์ความรู้ใหม่ แล้วเขียนรายงาน และนำเสนอต่อสาธารณชน และนำผลงานและประสบการณ์ทั้งหมดมาอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้รับทั้งหมด

2.8.3 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน

2.9 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 การปฏิบัติการทดลอง
- 1.3 การรายงานผลการทดลอง
- 1.4 การศึกษาตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

2. ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบทางวิศวกรรม

(Engineering Design) ผู้สอนสามารถประเมินกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของผู้เรียน
ดังนี้คือ

2.1 การระดมความคิด

2.2 การพัฒนาโมเดลต้นแบบ

2.3 การทำงานเป็นทีม

สรุปได้ว่า ในการวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรใช้การประเมิน
หลายครั้งคือประเมินก่อนเรียน ระหว่างเรียน และประเมินหลังเรียน การประเมินระหว่างเรียน
ผู้สอนทำได้โดยการใช้คำถาม การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน การประเมินตนเองและการประเมิน
จากเพื่อนและการบันทึกข้อมูลงานที่ทาเสร็จตามเป้าหมายที่กำหนด ส่วนการประเมินหลังเรียน
ผู้สอนสามารถประเมินโครงการที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ

2.9 ประโยชน์จากการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)

1. ด้านเศรษฐกิจ (Economic Opportunity) การเรียนรู้สะเต็มศึกษาช่วยเพิ่ม
โอกาสในด้านเศรษฐกิจ การทำงาน การเพิ่มมูลค่า เพราะนวัตกรรมใหม่ๆที่เกิดขึ้นที่ขับเคลื่อน
เศรษฐกิจของโลกล้วนมีพื้นฐานมาจากสะเต็มศึกษา

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

3. ด้านความมั่นคง (National Security) การเรียนรู้สะเต็มศึกษาช่วยสร้างเสริม
ความมั่นคงให้กับประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในด้านความมั่นคงและความปลอดภัยด้านไซเบอร์
(cyber security) ในโลกปัจจุบันที่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีด้านการสื่อสารอย่างมาก

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

สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education : สะ
เต็มศึกษา) เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์
และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ไขปัญหที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างประสบการณ์ ทักษะชีวิต
ความคิดสร้างสรรค์และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์
ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การ
สร้างนวัตกรรมในอนาคต

การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่บูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผนวกกับแนวความคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยนักเรียนจะได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และได้นำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ ซึ่งมีได้หลายรูปแบบแต่มีขั้นตอนหลักๆดังนี้ 1.การระบุปัญหา (Identify a Challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจในสิ่งที่ปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว 2.การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) คือการรวบรวม ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและการประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีข้อด้อย และความเหมาะสม เพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด 3. การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) ผู้แก้ปัญหามustกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจน รวมถึงออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (prototype) ของผลผลิต เพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา 4. การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบ เพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้อาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น 5.การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) หลังการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหามustนำเสนอผลลัพธ์ โดยออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ อย่างไรก็ตาม การแก้ปัญหามustตามขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมอาจลำดับขั้นตอนการดำเนินงานแตกต่างจากนี้ โดยอาจมีการสลับขั้นตอนหรือย้อนกลับขั้นตอนได้ และโดยทั่วไปการสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือการแก้ปัญหาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง มักเป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำและต่อเนื่องจนกว่า จะสามารถแก้ปัญหาได้

ดังที่ได้กล่าวแล้วว่า สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนแบบบูรณาการ ซึ่งการบูรณาการสามารถแบ่งได้ 4 ระดับ ดังนี้

- การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary Integration)
- การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Integration)
- การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary Integration)

1.การบูรณาการภายในวิชา

เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะแต่ละวิชาแยกกัน การจัดการเรียนรู้แบบนี้คือการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่เป็นอยู่ทั่วไป ที่ครูผู้สอนแต่ละวิชาต่างจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนตามรายวิชาของตนเอง

2. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ

เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาแยกกัน แต่มีข้อหลัก (Theme) ที่ครูทุกวิชากำหนดร่วมกันและมีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆ การจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาวิชาต่างๆ กับสิ่งที่อยู่รอบตัว เช่น ถ้าครูผู้สอนแต่ละวิชากำหนดร่วมกันว่า จะใช้กระติบข้าวเป็นหัวข้อหลักในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ครูผู้สอนเทคโนโลยีสามารถเริ่มแนะนำกระติบข้าวได้ว่า กระติบข้าวจัดเป็นเทคโนโลยีอย่างง่ายที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกหรือตอบสนองความต้องการที่จะเก็บความร้อนของข้าว ในขณะที่ครูวิทยาศาสตร์ยกตัวอย่างกระติบข้าวเพื่อสอนเรื่องการถ่ายโอนความร้อน ครูคณิตศาสตร์สามารถใช้กระติบข้าวสอนเรื่องรูปทรงและให้นักเรียนหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของกระติบข้าวได้

3.การบูรณาการแบบสหวิทยาการ

เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะอย่างน้อย 2 วิชาร่วมกัน โดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชา เพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกัน ในการจัดการเรียนรู้แบบนี้ครูผู้สอนในวิชาที่เกี่ยวข้องทำงานร่วมกัน โดยพิจารณาเนื้อหาหรือตัวชี้วัดที่ตรงกันและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาของตนเองโดยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นผ่านเนื้อหาหรือตัวชี้วัดนั้น เช่น ในวิชา วิทยาศาสตร์ หลังการเรียนรู้เรื่องการถ่ายโอนความร้อนและฉนวนกันความร้อน ครูกำหนดให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บความร้อนของ

กระตืบข้าว โดยขอให้ครูคณิตศาสตร์สอนเรื่องการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของรูปทรงต่างๆก่อนให้นักเรียนเริ่มทำการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ หลังจากนั้นเมื่อนักเรียนทดลองและเก็บข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ให้นำข้อมูลจากการทดลองไปสร้างกราฟและและตีความผลการทดลองในวิชาคณิตศาสตร์

4.การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา

เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้เชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ กับชีวิตจริง โดยนักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจหรือปัญหาของนักเรียน โดยครูอาจกำหนดกรอบหรือหัวข้อหลักของปัญหากว้างๆแล้วให้นักเรียนระบุปัญหาที่เฉพาะเจาะจงและวิธีการแก้ปัญหา ทั้งนี้ ในการกำหนดกรอบปัญหาให้นักเรียนศึกษานั้น ครูต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของนักเรียน 3 ปัจจัยได้แก่

1. ปัญหาหรือคำถามที่นักเรียนสนใจ
2. ตัวชี้วัดในวิชาต่างๆที่เกี่ยวข้อง
3. ความรู้เดิมของนักเรียน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หรือโครงการเป็นฐาน (Problem/Project-Based Learning) เป็นกลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ (Instructional Strategies) ที่มีแนวทางใกล้เคียงกับแนวทางการบูรณาการแบบนี้ หากพิจารณาการใช้กระตืบข้าวเป็นหัวข้อหลักในการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ครูสามารถจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา โดยกำหนดกรอบปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเช่น การใช้กระตืบข้าวในร้านอาหารที่มักมีการบรรจุข้าวในถุงพลาสติกก่อนบรรจุลงในกระตืบข้าวเพื่อป้องกันข้าวเหนียวติดค้างที่กระตืบซึ่งจะส่งผลทำให้ทำความสะอาดยาก และผู้เรียนต้องออกแบบกระตืบข้าวหรือวิธีการที่จะทำให้กระตืบข้าวมีสมบัติลดการติดของข้าวเหนียวเพื่อลดการใช้ถุงพลาสติก หลังจากที่ผู้สอนนำเสนอปัญหาดังกล่าวแล้ว ผู้เรียนต้องกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดและทักษะวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

3.การคิดวิเคราะห์

ความหมายของการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์ เป็นความสามารถทางสติปัญญาของแต่ละบุคคลต่อสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งนักวิชาการได้ให้ความหมายแตกต่างกัน ดังนี้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2547, หน้า 24) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถในการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบต่างๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งอาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราวหรือเหตุการณ์ และหาความสัมพันธ์อย่างมีเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น หาสาเหตุของสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้น

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551, หน้า 121) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถในการแยกรายละเอียด ข้อมูลองค์ประกอบของสิ่งต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ และจัดเป็นหมวดหมู่ เพื่อหาความจริง ความสำคัญ องค์ประกอบหรือหลักการของเรื่องนั้นๆ รวมทั้งหาความสัมพันธ์ และความเชื่อมโยงของสิ่งต่างๆ จนนำความคิดสู่การสรุป การประยุกต์ใช้ การทำนายหรือคาดการณ์ได้อย่างถูกต้อง

ลักขณา สิริวัฒน์ (2549, หน้า 67) กล่าวว่า เป็นการแยกองค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เพื่อศึกษาว่าทำมาจากอะไร มีองค์ประกอบอะไร ประกอบขึ้นมาและมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2541, หน้า 94) กล่าวถึงความหมายว่า เป็นความสามารถในการคิดพิจารณาอย่างรอบครอบและมีเหตุผลเพื่อใช้ในการตัดสินใจ

สุคนธ์ สิ้นพวนนท์ (2552, หน้า 13-14) ให้ความหมายว่า เป็นการคิดที่สามารถแยกแยะข้อมูลหรือเรื่องต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อยตามหลักการหรือเกณฑ์ที่กำหนด เพื่อหาความจริงหรือความสำคัญที่แฝงอยู่ นำไปสู่ข้อสรุปและนำไปประยุกต์ใช้

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531, หน้า 307) กล่าวถึงว่าเป็นการแยกวัตถุให้ออกเป็น ส่วนประกอบย่อยๆ หาความสัมพันธ์ของส่วนประกอบเหล่านั้น รวมทั้งวิธีที่รวมตัวกันขึ้นเป็นวัตถุนั้นๆ ด้วย

Bloom (1956) กล่าวว่า เป็นความสามารถในการแยกส่วนย่อยๆ ของเหตุการณ์ ว่ามีองค์ประกอบ ความสำคัญ ผลที่เกิดขึ้น และมีหลักการอย่างไร

Dewey (1993 อ้างอิงใน ชำนาญ เี่ยมสำอาง, 2539, หน้า 51) ในความหมายว่าเป็น

การคิดไตร่ตรอง พิจารณาอย่างละเอียด โดยการคิดเริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยาก และ คลี่คลายสิ้นสุดด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

Good (1973) เป็นการศึกษาอย่างรอบคอบตามการประเมินโดยมีหลักฐานอ้างอิง แล้วนำไปสู่สรุป รวมถึงการพิจารณาองค์ประกอบ กระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างมีเหตุผล

Russel (1956) เป็นการศึกษาเพื่อแก้ปัญหา เป็นการศึกษาการจดหมวดหมู่โดยใช้ เกณฑ์ที่ยอมรับ

โดยสรุปการคิดวิเคราะห์ หมายถึง การนำวัตถุ เหตุการณ์หรือเรื่องราวต่างๆ ได้ถูกต้อง เพื่อหาองค์ประกอบ การจัดประเภท การหาความสัมพันธ์ รวมถึงการอธิบายโดยใช้หลักการหรือ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปสู่ข้อสรุปและนำไปประยุกต์ใช้ได้

1. พื้นฐานของการคิดวิเคราะห์

บุคคลที่สามารถคิดวิเคราะห์ต่อเหตุการณ์ หรือสถานการณ์ต่างๆ ได้ถูกต้อง เหมาะสม จะมีแนวคิดพื้นฐาน ดังนี้

ลักษณะ สิริวัฒน์ (2549, หน้า 72) กล่าวถึงพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับนำไปสู่การคิด วิเคราะห์ ดังนี้

1.การตั้งเป้าหมายของการคิด ควรตั้งเป้าหมายของการคิดในสิ่งที่ถูกต้องเหมาะสม ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญมาก หากการคิดมีคุณภาพแต่คิดไม่ดี คิดให้เกิดความเสียหายย่อมส่งผลให้มีความเดือนร้อนเกิดขึ้น ดังนั้นการคิดต้องคิดให้ถูกต้อง เหมาะสม คำนึงถึงประโยชน์ส่วนรวมและ สิ่งที่จะเกิดขึ้นตามมาด้วย

1. การคิดพื้นฐานที่จำเป็น ได้แก่ การคิด 4 ลักษณะ คือ

- 2.1 การคิดคล่อง หมายถึง การกล้าคิด ความคิดไหลออกมาได้รวดเร็ว
- 2.2 การคิดหลากหลาย หมายถึง ความคิดได้หลายลักษณะ หลายประเภท
- 2.3 การคิดละเอียดลออ หมายถึง การคิดที่รอบคอบ
- 2.4 การคิดให้ชัดเจน หมายถึง การคิดอย่างเข้าใจ สามารถอธิบายได้อย่างได้ด้วย คำพูดของตนเอง

2. การคิดระดับกลาง แบ่งเป็น 4 ลักษณะ คือ

- 3.1 การคิดกว้าง หมายถึง การคิดได้หลายด้าน หลายแง่มุม
- 3.2 การคิดลึกซึ้ง หมายถึง การคิดให้เข้าใจสาเหตุ ความสัมพันธ์ คุณค่าของสิ่งนั้น

3.3 การคิดไกล หมายถึง การประมวลข้อมูลแบบกว้างและลึก เพื่อทำนายสิ่งที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

3.4 การคิดอย่างมีเหตุผล หมายถึง การคิดโดยใช้เหตุผลแบบนิรนัยหรืออุปนัย
 ดังนั้นสรุปได้ว่า พื้นฐานที่จะนำไปสู่การคิดวิเคราะห์ของแต่ละบุคคลคือ 1) มีการตั้งเป้าหมายในการคิด 2) มีการคิดรวดเร็วคิดหลายแง่มุม คิดละเอียดรอบคอบ คิดและอธิบายได้ 3) มีการคิดในระดับกลางคือคิดกว้าง คิดลึกซึ้ง คิดไกลและคิดอย่างมีเหตุผล

3. องค์ประกอบของทักษะการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์สามารถแบ่งแยกเป็นองค์ประกอบย่อย ซึ่งนักวิชาการได้แบ่ง การคิดวิเคราะห์ ตามแนวคิด ดังนี้

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551, หน้า 123) กล่าวถึงทักษะการคิดวิเคราะห์ตามแนวของบลูม ประกอบด้วยทักษะสำคัญ 3 ด้าน คือ

1. การคิดวิเคราะห์ความสำคัญหรือเนื้อหา ประกอบด้วย

1.1 วิเคราะห์ชนิดวินิจจยว่าเหตุการณ์นั้นๆ จัดเป็นชนิดใด มีลักษณะใด เพราะเหตุใด

1.2 วิเคราะห์สิ่งสำคัญ วินิจจยว่าสิ่งใดสำคัญ สิ่งใดไม่สำคัญ ค้นหาสาระสำคัญ ข้อความหลัก ข้อสรุป จุดเด่น จุดด้อย เช่น สาระสำคัญของเรื่องนี่คืออะไร

1.3 วิเคราะห์เลศนัย หาสิ่งใดแอบแฝงหรืออยู่เบื้องหลังสิ่งที่เห็น ซึ่งมีได้บอกตรงๆ แต่มีร่องรอยซ่อนอยู่ เช่น ข้อความนี้หมายถึงใคร หรือสถานการณ์ใด

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ได้แก่

2.1 วิเคราะห์ชนิดความสัมพันธ์ ให้คิดว่าเป็นความสัมพันธ์แบบใด มีสิ่งสอดคล้องกัน หรือไม่สอดคล้องกัน สิ่งใดไม่สมเหตุผล เพราะเหตุใด

2.2 วิเคราะห์ขนาดของความสัมพันธ์ ให้คิดว่าสิ่งใดเกี่ยวข้องมากที่สุด สิ่งใดเกี่ยวข้องน้อยที่สุด การเรียงลำดับมากน้อยของสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.3 วิเคราะห์ขั้นตอนความสัมพันธ์ ให้คิดว่าเกิดผลลัพธ์อะไรตามมาบ้างตามลำดับ

2.4 วิเคราะห์จุดประสงค์และวิธีการ ให้คิดว่าการทำแบบนี้เพื่ออะไร ทำอย่างนี้มีเป้าหมายอะไร มีจุดมุ่งหมายอะไร

2.5 วิเคราะห์สาเหตุและผล ให้คิดว่าสิ่งใดเป็นสาเหตุของเรื่องนี้ ข้อความในเป็นเหตุผลแก่กัน หรือขัดแย้งกัน

2.6 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ในรูปอุปมาอุปไมย

3. วิเคราะห์เชิงหลักการประกอบด้วย

3.1 วิเคราะห์โครงสร้าง เป็นการค้นหาโครงสร้างของสิ่งต่างๆ เช่น การทำวิจัย มีกระบวนการทำงานอย่างไร ส่วนประกอบของสิ่งนี้มีอะไรบ้าง

3.2 วิเคราะห์หลักการ เป็นการแยกแยะเพื่อค้นหาความจริงของสิ่งต่างๆ แล้วสรุปคำตอบหลักได้ ลักษณะของสิ่งที่จะนำมาคิดวิเคราะห์ เช่น วิเคราะห์วัตถุ วิเคราะห์สถานการณ์ วิเคราะห์บุคคล วิเคราะห์ข้อความ วิเคราะห์ข่าว วิเคราะห์สารเคมี เป็นต้น สรุปว่า การวิเคราะห์จะต้องวิเคราะห์ทั้งข้อมูลเชิงกายภาพ เชิงรูปธรรม และข้อมูลเชิงนามธรรม

การวิเคราะห์ตามแนวของมาร์ซาโน (Marsano, 2001) กล่าวว่า ทักษะการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย 5 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการจำแนกความสามารถในการแยกส่วนประกอบย่อยๆ ของเหตุการณ์เรื่องราว หรือสิ่งของต่างๆ ได้อย่างมีหลักเกณฑ์ บอกรายละเอียดของสิ่งต่างๆ ได้

2. ทักษะการจัดหมวดหมู่ ความสามารถในการจัดประเภท จัดลำดับ จัดกลุ่มที่มีลักษณะขายกันเข้าด้วยกันโดยยึด โครงสร้างคุณสมบัติที่เหมือนกัน

3. ทักษะการเชื่อมโยง ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ว่าเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างไร

4. ทักษะการสรุปความรู้ความสามารถในการจับประเด็นและสรุปผลจากเรื่องที่กำหนดให้

5. การประยุกต์ ความสามารถในการนำความรู้ หลักการและทฤษฎีมาใช้ในสถานการณ์ต่างๆ สามารถขยายความ คาดเดา พยากรณ์เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้จากแนวคิดของบลูมและมาร์ซาโน สามารถสรุปแนวคิดทั้งสองได้ ดังตาราง

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ตามแนวของบลูมและมาร์ซาโน

การคิดวิเคราะห์ตามแนวของบลูม	การคิดวิเคราะห์ตามแนวของมาร์ซาโน
1. การวิเคราะห์ความสำคัญหรือเนื้อหา	1. ทักษะการจำแนก 2. ทักษะการจัดหมวดหมู่
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์	3. การเชื่อมโยง
3. การวิเคราะห์หลักการ	4. การสรุปความ 5. การประยุกต์

สจวร์ต นิชมค้ำ (2531, หน้า 308-310) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์สามารถจำแนกได้เป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Analysis of Elements) เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาองค์ประกอบของวัตถุ เหตุการณ์หรือเรื่องต่างๆ เช่น นักเรียนสามารถแยกได้ว่าส่วนใดเป็นปัญหา สมมุติฐาน ข้อสรุป หลักฐาน เป็นต้น

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationships) เป็นการเห็นความสัมพันธ์ระหว่าง 2 สิ่งขึ้นไป มีความสัมพันธ์ในลักษณะใด

3. การวิเคราะห์หาหลักการที่รวมกันเป็นระบบ (Analysis of Organizational Principles) เป็นการหาหลักการหรือทฤษฎีที่ประกอบเป็นวัตถุนั้น เช่น อาคารสูงๆ ทรงตัวอยู่ได้อย่างไร (อาศัยหลักสมดุลของแรง และจุดศูนย์ถ่วงที่อยู่พื้นฐาน)

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2548, หน้า 52) กล่าวถึงทักษะการคิดวิเคราะห์มีองค์ประกอบ ดังนี้

1. การตีความทำความเข้าใจ และให้เหตุผลในสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ โดยอาศัยความรู้ประสบการณ์และค่านิยมของผู้วิเคราะห์

2. มีความรู้และเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์

3. ยึดหลัก 5 W 1 H ซึ่งประกอบด้วยใคร (Who) อะไร (what) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When) ทำไม (Why) อย่างไร (How) สำหรับตั้งคำถามกับนักเรียน

4. การหาความสัมพันธ์อย่างมีเหตุผล เพื่อค้นหาสาเหตุและเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ หาความสัมพันธ์ของเรื่อง หาผลกระทบและองค์ประกอบใดบ้างที่นำไปสู่สิ่งนั้น รวมทั้งวิธีการและ

ขั้นตอนในการแก้ปัญหาย่างไรบ้าง ถ้าทำเช่นนี้จะเกิดอะไรขึ้นในอนาคตสิ่งนี้เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เกิดขึ้นได้อย่างไร

โดยสรุปองค์ประกอบของทักษะการ คิดวิเคราะห์ สามารถแบ่งตามแนวคิดของบลูม ได้เป็น 3 ด้าน คือ 1) การวิเคราะห์องค์ประกอบ 2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และ 3) การวิเคราะห์หาหลักการ การคิดวิเคราะห์จะอาศัยการตีความ มีความรู้และความเข้าใจเนื้อเรื่องที่วิเคราะห์โดยใช้คำถาม 5 W1H และหาความสัมพันธ์ของเรื่องที่วิเคราะห์ และการวิเคราะห์แบ่งตามแนวคิดของมาร์ซาโนได้เป็น 5 ด้าน คือ 1) การจำแนก 2) การจัดหมวดหมู่ 3) การเชื่อมโยง 4) การสรุปความ และ 5) การประยุกต์

4. ประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์

การฝึกวิเคราะห์ต่อสถานการณ์หรือ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง ทำให้เกิดประโยชน์ ดังนี้

ลักษณะ สรวิวัฒน์ (2549, หน้า 74-77) ได้กล่าวว่า มีนักวิชาการเสนอแนวคิดเรื่อง ประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ ดังนี้

1. ช่วยส่งเสริมความฉลาดทางสติปัญญาจากที่โรเบิร์ต เจ.สเตอร์นเบิร์ก (Robert J. Sternberg, 1992) เสนอว่า ความฉลาด หมายถึง ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ประเมินแนวคิดที่เกิดขึ้น นำมาใช้แก้ปัญหาและตัดสินใจได้ คนเราประกอบด้วยความฉลาด 3 ด้านคือ
 - 1) ความฉลาดในการสร้างสรรค์ 2) ความฉลาดในการวิเคราะห์ 3) ความฉลาดในการปฏิบัติ
2. ช่วยให้เราพบความสมเหตุสมผลของขนาดกลุ่มตัวอย่างในการสรุปเรื่องต่างๆ เรามักด่วนสรุป โดยเห็น ตัวอย่างเพียง 1-2 ตัวอย่าง ซึ่งอาจไม่เพียงพอ สรุปไปตามอารมณ์ ไม่คำนึงว่าจำนวนตัวอย่างมีปริมาณเพียงพอต่อการนำไปสรุปหรือไม่ ซึ่งทำให้เกิดความเข้าใจผิด
3. ช่วยลดการนำประสบการณ์ส่วนตัวมาเป็นข้อสรุป การสรุปเรื่องใดเรื่องหนึ่งไม่ควรนำประสบการณ์ของตนเองคนเดียวมาสรุปเป็นเรื่องทั่วไป เช่น คนที่มีอายุร้อย ปีมักอ้างว่าถ้ารับประทานอาหารตามแบบเขาจะมีอายุยืนเหมือนเขา และอ้างเช่นนี้อาจทำให้เกิดความผิดพลาดได้เพราะอาจมีปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง
4. ช่วยแยกแยะออกระหว่างความรู้สึกส่วนตัวในครั้งแรกกับข้อมูล ความรู้สึกหรือความประทับใจในครั้งแรกที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งทำให้เรารู้สึกดีต่อสิ่งนั้นในอนาคต เป็นเหตุให้เราสรุปว่า

สิ่งนั้นต้องเป็นเช่นนั้นตลอด ทำให้เกิดความลำเอียงในการให้เหตุผล

5. ช่วยตรวจสอบการคาดเดาการคิดวิเคราะห์ช่วยในการประมาณความน่าจะเป็น โดยอาศัยข้อมูลพื้นฐานที่มีวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ จะทำให้การคาดเดามีความน่าจะเป็นอย่างสมเหตุสมผล

6. ช่วยวินิจฉัยข้อเท็จจริงจากประสบการณ์ส่วนบุคคล การวิเคราะห์ช่วยไ้หาเหตุผลที่เหมาะสมให้กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง โดยไม่มีอคติที่อยู่ในความทรงจำและทำให้สามารถประเมินสิ่งต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

7. เป็นพื้นฐานการคิดการคิดวิเคราะห์ช่วยเสริมสร้างให้เกิดมุมมองเชิงลึกและครบถ้วนในเรื่องนั้นๆ นำไปสู่การคิดแบบอื่นๆ เช่น การคิดเชิงวิพากษ์

8. ช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับการแยกแยะองค์ประกอบต่างๆ ทำให้ทราบว่าปัญหานั้นมีองค์ประกอบอย่างไรบ้าง เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น นำไปสู่การแก้ปัญหาที่ตรงประเด็น

9. ช่วยในการประเมินและตัดสินใจ ทำให้รู้ข้อเท็จจริงหรือเหตุผลที่เกิดขึ้น ทำให้ประเมินสถานการณ์และตัดสินใจได้อย่างแม่นยำ และในความน่าจะเป็นในอนาคต

10. ช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ส่งผลให้เกิดการคิดจินตนาการ สร้างสิ่งใหม่

11. ช่วยให้เกิดความเข้าใจชัดเจน การวิเคราะห์ทำให้เราประเมินและสรุปสิ่งต่างๆ บนข้อเท็จจริงที่มีอยู่ ช่วยให้เรียนรู้สิ่งต่างๆ อย่างเข้าใจลึกซึ้ง การวิเคราะห์ทำให้สิ่งที่คลุมเครือเกิดความกระจ่างชัดเจน

โดยสรุปการคิดวิเคราะห์มีประโยชน์อย่างมากในการทำงานและผู้ที่สามารถคิดวิเคราะห์ได้ เช่น เสริมสร้างความฉลาดทางปัญญา ช่วยแก้ปัญหาและช่วยให้เกิดความเข้าใจชัดเจน ช่วยลดการนำประสบการณ์ส่วนตัวมาเป็นข้อสรุป ช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับการแยกแยะองค์ประกอบต่างๆ ช่วยในการประเมินและตัดสินใจ ช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ช่วยให้เกิดความเข้าใจชัดเจน เป็นต้น

5. การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์

การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์เพื่อให้ เกิดประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น สามารถทำได้ ดังนี้

ประพนธ์ศิริ สุเสารัจ (2552, หน้า 125) กล่าวว่า ทักษะการคิดวิเคราะห์ เป็นทักษะ

ที่สามารถพัฒนาจากประสบการณ์ที่หลากหลายและบรรยากาศการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมกัน กิจกรรมควรอยู่ในรูปแบบการตั้งคำถาม การสังเกต การสืบค้น การทำนาย การคิดวิเคราะห์ เป็นทักษะการคิดระดับสูง ผู้เรียนต้องมีทักษะพื้นฐานอื่นด้วย เช่น ทักษะการอ่าน การเขียน การฟัง เป็นต้น ครูอาจใช้เทคนิค อาทิ เทคนิคการตั้งคำถาม การใช้ผังมโนทัศน์ (ผังกราฟฟิก) เทคนิค

หมวด 6 ใบ เทคนิค SCUMS PMI SCAMPER เป็นต้น

โดยสรุปการพัฒนาทักษะการคิดสามารถพัฒนาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่หลากหลาย และการสร้างบรรยากาศในห้องเรียน นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง ครูสามารถใช้เทคนิคเพื่อให้นักเรียนเกิดการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ เช่น การตั้งคำถามการใช้เทคนิคหมวด 6 ใบ เป็นต้น

6. การวัดและประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์ การวัดและประเมินผลการคิดวิเคราะห์ในรูปแบบของแบบทดสอบ ที่แตกต่างกัน ซึ่งมีลักษณะ ดังนี้

กระทรวงศึกษาธิการ (2555, หน้า 110) กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการคิด ดังนี้

1. จุดมุ่งหมายในการประเมินความสามารถในการคิด มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญ คือ

- 1.1 แสดงถึงความพร้อมในการเรียนของผู้เรียน
- 1.2 สามารถบอกจุดเด่นและจุดด้อยในการเรียนของผู้เรียน
- 1.3 เป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนและการจัดการเรียนรู้

2. วิธีการประเมินความสามารถในการคิด มีเป้าหมายเพื่อเน้นกระบวนการคิด

วิธีการและการตัดสินใจเพื่อเลือกวิธีการแก้ไขปัญหา มากกว่าการวัดความรู้ในเนื้อหาวิชา เน้นเนื้อหาที่สอดคล้องกับการดำเนินชีวิตประจำวันของผู้เรียน เครื่องมือวัดความสามารถในการคิด คล้ายกับเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แตกต่างกันที่จุดหมาย เครื่องมือวัดความสามารถในการคิดมีหลายรูปแบบ เช่น ข้อสอบแบบเลือกตอบ ข้อสอบแบบเขียนตอบ แบบสัมภาษณ์และแบบสังเกต ลักษณะของข้อสอบแบบเลือกตอบ มีรายละเอียด ดังนี้ข้อสอบแบบเลือกตอบ ผู้ตอบจะเลือกคำตอบเพียงคำตอบเดียวจากตัวเลือกข้อสอบจะมีสถานการณ์สั้นๆ ให้ผู้สอบประเมินสถานการณ์ ค้นหาข้อมูลเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ข้อสอบแบบเลือกตอบมี 2 ลักษณะ คือ

2.1 ข้อสอบแบบเลือกตอบแบบคำตอบเดียว ข้อสอบจะมีสถานการณ์ มีคำถามหนึ่งคำถามตัวเลือกมีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว

2.2 ข้อสอบแบบเลือกตอบแบบคำถาม 2 ชั้น ข้อสอบมี 2 ส่วน โดยส่วนที่ 1 จะคล้ายกับข้อสอบแบบคำตอบเดียวแต่คำตอบถูกอาจมีมากกว่า 1 คำตอบ และส่วนที่ 2 เป็นคำถามที่ต่อเนื่องกับการเลือกคำตอบจากข้อแรก อาจเป็นการให้เหตุผลในการเลือกคำตอบข้อแรก

ข้อสอบแบบเขียนตอบ ผู้สอบแสดงคำตอบด้วยการเขียน ผู้สอบจะใช้ความสามารถของตนเองในการทำความเข้าใจสถานการณ์ การแปลความหมาย แสดงเหตุผลเพื่อสรุปการตัดสินใจ เขียนเป็นคำตอบ

3. ขั้นตอนการสร้างข้อสอบวัดความสามารถในการคิด มีขั้นตอน ดังนี้

3.1 การวางแผนการสร้างข้อสอบ

3.1.1 วิเคราะห์พฤติกรรมแต่ละด้านและกำหนดลักษณะเฉพาะหรือตัวบ่งชี้

การกำหนดพฤติกรรมและลักษณะคำถามจะทำให้สร้างข้อสอบได้ตรงกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ตัวอย่างของสถานการณ์ และคำถาม เช่น

ตารางที่ 2 แสดงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ลักษณะของสถานการณ์และลักษณะคำถาม

ความสามารถในการคิด	ลักษณะสถานการณ์	ลักษณะคำถาม
การวิเคราะห์	เหตุการณ์ข้อความหรือข้อขัดแย้งจาก	1. ให้ระบุองค์ประกอบพื้นฐานที่จำเป็น
	หนังสือพิมพ์รายงานการวิจัยข้อค้นพบพฤติกรรมของบุคคล	ต่อการลงข้อสรุป 2. ให้ระบุหลักการหรือจุดหมายของข้อความที่กำหนด 3. ให้ระบุประเด็นหรือปัญหาองค์ประกอบต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กันแต่ละส่วน 4. ให้แสดงเหตุผลที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับข้อความที่กำหนดให้

3.2 กำหนดน้ำหนักความสำคัญในพฤติกรรมแต่ละด้านที่เหมาะสมกับระดับชั้น

4. การเขียนข้อสอบวัดความสามารถในการคิด

ข้อสอบที่วัดความสามารถในการคิดต้องใช้สถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้ผู้สอบแสดงพฤติกรรมหรือสะท้อนความคิดลักษณะของสถานการณ์และคำตอบมี ดังนี้

4.1 สถานการณ์

4.1.1 เนื้อหาในสถานการณ์ต้องไม่ยากไม่ซับซ้อนเกินไป ภาษาเข้าใจง่าย
เหมาะสม กับระดับของผู้เรียน

4.2 คำถาม

4.2.1 คำถามเหมาะสมกับระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัดภาษา เข้าใจง่าย
สื่อความหมายชัดเจน

4.2.2 คำถามสามารถวัดการคิดระดับสูงตามเกณฑ์ที่ต้องการวัดได้

5. การทดสอบใช้และการวิเคราะห์ข้อสอบ

เพื่อหาข้อมูลทางสถิติของข้อสอบ นำมาปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ ข้อสอบที่ได้
จากการทดลองใช้ข้อสอบ ได้แก่ ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก

6. การปรับปรุงข้อสอบ

ข้อสอบที่ยากเกินไปควรปรับลดระดับขั้นตอนการคิด ส่วนข้อสอบที่ง่ายเกินไปควร
เพิ่มความซับซ้อนของสถานการณ์

การใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบเพื่อวัดและประเมินความสามารถในการคิดมีข้อจำกัด
ในด้านการแสดงออกทางความคิด เนื่องจากผู้เรียนต้องเลือกคำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้
การแปลงความหมายจากคำตอบของผู้เรียนไม่หลากหลายเท่ากับการเขียนคำตอบ แต่ข้อสอบ
แบบเลือกตอบสามารถประเมินความสามารถในการคิดของผู้เรียนได้ครอบคลุม และสามารถสร้าง
เครื่องมือได้ง่ายกว่าข้อสอบแบบเขียนตอบ ข้อสอบแบบเขียนตอบต้องมีการกำหนดแนวคำตอบ
และเกณฑ์การให้คะแนน อย่างถูกต้องและน่าเชื่อถือ

7. การแปลผล การประเมินความสามารถในการคิด

จะต้องพิจารณาคะแนนแต่ละองค์ประกอบแล้วนำมารวมเป็นคะแนน
ความสามารถในการคิด โดยทั่วไปการแปลผลจะไม่ใช้การแปลผลแบบอิงเกณฑ์หรืออิงกลุ่ม
แต่เป็นการรายงานความสามารถในการคิดของผู้เรียน สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา

และส่งเสริมผู้เรียนในการคิดหน้าต่างๆ

จากการศึกษาประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์สามารถทำได้ดังนี้คือ

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการประเมินความสามารถในการคิด
2. วิธีการประเมินความสามารถในการคิดเครื่องมือการวัดความสามารถในการคิด เช่น

ข้อสอบแบบเลือกตอบ ข้อสอบแบบเขียนตอบแบบสัมภาษณ์แบบสังเกตเป็นต้น

3. การสร้างข้อสอบวัดความสามารถในการคิด ต้องวิเคราะห์พฤติกรรมแต่ละด้าน และกำหนดลักษณะเฉพาะหรือตัวบ่งชี้เพื่อให้สร้างข้อสอบได้ตรงกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด หลังจากนั้นกำหนดน้ำหนักความสำคัญในพฤติกรรมแต่ละด้าน

4. การเขียนข้อสอบวัดความสามารถในการคิด ข้อสอบต้องใช้เป็นลักษณะของ สถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้ผู้สอบแสดงพฤติกรรมหรือความคิดลักษณะของสถานการณ์และคำถาม

5. การทดสอบใช้และการวิเคราะห์ข้อสอบ

6. การปรับปรุงข้อสอบ

7. การแปลผล การประเมินความสามารถในการคิด

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา

จำรัส อินทลาภาพรและคณะ (2558) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียน ระดับประถมศึกษา วิธีดำเนินการวิจัยประกอบด้วยขั้นตอนในการวิจัย 2 ขั้นตอน คือ 1.ศึกษาแนวคิดและทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาจากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัย 2.จัดประชุมสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) เพื่อสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร จำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้และการวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา จำนวน 2 คน ผลการวิจัย พบว่าในการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรปฏิบัติ ดังนี้ คือ 1) ศึกษาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบ ทางวิศวกรรมในลักษณะของการบูรณาการ 2) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน 3) จัดการเรียนรู้ที่

เน้นปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) 4) จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) 5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียน ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน 6) วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ซึ่งแนวทางในการ จัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาดังกล่าวเป็นการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic learning)

พลศักดิ์ แสงพรหมศรี และคณะ (2558) การวิจัยในครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และ เจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และ เจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนพยุหะภูมิวิทยาคาร อำเภอพยุหะภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 2 ห้องเรียน 100 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 7 แผน 2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 3) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และ 4) แบบวัดเจตคติต่อการเรียนเคมี สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน คือ Hotelling's T2ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยสรุป นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี สูงกว่าการเรียนรู้แบบปกติ ดังนั้นควรสนับสนุนให้ผู้สอนได้นำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาต่อไป

เบญจการญจน์ ไส้ละม้ายและ ชลาธิป สมาหิต (2558) ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของ เด็กปฐมวัยที่ผ่านการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง อาชีพในท้องถิ่น จังหวัด

สงขลา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เด็กปฐมวัยชายและหญิง จำนวน 25 คน อายุระหว่าง 5-6 ปี กำลังศึกษาในชั้นอนุบาล 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเทศบาล 2 (บ้านหาดใหญ่) สังกัดเทศบาลนครหาดใหญ่ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง อาชีพในท้องถิ่น จังหวัดสงขลา จำนวน 24 แผน และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองและแบบสังเกตพฤติกรรม วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบ t-test และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1) เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง อาชีพในท้องถิ่น จังหวัดสงขลา มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลจากแบบสังเกตพฤติกรรม พบว่า เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง อาชีพในท้องถิ่น จังหวัดสงขลา มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่สูงขึ้น

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง STEM ต่างประเทศ

Shi-Jer Lou, (2558) ศึกษาโครงการ STEM สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศไต้หวัน. วัตถุประสงค์ของการศึกษาโครงการ STEM ซึ่งผสมผสานระหว่าง PBL กับกิจกรรม STEM ซึ่งประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยโครงการนี้ให้นักเรียนออกแบบ “ถ้วยลำโพง” ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนหญิงจำนวน 40 คนจากชาติปิงตุงและนักเรียนจำนวน 44 คน จากชาติเนปฐและอาชีวศึกษาโปรแกรมวิชา เกษตรอุตสาหกรรมชั้นปีที่ 4 โดยดำเนินการทดลองเป็นเวลา 4 สัปดาห์. กิจกรรม STEM ผสมผสานกับรูปแบบ PBL และเว็บไซต์. นอกจากนี้ผู้วิจัยซึ่งเป็นครูสอนพิเศษในโครงการนี้จะช่วยแก้ปัญหาของนักเรียน. ซึ่งการวิเคราะห์เนื้อหาถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์โครงการของนักเรียนและกระบวนการเรียนรู้ของเว็บไซต์ตามมาด้วยแบบสอบถามและการสัมภาษณ์การสำรวจความพึงพอใจของการเรียนรู้ของนักเรียนพบว่า 1. นักเรียนที่มาจากระบบการศึกษาที่แตกต่างกันแสดงให้เห็นถึงลักษณะของการทำงานที่แตกต่างกัน; 2. การประดิษฐ์สิ่งต่างๆ ด้วยตนเองเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการออกแบบ PBL 3. เทคโนโลยีที่มีการกล่าวถึงมากที่สุด ในขณะที่คณิตศาสตร์กล่าวถึงอย่างน้อยในฟอรัมของเว็บไซต์นั้น และ 4 "การเรียนการสอนการออกแบบวัสดุ STEM กิจกรรม "นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนรู้มากที่สุด.

กรอบแนวคิด

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ทฤษฎีพัฒนาการของ (Jean Piaget)

ทฤษฎีการเรียนรู้ของ (Bruner)

ทฤษฎีการเรียนรู้ของ (Vygotsky)

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของ
(Ausubel)

ทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม

(Cooperative Learning)

สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยจะพัฒนาระบบการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ ผ่านประสบการณ์ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) หรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 สะเต็มศึกษายังช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะด้านความรู้ ทักษะทางปัญญา ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี



การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริม
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

หลักการ เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาศักยภาพของตน มีปฏิสัมพันธ์ รู้จักคิดวิเคราะห์ การมีเหตุผล การแก้ปัญหา และการคิดสร้างสรรค์

จุดประสงค์ เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์

เนื้อหา ประกอบด้วย 1) การดูแลและรักษาอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ 2) การประดิษฐ์ของเล่นจากกระดาษ 3) ผักสวนครัว 4) เครื่องดักแมลงวัน 5) ลำโพงแสนสนุก

กิจกรรมการเรียนการสอน

- 1.การระบุปัญหา (Identify a challenge: I)
- 2.การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore ideas: E)
- 3.การวางแผนและพัฒนา (Plan & develop: P)
- 4.การทดสอบและประเมินผล (Test & evaluate: T)
- 5.การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the solution: P)



การวัดและประเมินผล

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ตัวชี้วัดความสำเร็จ ได้แก่ 1. ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้แบบบูรณาการ STEM Education หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามกระบวนการของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ในการศึกษาครั้งนี้ขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ขั้นตอนที่ 2 การทดลองใช้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

แหล่งข้อมูล

1. ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบต่างๆของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ดังนี้

1.1 รองศาสตราจารย์ ดร.วริรัตน์ แก้วอุไร คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.2 รองศาสตราจารย์ ดร.ปกรณ ประจันบาน คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.3 รองศาสตราจารย์ ดร.สรวงพร กุศลส่ง คณะครุศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

1.4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิริณา กิจเกื้อกูล ภาควิชา วิทยาศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

1.5 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ ภาควิชา วิทยาศาสตร์ คณะ
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

2.นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียน 1 ปีการศึกษา 2559

2.1 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนบ้านวัง
ขอน ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
ประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 จำนวน 3 คน จำแนกเป็น เก่ง ปานกลาง อ่อน อย่างละ 1 คน เพื่อ
พิจารณาความเหมาะสมของภาษา การสื่อสารและเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม

2.2 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนบ้านวัง
ขอน โรงเรียนชุมชนบ้านวังกระดาศเงิน โรงเรียนบ้านวังชะนาง โรงเรียนบ้านดงหลง ตำบลท้ายดง
อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ และโรงเรียนบ้านน้ำอ้อมประชาสรรค์ ตำบลวังหิน อำเภอวังโป่ง
จังหวัดเพชรบูรณ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 โรงเรียนละ 6
คน จำแนกเป็น เก่ง ปานกลาง อ่อน อย่างละ 2 คน รวมจำนวน 30 คน เพื่อพิจารณาหา
ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิด
วิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

2.แบบประเมินความเหมาะสมของ การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อ
ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิด
วิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

1.1 ศึกษา คู่มือกิจกรรมสะเต็มศึกษา เพื่อนำมาวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ มาตรฐาน/
ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาเรียน และการประเมินผล

จากการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และจำนวนชั่วโมง ในเนื้อหาประกอบด้วย 5 เรื่อง 1) การดูแลและรักษาอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ 2) การประดิษฐ์ของเล่นจากกระดาษ 3) ผักสวนครัว 4) เครื่องดักแมลงวัน 5) ลำโพงแสนสนุก

1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เพื่อกำหนดกรอบการจัดการเรียนรู้

1) การระบุปัญหา (Identify a challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจถึงที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน และจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) คือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดี และข้อด้อยและความเหมาะสมเพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3) การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) ผู้แก้ปัญหามustกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจนรวมถึงออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (Proto type) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4) การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้อาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น

5) การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) หลังจากการพัฒนาปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้วผู้แก้ปัญหามustนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชนโดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

อย่างไรก็ตามในการทำงานผู้เรียนไม่จำเป็นต้องมีลำดับที่แน่นอน โดยขั้นตอนทั้งหมดสามารถสลับไปมาหรือย้อนกลับขั้นตอนได้

1.3 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ซึ่งมีแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้เวลาในการเรียน 15 ชั่วโมง มีรายละเอียด ดังนี้

1.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การดูแลและรักษาอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 3 ชั่วโมง

1.3.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ผักสวนครัว จำนวน 3 ชั่วโมง

1.3.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เครื่องดักแมลงวัน จำนวน 3 ชั่วโมง

1.3.4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การประดิษฐ์ของเล่นจากกระดาษ จำนวน 3 ชั่วโมง

1.3.5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ลำโพงแสนสนุก จำนวน 3 ชั่วโมง

โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการ สาระสำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ หลักฐานการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผล

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอแก่ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ในองค์ประกอบต่างๆซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยพิจารณาระดับความเหมาะสมในภาพรวมของผู้เชี่ยวชาญ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ซึ่งเกณฑ์ขั้นต่ำในการพิจารณาว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมต้องมีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.) ไม่เกิน 1.00

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่บกพร่องตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปหาประสิทธิภาพ ดังนี้

1.5.1 นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนบ้านวังขอน อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 จำนวน 3 คน จำแนกเป็น เก่ง ปานกลาง อ่อน อย่างละ 1 คน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของภาษา การสื่อสารและเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม

1.5.2 นำไปปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนบ้านวังขอน ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 จำนวน 9 คน จำแนกเป็น เก่งปานกลาง อ่อน อย่างละ 3 คน เพื่อพิจารณาหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 70/70

1.5.3 นำไปปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนบ้านวังขอน ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 รวม 50 คน เพื่อพิจารณาหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ 70/70

1.5.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา แก้ไขในส่วนที่บกพร่อง

1.5.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ฉบับสมบูรณ์

2. แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

2.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีผู้ศึกษาค้นคว้าไว้ก่อนแล้วนำมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินคุณภาพ

2.2 กำหนดจุดประสงค์ในการประเมิน

2.3 กำหนดกรอบเนื้อหาและหัวข้อที่ต้องการประเมิน ดังนี้

2.3.1 ตัวชี้วัด

2.3.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

2.3.3 สารสำคัญ

2.3.4 กิจกรรมการเรียนรู้

2.3.5 สื่อการเรียนรู้

2.3.6 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

2.4 สร้างแบบประเมินเป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) และแบบปลายเปิดในส่วนท้ายของแบบประเมิน เพื่อสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆ โดยกำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก
- 3 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย
- 1 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

2.5 นำแบบประเมินที่สร้างเสร็จเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ของการประเมิน ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดข้อคำถามในแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ คือ ความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ .50 ขึ้นไป พบว่า มีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60 -1.00

2.6 นำรายการประเมินที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญแล้วมาจัดพิมพ์และนำไปเก็บข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1.การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1.1 นัดหมายผู้เชี่ยวชาญในการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

1.2 ส่งแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา และแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ให้ผู้เชี่ยวชาญ

1.3 รับแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา และแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา คืบมาจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อปรับปรุงแก้ไขและจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ในการหาประสิทธิภาพต่อไป

2. การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

2.1 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ไปหาประสิทธิภาพโดยใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนบ้านวังขอน อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 จำนวน 3 คน จำแนกเป็น เก่ง ปานกลาง อ่อน อย่างละ 1 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา การสื่อสาร และเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม ปัญหาที่พบ คือ เนื้อหาบางส่วนผิดมีข้อความที่พิมพ์ผิดเป็นบางคำ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงเนื้อหาในส่วนที่ผิด และแก้ไขคำพิมพ์ผิด จากนั้นนำไปหาประสิทธิภาพกับกลุ่ม 9 คน

2.2 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปหาประสิทธิภาพกับกลุ่ม 9 คน โดยใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนบ้านวังขอน ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 จำนวน 9 คน จำแนกเป็น เก่ง ปานกลาง อ่อน อย่างละ 3 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.78/78.58 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จากนั้นนำไปหาประสิทธิภาพกับกลุ่ม 1 ห้องเรียน

2.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปหาประสิทธิภาพกับกลุ่ม 1 ห้องเรียนโดยใช้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนบ้านวังขอน ตำบลท่ายาง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 จำนวน 1 ห้องเรียน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.89/78.83 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดจึงไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2.4 จัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ฉบับสมบูรณ์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

1. การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1.1 นำผลของการให้คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มาทำการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมในองค์ประกอบต่างๆของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยให้คะแนนความแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา เหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก
- 3 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย
- 1 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

- 1.2 นำคะแนนที่คำนวณได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ในการพิจารณาความเหมาะสม

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.วิเคราะห์ข้อมูล โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.) โดยกำหนดค่าเฉลี่ยไว้ 5 ระดับ ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ยตามแนวของชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2537, หน้า 494 – 495) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.50 – 5.00	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด
3.50 – 4.49	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมระดับมาก
2.50 – 3.49	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมระดับปานกลาง
1.50 – 2.49	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมระดับน้อย
1.00 – 1.49	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมระดับน้อยที่สุด

2. การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา โดยใช้เกณฑ์ 70/70 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากสูตร E_1E_2 ดังนี้

- 2.1 หาร้อยละของคะแนนของนักเรียนในการทำใบงาน แบบประเมินระหว่างเรียน
- 2.2 หาร้อยละของคะแนนของนักเรียนที่ได้จากแบบทดสอบ

ขั้นตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

แหล่งข้อมูล

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559
2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนบ้านวังขอน ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 จำนวน 50 คนโดยการสุ่มอย่างง่าย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1.แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
- 2.แบบประเมินความสามารถในการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
- 3.แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1.แบบประเมินความสามารถในการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
 - 1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา และวิธีการสร้างแบบทดสอบความสามารถแบบบูรณาการสะเต็มศึกษา จากเอกสาร กิจกรรมสะเต็ม ที่เผยแพร่โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ ซึ่งมีแบบสร้างคำตอบแบบเปิด เพื่อให้ตอบได้กว้างขึ้น
 - 1.2 ศึกษาสาระการเรียนรู้ มาตรฐาน/ตัวชี้วัด วิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แล้วนำสาระการเรียนรู้ มาตรฐาน/ตัวชี้วัด มากำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้
 - 1.3 กำหนดขอบเขตด้านเนื้อหาของแบบประเมินความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
 - 1.4 จัดพิมพ์ร่างแบบประเมินความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ที่ประยุกต์มาจากเอกสาร กิจกรรมสะเต็ม ที่เผยแพร่โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนนมาตรฐานวัดการประเมินการปฏิบัติการ

ประเด็นที่ประเมิน	การปฏิบัติการทดลอง	ระดับคะแนน
1.วิธีดำเนินการทดลอง	ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการกำหนดวิธีการขั้นตอน และการใช้เครื่องมือ	1
	กำหนดวิธีการและขั้นตอนไม่ถูกต้อง ต้องให้ความช่วยเหลือ	2
	กำหนดวิธีการและขั้นตอนถูกต้อง การใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ยังไม่เหมาะสม	3
	กำหนดวิธีการขั้นตอนถูกต้อง เลือกใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ในการทดลองเหมาะสม	4
2.การปฏิบัติการทดลอง	ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์	1
	ต้องให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์	2
	ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอนและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องถ้าให้คำแนะนำ	3
	ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอนและใช้อุปกรณ์ต่างๆได้อย่างถูกต้อง	4

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ประเด็นที่ประเมิน	วิธีดำเนินการทดลอง	ระดับคะแนน
3.ความคล่องแคล่วในขณะ ปฏิบัติการ	ทำการทดลองไม่ทันเวลาที่ กำหนด และทำอุปกรณ์ เครื่องใช้แตกหักเสียหาย	1
	ทำการทดลองไม่ทันเวลาที่ กำหนด เนื่องจากขาดความ คล่องแคล่วในการใช้ อุปกรณ์และการดำเนินการ ทดลอง	2
	มีความคล่องแคล่วในการทำ การทดลอง และการใช้ อุปกรณ์แต่ต้องชี้แนะเรื่องการ ใช้อุปกรณ์อย่างปลอดภัย	3
	มีความคล่องแคล่วในการ ดำเนินการทดลอง และใช้ อุปกรณ์ดำเนินการทดลองได้ อย่างปลอดภัย เสร็จทันเวลา	4

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ประเด็นที่ประเมิน	วิธีดำเนินการทดลอง	ระดับคะแนน
4.การนำเสนอ	ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการบันทึกผลการทดลอง สรุปผล และการนำเสนอ	1
	ต้องให้คำแนะนำในการบันทึกผลการทดลอง การสรุปผลการทดลองและการนำเสนอ จึงปฏิบัติได้	2
	บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองถูกต้องแต่การนำเสนอยังไม่เป็นขั้นตอน	3
	บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองถูกต้องรัดกุม บันทึกการนำเสนอเป็นขั้นตอนชัดเจน	4

1.5 นำแบบประเมินความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความถูกต้องและสอดคล้องของแบบประเมิน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และความสอดคล้องของข้อคำถาม แล้วนำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยเลือกค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

1.6 ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำแบบประเมินความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ไปทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านวังขอน ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียน เพื่อหาคุณภาพของแบบประเมิน

1.6.1 หาความยาก (Difficulty Index) ของแบบประเมิน พิจารณาเป็นรายข้อ

$$\text{โดยสูตรความยาก } P = \frac{R}{N}$$

1.6.2 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Index) ของแบบประเมิน พิจารณา

$$\text{เป็นรายข้อ โดยใช้สูตรอำนาจจำแนก (Brennan) } B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

1.6.3 นำแบบประเมินมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินทั้งฉบับ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) ของครอนบาค (Cronbach)

1.7 จัดพิมพ์แบบประเมินที่ผ่านการวิเคราะห์หาคุณภาพแล้ว สำหรับนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

แบบแผนการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนเองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ที่โรงเรียนบ้านวังขอน ใช้เวลาสอนสัปดาห์ละ 15 ชั่วโมง รวม 4 สัปดาห์ เป็นเวลา 60 ชั่วโมง โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One – Group Pretest – Posttest Design ล้วนสายยศ และอังคณา สายยศ (2538, หน้า 249) โดยมีแบบแผนการทดลอง ดังนี้

ทดสอบ ก่อนเรียน	การจัด กระทำ	ทดสอบ	การจัด กระทำ	ทดสอบ	การจัด กระทำ	ทดสอบ หลังเรียน
O_1	X	O_2	X	O_3	X	O_4

O_1 คือ การวัดค่าตัวแปรตามครั้งที่ 1, 2, 3, ..., I โดย O_i ที่ปรากฏก่อนหน้า X หมายถึง การวัดค่าตัวแปรตามก่อนการทดลอง (Pretest) และ O_i ที่ปรากฏหลัง X หมายถึง การวัดค่าตัวแปรตามหลังการทดลอง (Posttest)

ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

ได้ดำเนินการสอนตามกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1.ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับนักเรียนโรงเรียนบ้านวังขอน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 จำนวน 50 คน ด้วยแบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2.ดำเนินการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนบ้านวังขอน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 จำนวน 50 คน โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 5 แผน ใช้เวลาสอน 60 ชั่วโมง รวม 4 สัปดาห์

ตารางที่ 4 กิจกรรมในการดำเนินการทดลอง

สัปดาห์	ชั่วโมง	กิจกรรมในการดำเนินการทดลอง
1	1	ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ด้วยแบบทดสอบ การดูแลรักษาอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ
	2	เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา
	3	ทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยแบบทดสอบ การดูแลรักษาอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ
2	4	ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ด้วยแบบทดสอบ ผักสวนครัว
	5	เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา
	6	ทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยแบบทดสอบ ผักสวนครัว
3	7	ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ด้วยแบบทดสอบ เครื่องดักแมลงวัน
	8	เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา
	9	ทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยแบบทดสอบ เครื่องดักแมลงวัน
4	10	ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ด้วยแบบทดสอบ การประดิษฐ์ของเล่นจากกระดาษ
	11	เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา
	12	ทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยแบบทดสอบ การประดิษฐ์ของเล่นจากกระดาษ
5	13	ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ด้วยแบบทดสอบ ลำโพงแสนสนุก
	14	เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา
	15	ทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยแบบทดสอบ ลำโพงแสนสนุก

3. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ผู้วิจัยให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนบ้านวังขอน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 จำนวน 50 คน ทำแบบทดสอบซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับการสอนก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา

คำนวณได้จากสูตร $E_1 E_2$ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2537 , หน้า 495)

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการในการจัดการเรียนรู้
	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum X$	แทน	แทนคะแนนรวมของการทำใบงานและแบบทดสอบระหว่างเรียน
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน
	A	แทน	คะแนนเต็มของใบงานและแบบทดสอบระหว่างเรียนทุกชุด
รวมกัน	B	แทน	คะแนนเต็มทั้งหมดของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

2. สถิติที่ใช้ในการหาความเหมาะสมในองค์ประกอบต่างๆของการจัดการเรียนรู้ มีดังนี้

2.1 ค่าเฉลี่ย (ปกรณ์ ประจันบาน, 2552, หน้า 214) โดยใช้สูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง
	$\sum X$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนน
	n	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง

2.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ปกรณ์ ประจันบาน, 2552, หน้า 228)

$$S.D. = \frac{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2}}{n(n-1)}$$

เมื่อ	S.D	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนกำลังสอง
	$(\sum x)^2$	แทน	กำลังสองของคะแนนรวม
	n	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบประเมิน การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา มีดังนี้

3.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ของแบบประเมินการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา (Index of Item –Objective Consistency) หรือ IOC (ปกรณ์ ประจันบาน, 2552, หน้า 164)

	IOC	=	$\frac{\sum R}{N}$
เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.2 การหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (R) ของแบบทดสอบ

(กรมวิชาการ. 2545 , หน้า 66)

$$P = \frac{R}{N}$$

P	คือ	ดัชนีความยากของข้อสอบ
R	คือ	จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบนั้นได้ถูกต้อง
N	คือ	จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบทั้งหมด

เกณฑ์ความยากง่ายที่ยอมรับได้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 ถ้าค่า P มีค่านอกเกณฑ์ที่กำหนด จะต้องปรับปรุงข้อสอบนั้น หรือตัดทิ้งไป

3.3 การหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (Item Discrimination) ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
โดยวิธีของ Brennan (ปกรณัม ประจันบาน, 2552, หน้า 171-172) ดังนี้

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ	B	=	แทน	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ
	U	=	แทน	จำนวนผู้สอบที่ตอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่สอบผ่านเกณฑ์
	L	=	แทน	จำนวนผู้สอบที่ตอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์
	n_1	=	แทน	จำนวนนักเรียนที่สอบผ่านเกณฑ์
	n_2	=	แทน	จำนวนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์

3.4 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบประเมิน โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา

(α – coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (ปกรณัม ประจันบาน, 2552, หน้า 179) ดังนี้

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right\}$$

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อคำถาม
	s_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	s_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ดำเนินการวิจัยโดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับชั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายและการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ถูกต้อง ผู้วิจัยจึงได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย

$\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

t แทน ค่าสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบ

ลำดับชั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

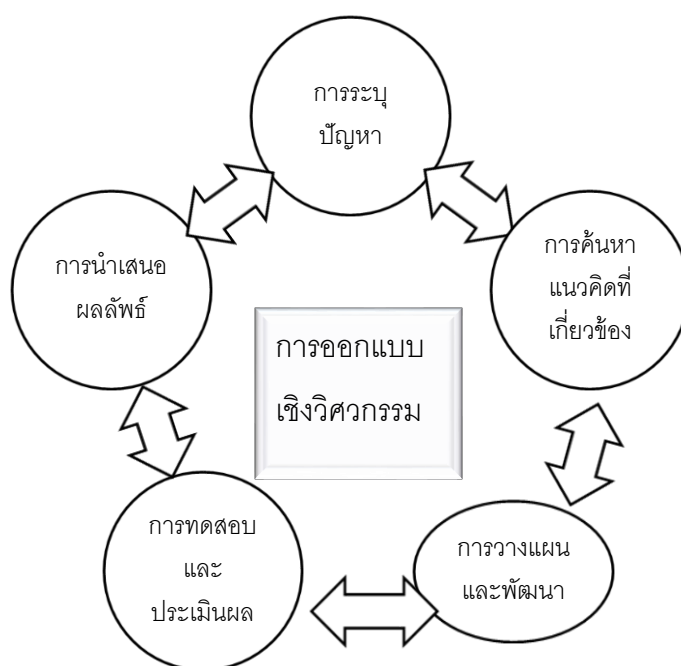
ขั้นตอนที่ 1 สร้างและหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนเรียนและหลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ครั้นนี้ ผู้วิจัยนำเสนอโดยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

1.1 ผลการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาผู้วิจัยได้ ได้ผลดังนี้ แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ดังนี้ การดูแลรักษาอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ

ผักสวนครัว เครื่องดักแมลงวัน การประดิษฐ์ของเล่นจากกระดาษ ลำโพงแสนสนุก โดยในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้มีกระบวนการในการจัดการเรียนรู้อย่างนี้



1.การระบุปัญหา (Identify a challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน และจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) เป็นขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดี และข้อด้อย และความเหมาะสมเพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3.การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) เป็นขั้นตอนผู้แก้ปัญหามustกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจน รวมถึงออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (Proto type) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4. การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้อาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น

5. การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) เป็นขั้นตอนหลังจากการพัฒนาปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้วผู้แก้ปัญหามustนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชนโดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

อย่างไรก็ตามในการทำงานผู้เรียนไม่จำเป็นต้องมีลำดับที่แน่นอน โดยขั้นตอนทั้งหมดสามารถสลับไปมาหรือย้อนกลับขั้นตอนได้

1.2 ผลความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาความเหมาะสม ปรากฏผล ดังตาราง

ตารางที่ 5 แสดงผลผลความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็ม

ที่	รายการประเมิน		$\bar{x}$	SD.	ระดับความ เหมาะสม
1	ตัวชี้วัด				
	1.1	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน	4.40	0.89	มาก
	1.2	มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.80	0.45	มากที่สุด
	1.3	สัดส่วนเวลาเรียนมีความเหมาะสม	4.60	0.55	มากที่สุด
	1.4	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ของหลักสูตร	4.40	0.55	มาก
	1.5	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมสาระการเรียนรู้	4.40	0.89	มาก
	เฉลี่ย		4.52	0.67	มากที่สุด
2	สาระสำคัญ				
	2.1	สาระสำคัญบ่งชี้ถึงความคิดรวบยอดของเนื้อหา มีความถูกต้องและชัดเจน	4.40	0.55	มาก
	2.2	สาระสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	4.60	0.55	มากที่สุด
	2.3	สาระการเรียนรู้มีการบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีตามแนวทางสะเต็มศึกษา	4.80	0.45	มากที่สุด
	เฉลี่ย		4.60	0.52	มากที่สุด
3	กิจกรรมการเรียนรู้				
	3.1	ใช้กลวิธีการสอนที่เหมาะสมในการบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา	4.60	0.55	มากที่สุด
	3.2	มีการเชื่อมโยงกับสถานการณ์/ปัญหาในชีวิตประจำวัน	4.40	0.55	มาก

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน		$\bar{x}$	SD.	ระดับความเหมาะสม
3	กิจกรรมการเรียนรู้ (ต่อ)				
	3.3	ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	4.60	0.89	มากที่สุด
	3.4	ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา และการคิดวิเคราะห์อย่างมีระบบ	4.40	0.55	มาก
	3.5	ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี	4.43	0.56	มาก
	3.6	ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านกระบวนการทางวิศวกรรม	4.49	0.51	มาก
	3.7	มีการใช้เทคโนโลยีในการจัดกระบวนการเรียนรู้	4.51	0.51	มากที่สุด
	3.8	ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	4.46	0.61	มาก
	3.9	มีลำดับของกิจกรรมที่เหมาะสมกับกระบวนการเรียนรู้	4.40	0.55	มาก
	3.10	กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง	4.60	0.89	มากที่สุด
	เฉลี่ย		4.49	0.62	มาก
4	สื่อการเรียนรู้				
	4.1	สื่อและแหล่งเรียนรู้มีความหลากหลายและน่าเชื่อถือ	4.40	0.55	มาก
	4.2	สื่อการเรียนรู้ช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น	4.43	0.56	มาก
	เฉลี่ย		4.42	0.56	มาก
5	การวัดและประเมินผล				
	5.1	การวัดผลประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.40	0.55	มาก

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน		$\bar{x}$	SD.	ระดับความเหมาะสม
	5.2	มีการวัดผลประเมินผลด้วยเครื่องมือและวิธีการที่เหมาะสม	4.80	0.45	มากที่สุด
	5.3	มีการวัดผลประเมินผลหลายมิติอย่างเหมาะสม	4.49	0.51	มาก
	เฉลี่ย		4.56	0.50	มากที่สุด
	รวมเฉลี่ย		4.52	0.57	มากที่สุด

จากตารางที่ 5 พบว่าผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ตามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยภาพรวมมีความเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.52$, S.D.= 0.57) เมื่อพิจารณาแต่ละด้าน พบว่า ด้านที่มีความเหมาะสมสูงสุดคือ สาระสำคัญ ($\bar{X} = 4.60$, S.D.= 0.52) และด้านที่เหมาะสมต่ำสุด แต่อยู่ในระดับความเหมาะสมมาก คือ สื่อการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.42$, S.D.= 0.56)

ตารางที่ 6 แสดงผลการตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา ภาษา และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ กับนักเรียนจำนวน 3 คน

กิจกรรมการเรียนรู้	รายการที่ตรวจสอบ			การปรับปรุง
	ด้านเนื้อหา	ด้านภาษา	ด้านเวลา	
การดูแลรักษาอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ	เนื้อหาบางส่วนผิด	ข้อความพิมพ์ผิด	เวลาในการจัดกิจกรรมเหมาะสม	1.แก้ไขเนื้อหาในส่วนที่ผิด 2.แก้ไขคำพิมพ์ผิด
การดูแลรักษาคอมพิวเตอร์	เนื้อหาบางส่วนผิด	ข้อความพิมพ์ผิด	เวลาในการจัดกิจกรรมเหมาะสม	1.แก้ไขเนื้อหาในส่วนที่ผิด 2.แก้ไขคำพิมพ์ผิด
การนำเสนอข้อมูล	เนื้อหาบางส่วนผิด	ภาษาที่ใช้เหมาะสม	เวลาในการจัดกิจกรรมเหมาะสม	1.แก้ไขเนื้อหาในส่วนที่ผิด
การใช้ไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน	เนื้อหามีความเหมาะสม	ภาษาที่ใช้เหมาะสม	เวลาในการจัดกิจกรรมเหมาะสม	-

จากตารางที่ 6 พบว่าผลการตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา ภาษา และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 การดูแลรักษาอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านเนื้อหา บางส่วนผิด ด้านภาษา ข้อความพิมพ์ผิด ด้านเวลา เวลาในการจัดกิจกรรมเหมาะสม ซึ่งปรับปรุง ได้แก้ไขเนื้อหาในส่วนที่ผิด ได้แก้ไขคำพิมพ์ผิด กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 การดูแลรักษาคอมพิวเตอร์ ด้านเนื้อหา บางส่วนผิด ด้านภาษา ข้อความพิมพ์ผิด ด้านเวลา เวลาในการจัดกิจกรรมเหมาะสม ซึ่งปรับปรุง ได้แก้ไขเนื้อหาในส่วนที่ผิด ได้แก้ไขคำพิมพ์ผิด

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 การนำเสนอข้อมูล ด้านเนื้อหาบางส่วนผิด ด้าน ภาษาที่ใช้เหมาะสม ด้าน เวลา เวลาในการจัดกิจกรรมเหมาะสมซึ่งปรับปรุง ได้แก้ไขเนื้อหาในส่วนที่ผิด กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 การใช้ไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน ด้านเนื้อหาไม่เหมาะสม ด้านภาษาไม่เหมาะสม ด้าน เวลาไม่เหมาะสม

ตารางที่ 7 แสดงผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 70/70 จำนวน 9 คน

ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในการทำใบงานระหว่างเรียน					ร้อยละของ คะแนนเฉลี่ยใน การทำ แบบทดสอบ
แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 1	แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 2	แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 3	แผนการ จัดการ เรียนรู้ที่ 4	แผนการ จัดการ เรียนรู้ที่ 5	78.45
76.54	77.36	79.29	78.52	80.54	
ประสิทธิภาพกระบวนการ = 77.52					ประสิทธิภาพ ผลลัพธ์ = 78.45
$E_1 E_2 = 77.52 / 78.45$					

จากตารางที่ 7 พบว่ากิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา มี ประสิทธิภาพกระบวนการเท่ากับ 77.52 และประสิทธิภาพผลลัพธ์เท่ากับ 78.45 แสดงว่าการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 77.52/78.45 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 70/70

ตารางที่ 8 แสดงผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา
ตามเกณฑ์ 70/70 จำนวน 50 คน

ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในการทำใบงานระหว่างเรียน					ร้อยละของ คะแนนเฉลี่ยใน การทำ แบบทดสอบ
แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 1	แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 2	แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 3	แผนการ จัดการ เรียนรู้ที่ 4	แผนการ จัดการ เรียนรู้ที่ 5	78.45
76.54	77.36	79.29	78.52	80.54	
ประสิทธิภาพกระบวนการ = 77.52					ประสิทธิภาพ ผลลัพธ์ = 78.45
$E_1 E_2 = 77.52 / 78.45$					

จากตารางที่ 8 พบว่ากิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา มี
ประสิทธิภาพกระบวนการเท่ากับ 77.52 และประสิทธิภาพผลลัพธ์เท่ากับ 78.45 แสดงว่าการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง มีประสิทธิภาพ
เท่ากับ 77.52/78.45 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 70/70

2.1 ศึกษาความสามารถนักเรียนด้วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองใช้

Paired Samples Statistics

		Mean	N	S.D.
Pair 1	Pre-test	22.12	50	0.82
	Posttest	37.40	50	1.29

2.2 เปรียบเทียบความสามารถนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

การทดสอบ	n	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{D}$	$S.D.D$	t	Sig.(1-tailed)
ก่อนการใช้	50	22.12	0.82	15.28	2.06	52.43*	0.0000
หลังการใช้	50	37.40	1.29				

* $p < .05$

พบว่าความสามารถนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

บทที่ 5

บทสรุป

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา สรุปผล การวิจัยอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ตามเกณฑ์ 70/70

2. เพื่อศึกษาผลการทดลองใช้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

2.1 ศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองใช้

2.2 เปรียบเทียบความสามารถในการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

สรุปผลการวิจัย

จากการพัฒนาพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ผู้วิจัยได้ดำเนินการ 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. สร้างและหาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ.05

1.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ในครั้งนี้ทำให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา จำนวน 4 แผน คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การดูแลรักษาอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การดูแลรักษาคอมพิวเตอร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การนำเสนอข้อมูล แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การใช้ไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน ซึ่งแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนการเรียนรู้ดังนี้ ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (Identify a challenge : I) ขั้นที่ 2 การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore ideas : E) ขั้นที่ 3 การวางแผนและพัฒนา (Plan & develop : P) ขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมินผล (Test & evaluate : T) ขั้นที่ 5 การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the solution : P)

1.2 การตรวจสอบความเหมาะสมคู่มือการใช้แผนจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา พบว่าผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน มีความเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านเรียงลำดับตามความเหมาะสมจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ คู่มือการใช้ตัวชี้วัด จุดประสงค์ สาระสำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ โดยเฉลี่ยภาพรวมมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.55, SD = 0.50$)

1.3 การตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา ภาษา และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา กับนักเรียนโรงเรียนบ้านวังขอน ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 3 คน พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ด้านเนื้อหาบางส่วนผิด ด้านภาษามีข้อความที่พิมพ์ผิด ด้านเวลาในการจัดกิจกรรมน้อยเกินไป ซึ่งปรับปรุงด้านเนื้อหา โดยปรับแก้เนื้อหาในส่วนที่ผิดด้านภาษาได้แก้ไขคำพิมพ์ผิด และด้านเวลาได้ปรับเวลาเนื้อหา ให้มีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.4 การตรวจสอบประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 9 คน พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.56/78.47 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 70/70

1.5 การตรวจสอบประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 50 คน พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.92/79.54 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 70/70

2. ทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

2.1 ศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองใช้ พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกแผนการจัดการเรียนรู้

2.2 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ พบว่า หลังเรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยเพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ผู้วิจัยได้นำมาอภิปรายเป็น 2 ตอนดังนี้

จากการสร้างและหาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา พบว่าผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบต่างๆของแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า มีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.55, SD = 0.50$) และเมื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ 78.92/79.54 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 70/70 ทั้งนี้เนื่องมาจากกระบวนการสร้าง

แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน โดยเริ่มจากวิเคราะห์โครงสร้างหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แบบบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม คณิตศาสตร์ เพื่อนำมาจัดเป็นสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาเรียน กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ หลักฐานการเรียนรู้ และการวัดผลและประเมินผลคู่มือการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 แนวทางการวัดผลสะเต็มศึกษา จากเอกสาร วารสาร บทความ งานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา พร้อมทั้งศึกษาเทคนิควิธีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาจากคู่มือสะเต็ม เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับแบบทดสอบ และกระบวนการจัดกิจกรรมแบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้มีการตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยทดลองกับนักเรียน จำนวน 9 คน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1, 2, 3 และ 4 มีประสิทธิภาพของกระบวนการเป็น 78.53, 77.46, 79.67, 80.56 ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพของกระบวนการรวมเฉลี่ยเท่ากับ 79.06 นั่นคือ กิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.78/79.34 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 70/70 และเมื่อนำมาหาประสิทธิภาพกับนักเรียน จำนวน 50 คน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1, 2, 3 และ 4 มีประสิทธิภาพของกระบวนการเป็น 78.53, 77.46, 79.67, 80.56 ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพของกระบวนการรวมเฉลี่ยเท่ากับ 79.06 นั่นคือ กิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.78/79.34 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 70/70 ซึ่งสอดคล้อง อัจฉรา ไชยศรี (2552) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นร่วมกับปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนจำนวนร้อยละ 82.50 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 72.50 ของคะแนนเต็ม ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70 ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงของนักเรียนในระดับมกร้อยละ 62.50 และในระดับปานกลาง ร้อยละ 37.50 และสอดคล้องกับงานวิจัย นันทา ชูติแพทย์วิภา (2545) ศึกษาเรื่องผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพระมาดามีนิจานุเคราะห์ เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอน

วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมตามแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เพราะปัจจัยเกี่ยวกับการสร้างองค์ความรู้และรูปแบบการสอนแบบการให้สืบค้นก่อนการทดลอง การลงมือปฏิบัติด้วยการทำโครงการที่มีการดำเนินงานตามแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง การสรุปผลการศึกษาดำเนินการด้วยการเขียนแผนผังมโนทัศน์ และการนำเสนอผลการค้นคว้าด้วยแฟ้มสะสมผลงาน จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมที่มุ่งให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้บรรลุวัตถุประสงค์

2. การทดลองใช้แผนการจัดการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

การศึกษาความสามารถความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองใช้ พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองใช้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ดังที่เบญจการญจน์ ไสละม้ายและ ชลาธิป สมานิติ (2558) ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยที่ผ่านการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง อาชีพในท้องถิ่น จังหวัดสงขลา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เด็กปฐมวัยชายและหญิง จำนวน 25 คน อายุระหว่าง 5-6 ปี กำลังศึกษาในชั้นอนุบาล 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเทศบาล 2 (บ้านหาดใหญ่) สังกัดเทศบาลนครหาดใหญ่ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง อาชีพในท้องถิ่น จังหวัดสงขลา จำนวน 24 แผน และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองและแบบสังเกตพฤติกรรม วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบ t-test และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาผลการวิจัยพบว่า 1) เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง อาชีพในท้องถิ่น จังหวัดสงขลา มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลจากแบบสังเกตพฤติกรรม พบว่า เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง อาชีพในท้องถิ่น จังหวัดสงขลา มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่สูงขึ้น

การเปรียบเทียบความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา พบว่า หลังเรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังที่ Shi-Jer Lou, (2558) ศึกษาโครงการ STEM สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศ

ได้หวั่น. วัตถุประสงค์ของการศึกษาโครงการ STEM ซึ่งผสมผสานระหว่าง PBL กับกิจกรรม STEM ซึ่งประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยโครงการนี้ให้นักเรียนออกแบบ “ถ้วยลำโพง” ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนหญิงจำนวน 40 คนจากชาติปิงตุงและนักเรียนจำนวน 44 คน จากชาติเนปฐและอาชีพศึกษาโปรแกรมวิชาเกษตรอุตสาหกรรมชั้นปีที่ 4 โดยดำเนินการทดลองเป็นเวลา 4 สัปดาห์. กิจกรรม STEM ผสมผสานกับรูปแบบ PBL และเว็บไซต์. นอกจากนี้ผู้วิจัยซึ่งเป็นครูสอนพิเศษในโครงการนี้จะช่วยแก้ปัญหาของนักเรียน. ซึ่งการวิเคราะห์เนื้อหาถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์โครงการของนักเรียนและกระบวนการเรียนรู้ของเว็บไซต์ตามมาด้วยแบบสอบถามและการสัมภาษณ์การสำรวจความพึงพอใจของการเรียนรู้ของนักเรียนพบว่า 1. นักเรียนที่มาจากระบบการศึกษาที่แตกต่างกันแสดงให้เห็นถึงลักษณะของการทำงานที่แตกต่างกัน; 2. การประดิษฐ์สิ่งต่างๆด้วยตนเองเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการออกแบบ PBL 3. เทคโนโลยีที่มีการกล่าวถึงมากที่สุดในขณะที่คณิตศาสตร์กล่าวถึงอย่างน้อยในฟอรัมของเว็บไซต์นั้น และ 4 "การเรียนรู้การสอนการออกแบบวัสดุ STEM กิจกรรม "นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนรู้มากที่สุด. ทั้งนี้ เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบโดยประยุกต์จากคู่มือสะเต็มศึกษา เอกสารสะเต็มศึกษา วารสาร บทความ และงานวิจัย โดยผู้วิจัยได้กำหนดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เป็น 4 แผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละกิจกรรมได้จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ดังนี้ ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (Identify a challenge : I) หมายถึง เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจของตนเองหรือเกิดจากการอภิปรายกลุ่ม หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นศึกษา เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาการศึกษาค้นคว้า หรือการทดลอง ขั้นที่ 2 การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore ideas : E) หมายถึง เป็นการค้นหา วิธีการทดลอง และรวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาค้นคว้า หรือการทดลอง ในการวางแผนและพัฒนาขั้นที่ 3 การวางแผนและพัฒนา (Plan & develop : P) หมายถึง เป็นการวางแผนกำหนด ขอบเขตในการค้นหาแนวคิด หรือออกแบบการทดลองและพัฒนา ลงมือปฏิบัติ รวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปสู่การทดสอบและประเมินผล ขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมินผล (Test & evaluate : T) หมายถึง เป็นการประเมินด้านกระบวนการและผลผลิตเพื่อเป็นการทดสอบในการออกแบบการทดลองโดยให้นักเรียนได้วิเคราะห์วิจารณ์แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน อภิปราย ประเมิน ปรับปรุง เพิ่มเติมและสรุป ถ้ายังมีปัญหาให้ศึกษาทบทวนใหม่อีกครั้ง ขั้นที่ 5 การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the solution : P) หมายถึง เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองและประเมินผลมานำเสนอในรูปแบบต่างๆซึ่งอาจเป็น กราฟ แผนผัง โดยมีการอ้างอิงความรู้ประกอบการให้สมเหตุผลผล มีเอกสารอ้างอิง และหลักฐานชัดเจน เพื่อนำไปสู่ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ส่งผลให้ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ใน

สถานการณ์ต่างๆในชีวิตประจำวันของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล สอดคล้องกับจรรยาบรรณและคุณลักษณะ (2558) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียน ระดับประถมศึกษา วิธีดำเนินการวิจัยประกอบด้วยขั้นตอนในการวิจัย 2 ขั้นตอน คือ 1.ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาจากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัย 2.จัดประชุมสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) เพื่อสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร จำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้และการวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา จำนวน 2 คน ผลการวิจัย พบว่าในการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้ คือ 1) ศึกษาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในลักษณะของการบูรณาการ 2) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน 3) จัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) 4) จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) 5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียน ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน 6) วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ซึ่งแนวทางในการ จัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาดังกล่าวเป็นการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic learning)

ข้อเสนอแนะ

จากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ผู้วิจัยมีข้อค้นพบในการวิจัยและข้อเสนอแนะข้อคิดเห็นบางประการ เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับบุคคลที่จะนำงานวิจัยไปศึกษาในลำดับต่อไปดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ในเนื้อหาสาระและระดับชั้นเดียวควรมีการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาในระดับชั้นต่างๆโดยปรับกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระและระดับของผู้เรียน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสนใจ มีผลการเรียนรู้ดี และพัฒนาคุณภาพการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น

1.2 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา นักเรียนมีการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เก่ากับความรู้ใหม่ไม่บ่อยนัก ดังนั้นควรมีการพัฒนาให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์

ของเนื้อหาแบบบูรณาการ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม โดยใช้คำถามการใช้สื่ออุปกรณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตจริงมาเป็นโจทย์ปัญหาเพื่อให้สามารถบูรณาการเนื้อหาได้

1.3 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะสมเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ในบางกิจกรรมนักเรียนอาจใช้เวลาค่อนข้างมากในการปฏิบัติกิจกรรม ดังนั้น ครูควบคุมเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะสมเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ควรดำเนินการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะสมเต็มศึกษาในระดับชั้นอื่นๆให้กว้างมากยิ่งขึ้นเพื่อที่จะได้ปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.2 เนื่องจากการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะสมเต็มศึกษาควรทำการศึกษาเปรียบเทียบกับนวัตกรรมการสอนประเภทอื่นๆจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

กมลฉัตร กล่อมฉิม (2556). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ด้วยการ
ช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา
สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. หลักสูตรปริญญาการศึกษาดุสิตบัณฑิต สาขาหลักสูตร
และการสอน มหาวิทยาลัยนเรศวร.

คู่มือบริหารจัดการเวลาเรียน “ลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้”(2558). สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.

จำรัส อินทลาภาพร และคณะ.การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาระดับ
ประถมศึกษา.วารสารฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ ปีที่ 8 ฉบับที่ 1
เดือนมกราคม –เมษายน 2558.

ชนาธิป พรกุล (2554) .การสอนกระบวนการคิดทฤษฎีและการนำไปใช้. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีตาม
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 .สำนักวิชาการและมาตรฐาน
การศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลาง
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 .สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงาน
คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลาง
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 .สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงาน
คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) 2545 และ (ฉบับที่ 3) 2553

พลศักดิ์ แสงพรมศรีและคณะ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับ
การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ.วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปี
ที่ 9 ฉบับพิเศษ เมษายน พ.ศ. 2558

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2556).**การสอนคิดด้วยโครงการการเรียนรู้การสอนแบบบูรณาการทักษะในศตวรรษที่ 21**. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2557). **การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21**. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.

วิทยา หล่อศิริ (2556) .**การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาและการตัดสินใจสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีในสถาบันการพลศึกษา**. หลักสูตรปริญญาการศึกษาดุสิตบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ (2558) **เอกสารกิจกรรมสะเต็มศึกษา.ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3** .องค์การค่าของสทศ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ (2558) **เอกสารกิจกรรมสะเต็มศึกษา.ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6** .องค์การค่าของสทศ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ (2558) **คู่มือกิจกรรมสะเต็ม ศึกษา.ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3** .องค์การค่าของสทศ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ (2558) **คู่มือกิจกรรมสะเต็ม ศึกษา.ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6** .องค์การค่าของสทศ.

Advancing the“E” in K-12 STEM Education. *Journal of TechnologyStudies*, 36(1), 53-64.

Hanover Research, 2011. District Administration Practice

Maryland STEM: Innovation Today to Meet Tomorrow’sGlobal Challenges. STEM Education Frequently AskedQuestions. Retrieved January 10, 2014, fromhttp://mdk12.org/instruction/curriculum/STEM/pdf/STEM_Frequently_Asked_Questions.pdf

Meyrick, Kristy M. (2011). How STEM Education Improve& Student Learning. *Meridian K-12 School ComputerTechnologies Journal*, 14(1).

National Research Council, 2012. *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concept, and Core Ideas*. Committee on New Science Education Standards, Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Science and Education. Washington, DC: National Academy Press.

Vasquez, J.A., Sneider, C., and Comer, M. (2013). *STEM Lesson Essentials: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann.

http://www.teachengineering.org/view_activity.php?url=collection/cub_/activities/cub_convshoes/cub_convshoes_lesson01_activity1.xml, retrieved on April 20, 2014.

Rockland, R., Bloom, D. S., Carpinelli, J., Burr-Alexander, L., Hirsch, L. S., & Kimmel, H. (2010).

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 9 แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

ที่	รายการประเมิน		$\bar{x}$	SD.	ระดับความ เหมาะสม
1	ตัวชี้วัด				
	1.1	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน	4.40	0.89	มาก
	1.2	มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.80	0.45	มากที่สุด
	1.3	สัดส่วนเวลาเรียนมีความเหมาะสม	4.60	0.55	มากที่สุด
	1.4	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ของหลักสูตร	4.40	0.55	มาก
	1.5	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมสาระการเรียนรู้	4.40	0.89	มาก
	เฉลี่ย		4.52	0.67	มากที่สุด
2	สาระสำคัญ				
	2.1	สาระสำคัญบ่งชี้ถึงความคิดรวบยอดของเนื้อหา มีความถูกต้องและชัดเจน	4.40	0.55	มาก
	2.2	สาระสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	4.60	0.55	มากที่สุด
	2.3	สาระการเรียนรู้มีการบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีตามแนวทางสะเต็มศึกษา	4.80	0.45	มากที่สุด
	เฉลี่ย		4.60	0.52	มากที่สุด
3	กิจกรรมการเรียนรู้				
	3.1	ใช้กลวิธีการสอนที่เหมาะสมในการบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา	4.60	0.55	มากที่สุด
	3.2	มีการเชื่อมโยงกับสถานการณ์/ปัญหาในชีวิตประจำวัน	4.40	0.55	มาก

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน		$\bar{x}$	SD.	ระดับความเหมาะสม
3	กิจกรรมการเรียนรู้ (ต่อ)				
	3.3	ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	4.60	0.89	มากที่สุด
	3.4	ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา และการคิดวิเคราะห์อย่างมีระบบ	4.40	0.55	มาก
	3.5	ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี	4.43	0.56	มาก
	3.6	ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านกระบวนการทางวิศวกรรม	4.49	0.51	มาก
	3.7	มีการใช้เทคโนโลยีในการจัดกระบวนการเรียนรู้	4.51	0.51	มากที่สุด
	3.8	ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	4.46	0.61	มาก
	3.9	มีลำดับของกิจกรรมที่เหมาะสมกับกระบวนการเรียนรู้	4.40	0.55	มาก
	3.10	กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง	4.60	0.89	มากที่สุด
	เฉลี่ย		4.49	0.62	มาก
4	สื่อการเรียนรู้				
	4.1	สื่อและแหล่งเรียนรู้มีความหลากหลายและน่าเชื่อถือ	4.40	0.55	มาก
	4.2	สื่อการเรียนรู้ช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น	4.43	0.56	มาก
	เฉลี่ย		4.42	0.56	มาก
5	การวัดและประเมินผล				
	5.1	การวัดผลประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.40	0.55	มาก

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน		$\bar{x}$	SD.	ระดับความเหมาะสม
	5.2	มีการวัดผลประเมินผลด้วยเครื่องมือและวิธีการที่เหมาะสม	4.80	0.45	มากที่สุด
	5.3	มีการวัดผลประเมินผลหลายมิติอย่างเหมาะสม	4.49	0.51	มาก
เฉลี่ย			4.56	0.50	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย			4.52	0.57	มากที่สุด

ภาคผนวก ข
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

1. รองศาสตราจารย์ ดร.วาริรัตน์ แก้วอุไร คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. รองศาสตราจารย์ ดร.ปกรณ ประจันบาน คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร
3. รองศาสตราจารย์ ดร.สรวงพร กุศลส่ง คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิริินภา กิจเกื้อกูล ภาควิชา วิทยาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ ภาควิชา วิทยาศาสตร์ คณะ
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ภาคผนวก ค
แผนการจัดการเรียนรู้

เครื่องดักแมลงวัน

สาระสำคัญ

การสร้างสิ่งของเครื่องใช้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นขั้นตอนการทำงานเพื่อสร้างสิ่งของ เครื่องใช้หรือวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการของมนุษย์ และใช้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโครงสร้างหรือรูปร่างของสิ่งมีชีวิตกับการดำรงชีวิตในแหล่งที่ อยู่สมบัติ ของวัสดุ ชนิดต่าง ๆ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต การใช้ความรู้คณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบันทึกกิจกรรม หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ระบุเวลา และอ่านตารางเวลา การเขียนแผนภูมิแท่ง การเขียนและการอ่านบันทึกรายรับ รายจ่าย การใช้ความรู้ทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศในการค้นหาข้อมูลและใช้ความรู้ในการออกแบบและเทคโนโลยี โดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพร่าง ซึ่งองค์ความรู้จากศาสตร์ต่างๆเหล่านี้ ทำให้สิ่งของเครื่องใช้หรือ วิธีการที่ถูกคิดค้นขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพการทำงานที่ดียิ่งขึ้น

ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

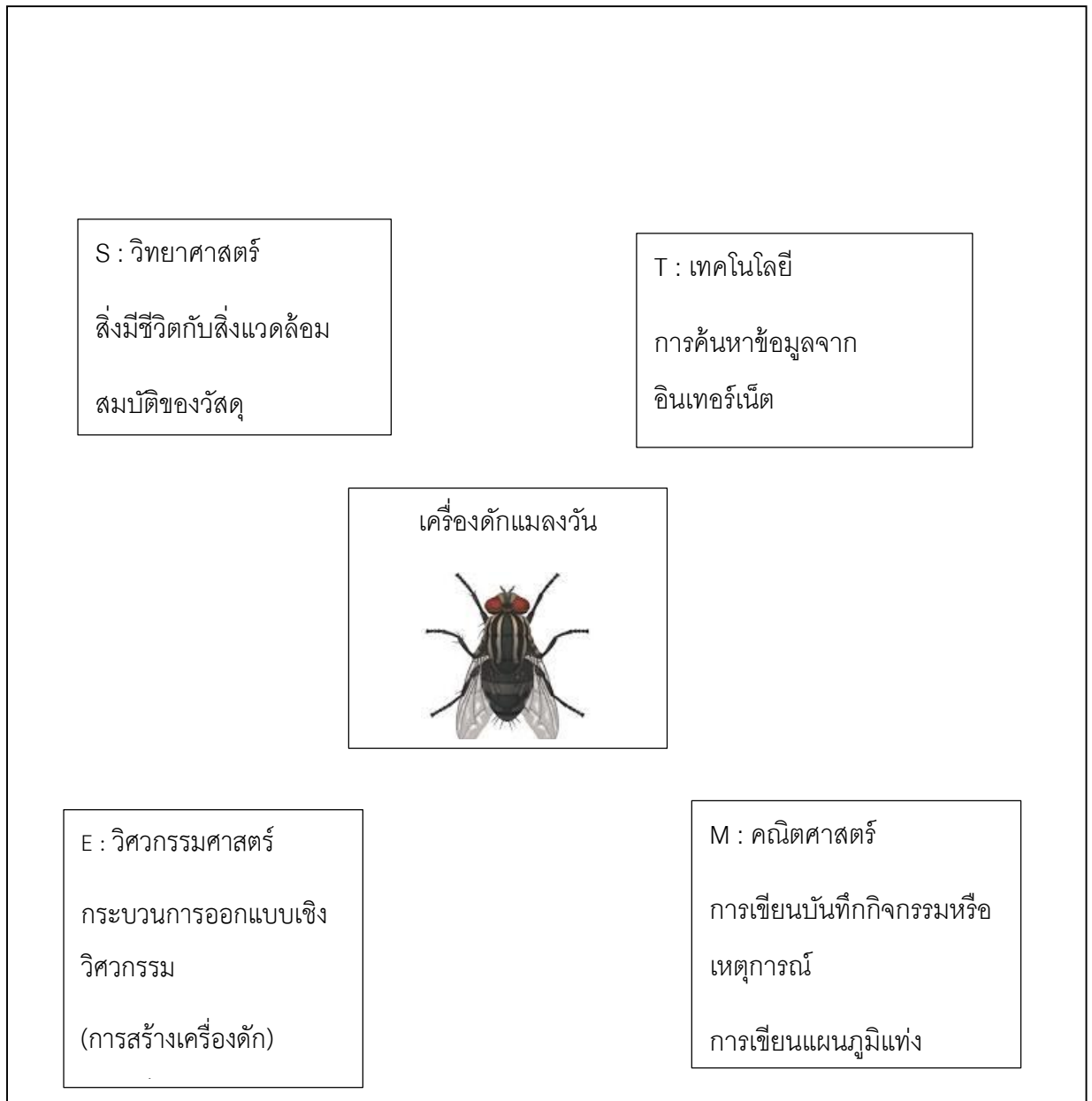
วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
1. สำรวจและบรรยายโครงสร้างหรือรูปร่างของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตในแหล่งที่อยู่ 2. สำรวจและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในแหล่งที่อยู่เดียวกัน 3. ทดลองและอธิบายสมบัติของวัสดุชนิดต่างๆ เกี่ยวกับความยืดหยุ่น ความแข็ง ความเหนียว การนำความร้อน การนำไฟฟ้า และความหนาแน่น	1. อ่านและเขียนบันทึกกิจกรรมหรือเหตุการณ์ที่ระบุเวลา 2. เขียนแผนภูมิรูปภาพและแผนภูมิแท่ง	1. สร้างสิ่งของเครื่องใช้ตามความสนใจอย่างปลอดภัยโดยกำหนดปัญหาหรือความต้องการ รวบรวมข้อมูล เลือกวิธีการออกแบบ โดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพร่างลงมือสร้างและประเมินผล 2. ใช้คอมพิวเตอร์ในการหาข้อมูล

สาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
- สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์มีโครงสร้างหรือรูปร่างลักษณะที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตในแต่ละแหล่งที่อยู่ กลุ่มสิ่งมีชีวิตประกอบด้วย สิ่งมีชีวิตหลาย ๆ ชนิดอาศัยอยู่ด้วยกันในแหล่งที่อยู่เดียวกัน - สิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิต เช่น เป็นอาหาร เป็นที่อยู่อาศัย และสิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กับสิ่งไม่มีชีวิต เช่น เป็นที่อยู่อาศัย เป็น ที่หลบภัย เป็นที่เลี้ยงดูลูกอ่อน ความสัมพันธ์ดังกล่าวล้วนเพื่อการดำรงชีวิต - วัสดุบางชนิดแข็งเพราะทนต่อแรงขูดขีด หรือเหนียวเพราะแตกหรือขาดยาก ทนต่อ แรงกระทำบางชนิดยืดหยุ่นเพราะสามารถ เปลี่ยนแปลงรูปร่างและกลับสภาพเดิมได้เมื่อมี แรงมากระทำ บาง	- การอ่านและการเขียนบันทึกกิจกรรมที่ระบุ เวลา การอ่านตาราง เวลา - การเขียนแผนภูมิแท่ง	- อินเทอร์เน็ต เป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์หลาย ๆ เครือข่ายที่เชื่อมโยงกันทั่วโลก ซึ่ง ให้บริการต่าง ๆ เช่น สืบค้น ข้อมูล ติดต่อสื่อสาร - การค้นหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ควรใช้คำที่สอดคล้องกับข้อมูลที่ต้องการ และเลือกแหล่งข้อมูลที่น่า เชื่อถือ - ก่อนนำข้อมูลไปใช้หรือเผยแพร่ควรตรวจสอบข้อเท็จจริงด้วยการวิเคราะห์ แยกแยะ เปรียบเทียบข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ น่าเชื่อถือ

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
ชนิดนำความร้อนและไฟฟ้า ได้ เราสามารถนำวัสดุมาใช้ ประโยชน์แตกต่างกัน เช่น ใช้เชือกเพื่อลากสิ่งของ ใช้ โลหะทำสายไฟ และ พลาสติกทำปลอกหุ้ม สายไฟ และอื่น ๆ		

กรอบแนวคิด



จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. สืบค้นและอธิบายพฤติกรรมและการดำรงชีวิตของแมลงวัน
2. ออกแบบและสร้างเครื่องดักแมลงวันจากวัสดุที่เหมาะสม
3. นำเสนอข้อมูลจากการสำรวจโดยใช้แผนภูมิแท่ง

วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวนต่อ กลุ่ม	ที่	รายการ	จำนวนต่อ กลุ่ม
1	เชือกฟาง	1 ม้วน	5	เทปกาว	1 ม้วน
2	ขวดน้ำพลาสติก	2 ขวด	6	กรรไกร	1 เล่ม
3	เศษวัสดุเหลือใช้อื่นๆ		7	คัตเตอร์	1 อัน
4	วัสดุหรือสารหล่อ แมลงวัน				

แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นระบุปัญหา

1. กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน

1.1 ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทบทวนความรู้เดิมและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ โดย ครูพูดคุยกับนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดจากแมลงวันตามสถานที่ต่าง ๆ เช่น โรงอาหาร บ้าน ของนักเรียน จากนั้นคุณครูพานักเรียนไปดูโรงอาหารหรือบริเวณอื่นในโรงเรียนที่มีแมลงวัน

2. กิจกรรมระบุปัญหา

2.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์ปัญหาจากสภาพพื้นที่จริงที่ได้สำรวจ

2.2 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปกรอบของปัญหา โดยให้นักเรียนเขียนข้อความสั้น ๆ เกี่ยวกับปัญหาที่ พบ โดยนักเรียนอาจกำหนดปัญหาที่พบในสถานการณ์ได้ดังนี้

“มีแมลงวันจำนวนมากในโรงอาหาร อาจเป็นสาเหตุของการเกิดโรคต่าง ๆ จึงต้องการวิธีกำจัดแมลงวันให้หมดไปจากโรงอาหาร”

ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

3. ครูให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแมลงวัน เช่น ลักษณะรูปร่างของแมลงวัน ที่อยู่อาศัยของ แมลงวัน พฤติกรรมของแมลงวัน เช่น การกินอาหาร การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์ รวมทั้งโรคที่เกิดจาก แมลงวัน ซึ่งอาจศึกษาจากตำรา วารสาร อินเทอร์เน็ต ระดมสมองหรือสอบถามผู้มี

ประสบการณ์ โดยครู อาจแจกใบกิจกรรมซึ่งกำหนดหัวข้อ (ใบกิจกรรมที่ 1) เพื่อให้นักเรียนได้ข้อมูล ครอบคลุมปัญหาที่ต้องการ แก้ไข ซึ่งนักเรียนอาจมีวิธีการแก้ปัญหาหลายแนวทาง เช่น ใช้ถุงน้ำ หรือแผ่นซีดี สร้างเครื่องดักจับ การ ใช้สารเคมี การใช้ไม้ตบ การใช้กาวดัก

4. ครูให้นักเรียนบันทึกรายละเอียดการแก้ปัญหาตามวิธีการข้างต้นในรูปแบบของแผนที่ความคิด (concept map) และนำเสนอข้อมูล

5. ครูนำวิธีการตามข้อ 3 มาเขียนไว้บนกระดาน จากนั้นครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันโดยใช้คำถาม ดังต่อไปนี้

5.1 วิธีการที่นักเรียนสืบค้นมา วิธีใดเป็นการไล่และวิธีใดเป็นการกำจัดแมลงวัน

(แนวคำตอบ การใช้ถุงน้ำหรือแผ่นซีดี เป็นการไล่แมลงวัน เครื่องดักจับ การใช้สารเคมี การใช้ไม้ตบและการใช้กาวดักเป็นการกำจัดแมลงวัน)

5.2 ถ้าต้องการให้แมลงวันหมดไปจากโรงอาหาร เราควรกำจัดหรือไล่แมลงวัน เพราะเหตุใด

(แนวคำตอบ การกำจัดแมลงวัน เพราะเป็นการลดจำนวนแมลงวันให้ค่อย ๆ หมดไป)

5.3 การสร้างเครื่องดักจับแมลงวันมีข้อดีและข้อเสียอย่างไร

(แนวคำตอบ ข้อดี ไม่ต้องใช้สารเคมีทำให้ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ ใช้งานสะดวก ข้อเสีย ต้องมีความรู้และมีเครื่องมือ อุปกรณ์สำหรับการสร้างเครื่องดักจับแมลง)

5.4 การใช้สารเคมีฆ่าแมลงวันมีข้อดีและข้อเสียอย่างไร

(แนวคำตอบ ข้อดี ทำให้แมลงวันตายอย่างรวดเร็ว ข้อเสีย เป็นอันตรายต่อมนุษย์)

5.5 การใช้ไม้ตบแมลงวันมีข้อดีและข้อเสียอย่างไร

(แนวคำตอบ ข้อดี ไม่ต้องใช้สารเคมีจึงไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ ข้อเสีย ทำให้เสียเวลา แมลงวันจะตายและร่วงหล่นลงทำให้บริเวณนั้นสกปรก)

5.6 การใช้กาวดักแมลงวันมีข้อดีและข้อเสียอย่างไร

(แนวคำตอบ ข้อดี ใช้งานง่าย แมลงวันมาติดเยอะ ข้อเสีย ทำให้บริเวณโรงอาหารไม่สะอาด)

6. ครูให้นักเรียนอภิปรายกันในกลุ่มเพื่อเลือกวิธีการกำจัดแมลงวัน ซึ่งนักเรียนอาจใช้หลายวิธี ร่วมกันเพื่อให้ เกิดวิธีการกำจัดแมลงวันวิธีใหม่ได้ ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่าวิธีการที่เลือกจะต้องไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ หรือสิ่งแวดล้อม

ขั้นตอนแบบวิธีการแก้ปัญหา

7. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบชิ้นงานโดยใช้ความรู้ที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลและการอภิปราย ร่วมกัน โดยให้ นักเรียนทำการร่างภาพที่ แสดงส่วนประกอบ เช่นวัสดุ สมบัติ ของวัสดุ และขนาดของวัสดุ ที่จะนำมาใช้เป็นส่วนประกอบต่าง ๆ ในการสร้างเครื่องดักแมลงวัน ขนาดและหน่วยวัดของเครื่องดัก แมลงวัน สำหรับนำไปสร้างเป็นชิ้นงานจริง (ใบกิจกรรมที่ 2)

ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

8. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนการสร้างเครื่องดักแมลงวันตามที่ได้ออกแบบไว้ จากนั้น ดำเนินการสร้าง ตามแผน

ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

9. ครูให้นักเรียนทดสอบเครื่องดักแมลงวันที่สร้างขึ้นว่าสามารถแก้ปัญหาได้ตามที่ต้องการหรือไม่ โดยนำไป ติดตั้งที่โรงอาหารหรือบริเวณที่ครูพานักเรียนไปสำรวจในครั้งแรก

10. ครูให้นักเรียนบันทึกจำนวนแมลงวันที่ดักได้ในแต่ละวันลงในตารางตัวอย่างด้านล่าง

ชื่อกลุ่ม.....						
สถานที่ตั้งแมลงวัน.....						
สาร/อุปกรณ์/อาหารที่ใช้ล่อ						
แมลงวัน.....						
วันที่	1 (.../.../...)	2 (.../.../...)	3 (.../.../...)	4 (.../.../...)	5 (.../.../...)	รวม
จำนวน แมลงวัน (ตัว)						

11. ครูให้นักเรียนปรับปรุงแก้ไขเครื่องดักแมลงวันให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น โดยนักเรียนสามารถปรับปรุงได้ หลังจากการทดลองใช้ในแต่ละวัน
12. ครูให้นักเรียนปรับปรุงแก้ไข นำไปทดลองใช้และให้บันทึกผลการทดลองว่าเครื่องดักแมลงวันที่สร้างขึ้น สามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ และนักเรียนมีความพึงพอใจเพียงใด

ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

13. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน โดยนำเสนอผลการทดสอบจำนวนแมลงวันที่ดักจับได้ เป็น แผนภูมิแท่ง
14. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อสรุปประเด็นและความรู้ที่ได้จากการสร้างเครื่องดักแมลงวัน โดยครู อาจใช้คำถามดังต่อไปนี้
 - 14.1 นักเรียนได้ความรู้วิทยาศาสตร์อะไรบ้างจากการทำกิจกรรมนี้
(แนวคำตอบ การสืบพันธุ์ พฤติกรรมการกินอาหาร การบินของแมลงวัน วิธีการหรือเครื่องมือที่ใช้ในการกำจัดแมลงวัน สมบัติของวัสดุที่นำมาใช้ทำเครื่องดักแมลงวัน)
 - 14.2 นักเรียนได้รับความรู้คณิตศาสตร์อะไรบ้างจากการทำกิจกรรมนี้
(แนวคำตอบ การอ่านและการเขียนบันทึกกิจกรรมหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ระบุเวลา การเขียนแผนภูมิแท่ง)

การวัดประเมินผล

1. ประเด็นการประเมิน

- 1.1 การสืบค้นและอธิบายพฤติกรรมและการดำรงชีวิตของแมลงวัน
- 1.2 การออกแบบและสร้างเครื่องดักแมลงวันจากวัสดุที่เหมาะสม
- 1.3 นำเสนอข้อมูลจากการสำรวจโดยใช้แผนภูมิแท่ง

2. เครื่องมือการประเมิน

- 2.1 แบบมาตราประมาณค่า
- 2.2 แบบสังเกตพฤติกรรม

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. <http://www.volunteerspirit.org/node/5070> (12/6/2557)
2. <http://get-rid-of-flies.blogspot.com/> (12/6/2557)
3. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ. **หนังสือเรียนรายวิชา พื้นฐาน การออกแบบและเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2553
4. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. **หนังสือเสริมการเรียนรู้ การออกแบบและเทคโนโลยี กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2553.