

ผลของการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
ที่มีต่อการรู้เท่าทันและพฤติกรรมในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ปริญญาณิพนธ์
ของ
จักรเพชร สุริยะกมล

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ประยุกต์
ธันวาคม 2559

ผลของการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
ที่มีต่อการรู้เท่าทันและพฤติกรรมกาแก้ปัญหาแบบร่วมมือ
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ปริญญาานิพนธ์

ของ

จักรเพชร สุริยะกมล

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ประยุกต์
ธันวาคม 2559

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลของการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
ที่มีต่อการรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

บทคัดย่อ

ของ

จักรเพชร สุริยะกมล

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ประยุกต์
ธันวาคม 2559

จักรเพชร สุริยะกมล. (2559). ผลของการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิด
สะเต็มศึกษา ที่มีต่อการรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
คณะกรรมการควบคุม: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชุดา กิจธรรม,
อาจารย์ ดร.คันทรีย์ ชมพูพาทย์

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายดังนี้ 1) เพื่อเปรียบเทียบการรู้เท่าทันและพฤติกรรมการ
แก้ปัญหาแบบร่วมมือหลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 2) เพื่อเปรียบเทียบการ
รู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือระหว่างหลังการทดลองและระยะติดตามผล ทั้งใน
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และ 3) เพื่อเปรียบเทียบการรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบ
ร่วมมือในระยะติดตามระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็น
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 45 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 23 คน และกลุ่ม
ควบคุม จำนวน 22 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร
ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แบบวัดการรู้เท่าทัน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการอ่าน ด้านคณิตศาสตร์ และด้าน
วิทยาศาสตร์ และแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ มีการเก็บข้อมูลเป็น 3 ระยะ
คือ ก่อนทดลอง หลังการทดลอง และระยะติดตาม การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐานใช้
การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุคูณ (MANCOVA)

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการเปรียบเทียบการรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบ
ร่วมมือหลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่ากลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของทุกตัว
แปรสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ผลการเปรียบเทียบการรู้เท่าทัน
และพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือระหว่างหลังการทดลองและระยะติดตามผลทั้งในกลุ่ม
ทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่าการรู้เท่าทันด้านการอ่านไม่แตกต่างกันทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่ม
ควบคุม ส่วนการรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์ การรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการ
แก้ปัญหาแบบร่วมมือไม่แตกต่างกันเฉพาะในกลุ่มทดลองเท่านั้น 3) ผลการเปรียบเทียบการรู้เท่าทัน
และพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในระยะติดตามผลระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
พบว่ากลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของทุกตัวแปรสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

THE EFFECTS OF STEM INTEGRATION BASED EXTRA-CURRICULAR ACTIVITIES
ON LITERACY AND COLLABORATIVE PROBLEM SOLVING BEHAVIOR
FOR PRATHOMSUEKSA SIX STUDENTS

AN ABSTRACT
BY
CHAKPHET SURİYAKAMOL

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Doctor of Philosophy Degree
in Applied Behavioral Science Research at Srinakharinwirot University

December 2016

Chakphet Suriyakamol. (2016). *The Effects of STEM Integration Based Extra-Curricular Activities on Literacy and Collaborative Problem Solving Behavior for Prathomsueksa Six Students*. Dissertation, Ph.D. (Applied Behavioral Science Research). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University.
Advisor committee: Asst. Prof. Dr.Wichuda Kijtorntam,
Dr.Canthasap Chomphupart.

This research aims to 1) compare literacies and collaborative problem solving behavior after treatment between the experimental and the control group. 2) Compare literacies and collaborative problem solving behavior between posttest and follow-up in both the experimental and the control group, and 3) Compare literacies and collaborative problem solving behavior in follow-up time between the experimental and the control group. The subjects in this study consisted of forty-five Prathomsueksa six students, with twenty three students in an experimental group and twenty two students in a control group. The STEM integration based extra-curricular activities plan included as, literacy test; which consists of reading literacy, mathematical literacy, scientific literacy and collaborative problem solving behavior observation form were used in this study. The data was collected before, after and follow-up the experiment. The data analysis to determine the hypotheses using multivariate analysis of covariance (MANCOVA).

The research found that 1) The comparison of literacies and collaborative problem solving behavior (CPS-behavior) after the experiment between the experimental group and the control group found that the experimental group showed an average of all the variables which was higher than the control group at significant statistically of .01 level. 2) The comparison of literacies and CPS-behavior between posttest and follow-up up in both the experimental and the control groups showed reading literacy was not different in both experimental and control groups, but mathematical literacy, scientific literacy and CPS-behavior was not different in the experimental group. And 3) The comparison of literacies and CPS-behavior in follow-up time between the experimental group and the control group found that the experimental group showed an average of all the variables which was higher than the control group at significant statistically of .01 level.

ปริญญาบัตร

เรื่อง

ผลของการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อการรู้เท่าทัน
และพฤติกรรมในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ของ

จักรเพชร สุริยะกมล

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ประยุกต์
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
วันที่ เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2559

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาบัตร

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชุดา กิจธรรม)

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์วรรณ โสมประยูร)

..... ที่ปรึกษา
ร่วม
(อาจารย์ ดร.คันทรีย์ ชมพูพาทย์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชุดา กิจธรรม)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.คันทรีย์ ชมพูพาทย์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.นำชัย สุภฤกษ์ชัยสกุล)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ฐาศูร์ จันประเสริฐ)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความกรุณาให้คำแนะนำและช่วยเหลือจาก คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ทั้ง 2 ท่าน คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชุดา กิจจรธรรม และ อาจารย์ ดร.คันททรัพย์ ชมพูพาทย์ ผู้ซึ่งคอยจุดประกายแนวคิดในการสานต่อการดำเนินงาน ปริญญานิพนธ์ให้สำเร็จได้ในวันนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุปรีชา วงศ์อารีย์ อาจารย์ ดร.รสวัสดิ์ อักษรวงศ์ อาจารย์ ดร.ศิริพรรณ ศิริบุญนาม และอาจารย์ประสงค์ สกุลชัง ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องในการวิจัย การดำเนินงานของผู้วิจัย คงสำเร็จลุล่วงไม่ได้หากขาดผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้กล่าวมานี้

ขอขอบคุณศิษย์รุ่นพี่ของสถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์หลายท่าน และเพื่อนร่วมรุ่น ปร.ด. สาขาวิชาการวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ประยุกต์ทุกคน ที่คอยเป็นกำลังใจและผลักดันให้สามารถก้าวเดินในเส้นทางของการทำปริญญานิพนธ์มาจนถึงวันนี้

และกำลังใจที่สำคัญยิ่งที่ช่วยให้ผู้วิจัยเกิดพลังที่จะต่อสู้และพยายามเอาชนะปัญหาอุปสรรคทั้งปวง ตลอดระยะเวลาการศึกษาและทำปริญญานิพนธ์ คือ บุคคลในครอบครัวอันเป็นที่รัก ประกอบด้วย คุณพ่อแดง-คุณแม่ประนอม สุริยะกมล คุณสุพรรณษา สุริยะกมล น้องเพชรและน้องพลอย ลูกชายและลูกสาวที่กำลังเติบโตด้วยความน่ารักน่าเอ็นดู

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่เกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอน้อมบูชาแต่ครูอาจารย์ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้ผู้วิจัย นับตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงบัณฑิตศึกษา ซึ่งนับเป็นแรงหนุนอันสำคัญที่ส่งให้ผู้วิจัยก้าวเดินมาได้จนถึงทุกวันนี้

จักรเพชร สุริยะกมล

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
คำถามการวิจัย	5
ความมุ่งหมายของการวิจัย	5
ความสำคัญของการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
นิยามเชิงปฏิบัติการ	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
แนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา (STEM Education)	11
ความหมายและที่มาของสะเต็มศึกษา	11
ความสำคัญของสะเต็มศึกษา	13
รูปแบบการบูรณาการการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	14
ข้อดีและข้อจำกัดของการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	17
สะเต็มศึกษาในประเทศไทย	19
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา	21
แนวคิดเกี่ยวกับกิจกรรมเสริมหลักสูตร	25
ความหมายของกิจกรรมเสริมหลักสูตร	25
ความสำคัญของกิจกรรมเสริมหลักสูตร	26
แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรตามแนวคิด สะเต็มศึกษา	28
การออกแบบกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการ	31
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรและหลักสูตรบูรณาการ	33
นโยบายลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้	37
การดำเนินงานตามนโยบายลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้	37

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
กิจกรรมเสริมหลักสูตรกับนโยบายลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้	38
การสนับสนุนทางสังคมกับการจัดกิจกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	40
ความหมายของการสนับสนุนทางสังคม	40
ความสำคัญของการสนับสนุนทางสังคม	41
ประเภทของการสนับสนุนทางสังคม	42
การสนับสนุนทางสังคมของครู	47
การรู้เท่าทัน (Literacy)	43
ความหมายของการรู้เท่าทัน	44
ความสำคัญของการรู้เท่าทัน	44
การรู้เท่าทันตามกรอบการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ	45
พฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ	50
ความหมายและองค์ประกอบของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ	50
ความสำคัญของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ	57
การวัดพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ	52
กรอบแนวคิดในการวิจัย	55
สมมติฐานการวิจัย	58
3 วิธีดำเนินการวิจัย	59
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	59
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	60
รูปแบบการวิจัย	71
การดำเนินการวิจัย	71
การวิเคราะห์ข้อมูล	74

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	75
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	75
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	75
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน	76
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน	77
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	86
ความมุ่งหมายของการวิจัย	86
วิธีดำเนินการวิจัย	86
สรุปผลการวิจัย	87
อภิปรายผล	87
ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้	91
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป	92
บรรณานุกรม	93
ภาคผนวก	101
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ	102
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	104
ภาคผนวก ค การหาคุณภาพของเครื่องมือ	141
ภาคผนวก ง ตัวอย่างภาพกิจกรรมการวิจัย	146
ประวัติย่อผู้วิจัย	152

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 กิจกรรมเสริมหลักสูตรสำหรับกลุ่มควบคุม	66
2 แบบแผนการทดลอง	71
3 รายละเอียดการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร	73
4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรผลการทดลอง	76
5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรร่วม	77
6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุคูณทางเดียวเพื่อทดสอบความแตกต่าง ของตัวแปรผลการทดลองหลังการทดลอง (Posttest) ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยจัดอิทธิพลของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปีการศึกษา 2558	78
7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุคูณทางเดียว เพื่อทดสอบความแตกต่าง ของตัวแปรผลการทดลองหลังการทดลอง (Posttest) ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยจัดอิทธิพลของคะแนนจากการวัดก่อนการทดลอง	78
8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุคูณสองทาง เพื่อทดสอบความแตกต่าง ของตัวแปรผลการทดลองหลังการทดลอง (Posttest) ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยจัดอิทธิพลของคะแนนจากการวัดก่อนการทดลอง	79
9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมที่ละตัวแปร เพื่อทดสอบความแตกต่างของ ตัวแปรผลการทดลองหลังการทดลอง (Posttest) ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	80
10 ค่าเฉลี่ยของตัวแปรผลการทดลองหลังการทดลอง (Posttest) ที่ถูกปรับด้วย คะแนนการรู้เท่าทันด้านภาษาก่อนเรียน และพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหา แบบร่วมมือก่อนเรียนแล้ว	80
11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ เพื่อทดสอบผลของ กลุ่มการทดลอง การวัดซ้ำ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มการทดลองกับการ วัดซ้ำ ที่ส่งผลต่อตัวแปรผลการทดลองที่วัดหลังการทดลองและในระยะ ติดตามผล	81

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
12 ผลการทดสอบรายคู่ (Pairwise Comparisons) ของการวัดซ้ำในแต่ละ กลุ่มการทดลอง	82
13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุคูณสองทาง เพื่อทดสอบความแตกต่าง ของตัวแปรผลการทดลองในระยะติดตามผล (Follow-up) ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยขจัดอิทธิพลของคะแนนจากการวัดก่อนการทดลอง	83
14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมที่ละตัวแปร เพื่อทดสอบความแตกต่างของ ตัวแปรผลการทดลองในระยะติดตามผล (Follow-up) ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	94
15 ค่าเฉลี่ยของตัวแปรผลการทดลองในระยะติดตามผล (Follow-up) ที่ถูกปรับด้วย คะแนนการรู้เท่าทันด้านภาษาก่อนเรียน และพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหา แบบร่วมมือก่อนเรียนแล้ว	85
16 คุณภาพของแบบวัดการรู้เท่าทันด้านการอ่าน	142
17 คุณภาพของแบบวัดการรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์	143
18 คุณภาพของแบบวัดการรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์	144
19 คุณภาพของแบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ	145

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	57
2 ผังมโนทัศน์กิจกรรมสะเต็มศึกษา ปลดดแมลงวันปลอดโรค	61
3 ผังมโนทัศน์กิจกรรมสะเต็มศึกษา ขยะกลายร่างสร้างรายได้	62
4 ผังมโนทัศน์กิจกรรมสะเต็มศึกษา อาหารจานนี้มีดีแค่ไหน	63
5 ผังมโนทัศน์กิจกรรมสะเต็มศึกษา ทรงเรขาคณิตจากกระดาษรีดค่า	64

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิสัยทัศน์ของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มีเป้าหมายโดยเน้นผลลัพธ์ทั้งในแง่ของความรู้ ในวิชาแกนและทักษะแห่งศตวรรษใหม่ ซึ่งเป็นผลลัพธ์ทั้งที่โรงเรียน ที่ทำงาน และชุมชนต่างเห็นคุณค่า (เบลล์นิกา และ แบรินต์. 2556: 40) ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นไปเพียงความรู้เชิง เนื้อหาอย่างเดียวยังไม่เพียงพอ นับเป็นความจำเป็นเร่งด่วนที่ครูและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา จะต้องให้ความสำคัญ โดยการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันต้องเน้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้เข้ากับการ ทำงานในชีวิตจริง ให้เห็นคุณค่าของสิ่งที่ได้เรียนว่าจะมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของเขา ได้อย่างไร (วิจารณ์ พานิช. 2555: 15) การจัดกระบวนการเรียนรู้จึงพยายามเปลี่ยนบทบาทครู จากผู้บรรยายมาเป็นคณะครูร่วมกันออกแบบกิจกรรมในการจัดกระบวนการเรียนรู้ (Pedagogy) ให้นักเรียนใช้เป็นเครื่องมือไปเรียนรู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก และ เสนอแนะเครื่องมือการเข้าถึงองค์ความรู้ผ่านวิธีการต่าง ๆ โดยเฉพาะผ่านเทคโนโลยีให้เข้าถึง ความรู้ได้อย่างรวดเร็วและกว้างขวาง นำความรู้ที่ได้มาแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในห้องเรียน (สำนัก บริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2558: 4)

ดังนั้น คุณลักษณะที่สำคัญของผู้เรียนในปัจจุบันคงไม่ใช่เพียงแค่เด็กดี เก่ง และมีความสุข เหมือนที่หมายความเหมือนเมื่อก่อน แต่ต้องมีลักษณะของการเก่งคิด เก่งงาน เก่งคน เก่งเรียน สามารถยืนอยู่ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งเรื่องการเมือง เศรษฐกิจ วิถีชีวิต วัฒนธรรม และ สิ่งแวดล้อมรอบตัว (พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข. 2558: 1) ซึ่งสามารถสรุปทักษะ ที่สำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ได้ว่าควรประกอบไปด้วย ความรู้ที่เป็นแกนวิชาหลักและทักษะ ต่าง ๆ (พรทิพย์ ศิริภทราชัย. 2556: 52; วิจารณ์ พานิช. 2556: 14-18) แต่การจัดการศึกษาใน ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศไทย ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นั้น ยังคงมีการกำหนดเนื้อหาสาระของแต่ละวิชาออกจากกันเป็น 8 กลุ่มสาระ ได้แก่ ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม การงานอาชีพและ เทคโนโลยี สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ และภาษาต่างประเทศ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 8) ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนต้องจดจำเนื้อหาหรือเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ แยกกัน ไม่สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ ในวิชาต่าง ๆ ได้ คือ ไม่สามารถนำความรู้ในสาขาวิชาต่าง ๆ มาบูรณาการเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ที่ ครบถ้วนสมบูรณ์ในการทำงานหรือในการดำรงชีวิตได้ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2557: 1)

ถึงแม้ว่ามาตรา 22 ถึง 30 ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไข เพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 จะกำหนดให้สถานศึกษา ขั้นพื้นฐานมีหน้าที่จัดทำสาระของหลักสูตรและมีการจัดหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการตามความ

เหมาะสมที่เกี่ยวกับสภาพปัญหาในชุมชนและสังคม ภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยอาจจัดทำในรูปแบบของวิชาเพิ่มเติม (ราชกิจจานุเบกษา. 2553: 8-10) แต่การปฏิบัติให้เป็นรูปธรรมก็ยังคงขาดความชัดเจน นอกจากนี้จากรายงานผลการติดตามการใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษา พุทธศักราช 2551 ได้สะท้อนปัญหาที่สำคัญคือการจัดการเรียนการสอนตามตัวชี้วัดของสาระการเรียนรู้ทั้ง 8 สาระการเรียนรู้ที่มีมากเกินไป ทำให้ครูไม่สามารถจัดการเรียนรู้ได้ครบทุกตัวชี้วัดตามหลักสูตร รวมทั้งขาดความรู้ความเข้าใจในการจัดหน่วยบูรณาการและการจัดทำหลักสูตรท้องถิ่น (รุ่งนภา นุตรวงศ์ และคณะ. 2553. 8-11)

จากสภาพการจัดการเรียนการสอนที่มีการแยกเนื้อหาออกเป็นศาสตร์ต่าง ๆ ในปัจจุบันนี้ ทำให้ครูสอนแบบเน้นเนื้อหามากเกินไป ส่งผลให้คุณภาพของการจัดการศึกษาของไทยไม่สามารถแข่งขันกับนานาประเทศได้ รวมทั้งผลการเรียนรู้ของผู้เรียนไม่ว่าจะเป็นผลสัมฤทธิ์หรือสมรรถนะต่าง ๆ ไม่บรรลุตามเป้าประสงค์ของหลักสูตร ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในปีการศึกษา 2557 ซึ่งพบว่าในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นั้นมีผู้เข้าสอบได้ 0 คะแนนทุกกลุ่มสาระ และคะแนนเฉลี่ยรวมทุกกลุ่มสาระอยู่ในระดับ ร้อยละ 50 ซึ่งจากผลการทดสอบดังกล่าวมีการนำเสนอถึงความคิดเห็นของประธานสภาคณบดีคณะครุศาสตร์และศึกษาศาสตร์แห่งประเทศไทย ว่าสะท้อนให้เห็นถึงระบบการจัดการเรียนการสอน ระบบการบริหารหลักสูตร และระบบการวัดและประเมินผลที่ไม่สอดคล้องกัน เนื่องจากข้อสอบของสำนักทดสอบทางการศึกษา (สทศ.) เป็นข้อสอบเน้นคิดวิเคราะห์ แต่การเรียนการสอนและการวัดประเมินผลของโรงเรียนเน้นการท่องจำ และเมื่อใกล้สอบก็มักจะมีการติวข้อสอบเด็กผลการสอบจึงออกมาในลักษณะดังกล่าว (คมชัดลึกออนไลน์. 2558: ออนไลน์) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบตามโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment : PISA) ของประเทศไทยในปี 2012 ที่พบว่าทั้งผลการประเมินรวมและแยกเป็นรายด้าน คือ การรู้เท่าทันด้านการอ่าน (Reading Literacy) การรู้เรื่องด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) และการรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ (scientific Literacy) ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มประเทศสมาชิกที่เข้าร่วมทดสอบทั้งหมด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2557: 179) จึงอาจกล่าวได้ว่าการจัดการเรียนรู้ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานในปัจจุบันยังคงมีช่องว่างระหว่างความรู้กับทักษะต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้ในโรงเรียนกับความรู้และทักษะต่าง ๆ ที่ผู้เรียนต้องใช้ในชีวิตจริง (สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. 2558: 14)

ดังนั้น เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น กระทรวงศึกษาธิการจึงได้กำหนดแนวทางการปฏิรูปการศึกษาของชาติ พ.ศ. 2558-2564 โดยมีเป้าหมายของการปฏิรูปการศึกษาและกำหนดการดำเนินการปฏิรูปครอบคลุมทั้ง 6 มิติ ได้แก่ ปฏิรูปครู เพิ่มกระจายโอกาสและคุณภาพอย่างเท่าเทียมทั่วถึง ปฏิรูประบบบริหารจัดการ ผลิตและพัฒนากำลังคน ปฏิรูปการเรียนรู้ และปฏิรูปการใช้ ICT เพื่อการศึกษา (กระทรวงศึกษาธิการ. 2558 : ออนไลน์) โดยเมื่อพิจารณาในมิติของการปฏิรูปการเรียนรู้จะพบว่าแนวทางที่สำคัญจากหลาย ๆ ประการก็คือ การขจัดปัญหาการอ่านไม่ออกเขียนไม่ได้ และการเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะในศตวรรษที่ 21 นั้นเอง โดยจำเป็นต้องมีการปรับปรุง

หลักสูตรให้สอดคล้องกับบริบทของสังคมไทยและโลกที่เปลี่ยนแปลงไป ดังจะเห็นได้จากนโยบาย “ลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้” ที่กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้และเริ่มดำเนินการตั้งแต่ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ซึ่งเป็นกรอบวิสัยทัศน์ด้านการศึกษาเพื่อเตรียมผู้เรียนให้พร้อมเข้าสู่การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สอดคล้องกับหลายประเทศที่เห็นพ้องกันกับแนวคิดสำคัญในศตวรรษที่ 21 เรื่องของจิตสำนึกต่อโลก ความรู้พื้นฐานการประกอบสัมมาอาชีพ ความรู้พื้นฐานด้านพลเมือง สุขภาพ และสิ่งแวดล้อม และทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 อันได้แก่ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี ทักษะการทำงาน และทักษะชีวิตที่ใช้ได้จริง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, กระทรวงศึกษาธิการ. 2558: 1)

จากที่กล่าวมา จึงเป็นเหตุผลสนับสนุนที่จะต้องมีการปรับเปลี่ยนวิถีของการเรียนรู้ใหม่เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 การเรียนรู้ใหม่ที่จะเกิดขึ้นต้องเน้นให้ผู้เรียนลงมือทำ (Learning by Doing) เพื่อให้เกิดทักษะโดยการลงมือทำเป็นทีม แล้วร่วมกันไตร่ตรองว่าได้เรียนรู้อะไร และต้องการต่อยอดความรู้นั้นอย่างไร นอกจากนี้ยังต้องมีการก้าวข้ามสาระวิชา ประเมินผู้เรียนแนวใหม่ที่ไม่เน้นถูกผิดแต่เน้นการประเมินเป็นทีม (วิจารณ์ พานิช. 2555: 9-28) ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการเรียนการสอนแบบบูรณาการ (Integrated Instruction) ที่เน้นการสอนเชื่อมโยงความรู้ ความคิดรวบยอด หรือทักษะเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้โดยองค์รวมทั้งด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย (สิริพัทธ์ เจษฎาวิโรจน์. 2546: 13) การเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นการจัดการเรียนรู้แบบครบวงจร เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการเชื่อมโยงตั้งแต่หลักสูตร การจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ซึ่งรวมถึงระบบการรายงานผลการประเมิน โดยการเรียนรู้แบบบูรณาการสามารถตอบคำถามจากสาธารณชนได้ในประเด็นที่ว่า เนื้อหาแต่ละวิชาไม่แยกจากกัน เชื่อมโยงความรู้ ความคิด ทักษะ และประสบการณ์ให้มีความสัมพันธ์กันเป็นองค์รวม ลดความซ้ำซ้อนทั้งเนื้อหาและภาระงาน ลดเวลาเรียน และผู้เรียนมีโอกาสทำกิจกรรมนอกห้องเรียนมากขึ้น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, กระทรวงศึกษาธิการ. 2558: 1)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นอีกหนึ่งรูปแบบการบูรณาการเนื้อหาจาก 4 วิชาหลัก คือ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematic) ซึ่งล้วนเป็นวิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถที่จะดำรงอยู่ได้อย่างมีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 (รักษพล ชนาหวงศ์. 2556: 1 ; พรทิพย์ ศิริภักทราชัย. 2556: 50) โดยการนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ที่จำเป็นจากทุกแขนงวิชาที่เกี่ยวข้องมาผสมผสานกันอย่างลงตัวเพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ดังนั้นการจัดการศึกษาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจึงเป็นแนวทางที่จะพัฒนาให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการประกอบอาชีพที่สำคัญต่ออนาคตของประเทศ โดยจากผลการวิจัยในต่างประเทศมีแนวโน้มว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาให้ผู้เรียนให้มีผลการทดสอบประเมินผลในระดับนานาชาติดีขึ้น ซึ่งเป็นการประเมินหนึ่งที่สะท้อนว่าผู้เรียนมีความพร้อม

ในการดำรงอยู่ในโลกยุคศตวรรษที่ 21 หรือไม่ รวมทั้งยังแก้ปัญหาการขาดแคลนบุคลากรทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วย (Rachel. 2008 : Online) และนอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ในลักษณะดังกล่าวยังส่งเสริมและพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ในหลาย ๆ ด้าน (Wayne. 2012: Online) โดยลักษณะเด่นของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีจุดเด่นที่แตกต่างจากการจัดการเรียนรู้ลักษณะอื่น ๆ 4 ประการด้วยกันคือ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้พลเมืองได้เผชิญกับโลกแห่งการเปลี่ยนแปลง ตระหนักถึงการรับรู้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสภาวะแวดล้อม พัฒนาทักษะแรงงานคนในศตวรรษที่ 21 และให้ความสำคัญเกี่ยวกับปัญหาที่เกี่ยวกับความปลอดภัยหรือความมั่นคงของนานาชาติ (Bybee. 2013: 34) โดยการเรียนรู้เพื่อบูรณาการทั้ง 4 ศาสตร์เข้าด้วยกันให้มีประสิทธิภาพได้นั้นจำเป็นต้องมีการจัดการเรียนรู้ในลักษณะที่ได้มีการลงมือปฏิบัติ ทำงานเป็นกลุ่ม อภิปราย และสื่อสารเพื่อนำเสนอผลงานเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้ง (Deeper Learning) ซึ่งประกอบไปด้วยลักษณะที่สำคัญ 5 ประการ ได้แก่ เข้าใจเนื้อหาแกนหลักทางวิชาการได้อย่างดี (Mastering Core Content) การคิดวิเคราะห์ วิจัย (Thinking Critically) และการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน (Solving Complex Problems) การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม (Working Collaboratively) การสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ (Communicating Effectively) และ การเป็นผู้ริเริ่มและรับคำวิพากษ์วิจารณ์ (Self Directed and Incorporate Feedback) (รักษพล ธนานุวงศ์. 2556: 3) ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับลักษณะของการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน (Project Based Learning) หรือการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning) (พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. 2556: 49 ; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2557: 1)

จากการทบทวนเอกสารพบว่า การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาไปใช้จัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนนั้นยังขาดความชัดเจน ทำให้ครูผู้สอนเกิดความกังวลและความเข้าใจที่ชัดเจน (สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. 2558: 14 ; รักษพล ธนานุวงศ์. 2556: 20) ประกอบกับการปฏิรูปการเรียนรู้ของรัฐบาลตามนโยบาย “ลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้” ที่มุ่งเน้นให้สถานศึกษาได้ออกแบบกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนเพื่อเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ได้อย่างมีคุณภาพ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, กระทรวงศึกษาธิการ. 2558: 1) ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อนำมาใช้เป็นกิจกรรมในกลุ่มสร้างเสริมสมรรถนะและการเรียนรู้ ในชั่วโมงลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ให้กับนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นระดับชั้นที่เริ่มต้นเข้ารับการทดสอบวัดความรู้ระดับชาติ (O-NET) ซึ่งเป็นการประเมินที่ผู้เรียนต้องใช้ทักษะและความรู้ในการแก้ปัญหามากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการศึกษาดูพัฒนาการของการรู้เท่าทัน (Literacy) และทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ซึ่งเป็นความรู้และทักษะที่สำคัญสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งข้อค้นพบที่ได้นั้นจะเป็นสารสนเทศที่สำคัญในการขับเคลื่อนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในระดับประถมศึกษา ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานต่อไป

คำถามการวิจัย

1. การจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาการรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนได้หรือไม่ อย่างไร
2. การจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สามารถพัฒนาการรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ได้แตกต่างจากการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรอื่นหรือไม่ อย่างไร

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบการรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือหลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. เพื่อเปรียบเทียบการรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือระหว่างหลังการทดลองและระยะติดตาม ทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่ม
3. เพื่อเปรียบเทียบการรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในระยะติดตามระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่สามารถนำไปใช้พัฒนาการรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อจัดการเรียนการสอนที่เน้นความสามารถด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้กับนักเรียน ซึ่งเป็นศาสตร์ที่ถือว่ามีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศให้สามารถแข่งขันกับสังคมโลกได้
3. เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมทางเลือกในหมวดสร้างเสริมสมรรถนะและการเรียนรู้ตามนโยบาย “ลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้” ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ให้สามารถนำไปปรับใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับบริบทของแต่ละโรงเรียน
4. เป็นสารสนเทศที่สำคัญให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องของประเทศไทย ในการขับเคลื่อนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะที่สำคัญสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 และการยกระดับผลสัมฤทธิ์ในการประเมินผลผู้เรียนระดับชาติต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3 ปีการศึกษา 2559 จากโรงเรียนจำนวน 211 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 3,763 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน สุ่มเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม อย่างละ 1 ห้องเรียน

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวแปรจัดกระทำ คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมเสริมหลักสูตร ดังนี้
 - 1.1 การกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา
 - 1.2 การจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรตามปกติ
2. ตัวแปรผลการทดลอง ได้แก่
 - 2.1 การรู้เท่าทัน (Literacy) แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ ด้านการอ่าน (Reading Literacy) ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) และ ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy)
 - 2.2 พฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (Collaborative Problem Solving Behavior)
3. ตัวแปรร่วม (Covariance) คือ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **กิจกรรมเสริมหลักสูตร** หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้มี โอกาสแสวงหาความรู้ด้วยตนเองมากขึ้นนอกเหนือจากการนั่งเรียนในชั้นเรียน และสอดคล้องกับ นโยบาย “ลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้” ของรัฐบาล โดยมุ่งเน้นให้สถานศึกษาจัดกิจกรรมเพื่อตอบสนอง ต่อนโยบายใน 2 ลักษณะ คือ 1) กิจกรรมบังคับ ได้แก่ กิจกรรมแนะแนว กิจกรรมนักเรียน และ กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์ และ 2) กิจกรรมทางเลือก ประกอบด้วย 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มสร้างเสริมสมรรถนะและการเรียนรู้ กลุ่มสร้างเสริมคุณลักษณะและค่านิยม และกลุ่มสร้างเสริม ทักษะการทำงาน การดำรงชีพ และทักษะชีวิต โดยกิจกรรมเสริมหลักสูตรในครั้งนี้เน้นจัดกิจกรรม ทางเลือกเพื่อสร้างเสริมสมรรถนะและการเรียนรู้ของผู้เรียน

2. **กิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา** หมายถึง การออกแบบกิจกรรมเพิ่มเติมเพื่อใช้จัดการเรียนรู้ นอกเหนือจากเวลาเรียนตามโครงสร้างรายวิชาใน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยยึดแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งเป็น กิจกรรมที่บูรณาการเนื้อหาข้ามกลุ่มสาระวิชาที่ประกอบไปด้วยเนื้อหาจาก 4 วิชาหลัก คือ

วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematic) โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ร่วมมือกัน แก้ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน

3. การสนับสนุนทางสังคม (Social Support) หมายถึง การที่นักเรียนได้รับการช่วยเหลือในด้านข้อมูล ข่าวสาร วัตถุประสงค์ของ และด้านจิตใจ เพื่อให้สามารถเรียนรู้ตามเป้าหมายของกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งประเภทของพฤติกรรมการสนับสนุนทางสังคมตามแนวคิดของ เฮาส์ (House, 1985) ดังนี้

3.1 การสนับสนุนทางอารมณ์ (Emotional support) เช่น การให้ความพอใจ การยอมรับนับถือ ความห่วงใย การกระตุ้นเตือน

3.2 การสนับสนุนในการให้การประเมินผล (Appraisal support) เช่น การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) การเห็นพ้องในการรับรอง (Affirmation)

3.3 การสนับสนุนด้านข้อมูลข่าวสาร (Information support) เช่น การให้คำแนะนำ (Suggestion) ตักเตือนให้คำปรึกษา (Advice) และการให้ข่าวสาร (Information)

3.4 การสนับสนุนด้านเครื่องมือ (Instrumental support) เช่น แรงงาน เงิน เวลา โดยในการวิจัยครั้งนี้ ได้สอดแทรกบทบาทของครูไว้ใน การออกแบบกิจกรรมเสริมหลักสูตร โดยเน้นให้ครูได้แสดงออกถึงพฤติกรรมการสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ครบทั้ง 4 องค์ประกอบของการสนับสนุนทางสังคม

นิยามศัพท์เชิงปฏิบัติการ

1. การรู้เท่าทันด้านการอ่าน (Reading Literacy) หมายถึง ความสามารถที่จะเข้าใจในสิ่งที่ได้อ่าน สามารถนำไปใช้ สะท้อนออกมาเป็นความคิดของตน และประเมินคุณค่าของสิ่งที่ได้อ่าน เพื่อนำไปพัฒนาความรู้และศักยภาพ ซึ่งผู้อ่านจะต้องอาศัยสมรรถนะด้านการอ่าน 3 ด้าน ในการทำความเข้าใจในเรื่องที่อ่านอย่างลึกซึ้ง ประกอบด้วย

1.1 การเข้าถึงและค้นคืนสาระ หมายถึง การรู้ขอบเขตของข้อมูลว่าสิ่งที่ต้องการค้นหา นั้นอยู่ตำแหน่งใด มีความเหมือนหรือความต่างภายในเรื่องที่อ่านอย่างไร

1.2 การบูรณาการและตีความ หมายถึง มีความเข้าใจในสาระสำคัญหรือจุดประสงค์ของเรื่องที่อ่าน เชื่อมโยงเนื้อหาส่วนต่าง ๆ ของเนื้อเรื่องเพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้

1.3 การสะท้อนและประเมิน หมายถึง ความสามารถวิเคราะห์รูปแบบหรือวิธีการเขียนเนื้อหาที่อ่าน ประเมินหรือแสดงความคิดเห็นในเรื่องที่อ่านจากมุมมองของตนเอง

โดยแบบวัดการรู้เท่าทันด้านการอ่าน ประกอบด้วยบริบทหรือสถานการณ์ที่หลากหลาย ได้แก่ เรื่องที่เกี่ยวข้องกับตนเอง การงานอาชีพ การศึกษา และสาธารณะ ซึ่งเกี่ยวข้องกับตัวชีวิตตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 เพื่อนำมากำหนดเป็นคำถามให้ตอบแบบหลากหลายลักษณะ ได้แก่ เลือกตอบคำตอบเดียว เลือกตอบหลายคำตอบ เลือกตอบเชิงซ้อน

เขียนตอบแบบสั้น ๆ และเขียนตอบแบบอิสระ ในการวัดครั้งนี้มีข้อคำถาม จำนวน 19 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน

2. การรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) หมายถึง ความสามารถในการคิด ใช้ และตีความคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และใช้แนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งจะต้องอาศัยสมรรถนะที่สำคัญ 3 อย่าง ประกอบด้วย

2.1 การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง การระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง ทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปแบบอย่างง่ายหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

2.2 การใช้หลักการ กระบวนการคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา หมายถึง การคิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม นำกฎเกณฑ์ ขั้นตอน และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา

2.3 การตีความ และประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริง ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของชีวิตจริง และอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหาในชีวิตจริง

โดยแบบวัดการรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยบริบทหรือสถานการณ์ที่หลากหลาย ได้แก่ เรื่องที่เกี่ยวข้องกับตนเอง การงานอาชีพ การศึกษา และสาธารณะ ซึ่งเกี่ยวข้องกับตัวชีวิตตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 เพื่อนำมากำหนดเป็นคำถามให้ตอบแบบหลากหลายลักษณะ ได้แก่ เลือกตอบคำตอบเดียว เลือกตอบหลายคำตอบ เลือกตอบเชิงซ้อน เขียนตอบแบบสั้น ๆ และเขียนตอบแบบอิสระ ในการวัดครั้งนี้มีข้อคำถาม จำนวน 13 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน

3. การรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างไต่ตรอง ซึ่งจะต้องอาศัยสมรรถนะที่สำคัญ 3 อย่าง ประกอบด้วย

3.1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การดึงเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และใช้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล และอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการนำไปใช้เพื่อสังคม

3.2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การระบุปัญหาที่ต้องการศึกษาและตรวจสอบได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งอธิบายและประเมินวิธีการที่ใช้ตรวจสอบหาคำตอบ

3.3 การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ ระบุข้อสันนิษฐาน หลักฐาน และ

เหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่หลากหลาย

โดยแบบวัดการรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยบริบทหรือสถานการณ์ที่หลากหลาย ได้แก่ เรื่องที่เกี่ยวข้องกับตนเอง การงานอาชีพ การศึกษา และสาธารณะ ซึ่งเกี่ยวข้องกับตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 เพื่อนำมากำหนดเป็นคำถามให้ตอบแบบหลากหลายลักษณะ ได้แก่ เลือกตอบคำตอบเดียว เลือกตอบหลายคำตอบ เลือกตอบเชิงซ้อน เขียนตอบแบบสั้น ๆ และเขียนตอบแบบอิสระ ในการวัดครั้งนี้มีข้อคำถามจำนวน 17 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน

4. พฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (Collaborative Problem Solving Behavior)

หมายถึง การปฏิบัติตนของผู้เรียนในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่แสดงออกถึงความสามารถของบุคคลในการเข้าร่วมกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการแบ่งปันความเข้าใจที่มี และรวบรวมความรู้ ทักษะ และความพยายามเข้าด้วยกันเพื่อแก้ปัญหา โดยการวัดพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการสังเกตพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกในระหว่างจัดกิจกรรม ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ

4.1 การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน หมายถึง รับรู้และเข้าใจปัญหาและข้อสนเทศร่วมกัน จุดแข็งจุดอ่อนที่สัมพันธ์กับงานที่กลุ่มต้องดำเนินงาน สื่อสาร ติดตาม เพื่อรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกันตลอดการทำงาน

4.2 การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา หมายถึง การเข้าใจในปัญหาและรู้แนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมร่วมกัน สื่อสาร อภิปราย โต้แย้ง ระหว่างการทำงานกลุ่มตามบทบาทหรือหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย และดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกัน

4.3 การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม หมายถึง เข้าใจบทบาทของตนเองและสมาชิก รวมทั้งเฝ้าติดตามและรักษากฎ ระเบียบร่วมกัน สื่อสารถ่ายทอดข้อสนเทศและอุปสรรคปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อแก้ปัญหาร่วมกัน

โดยในการประเมินพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในครั้งนี้ ใช้แบบสังเกตประเมินค่าตามรายการที่กำหนด จำนวน 20 ข้อ โดยแบ่งมาตรการประเมินออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง แสดงพฤติกรรมนั้นเป็นประจำในระยะเวลาที่ทำงานกลุ่ม

ระดับ 4 หมายถึง แสดงพฤติกรรมนั้นค่อนข้างบ่อยในระยะเวลาที่ทำงานกลุ่ม

ระดับ 3 หมายถึง แสดงพฤติกรรมนั้นเป็นบางครั้งบางคราวในระยะเวลาที่ทำงานกลุ่ม

ระดับ 2 หมายถึง แสดงพฤติกรรมนั้นค่อนข้างน้อยในระยะเวลาที่ทำงานกลุ่ม

ระดับ 1 หมายถึง แสดงพฤติกรรมนั้นน้อยที่สุดหรือไม่มีเลยในระยะเวลาที่ทำงานกลุ่ม

การแปลความหมายของคะแนน ผู้ได้คะแนนเฉลี่ยสูงหมายความว่ามีความประพฤติพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือสูง และผู้ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำหมายความว่ามีความประพฤติพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือต่ำ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อการรู้เท่าทัน (Literacy) และพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (Collaborative Problem Solving Behavior) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยมีการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา (STEM Education)
 - 1.1 ความหมายและที่มาของสะเต็มศึกษา
 - 1.2 ความสำคัญของสะเต็มศึกษา
 - 1.3 รูปแบบการบูรณาการการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 1.4 ข้อดีและข้อจำกัดของการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 1.5 สะเต็มศึกษาในประเทศไทย
 - 1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา
2. แนวคิดเกี่ยวกับกิจกรรมเสริมหลักสูตร
 - 2.1 ความหมายของกิจกรรมเสริมหลักสูตร
 - 2.2 ความสำคัญของกิจกรรมเสริมหลักสูตร
 - 2.3 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 2.4 การออกแบบกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการ
 - 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรและหลักสูตรบูรณาการ
3. นโยบายลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้
 - 3.1 การดำเนินงานตามนโยบายลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้
 - 3.2 กิจกรรมเสริมหลักสูตรกับนโยบายลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้
4. การสนับสนุนทางสังคมกับการจัดกิจกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 4.1 ความหมายของการสนับสนุนทางสังคม
 - 4.2 ความสำคัญของการสนับสนุนทางสังคม
 - 4.3 ประเภทของการสนับสนุนทางสังคม
 - 4.4 การสนับสนุนทางสังคมของครู
5. การรู้เท่าทัน
 - 5.1 ความหมายของการรู้เท่าทัน
 - 5.2 ความสำคัญของการรู้เท่าทัน
 - 5.3 การรู้เท่าทันตามกรอบการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ

6. พฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ
 - 6.1 ความหมายและองค์ประกอบของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ
 - 6.2 ความสำคัญการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ
 - 6.3 การวัดพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

แนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา (STEM Education)

1. ความหมายและที่มาของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้แนวทางหนึ่งในการเตรียมคนให้มีสมรรถนะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 (สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. 2558: 14) ซึ่งคำว่า STEM นั้นเป็นตัวอักษรย่อของคำว่า Science, Technology, Engineering and Mathematics ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการศึกษาเชิงบูรณาการแบบสหวิทยาการ โดยนำเนื้อหาและกระบวนการของรายวิชาทั้งสี่วิชามารวมกัน (พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. 2556; รัชพล ธนาหุวงศ์. 2556)

แนวคิดนี้เริ่มต้นมาจากประเทศสหรัฐอเมริกา จากการประชุมหารือของตัวแทนจากทุกภาคส่วนที่สำคัญของประเทศ เพื่อยกระดับคุณภาพของคนในประเทศและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันด้านต่าง ๆ กับนานาชาติ อันเนื่องมาจากความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ที่พัฒนาไปอย่างรวดเร็วทำให้ความสามารถในการแข่งขันของสหรัฐอเมริกาซึ่งเคยเป็นผู้นำทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีถูกลดอันดับลงไป (Lantz. 2009: online) ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบโครงการประเมินผลผู้เรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment หรือ PISA) โดยทำการประเมินผู้เรียนที่มีอายุ 15 ปี ซึ่งเป็นวัยจบการศึกษาภาคบังคับในประเทศที่เป็นสมาชิกกลุ่มประเทศองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development : OECD) และประเทศร่วมโครงการที่ไม่ใช่สมาชิกแต่สมัครใจเข้าร่วมการทดสอบ โดยในรอบประเมิน PISA 2009 พบว่าผู้เรียนของสหรัฐอเมริกามีคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนในกลุ่มประเทศ OECD (Kerr. 2013: 3) นอกจากนี้จากการสำรวจความต้องการของตลาดแรงงานในสหรัฐอเมริกายังพบว่าผู้มีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์น้อยลง (Executive Office of the President. 2010 : online) ทำให้หน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ องค์การวิชาการด้านวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Academy of Sciences) องค์การวิชาการด้านวิศวกรรมศาสตร์แห่งชาติ (National Academy of Engineering) และสถาบันทางการแพทย์ (Institute of Medicine) ได้ร่วมกันศึกษาและจัดประชุมระดับชาติ และได้ผลสรุปพร้อมยื่นข้อเสนอ 4 ข้อให้แก่รัฐบาล ดังนี้ 1) เพิ่มผู้เรียนที่มีความสามารถทางสติปัญญา โดยการส่งเสริมและพัฒนาการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ให้ทั่วถึงในระดับอนุบาลถึงเกรด 12 2) ส่งเสริมการวิจัยพื้นฐานในระยะยาวระดับชาติเพื่อความเข้มแข็งและยั่งยืน 3) สร้างและรักษา ระดับของผู้เรียนที่มีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์โดยส่งเสริมการศึกษา

ในสาขาดังกล่าวทั้งในและต่างประเทศ และ 4) สร้างความมั่นใจในการรักษาระดับความสามารถของชาติในการเป็นผู้นำทางด้านการสร้างสรรค์นวัตกรรมในระดับโลก

นอกจากนี้ ผลจากการประชุมของสภาองเกรส (Congressman Vern Ehlers (R-MI) and Congressman Mark Udall (D-CO) ได้กำหนดบทบาทของการพัฒนาคนตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ไว้ 3 ด้านดังนี้ (STEM Caucus Steering Committee. n.d. online)

1. การพัฒนานักวิทยาศาสตร์และวิศวกรเพื่อทำการวิจัยในการพัฒนาการเป็นศูนย์กลางของการเจริญเติบโตด้านเศรษฐกิจของประเทศ
2. การพัฒนาบุคลากรที่มีความสามารถทางด้านเทคโนโลยีเพื่อสนองความต้องการของตลาดแรงงานในอนาคต
3. การพัฒนาพลเมืองและผู้มีสิทธิออกเสียงเลือกตั้งที่มีการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientifically literate voters and citizens) ให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับนโยบายสาธารณะและโลกรอบตัว

ดังนั้นรัฐบาลของสหรัฐอเมริกาจึงได้เล็งเห็นถึงความสำคัญที่ต้องจัดให้ผู้เรียนอเมริกันมีพื้นฐานที่ดีในด้านการรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ (STEM) จึงออกนโยบายการศึกษาซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการณรงค์เพื่อยกระดับการศึกษา (Educate to Innovate Campaign) ที่ส่งเสริมการเรียนการสอนให้มีการบูรณาการทั้งสี่รายวิชาเข้าด้วยกัน โดยผ่านร่างกฎหมายที่ชื่อ America COMPETES Act (The America Creating Opportunities to Meaningfully Promote Excellence in Technology, Education, and Science Act) เมื่อวันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2554 ซึ่งได้จัดสรรงบประมาณให้แก่ หลายหน่วยงาน เช่น 5 สำนักงานนโยบายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Office of Science and Technology Policy (OSTP) มูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Science Foundation (NSF) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ผ่านกระบวนการวิจัยและพัฒนาและยกระดับความสามารถในการแข่งขัน นอกจากนี้ยังมีองค์กรที่ไม่หวังผลกำไรที่เกิดจากความร่วมมือกันของหลายภาคส่วน เช่น องค์กร Change the Equation หรือ องค์กร Project Lead The Way ได้มุ่งทำงานเพื่อพัฒนาคุณภาพการจัดการศึกษาด้วยรูปแบบ STEM ในสถานศึกษาหลายแห่งของสหรัฐอเมริกา ทำให้ในปัจจุบันมีการใช้คำว่า STEM กันอย่างแพร่หลาย โดยรวมเนื้อหาและกระบวนการของทั้ง 4 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ซึ่งทุกสาขาวิชามีความสำคัญเท่าเทียมกัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้าเพื่อสร้างหรือพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนช่วยส่งเสริมการพัฒนาทักษะที่จำเป็นของศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย 1) ทักษะการเรียนรู้ทางนวัตกรรม 2) ทักษะการเข้าถึงข้อมูล สื่อ และเทคโนโลยี 3) ทักษะชีวิตและการประกอบอาชีพ 4) ทักษะการปรับตัว 5) ทักษะการสื่อสารขั้นสูงและทักษะทางสังคม 6) ทักษะการแก้ปัญหา 7) ทักษะการบริหารจัดการตนเองและการพัฒนาตนเอง และ 8) ทักษะการคิดอย่างเป็นระบบ (NSTA. 2011. online)

นอกจากนี้ สมาคมครุวิทยาการศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกาได้ร่วมมือกับหน่วยงานอื่น ๆ เช่น กลุ่มพันธมิตรเพื่อทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21st Century Skills : P21) และสภาการวิจัยแห่งชาติ (NRC) เพื่อขับเคลื่อนสะเต็มศึกษา โดยเชื่อว่าสะเต็มศึกษาจะเป็นพื้นฐานแนวคิดที่ดีที่พัฒนาผู้เรียน ให้เกิดทักษะดังกล่าวได้ โดยเชื่อว่าหากผู้เรียนมีความสนใจและความเข้าใจในด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นแล้ว จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา (วิศวกรรมศาสตร์) ซึ่งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ (เทคโนโลยี) ในอนาคต (Center for Mathematics Science and Technology of Illinois State University. 2013: online)

2. ความสำคัญของสะเต็มศึกษา

เนื่องจากสะเต็มศึกษาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการเอาเนื้อหาหรือลักษณะของสี่ศาสตร์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าไว้ด้วยกัน ดังนั้นสาเหตุสำคัญที่หลาย ๆ ประเทศ ได้นำการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามาใช้ก็เนื่องจากผู้เรียนขาดแรงบันดาลใจในการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มองว่าวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่ไกลตัว และการขาดกำลังคนด้านสะเต็ม (STEM Workforce) ของประเทศ เช่นเดียวกับจุดเริ่มต้นของการนำสะเต็มศึกษามาใช้ในหลาย ๆ ประเทศ (โครงการสะเต็มศึกษา, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2558: ออนไลน์ ; Bybee. 2013: 1-7) ซึ่งพอที่จะสรุปเหตุผลที่สำคัญของการนำสะเต็มศึกษามาใช้ ดังนี้ 1) การขาดแรงงานทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแรงงานที่สำคัญในการพัฒนาและขับเคลื่อนประเทศทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม 2) อัตรากำลังคนในด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในช่วงศตวรรษที่ 20 มีแนวโน้มลดลง 3) จำนวนผู้เรียนที่จบระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีแนวโน้มที่จะเข้าศึกษาต่อในสาขาวิชาที่กล่าวมาแล้วลดลง 4) ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานลดลง ซึ่งสะท้อนถึงปัญหาของการจัดการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ในโรงเรียน และ 5) ความพยายามที่จะมีการกระตุ้นและส่งเสริมความสนใจในการเรียนรู้ทั้งสี่วิชา(STEM) จึงทำให้เกิดการนำมาบูรณาการแบบสะเต็มศึกษา

นอกจากนี้ลักษณะเด่นของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีจุดเด่นที่แตกต่างจากการจัดการเรียนรู้ลักษณะอื่น ๆ 4 ประการด้วยกันคือ 1) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้พลเมืองได้เผชิญกับโลกแห่งการเปลี่ยนแปลง 2) ตระหนักถึงการรับรู้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสภาวะแวดล้อม 3) พัฒนาทักษะแรงงานคนในศตวรรษที่ 21 และ 4) ให้มีความสำคัญเกี่ยวกับปัญหาที่เกี่ยวกับความปลอดภัยหรือความมั่นคงของนานาชาติ (Bybee. 2013: 34) โดยการเรียนรู้เพื่อบูรณาการศาสตร์ทั้งสี่เข้าด้วยกันให้มีประสิทธิภาพได้นั้นจำเป็นต้องมีการจัดการเรียนรู้ในลักษณะที่ได้มีการลงมือปฏิบัติ ทำงานเป็นกลุ่ม อภิปราย และสื่อสารเพื่อนำเสนอผลงาน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้ง (Deeper Learning) ซึ่งประกอบไปด้วยลักษณะที่สำคัญ 5 ประการ (รักษพล ธนาหงษ์. 2556: 3) ได้แก่ เข้าใจเนื้อหาแกนหลักทางวิชาการได้อย่างดี (Mastering Core Content) การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ (Thinking Critically) และการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน

(Solving Complex Problems) การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม (Working Collaboratively) การสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ (Communicating Effectively) และ การเป็นผู้ริเริ่มและรับคำวิพากษ์วิจารณ์ (Self Directed and Incorporate Feedback) เช่นเดียวกับที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557: 6) ได้กล่าวถึงความสำคัญและประโยชน์ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ด้วยสะเต็มศึกษา ได้แก่ 1) ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม เป็นพื้นฐาน 2) ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ มากขึ้น 3) ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ที่มีการเชื่อมโยงกันทั้งสี่สาขาวิชา 4) หน่วยงานภาครัฐและเอกชนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรม และ 5) สร้างกำลังคนด้านสะเต็มเพื่อเพิ่มศักยภาพทางด้านเศรษฐกิจ

ดังนั้นจะเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษานั้นมีประโยชน์ที่สำคัญใน 3 ประเด็นด้วยกัน คือ 1) การส่งเสริมหรือกระตุ้นการเรียนรู้เนื้อหาในสี่สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งถือเป็นวิชาหลักที่มีความสำคัญต่อการขับเคลื่อนและพัฒนาประเทศชาติ เนื่องจากส่งผลให้เกิดอัตราากำลังคนทางด้านสะเต็ม (STEM Workforce) เพิ่มขึ้น 2) การจัดการเรียนรู้ด้วยสะเต็มศึกษาจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งจากการลงมือปฏิบัติและทำงานร่วมกันเป็นทีม ตลอดจนส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ที่สำคัญสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 และ 3) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงเนื้อหาของวิชาทั้ง 4 ศาสตร์ มาร่วมกันแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ทำให้การเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียนมากขึ้น

3. รูปแบบการบูรณาการการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

เมื่อพูดถึงการบูรณาการ (Integration) สำหรับสะเต็มศึกษาแล้วอาจยังมีคำถามเกี่ยวกับความชัดเจนของการนำเนื้อหาทั้งสี่วิชามารบูรณาการ มีแนวคิดของนักวิชาการและหน่วยงานต่าง ๆ ได้นำเสนอรูปแบบการบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้ (พรทิพย์ ศิริภักตราชัย, 2556; รัชพล ชนานวงศ์, 2556; Wayne, 2012)

1. เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างสี่ศาสตร์วิชา หรือเป็นการบูรณาการด้านเนื้อหาวิชา (Content Integration) ให้เป็นแนวคิดใหญ่ (Big Ideas) แนวคิดเดี่ยว โดยนำจุดเด่นของแต่ละสาขาวิชามารผสมผสานกันอย่างลงตัว คือ วิทยาศาสตร์ (Science) เป็นศาสตร์ที่เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ เทคโนโลยี (Technology) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของเรา วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมใหม่ ๆ และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับองค์ประกอบที่สำคัญ คือ กระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ภาษาคณิตศาสตร์ และการส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-level Math Thinking)

2. เป็นการบูรณาการด้านบริบท (Context Integration) ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน ซึ่งจะทำให้การเรียนการสอนนั้นมีความหมายต่อผู้เรียน

นอกจากนี้แล้ว สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557: 5-8)

ได้อธิบายการบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาว่ามีหลายระดับแตกต่างกันไป ดังนี้

1. การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาแยกกัน

2. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาของสะเต็มศึกษาแยกกันผ่านหัวข้อหลัก (Theme) โดยการอ้างอิงถึงหัวข้อหลักในการสอนทำให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชา กับหัวข้อหลัก

3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะที่มีความสอดคล้องกันของวิชาที่เกี่ยวข้องร่วมกันผ่านกิจกรรม ช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นความสอดคล้องและสัมพันธ์กันของวิชาเหล่านั้น

4. การบูรณาการแบบข้ามวิชา (Transdisciplinary Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นอกเหนือจากการเรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาแล้ว ผู้เรียนยังได้ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง

ในการวางแผนเพื่อพัฒนาและออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษานั้น เอ็ดเวิร์ด เอ็ม รีฟ (Reeve. 2013: 9-19) และ แลนซ์ (Lantz. 2009: 5-8) ได้เสนอหลักสำคัญที่ควรคำนึงถึงดังนี้

1. กิจกรรมต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการศึกษา จุดมุ่งหมาย สาระสำคัญที่กำหนดให้ผู้เรียนในระดับชั้นนั้นๆ ได้เรียนรู้และปฏิบัติ โดยการออกแบบกิจกรรมและ กำหนดจุดประสงค์ การเรียนรู้นั้นควรเป็นสิ่งที่ผู้เรียนสามารถทำได้จริง สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน รวมทั้งครูสามารถสอนและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนได้

2. การเลือกวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับสะเต็มศึกษานั้น ที่นิยมใช้กันมากได้แก่ วิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry-based learning) ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้บนฐานคิดที่ว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาแนวคิดหรือค้นคว้าหาคำตอบ ผ่านการทดลอง รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตนเอง โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยการความสะดวก ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบสรคณิยม ซึ่งวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะนั้น มีด้วยกันหลายวิธี เช่น การจัดการเรียนรู้แบบ 5E การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับบริบทวิทยาศาสตร์ศึกษานั้น จะเรียกรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะว่า การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) โดยให้ผู้เรียนตรวจสอบสมมติฐานโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) ส่วนด้านเทคโนโลยีศึกษาหรือวิศวกรรมศาสตร์จะใช้กระบวนการสืบเสาะที่เรียกว่า การออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering design) หรือการออกแบบทางเทคโนโลยี (Technological design) ซึ่งกระบวนการ

สืบเสาะทางวิทยาศาสตร์และการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์นั้นจะมีธรรมชาติของพื้นฐานแนวคิดที่ใช้ในการศึกษาคล้ายคลึงกัน กล่าวคือมุ่งเน้นการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุมีผล ส่งเสริมการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงจากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง พัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ รวมทั้งทักษะในการศึกษาหาความรู้และส่งเสริมการเรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ส่วนความแตกต่างของรูปแบบดังกล่าวจะอยู่ที่การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์จะเน้นการศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติเพื่อหาคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์นั้น ๆ แต่การออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์จะเน้นการแก้ปัญหาเพื่อการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งประดิษฐ์ของมนุษย์ (Human-made world) โดยนำความรู้ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์มาใช้ ซึ่งขั้นตอนของกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์นั้นมีความหลากหลายแตกต่างกันออกไป

3. ครูควรมีการประเมินผลผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอทั้งการประเมินระหว่างเรียน (Formative assessment) และการประเมินหลังเรียนหลังจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้หรือจบหลักสูตร เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนและปรับปรุงหลักสูตรที่พัฒนาขึ้น โดยใช้วิธีการประเมินผลที่หลากหลาย เช่น การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน การสังเกต การใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ การเขียนอนุทิน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการประเมิน ทั้งการประเมินตนเองและการประเมินโดยเพื่อน มีการให้ข้อมูลย้อนกลับเชิงบวกเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้ดีขึ้น

นอกจากนี้ การออกแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ดีจำเป็นต้องให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือการทำโครงการ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2557: 4; พรทิพย์ ศิริภทราชย์. 2556: 50) โดยการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project Based Learning) เพราะหากต้องการให้การเรียนรู้มีพลังและฝังในตัวผู้เรียนได้ ต้องเป็นการเรียนรู้โดยการลงมือทำ (Learning by Doing) ในลักษณะของโครงการ (Project) ร่วมมือกันทำเป็นทีม (Collaborated) และทำกับปัญหาที่มีอยู่ในชีวิตจริง (วิจารณ์ พานิช. 2555:71-75) นอกจากนี้ ดุษฎี โยเหลา และคณะ (2557: 19-20) ยังได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ครูมีการกระตุ้นเพื่อสร้างความสนใจที่เกิดจากตัวผู้เรียนมาใช้ในการทำกิจกรรม ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง นำไปสู่การเพิ่มความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ การฟัง การสังเกตจากผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้เรียนมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มที่จะนำมาสู่การสรุปความรู้ใหม่ มีการเขียนกระบวนการจัดทำโครงการและผลการจัดกิจกรรมเป็นผลงานแบบรูปธรรม

กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ต่างกันไป แต่มีลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดดังกล่าวที่สอดคล้องกัน (วิจารณ์ พานิช. 2555: 71-75; ดุษฎี โยเหลา. 2557: 20-23) คือ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา ซึ่งผู้เรียนให้ความสนใจหรือเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการ

ลงมือปฏิบัติ (Learning by Doing) มีการสืบเสาะหาความรู้จากแหล่งข้อมูลหลายแหล่ง ผู้เรียนมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม และมีผลงานหรือชิ้นงานที่เกิดจากการเรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรม โดยครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยการความสะดวก (Facilitator) กับการเรียนรู้ของผู้เรียน

สรุปได้ว่า หลักสำคัญในการบูรณาการหรือจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษานั้น ควรคำนึงถึงความสอดคล้องของกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นกับเนื้อหาและจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการศึกษา ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงจากการลงมือปฏิบัติผ่านกิจกรรมบูรณาการที่ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ มีการสร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหา ตลอดจนใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลายที่ทำให้มั่นใจได้ว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้อย่างแท้จริง โดยการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบจัดการเรียนรู้ในลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เนื่องจากเป็นวิธีที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และสอดคล้องกับฐานคิดตามทฤษฎีสรณนิยม (Constructivism) ที่เน้นให้ผู้เรียนปรับประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากับประสบการณ์เดิม และสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยการความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมเชิงบูรณาการที่หลากหลาย สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องในท้องถิ่น

4. ข้อดีและข้อจำกัดของการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

แนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ได้รับการสนับสนุนทั้งด้านงบประมาณและแนวคิดจากหน่วยงานต่าง ๆ ของสหรัฐอเมริกาอย่างต่อเนื่อง เพื่อผลักดันให้สะเต็มศึกษาเป็นนโยบายหลักด้านการศึกษาของประเทศ เนื่องจากหน่วยงานเหล่านี้เห็นว่าสะเต็มศึกษาส่งผลดีต่อประเทศและผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. สะเต็มศึกษาช่วยส่งเสริมความเท่าเทียมกันทางการศึกษา (Chen. 2012: online) เนื่องจากมีข้อมูลที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าตลอดระยะเวลามากกว่า 25 ปีที่ผ่านมา ระบบการศึกษาโดยทั่วไปจะส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย เนื่องจากแนวคิดของเนื้อหาในรายวิชาต่าง ๆ จะเน้นที่เป็นภาคทฤษฎีมากกว่าการปฏิบัติ แต่สะเต็มศึกษาได้รับการออกแบบมาโดยมีเป้าหมายการสอนให้เกิดความเท่าเทียมกันของทั้งสองเพศโดยมีเป้าหมายสูงสุดคือการเป็นสมาชิกของสังคมที่ประสบความสำเร็จ (Fioriello. 2011: online)

2. สะเต็มศึกษาเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาเชิงลึกได้มากขึ้นจากการบูรณาการเนื้อหา ทักษะ กระบวนการที่สัมพันธ์กันของทั้งสี่รายวิชาเข้าด้วยกันอย่างเป็นองค์รวมแทนการเรียนรู้แบบแยกส่วน ซึ่งความสามารถที่เกิดจากการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานี้เป็นสิ่งจำเป็นในการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพในอนาคต โดยผู้เรียนที่จบการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาทางด้านสะเต็มศึกษานั้น มีโอกาสเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาและโอกาสในการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาสูง โดยที่มีการคาดการณ์กันว่าประมาณร้อยละ 80 ของอาชีพในทศวรรษหน้า จะเป็นอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Fioriello. 2011: online) และร้อยละ 5 ของอาชีพทั้งหมดในสหรัฐอเมริกาจะเป็นงานด้านสะเต็มศึกษา ทำให้ความต้องการบุคลากรใน

ด้านนี้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Honda; & Cleveland. 2012: online) และส่งผลให้อาชีพเหล่านี้ให้ผลตอบแทนที่ดีกว่าผู้เรียนที่เลือกเรียนในด้านอื่น (Chen. 2012: online)

3. สะเต็มศึกษาช่วยพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดเชิงระบบ (System thinking) การรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนสร้างนักนวัตกรรมรุ่นใหม่ในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์และกระบวนการใหม่ ๆ อย่างยั่งยืนภายใต้ระบบเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งนวัตกรรมที่เกิดขึ้นนี้ล้วนมีพื้นฐานมาจากความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Eberle. 2010 : online; Reeve. 2013: 18) โดยเฉพาะการเรียนรู้เนื้อหาสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งช่วยพัฒนาคุณลักษณะ ค่านิยมที่พึงประสงค์สอดคล้องกับทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 (Katehi; et al. 2009: 6-7) ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวที่ว่ากระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นตัวเร่งให้เกิดการบูรณาการเนื้อหาของสะเต็มศึกษา (STEM) ที่ช่วยพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาประเทศ (Katehi; et al. 2009; citing Hernandez; et al. 2013: 2) นอกจากนี้หากผู้เรียนมีความสามารถในการรู้สะเต็ม (STEM Literacy) แล้วก็จะส่งผลต่อความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจและความเป็นผู้นำทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระยะยาว

4. สะเต็มศึกษาช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนบุคลากรที่มีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ซึ่งเป็นพื้นฐานของการพัฒนาประเทศในอนาคต ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบความพร้อมในการเข้าศึกษาต่อในมหาวิทยาลัยและความพร้อมในการประกอบอาชีพ (ACT College and Career Readiness) ประจำปี ค.ศ. 2010 พบว่า มีผู้เรียนเพียงร้อยละ 29 ที่มีความพร้อมที่จะเข้าศึกษาต่อทางด้านวิทยาศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา และร้อยละ 43 ที่มีความพร้อมที่จะเข้าศึกษาต่อในด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งหากภาครัฐไม่เร่งพัฒนาสะเต็มศึกษา สหรัฐอเมริกาก็มีแนวโน้มที่จะขาดแคลนแรงงานด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ในอนาคต (Chen. 2012 : online)

ถึงแม้ว่าสะเต็มศึกษาจะมีข้อดีหลายประการดังที่กล่าวมาข้างต้น แต่นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความเห็นที่ตรงกันเกี่ยวกับข้อจำกัดบางประการที่สะเต็มศึกษาจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาและแก้ไขอย่างเร่งด่วนในการนำสะเต็มศึกษามาใช้ (Chen. 2012: online; Herschbach. 2011: online; Lantz. 2009: 1-11) คือ รูปแบบของการบูรณาการหลักสูตร (Form) ที่ครูสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในช่วงเรียน ตลอดจนเป้าหมาย (Function) ของการจัดการศึกษาแบบสะเต็มศึกษาที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนยังไม่มี ความชัดเจน ส่งผลให้ครูขาดความเข้าใจ หรือมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในการนำแนวคิดนี้ไปสู่การปฏิบัติ ดังจะเห็นได้จากการจัดการเรียนการสอนในระดับอนุบาลถึงเกรด 12 จะให้ความสำคัญกับการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เท่านั้น ส่วนรายวิชาเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์มีบทบาทในระดับนี้น้อยมาก จากปัญหาดังกล่าว ในสหรัฐอเมริกาได้แก้ปัญหาโดยให้หน่วยงานที่รับผิดชอบได้แก่ สภาการวิจัยแห่งชาติ (NRC) และสภาการศึกษาวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (NAS) พยายามแก้ปัญหาในเรื่องนี้ โดยได้กำหนดกรอบแนวคิดสำหรับเป็นแนวทางให้ผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานต่าง ๆ ในทุกภาคส่วนมาระดมความคิดร่วมกันในการพัฒนามาตรฐานการศึกษาแห่งชาติที่เรียกว่า มาตรฐานการจัดการศึกษา

วิทยาศาสตร์สำหรับคนรุ่นใหม่ (NGSS) ซึ่งได้ประกาศใช้อย่างเป็นทางการเมื่อวันที่ 9 เมษายน พ.ศ.2556 โดยมีเป้าหมายหนึ่งที่สำคัญของการพัฒนามาตรฐานนี้คือ การบูรณาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ากับการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดให้เป็นมิติ (Dimension) ด้านหนึ่งที่ว่า การปฏิบัติด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ (Scientific and engineering practices) โดยมุ่งหวังให้ครูเห็นความสัมพันธ์ของวิศวกรรมศาสตร์กับวิทยาศาสตร์และเห็นแนวทางในการนำความสัมพันธ์นี้ไปบูรณาการในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น

สำหรับในประเทศไทยนั้น หากพิจารณาความพร้อมของหลักสูตรทั้งสี่รายวิชาของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จะเห็นได้ว่ามีเพียงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) และคณิตศาสตร์ (M) เท่านั้น ส่วนเนื้อหาและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ยังไม่มี ความชัดเจนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน จะมีก็เป็นเพียงลักษณะการสอดแทรกอยู่ในวิชาเทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่จากนโยบายการปฏิรูปหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานของกระทรวงศึกษาธิการที่มีการประชุมร่วมกันของผู้ทรงคุณวุฒิจากทุกภาคส่วน มีแนวโน้มที่จะกำหนดให้สะเต็มศึกษาเป็นกลุ่มสาระหนึ่งใน 6 กลุ่มสาระของร่างหลักสูตรใหม่ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, กระทรวงศึกษาธิการ, 2556: 17) ซึ่งนับเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีของการพัฒนาหลักสูตรตามแนวทางสะเต็มศึกษาให้สอดคล้องกับแนวทางการจัดการศึกษาดังกล่าว

จะเห็นได้ว่า สะเต็มศึกษาเป็นแนวคิดการจัดการศึกษาที่สำคัญและได้รับการสนับสนุนจากองค์กรต่าง ๆ มากมายโดยมีจุดมุ่งหมายสำคัญคือ การแก้ปัญหาการขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถทางด้านสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นอาชีพที่จะพัฒนาไปอย่างรวดเร็วในอนาคต และเพิ่มขีดความสามารถของบุคลากรที่เป็นกำลังสำคัญในการแข่งขันทางเศรษฐกิจในโลกปัจจุบัน ถึงแม้ว่าการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้อาจจะยังมีข้อจำกัดในเรื่องของความไม่ชัดเจนเกี่ยวกับรูปแบบที่จะนำไปใช้ และเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน แต่หากพิจารณาข้อดีภายใต้ข้อจำกัดนี้แล้วจะพบว่า ความไม่ชัดเจนนี้เปิดโอกาสให้ครูผู้สอนสามารถนำแนวคิดไปใช้ในการพัฒนาหลักสูตรได้ตามความเข้าใจของตนเอง โดยไม่มีกรอบแนวคิดใด ๆ มาบังคับ ทั้งนี้เพื่อบรรลุเป้าหมายสูงสุดร่วมกันคือ การพัฒนาผู้เรียนให้เป็นพลเมืองของชาติที่มีการรู้ด้านสะเต็ม (STEM) ซึ่งเป็นความสามารถที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตอย่างมีประสิทธิภาพในศตวรรษที่ 21 ต่อไป

5. สะเต็มศึกษาในประเทศไทย

สำหรับการจัดการศึกษาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นการบูรณาการรายวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันของประเทศไทยนั้น ได้รับความสนใจจากหน่วยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการจัดการศึกษาหลายหน่วยงาน เช่น ระดับอุดมศึกษาได้แก่ สถาบันคลังสมองของชาติ ศูนย์นวัตกรรมการเรียนการสอน โดยหน่วยงานเหล่านี้มีโครงการที่จัดให้แก่ผู้บริหารและผู้สนใจของหน่วยงานการศึกษาในระดับอุดมศึกษาได้เข้าร่วมอบรมความรู้เกี่ยวกับการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ทั้งในและต่างประเทศ (สถาบันคลังสมองของชาติ, 2556: 1-3) ส่วนในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาชั้นนั้น หน่วยงานที่รับผิดชอบ ได้แก่ สถาบันวิทยาศาสตร์ สำนักวิชาการและมาตรฐาน

การศึกษา ซึ่งเป็นหนึ่งในหน่วยงานของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยเฉพาะ สสวท. ซึ่งเป็นหน่วยงานสำคัญที่ดูแลการจัดการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของประเทศในทุกๆระดับ ได้พยายามดำเนินการตามนโยบายของรัฐบาลและกระทรวงศึกษาธิการ ในการยกระดับคุณภาพการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทย โดยการดำเนินการเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตร พัฒนาครูตลอดจนกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งโครงการสำคัญที่ สสวท. ได้ดำเนินการ ได้แก่ โครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.) เพื่อเร่งรัดการผลิตกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเป็นการสร้างแกนนำในการพัฒนาประเทศ ซึ่งจะมีผลทำให้มีผู้สนใจด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีโครงการส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) และโครงการพัฒนาอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี

นอกจากโครงการต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว สสวท. ได้ดำเนินการให้ความรู้และส่งเสริมสะเต็มศึกษาโดยจัดกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การจัดประชุมสัมมนาทางวิชาการโดยเชิญวิทยากรผู้เชี่ยวชาญทางด้านสะเต็มศึกษาจากมหาวิทยาลัยของสหรัฐอเมริกาหลายแห่งมาให้ความรู้แก่บุคลากรทางการศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ยังเป็นเจ้าภาพจัดการประชุมโต๊ะกลมเพื่อสนับสนุนความร่วมมือด้านสะเต็มศึกษาภายใต้กลุ่มภูมิภาคอาเซียนและเอเชีย และมีตัวแทนกว่า 14 ประเทศ เข้าร่วมเพื่อเรียนรู้ประสบการณ์การเรียนการสอนด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา และส่งเสริมการวางเครือข่ายความร่วมมือพัฒนาศักยภาพระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ภายใต้แนวคิดการศึกษาแนวใหม่ที่เน้นการปลูกฝังความคิดสร้างสรรค์ทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อเพิ่มขีดความสามารถด้านเศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2556: ออนไลน์)

นอกจากนี้ สสวท. ได้จัดทำร่างแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบการศึกษาระดับมัธยมศึกษา คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี พ.ศ. 2555-2559 โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาเด็กไทยให้มีความสามารถระดับนานาชาติภายในปี พ.ศ. 2570 หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ของผู้เรียนทุกช่วงชั้นจะต้องเพิ่มขึ้นร้อยละ 4 ต่อปี ซึ่งจะวัดผลจากการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) โดยจะใช้ระบบสะเต็มศึกษาเป็นเครื่องมือผลักดัน ซึ่งการดำเนินการตามยุทธศาสตร์จะมีการจัดตั้ง 3 หน่วยงาน ดังนี้

หน่วยงานที่ 1 สะเต็มอคาเดมี่ (STEM Academy) ใน 10 จังหวัด เพื่อนำร่องโครงการ โดยจะกระจายอยู่ใน 4 ภาคของประเทศ ซึ่ง สสวท. จะร่วมมือกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา (กอศ.) ในการดำเนินการ ส่วนบทบาทหน้าที่ของสะเต็มอคาเดมี่ จะมีผู้เชี่ยวชาญและทูตสะเต็ม (STEM Ambassador) ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแนะนำกับผู้ที่เกี่ยวข้อง อัน ได้แก่ ครู ผู้เรียน ผู้มีความสามารถพิเศษหรือประชาชนทั่วไป

หน่วยงานที่ 2 คือ ไอสะเต็ม (iStem) เป็นคลังความรู้ที่ประกอบไปด้วยตำราหรืออุปกรณ์ที่น่าสนใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา สำหรับผู้สนใจสามารถเข้าถึงได้ผ่านทางอินเทอร์เน็ตหรือร้านสะดวกซื้อ

หน่วยงานที่ 3 คือ หอเกียรติยศ (Hall of fame) ที่รวบรวมประวัติของผู้มีชื่อเสียงและประสบความสำเร็จด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของระบบสะเต็มศึกษา และเป็นแรงจูงใจแก่ผู้เรียนนักศึกษา

จะเห็นได้ว่าสะเต็มศึกษาในประเทศไทยยังไม่มีความชัดเจนในเรื่องของความรู้และกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยเน้นการส่งเสริมและการพัฒนาในด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นส่วนใหญ่ แต่ในอนาคตจากการประชุมโต๊ะกลมร่วมกันในการสนับสนุนการศึกษาทางด้านนี้ของประเทศในภูมิภาคอาเซียนและการวางแผนยุทธศาสตร์ อาจส่งผลให้แนวโน้มของสะเต็มศึกษาได้รับการพัฒนามากขึ้นอย่างต่อเนื่องตามลำดับ

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา

6.1 งานวิจัยต่างประเทศ

บราวน์ (Brown. 2012: 7-11) ได้ศึกษาเกี่ยวกับสถานะของการวิจัยด้านสะเต็มศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกาโดยได้ทำการวิจัยเชิงสำรวจจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องตลอดจนบทความวิจัยที่แนะนำโดยนักการศึกษาและนักวิจัยรวมถึงครูผู้สอนในระดับอนุบาลถึงเกรด 12 ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับ STEM เพื่อตอบคำถามวิจัย 3 ข้อ คือ 1) ขอบข่ายของงานวิจัยด้านการจัดการศึกษาด้วยรูปแบบ STEM มีอะไรบ้าง 2) งานวิจัยทางด้าน STEM สามารถพบได้ที่ใดบ้าง และ 3) ใครมีส่วนร่วมในการวิจัยทางด้าน STEM บ้าง โดยได้รวบรวมงานวิจัยจากฐานข้อมูลของบทความวิจัย 8 ฐาน ได้แก่ SI, TTET, STEM, MT, JEE, JRST และ JRME ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ปี 2007 ถึงวันที่ 1 ตุลาคม ปี 2010 โดยใช้คำว่า “STEM” และ “SMET” ในการค้นหาพบว่ามียุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ STEM ทั้งสิ้นกว่า 1,100 เรื่องใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า มีงานวิจัยเพียง 60 เรื่องเท่านั้นที่ผู้วิจัยระบุว่าเป็นงานวิจัยด้าน STEM ส่วนบทความที่เหลือถึงแม้ว่าจะเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบ 4 ด้านของ STEM แต่ผู้เขียนบทความมิได้ระบุงานวิจัยนั้น ๆ เป็นการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับ STEM ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำบทความทั้ง 60 เรื่องมาใช้ในการวิเคราะห์ผลการศึกษา ซึ่งเขาได้แบ่งบทความออกเป็น 7 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านกิจกรรมซึ่งเป็นบทความเกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้ทั้งในชั้นเรียน 2) ด้านพรรณนา (Descriptive) การอธิบายเกี่ยวกับโปรแกรม เหตุการณ์หรือ วิธีการที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนแต่ไม่ได้ใช้กระบวนการวิจัยอย่างเป็นระบบ 3) บทพรรณนากิจการซึ่งเป็น การแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ STEM 4) การแสดงเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ STEM ที่มี ผู้อื่นได้ทำการวิจัยไว้แล้ว 5) การวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed method) 6) การวิจัยเชิงคุณภาพ และ 7) การวิจัยเชิงปริมาณ พบว่า บทความที่ศึกษาจะเป็นบทความด้านพรรณนามากที่สุด (n=12) รองลงมาคือการแลกเปลี่ยนกิจกรรม การวิจัยแบบผสมผสาน การวิจัยเชิงคุณภาพ (n=11) และ การวิจัยเชิงปริมาณ (n=10) ตามลำดับ และพบว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ STEM สามารถพบได้ใน

วารสารการศึกษาด้าน STEM (STEM) ได้มากที่สุด รองลงมาคือ ST, TTET และ JTE ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาในด้านขอบข่ายที่ศึกษา พบว่าบทความส่วนมากจะเน้นไปที่การศึกษาการบูรณาการองค์ประกอบของ STEM (Integrative STEM) มากที่สุด ส่วนหน่วยงานที่ตีพิมพ์งานวิจัยด้าน STEM มากที่สุดคือ Purdue University, Pittsburgh University และ Illinois State University ตามลำดับ ส่วนกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนั้นพบว่ามีการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่หลากหลายคือหากเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพจะใช้กลุ่มเป้าหมายที่มีความเฉพาะเจาะจง แต่เมื่อพิจารณาในภาพรวมแล้วก็ยังคงพบว่างานวิจัยส่วนมากจะเน้นการศึกษาเกี่ยวกับครูและผู้เรียนในระดับอนุบาล-เกรด 12

ปูชาและอัทสซิก (Pucha; & Utschig. 2012: 24-31) ได้ทำการวิจัยกรณีศึกษาเกี่ยวกับผลการสอนกราฟิกทางวิศวกรรมศาสตร์ที่สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียนกับนักศึกษาวิศวกรรมชั้นปีที่ 1 ของสถาบันเทคโนโลยีแห่งมลรัฐจอร์เจียโดยใช้รูปแบบการสอนแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลางที่หลากหลาย เช่น การใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) กรณีศึกษาเป็นฐาน (Case-based approach) ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีเจตคติต่อรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ความสามารถในการออกแบบโดยใช้กราฟิกและมีความสามารถในการทำงานร่วมกันเป็นทีมสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

เดลูคาและลารี (DeLuca; & Lari. 2013: 45-55) ได้ศึกษาทักษะการคิดแบบอภิปัญญาของนักศึกษาที่เรียนในสภาพแวดล้อมที่มีข้อมูลหลากหลาย (Data-rich environment) ตามโครงการงานวิจัยสีเขียวเพื่อความร่วมมือด้านข้อมูลในชั้นเรียน (GRID project) ซึ่งเป็นโครงการที่พัฒนาขึ้นเพื่อสอนความคิดรวบยอดเกี่ยวกับ STEM โดยใช้การรวบรวมข้อมูลที่ได้จากเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนของศูนย์พลังงานแสงอาทิตย์ของมลรัฐนอร์ทแคโรไลนาซึ่งตั้งอยู่ในมหาวิทยาลัยนอร์ทแคโรไลนาสเตท โดยมุ่งส่งเสริมการสอนและการเรียนรู้ในประเด็นทางสังคมในหัวข้อที่เกี่ยวกับพลังงานหมุนเวียน โดยข้อมูลที่น่าสนใจในการจัดทำหน่วยการเรียนรู้นั้นจะได้อาจมาจากตัวมอนิเตอร์ที่เก็บข้อมูลของศูนย์พลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งจะทำการบันทึกข้อมูลในด้านต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ ความเร็วและทิศทางลม ค่าความต่างศักย์ ค่าพลังงานเชื้อเพลิงจากไฮโดรเจน ความชื้น ปริมาณน้ำฝน ฯลฯ จากนั้นจะส่งข้อมูลนี้ไปยังหน่วยเก็บข้อมูลบนฐานข้อมูลออนไลน์ในเว็บไซต์ www.GRID.net เพื่อให้ครูสามารถเข้าไปสืบค้นข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้โดยใช้หลักการที่ว่านักศึกษาจะต้องเข้าใจข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบของ เทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการเก็บข้อมูลครั้งนี้ ความรู้ด้านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ และกระบวนการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ การประยุกต์ใช้ความรู้นั้นในการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติเพื่อส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาความคิดขั้นสูงและการสะท้อนความคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่ออกมา ผู้มีส่วนร่วมในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยนอร์ทแคโรไลนาและวิทยาลัยชุมชนพิทท์ จำนวน 147 คนซึ่งมีช่วงอายุและระดับชั้นการศึกษาที่แตกต่างกัน ทำการศึกษาโดยวัดความรู้ก่อนเรียนเกี่ยวกับเรื่องพลังงานหมุนเวียนและทักษะการคิดแบบอภิปัญญา จากนั้นดำเนินการสอนโดยให้นักศึกษาได้เขียนอนุทินเมื่อจบการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยย่อย เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการสอน ครูผู้ร่วมวิจัยจะวัดความรู้หลังเรียนและทักษะการคิดแบบอภิปัญญา

โดยใช้แบบทดสอบวัดการคิดแบบอภิปัญญา (Metacognition Inventory) ซึ่งเป็นแบบวัดแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 35 ข้อ โดยวัดการคิดใน 6 ลักษณะ คือ ความตระหนักรู้ (Awareness) ความมั่นใจ (Confidence) วิธีการคิด (Cognitive strategy) การวางแผน (Planning) การทำต่อหรือการหลีกเลี่ยงปัญหา (Approach/avoidance) และการตรวจสอบตนเอง (Self-checking) ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษามีการคิดแบบอภิปัญญาในด้านความตระหนักรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกข้อ ยกเว้นข้อที่เกี่ยวกับความตระหนักรู้ถึงความจำเป็นที่ต้องมีการวางแผนก่อนลงมือปฏิบัติงาน ด้านวิธีการคิดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกข้อ ยกเว้นข้อที่เกี่ยวกับการเลือกและจัดระบบข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการทำงานให้สมบูรณ์ ด้านการตรวจสอบตนเองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกข้อ ยกเว้นข้อที่เกี่ยวกับการแก้ไขสิ่งที่ผิดพลาด ส่วนด้านความมั่นใจและการวางแผน พบว่า นักศึกษามีการคิดในด้านนี้หลังเรียนและก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน

6.2 งานวิจัยในประเทศ

ศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัว (2558: 113-158) ได้วิจัยการพัฒนาหลักสูตรตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่องอ้อย สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อ 1) พัฒนาหลักสูตรตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่อง อ้อย สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 2) ศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตรจากการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและจากผลการทดลองใช้หลักสูตรใน 5 ด้าน ได้แก่ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้านความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม ด้านความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร และด้านความคิดเห็นของครูที่มีต่อหลักสูตร โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา จำนวน 81 คน และครูผู้ร่วมวิจัยซึ่งเป็นครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนเดียวกันจำนวน 2 คน ผลการวิจัยพบว่า หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพโดยพิจารณาจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญและจากผลการทดลองใช้หลักสูตรตามเกณฑ์ดังต่อไปนี้คือ

1) ผลการประเมินหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญก่อนการทดลองใช้หลักสูตร พบว่า หลักสูตรตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากและองค์ประกอบของหลักสูตรมีความสอดคล้องกันทุกองค์ประกอบ

2) ผลการประเมินหลังสูตรจากการทดลองใช้หลักสูตร พบว่า

2.1) คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังทดลองใช้หลักสูตร สูงกว่าก่อนทดลองใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65)

2.2) คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังทดลองใช้หลักสูตร สูงกว่าก่อนทดลองใช้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3) คะแนนเฉลี่ยความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนหลังทดลองใช้หลักสูตร สูงกว่าก่อนทดลองใช้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.4) ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรอยู่ในระดับมาก

2.5) ครูมีความคิดเห็นเชิงบวกต่อหลักสูตร ที่พัฒนาขึ้น

จำรัส อินทลาภาพร (2558: 134-228) ได้วิจัยเพื่อพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับครูประถมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อ 1) พัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับครูประถมศึกษา และ 2) เพื่อประเมินประสิทธิผลของหลักสูตรฝึกอบรมจากความรู้และทักษะของครู 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา พฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา และพฤติกรรมการโค้ชและทักษะของผู้เรียน 3 ด้าน ประกอบด้วย ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ผลการวิจัยพบว่า

1) หลักสูตรฝึกอบรมครูเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย หลักการ วัตถุประสงค์ สารการเรียนรู้ กิจกรรมฝึกอบรม สื่อการฝึกอบรม และการประเมินหลักสูตร

2) ผลการตรวจสอบประสิทธิผลของหลักสูตร พบว่า

2.1) ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาของครู หลังฝึกอบรมสูงกว่าก่อนฝึกอบรม

2.2) ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาของครูอยู่ในระดับสูง

2.3) พฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาของครูอยู่ในระดับมาก

2.4) พฤติกรรมการโค้ชของครูอยู่ในระดับมาก

2.5) ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.6) ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2.7) ผู้เรียนมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีอยู่ในระดับดี

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษายังค่อนข้างมีอยู่อย่างจำกัด โดยเฉพาะกับเด็กผู้เรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งทำให้เกิดความชัดเจนในการนำรูปแบบดังกล่าวไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน จึงควรมีการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดดังกล่าว เพื่อสร้างทางเลือกให้กับครูผู้สอน ได้นำไปปรับใช้ต่อไป

แนวคิดเกี่ยวกับกิจกรรมเสริมหลักสูตร

1. ความหมายของกิจกรรมเสริมหลักสูตร

กิจกรรมเสริมหลักสูตร (Extra-Curricular Activities) มีการเรียกชื่อแตกต่างกันไป ทั้งชื่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ เช่น กิจกรรมนอกหลักสูตร (Extra Class Activities) กิจกรรมพัฒนาการ (Developmental Activities) กิจกรรมผู้เรียน (Student Activities) กิจกรรมนอกห้องเรียน (Out of Class Activities) ถึงแม้ว่าจะเรียกชื่อต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาถึงเป้าหมายของกิจกรรมดังกล่าวล้วนเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของกิจกรรมเสริมหลักสูตร ดังนี้

ไพโรจน์ นาคะสุวรรณ และวันนอร์ มะทา (2538: 5) ได้ให้ความหมายว่า กิจกรรมเสริมหลักสูตรเป็นกิจกรรมที่สถานศึกษาจัดขึ้นมาเพื่อสนับสนุน สนองความสนใจ และส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียนนอกเหนือจากหลักสูตรปกติ ซึ่งคล้ายกับ ประภาพรรณ สุวรรณสุข (2539: 67) ที่ให้ความหมายของกิจกรรมเสริมหลักสูตร ว่าเป็นกิจกรรมในโรงเรียนประเภทหนึ่งที่มีความสำคัญต่อผู้เรียน จัดขึ้นนอกเหนือไปจากกิจกรรมในหลักสูตร เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นนอกเหนือไปจากการเรียนในห้อง และส่งเสริมประสบการณ์ให้กว้างขึ้น สอดคล้องกับการให้นิยามของ ชูศักดิ์ วรณกุล (2538: 5) ที่กล่าวถึงกิจกรรมเสริมหลักสูตร ว่าเป็นกิจกรรมต่างๆ ที่โรงเรียนจัดขึ้นนอกเหนือจากการเรียนการสอนตามปกติ ทั้งนี้เพื่อสนองความต้องการ ความสนใจ และความถนัดของผู้เรียนแต่ละคน โดยมุ่งเน้นและสนับสนุนให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมด้วยตนเอง เพื่อส่งเสริมประสบการณ์ชีวิตและปรับตัวให้เข้ากับสังคมได้อย่างมีความสุข และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีพัฒนาการในทุกด้านอย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้แล้ว ธีรศักดิ์ อัครบวร (2545: 15) ยังได้ให้ความหมายของกิจกรรมเสริมหลักสูตรไว้ว่า เป็นการกระทำเพื่อการเรียนรู้ของผู้เรียนที่จัดขึ้นนอกเวลาเรียนตามปกติของชั้นเรียนโดยผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินการด้วยตนเองและมีครูเป็นผู้ดูแลให้คำแนะนำปรึกษา เป็นไปเพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์ในการเรียนตามหลักสูตรให้กว้างขวางยิ่งขึ้น สนองความสนใจและความถนัด พัฒนาความสามารถพิเศษ ส่งเสริมการพัฒนาบุคลิกภาพ และช่วยฝึกอุปนิสัยของผู้เรียน

นอกจากนี้ ยังมีการให้นิยามเกี่ยวกับคำว่า “ชุดกิจกรรม” ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้อย่างหลากหลาย เช่น บุญชม ศรีสะอาด (2537: 11) ให้นิยามว่า ชุดกิจกรรมเป็นสื่อการเรียนหลายอย่างประกอบกันจัดเข้าไว้เป็นชุด (Package) ในลักษณะของสื่อประสม (Multi-Media) เพื่อมุ่งให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วน วิชัย วงษ์ใหญ่ (2543: 7) ยังให้ความหมายของคำว่าชุดกิจกรรมไว้ว่า เป็นระบบการผลิตและการนำสื่อการเรียนหลายอย่างมาสัมพันธ์กันและมีคุณค่าส่งเสริมซึ่งกันและกัน สื่ออย่างหนึ่งอาจใช้เพื่อสร้างความสนใจ สื่ออีกอย่างหนึ่งใช้เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงของเนื้อหา และสื่ออีกอย่างหนึ่งอาจใช้เพื่อก่อให้เกิดการเสาะแสวงหาอันนำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้งและป้องกันการเข้าใจความหมายผิด สามารถนำมาใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้ บุญแก้ว ควรหาเวช (2545 : 91) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรม ว่าเป็นสื่อ

การสอนชนิดหนึ่งของสื่อประสม (Multi-media) ที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ ตามหัวข้อ เนื้อหา และประสบการณ์ของแต่ละหน่วยที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับ โดยจัดเอาไว้เป็นชุดๆ แล้วแต่ผู้สร้างจะทำขึ้น ช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ที่มีประสิทธิภาพ และผู้สอนเกิดความมั่นใจที่พร้อมจะสอน

จากความหมายของกิจกรรมเสริมหลักสูตรพอสรุปได้ว่า กิจกรรมหลักสูตรเป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อเสริมประสบการณ์ของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ทั้งด้านความรู้ความสามารถ ความถนัด บุคลิกภาพหรืออุปนิสัย ทั้งนี้ต้องเน้นให้ผู้เรียนได้เข้าร่วมด้วยความสมัครใจและร่วมทำกิจกรรมอย่างอิสระ และจากความหมายของชุดกิจกรรมสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรม คือ การออกแบบการเรียนรู้ที่อาศัยสื่อการเรียนรู้และเทคนิคการเรียนรู้ที่หลากหลายมาผสมผสานกันอย่างลงตัวไว้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการออกแบบการเรียนรู้ที่ใช้สื่อผสม (Multi-Media) โดยสื่อแต่ละประเภทมีเป้าหมายในการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่เฉพาะด้าน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดชื่อของการออกแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นว่าเป็น “ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตร”

2. ความสำคัญของกิจกรรมเสริมหลักสูตร

กิจกรรมเสริมหลักสูตรนับว่ามีความสำคัญและจำเป็นมากในปัจจุบัน เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนอย่างเดียวไม่เพียงพอกับการเรียนรู้ที่เท่าทันต่อการเปลี่ยนแปลงของความรู้ในโลกยุคโลกาภิวัตน์ ดังนั้นกิจกรรมเสริมหลักสูตรจึงมีส่วนสำคัญต่อการเสริมการเรียนการสอนให้บรรลุผลตามเป้าหมายอย่างสมบูรณ์ และเป็นแนวทางที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ดังที่หลายท่านได้กล่าวถึงความสำคัญและความจำเป็นในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรไว้ดังนี้

ชูศักดิ์ วรณกุล (2538: 8-11) ได้ให้แนวคิดถึงความสำคัญของกิจกรรมเสริมหลักสูตรว่าเป็นสิ่งเชื่อมโยงระหว่างชีวิตในโรงเรียนกับชีวิตจริง เป็นสนามให้ผู้เรียนทดลองใช้ความรู้และประสบการณ์จากห้องเรียนให้เป็นประโยชน์ในชีวิตจริง ช่วยขจัดข้อเสียเปรียบของระบบโรงเรียนในเรื่องเวลา สถานที่ และบุคลากร ทำให้ทำหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งสรุปความสำคัญของกิจกรรมเสริมหลักสูตรดังนี้

1. กิจกรรมเสริมหลักสูตรช่วยพัฒนาผู้เรียนแต่ละคนตามศักยภาพ กิจกรรมเสริมหลักสูตรจะช่วยให้ผู้เรียนแต่ละคนได้รู้จักตนเองว่ามีความถนัดและความสามารถในด้านใด และจะใช้ความสามารถนั้นสร้างสรรค์ตนเองและสังคมอย่างไร ศักยภาพของผู้เรียนจะปรากฏและพัฒนาได้เมื่อทำกิจกรรมที่ตรงกับความถนัดและความสามารถของตนเองด้วยความพอใจ

2. กิจกรรมเสริมหลักสูตรช่วยพัฒนาสิ่งแวดล้อม สิ่งแวดล้อมของผู้เรียนย่อมหมายถึง สิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน ซึ่งประกอบด้วยบุคคล อาคารสถานที่ วัสดุอุปกรณ์ กฎเกณฑ์ต่างๆ มีทั้งสิ่งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม แต่สิ่งแวดล้อมภายในโรงเรียนอยู่ในขอบเขตที่แคบกว่าสิ่งแวดล้อมภายนอกโรงเรียน กิจกรรมเสริมหลักสูตรจะช่วยพัฒนาสิ่งแวดล้อมของผู้เรียน เมื่อสิ่งแวดล้อมกว้างขวางขึ้นโอกาสที่ตัวบุคคลจะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมย่อมมีความหมายมากขึ้น ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์และเกิดการเรียนรู้ได้อย่างกว้างขวาง

3. กิจกรรมเสริมหลักสูตรช่วยพัฒนาปฏิสัมพันธ์ประสบการณ์ เป็นผลที่ตัวบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ประสบการณ์เป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ ซึ่งหมายถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในทางที่พึงประสงค์ สภาพของห้องเรียนปกติอาจสร้างความพอใจและประสบการณ์ให้กับผู้เรียนได้ในระดับหนึ่ง แต่กิจกรรมเสริมหลักสูตรจะช่วยเพิ่มเติมให้ดีขึ้นได้ เพราะผู้เรียนสามารถเลือกทำกิจกรรมตามความสนใจของตน และสิ่งแวดล้อมได้ขยายขอบเขตให้กว้างขวางขึ้น ทำให้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและสิ่งแวดล้อมมีประสิทธิภาพมากขึ้น

นอกจากนี้ สมศักดิ์ คงเที่ยง (2540: 282-283) ยังได้กล่าวถึงความสำคัญของกิจกรรมเสริมหลักสูตร ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันในสังคมด้วยความเป็นประชาธิปไตย การทำงานร่วมกันและการให้ความร่วมมือเป็นกำลังสำคัญต่อการพัฒนาต่าง ๆ การส่งเสริมให้เด็กได้ทำงานร่วมกันตั้งแต่อยู่ในโรงเรียน เป็นการช่วยฝึกฝนประชาธิปไตยให้แก่เด็ก เมื่อเป็นผู้ใหญ่ในวันข้างหน้าจะดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้ดี เพราะผลจากประสบการณ์ที่ผู้เรียนเรียนรู้ได้รับเมื่อตอนที่อยู่โรงเรียน

2. ช่วยส่งเสริมความเป็นพลเมืองดีในการทำงานร่วมกัน ช่วยฝึกนิสัยที่ดีให้เกิดกับผู้เรียน เช่น การเสียสละเพื่อหมู่คณะ รู้จักสร้างความสัมพันธ์ต่อผู้อื่น สร้างความเป็นพลเมืองที่ดีให้รู้จักร่วมมือกับสังคม

3. ส่งเสริมลักษณะผู้นำ การที่ผู้เรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ ก็จะต้องแสดงความสามารถของตนออกมา ผู้เรียนคนใดมีความสามารถทางใดก็ไปทำงานที่ตนเองถนัดใครเก่งก็มักจะได้รับการยกย่องให้เป็นผู้นำ

4. ช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ การที่ผู้เรียนได้ทำงานที่ตนสนใจและถนัด จะช่วยให้ผู้เรียนหันมาสนใจงานมากกว่าที่จะไปเที่ยวเตร่ การรู้จักให้ผู้เรียนทำกิจกรรมต่างๆ ที่เขาสนใจจะเป็นการหาทางออกที่ดีให้แก่ผู้เรียน เมื่อโตเป็นผู้ใหญ่ก็จะได้ใช้เวลาให้เป็นประโยชน์ หางานอดิเรกทำแทนการใช้เวลาว่างไปในทางที่ผิด

5. กิจกรรมเสริมหลักสูตรช่วยชี้ให้เห็นว่าผู้เรียนมีความถนัดและความสามารถในอาชีพด้านใด ถ้าได้รับการส่งเสริมที่ถูกต้องก็อาจจะออกไปทำอาชีพนั้นได้

6. ช่วยสร้างลักษณะนิสัยที่ดีให้แก่ผู้เรียนโดยการที่นักเรียนได้ทำงานร่วมกัน รู้จักแบ่งงานกันทำ รู้จักประสานงานกัน

ส่วน ประกอบ ประพันธ์วิทยา (2542: 12) ได้กล่าวถึงความสำคัญของกิจกรรมเสริมหลักสูตร ว่ามีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องจัดให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากปัจจุบันสังคมมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว การปรับตัวของผู้เรียนและการจัดประสบการณ์ให้กับผู้เรียนเพื่อให้มีโอกาสสัมผัสกับสถานการณ์จริงและรับประสบการณ์ตรงด้วยตนเอง จึงมีความจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่ง เพราะในการดำรงชีวิตประจำวันของผู้เรียนนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับการทำงานด้านวิชาการเพียงอย่างเดียว หากแต่ต้องขึ้นอยู่กับปรับตัว การแก้ปัญหา การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการวิจัยด้วยตนเอง โดยอาศัยประสบการณ์และทักษะเป็นเครื่องมือ ซึ่งสอดคล้องกับ สุพิน บุญชูวงศ์

(2542: 9) ที่ให้ความเห็นไว้ว่ากิจกรรมเสริมหลักสูตรเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการศึกษา โรงเรียนต้องจัดกิจกรรมขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนรู้จักปรับตัวให้ทำงานร่วมกับผู้อื่น รู้จักรับผิดชอบแสดงความสนใจและความต้องการของตน รวมทั้งพัฒนาผู้เรียนเพื่อให้เป็นบุคคลที่มีความสมบูรณ์

นอกจากนี้ สมภพ เจริญชุนท (2542: 6-7) ยังได้กล่าวถึงความสำคัญของกิจกรรมเสริมหลักสูตรไว้ดังนี้

1. เพื่อสนองความต้องการด้านจิตวิทยา ผู้เรียนระดับต่าง ๆ เป็นวัยที่ต้องการได้รับการยอมรับและต้องการรวมกลุ่ม ตามทฤษฎีลำดับขั้นความต้องการของมาสโลว์นั้นชี้ให้เห็นว่าการเข้าร่วมกิจกรรมจะทำให้เกิดความอบอุ่น ความเชื่อมั่นในตนเอง และประสบความสำเร็จ

2. การจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร จะทำให้ผู้เรียนได้ค้นพบความสามารถของตนเอง ผลงานของเพียเจต์แสดงให้เห็นชัดว่าการเรียนที่มีประสิทธิภาพนั้น เด็กจะต้องมีโอกาสได้กระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง การได้รับประสบการณ์ตรงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาสติปัญญา

3. การจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรจะทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น ดังผลงานของสกินเนอร์ที่แสดงให้เห็นว่าการกระทำใดที่ได้รับการเสริมแรงจะมีแนวโน้มให้เกิดการกระทำนั้นอีก

4. การจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรจะทำให้ผู้เรียนรู้สึกถึงการใช้เวลาว่างให้มีคุณค่าและเกิดประโยชน์แก่ตนเองและส่วนรวม

5. เป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างครูกับผู้เรียนและผู้เรียนด้วยกันเอง กิจกรรมที่ได้ทำงานร่วมกัน คิดร่วมกันเป็นการสร้างความสัมพันธ์ให้ดีขึ้น

6. การจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรเป็นการพัฒนาความเป็นผู้นำทั้งทางตรงและทางอ้อม เพราะเด็กจะได้มีโอกาสจัดการงานต่าง ๆ ด้วยตนเอง มีโอกาสเลือกและประกอบกิจกรรมด้วยตนเองซึ่งจะมีลักษณะเป็นสังคมประชาธิปไตย

จากแนวคิดที่ได้นำเสนอในข้างต้น จะเห็นได้ว่ากิจกรรมเสริมหลักสูตรนั้นเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการศึกษา เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่จะช่วยสร้างเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้อย่างสมบูรณ์มากขึ้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมตามความถนัดและความสนใจ กระตุ้นให้เกิดบรรยากาศการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และเสริมสร้างลักษณะนิสัยที่พึงประสงค์ให้กับผู้เรียน

3. แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

การออกแบบกิจกรรมเสริมหลักสูตรตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนจากการลงมือปฏิบัติ สร้างองค์ความรู้จากการเผชิญปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และมีการคิดค้นหรือประดิษฐ์นวัตกรรม ชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาที่ ซึ่งมีแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

ทฤษฎีสรรคินิยม (Constructivist Theory) เป็นทฤษฎีที่อธิบายและค้นหาว่ามนุษย์เกิดการเรียนรู้และสร้างความรู้ได้อย่างไร (Fosnot. 1996 : 9) ทฤษฎีนี้เป็นแนวคิดพื้นฐานของการพัฒนาทางการศึกษาในหลายด้าน เช่น การพัฒนาหลักสูตร การเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ และมีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอนที่เน้นเด็กเป็นศูนย์กลาง โดยมีรากฐานมาจากปรัชญาและ

จิตวิทยาการศึกษาที่หลากหลาย สำหรับด้านปรัชญาการศึกษานั้น ทฤษฎีนี้มีแนวคิดสอดคล้องกับปรัชญาในกลุ่มปฏิบัตินิยม (Pragmatism) ที่เสนอโดยวิลเลียม เจมส์ (William James) และจอห์น ดิวอี้ (John Dewey) โดย เจมส์ (James. 1975: 125) มีความเห็นว่า ความรู้คือความสามารถของบุคคลในการปรับประสบการณ์เก่าหรือความเชื่อเดิมที่มีอยู่ให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ได้ด้วยกระบวนการพิสูจน์ให้เห็นจริงได้และมีความสมเหตุสมผล (Process of Verification and Validation) เพื่อลดความขัดแย้งระหว่างความคิดของประสบการณ์เก่าและประสบการณ์ใหม่ ซึ่งแนวคิดตามปรัชญาปฏิบัตินิยมยอมรับประสบการณ์และข้อเท็จจริงที่ได้รับผ่านประสาทสัมผัส แต่ไม่ถือเอาประสาทสัมผัสเพียงอย่างเดียวเป็นบ่อเกิดของความรู้ และไม่ใช่ประสบการณ์ทุกประสบการณ์จะเป็นความรู้ ความรู้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีการไตร่ตรองเกี่ยวกับประสบการณ์นั้น (Dewey. 1929: 29)

ส่วนรากฐานทางจิตวิทยา มาจากความเชื่อพื้นฐานที่แตกต่างกันในการสร้างความรู้ของนักจิตวิทยา 2 กลุ่ม คือ กลุ่มพุทธินิยม (Cognitive Constructivism) ซึ่งมี เพียเจต์ (Piaget. 1985) เป็นนักจิตวิทยาที่สำคัญของกลุ่มนี้และกลุ่มที่เน้นบริบททางสังคม (Social Constructivism) จากทฤษฎีพัฒนาการเชาวันปัญญาของไวกอทสกี (Vygotsky) โดยแนวคิดในกลุ่มพุทธินิยมนั้น เพียเจต์อธิบายว่า พัฒนาการทางเชาวันปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวโดยใช้กลไกพื้นฐาน 2 อย่าง คือ กระบวนการดูดซึมเข้าสู่โครงสร้าง (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) (Sutherland 1992: 52) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาเดิมที่มีอยู่ หากข้อมูลนั้นไม่สัมพันธ์กับโครงสร้างเดิมจะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในสมดุลโดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา

การนำทฤษฎีสรคานิยมในกลุ่มพุทธินิยมไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ มีหลักสำคัญอยู่ 2 ประการ ได้แก่

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดจากการลงมือปฏิบัติ (Learning is Active Process) ประสบการณ์ตรงและค้นหาวิธีการแก้ปัญหาเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดูดซึมข้อมูล และการปรับโครงสร้างทางปัญญา

2. การเรียนรู้ควรเป็นองค์รวม เน้นสภาพจริง และสิ่งที่เป็นจริง (Learning Should be Whole, Authentic, and Real)

ส่วนไวกอทสกี (Vygotsky.1978: 19-24) ให้ความสำคัญกับบริบททางสังคมและวัฒนธรรม เขาอธิบายว่ามนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ทั้งสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทางสังคม ดังนั้นสถาบันทางสังคมนับตั้งแต่สถาบันครอบครัว บุคคลที่เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ปกครอง เพื่อน ครูจึงมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางเชาวันปัญญาของบุคคล ผ่าน การสนทนา แลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิดซึ่งกันและกัน โดยมีภาษาเป็นเครื่องมือสำคัญของการคิดและการพัฒนาเชาวันปัญญาขั้นสูง ส่วนการวัดพัฒนาการทางเชาวันปัญญานั้น เขาอธิบายว่า เด็กทุกคน มีระดับพัฒนาการทางเชาวันปัญญาที่ตนเป็นอยู่และมีระดับพัฒนาการที่ตนมีศักยภาพจะไปให้ถึงได้โดยช่วงห่างระหว่างระดับที่เด็กเป็นอยู่ในปัจจุบันกับระดับที่เด็กสามารถจะพัฒนาไปถึงได้ เรียกว่า

“Zone of Proximal Development (ZPD)” ซึ่งช่วงห่างนี้จะมีความแตกต่างกันในแต่ละบุคคล เด็กบางคนอาจเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง แต่บางคนต้องได้รับความช่วยเหลือจากครู (Scaffolding) เพื่อให้เขาสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น ดังนั้นการที่ครูรู้พื้นฐานความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนก่อน จัดการเรียนการสอนจึงเป็นเรื่องสำคัญ ซึ่งแนวคิดเกี่ยวกับความแตกต่างของระดับพัฒนาการของเด็ก มีอยู่กับพัฒนาการที่เขาสามารถไปได้ถึงนั้นส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดในการจัดการเรียน การสอน จากเดิมซึ่งเคยมีลักษณะเป็นเส้นตรง (Linear) เปลี่ยนแปลงไปอยู่ในลักษณะที่เหลื่อมกัน โดยการจัดการเรียนการสอนจะต้องนำหน้าระดับพัฒนาการเสมอ

ดังนั้น ลักษณะการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสรณนิคม จึงเน้นไปที่องค์ประกอบ 4 ประการ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, กระทรวงศึกษาธิการ. 2550: 11-12) ได้แก่

1. กระบวนการเรียนรู้เป็นของผู้เรียนและเน้นความสำคัญของความรู้เดิม
2. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้แสดงความรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
3. ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติจริง แสวงหาค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง จนพบความรู้และรู้จักสิ่งที่ค้นพบได้เรียนรู้ วิเคราะห์ ศึกษา ค้นคว้าจนถึงรู้แจ้ง
4. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการกลุ่ม อันเป็นพื้นฐานของการดำรงชีวิตในสังคมอย่างมีความสุข

จะเห็นได้ว่า แนวคิดของทฤษฎีสรณนิคมที่กล่าวมาทำให้ครูซึ่งเป็นกุญแจสำคัญของการจัดการเรียนรู้จำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนแนวคิดและเปลี่ยนบทบาทของตนเองจากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และเป็นผู้ควบคุมชั้นเรียนไปเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) ในการช่วยให้ ผู้เรียนเกิดการประมวลข้อมูล ความคิด ผ่านการเรียนรู้อย่างมีความหมาย โดยใช้คำถามปลายเปิด กระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์กับครูและเพื่อนร่วมชั้น โดยใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ทางสังคมจนเกิดการเรียนรู้ร่วมกัน โดยที่ครูไม่เร่งรัดเวลาในการได้คำตอบมากเกินไป เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีการไตร่ตรองและสร้างความสัมพันธ์ของความคิดนั้นๆ (Gore. 2001: 2) การถามคำถามและการอภิปรายร่วมกันนี้ทำให้ครูได้ทราบถึงพื้นฐานประสบการณ์เดิมของผู้เรียน อันเป็นหลักสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีนี้ ซึ่งจะเป็ประโยชน์ในการวางแผนการสอนในลำดับต่อไป และสามารถกระตุ้นความสนใจให้กับผู้เรียนในการเรียนรู้หัวข้อนั้นๆ (Tobin. 1993: 273) นอกจากนี้ครูต้องเป็นผู้ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนทำผิดพลาดหรือเกิดปัญหาในการเรียนรู้ เป็นผู้กระตุ้นความอยากรู้ อยากรูเห็นของผู้เรียน และเปิดใจยอมรับว่าผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้ได้ตามศักยภาพของแต่ละบุคคล (Smith. 1994; Brooks; & Brooks.1993: online) และพร้อมที่จะเป็นต้นแบบของคุณลักษณะของการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตให้กับผู้เรียน

สำหรับบทบาทของผู้เรียนตามทฤษฎีสรณนิคม ผู้เรียนจะเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้รับข้อมูลความรู้จากครูมาเป็นผู้ที่สร้างข้อมูลจากการประมวลผลของข้อมูลใหม่เข้ากับข้อมูลเก่าผ่านกระบวนการดูดซึมและปรับโครงสร้างทางปัญญาด้วยตนเอง การเรียนรู้จะเกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองผ่านกระบวนการกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิด โต้แย้งจนเกิดเป็นการเรียนรู้ร่วมกัน

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าทฤษฎีสรรคณิยมนั้นเป็นทฤษฎีที่เชื่อว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นจากตัวของ ผู้เรียนเอง ซึ่งความรู้ที่นั้นเกิดจากกระบวนการดูดซึมประสบการณ์ สิ่งแวดล้อม หรือการมีปฏิสัมพันธ์ ทางสังคมที่ขัดแย้งกับประสบการณ์เดิมทำให้เกิดความไม่สมดุล ทางปัญญาส่งผลให้ผู้เรียนเชื่อมโยง ความรู้เดิมกับความรู้ใหม่จนเกิดการปรับขยายโครงสร้างทางปัญญา ซึ่งนำไปสู่การสร้างความรู้ได้ ด้วยตนเอง ซึ่งพื้นฐานและประสบการณ์เดิมของผู้เรียน การจัดประสบการณ์ใหม่ที่สอดคล้องกับ ความสนใจของผู้เรียน ตลอดจนวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนค้นหาความหมายของ ประสบการณ์เหล่านั้นด้วยตนเองผ่านการอภิปรายโดยใช้กระบวนการกลุ่ม โดยมีครูเป็นผู้อำนวยการ ความสะดวก เพื่อฝึกให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติและทำกิจกรรมด้วยตนเองจนเกิดการเรียนรู้

4. การออกแบบกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการ

กิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีลักษณะการบูรณาการ แบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Integration) หรือบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary Integration) เป็นการออกแบบกิจกรรมที่ใช้หัวเรื่อง (Theme) เป็นแกนในการจัด ประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ดังนั้นการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับแนวคิด ดังกล่าว จึงต้องใช้รูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลายให้สอดคล้องกับวัย วุฒิภาวะ และความสนใจ ของผู้เรียน และบริบทของสถานศึกษาในด้านความพร้อมของสื่อและแหล่งเรียนรู้ ซึ่งนักการศึกษา ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้หัวเรื่องเป็นแกน มีขั้นตอนดังนี้

1. การเลือกและจัดระบบหัวเรื่อง (Selecting an Organizing Theme) ซึ่งหัวเรื่องที่ เลือกมานั้นอาจเป็นปัญหา เหตุการณ์ หรือประเด็นที่สอดคล้องกับชุมชน ชีวิตประจำวันและความ สนใจของผู้เรียน หรือสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ โดยหัวเรื่องนั้นต้องไม่กว้างหรือแคบ จนเกินไป กล่าวคือ ต้องมีขอบข่ายกว้างพอที่จะนำเนื้อหาของรายวิชาต่าง ๆ เข้าไปบูรณาการใน หัวเรื่องนั้น ๆ ได้ เมื่อได้หัวเรื่องแล้วครูผู้สอนในแต่ละวิชาและนักเรียนระดมสมองร่วมกันเพื่อคิด เนื้อหาหรือประเด็นที่เกี่ยวข้องกับหัวเรื่องนั้น ๆ แล้วนำมาเขียนแสดงในรูปของวงล้อความคิด (Concept Wheel) (Clayton. 2010: 9; Jacobs. 1997: 54; Meinbach; Fredericks; & Rothlein. 2000: 15)

2. การตั้งคำถามสำคัญ (Establishing Essential Questions) ขั้นตอนนี้เป็นหัวใจ สำคัญของการออกแบบหน่วยการเรียนรู้ (Jacobs.1997: 26; Clayton. 2010: 18) เนื่องจาก คำถาม สำคัญจะช่วยให้ครูผู้สอนมองเห็นภาพรวมและแนวทางในการกำหนดขอบข่ายและลำดับของ เนื้อหา สืบที่ต้องใช้ ตลอดจนทักษะและโครงสร้างของกิจกรรมที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ภายใต้ หัวเรื่อง และเวลาที่กำหนด ทำให้สามารถแก้ปัญหาในเรื่องของน้ำหนักและความสำคัญของเนื้อหาที่จะสอนใน การสร้างหลักสูตรบูรณาการได้ ซึ่งหลักในการตั้งคำถามสำคัญ คือ ตั้งเป็นคำถามปลายเปิดแนวกว้าง ที่มีได้มีคำตอบเพียง “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” เท่านั้น (Krajcik. n.d. : online) นักเรียนสามารถทำความเข้าใจกับคำถามนั้นได้ โดยตั้งให้ครอบคลุมความคิดรวบยอดในหัวเรื่องย่อยหนึ่ง ๆ ที่ต้องการให้ผู้ เรียนได้เรียนรู้ สอดคล้องกับชีวิตของผู้เรียน หลีกเลี่ยงการใช้คำถามที่มี ความหมายซ้ำกัน จำนวน คำถามที่ตั้งขึ้นควรเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด นอกจากนี้ชุดของคำถามที่ตั้งขึ้นควรเป็นเหตุ

เป็นผลต่อเนื่องร้อยเรียงซึ่งกันและกัน (Jacobs. 1997: 30-33) หลังจากที่ตั้งคำถามสำคัญเรียบร้อยแล้ว ครูอาจแยกคำถามสำคัญแต่ละข้อออกเป็นคำถามย่อย (Key Questions) เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบกิจกรรม ทักษะ และช่วยให้การกำหนดวิธีการประเมินผลทำได้ง่ายขึ้น จากนั้นในขั้นตอนสุดท้าย คณะครูร่วมกันพิจารณาอีกครั้งว่าคำถามที่ตั้งขึ้นนั้น ทำให้ผู้เรียนสามารถบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ได้จริงหรือไม่ หากผู้เรียนไม่สามารถบรรลุตามจุดประสงค์ได้ อาจต้องมีการปรับปรุงคำถามเหล่านั้นอีกครั้ง (Clayton. 2010: 21)

3. การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนำไปใช้ในชั้นเรียน (Designing Activities for Implementation) ในขั้นตอนนี้เป็นการนำคำถามสำคัญที่ตั้งขึ้นจากขั้นตอนที่ 2 มาใช้ในการออกแบบกิจกรรม สื่อ และแหล่งเรียนรู้ รวมทั้งวิธีการประเมินผล ซึ่งหลักในการออกแบบกิจกรรมสำหรับหลักสูตรบูรณาการไม่มีหลักเกณฑ์ที่แน่นอน ขึ้นอยู่กับครูผู้สอนที่จะนำไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน แต่หลักในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดีคือ กิจกรรมนั้นต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนเป็นนักคิดทั้งความคิดอย่างมีวิจารณญาณและความคิดสร้างสรรค์ (Jacobs.1997: 26) เน้นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ฝึกการทำงานร่วมกันเพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (Hands-on, Minds-on Activities) มีการบูรณาการเนื้อหาต่าง ๆ อย่างเป็นองค์รวมโดยใส่ทักษะทางภาษาอย่างน้อยหนึ่งทักษะและออกแบบกิจกรรมให้เหมาะสมกับความสามารถและความสนใจของผู้เรียน สำหรับวิธีการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่สอดคล้องกับแนวคิดตามทฤษฎีสรคินิยมและการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางก็คือการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กิจกรรมเป็นฐาน (Activity-Based Instruction) ซึ่งเป็นรูปแบบที่มีการบูรณาการกิจกรรมที่หลากหลายเข้าด้วยกัน โดยให้ผู้เรียนเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์และกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่ม เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และแลกเปลี่ยนประสบการณ์ร่วมกันผ่านกระบวนการทางสังคม ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลใหม่เข้ากับสิ่งที่ได้เรียนไปแล้ว และประยุกต์ใช้ความรู้นั้นกับสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ (Hariharan. 2011: 19; citing Saydan; & Higgins.1977; Goldstein. 2013: online) ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กิจกรรมเป็นฐานนั้นมีหลายรูปแบบ เช่น การสอนโดยใช้โครงงาน วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ การอภิปราย การทัศนศึกษานอกสถานที่ การทดลอง การใช้สถานการณ์จำลอง การแสดงบทบาทสมมติ การเรียนรู้โดยใช้เส้นทางเล่าเรื่อง (Storyline Method) หรือเกมต่าง ๆ การเลือกใช้รูปแบบใดนั้น ครูผู้สอนต้องพิจารณาเลือกใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา สื่อ แหล่งการเรียนรู้ ตลอดจนวัยและความสนใจของผู้เรียน

4. การเลือกสื่อ แหล่งเรียนรู้ และการประเมินผล การสอนโดยใช้หัวเรื่องเป็นแกนสามารถใช้สื่อได้อย่างหลากหลาย ทั้งที่เป็นสื่อสิ่งพิมพ์ สื่อวีดิทัศน์ สื่อเทคโนโลยี สถานประกอบการ บุคลากรหรือผู้เชี่ยวชาญในชุมชน (Meinbach; Fredericks; & Rothlein. 2000: 24) สำหรับสื่อและแหล่งการเรียนรู้ควรเป็นสื่อที่มีอยู่และหาได้ง่ายในท้องถิ่น สอดรับกับคำถามสำคัญที่ตั้งขึ้น รวมทั้งการประเมินผลควรใช้วิธีการที่หลากหลายที่สามารถประเมินผลความก้าวหน้าและพัฒนาการของ

ผู้เรียนได้อย่างแท้จริง สอดคล้องกับกิจกรรมที่ใช้และควรประเมินผลไปพร้อม ๆ กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งรูปแบบของการประเมินผลตามสภาพจริงมีหลายวิธี เช่น การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน (Portfolio) การเขียนรายงานตนเอง การสังเกต การสัมภาษณ์

สรุปได้ว่า การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการนั้น ครูผู้สอนต้องพิจารณาเลือกจัดประสบการณ์ที่เหมาะสมกับวัย ความสนใจของผู้เรียน โดยเริ่มต้นจากหัวเรื่อง (Theme) แล้วนำไปกำหนดคำถามสำคัญให้ครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ จากนั้นจึงออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เลือกสื่อ แหล่งการเรียนรู้และเลือกวิธีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับองค์ประกอบด้านต่าง ๆ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ คุณลักษณะที่พึงประสงค์ สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งผู้วิจัยได้นำแนวคิดดังกล่าวมาเป็นแนวทางในการเลือกและกำหนดหัวข้อและคำถาม ตลอดจนการออกแบบการเรียนรู้ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในครั้งนี้

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรและหลักสูตรแบบบูรณาการ

5.1 งานวิจัยในประเทศ

ดารณี พงษ์สบาย (2551: 81-82) ได้พัฒนาหลักสูตรบูรณาการสิ่งแวดล้อมศึกษา เรื่อง กุศนาแซง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเปรียบเทียบผลการพัฒนาผู้เรียนหลังการใช้หลักสูตร 2 ด้าน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนโคกโพธิ์ไชยศึกษา จังหวัดขอนแก่น จำนวน 40 คน โดยใช้วิธีสุ่มอย่างเจาะจง ผลการวิจัยพบว่า หลักสูตรที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องขององค์ประกอบทั้ง 6 ด้าน คือ หลักการและเหตุผล จุดมุ่งหมาย เนื้อหาสาระ แนวทางการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้และแนวทางการวัดผลประเมินผล มีความเหมาะสมในระดับ มากที่สุด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อุไรวรรณ หาญวงศ์ (2551: 77-78) ได้พัฒนาหลักสูตรสิ่งแวดล้อมท้องถิ่นที่บูรณาการวิธีการสอนแบบเน้นกระบวนการสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ที่เรียนในกลุ่มสาระระดับชั้น โดยศึกษาผลการใช้หลักสูตรในด้านทักษะการคิดขั้นสูง จิตสำนึกต่อท้องถิ่น และพฤติกรรมความร่วมมือในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 กับนักเรียน จำนวน 40 คนซึ่งเป็นนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 5 ระดับชั้นละ 20 คน โดยใช้กระบวนการสอนแบบเน้นกระบวนการ 4 วิธีคือ การเรียนรู้แบบโครงงาน การเรียนแบบคิดสร้างสรรค์ การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน และการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผลปรากฏว่า ทักษะการคิดขั้นสูงทั้ง 3 ด้านคือ การวิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินค่าอยู่ในระดับดีมาก จิตสำนึกต่อท้องถิ่นอยู่ในระดับสูง และพฤติกรรมการเรียนรู้ซึ่งประเมินโดยครูและนักเรียนอยู่ในระดับมากทุกรายการ

สุวิมล ทองคำหอม (2552: 76-78) ได้พัฒนาหลักสูตรบูรณาการแบบพหุวิทยาการตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาในอำเภอเทพา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสงขลา เขต 3 โดยได้

บูรณาการเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอนกลุ่มสาระภาษาไทย วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรมเข้าด้วยกัน กลุ่มตัวอย่างได้แก่ครูจากโรงเรียนวัดคลองยอและโรงเรียนบ้านวังใหญ่ จำนวน 8 คนและนักเรียนจำนวน 22 คน ผลการวิจัยพบว่า การศึกษาคุณภาพเบื้องต้นด้านองค์ประกอบของหลักสูตรในภาพรวมอยู่ในระดับมาก และองค์ประกอบของหลักสูตรสอดคล้องกันในทุกองค์ประกอบ ส่วนด้านผลการใช้หลักสูตรพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนทดลองใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ครูและนักเรียนมีความคิดเห็นต่อหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก

ชนินันท์ พฤษทรัพย์ (2554: 134-140) ได้พัฒนาหลักสูตรแบบสหวิทยาการ เรื่องเสียงในเครื่องดนตรีไทย สำหรับนักเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเพื่อศึกษาถึงพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่องเสียง เจตคติที่มีต่อวิทยาศาสตร์ และความตระหนักถึงความสำคัญของวัฒนธรรมที่มีค่าของชาติไทย โดยมุ่งเน้นเฉพาะเครื่องดนตรีไทยของนักเรียนก่อนและหลังเรียนจากหลักสูตรนี้ โดยจัดทำหลักสูตรเป็นวิชาเลือกที่สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตามแนวความคิดด้านสหวิทยาการและทฤษฎีสรรคินิยม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชบางเขน จำนวน 35 คน ผลการวิจัยพบว่า หลังเรียนนักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คะแนนสอบหลังเรียนเกี่ยวกับความเข้าใจวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง มากกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ เจตคติที่นักเรียนมีต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนโดยภาพรวมไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อวิเคราะห์เป็นรายข้อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังเรียนนักเรียนมีความตระหนักถึงความสำคัญของเครื่องดนตรีไทยในฐานะวัฒนธรรมที่มีค่าของชาติไทยมากขึ้นและ มีความคิดเห็นต่อหลักสูตรในทางบวก

ศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัว (2558: 127-144) ได้วิจัยพัฒนาหลักสูตรตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง อ้อย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตรจากการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและจากผลการทดลองใช้หลักสูตรใน 5 ด้าน ได้แก่ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้านความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม ด้านความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร และด้านความคิดเห็นของครูที่มีต่อหลักสูตร โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอน คือ 1) การศึกษา บริบทและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง 2) การออกแบบและสร้างหลักสูตร 3) การทดลองใช้และหาประสิทธิภาพหลักสูตร และ 4) การประเมินผลและปรับปรุงหลักสูตร ใช้วิธีการวิจัยแบบผสมวิธี (Mixed Methods) ในการเก็บรวบรวมข้อมูล กลุ่มตัวอย่างในการทดลองใช้หลักสูตรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียน ที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ของโรงเรียนหนองหญ้าไซ วิทยา จำนวน 81 คน และครูผู้ร่วมวิจัยซึ่งเป็นครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนเดียวกันจำนวน 2 คน ผลการวิจัยพบว่า หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพโดยพิจารณาจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญและจากผลการทดลองใช้หลักสูตรใน 5 ด้าน ดังนี้ 1) ผลการประเมินหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญก่อน

การทดลองใช้หลักสูตร พบว่าหลักสูตรตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากและองค์ประกอบของหลักสูตรมีความสอดคล้องกันทุกองค์ประกอบ 2) ผลการประเมินหลักสูตรจากการทดลองใช้หลักสูตร พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนทดลองใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65) คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนทดลองใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนทดลองใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรอยู่ในระดับมาก และครูมีความคิดเห็นเชิงบวกต่อหลักสูตรที่พัฒนาขึ้น

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

เรซซ์ (Roush, 2008: 48-50) ได้ศึกษาการบูรณาการหลักสูตรของโรงเรียนวีลเลอร์สเบอร์ก (Wheeler'sberg Middle School) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อยืนยันว่าการนำหลักสูตรบูรณาการไปใช้ส่งผลดีต่อผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (Middle School) อย่างแท้จริง โดยเฉพาะการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยเขาได้ศึกษาข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกกับอาสาสมัครซึ่งเป็นนักเรียนเกรด 6 ที่เพิ่งจะเรียนหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการรายวิชาวิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา การเขียน คณิตศาสตร์และภาษาอังกฤษในหัวเรื่อง Anne of Green Gables จบไป นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากการมีส่วนร่วมในการสังเกตการสอน การวางแผนการสอน และการประชุมร่วมกันระหว่างครูในแต่ละสาขาวิชา เครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แบบสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับหลักสูตรบูรณาการซึ่งเป็นคำถามปลายเปิดจำนวน 11 ข้อ ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เขียนแสดงความรู้สึกที่พวกเขามีต่อหลักสูตรบูรณาการพร้อมเหตุผล โดยผู้วิจัยเริ่มต้นแจกแบบสำรวจนี้ในต้นภาคเรียนและเก็บคืนหลังจากเรียนหลักสูตรบูรณาการไปแล้วเป็นเวลา 9 สัปดาห์ จากนั้นใช้แบบสัมภาษณ์ซึ่งเป็นคำถามเชิงลึกที่ใช้ในการสัมภาษณ์อาสาสมัครซึ่งเป็นนักเรียนเกรด 6 จำนวน 10 คนจากนักเรียนทั้งหมด 91 คน โดยสอบถามถึงสิ่งที่เขาได้รับจากการเรียนรู้โดยใช้หลักสูตรบูรณาการ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เห็นว่าหลักสูตรบูรณาการช่วยให้พวกเขาเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาในแต่ละรายวิชาโดยการเรียนรู้ผ่านหัวเรื่องเพียงหัวเรื่องเดียว ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา ช่วยให้พวกเขาสามารถตอบคำถามของแบบทดสอบ โดยการใช้สิ่งที่เขาจำได้จากการเรียนรู้มาใช้ในการอธิบายเหตุผลเพิ่มเติมประกอบคำตอบได้ นอกจากนี้หลักสูตรบูรณาการยังส่งเสริมให้เกิดทักษะการแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณผ่านการทำโครงการ และการใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือกับเพื่อนร่วมชั้นในการแก้ปัญหา แต่มีนักเรียนส่วนน้อยที่แสดงความรู้สึกไม่ชอบหลักสูตรบูรณาการ โดยเขาให้ความเห็นว่า ครูบางคนไม่ได้อ่านหรือศึกษาเรื่องราวจากหนังสือหรือสื่อที่นำมาให้นักเรียนอ่านก่อนเริ่มการเรียนการสอน ทำให้ครูไม่สามารถตอบคำถามของนักเรียนได้เมื่อเขาเกิดความสงสัย ส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้สึกที่ไม่ดีและเกิดความเบื่อหน่ายต่อเรื่องที่ครูสอน ซึ่งประเด็นในด้านนี้ครูสามารถนำไปปรับใช้ในด้านการเตรียมตัวก่อนการสอนได้

เบลสซิง (Blessing. 2009) ได้ศึกษาผลของการใช้หลักสูตรบูรณาการวิชาเคมีกับวิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนระดับไฮสคูลในมลรัฐแคลิฟอร์เนียใต้ จำนวน 136 คนโดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 68 คน จากนั้นเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น (CHAAS) ใช้สถิติ t-test for Independent Samples การทดสอบความแปรปรวนพหุคูณ (MANCOVA) ในการทดสอบความแตกต่าง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อายุออบ และคนอื่น ๆ (Ayuob; et al. 2012: 1-8) ได้ศึกษาผลการใช้หลักสูตรบูรณาการแบบสหวิทยาการของหน่วยการเรียนรู้เรื่องระบบหลอดเลือดหัวใจ (CVS module) ที่มีต่อความพึงพอใจของคณาจารย์และนักศึกษาแพทย์ มหาวิทยาลัยคิงแอบดุลลาซีส (King Abdulaziz University) ประเทศซาอุดีอาระเบีย เปรียบเทียบกับการใช้หลักสูตรเดิมของหน่วยการเรียนรู้เรื่องเดียวกันในปีที่ผ่านมา โดยคณะผู้สอนนักศึกษาแพทย์ได้ร่วมกันพัฒนาหลักสูตรขึ้นในระหว่างปี 2010-2011และนำมาใช้สอนนักศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ในช่วงของการวางแผนจัดทำหลักสูตร ผลที่ได้จากการจัดสนทนากลุ่มกับคณะผู้สอนพบว่า ในปี 2009-2010 คณะผู้สอนมีความพึงพอใจต่อหลักสูตรร้อยละ 70.5 เปรียบเทียบกับปี 2010-2011 ความพึงพอใจเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 87.5 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนความพึงพอใจของนักศึกษาแพทย์เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันจากร้อยละ 53.88 ในปี 2009-2010 เป็นร้อยละ 72.65 ในปี 2010-2011 นอกจากนี้จากการใช้แบบสอบถามการนำหลักสูตรไปใช้ของคณะครูในช่วงปี 2009-2010 และ ปี 2010-2011 พบว่าคณะครูมีความพึงพอใจต่อหลักสูตรในด้านต่าง ๆ สูงขึ้นทุกด้าน โดยด้านที่มีความแตกต่างของ ความพึงพอใจสูงกว่าร้อยละ 50 มี 5 ด้าน ได้แก่ หลักสูตรกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้แบบนำ ตนเอง หลักสูตรส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา การนำหลักสูตรไปใช้ตาม แนวคิดของการใช้ปัญหาเป็นฐานประสบความสำเร็จ สื่อการเรียนรู้ประกอบหลักสูตรเพียงพอกับ ผู้เรียน และหลักสูตรมีความสอดคล้องระหว่างมาตรฐาน จุดประสงค์การเรียนรู้และการประเมินผล

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศเกี่ยวกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรและหลักสูตรบูรณาการจะเห็นได้ว่า การนำหลักสูตรบูรณาการไปใช้ส่งผลดีต่อผู้เรียน เกิดการพัฒนาการเรียนรู้ในหลาย ๆ ด้าน ทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติและทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความคิดสร้างสรรค์ ความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้และดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ซึ่งขอบข่ายของการบูรณาการนั้นอาจบูรณาการเนื้อหาวิชาในกลุ่มสาระเดียวกัน หรือบูรณาการข้ามสาระวิชา โดยนำเทคนิคการสอนรูปแบบต่าง ๆ เช่น การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มาเป็นตัวขับเคลื่อนกิจกรรมหรือหลักสูตร ซึ่งผู้วิจัยได้นำแนวคิดดังกล่าวมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวิจัยในครั้งนี้

นโยบายลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้

1. การดำเนินงานตามนโยบายลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้

จากนโยบายของรัฐบาลในยุคปัจจุบันที่ต้องการปฏิรูปการศึกษาให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น จึงได้มีการจัดกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ โดยมีการดำเนินการกับโรงเรียนนำร่องในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 และจะขยายผลให้ครบทุกโรงเรียนในปีการศึกษา 2559 ต่อไป จากการศึกษาเอกสารแนวทางการดำเนินงานลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ สามารถสรุปสาระสำคัญได้ดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, กระทรวงศึกษาธิการ. 2558: 1-8)

การลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ เป็นกรอบวิสัยทัศน์ด้านการศึกษาเพื่อเตรียมตัวผู้เรียนให้พร้อมเข้าสู่การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สอดคล้องกับแนวทางของหลายประเทศที่เป็นผู้นำด้านการศึกษาของโลกที่เห็นพ้องต้องกันว่าแนวคิดสำคัญในศตวรรษที่ 21 เป็นเรื่องของจิตสำนึกต่อโลก ความรู้พื้นฐานการประกอบสัมมาอาชีพ ความรู้พื้นฐานด้านพลเมือง สุขภาพ สิ่งแวดล้อม และทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี ทักษะการทำงาน และทักษะชีวิตที่ใช้ได้จริง ซึ่งทักษะเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา

การจัดกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ มีวัตถุประสงค์ที่สำคัญดังนี้

1. เพื่อขับเคลื่อนการนำหลักสูตรสถานศึกษาไปสู่การปฏิบัติอย่างมีประสิทธิภาพ ตามหลักการของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. เพื่อให้สถานศึกษาสามารถบริหารจัดการหลักสูตรสถานศึกษา ส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ มีทักษะในการคิดวิเคราะห์ และได้รับการพัฒนาเต็มตามศักยภาพ ตามความสนใจและความถนัดของแต่ละบุคคล
3. เพื่อให้สถานศึกษาบริหารเวลาเรียนและจัดกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ได้อย่างเหมาะสม ทั้งด้านวิชาการ ด้านปฏิบัติ นักเรียนได้รับการพัฒนาเต็มตามศักยภาพ ตามความสนใจและความถนัดของแต่ละบุคคล
4. เพื่อให้นักเรียนมีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ พัฒนาตนเองตามความสนใจและความถนัดอย่างเต็มศักยภาพ และมีความสุขกับการเรียนรู้
5. เพื่อให้ผู้ปกครองและผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษามีความพึงพอใจในการจัดการศึกษาของโรงเรียน และมีส่วนร่วมกับการจัดการศึกษา

การลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ อาจไม่ใช่เรื่องใหม่สำหรับโรงเรียนเพราะหลายแห่งมีการดำเนินการในลักษณะนี้อยู่แล้ว สาเหตุที่ต้องมีการลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ สืบเนื่องจากในปัจจุบัน การเรียนรู้ของเด็กได้เปลี่ยนแปลงไป อันเนื่องมาจากมีแหล่งเรียนรู้สื่อเทคโนโลยีและอื่น ๆ อีกมากมาย ที่นักเรียนสามารถใช้ในการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และการเรียนรู้ดังกล่าวไม่จำเป็นต้องจำกัดเฉพาะในห้องเรียนหรือตามเวลาที่ครูกำหนด นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกแห่งทั้งในและนอก

ห้องเรียนตามความพร้อมและความสามารถของแต่ละคน ดังนั้นครูผู้สอนจึงต้องปรับวิธีการจัดการเรียนรู้ และนักเรียนต้องเปลี่ยนวิธีการเรียนรู้ของตนเอง การจัดการเรียนรู้ต้องเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่ม (Group Process) การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน (Project Based Learning) การเรียนรู้จากกิจกรรมปฏิบัติจริง เป็นต้น

2. กิจกรรมเสริมหลักสูตรกับนโยบายลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้

การจัดกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ครูผู้สอนต้องใช้เวลาสอนเนื้อหาสาระให้น้อยลง แต่จัดเวลาส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้น ครูผู้สอนต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, กระทรวงศึกษาธิการ. 2558: 4) ครูผู้สอนต้องตระหนักว่าในการจัดการศึกษาแก่ผู้เรียนนั้นควรส่งเสริมให้เกิดความสนใจในการเรียนรู้และมีกำลังใจในการเรียนรู้ ไม่ใช่เน้นเพียงแต่เนื้อหาที่จะสอนเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรของสถานศึกษา (ไพโรจน์ นาคะสุวรรณ และวันนอร์ มะทา. 2538: 5 ; ประภาพรณ สุวรรณ. 2539: 67; ชูศักดิ์ วรคุณกุล. 2538: 5) ที่ต้องจัดขึ้นมาเพื่อสนับสนุน สนองความสนใจ และส่งเสริม พัฒนาการของผู้เรียนนอกเหนือจากหลักสูตรปกติ เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นนอกเหนือไปจากการเรียนในห้อง และส่งเสริมประสบการณ์ให้กว้างขึ้น ทั้งนี้เพื่อสนองความต้องการ ความสนใจ และความถนัดของผู้เรียนแต่ละคน โดยมุ่งเน้นและสนับสนุนให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมด้วยตนเอง เพื่อส่งเสริมประสบการณ์ชีวิตและปรับตัวให้เข้ากับสังคมได้อย่างมีความสุข

การจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรตามนโยบายลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ โรงเรียนหรือครูผู้สอนต้องยึดหลักการที่สำคัญดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, กระทรวงศึกษาธิการ. 2558: 4-5)

1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเพิ่มพูนทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะชีวิต ทักษะการแก้ปัญหา การทำงานเป็นทีม สร้างเสริมคุณลักษณะ ค่านิยมที่ดีงามและมีน้ำใจต่อกัน

2. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครอบคลุมหลักสูตร 4 แห่งการศึกษา ได้แก่

2.1 ด้านพุทธิศึกษา คือ ความรอบรู้วิชาการที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต การศึกษา และการเรียนรู้

2.2 ด้านจริยศึกษา คือ การมีศีลธรรมจรรยาที่ดี มีความซื่อสัตย์ต่อตนเองและผู้อื่น มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ และมีสำนึกที่ดีต่อส่วนรวม

2.3 ด้านหัตถศึกษา คือ ความรู้และทักษะในการทำงาน มีความคิดสร้างสรรค์ มีทัศนคติที่ดีต่องาน และเห็นคุณค่าของการทำงาน

2.4 ด้านพลศึกษา คือ การมีสุขภาพแข็งแรง การกินอาหารที่ถูกต้อง และการออกกำลังกายให้เหมาะสม รวมทั้งความสะอาดและสุขาภิบาลด้วย

3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตอบสนองความสนใจ ความถนัด และความต้องการของผู้เรียนทุกคน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

4. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพิ่มโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง มีประสบการณ์ตรง สร้างความรู้ด้วยตนเอง และเรียนรู้อย่างมีความสุข

5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความหมายและเชื่อมโยงกับชีวิตจริงของผู้เรียน ใช้ภูมิปัญญา สิ่งแวดล้อม และเทคโนโลยีสารสนเทศรอบตัวเป็นแหล่งเรียนรู้

6. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้วางแผน คิดวิเคราะห์ อภิปรายสรุปความรู้ นำเสนอ จุดประกายความคิด สร้างแรงบันดาลใจ สร้างความมุ่งมั่นเพื่อแสวงหาความรู้ การแก้ปัญหาและสร้างสรรค์นวัตกรรม

7. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับผู้ปกครองและบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนาศักยภาพของผู้เรียน

8. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ร่วมกันเป็นทีม เป็นการเรียนรู้ในระหว่างการทำงานที่ทุกคนในทีมเน้นความเป็นระบบ มีวิจรณ์ญาณร่วมกันตลอดเวลาที่กำลังทำอะไร จะทำให้ดีขึ้นได้อย่างไร แลกเปลี่ยนประสบการณ์ซึ่งกันและกัน มีการช่วยเหลือเกื้อกูลกัน มีความสามัคคีมีน้ำหนึ่งใจเดียวกัน ความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี

9. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ควบคู่กับการประเมินผลการเรียนรู้ที่เน้นการประเมินสภาพจริง (Authentic Assessment) โดยใช้เทคนิคการประเมินสภาพจริงที่หลากหลายที่ให้ความสำคัญกับการประเมินการปฏิบัติ (Performance Assessment)

จากหลักการของกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ จึงเป็นที่มาของรูปแบบการจัดกิจกรรมที่แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มลักษณะ ดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, กระทรวงศึกษาธิการ. 2558: 6)

1. กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน หรือกิจกรรมบังคับตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้แก่ กิจกรรมแนะแนว กิจกรรมนักเรียน และกิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์

2. กิจกรรมสร้างเสริมสมรรถนะและการเรียนรู้ ได้แก่ การพัฒนาความสามารถด้านการสื่อสาร ด้านการคิดและกรอบความคิดแบบเปิดกว้าง (Growth Mindset) ด้านการแก้ปัญหา ด้านการใช้เทคโนโลยี และทักษะการเรียนรู้อื่น ๆ ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่มสาระ

3. กิจกรรมสร้างเสริมคุณลักษณะและค่านิยม ได้แก่ การปลูกฝังค่านิยมและจิตสำนึกการทำประโยชน์ต่อสังคม มีจิตสาธารณะและการให้บริการด้านต่าง ๆ ทั้งที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม การปลูกฝังความรักชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์ การปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม และการปลูกฝังความรักความภาคภูมิใจในความเป็นไทยและหวงแหนสมบัติของชาติ

4. กิจกรรมสร้างเสริมทักษะการทำงาน การดำรงชีพ และทักษะชีวิต ได้แก่ กิจกรรมที่ตอบสนองความสนใจ ความถนัด และความต้องการของผู้เรียนตามความแตกต่างระหว่างบุคคล กิจกรรมที่ฝึกการทำงาน ทักษะทางอาชีพ ทรัพย์สินทางปัญญา อยู่อย่างพอเพียงและมีวินัยทางการเงิน กิจกรรมที่พัฒนาความสามารถด้านการใช้ทักษะชีวิต และกิจกรรมสร้างเสริมสมรรถนะทางกาย

ดังนั้น กิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลา จึงเป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรที่ทางโรงเรียน พิจารณาดำเนินการตามความเหมาะสมนอกเหนือจากกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนที่บังคับตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยกิจกรรมที่จัดเพิ่มเติมนั้นต้องเน้นการพัฒนา ให้ครบทั้งองค์ 4 ของการพัฒนาผู้เรียน ได้แก่ ด้านพุทธิศึกษา ด้านจิตศึกษา ด้านหัตถศึกษา และ ด้านพลศึกษา โดยเป้าหมายที่สำคัญคือตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนรายบุคคล พัฒนา ความรู้ความสามารถและทักษะที่สำคัญต่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และส่งเสริมความเป็นผู้มี คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

การสนับสนุนทางสังคมกับการจัดกิจกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

1. ความหมายของการสนับสนุนทางสังคม

แนวคิดเรื่องการสนับสนุนทางสังคม (Social Support) มีพื้นฐานมาจากการศึกษาทาง สังคมจิตวิทยา ซึ่งพบว่าการตัดสินใจส่วนใหญ่ของคนนั้นขึ้นอยู่กับอิทธิพลของบุคคลที่มีความสำคัญ และมีอำนาจเหนือกว่าตัวเราอยู่ตลอดเวลา การสนับสนุนทางสังคมมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อพฤติกรรม ของคนทั้งทางร่างกายและจิตใจ หลักการที่สำคัญของการสนับสนุนทางสังคมจะต้องมีการ ติดต่อดสื่อสารระหว่างผู้ให้และผู้รับการสนับสนุน ลักษณะของการติดต่อดสื่อสารนั้นจะต้องประกอบ ไปด้วยข้อมูลข่าวสารที่ทำให้ผู้รับเชื่อว่าหรือรู้สึกว่าได้รับการสนับสนุน มีปัจจัยนำเข้าของการ สนับสนุนทางสังคม อาจอยู่ในรูปของข่าวสาร วัสดุสิ่งของ หรือทางด้านจิตใจ และการสนับสนุนทาง สังคมต้องช่วยให้ผู้ได้รับการสนับสนุนนั้นบรรลุถึงจุดหมายที่ต้องการ

มีผู้ให้นิยามการสนับสนุนทางสังคมไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งก็มีทั้งเหมือนและแตกต่างกัน ไปตามลักษณะของการวิจัยที่เรื่องนั้น ๆ สนใจจะศึกษา จึงไม่มีนิยามของการสนับสนุนทางสังคม ที่ถูกต้องตายตัว แต่โดยทั่วไปแล้วการสนับสนุนทางสังคม หมายถึงการมีเพื่อนหรือบุคคลอื่น ๆ ที่สามารถขอความช่วยเหลือได้เมื่อถึงช่วงเวลาวิกฤต การได้รับการสนับสนุนทางสังคมทำให้บุคคล มุ่งพิจารณาเกี่ยวกับปัญหาได้ดีขึ้นและภาพพจน์ที่ดีเกี่ยวกับตนเอง (Hauenstein, 2001) หรือ หมายถึงการรับรู้หรือผ่านประสบการณ์ที่แสดงให้เห็นว่าตัวบุคคลเป็นที่รัก เป็นที่ห่วงใย น่าภูมิใจ มีคุณค่า และเป็นส่วนหนึ่งของระบบสังคมซึ่งให้การช่วยเหลือและมีกฎบังคับร่วมกัน (Taylor; et al. 2004)

หากพิจารณานิยามในข้างต้นจะพบว่ามีนิยามอยู่ใน 2 ลักษณะ นิยามแรกเป็นการ สนับสนุนทางสังคมที่เป็นรูปธรรม เป็นการกระทำเพื่อช่วยเหลือให้บุคคลพ้นจากวิกฤต ส่วนนิยาม หลัง เป็นการสนับสนุนทางสังคมที่บุคคลจะรับรู้ได้ด้วยใจ โดยไม่จำเป็นต้องได้รับการช่วยเหลือที่ เป็นการกระทำ โดยผู้ให้นิยามของการสนับสนุนทางสังคมในลักษณะที่สองมีอยู่หลายท่าน เช่น นิยามการสนับสนุนทางสังคมของ คอบบ์ (Cobb.1976) ที่ให้ความหมายของการสนับสนุนทางสังคม ว่า เป็นการที่บุคคลได้รับข้อมูลข่าวสารซึ่งทำให้เข้าใจว่ามีคนรัก ยกย่อง มองเห็นคุณค่า และรู้สึกว่ ตนเป็นส่วนหนึ่งของสังคม มีความผูกพันซึ่งกันและกัน เช่นเดียวกับการนิยามของ ลินและคณะ

(Linn ; et al. 1979) ที่อธิบายว่าการสนับสนุนทางสังคม เป็นการที่บุคคลได้มีการติดต่อสัมพันธ์กับบุคคลอื่น อาจเป็นบุคคลเดี่ยวหรือคณะบุคคล การติดต่อสัมพันธ์นี้จะทำให้รู้สึกอบอุ่น ตนเองมีความสำคัญ และเป็นส่วนหนึ่งของสังคม

นอกจากนี้ ยังมีการนิยามการสนับสนุนทางสังคมในลักษณะของการผสมผสานระหว่างแนวคิดแรกกับแนวคิดหลัง ซึ่งเป็นการนิยามความหมายของการสนับสนุนทางสังคมว่าเป็นทั้งในลักษณะของการสนับสนุนที่เป็นรูปธรรมและการสนับสนุนที่รับรู้ได้ทางใจ เช่น ฟาร์เบอร์ (Farber. 1983) ที่นิยามการสนับสนุนทางสังคม มีสองลักษณะ คือ 1) ความสัมพันธ์ยึดเหนี่ยวระหว่างบุคคลทำให้เกิดความช่วยเหลือต่อกัน ความสัมพันธ์นั้นอาจเกิดจากการสนับสนุนทางด้านอารมณ์และสังคม คือการให้ความสนใจ ให้กำลังใจ ให้การยอมรับ ให้ความสนิทสนมยินดี พบปะสังสรรค์ พูดคุย และ 2) การสนับสนุนทางการเงินและสิ่งของเครื่องใช้ การให้ความรู้ คำแนะนำในการปฏิบัติตัว ในลักษณะเดียวกันนี้ เฮาส์ (House.1985) ได้ให้นิยามของการสนับสนุนทางสังคมไว้ว่า เป็นปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ซึ่งประกอบด้วย ความรักใคร่ ห่วงใย ความไว้วางใจ ความรักความผูกพันต่อกัน ความช่วยเหลือด้านการเงิน สิ่งของ แรงงาน การให้ข้อมูลข่าวสาร ตลอดจนข้อมูลป้อนกลับ และข้อมูลเพื่อการเรียนรู้และประเมินตนเอง

2. ความสำคัญของการสนับสนุนทางสังคม

การศึกษาถึงผลของการสนับสนุนทางสังคมต่อความสำเร็จของบุคคลในลักษณะต่าง ๆ ถือเป็นสิ่งยืนยันว่าการสนับสนุนทางสังคมนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่ง เช่น การสนับสนุนทางสังคมต่อความสำเร็จในด้านการเรียน ซึ่ง ดุจเดือน พันธุมนาวิน และอัมพร ม้าคะนอง (2552) ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า การแสดงออกของครูต่อนักเรียนทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน นอกจากจะมีผลต่อความรู้สึกของนักเรียน เช่น แรงจูงใจในการเรียนและทัศนคติต่อการเรียนแล้ว ยังมีผลต่อพฤติกรรมการเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งความตั้งใจและความร่วมมือขณะที่ครูสอน การสนับสนุนทางสังคมทำให้บุคคลมีความพร้อมในการเรียนและสมรรถภาพทางสมอง เช่นเดียวกันนี้ กัญญา สุวรรณแสง (2538) ยังได้ให้ข้อคิดว่าผู้มีสุขภาพจิตดีย่อมมีจิตใจปลอดโปร่ง สามารถศึกษาได้สำเร็จ ผู้ที่ได้รับการสนับสนุนทางสังคมจะมีความรู้สึกว่ามีคุณค่าในตนเองหรือความภาคภูมิใจในตนเอง ซึ่งจะส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียน

นอกจากนี้ ยังมีการประยุกต์ใช้การสนับสนุนทางสังคมเพื่อแก้ไขปัญหาพฤติกรรมได้ผลเป็นอย่างมาก เช่น ทิพย์วรรณ จุฬิรัชนิกร (2552) ที่ได้ศึกษาผลของการใช้เทคนิคการชี้แนะทางวาจาควบคู่กับการเสริมแรงทางบวกที่มีต่อพฤติกรรมและการเผชิญปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งจากนิยามของการเสริมแรงทางบวกนี้เป็นลักษณะของการสนับสนุนทางสังคมอย่างหนึ่ง ได้แก่ การเสริมแรงด้วยเบี้ยอรรถกรซึ่งเป็นกระดาษสีรูปสามเหลี่ยม ซึ่งผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับกิจกรรมพัฒนาพฤติกรรมและการเผชิญปัญหาด้วยเทคนิคการชี้แนะด้วยวาจาควบคู่กับการเสริมแรงทางบวกมีพฤติกรรมและการเผชิญปัญหามากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับกิจกรรม เช่นเดียวกับงานวิจัยของ พลรพี ทูมมาพันธ์ (2554) ที่ศึกษาผลการใช้โปรแกรมการกำกับตนเองร่วมกับการสนับสนุนทางสังคมของครู ที่มีต่อพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนระดับประถมศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนต่ำกว่าความสามารถที่แท้จริง โดยใช้การสนับสนุนทางสังคมของครูทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับโปรแกรมการกำกับตนเองร่วมกับการสนับสนุนทางสังคม มีพฤติกรรมการเรียนขณะเรียนในชั้นเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับโปรแกรมการกำกับตนเองเพียงอย่างเดียวและกลุ่มที่ไม่ได้รับโปรแกรม

ดังนั้นจะเห็นว่าการสนับสนุนทางสังคมมีความสำคัญต่อบุคคลในหลาย ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็น การเรียน การปรับพฤติกรรม ซึ่งการที่บุคคลได้รับการสนับสนุนทางสังคมแล้วนั้น จะส่งผลให้เกิดความสำเร็จตามเป้าหมายได้มากขึ้น

3. ประเภทของการสนับสนุนทางสังคม

มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับการสนับสนุนทางสังคมและได้แบ่งประเภทของการสนับสนุนทางสังคมไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งก็มีทั้งที่สอดคล้องกันและแตกต่างกัน จึงขอนำมาอธิบายเพื่อเป็นตัวอย่างดังนี้

คอบบ์ (Cobb. 1976) ได้จำแนกประเภทของการสนับสนุนทางสังคมว่าสามารถกระทำได้ใน 3 ลักษณะ คือ

1. การสนับสนุนทางอารมณ์ (Emotion Support) คือ การให้ความรักและการดูแลเอาใจใส่

2. การสนับสนุนด้านการให้การยอมรับและเห็นคุณค่า (Esteem Support) คือ การให้ข้อมูลที่ย้ำว่าบุคคลนั้นมีคุณค่า เป็นที่ยอมรับของบุคคลอื่น

3. การสนับสนุนด้านการได้มีส่วนร่วมและเป็นส่วนหนึ่งของสังคม (Socially Support) คือ การให้ข้อมูลที่บุคคลรับรู้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของสังคม มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

นอกจากนี้ เฮ้าส์ (House.1985) ได้แบ่งประเภทของการสนับสนุนทางสังคมออกเป็น 4 ลักษณะ คือ

1. การสนับสนุนทางอารมณ์ (Emotional Support) เป็นการให้ความพอใจ การยอมรับนับถือ ความห่วงใย การกระตุ้นเตือน

2. การสนับสนุนในการให้การประเมิน (Appraisal Support) เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับ การเห็นพ้องในการรับรอง รวมถึงการสนับสนุนที่อาจเป็นการช่วยเหลือโดยอ้อม

3. การสนับสนุนด้านข้อมูลข่าวสาร (Information Support) เป็นการให้คำแนะนำ ตักเตือน ให้คำปรึกษา และการให้ข่าวสาร

4. การสนับสนุนด้านเครื่องมือ (Instrumental Support) เป็นการสนับสนุนในด้านแรงงาน เงิน เวลา

จากแนวคิดของการแบ่งประเภทของการสนับสนุนทางสังคม พบว่ามีการแบ่งประเภทที่สอดคล้องกันอยู่ใน 2 ลักษณะ คือ การสนับสนุนที่เป็นรูปธรรม เป็นการสนับสนุนที่สามารถสัมผัสได้โดยตรงและเห็นภาพชัดเจน เช่น การสนับสนุนเงิน หรือสิ่งของต่าง ๆ และอีกลักษณะคือการสนับสนุนที่เป็นนามธรรม เป็นการสนับสนุนที่ต้องรับรู้ด้วยใจ เช่น การยกย่องชมเชย การให้ความห่วงใย เป็นต้น

4. การสนับสนุนทางสังคมของครู

โรงเรียนเป็นสถานที่สำหรับผู้เรียนใช้เวลาส่วนใหญ่เพื่อศึกษาหาความรู้ และเป็นแหล่งรวบรวมความรู้ต่าง ๆ ที่จำเป็น อีกทั้งโรงเรียนยังเป็นแหล่งดำรงรักษาความรู้ ทักษะ ประเพณี และความเชื่อของสังคมเอาไว้ (Berns. 2004) ดังนั้นโรงเรียนจึงเปรียบเสมือนคลังสมองของสังคมและมีบทบาทในการสนับสนุนข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียน นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งฝึกฝนความสามารถและสร้างเจตคติที่ตอบสนองต่อความต้องการของบุคคลและสังคมด้วย คุณภาพของโรงเรียน ความชำนาญ ความพร้อมของตำรา อุปกรณ์ทางการศึกษา และรูปแบบในการจัดการเรียนการสอนของครู จึงมีอิทธิพลต่อคุณภาพของกระบวนการทางการศึกษา ซึ่งจะส่งผลต่อความสามารถในการเรียนของผู้เรียน (Pollitt.1984)

นอกจากการเป็นแหล่งแนะนำทางวิชาการแล้ว โรงเรียนยังเป็นแหล่งสนับสนุนให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในหลาย ๆ เรื่องรวมทั้งการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมต่าง ๆ เช่น ครีน (Crean. 2004) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของการสนับสนุนทางสังคมและความสำเร็จในโรงเรียน โดยการสนับสนุนทางสังคมในการวิจัยนี้มีที่มาจาก 3 แหล่ง คือ ครอบครัว ครู และเพื่อน ซึ่งผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนที่ได้รับการสนับสนุนทางสังคมมากจะมีความสำเร็จในโรงเรียนมากตามไปด้วย นอกจากนี้ ฮอปคินส์ (Hopkins.1985) ยังได้ศึกษารูปแบบของห้องเรียนที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน ซึ่งพบว่าลักษณะของห้องเรียนที่ส่งผลต่อทักษะดังกล่าว จะต้อง มีลักษณะเป็นห้องเรียนที่มีข่าวสารน่าสนใจให้ผู้เรียนได้อ่าน ได้ศึกษาค้นคว้าทดลองวิเคราะห์ข้อมูลข่าวสารอยู่เสมอ และนักเรียนได้มีโอกาสถกเถียงเกี่ยวกับความคิดเห็นของตนเองอย่างอิสระ เมื่อผู้เรียนพบกับสถานการณ์จากข่าวสาร กระบวนการดังกล่าวมาแล้วนั้นจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

ส่วนการศึกษาของ ดุลเดื่อน พันธุมนาวัน และอัมพร ม้าคะนอง (2552) เกี่ยวกับการสนับสนุนทางสังคมของครูที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนนั้น พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่แล้วจะให้ความสำคัญกับการสนับสนุนของครูและโรงเรียนไปในด้านข้อมูลข่าวสารอารมณ์และสังคม เนื่องจากการสนับสนุนทางสังคมในด้านสิ่งของที่เป็นรูปธรรมนั้นมักเป็นหน้าที่ของผู้ปกครองที่ต้องจัดหาให้กับผู้เรียนอยู่แล้ว

ดังนั้นสรุปได้ว่า การสนับสนุนทางสังคมของครูและโรงเรียนนั้น สามารถทำได้ทั้งการสนับสนุนที่เป็นสิ่งของและการสนับสนุนในด้านข่าวสาร อารมณ์และสังคม แต่ควรเน้นที่ลักษณะหลังมากกว่า เนื่องจากการสนับสนุนด้านสิ่งของต่าง ๆ นั้น ควรให้ผู้ปกครองมีส่วนร่วมในการจัดหาสนับสนุน

การรู้เท่าทัน (Literacy)

1. ความหมายของการรู้เท่าทัน

การรู้เท่าทัน (Literacy) หรือในบางครั้งมีผู้ใช้คำว่า “การรู้เรื่อง” แต่ในการวิจัยครั้งนี้ จะใช้คำว่า “การรู้เท่าทัน” ซึ่งเมื่อประมวลความหมายจากนิยามต่าง ๆ แล้วจะทำให้เข้าใจได้ว่าการรู้เท่าทันนั้นมีความหมายมากกว่าความรู้ทั่ว ๆ ไป แต่เป็นความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิตและการเรียนรู้ในอนาคต ดังเช่น ฐตรฐ ตูลาพงษ์พิพัฒน์ (2558: ออนไลน์) ได้นำเสนอความหมายของการรู้เท่าทันไว้ว่า เป็นความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต การมีชีวิตในสังคมยุคใหม่ และเป็นตัวชีวิตศักยภาพการแข่งขันทางเศรษฐกิจ

นอกจากนี้แล้ว สุขุมล จันทวี (2558: ออนไลน์) ยังได้ให้นิยามของการรู้เท่าทันไว้ว่าเป็นการรู้จริงตามธรรมดา หรือการรู้ถึงเหตุการณ์หรือความคิดของบุคคลได้ทันที การรู้เท่าทันเป็นทักษะชีวิตที่สำคัญมาก เพราะนอกจากช่วยให้เรารู้ความจริงของสิ่งนั้นตามที่มันเป็นแล้ว ยังทำให้สามารถคิด ทำ และวางท่าทีความสัมพันธ์ต่อสิ่งนั้น ๆ ได้อย่างเหมาะสมอีกด้วย

ดังนั้นจึงสรุปความหมายของการรู้เท่าทันได้ว่า เป็นการรับรู้ตามที่ผู้ส่งสารต้องการสื่อสาร และสามารถวางแผนการตอบสนองต่อการสื่อสารนั้นได้อย่างเหมาะสม และมักจะมีการนำคำว่า การรู้เท่าทันไปเชื่อมกับคำอื่น ๆ เพื่อให้สื่อความหมายถึงการรู้เท่าทันในเรื่องดังกล่าว เช่น การรู้เท่าทันสื่อ (Media Literacy) การรู้เท่าทันเทคโนโลยี (Technology Literacy) เป็นต้น

2. ความสำคัญของการรู้เท่าทัน

เฉลิมลาภ ทองอาจ (2556: ออนไลน์) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการรู้เท่าทัน (literacy) ว่าไม่ได้มีความหมายแต่เพียงการที่บุคคลสามารถอ่านหนังสือออก หรือเขียนหนังสือได้ แต่เพียงอย่างเดียว แต่จะต้องสามารถอ่านหรือแปลความหมายจากสื่อลักษณะต่าง ๆ และอ่านแล้ว ก็จะต้องเข้าใจความหมาย อธิบาย ทำนาย วิเคราะห์ วิจัยและประเมินคุณค่าได้ เมื่อบุคคลเข้าใจหนังสือแล้ว เขาผู้นั้นก็จะเกิดความเข้าใจในกระบวนการต่าง ๆ ของการอ่านและการเขียน สำหรับในด้านการอ่าน บุคคลจะเข้าใจว่า สิ่งที่จะอ่านคืออะไร จะอ่านเพื่ออะไร จะอ่านอย่างไร จะแก้ปัญหา ระหว่างการอ่านอย่างไร และจะรู้ได้อย่างไรว่าตนเองเข้าใจแล้ว ส่วนในด้านการเขียน เมื่อบุคคลเข้าใจหนังสือ ก็จะเข้าใจได้ว่า สิ่งที่จะเขียนคืออะไร จะเขียนเพื่ออะไร จะเขียนอย่างไร จะแก้ไขอย่างไรเมื่อเกิดปัญหา ระหว่างการเขียน และจะประเมินอย่างไรว่าสิ่งที่เขียน สื่อความได้ตรงกับที่คิดไว้หรือไม่ กระบวนการเหล่านี้ มีลักษณะเป็นขั้นตอนที่จะต้องพัฒนาให้สอดคล้องกันไปโดยตลอด นอกจากนี้ น้ำทิพย์ วิภาวิน (2552: 111) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการรู้เท่าทัน (Literacy) ไว้ว่า ในสังคมความรู้ที่มีสารสนเทศจำนวนมาก การมีความรู้และความเข้าใจในการระบุนความต้องการ การมีความสามารถในการวิเคราะห์ สังเคราะห์และประมวลผลสารสนเทศให้เกิดประโยชน์เป็นเรื่องสำคัญ ส่วน วิภาวิน พานิช (2556: 21) ได้นำเสนอว่า การรู้เท่าทัน (Literacy) ในโลกยุคปัจจุบันต้องไม่ตีความเพียงแต่การอ่านออกเขียนได้เหมือนในสมัยก่อน แต่การรู้เท่าทันในปัจจุบันต้องขยายความไปหลากหลายกว่านั้น หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการรู้ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การรู้เท่าทันสื่อ (Media

Literacy) การมีทักษะการสื่อสารหลายแบบ (Communication Literacy) การมีทักษะในการทำงานเป็นทีม (Team Literacy) เป็นต้น โดยเฉพาะโลกในทุกวันนี้เด็กจำนวนไม่น้อยถูกจัดว่าเป็นชาวดิจิทัล เด็ก ๆ เหล่านี้สามารถเข้าสู่โลกออนไลน์อย่างสะดวกสบายที่สุดเสมือนกับพวกเขาอยู่ในโลกที่กำลังกำลังออฟไลน์ อินเทอร์เน็ตจะช่วยให้สามารถศึกษาแบบไร้ขอบเขตกับพัฒนาอย่างต่อเนื่องของข้อมูล แต่ความกว้างใหญ่ของอินเทอร์เน็ตที่อาจจะเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ของเด็กเหล่านี้ ก็คือมันไม่สามารถที่จะกลั่นกรองหรือตีความเนื้อหาที่น่าเสนอ ดังนั้นทักษะความรู้ที่แข็งแกร่ง (Literacy) จึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้ในกรณีที่เด็กต้องมองเห็นและตีความข้อมูล ช่วยให้พวกเขาสามารถใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อพัฒนาศักยภาพอย่างเต็มรูปแบบ (Neilson. 2015: online)

ดังนั้น จึงแสดงให้เห็นว่า การรู้เท่าเท่าทันเป็นการผสมเอาความรู้และทักษะที่สำคัญในการที่จะประยุกต์เอาความรู้นั้นมาใช้ประโยชน์ หรือตอบสนองต่อสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยในปัจจุบันการรู้เท่าทัน (Literacy) ควรถูกขยายขอบข่ายของการนำไปใช้ในหลาย ๆ ศาสตร์ของความรู้ เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงความสำคัญหรือความตระหนักรู้ในสิ่งนั้นว่ามีได้หมายความว่าเพียงความรู้ในเนื้อหา แต่ต้องเป็นความรู้ที่สามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างสมเหตุสมผล เช่น การรู้เท่าทันสื่อ (Media Literacy) การรู้เท่าทันข้อมูลสารสนเทศ (Information Literacy) การรู้เท่าทันคอมพิวเตอร์ (Computer Literacy) เป็นต้น

3. การรู้เท่าทันตามกรอบการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ

การรู้เท่าทัน (Literacy) ในการวิจัยครั้งนี้ยึดการรู้เท่าทันตามกรอบการประเมินผู้เรียนตามโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment : PISA) เนื่องจากเป็นการประเมินผู้เรียนเพื่อดูความพร้อมของการเป็นพลโลกในศตวรรษที่ 21 ซึ่งหมายความถึงการรู้เท่าทันใน 3 ด้าน (โครงการ PISA ประเทศไทย, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2557: 1-2) ดังนี้

3.1 นิยามและวิธีการวัดการรู้เท่าทันด้านการอ่าน (Reading literacy)

โครงการ PISA ประเทศไทย, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557 : 95-101) ให้นิยามการรู้เท่าทันด้านการอ่าน (Reading literacy) ไว้ว่า หมายถึงความรู้และทักษะที่จะเข้าใจเรื่องราวและสาระของสิ่งที่ได้อ่าน ตีความหรือแปลความหมายของข้อความที่ได้อ่าน และประเมิน คติวิเคราะห์ ย้อนกลับไปถึงจุดมุ่งหมายของการเขียนได้ว่าข้อความนั้นต้องการส่งสารอะไรให้ผู้อ่าน ทั้งนี้เพื่อจะประเมินว่าผู้เรียนได้พัฒนาศักยภาพในการอ่านของตนและสามารถใช้การอ่านให้เป็นประโยชน์ในการเรียนรู้ ในการมีส่วนร่วมในกิจกรรมและความเป็นไปของสังคมอย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่เพียงใด เพราะการประเมินของ PISA นั้นเน้นการอ่านเพื่อการเรียนรู้มากกว่าทักษะในการอ่านที่เกิดจากการเรียนรู้เพื่อการอ่าน และ PISA ประเมินผลเพื่อศึกษาว่าผู้เรียนจะสามารถรู้เรื่องที่ได้อ่าน สามารถขยายผลและคิดย้อนวิเคราะห์ความหมายของข้อความที่ได้อ่าน เพื่อใช้ตามวัตถุประสงค์ของตนในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างกว้างขวางทั้งใน โรงเรียนและในชีวิตจริง

นอกเหนือจากในโรงเรียน นิยามเรื่องการอ่านของ PISA จึงมีความหมายกว้างกว่าการอ่านออก และอ่านรู้เรื่องในสิ่งที่อ่านตามตัวอักษรเท่านั้น แต่การอ่านยังได้รวมถึงความเข้าใจเรื่องราวสาระของเนื้อความ สามารถ คิดพิจารณาถึงจุดมุ่งหมายของการเขียน สามารถนำสาระจากข้อเขียนไปใช้ในจุดมุ่งหมายของตน และทำให้สามารถมีส่วนร่วมในสังคมสมัยใหม่ที่มีความยุ่งยากซับซ้อนขึ้น ด้วยการสื่อสารจากข้อเขียน

วิธีการวัดความรู้และทักษะการอ่านของ PISA ในการทดสอบการอ่าน ผู้เรียนจะได้รับข้อความต่าง ๆ หลากหลายแบบด้วยกันให้อ่าน แล้วให้แสดงออกมาว่ามีความเข้าใจอย่างไร โดยให้ตอบโต้ ตอบสนอง สะท้อนออกมาเป็นความคิดหรือคำอธิบายของตนเอง และให้แสดงว่าจะสามารถใช้สาระจากสิ่งที่ได้อ่านในลักษณะต่าง ๆ กันได้อย่างไร องค์ประกอบของความรู้และทักษะการอ่านที่ประเมิน PISA เลือกที่จะประเมินโดยใช้แบบรูปการอ่าน 3 แบบด้วยกัน ได้แก่

1) การอ่านข้อเขียนรูปแบบต่าง ๆ PISA ประเมินการรู้เรื่องจากการอ่านข้อความแบบต่อเนื่อง ให้จำแนกข้อความแบบต่าง ๆ กัน เช่น การบอก การพรรณนา การโต้แย้ง นอกจากนี้ยังมีข้อเขียนที่ไม่ใช่ข้อความต่อเนื่อง ได้แก่ การอ่านรายการ ตาราง แบบฟอร์ม กราฟ และแผนผัง เป็นต้น ทั้งนี้ ได้ยึดสิ่งที่ผู้เรียนได้ พบเห็นในโรงเรียน และจะต้องใช้ในชีวิตจริงเมื่อโตเป็นผู้ใหญ่

2) สมรรถนะการอ่านด้านต่าง ๆ 3 ด้าน เนื่องจาก PISA ให้ความสำคัญกับการอ่านเพื่อการเรียนรู้มากกว่าการเรียนเพื่อการอ่าน ผู้เรียนจึงไม่ถูกประเมินการอ่านธรรมดา (เช่น อ่านออก อ่านได้คล่อง แบ่งวรรคตอนถูก ฯลฯ) เพราะถือว่าผู้เรียนอายุ 15 ปี จะต้องมีความรู้เหล่านั้นมาแล้วเป็นอย่างดี แต่ PISA จะประเมินสมรรถภาพของผู้เรียนในแง่มุมต่อไปนี้

2.1) ความสามารถที่จะดึงเอาสาระของสิ่งที่ได้อ่านออกมา (Retrieving information) หรือใช้คำว่า “ค้นสาระ”

2.2) ความเข้าใจข้อความที่ได้อ่าน สามารถตีความ แปลความสิ่งที่ได้อ่าน คิดวิเคราะห์ เนื้อหาและรูปแบบของข้อความที่เกี่ยวข้องกับสิ่งต่างๆ ในชีวิตหรือในโลกที่อยู่ (Interpretation) หรือใช้คำว่า “ตีความ”

2.3) ความเข้าใจข้อความที่ได้อ่าน สามารถตีความ แปลความสิ่งที่ได้อ่าน คิดวิเคราะห์ เนื้อหาและรูปแบบของข้อความที่เกี่ยวข้องกับสิ่งต่างๆ ในชีวิตหรือในโลกที่อยู่ พร้อมทั้งความสามารถในการประเมินข้อความที่ได้อ่าน และสามารถให้ความเห็น หรือโต้แย้งจากมุมมองของตน (Reflection and Evaluation) หรือเรียกว่า “วิเคราะห์”

3) ความสามารถในการใช้การอ่าน PISA ประเมินความรู้และทักษะการอ่านอีกองค์ประกอบหนึ่ง โดยดูความสามารถในการ ใช้การอ่านที่ว่ามีเหมาะสมสอดคล้องกับลักษณะของข้อเขียนได้มากน้อยเพียงใด เช่น ใช้นวนิยาย จดหมาย หรือชีวะประวัติเพื่อประโยชน์ส่วนตัว ใช้เอกสารราชการหรือประกาศแจ้งความเพื่อสาธารณประโยชน์ ใช้รายงานหรือคู่มือต่าง ๆ เพื่อการทำงานอาชีพ ใช้ตำราหรือหนังสือเรียนเพื่อการศึกษา เป็นต้น

3.2 นิยามและวิธีการวัดการรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy)

โครงการ PISA ประเทศไทย, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557: 13-36) ให้คำจำกัดความของการประเมินผลการรู้เท่าทันคณิตศาสตร์ว่ามีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อต้องการพัฒนาตัวชี้วัดว่าระบบการศึกษาของประเทศที่ร่วมโครงการ สามารถให้การศึกษเพื่อเตรียมตัวเยาวชนอายุ 15 ปีให้ พร้อมที่จะมีบทบาทหรือมีส่วนร่วมสร้างสรรค์ และดำเนินชีวิตอย่างมีคุณภาพในสังคมได้มากน้อยเพียงใด การประเมินของ PISA มีจุดหมายที่มองไปในอนาคตมากกว่าการจำกัดอยู่ที่การวัดและประเมินผลตามหลักสูตรที่ผู้เรียนได้เรียนในปัจจุบัน และการประเมินผลก็มุ่งความชัดเจนที่จะหาคำตอบว่าผู้เรียนสามารถนำสิ่งที่ได้ศึกษาเล่าเรียนในโรงเรียนไปใช้ในสถานการณ์ที่ผู้เรียนมีโอกาสพบเจอในชีวิตจริงได้หรือไม่ อย่างไรก็ตาม PISA ได้ให้ความสำคัญกับปัญหาในชีวิตจริง ในสถานการณ์จริงในโลก (ในที่นี้หมายถึง สถานการณ์ของธรรมชาติ สังคม และ วัฒนธรรมที่บุคคลนั้นๆ อาศัยอยู่) ซึ่งเป็นสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น การจับจ่ายใช้สอย การเดินทาง การทำอาหาร การจัดการเงินของตนเอง การประเมินสถานการณ์ การตัดสินใจประเด็นปัญหาทางสังคมการเมือง ฯลฯ ซึ่งความรู้คณิตศาสตร์สามารถเข้ามาช่วยทำให้การมองประเด็นการตั้งปัญหาหรือการแก้ปัญหา มีความชัดเจนยิ่งขึ้น

การใช้คณิตศาสตร์ดังกล่าวนี้ แม้จะต้องมีรากฐานมาจากทักษะคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน แต่ก็จำเป็นต้องมีความสามารถในการใช้ทักษะนั้นๆ ในสถานการณ์อื่น ๆ นอกเหนือไปจากสถานการณ์ของปัญหาคณิตศาสตร์ล้วน ๆ หรือแบบฝึกคณิตศาสตร์ที่เรียนในโรงเรียนที่ผู้เรียนจะสามารถคิดอยู่ในวงจำกัดของเนื้อหาวิชา โดยไม่ต้องคำนึงถึงความเป็นจริงมากนัก แต่การใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตจริงผู้เรียนต้องรู้จักสถานการณ์หรือสิ่งแวดล้อมของปัญหา ต้องเลือกตัดสินใจว่าจะใช้ความรู้คณิตศาสตร์อย่างไร

เนื้อหาคณิตศาสตร์ตามการประเมินผลของ PISA ครอบคลุม 4 เรื่อง ดังนี้

1) ปริภูมิและรูปทรงสามมิติ (Space and Shape) เรื่องของแบบรูป (Pattern) มีอยู่ทุกหนทุกแห่งในโลก แม้แต่การพูด ดนตรี การจราจร การก่อสร้าง ศิลปะ ฯลฯ รูปร่างเป็นแบบรูปที่เห็นได้ทั่วไป เป็นต้นว่า รูปร่างของบ้าน โรงเรียน อาคาร สะพาน ถนน ผลึก ดอกไม้ ฯลฯ แบบรูปเรขาคณิตเป็นตัวแทน (Model) อย่างง่ายที่พบ อยู่ในสิ่งต่างๆ ที่ปรากฏ การศึกษาเรื่องของรูปร่างมีความเกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับแนวคิดของเรื่องที่ว่า ซึ่งต้องการความเข้าใจในเรื่องสมบัติของวัตถุ และตำแหน่งเปรียบเทียบของวัตถุ เราต้องรู้ว่าเรามองเห็นวัตถุสิ่งของต่างๆ อย่างไร และทำไมเราจึงมองเห็นมันอย่างที่เรารู้ เราต้องเข้าใจ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างและภาพในความคิด หรือภาพที่เรามองเห็น เป็นต้นว่า มองเห็นความสัมพันธ์ของตัวเมืองจริงกับแผนที่ รูปถ่ายของเมืองนั้น ข้อนี้รวมทั้งความเข้าใจในรูปร่างที่เป็นสามมิติที่แสดงแทนออกมาในภาพสองมิติ มีความเข้าใจในเรื่องของเงาและภาพที่มีความลึก (Perspective) และเข้าใจด้วยว่ามันทำงานอย่างไร

2) การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ (Change and Relationships) โลกแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงมากมายมหาศาล และแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ทั้งชั่วคราวและ

ถาวรของการเปลี่ยนแปลงในธรรมชาติ (ตัวอย่างเช่น มีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตขณะเจริญเติบโต การหมุนเวียนของฤดูกาล การขึ้นลงของกระแสน้ำ การเปลี่ยนแปลงของอวกาศ การขึ้นลงของหุ่น การว่างงานของคน) การเปลี่ยนแปลงบาง กระบวนการสามารถบอกได้หรือสร้างเป็นต้นแบบได้โดยตรงโดยใช้ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ส่วนมากเป็นรูปของสมการหรืออสมการ แต่ความสัมพันธ์ในธรรมชาติอื่นๆ ก็อาจเกิดขึ้นได้เช่นกัน ความสัมพันธ์หลายอย่างไม่สามารถใช้คณิตศาสตร์ได้โดยตรง ต้องใช้วิธีการอื่นๆ และจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อระบุถึงความสัมพันธ์

3) ปริมาณ (Quantity) จุดเน้นของเรื่องนี้ คือ การบอกปริมาณ รวมทั้งความเข้าใจเรื่องของคุณค่า (เปรียบเทียบ) แบบรูปของจำนวน และการใช้จำนวน เพื่อแสดงปริมาณและแสดงวัตถุต่างๆ ในโลกจริงๆ ในเชิงปริมาณ (การนับและการวัด) นอกจากนี้ปริมาณยังเกี่ยวข้องกับกระบวนการและความเข้าใจ เรื่อง จำนวนที่นำมาใช้ในเรื่องต่าง ๆ อย่างหลากหลาย

4) ความไม่แน่นอน (Uncertainty) เรื่องของความไม่แน่นอนเกี่ยวข้องกับสองเรื่องคือ ข้อมูล และ โอกาส ซึ่งเป็นการศึกษา ทาง “สถิติ” และเรื่องของ “ความน่าจะเป็น” ข้อเสนอสำหรับหลักสูตรคณิตศาสตร์ในโรงเรียน สำหรับประเทศสมาชิก OECD คือ ให้ความสำคัญกับเรื่องของสถิติและความน่าจะเป็นให้เป็น จุดเด่นมากกว่าที่เคยเป็นมาในอดีต เพราะโลกปัจจุบันในยุคของ “สังคมข้อมูลข่าวสาร” ข้อมูล ข่าวสารที่หลั่งไหลเข้ามาและแม้ว่าจะอ้างว่าเป็นข้อมูลที่ถูกต้องตรวจสอบได้ก็จริง แต่ในชีวิตจริงเราก็ต้องเผชิญกับความไม่แน่นอนหลายอย่าง เช่น ผลการเลือกตั้งที่ไม่คาดคิด การพยากรณ์ อากาศที่ไม่เที่ยงตรง การล้มละลายทางเศรษฐกิจ การเงิน การพยากรณ์ต่างๆ ที่ผิดพลาด แสดงให้เห็นถึงความไม่แน่นอนของโลกคณิตศาสตร์ที่เข้ามามีบทบาทในส่วนนี้คือการเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การเสนอข้อมูล ความน่าจะเป็น และการอ้างอิง (สถิติ)

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Competencies) ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ล้วน ๆ ยังไม่เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา แง่มุมที่สำคัญของการรู้เท่าทันคณิตศาสตร์ที่สำคัญอีกด้านหนึ่ง คือ เรื่องของ “กระบวนการทางคณิตศาสตร์” หรือ การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematising) กระบวนการที่ผู้เรียนนำมาใช้ในความพยายามที่จะแก้ปัญหานั้น ถือว่าเป็นสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ สมรรถนะต่างๆ เหล่านี้จะสะท้อนถึงวิธีที่ผู้เรียนใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา สมรรถนะของคนไม่ใช่สิ่งที่จะแยกออกมาวัดได้โดดๆ แต่ในการแสดงความสามารถอย่าง ใดอย่างหนึ่งอาจมีหลายสมรรถนะซ้อนกันอยู่ ผู้เรียนจำเป็นต้องมีและสามารถใช้หลายสมรรถนะหรือเรียกว่า กลุ่มของสมรรถนะในการแก้ปัญหา ซึ่งรวมไว้เป็นสามกลุ่ม คือ การทำใหม่ (Reproduction) การเชื่อมโยง (Connection) และ การสะท้อนและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (Reflection and Communication)

นอกจากข้อสอบของ PISA จะใช้สถานการณ์ที่มีอยู่ในโลกของความเป็นจริงแล้วยังต้องการให้ผู้เรียนใช้ความคิดที่สูงขึ้นไปจากการคิดคำนวณหาคำตอบที่เป็นตัวเลข แต่ต้องการให้ ผู้เรียนรู้จักคิด ใช้เหตุผล และคำอธิบายมาประกอบคำตอบของตนอีกด้วย

ดังนั้น การพิจารณาประเมินการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ของ PISA จึงให้ความชัดเจนไปที่ความต้องการให้ผู้เรียนเผชิญหน้ากับปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในแวดวงของการดำเนินชีวิต ซึ่งต้องการให้ผู้เรียนระบุสถานการณ์ที่สำคัญของปัญหา กระตุ้นให้หาข้อมูล สืบเสาะตรวจสอบ และนำไปสู่การแก้ปัญหา ในกระบวนการนี้ต้องการทักษะหลายอย่าง เป็นต้นว่า ทักษะการคิดและการใช้เหตุผล ทักษะการโต้แย้ง การสื่อสาร ทักษะการสร้างตัวแบบ การตั้งปัญหาและการแก้ปัญหา การนำเสนอ การใช้สัญลักษณ์ การดำเนินการ ในกระบวนการเหล่านี้ ผู้เรียนต้องใช้ทักษะต่างๆ ที่หลากหลายมารวมกัน หรือใช้ทักษะหลายอย่างที่ทับซ้อนหรือคาบเกี่ยวกัน ดังนั้นการที่ PISA เลือกใช้คำว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (ผู้วิจัยใช้รู้เท่าทัน) แทนคำว่า ความรู้คณิตศาสตร์ ก็เพื่อเน้นความชัดเจนของความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งนี้ โดยถือข้อตกลงเบื้องต้นว่าการที่คนหนึ่งจะใช้คณิตศาสตร์ได้ คนนั้นจะต้องมีความรู้พื้นฐานและทักษะทางคณิตศาสตร์มากพออยู่แล้ว ซึ่งหมายถึงสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนไปขณะอยู่ในโรงเรียน เจตคติ และความรู้สึกที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ เช่น ความมั่นใจ ความอยากรู้อยากเห็น ความสนใจความรู้ที่ถูกต้องตรงปัญหาหรือตรงกับประเด็น และความอยากที่จะเข้าใจสิ่งต่างๆ รอบตัว แม้จะไม่ถือว่าเป็นเรื่องคณิตศาสตร์ แต่ก็ถือว่ามีส่วนสำคัญในการทำให้รู้เรื่องคณิตศาสตร์ เพราะ โดยความเป็นจริงแล้วการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จะไม่เกิดขึ้น หากบุคคลขาดเจตคติและความรู้สึกต่อคณิตศาสตร์ และมีหลักฐานเป็นที่ยอมรับว่ามีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันระหว่างการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์กับเจตคติและความรู้สึกต่อคณิตศาสตร์ ในการประเมินผลของ PISA จะไม่มีการวัดด้านนี้ใดๆ โดยตรง แต่จะมีการหยิบยกมาพิจารณาในบางองค์ประกอบของการประเมิน

2.3 นิยามและวิธีการวัดการรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy)

โครงการ PISA ประเทศไทย, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557: 139-140) นำเสนอแนวคิดของการประเมินการรู้เท่าทันวิทยาศาสตร์ว่ามีหลักการบนพื้นฐานว่า ประชาชนพลเมืองที่ต้องใช้ชีวิตในสังคมที่ต้องเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำเป็นต้องรู้อะไร และสามารถทำอะไรได้ในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และประชาชนควรให้ความสำคัญกับเรื่องอะไร กรอบการประเมินผลของ PISA จึงครอบคลุมประเด็นต่างๆ ดังนี้

1) ความรู้วิทยาศาสตร์สำหรับประชาชน ซึ่งครอบคลุม ความรู้ที่ใช้ได้ในบริบทที่คนปกติทั่วไปมักจะต้องประสบในชีวิตจริง ความรู้ในกระบวนการวิทยาศาสตร์ และความรู้ในเรื่องความเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถนิยามได้สั้นๆ ว่าเป็นความสามารถในการใช้วิทยาศาสตร์เพื่อระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ อธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

3) การให้ความสำคัญกับสิ่งที่มีบทบาทและมีส่วนร่วมสร้างสังคมวิทยาศาสตร์ ทั้งในชีวิตส่วนตัว ในบริบทสังคม และในบริบทของโลกโดยรวม นั่นคือ ความสนใจในวิทยาศาสตร์

สนับสนุนส่งเสริมการใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์ และแสดงความรับผิดชอบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

จุดเน้นของ PISA คือให้ความสำคัญกับศักยภาพของผู้เรียนในการใช้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตจริงในอนาคต เพื่อจะศึกษาว่าเยาวชนวัยจบการศึกษาภาคบังคับจะสามารถเป็นประชาชนที่รับรู้ประเด็นปัญหา รับสารระ ข้อมูล ข่าวสาร และสามารถตอบสนองอย่างไร อีกทั้งเป็นผู้บริโภค ที่ฉลาดเพียงใด กรอบโครงสร้างการประเมินผลของ PISA จึงครอบคลุมแง่มุมต่าง ๆ ต่อไปนี้

1) บริบทของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ สถานการณ์ในชีวิตที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งในระดับส่วนตัว สังคม และโลก

2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยสองส่วน ได้แก่ “ความรู้วิทยาศาสตร์” คือ ความรู้ในเรื่องโลกธรรมชาติที่เกี่ยวข้องในชีวิตจริง ซึ่งจำกัดอยู่ในสี่ระบบ ได้แก่ ระบบทางกายภาพ (รวมความรู้เคมีและฟิสิกส์) ระบบสิ่งมีชีวิต ระบบของโลกและอวกาศ และระบบ เทคโนโลยี ซึ่งผสมผสานอยู่ในสามระบบแรก นอกจากนั้นยังประกอบด้วย “ความรู้เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์” คือ ความรู้ในวิธีการหรือกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถ ประยุกต์ใช้กับชีวิตจริงได้

3) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายถึงการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในสามด้านหลัก ๆ ได้แก่ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identifying Scientific Issues) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using Scientific Evidence)

4) เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การแสดงการตอบสนองต่อวิทยาศาสตร์ด้วยความสนใจ สนับสนุนการสืบหาความรู้วิทยาศาสตร์ และแสดงความรับผิดชอบต่อสิ่งต่าง ๆ เช่น ในประเด็นของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

พฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (Collaborative Problem Solving Behavior)

1. ความหมายและองค์ประกอบของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เป็นทักษะที่ประกอบด้วยทักษะการทำงานที่สำคัญคือ ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการร่วมมือ ซึ่งล้วนแล้วแต่มีความสำคัญต่อผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 โดยที่ เอกกรินทร์ อัจชะกุลวิสุทธิ์ (2557: 37) นำเสนอว่า การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (Collaborative Problem Solving) เป็นความสามารถของบุคคลในการเข้าร่วมกระบวนการ แก้ปัญหาของกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการแบ่งปันความเข้าใจที่มี และรวบรวมความรู้ ทักษะ และ ความพยายามเข้าด้วยกันเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจะต้องประกอบไปด้วยทักษะที่สำคัญ 2 ประการ ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการทำงานแบบร่วมมือ

ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากทักษะที่เป็นองค์ประกอบของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือแบบแยกส่วน คือ ทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving Skill) และการทำงานแบบร่วมมือ (Collaborative Skill) พบว่ามีผู้ให้นิยามไว้อย่างหลากหลาย ดังนี้

คำจำกัดความของทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving Skill) นั้น แอนเดอร์สัน (Anderson. 1974; อ้างถึงใน ทิศนา ขัมมณี และคณะ. 2544: 81) ได้ให้นิยามว่า การแก้ปัญหาเป็นความพยายามที่จะไปให้ถึงเป้าหมาย ซึ่งสอดคล้องกับ ยุดา รักไทย และ ธนิกา มาชะศิริานนท์ (2542: 9) ที่อธิบายว่า การแก้ปัญหา คือ การทำให้เกิดสถานการณ์ที่เราคาดหวัง ส่วน ดีวอลท์ (Devault. 1961 : n.d. ; อ้างถึงใน เพ็ญแข ประจันปัจฉินีก. 2536: 9) ได้อธิบายไว้ว่า การแก้ปัญหาคือการที่บุคคลเผชิญกับปัญหาและไม่สามารถตอบสนองต่อสถานการณ์นั้นด้วยวิธีการเดิมได้ นอกจากนี้ บอร์น เอกสเตรนค์ และ โดมิโนสกี (Bourne, Ekstrand; & Dominoski. 1971; อ้างถึงใน สรรวงพร กุศลสง. 2538: 12) ได้กล่าวไว้ว่า การแก้ปัญหาคือเป็นกิจกรรมที่เป็นทั้งการแสดงความรู้ ความคิด จากประสบการณ์เดิม และส่วนประกอบของสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในปัจจุบัน นำมาจัดเรียงลำดับใหม่เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่าง

ดังนั้นสรุปได้ว่า ทักษะการแก้ปัญหา คือ ความพยายามของบุคคลที่จะไปให้ถึงเป้าหมาย โดยการไปสูเป้าหมายนั้นไม่สามารถบรรลุได้ด้วยวิธีการเดิม จึงจำเป็นต้องอาศัยความรู้มาผสานกับประสบการณ์เดิม กำหนดเป็นแนวทางในการปฏิบัติเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย

ส่วนคำจำกัดความของทักษะการทำงานแบบร่วมมือ (Collaborative Skill) นั้น วิจารณ์พานิช (2556: 22) ได้ให้นิยามไว้ว่า เป็นการทำงานเป็นทีม รู้จักต่อรองประนีประนอม สามารถทำงานร่วมกับคนที่มีความเห็นหรือความเชื่อแตกต่างกันได้ นอกจากนี้ พิมพันธ์ เตชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข (2558: 2) ได้ให้ความหมายของการทำงานแบบร่วมมือไว้ว่า เป็นความสามารถอย่างเชี่ยวชาญในการทำงานเป็นกลุ่มหรือเป็นทีม โดยอาศัยความร่วมมือร่วมใจเพื่อรวมพลังทำงานนั้นให้ประสบผลสำเร็จ และผู้ทำงานต่างก็มีความสุข

ดังนั้นสรุปได้ว่า ทักษะการทำงานแบบร่วมมือ เป็นการทำงานร่วมกันเป็นทีมหรือเป็นกลุ่ม โดยสมาชิกภายในทีมพยายามขจัดความขัดแย้งที่เกิดขึ้นภายในกลุ่ม เพื่อให้กลุ่มสามารถทำงานได้บรรลุเป้าหมายและทุกคนต่างมีความสุขในการทำงาน

นอกจากนี้ โครงการ PISA Thailand, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558: ออนไลน์) ยังให้คำนิยามการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ว่าหมายถึงความสามารถของบุคคลในการเข้าร่วมกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการแบ่งปันความเข้าใจที่มี และรวบรวมความรู้ ทักษะ และความพยายามเข้าด้วยกันเพื่อแก้ปัญหา

การประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจะพิจารณาจาก 3 องค์ประกอบหลัก (Organization for Economic Cooperation and Development. 2013 : online) ดังนี้

1) การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน ได้แก่ รู้และเข้าใจข้อสนเทศที่สำคัญ รวมทั้งจุดแข็งและจุดอ่อนที่สัมพันธ์กับงานที่ตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่มต้องดำเนินการ และสื่อสารข้อสนเทศ ติดตาม แก้ไข และเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกันตลอดการทำภารกิจ

2) การเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ได้แก่ เข้าใจปัญหาและรู้แนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย สื่อสารภายในกลุ่มระหว่างทำงานร่วมกันโดยใช้การอธิบาย อภิปราย การต่อรอง การให้เหตุผล และการโต้แย้ง และดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ของตน

3) การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม ได้แก่ เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนและเพื่อนร่วมกลุ่ม รวมทั้งเฝ้าติดตามและรักษากฎระเบียบที่มีร่วมกัน และการสื่อสารและถ่ายทอดข้อสนเทศที่สำคัญ ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นกับเพื่อนร่วมกลุ่ม

สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาแบบร่วมมือนั้นเป็นการผสมผสานระหว่างทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการทำงานแบบร่วมมือมาใช้ในการปฏิบัติงานเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายของกลุ่ม ซึ่งเน้นกระบวนการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาจากสมาชิกในทีม มีการสร้างความเข้าใจในปัญหาที่ตรงกัน วางแผนการดำเนินงานร่วมกัน และดำเนินการตามแผนที่วางไว้ เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายของการแก้ปัญหาร่วมกันในกลุ่ม

2. ความสำคัญของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

ในการแก้ปัญหของเด็กแต่ละช่วงวัย จะมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไปตามวุฒิภาวะ ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีทางจิตวิทยาดังนี้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ บรูเนอร์ (Bruner.1969: 55 – 68; อ้างถึงใน สิริมา ภิญโญอนันตพงษ์. 2550: 57) ได้แบ่งระดับการแก้ปัญหออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการแก้ปัญหด้วยการกระทำ (Enactive Stage) เริ่มตั้งแต่แรกเกิด-2 ปี เป็นขั้นที่เด็กเรียนรู้ด้วยการกระทำหรือประสบการณ์มากที่สุด

2. ขั้นแก้ปัญหด้วยการรับรู้ (Iconic Stage) แต่ยังไม่รู้จักใช้เหตุผล เด็กวัยนี้ จะเกี่ยวข้องกับความเป็นจริงมากขึ้น จะเกิดความคิดจากการรับรู้ส่วนใหญ่และภาพแทนในใจ (Iconic Representation) อาจมีจินตนาการบ้างแต่ยังไม่ลึกซึ้ง

3. ขั้นพัฒนาสูงสุด (Symbolic Stage) เป็นพัฒนาการพื้นฐานมาจากขั้นแก้ปัญห ด้วยการรับรู้ (Iconic Stage) เด็กสามารถถ่ายทอดประสบการณ์โดยใช้สัญลักษณ์ หรือภาพ สามารถคิดหาเหตุผล สามารถเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมและสามารถแก้ปัญหาได้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของไวทสกี (Vygotsky. 1978) กล่าวถึงกระบวนการเรียนรู้ พัฒนาการทางสติปัญญา และทัศนคติว่าเกิดขึ้นเมื่อมีการปฏิสัมพันธ์และทำงานร่วมกับคนอื่น ๆ เช่น ผู้ใหญ่ ครู เพื่อน บุคคลเหล่านี้ จะให้ข้อมูลสนับสนุนให้เด็กเกิดขึ้นใน Zone of Proximal Development หมายถึง สภาวะที่เด็กเผชิญปัญหาที่ท้าทายแต่ไม่สามารถคิดได้โดยลำพัง เมื่อได้รับการช่วยเหลือแนะนำจากผู้ใหญ่ หรือเกิดจากการทำงานร่วมกับเพื่อนที่มีประสบการณ์มากกว่าเด็กจะสามารถแก้ปัญหาได้ และเกิดการเรียนรู้ การให้การช่วยเหลือและแนะนำในการแก้ปัญหาและการเรียนรู้ของเด็ก (Assisted Learning) เป็นการให้ความช่วยเหลือแก่เด็กเมื่อเด็กแก้ปัญหาโดยลำพังไม่ได้ เป็นการช่วยอย่างเหมาะสมเพื่อให้เด็กแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง วิธีการที่ครูเข้าไปมีปฏิสัมพันธ์กับเด็กเพื่อให้การช่วยเหลือเด็ก เรียกว่า “Scaffolding” เป็น การแนะนำช่วยเหลือให้เด็กแก้ปัญหาด้วย

ตนเอง โดยให้การแนะนำ (Clue) การช่วยเตือนความจำ (Reminders) การกระตุ้นให้คิด (Encouragement) การแบ่งปัญหาที่สลับซับซ้อนได้ง่ายลง (Breaking the Problem Down into Step) การให้ตัวอย่าง (Providing and Example) หรือสิ่งอื่นๆ ที่ช่วยเด็กแก้ปัญหาและเรียนรู้ด้วยตนเอง

การให้การช่วยเหลือ (Scaffolding) ที่มีประสิทธิภาพต้องมีองค์ประกอบและเป้าหมายที่สำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. เป็นกิจกรรมร่วมกันแก้ปัญหา
2. เข้าใจปัญหาและมีวัตถุประสงค์ที่ตรงกัน
3. บรรยากาศอบอุ่นและการตอบสนองที่ตรงกับความต้องการ
4. มีการจัดสภาพแวดล้อมกิจกรรมและบทบาทของผู้ใหญ่ให้เหมาะสมกับ

ความสามารถและความต้องการ

5. สนับสนุนให้เด็กควบคุมตนเองในการแก้ปัญหา

บทบาทครูมีหน้าที่ในการจัดเตรียมสภาพแวดล้อมให้เด็กเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และให้คำแนะนำด้วยการอธิบายและให้เด็กมีโอกาสทำงานร่วมกับผู้อื่น และให้โอกาสเด็กแสดงออกตามวิธีการต่างๆ ของเด็กเอง เพื่อครูจะได้รู้ว่าเด็กต้องการทำอะไร

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (2539 : 42 – 43) กล่าวถึง ความสำคัญของการแก้ปัญหาไว้ว่า เมื่อเกิดปัญหาทำให้มนุษย์แสวงหาวิถีทางในการแก้ปัญหา สิ่งที่มีมนุษย์ใช้ในการแก้ปัญหา เรียกว่า ปัญญา ดังนั้น ปัญญา คือ ความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งสรุปเป็นแนวคิดที่น่าสนใจ ดังนี้

1. ผู้ที่แก้ปัญหาที่แล้วมาได้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาใหม่ได้ ควรถือได้ว่ามีปัญญาน้อยกว่าผู้ที่แก้ปัญหาเก่าและแก้ปัญหาใหม่ได้
2. ผู้ที่แก้ปัญหาที่ยุ่งยากซับซ้อนได้ ควรจะเป็นผู้ที่มีปัญญามากกว่าผู้ที่แก้ปัญหาง่าย ๆ ได้เท่านั้น
3. ผู้ที่คิดปัญหาเองและแก้ปัญหาเอง จะเป็นผู้ที่มีปัญญามากกว่าผู้ที่แก้ปัญหาที่ผู้อื่นมองเห็น

นอกจากนี้ เอกกรินทร์ อัจชะกุลวิสุทธิ (2557: 41) ได้สรุปความสำคัญของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ว่าเป็นสมรรถนะที่สำคัญสำหรับการทำงานในอนาคต และการแก้ปัญหาของการทำงานในยุคปัจจุบันให้มีประสิทธิภาพ มักเกิดจากการทำงานร่วมกันเป็นทีมซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะการสื่อสารและการร่วมมือกัน ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

จากแนวคิดที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่าการที่ครูจะเข้าไปช่วยให้เด็กแก้ปัญหา นั้น ควรสร้างความเข้าใจในปัญหาที่ตรงกัน และให้เด็กได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับทักษะการทำงานในอนาคต ที่จะต้องเน้นการทำงานร่วมกันและแก้ปัญหาร่วมกัน

3. การวัดพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

ในการวัดพฤติกรรมของผู้เรียนนั้น มีทั้งการใช้แบบวัดพฤติกรรมที่เป็นการรายงานตนเอง การสังเกต และการสัมภาษณ์ดังนี้

การใช้แบบวัดพฤติกรรมในงานวิจัย โดยได้สร้างแบบวัดพฤติกรรมด้วยแบบมาตรประเมิน (Rating Scale) ตัวอย่างเช่น กิตติรัตน์ ชัยรัตน์ (2547) ได้สร้างแบบวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยแบ่งเป็น 3 แบบวัด คือ 1) แบบวัดพฤติกรรมก่อนเรียน มีข้อคำถาม 10 ข้อคำถาม แต่ละข้อประกอบด้วยมาตรวัด 6 หน่วยจาก “จริงที่สุด” ถึง “ไม่จริงเลย” มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .34-.72 และมีค่าความเชื่อมั่นแบบสัมประสิทธิ์แอลฟา เท่ากับ .73 2) แบบวัดพฤติกรรมขณะเรียนในชั้นเรียน มีข้อคำถาม 10 ข้อ แต่ละข้อประกอบด้วยมาตรวัด 6 หน่วย จาก “จริงที่สุด” ถึง “ไม่จริงเลย” มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .43-.73 และมีค่าความเชื่อมั่นแบบสัมประสิทธิ์แอลฟา เท่ากับ .81 และ 3) แบบวัดพฤติกรรมหลังเรียน มีข้อคำถาม 10 ข้อ แต่ละข้อประกอบด้วยมาตรวัด 6 หน่วย จาก “จริงที่สุด” ถึง “ไม่จริงเลย” มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .49-.76 และมีค่าความเชื่อมั่นแบบสัมประสิทธิ์แอลฟา เท่ากับ .82 สิทธิชัย ชมพูพาทย์ (2554) ได้สร้างแบบวัดพฤติกรรมการเรียนรู้เพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นแบบวัดพฤติกรรมการเรียนรู้เพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยวัดพฤติกรรม นักเรียนขณะทำกิจกรรมว่านักเรียนมีพฤติกรรมดังกล่าวหรือไม่ ประกอบด้วยข้อคำถาม 33 ข้อ แต่ละข้อคำถามประกอบด้วยมาตรประมาณค่า 5 ระดับ คือ มีการปฏิบัติในระดับมากที่สุด มีการปฏิบัติในระดับมาก มีการปฏิบัติในระดับปานกลาง มีการปฏิบัติในระดับน้อย และไม่มีการปฏิบัติเลย ผู้ที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงแสดงว่าเป็นผู้ที่มีพฤติกรรมการเรียนรู้เพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์น้อยกว่าผู้ที่ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำ โดยแบบวัดมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .836 นอกจากนี้ ปริญวิทย์ นุราช (2557) ยังได้สร้างแบบวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ตามสมรรถนะวิชาชีพทันตแพทย์ 4 ด้าน คือ 1) ด้านความเป็นวิชาชีพ 2) ด้านการประยุกต์ใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์กับ วิชาชีพทันตกรรม 3) ด้านทักษะทางคลินิก 4) ด้านการส่งเสริมสุขภาพช่องปาก ซึ่งเป็นแบบวัดที่สร้างขึ้นตามแนวคิดเกณฑ์มาตรฐานสมรรถนะวิชาชีพทันตแพทย์ของทันตแพทย์สภา ลักษณะของแบบวัดเป็นแบบวัดมาตรฐานประมาณค่า 6 ระดับ จาก “จริงที่สุด” ถึง “ไม่จริงเลย” มีจำนวน 35 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกรายข้ออยู่ระหว่าง .260-.693 และมีค่าความเชื่อมั่นแบบสัมประสิทธิ์แอลฟา เท่ากับ .903

นอกจากนี้ในการวัดพฤติกรรมในงานวิจัย ยังมีการใช้การสังเกต เช่น สมพร สุทัศน์ีย์ (2536) ได้ทำการเปรียบเทียบผลการใช้เทคนิคการควบคุมตนเองต่อพฤติกรรมที่เป็นปัญหาและต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และทำการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้วิธีการบันทึกแบบช่วงเวลา (Interval recording) ในเวลา 30 นาที แบ่งออกเป็น 10 ช่วง ช่วงละ 3 นาที งานวิจัยของ โสภิตา ลิ้มวัฒนาพันธ์ (2538) ที่ได้ทำการเปรียบเทียบผลของการควบคุมตนเองและการเสริมแรงทางบวกด้วยเบียร์รถกร ที่มีต่อการเพิ่มและการคงอยู่ของพฤติกรรมความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคชั้นปีที่ 1 และได้ทำการสังเกตพฤติกรรมความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายของนักศึกษาด้วยวิธีการบันทึกแบบช่วงเวลา (Interval recording) การบันทึกความถี่ของพฤติกรรม (Frequency recording) และการบันทึกผลของพฤติกรรม (Product recording) นอกจากนี้ แฟลนเดอร์ส (Flanders, 1970) ก็ได้วิเคราะห์พฤติกรรมการสอนของครูซึ่งเป็นการกระทำของครูที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ของปฏิสัมพันธ์

ในชั้นเรียนสามารถใช้เป็นกรอบในการสังเกตกิจกรรมในชั้นเรียนได้ โดยแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ ครูพูด (Teacher talk) นักเรียนพูด (Student talk) และ เงียบ (Silence) และงานวิจัยของ อรุณ อุดมสาลี (2555) ที่มีการสังเกตพฤติกรรมด้านสังคมของเด็กปฐมวัย โดยสร้างเครื่องมือเป็นแบบสังเกตพฤติกรรม และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .80

นอกจากการวัดพฤติกรรมโดยใช้แบบวัด การสังเกตพฤติกรรมแล้ว ยังสามารถวัดพฤติกรรมโดยใช้การสัมภาษณ์ได้อีกด้วย เช่น งานวิจัยของ โสภิตา ลิ้มวัฒนาพันธ์ (2538) ก็ได้ใช้วิธีการนี้ร่วมในการวัดพฤติกรรมด้วย โดยในขั้นตอนของการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างมีการสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอน โดยก่อนสัมภาษณ์ได้อธิบายความหมายของพฤติกรรม ความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายตามนิยามไว้ให้อาจารย์ผู้สอนฟังก่อน และสอบถามรายชื่อของนักศึกษาที่มีพฤติกรรมดังกล่าวต่ำ ซึ่งนั่นแสดงว่าการสัมภาษณ์จากครูผู้สอนหรือครูประจำชั้นก็สามารถทำได้ ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและการเรียนของนักเรียนได้เช่นกัน

ดังนั้นสรุปได้ว่า การวัดพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ นั้น ซึ่งถือว่าเป็นพฤติกรรมของผู้เรียนที่เกิดขึ้นระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถใช้ได้หลากหลายวิธีการทั้งการใช้แบบวัดพฤติกรรมที่เป็นลักษณะของการประเมินหรือรายงานตนเองออกมาเป็นระดับตามมาตรวัดหรือการสังเกตพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาและการสังเกตเพื่อบันทึกความถี่ของพฤติกรรมและการวัดพฤติกรรมโดยการสัมภาษณ์จากบุคคลที่เกี่ยวข้อง เช่น ครูผู้สอนหรือครูประจำชั้น โดยแต่ละวิธีก็มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของผู้วิจัย ในงานวิจัยครั้งนี้วัดพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือโดยใช้การสังเกตพฤติกรรมตามตัวชี้วัดที่กำหนดในแบบสังเกต โดยให้ครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเป็นผู้สังเกต

กรอบแนวคิดในการวิจัย

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นคำย่อของ Science, Technology, Engineering and Mathematics ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการศึกษาแบบบูรณาการ โดยนำเนื้อหาและกระบวนการของรายวิชาทั้งสี่วิชามารวมกันแบบสหวิทยาการ (Transdisciplinary Integratation) แนวคิดนี้เริ่มต้นมาจากประเทศสหรัฐอเมริกา จากการประชุมหารือของตัวแทนจากทุกภาคส่วนที่สำคัญของประเทศ เพื่อยกระดับคุณภาพของคนในประเทศและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันด้านต่าง ๆ กับนานาชาติ เพราะความสามารถในการแข่งขันของสหรัฐอเมริกาซึ่งเคยเป็นผู้นำทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีลดลงไป (Lantz, 2009: online) ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบโครงการประเมินผลผู้เรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment หรือ PISA หลาย ๆ ประเทศ ได้นำการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามาใช้ก็เนื่องมาจากผู้เรียนขาดแรงบันดาลใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ มองว่าวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่ไกลตัว และการขาดกำลังคนด้านสะเต็ม (STEM Workforce) ของประเทศ (โครงการสะเต็มศึกษา, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2558: ออนไลน์ ; Bybee. 2013: 1-7)

โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำรูปแบบสะเต็มศึกษามาออกแบบเป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรในหมวดกิจกรรมสร้างเสริมสมรรถนะและการเรียนรู้ เพื่อจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนในชั่วโมงลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้ ตามนโยบายการปฏิรูปการเรียนรู้ของรัฐบาล (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, กระทรวงศึกษาธิการ. 2558: 6)

การนำแนวคิดดังกล่าวมาใช้ออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อมุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนเกี่ยวกับการรู้เท่าทัน (**Literacy**) ซึ่งเป็นความรู้ที่สำคัญสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยยึดตามกรอบการประเมินนักเรียนตามโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment : PISA) ซึ่งจะวัดการรู้เท่าทันใน 3 ด้าน คือ 1) การรู้เท่าทันด้านการอ่าน (Reading literacy) เป็นการวัดความรู้และทักษะที่จะเข้าใจเรื่องราวและสาระของสิ่งที่ได้อ่าน ตีความหรือแปลความหมายของข้อความที่ได้อ่าน และประเมิน คติวิเคราะห์ย้อนกลับไปถึงจุดมุ่งหมายของการเขียนได้ว่าต้องการส่งสารอะไรให้ผู้อ่าน 2) การรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) เป็นการวัดความรู้และทักษะที่จะนำความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในบริบทต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวัน และ 3) การรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) เป็นการวัดความรู้และทักษะที่จะนำวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน (โครงการ PISA ประเทศไทย, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2557: 1-5) นอกจากนี้ การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (**Collaborative Problem Solving**) ยังเป็นสมรรถนะที่สำคัญสำหรับการทำงานในอนาคต และการแก้ปัญหของการทำงานในยุคปัจจุบันให้มีประสิทธิภาพ มักเกิดจากการทำงานร่วมกันเป็นทีมซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะการสื่อสารและการร่วมมือกัน ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (เอกรินทร์ อัจชะกุลวิสุทธิ (2557: 41)

การออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการ ซึ่งเป็นการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ต้องใช้หัวเรื่อง (Theme) เป็นแกนในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียน มีขั้นตอนดังนี้ (Clayton. 2010: 9; Jacobs. 1989: 54; Meinbach; Fredericks; & Rothlein. 2000: 15; Jacobs. 1997: 26; Clayton. 2010: 18)

1. การเลือกและจัดระบบหัวเรื่อง (Selecting an Organizing Theme) ซึ่งหัวเรื่อง que เลือกมานั้นอาจเป็นปัญหา เหตุการณ์ หรือประเด็นที่สอดคล้องกับชุมชน ชีวิตประจำวันและความสนใจของผู้เรียน หรือสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้

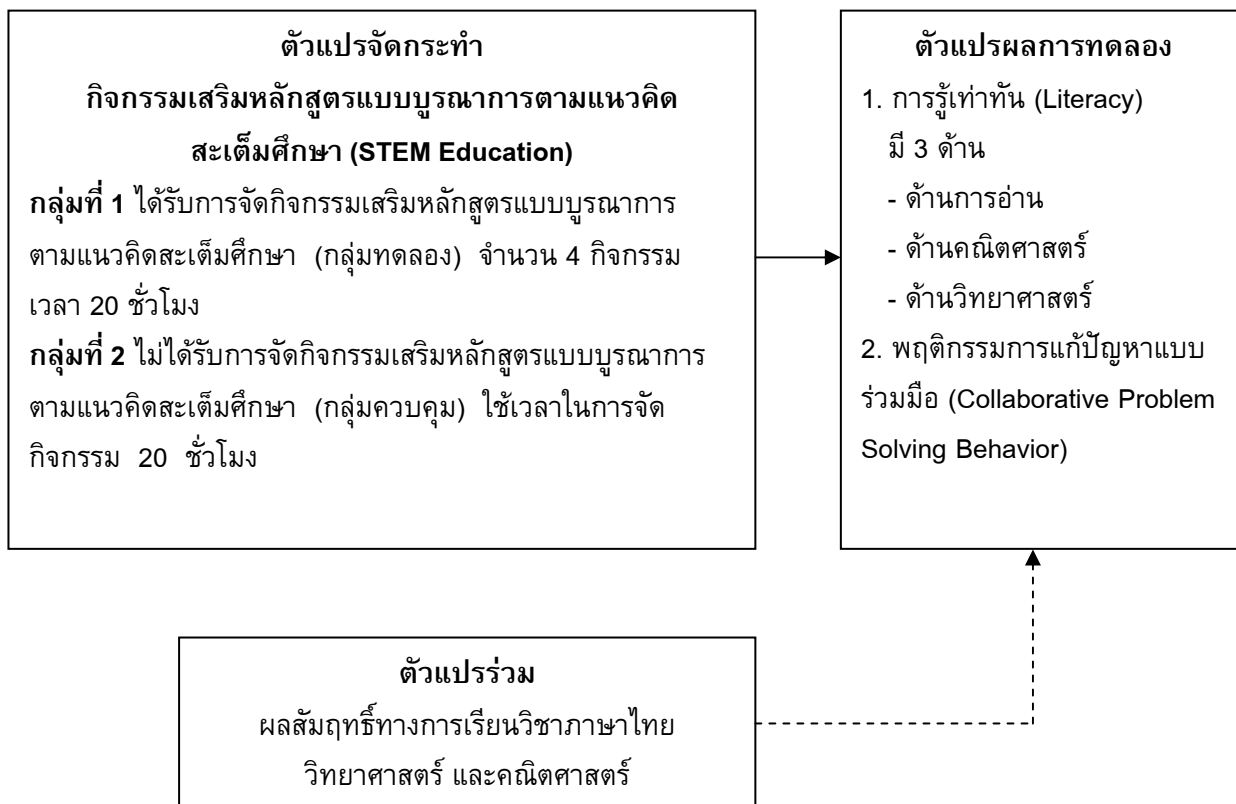
2. การตั้งคำถามสำคัญ (Establishing Essential Questions) ขั้นตอนนี้เป็นหัวใจสำคัญของการออกแบบหน่วยการเรียนรู้ เนื่องจากคำถามสำคัญจะช่วยให้ครูผู้สอนมองเห็นภาพรวมและแนวทางในการกำหนดขอบข่ายและลำดับของเนื้อหา สื่อที่ต้องใช้ ตลอดจนทักษะและโครงสร้างของกิจกรรมที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ภายใต้หัวเรื่องและเวลาที่กำหนด

3. การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนำไปใช้ในชั้นเรียน (Designing Activities for Implementation) ในขั้นตอนนี้เป็นการนำคำถามสำคัญที่ตั้งขึ้นจากขั้นตอนที่ 2 มาใช้ในการออกแบบกิจกรรม สื่อ และแหล่งเรียนรู้ รวมทั้งวิธีการ

4. การเลือกสื่อ แหล่งเรียนรู้ และการประเมินผลการสอนให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง

ทั้งนี้เพื่อให้กิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงได้สอดแทรกการสนับสนุนทางสังคม (Social Support) เข้าไปในกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเฉพาะการสนับสนุนจากครูผู้สอนซึ่งส่งผลต่อความสำเร็จของผู้เรียนทั้งในด้านการเรียนหรือการปรับพฤติกรรมต่าง (ดูเจดือน พันธุมนาวิณ และอัมพร ม้าคะนอง. 2547; กัญญา สุวรรณแสง.2538) ซึ่งประเภทของการสนับสนุนทางสังคมออกเป็น 4 ลักษณะ คือ 1) การสนับสนุนทางอารมณ์ (Emotional Support) 2) การสนับสนุนในการให้การประเมิน (Appraisal Support) 3) การสนับสนุนด้านข้อมูลข่าวสาร (Information Support) และ 4) การสนับสนุนด้านเครื่องมือ (Instrumental Support) (House. 1985)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้นำแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับสะเต็มศึกษามาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ โดยเสริมการสนับสนุนทางสังคมจากครูผู้สอน เพื่อพัฒนาการรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ซึ่งกำหนดเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลของการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งผลต่อการรู้เท่าทันและพฤติกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งได้ตั้งสมมติฐานของการวิจัย ดังนี้

1. หลังการทดลองนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีการรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือสูงกว่ากลุ่มควบคุม
2. การรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนกลุ่มทดลองในระยะติดตามผลไม่แตกต่างไปจากหลังการทดลอง
3. ในระยะติดตามผลนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีการรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือสูงกว่ากลุ่มควบคุม

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อการรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง มีรายละเอียดการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. รูปแบบการวิจัย
4. การดำเนินการวิจัย
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3 ปีการศึกษา 2559 จากโรงเรียนจำนวน 211 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 3,763 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 45 คน สุ่มเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมดังนี้

- 1) ใช้กลุ่มเครือข่ายการศึกษาเป็นหน่วยในการสุ่ม มีจำนวนทั้งหมด 18 กลุ่มเครือข่าย สุ่มมา 1 กลุ่มเครือข่าย ได้กลุ่มเครือข่ายสถานศึกษาที่ 2
 - 2) ใช้โรงเรียนในกลุ่มเครือข่ายสถานศึกษาที่ 2 เป็นหน่วยในการสุ่ม มีจำนวน 14 โรงเรียน สุ่มมา 1 โรงเรียน ได้โรงเรียนบ้านนาจาน
 - 3) ใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม มี 2 ห้องเรียน สุ่มเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน คือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน คือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2
- กลุ่มทดลอง จำนวนนักเรียน 23 คน ได้รับการจัดกิจกรรมด้วยชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
- กลุ่มควบคุม จำนวนนักเรียน 22 คน ได้รับการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรตามปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มี 3 ชนิด ประกอบด้วย

1. แผนการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการออกแบบการเรียนรู้โดยบูรณาการเนื้อหาจากวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ มาผนวกกับแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยมีกิจกรรมทั้งหมด 4 กิจกรรม โดยแต่ละกิจกรรม ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้กิจกรรมละ 5 ชั่วโมง (วันละ 1 ชั่วโมง ในช่วงเวลาสวดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้) รวมเวลาในการจัดกิจกรรมทั้งหมด 20 ชั่วโมง มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ดังนี้

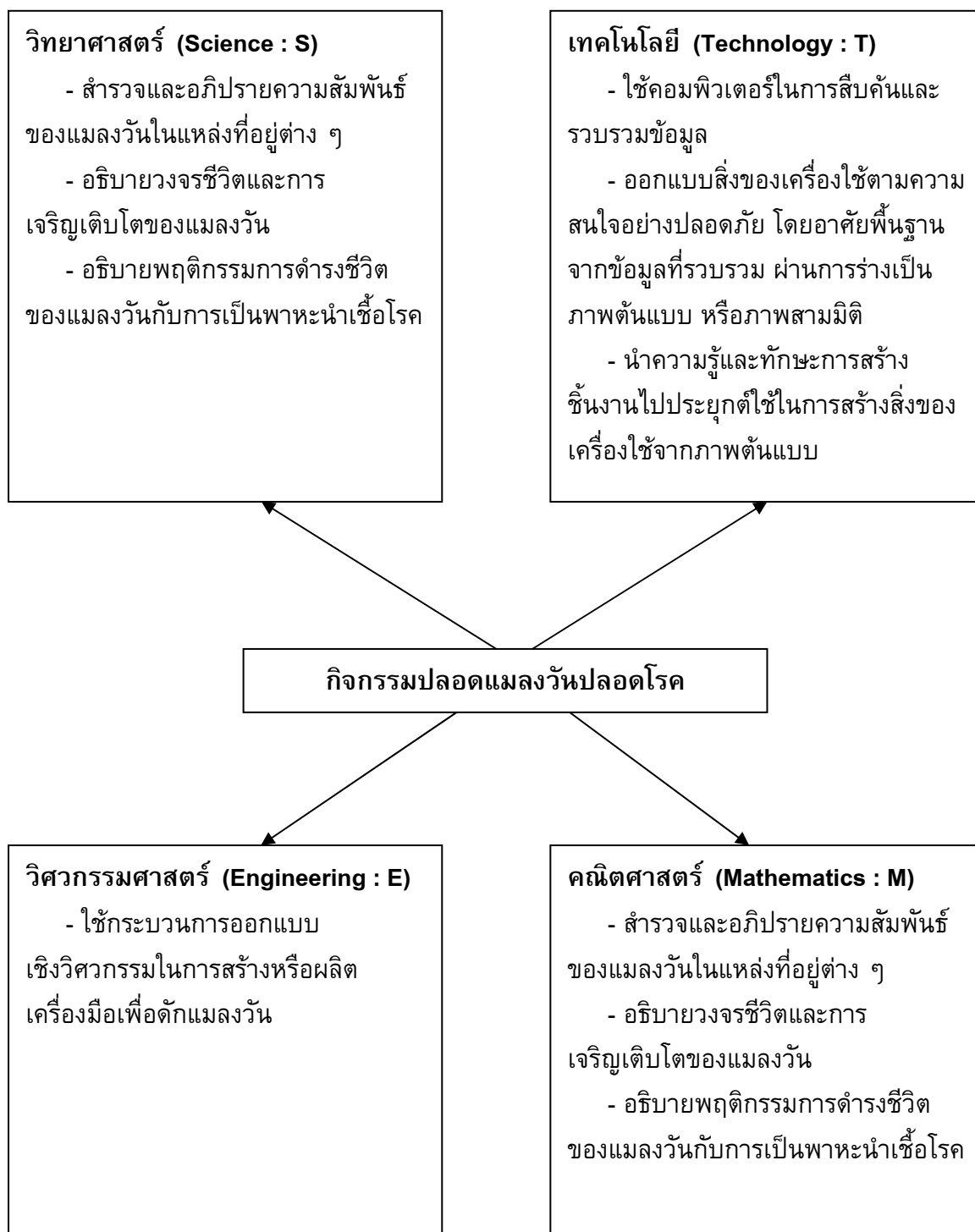
1) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาทั้งในและต่างประเทศ ได้แก่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ (2556) รัชพล ธนาณรงค์ (2556) อภิสิทธิ์ ชงไชย และคณะ (2556) Wayne (2012) และ Bybee (2013) การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวคิดของ Clayton (2010) และ Jacobs (1997) เพื่อให้เข้าใจถึงการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

2) มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด จากกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี (เทคโนโลยี) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551) เพื่อให้สามารถกำหนดตัวชี้วัดที่จะนำมาบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ได้อย่างชัดเจน

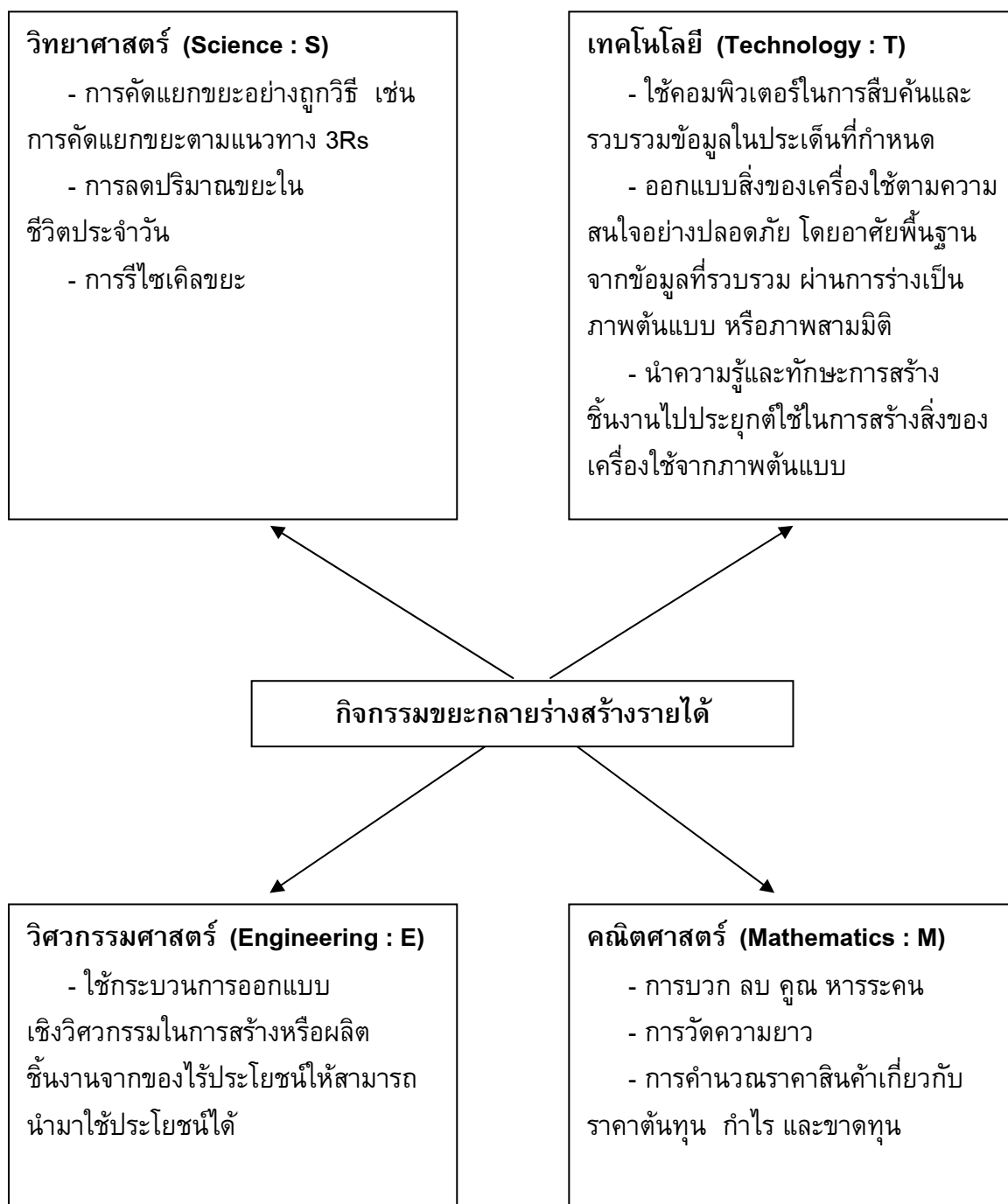
3) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมเสริมหลักสูตร ได้แก่ กระทรวงศึกษาธิการ (2558) และวิชัย วงษ์ใหญ่ (2543) เพื่อให้เข้าใจถึงขั้นตอนการออกแบบกิจกรรมเสริมหลักสูตรและองค์ประกอบของกิจกรรมเสริมหลักสูตรที่ดี

4) ศึกษากระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม กระบวนการทางเทคโนโลยี และการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) และอภิสิทธิ์ ชงไชย และคณะ (2556) เพื่อสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่เหมาะสม และนำมากำหนดเป็นขั้นตอนในกระบวนการจัดกิจกรรมของชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตร

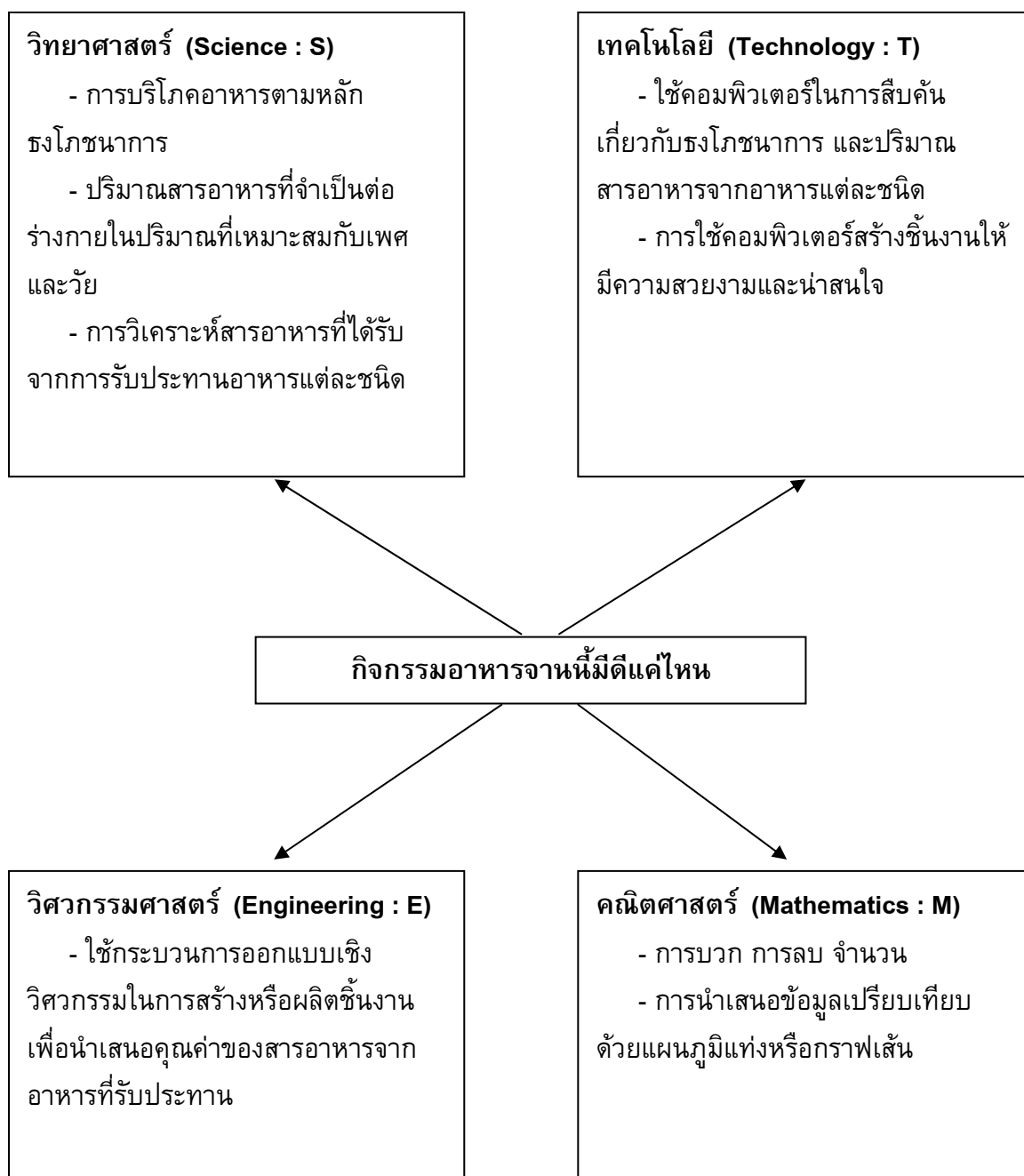
1.2 ดำเนินการออกแบบกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาตามที่ได้กำหนดไว้ในเบื้องต้น โดยนำตัวชี้วัดจากวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และวิชา เทคโนโลยี มาบูรณาการอย่างเหมาะสม และดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยมีผังมโนทัศน์ของแต่ละกิจกรรม ดังนี้



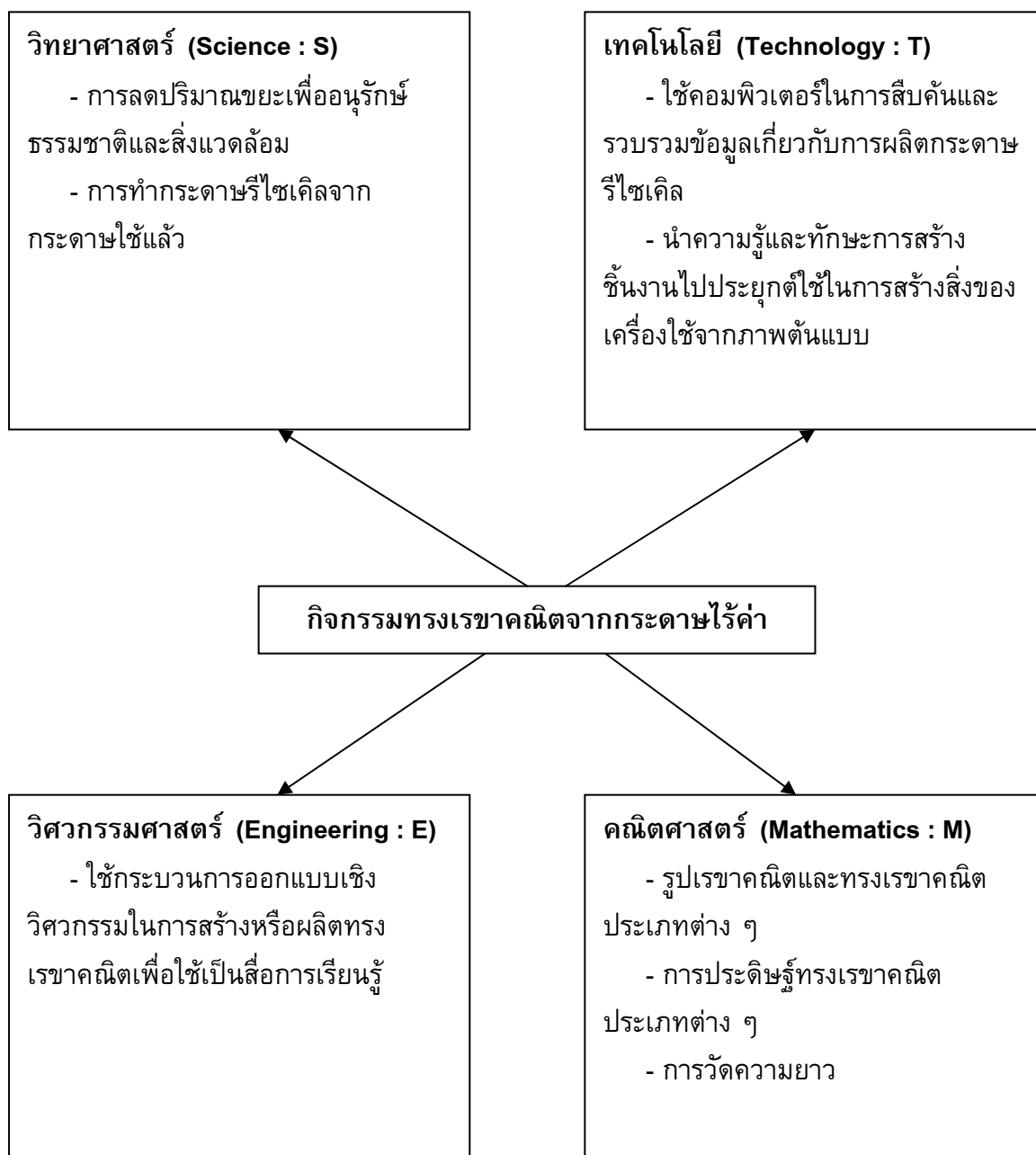
ภาพประกอบ 2 ผังมโนทัศน์กิจกรรมสะเต็มศึกษา พลอดแมลงวันพลอดโรค



ภาพประกอบ 3 ผังมโนทัศน์กิจกรรมสะเต็มศึกษา ระยะกลางสร้างรายได้



ภาพประกอบ 4 ผังมโนทัศน์กิจกรรมสะเต็มศึกษา อาหารจานนี้มีดีแค่ไหน



ภาพประกอบ 5 ผังมโนทัศน์กิจกรรมสะเต็มศึกษา ทรงเรขาคณิตจากกระดาษรีไซเคิล

1.3 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อใช้ประกอบการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ดำเนินขั้นตอนตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

- 1.3.1 ระบุปัญหา (Identify a Challenge)
- 1.3.2 ค้นคว้าแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas)
- 1.3.3 ใช้นวัตกรรมและพัฒนา (Plan and Develop)
- 1.3.4 ทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate)
- 1.3.5 นำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution)

รายละเอียดของแผนการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรดังรายละเอียดในภาคผนวก (ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย)

1.4 นำแผนการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไปให้คณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโทตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม จากนั้นนำมาปรับแก้ตามคำแนะนำ ได้แก่ การระบุรายละเอียดของแต่ละสาระวิชาในผังมโนทัศน์ให้ชัดเจนและสอดคล้องกับชื่อกิจกรรม และการเรียงลำดับขั้นตอนของกิจกรรมควรให้มีความต่อเนื่องสอดคล้องกัน

1.5 นำแผนการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน (รายนามผู้เชี่ยวชาญ รายละเอียดดังภาคผนวก ก) เพื่อตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการออกแบบกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา จากนั้นนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ การปรับปรุงในขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ควรแยกกระบวนการของครูและนักเรียนให้ชัดเจน และควรเพิ่มการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามตัวชี้วัดของแต่ละสาระการเรียนรู้ที่ปรากฏ

1.6 นำแผนการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองนำร่อง (Pilot Study) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องของแผนการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านระเว จำนวน 1 ห้องเรียน ใช้เวลาในการทดลองนำร่อง 5 ชั่วโมง เพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมตลอดทั้งสื่อและแหล่งเรียนรู้

1.7 ปรับปรุงแผนการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจากปัญหาที่พบ คือ การปรับระยะเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรมในแต่ละชั้น โดยขั้นตอนที่ควรได้ระยะเวลายาวที่สุดคือ ขั้นตอนการทดสอบและประเมินผล จากนั้นจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลอง

1.8 การออกแบบกิจกรรมเสริมหลักสูตรสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยพัฒนาจากแผนการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรในชั่วโมงลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้ ของโครงการศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียม โรงเรียนวังไกลกังวล (มูลนิธิการศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียม. 2559) ซึ่งคัดเลือกจากกิจกรรมที่พัฒนาการเรียนรู้ในด้านภาษา คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โดยใช้ระยะเวลาในการจัดกิจกรรม 20 ชั่วโมง เช่นเดียวกับกับกลุ่มทดลอง ซึ่งมีรายละเอียดของกิจกรรมดังนี้

ตาราง 1 กิจกรรมเสริมหลักสูตรสำหรับกลุ่มควบคุม

กลุ่มสาระ/วิชา	กิจกรรมเสริมหลักสูตร	เวลา (ชั่วโมง)
ภาษาไทย	อ่านจับใจความสำคัญ	1
	สำนวนชวนคิด	1
	ดูข่าวเหตุการณ์ประจำวัน	1
	ปริศนาคำทาย	1
	เรื่องจากจินตนาการ	1
	การพูดโน้มน้าว	1
	ปริศนาอักษรไขว้	1
คณิตศาสตร์	บิงโกการบวกจำนวนนับ	1
	บิงโกการลบจำนวนนับ	1
	บิงโกการคูณจำนวนนับ	1
	บิงโกการหารจำนวนนับ	1
	บิงโกการบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับ	1
	เขียนคณิตคิดสนุก	1
	สนุกกับจำนวน	1
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	การตัดแยกขยะ	1
	การประดิษฐ์ของเล่นจากเศษวัสดุ	1
	ประโยชน์จากการใช้ไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน	1
	การเลือกซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดไฟเบอร์ 5	1
	การใช้อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ	1
	สารเคมีในชีวิตประจำวัน	1

2. แบบวัดการรู้เท่าทัน (Literacy) ผู้วิจัยใช้แนวคิดของการวัดการรู้เท่าทันตามกรอบการประเมินนักเรียนตามโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment : PISA) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2557: 1-5) แต่มีการปรับมิติของเนื้อหาให้เหมาะสมกับระดับของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยยึดตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551) มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

2.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดการรู้เท่าทัน ทั้ง 3 ด้าน เพื่อกำหนดองค์ประกอบของแบบวัดและสร้างแบบวัดตามที่กำหนด (รายละเอียดของแบบวัดการรู้เท่าทันทั้ง 3 ด้าน ดังภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย) ดังนี้

2.1.1 การรู้เท่าทันด้านการอ่าน (Reading Literacy) เป็นแบบวัดความสามารถที่จะทำความเข้าใจกับสิ่งที่ได้อ่าน สามารถนำไปใช้ สะท้อนออกมาเป็นความคิดของตนเอง และมีความรักความผูกพันกับการอ่านเพื่อพัฒนาความรู้ ศักยภาพ และการมีส่วนร่วมในสังคม โดยแบบวัดประกอบด้วย 3 สมรรถนะหลัก ได้แก่

1) การเข้าถึงและค้นคืนสาระ (Access and Retrieve) คือ รู้ขอบเขตของข้อมูลว่าข้อมูลที่เราต้องการอยู่ตำแหน่งใด และจำแนกความเหมือนและความต่างของข้อมูล

2) การบูรณาการและตีความ (Integrate and Interpret) ได้แก่ แสดงความเข้าใจโดยระบุใจความสำคัญหรือจุดประสงค์ของเนื้อเรื่อง เชื่อมโยงส่วนต่าง ๆ ของข้อมูลที่หลากหลายเพื่อทำให้เกิดความเข้าใจในเรื่องที่อ่าน และตีความเนื้อเรื่องเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจในสิ่งที่อ่านได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

3) การสะท้อนและประเมิน (Reflect and Evaluate) ได้แก่ วิเคราะห์เนื้อเรื่องรูปแบบ และวิธีการเขียนของเนื้อเรื่องที่อ่าน และประเมิน แสดงความคิดเห็นและให้ข้อโต้แย้งจากมุมมองของตนเองได้

2.1.2 การรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์ (Mathematic Literacy) เป็นการวัดความสามารถในการคิด ใช้ และตีความคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย รวมถึงการให้เหตุผลอย่างเป็นคณิตศาสตร์ ใช้แนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการอธิบาย และทำนาย ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ประกอบด้วย 3 สมรรถนะหลัก ดังนี้

1) การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ (Formulating Situations Mathematically) ได้แก่ ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง ทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่าย เพื่อทำให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น และแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปแบบของคณิตศาสตร์

2) การใช้หลักการ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา (Employing Mathematical Concept, Factor, Procedures and Reasoning) ได้แก่ คิดและนำกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องหรือเหมาะสม และนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในการเรียนรู้

3) การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ (Interpreting, Applying and Evaluating Mathematical Outcomes) ได้แก่ ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริง ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิตจริง และอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหา

2.1.3 การรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไตร่ตรอง ประกอบด้วย 3 สมรรถนะหลัก ดังนี้

1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) ได้แก่ ดึงความรู้วิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล และอธิบายถึงศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) ได้แก่ ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ บอกได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้

3) การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) ได้แก่ วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หลักฐานจากแหล่งที่มาอย่างหลากหลาย

2.2 นำแบบวัดที่สร้างขึ้นนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในเบื้องต้น และทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ได้แก่ การปรับปรุงรูปภาพและถ้อยความที่ใช้ประกอบควรให้มีความชัดเจน การใช้สถานการณ์ปัญหาที่ตั้งเป็นคำถามควรให้สอดคล้องกับบริบทในชีวิตจริงของนักเรียน

2.3 นำแบบวัดการรู้เท่าทันทั้ง 3 ด้าน ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน (ชุดเดียวกับที่ตรวจแผนการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรตามแนวสะเต็มศึกษา) เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง แล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งผลปรากฏผลดังนี้

2.3.1 แบบวัดการรู้เท่าทันด้านการอ่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.80-1.00

2.3.2 แบบวัดการรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.80-1.00

2.3.3 แบบวัดการรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.80-1.00

2.4 ปรับปรุงแบบวัดการรู้เท่าทันตามข้อเสนอแนะอื่น ๆ ของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ การปรับข้อคำถามในแบบวัดการรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ ให้มีข้อคำถามที่สะท้อนสมรรถนะที่ต้องการวัดในสัดส่วนที่เหมาะสมมากขึ้น การปรับถ้อยความภาพศิลป์ (Infographic) ให้มีความชัดเจนมากขึ้น และการเขียนเกณฑ์การให้คะแนนในส่วนของข้อคำถามอัตนัยให้ชัดเจน จากนั้นนำ

แบบวัดทั้ง 3 ฉบับ ไปทดลองใช้ร่วมกับแผนการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรในช่วงทดลองนำร่อง (Pilot Study)

2.5 การหาคุณภาพของแบบวัดการรู้เท่าทัน ดำเนินการดังนี้

2.5.1 แบบวัดที่เป็นลักษณะการตรวจคะแนนแบบปรนัย (ระบบคะแนน 0-1) นำไปวิเคราะห์หาค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (KR-20) ซึ่งแบบวัดแต่ละฉบับมีค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ดังนี้

แบบวัดการรู้เท่าทันด้านการอ่าน ข้อคำถามมีค่าความยากตั้งแต่ .36 - .67
ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .45-.78 และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเท่ากับ .83

แบบวัดการรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์ ข้อคำถามมีค่าความยากตั้งแต่ .24 - .45
ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .34-.76 และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเท่ากับ .80

แบบวัดการรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ ข้อคำถามมีค่าความยากตั้งแต่ .45 - .68
ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .30-.84 และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเท่ากับ .86

2.5.2 แบบวัดที่ลักษณะการตรวจคะแนนแบบอัตนัย (ระบบคะแนนไม่ใช่ 0-1) นำไปหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ตามแนวทางของ Whitney and Sabers (1970) ค่าคุณภาพของแบบวัดปรากฏดังนี้

แบบวัดการรู้เท่าทันด้านการอ่าน ข้อคำถามมีค่าความยากตั้งแต่ .34 - .68
ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .36-.68 และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเท่ากับ .89

แบบวัดการรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์ ข้อคำถามมีค่าความยากตั้งแต่ .24 - .43
ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .54-.68 และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเท่ากับ .84

แบบวัดการรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ ข้อคำถามมีค่าความยากตั้งแต่ .57 - .67
ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .44-.82 และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเท่ากับ .85

2.6 จากการพิจารณาคุณภาพของแบบวัดแต่ละฉบับ ปรากฏว่าข้อคำถามของแบบวัดผ่านเกณฑ์ทุกข้อ ซึ่งได้แบบวัดการรู้เท่าทันด้านการอ่าน จำนวน 19 ข้อ แบบวัดการรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 13 ข้อ และแบบวัดการรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 17 ข้อ จากนั้นพิมพ์ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

3.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และการวัดพฤติกรรม

3.2 กำหนดองค์ประกอบของการวัดการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดยยึดแนวคิดในการวัดตามกรอบการประเมินโครงการประเมินนักเรียนนานาชาติ 2015 (Organization for Economic Cooperation and Development. 2013: online) ซึ่งวัดจาก 3 องค์ประกอบ คือ

1) การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน (Establishing and Maintaining Shared Understanding) ได้แก่ รู้และเข้าใจข้อสนเทศที่สำคัญ รวมทั้งจุดแข็งและ

จุดอ่อนที่สัมพันธ์กับงานที่ตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่มต้องดำเนินการ และสื่อสารข้อเสนอเทศ ติดตาม แก้ไข และเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกันตลอดการทำภารกิจ

2) การเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา (Taking Appropriate Action to Solve the Problem) ได้แก่ เข้าใจปัญหาและรู้แนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย สื่อสารภายในกลุ่มระหว่างทำงานร่วมกันโดยใช้การอธิบาย อภิปราย การต่อรอง การให้เหตุผล และการโต้แย้ง และดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ของตน

3) การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม (Establishing and Maintaining Team Organisation) ได้แก่ เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนและเพื่อนร่วมกลุ่ม รวมทั้งเฝ้าติดตามและรักษา กฎระเบียบที่มีร่วมกัน และการสื่อสารและถ่ายทอดข้อเสนอเทศที่สำคัญ ตลอดจนปัญหาและอุปสรรค ที่เกิดขึ้นกับเพื่อนร่วมกลุ่ม

3.2 กำหนดสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการกลุ่ม จากนั้นกำหนดรายละเอียดพฤติกรรมตามองค์ประกอบที่กำหนด เพื่อให้ครูผู้สอนและครูประจำชั้น เป็นผู้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรม โดยสร้างเป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ (รายละเอียดดังภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย)

3.3 นำแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่สร้างขึ้นไปให้ คณะกรรมการควบคุมปริญาณิพันธ์ตรวจสอบความถูกต้องในเบื้องต้น จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไข ตามคำแนะนำ คือ การกำหนดพฤติกรรมบางรายการยังไม่ชัดเจนพอที่จะสังเกตได้

3.4 นำแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกันกับที่ตรวจสอบแบบวัดการรู้เท่าทัน เพื่อให้ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ผลปรากฏว่า ข้อคำถามมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ

3.5 ปรับปรุงแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือตามข้อเสนอแนะอื่น ๆ ของผู้เชี่ยวชาญ คือ รายการที่สังเกตบางองค์ประกอบยังไม่ครอบคลุมตามนิยามเชิงปฏิบัติการ จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเดียวกับที่ทดลองเครื่องมืออื่น ๆ เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น โดยผู้วิจัยสังเกตเพียงคนเดียว

3.6 นำแบบสังเกตมาตรวจให้คะแนนเพื่อหาค่าอำนาจจำแนก (Item Total Correlation) และค่าความเชื่อมั่น (α -Coefficient) ผลปรากฏว่า ข้อคำถามมีค่าอำนาจจำแนก รายข้อตั้งแต่ .332-.857 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ .84

3.7 นำไปจัดพิมพ์เป็นแบบแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ฉบับสมบูรณ์

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ผู้วิจัยมีการวัดตัวแปร จำนวน 3 ครั้ง ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม คือ ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง และระยะติดตามผล ดังนี้

ตาราง 2 แบบแผนการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	วัดก่อน	ตัวแปรจัดกระทำ	วัดหลัง	ระยะติดตามผล
กลุ่มทดลอง (E)	Y1	X	Y2	Y3
กลุ่มควบคุม (C)	Y1	-	Y2	Y3

จากแผนภาพ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองดังนี้

1. ระยะก่อนการทดลอง ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลทุกตัวแปรกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ประกอบด้วย การรู้เท่าทัน 3 ด้าน คือ ด้านการอ่าน ด้านคณิตศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

2. ระยะทดลอง เป็นระยะที่ผู้วิจัยดำเนินการทดลองจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับกลุ่มทดลอง ใช้ระยะเวลา 20 ชั่วโมง

3. ระยะหลังทดลอง เป็นระยะที่ยุติการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรกับกลุ่มทดลอง และเก็บข้อมูลตัวแปรผลการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ดังนี้

3.1 วัดตัวแปรหลังจากการทดลองสิ้นสุดลงทันที

3.2 วัดตัวแปรหลังจากการทดลองสิ้นสุดลงมาแล้วไม่น้อยกว่า 1 เดือน

การดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล โดยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนเตรียมการ และขั้นตอนการทดลอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเตรียมการ ผู้วิจัยมีการดำเนินการ ดังนี้

1. ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและหาคุณภาพ ทั้งเครื่องมือสำหรับการทดลอง คือ แผนการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และเครื่องมือสำหรับวัดตัวแปรผลการทดลอง ได้แก่ 1) แบบวัดการรู้เท่าทัน ประกอบด้วย ด้านการอ่าน (Reading Literacy) ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematic Literacy) และด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) และ 2) แบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (Collaborative Problem Solving Behavior) จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการขออนุญาตโรงเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองนำร่อง (Pilot Study) และโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย เพื่อขอดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ผู้วิจัยประชุมปฏิบัติการเพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรในกลุ่มควบคุม ให้กับครูประจำชั้นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง คือ โรงเรียนบ้านนาจาน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3 โดยในการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือผู้วิจัยพิจารณาคัดเลือกครูประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 เป็นผู้ร่วมสังเกต เนื่องจากมีบทบาทเป็นหัวหน้างานวิชาการของโรงเรียน และมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลผู้เรียนเป็นอย่างดี

3. ฝึกการสังเกตพฤติกรรมของครูผู้ร่วมวิจัยและผู้วิจัยจนให้มีความสอดคล้องกัน (Inter-rater Reliability) เพื่อให้ครูผู้สอนสามารถสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในระหว่างจัดกิจกรรม และเป็นการสังเกตเพื่อประเมินผลจากแบบสังเกตพฤติกรรมได้สอดคล้องกัน ดังนี้

3.1 ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมวิจัยดูวีดิทัศน์การจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง รถของเล่นไฟฟ้า โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากอินเทอร์เน็ต (<https://www.youtube.com/watch?v=puquyxIAYTs>)

3.2 ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมวิจัยประเมินพฤติกรรมแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน (เลือกเพียงคนเดียว) จากวีดิทัศน์ที่ได้ดู ตามแบบสังเกต

3.3 ตรวจสอบให้คะแนนแบบสังเกตของผู้สังเกตทั้งสองคน จากนั้นนำไปหาค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนจากผู้ประเมินทั้งสองคน ซึ่งได้ค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .82

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการทดลอง ผู้วิจัยมีการดำเนินการดังนี้

1. ดำเนินการวัดตัวแปรก่อนการทดลอง ได้แก่ การรู้เท่าทันด้านการอ่าน ด้านคณิตศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมแก้ปัญหาแบบร่วมมือ จากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ระหว่างวันที่ 1-2 กันยายน 2559 จำนวน 2 วัน วันแรกเป็นการทดสอบวัดการรู้เท่าทันทั้ง 3 ด้าน และวันที่สองเป็นการสังเกตพฤติกรรมแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

2. จัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มตามที่วางแผนไว้ (รายละเอียดดังตาราง 3) ดังนี้

กลุ่มทดลอง จัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีทั้งหมด 4 กิจกรรม ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมละ 5 ชั่วโมง รวมใช้เวลาทั้งหมด 20 ชั่วโมง

กลุ่มควบคุม จัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรที่พัฒนามาจากกิจกรรมลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้ของโรงเรียนวังไกลกังวล โดยคัดเลือกมา 20 กิจกรรม ซึ่งเป็นกิจกรรมในลักษณะของหมวดสร้างเสริมสมรรถนะและการเรียนรู้เช่นเดียวกัน ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมครั้งละ 1 ชั่วโมง รวมเวลาทั้งหมด 20 ชั่วโมง

3. หลังจากจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรครบตามกำหนด ผู้วิจัยดำเนินการวัดตัวแปรผลการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มทันที ระหว่างวันที่ 6-7 ตุลาคม 2559 ใช้ระยะเวลา 2 วัน เช่นเดียวกับก่อนการทดลอง

4. ดำเนินการวัดตัวแปรผลการทดลองอีกครั้ง เพื่อเป็นข้อมูลระยะติดตามผล ระหว่างวันที่ 21-22 พฤศจิกายน 2559 ใช้ระยะเวลา 2 วัน

รายละเอียดของการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรให้กับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนี้

ตาราง 3 รายละเอียดการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร

กลุ่มควบคุม			กลุ่มทดลอง		
ครั้งที่	วันที่	กิจกรรม	ครั้งที่	วันที่	กิจกรรม
1	5 ก.ย. 2559	อ่านจับใจความสำคัญ	1	5 ก.ย. 2559	ปลอดแมลงวันปลอดโรค (1)
2	6 ก.ย. 2559	สำนวนชวนคิด	2	6 ก.ย. 2559	ปลอดแมลงวันปลอดโรค (2)
3	7 ก.ย. 2559	ดูข่าวเหตุการณ์ประจำวัน	3	7 ก.ย. 2559	ปลอดแมลงวันปลอดโรค (3)
4	8 ก.ย. 2559	ปริศนาคำทาย	4	8 ก.ย. 2559	ปลอดแมลงวันปลอดโรค (4)
5	9 ก.ย. 2559	เรื่องจากจินตนาการ	5	9 ก.ย. 2559	ปลอดแมลงวันปลอดโรค (5)
6	12 ก.ย. 2559	การพูดโน้มน้าว	6	12 ก.ย. 2559	ชยะกลายร่างสร้างรายได้ (1)
7	13 ก.ย. 2559	ปริศนาอักษรไขว้	7	13 ก.ย. 2559	ชยะกลายร่างสร้างรายได้ (2)
8	14 ก.ย. 2559	บิงโกการบวกลบจำนวนนับ	8	14 ก.ย. 2559	ชยะกลายร่างสร้างรายได้ (3)
9	15 ก.ย. 2559	บิงโกการลบจำนวนนับ	9	15 ก.ย. 2559	ชยะกลายร่างสร้างรายได้ (4)
10	16 ก.ย. 2559	บิงโกการคูณจำนวนนับ	10	16 ก.ย. 2559	ชยะกลายร่างสร้างรายได้ (5)
11	19 ก.ย. 2559	บิงโกการหารจำนวนนับ	11	19 ก.ย. 2559	อาหารจานนี้มีดีแค่ไหน (1)
12	20 ก.ย. 2559	บิงโกการบวก ลบ คูณ หาร จำนวนนับ	12	20 ก.ย. 2559	อาหารจานนี้มีดีแค่ไหน (2)
13	21 ก.ย. 2559	เขียนคณิตคิดสนุก	13	21 ก.ย. 2559	อาหารจานนี้มีดีแค่ไหน (3)
14	22 ก.ย. 2559	สนุกกับจำนวน	14	22 ก.ย. 2559	อาหารจานนี้มีดีแค่ไหน (4)
15	23 ก.ย. 2559	การคัดแยกขยะ	15	23 ก.ย. 2559	อาหารจานนี้มีดีแค่ไหน (5)
16	26 ก.ย. 2559	การประดิษฐ์ของเล่นจากเศษ วัสดุ	16	26 ก.ย. 2559	ทรงเรขาคณิตจากกระดาษ รีไซเคิล (1)
17	27 ก.ย. 2559	ประโยชน์จากการใช้ไฟฟ้าใน ชีวิตประจำวัน	17	27 ก.ย. 2559	ทรงเรขาคณิตจากกระดาษ รีไซเคิล (2)
18	28 ก.ย. 2559	การเลือกซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้า ประหยัดไฟเบอร์ 5	18	28 ก.ย. 2559	ทรงเรขาคณิตจากกระดาษ รีไซเคิล (3)
19	29 ก.ย. 2559	การใช้อุปกรณ์และ เครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างมี ประสิทธิภาพ	19	29 ก.ย. 2559	ทรงเรขาคณิตจากกระดาษ รีไซเคิล (4)
20	30 ก.ย. 2559	สารเคมีในชีวิตประจำวัน	20	30 ก.ย. 2559	ทรงเรขาคณิตจากกระดาษ รีไซเคิล (5)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การวิเคราะห์ลักษณะและข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติพรรณนา (Description Statistics) ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. การวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน ดังนี้

2.1 สมมติฐานข้อที่ 1 เปรียบเทียบตัวแปรผลการทดลองหลังการทดลองสิ้นสุดระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุคูณ (MANCOVA) โดยมีตัวแปรผลการทดลอง คือ การรู้เท่าทัน (Literacy) แยกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านภาษา ด้านคณิตศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (Collaborative Problem Solving Behavior) ตัวแปรจัดกระทำ คือ รูปแบบการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร แบ่งเป็น 2 กลุ่ม และตัวแปรร่วม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์

2.2 สมมติฐานข้อที่ 2 เปรียบเทียบตัวแปรผลการทดลองระหว่างหลังการทดลองสิ้นสุดกับระยะติดตามผล ทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated Measures)

2.3 สมมติฐานข้อที่ 3 เปรียบเทียบตัวแปรผลการทดลองในระยะติดตามผลระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งมีการขจัดอิทธิพลอันเนื่องมาจากตัวแปรร่วม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุคูณ (MANCOVA)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อการรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีการจัดอิทธิพลของตัวแปรร่วมที่อาจส่งผลต่อตัวแปรผลการทดลอง ซึ่งผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานของการวิจัยไว้ดังนี้

1. หลังการทดลองนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีการรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือสูงกว่ากลุ่มควบคุม
2. การรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนกลุ่มทดลอง ในระยะติดตามผลไม่แตกต่างไปจากหลังการทดลอง
3. ในระยะติดตามผลนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีการรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือสูงกว่ากลุ่มควบคุม

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

\bar{X}	แทน ค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
F	แทน ค่าสถิติ F ที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายตัวแปร
t	แทน ค่าสถิติ t ที่ได้จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย
p	แทน ค่าที่น้อยที่สุดของระดับนัยสำคัญ ที่ทำให้ปฏิเสธสมมติฐาน H_0
n	แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านนาจาน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3 จำนวน 45 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 23 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 22 คน ผลการวัดตัวแปรของกลุ่มตัวอย่างมีค่าสถิติพื้นฐานดังแสดงในตาราง

ตาราง 4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรผลการทดลอง

ตัวแปรตาม	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
การรู้เท่าทันด้านการอ่าน				
(ช่วงคะแนน = 9-28)				
กลุ่มทดลอง (n = 23)	18.96	3.46	24.39	3.00
กลุ่มควบคุม (n = 22)	19.09	3.24	21.91	3.02
การรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์				
(ช่วงคะแนน = 7-27)				
กลุ่มทดลอง (n = 23)	14.22	3.88	22.43	3.26
กลุ่มควบคุม (n = 22)	15.18	2.67	20.14	2.44
การรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์				
(ช่วงคะแนน = 7-27)				
กลุ่มทดลอง (n = 23)	16.26	3.88	23.30	2.27
กลุ่มควบคุม (n = 22)	14.14	2.98	19.32	2.66
พฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ				
(ช่วงคะแนน = 2.00-3.98)				
กลุ่มทดลอง (n = 23)	2.48	0.30	3.37	0.28
กลุ่มควบคุม (n = 22)	2.40	0.21	3.03	0.24

จากตาราง 4 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตาม ได้แก่ การรู้เท่าทันด้านภาษา การรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์ การรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ จำแนกตามกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยภาพรวมสรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการทดลองมีทั้งค่าเฉลี่ยกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มควบคุมสูงกว่ากลุ่มทดลอง ที่สูงกว่า ได้แก่ การรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ส่วนค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการทดลองนั้นกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมทุกตัวแปรตาม

ตาราง 5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรพร้อม

ตัวแปรพร้อม	\bar{X}	S.D.
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย ปีการศึกษา 2558		
(ช่วงคะแนน = 68-92)		
กลุ่มทดลอง (n = 23)	81.43	6.38
กลุ่มควบคุม (n = 22)	79.36	4.69
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2558		
(ช่วงคะแนน = 63-95)		
กลุ่มทดลอง (n = 23)	81.70	6.16
กลุ่มควบคุม (n = 22)	81.27	7.23
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2558		
(ช่วงคะแนน = 68-88)		
กลุ่มทดลอง (n = 23)	80.30	5.50
กลุ่มควบคุม (n = 22)	78.55	4.79

จากตาราง 5 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรพร้อม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย วิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์ ของปีการศึกษา 2558 ซึ่งพิจารณาในภาพรวมแล้วพบว่า ทั้งสามตัวแปรนั้นค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมเล็กน้อย

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

2.1 การเปรียบเทียบการรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ หลังการทดลองของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุคูณ (MANCOVA) เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1

ผู้วิจัยได้การเปรียบเทียบตัวแปรผลการทดลองหลังการทดลองสิ้นสุดลง (Posttest) ได้แก่ การรู้เท่าทันด้านการอ่าน การรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์ การรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยมีการจัดอิทธิพลของตัวแปรที่อาจส่งผลต่อตัวแปรผลการทดลองออกไป ตามลำดับดังนี้

2.2.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุคูณทางเดียว (One way MANCOVA) ของตัวแปรผลการทดลองหลังการทดลอง โดยใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปีการศึกษา 2558 ในรายวิชาภาษาไทย คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ เป็นตัวแปรพร้อม ปรากฏผลดังแสดงในตาราง

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุคูณทางเดียว เพื่อทดสอบความแตกต่างของ ตัวแปรผลการทดลองหลังการทดลอง (Posttest) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยขจัดอิทธิพลของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปีการศึกษา 2558

แหล่งความแปรปรวน	Wilk's lambda	F	p
ตัวแปรร่วม			
ผลสัมฤทธิ์วิชาภาษาไทย	.879	1.275	.297
ผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์	.957	.416	.796
ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์	.994	.059	.993
กลุ่มการทดลอง	.409	13.393	<.001

จากตาราง 6 พบว่า เมื่อใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปีการศึกษา 2558 เป็นตัวแปรร่วมในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุคูณนั้น ตัวแปรร่วมรวมทั้ง 3 ตัว ส่งผลต่อตัวแปรผลการทดลองอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > .05$) จึงไม่ควรนำมาวิเคราะห์เป็นตัวแปรร่วม

2.1.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุคูณทางเดียว (One way MANCOVA) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุคูณแบบสองทาง (Two way MANCOVA) ของตัวแปรผลการทดลองหลังการทดลอง (Posttest) โดยใช้คะแนนการวัดตัวแปรก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม ปรากฏผลดังแสดงในตาราง

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุคูณทางเดียว เพื่อทดสอบความแตกต่างของ ตัวแปรผลการทดลองหลังการทดลอง (Posttest) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยขจัดอิทธิพลของคะแนนจากการวัดก่อนการทดลอง

แหล่งความแปรปรวน	Wilk's lambda	F	p
ตัวแปรร่วม (คะแนนวัดก่อนการทดลอง)			
การรู้เท่าทันด้านการอ่าน	.328	18.443	<.001
การรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์	.807	2.153	.094
การรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์	.339	17.563	<.001
พฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ	.646	4.932	.003
กลุ่มการทดลอง	.262	25.308	<.001

จากตาราง 7 พบว่า เมื่อใช้คะแนนวัดก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วมในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุคูณนั้น ตัวแปรการรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์ ส่งผลต่อตัวแปรผลการทดลองอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > .05$) จึงไม่ควรนำมาวิเคราะห์เป็นตัวแปรร่วม ส่วนตัวแปรที่เหลือ คือ การรู้เท่าทันด้านการอ่าน การรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ส่งผลต่อตัวแปรผลการทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .05$) มีความเหมาะสมที่จะนำมาวิเคราะห์เป็นตัวแปรร่วม

แต่เมื่อพิจารณาตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุคูณพบว่า ตัวแปรการรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง ฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับความเท่าเทียมกันของเมตริกความแปรปรวนร่วม (Wilks' Lambda = .739, $F = 3.005$, $p < .05$) จึงนำตัวแปรดังกล่าวไปใช้เป็นตัวแปรแบ่งกลุ่มแทน และวิเคราะห์ข้อมูลอีกครั้งโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมสองทาง (Two way MANCOVA) ดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุคูณสองทาง เพื่อทดสอบความแตกต่างของตัวแปรผลการทดลองหลังการทดลอง (Posttest) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยขจัดอิทธิพลของคะแนนจากการวัดก่อนการทดลอง

แหล่งความแปรปรวน	Wilks' lambda	F	p
ตัวแปรร่วม (คะแนนวัดก่อนการทดลอง)			
การรู้เท่าทันด้านการอ่าน	.335	17.848	<.001
พฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ	.626	5.383	<.001
กลุ่มการทดลอง	.255	26.362	<.001
กลุ่มการทดลอง x กลุ่ม Pre-Science*	.837	1.754	.160

*กลุ่ม Pre-Science หมายถึง การจัดกลุ่มคะแนนวัดการรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน

จากตาราง 8 พบว่า ปฏิสัมพันธ์ของกลุ่มการทดลองและกลุ่มการรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน (กลุ่มการทดลอง x กลุ่ม Pre-Science) ร่วมกันส่งผลต่อตัวแปรผลการทดลองอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > .05$) ดังนั้นจึงดูที่อิทธิพลหลักของกลุ่มการทดลองหลังจากขจัดอิทธิพลของตัวแปรร่วมแล้ว คือ การรู้เท่าทันด้านการอ่านก่อนการทดลอง และพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือก่อนการทดลอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าส่งผลต่อตัวแปรผลการทดลองอย่างมีนัยสำคัญ (Wilks' Lambda = .255, $F = 26.362$, $p < .001$) หมายความว่า ตัวแปรผลการทดลองหลังการทดลอง (Posttest) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอย่างน้อยหนึ่งคู่มีความแตกต่างกัน

ผู้วิจัยจึงดำเนินการทดสอบภายหลัง (Post Hoc Analysis) ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมมีละตัวแปร ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมที่ละตัวแปร เพื่อทดสอบความแตกต่างของตัวแปรผลการทดลองหลังการทดลอง (Posttest) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตัวแปรผลหลังการทดลอง	ผล	SS	df	MS	F	p
การรู้เท่าทันด้านการอ่าน	กลุ่มการทดลอง	54.349	1	54.349	25.348	<.001
	ความคลาดเคลื่อน	83.619	39	2.144		
การรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์	กลุ่มการทดลอง	35.741	1	35.741	7.436	.010
	ความคลาดเคลื่อน	187.465	39	4.807		
การรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์	กลุ่มการทดลอง	98.130	1	98.130	29.703	<.001
	ความคลาดเคลื่อน	128.846	39	3.304		
พฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ	กลุ่มการทดลอง	2.506	1	2.506	78.457	<.001
	ความคลาดเคลื่อน	1.246	39	.032		

จากตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมที่ละตัวแปรเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการรู้เท่าทันด้านภาษา การรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์ การรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือหลังการทดลอง (Posttest) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกตัวแปร ($p < .01$)

ตาราง 10 ค่าเฉลี่ยของตัวแปรผลการทดลองหลังการทดลอง (Posttest) ที่ถูกปรับด้วยคะแนนการรู้เท่าทันด้านภาษา ก่อนเรียน และพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือก่อนเรียนแล้ว

ตัวแปรผลหลังการทดลอง (Posttest)	กลุ่ม	n	\bar{X}	S.D.
การรู้เท่าทันด้านการอ่าน	ทดลอง	23	24.32	.33
	ควบคุม	22	22.00	.32
การรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์	ทดลอง	23	22.11	.49
	ควบคุม	22	20.23	.48
การรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์	ทดลอง	23	22.85	.40
	ควบคุม	22	19.73	.40
พฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ	ทดลอง	23	3.37	.04
	ควบคุม	22	2.87	.04

จากตาราง 10 เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยที่ปรับตัวแปรร่วมแล้ว คือ การรู้เท่าทันด้านภาษาก่อนเรียน และพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมทุกตัวแปรผลการทดลอง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า หลังการทดลองกลุ่มทดลองมีคะแนนการรู้เท่าทันด้านภาษา การรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์ การรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 การเปรียบเทียบการรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

ระหว่างหลังการทดลองและระยะติดตามผล ทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated Measures) เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2

การวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 เพื่อดูว่าตัวแปรผลการทดลองมีความคงทนหรือไม่ทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ โดยให้กลุ่มการทดลองเป็นอิทธิพลหลักที่เกิดขึ้นระหว่างกลุ่ม (Between Subject Main Effect) และคะแนนของตัวแปรผลการทดลองที่วัดซ้ำตั้งแต่สิ้นสุดการทดลอง เป็นอิทธิพลหลักที่เกิดขึ้นภายในกลุ่ม (Within Subject Main Effect) ดังแสดงในตาราง 11

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ เพื่อทดสอบผลของกลุ่มการทดลอง การวัดซ้ำ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มการทดลองกับการวัดซ้ำ ที่ส่งผลต่อตัวแปรผลการทดลองที่วัดหลังการทดลองและในระยะติดตามผล

ตัวแปร	ผล	SS	df	MS	F	p
การรู้เท่าทันด้าน การอ่าน	การวัดซ้ำ x กลุ่มทดลอง	.233	1	.233	.269	.607
	การวัดซ้ำ	3.966	1	3.966	4.578	.038
	ความคลาดเคลื่อน	37.256	43	.866		
	กลุ่มทดลอง	127.433	1	127.433	9.821	.003
การรู้เท่าทันด้าน คณิตศาสตร์	การวัดซ้ำ x กลุ่มทดลอง	7.336	1	7.336	8.415	.006
	การวัดซ้ำ	11.069	1	11.069	12.698	.001
	ความคลาดเคลื่อน	37.486	43	.872		
	กลุ่มทดลอง	196.576	1	196.576	11.287	.002
	ความคลาดเคลื่อน	748.913	43	17.417		

ตาราง 11 (ต่อ)

ตัวแปร	ผล	SS	df	MS	F	p
การรู้เท่าทันด้าน วิทยาศาสตร์	การวัดซ้ำ x กลุ่มทดลอง	4.213	1	4.213	3.331	.005
	การวัดซ้ำ	5.102	1	5.102	4.033	.051
	ความคลาดเคลื่อน	54.387	43	1.265		
	กลุ่มทดลอง	439.148	1	439.148	43.211	<.001
	ความคลาดเคลื่อน	437.008	43	10.163		
พฤติกรรมกำบังปัญหา แบบร่วมมือ	การวัดซ้ำ x กลุ่มทดลอง	.078	1	.078	32.151	<.001
	การวัดซ้ำ	.145	1	.145	59.619	<.001
	ความคลาดเคลื่อน	.104	43	.002		
	กลุ่มทดลอง	7.891	1	7.891	52.347	<.001
	ความคลาดเคลื่อน	6.482	43	.151		

จากตาราง 11 พบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างการวัดซ้ำกับกลุ่มการทดลอง ส่งผลต่อตัวแปร การรู้เท่าทันด้านการอ่านอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($F = .269, p = .607$) แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงของ คะแนนที่วัดหลังการทดลองและระยะติดตามผล ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

ส่วนตัวแปรการรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์ การรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรม กำบังปัญหาแบบร่วมมือ พบว่าได้รับอิทธิพลจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างการวัดซ้ำกับกลุ่มการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) จึงพิจารณาเปรียบเทียบรายคู่ (Pairwise Comparisons) ได้ผล ดังตาราง 12

ตาราง 12 ผลการทดสอบรายคู่ (Pairwise Comparisons) ของการวัดซ้ำในแต่ละกลุ่มการทดลอง

ตัวแปร	กลุ่มการ ทดลอง	ผลต่างค่าเฉลี่ย (หลังทดลอง-ติดตาม)	ความคลาดเคลื่อน มาตรฐาน	p
การรู้เท่าทัน ด้านคณิตศาสตร์	ทดลอง	1.300	.275	.638
	ควบคุม	1.273	.282	<.001
การรู้เท่าทัน ด้านวิทยาศาสตร์	ทดลอง	.043	.332	.896
	ควบคุม	.909	.339	.010
พฤติกรรมกำบังปัญหา แบบร่วมมือ	ทดลอง	.021	.015	.150
	ควบคุม	.139	.015	<.001

จากตาราง 12 พบว่า การเปลี่ยนแปลงของการวัดซ้ำในกลุ่มทดลอง ทั้งตัวแปรการรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์ การรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = .638, .896$ และ $.150$ ตามลำดับ) ส่วนการเปลี่ยนแปลงของการวัดซ้ำในกลุ่มควบคุม ทั้งตัวแปรการรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์ การรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.01$ แสดงว่า ในกลุ่มทดลองเท่านั้นที่มีความคงของตัวแปรการรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์ การรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

2.3 การเปรียบเทียบการรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ในระยะติดตามผลของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุคูณ (MANCOVA) เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3

ผู้วิจัยได้การเปรียบเทียบตัวแปรผลการทดลองในระยะติดตามผล (Follow-up) ได้แก่ การรู้เท่าทันด้านการอ่าน การรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์ การรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยมีการจัดอิทธิพลของตัวแปรที่อาจส่งผลต่อตัวแปรผลการทดลองออกไปในลักษณะเดียวกันกับการทดสอบสมมติฐานในข้อที่ 1 และวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมสองทาง (Two way MANCOVA) ดังแสดงในตาราง 13

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุคูณสองทาง เพื่อทดสอบความแตกต่างของตัวแปรผลการทดลองในระยะติดตาม (Follow-up) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยจัดอิทธิพลของคะแนนจากการวัดก่อนการทดลอง

แหล่งความแปรปรวน	Wilks' lambda	F	p
ตัวแปรร่วม (คะแนนวัดก่อนการทดลอง)			
การรู้เท่าทันด้านการอ่าน	.555	7.818	<.001
พฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ	.623	5.449	.002
กลุ่มการทดลอง	.205	34.954	<.001
กลุ่มการทดลอง x กลุ่ม Pre-Science*	.849	1.599	.196

*กลุ่ม Pre-Science หมายถึง การจัดกลุ่มคะแนนวัดการรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน

จากตาราง 13 พบว่า ปฏิสัมพันธ์ของกลุ่มการทดลองและกลุ่มการรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน (กลุ่มการทดลอง x กลุ่ม Pre-Science) ร่วมกันส่งผลต่อตัวแปรผลการทดลองอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > .05$) ดังนั้นจึงดูที่อิทธิพลหลักของกลุ่มการทดลองหลังจากขจัดอิทธิพลของตัวแปรร่วมแล้ว คือ การรู้เท่าทันด้านการอ่านก่อนการทดลอง และพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือก่อนการทดลอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าส่งผลต่อตัวแปรผลการทดลองอย่างมีนัยสำคัญ (Wilks' Lambda = .205, $F = 34.954$, $p < .001$) หมายความว่า ตัวแปรผลการทดลองในระยะติดตามผล (Follow-up) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอย่างน้อยหนึ่งคู่มีความแตกต่างกัน

ผู้วิจัยจึงดำเนินการทดสอบภายหลัง (Post Hoc Analysis) ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมมีละตัวแปร ดังแสดงในตาราง 14

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมที่ละตัวแปร เพื่อทดสอบความแตกต่างของตัวแปรผลการทดลองในระยะติดตามผล (Follow-up) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตัวแปรผลในระยะติดตามผล	ผล	SS	df	MS	F	p
การรู้เท่าทันด้านการอ่าน	กลุ่มการทดลอง	46.075	1	46.075	30.084	<.001
	ความคลาดเคลื่อน	59.730	39	1.532		
การรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์	กลุ่มการทดลอง	86.436	1	86.436	13.501	.001
	ความคลาดเคลื่อน	249.691	39	6.402		
การรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์	กลุ่มการทดลอง	183.438	1	183.438	46.406	<.001
	ความคลาดเคลื่อน	154.162	39	3.953		
พฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ	กลุ่มการทดลอง	3.753	1	3.753	99.485	<.001
	ความคลาดเคลื่อน	1.471	39	.038		

จากตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมที่ละตัวแปรเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการรู้เท่าทันด้านภาษา การรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์ การรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในระยะติดตามผล (Follow-up) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกตัวแปร ($p < .01$)

ตาราง 15 ค่าเฉลี่ยของตัวแปรผลการทดลองในระยะติดตาม (Follow-up) ที่ถูกปรับด้วยคะแนนการรู้เท่าทันด้านภาษาก่อนเรียน และพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือก่อนเรียนแล้ว

ตัวแปรผลการทดลองในระยะติดตามผล	กลุ่ม	n	\bar{X}	S.D.
การรู้เท่าทันด้านการอ่าน	ทดลอง	23	23.80	.28
	ควบคุม	22	21.67	.27
การรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์	ทดลอง	23	21.86	.56
	ควบคุม	22	18.94	.56
การรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์	ทดลอง	23	22.91	.44
	ควบคุม	22	18.65	.44
พฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ	ทดลอง	23	3.34	.04
	ควบคุม	22	2.73	.04

จากตาราง 15 เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยที่ปรับด้วยตัวแปรร่วมแล้ว คือ การรู้เท่าทันด้านภาษาก่อนเรียน และพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมทุกตัวแปรผลการทดลอง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า หลังการทดลองกลุ่มทดลองมีคะแนนการรู้เท่าทันด้านภาษา การรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์ การรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อการรู้เท่าทัน ซึ่งแบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการอ่าน ด้านคณิตศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้สรุปสาระสำคัญโดยย่อของวิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิจัยอภิปรายผล และให้ข้อเสนอแนะดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ความมุ่งหมายของการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย 1) เพื่อเปรียบเทียบการรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือหลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 2) เพื่อเปรียบเทียบการรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือระหว่างหลังการทดลองและระยะติดตามผล ทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และ 3) เพื่อเปรียบเทียบการรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในระยะติดตามระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1/2559 จากโรงเรียนบ้านนาจาน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 45 คน ซึ่งได้รับการสุ่มเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอย่างละ 1 ห้องเรียน กลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบปกติ

ผู้วิจัยพัฒนากิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 4 กิจกรรม เพื่อใช้จัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรในชั่วโมงลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) แบบวัดการรู้เท่าทัน ซึ่งแบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ แบบวัดการรู้เท่าทันด้านภาษา ด้านคณิตศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ และ 2) แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ก่อนเริ่มทำการทดลองผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มทำแบบวัดทั้ง 3 ฉบับ และสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดยการสังเกตพฤติกรรมให้ผู้สังเกต 2 คน และได้รับการฝึกฝนให้สามารถสังเกตได้สอดคล้องกัน จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรด้วยตนเองกับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมกลุ่มละ 20 ชั่วโมง หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบถ้วนตามที่กำหนดแล้ว ภายในสัปดาห์แรกทำการทดลองสิ้นสุดลง ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มทำแบบวัดทั้ง 3 ฉบับ และสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออีก

ครั้งหนึ่ง และเมื่อเวลาผ่านไปแล้วระยะหนึ่ง ผู้วิจัยได้ติดตามวัดตัวแปรทั้งหมดอีกครั้ง เพื่อเป็นการศึกษาความคงทนของตัวแปรที่เกิดจากผลการทดลอง แล้วจึงนำคะแนนมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป โดยได้ตั้งสมมติฐานของการวิจัยไว้ดังนี้

1. หลังการทดลองนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีการเรียนรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือสูงกว่ากลุ่มควบคุม
2. การรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนกลุ่มทดลองในระยะติดตามผลไม่แตกต่างไปจากหลังการทดลอง
3. ในระยะติดตามผลนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีการเรียนรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือสูงกว่ากลุ่มควบคุม

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัย สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบการเรียนรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือหลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่ากลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของทุกตัวแปรสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ผลการเปรียบเทียบการเรียนรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือระหว่างหลังการทดลองและระยะติดตามผลทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่าการรู้เท่าทันด้านการอ่านไม่แตกต่างกันทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ส่วนการเรียนรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์ การรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ไม่แตกต่างเฉพาะในกลุ่มทดลองเท่านั้น หมายความว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีความคงทนของตัวแปรผลการทดลองทุกตัวแปร แต่ในกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบปกติ มีความคงทนเฉพาะการเรียนรู้เท่าทันด้านการอ่านเท่านั้น
3. ผลการเปรียบเทียบการเรียนรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในระยะติดตามผลระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่ากลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของทุกตัวแปรสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยในข้างต้น ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบการเรียนรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือหลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่ากลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของทุกตัวแปรสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ตั้งไว้ ผลการวิจัยปรากฏเช่นนี้เนื่องจากกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีลักษณะของการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้

และใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยอาศัยการบูรณาการความรู้จากหลายศาสตร์เข้ามาใช้แก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของการจัดกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2557; พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. 2556; อภิสิทธิ์ ชงไชย และคณะ. 2556; Reeve. 2013; Lantz. 2009) โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองนั้นเน้นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาแนวคิดหรือค้นคว้าหาคำตอบผ่านการทดลอง รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลตนเอง เน้นการลงมือทำ (Learning by Doing) ในลักษณะของโครงการ (Project) ร่วมมือกันทำเป็นทีม (Collaborated) และทำกับปัญหาที่มีอยู่ในชีวิตจริง โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยการความสะดวก (วิจารณ์ พานิช. 2555) ซึ่งผู้วิจัยได้ประยุกต์เอาหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรม 5 ขั้นตอน มาใช้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ (อภิสิทธิ์ ชงไชย และคณะ. 2556) ซึ่งประกอบด้วย

- 1) การระบุปัญหาหรือสถานการณ์ เพื่อให้ให้นักเรียนวิเคราะห์ถึงประเด็นปัญหาหรือความต้องการรวมทั้งเงื่อนไขต่าง ๆ จากข้อมูลหรือสถานการณ์ที่กำหนด
- 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เป็นการศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการแก้ไขปัญหาตามสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด โดยวิเคราะห์ว่าจะใช้ความรู้ในเรื่องใดบ้างในการแก้ปัญหา โดยต้องสรุปเป็นองค์ความรู้ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม
- 3) วางแผนและพัฒนา เป็นการออกแบบชิ้นงานโดยระดมความคิดของสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งการออกแบบชิ้นงานจะแสดงถึงกระบวนการคิดที่เป็นลำดับขั้นตอนมาแล้ว เพื่อนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือลงมือปฏิบัติจริง
- 4) การทดสอบและประเมินผล เป็นการลงมือปฏิบัติสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาตามที่ได้ออกแบบไว้ รวมไปถึงการทดสอบประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา และมีการปรับปรุงชิ้นงานตามความจำเป็น
- 5) การนำเสนอผลลัพธ์ เป็นขั้นตอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอผลการปฏิบัติตามขั้นตอนเพื่อแก้ปัญหาตามสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด โดยมีการสะท้อนปัญหาที่เกิดขึ้นและวิธีดำเนินการแก้ไขเพื่อให้ประสบผลสำเร็จ ซึ่งเมื่อผู้เรียนได้ทำกิจกรรมในลักษณะนี้เป็นประจำ จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้ง (Deeper Learning) ซึ่งประกอบไปด้วยลักษณะที่สำคัญ 5 ประการ ได้แก่ เข้าใจเนื้อหาแกนหลักทางวิชาการได้อย่างดี (Mastering Core Content) การคิดวิเคราะห์วิจารณ์และการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน (Thinking Critically and Solving Complex Problems) การทำงานร่วมกันเป็นทีม (Working Collaboratively) การสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ (Communicating Effectively) และการเป็นผู้ริเริ่มและรับคำวิพากษ์วิจารณ์ (Self-Directed and Incorporate Feedback) (รักษพล ธานานวงษ์. 2556; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2557)

ด้วยเหตุผลและกิจกรรมกรรมกรการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ได้กล่าวถึงในข้างต้น จึงส่งผลให้การรู้เท่าทันด้านการอ่าน ด้านคณิตศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมกรแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่วัดหลังการทดลองของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ พลศักดิ์ แสงพรหมศรี (2558) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ โดยได้ทำการศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 102 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการวิจัย

ในส่วนของการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Scott (2012) ที่ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) ในโรงเรียนมัธยมของสหรัฐอเมริกา จำนวน 10 แห่ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเตรียมความพร้อมของโรงเรียนให้กับนักเรียนเกี่ยวกับการเข้าทำงานในสาขาที่เกี่ยวข้องกับ STEM และศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่สมัครใจเข้าร่วมห้องเรียน STEM เทียบกับนักเรียนระดับเดียวกันที่ไม่ได้เข้าร่วม ซึ่งผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่สมัครใจเข้าร่วมห้องเรียน STEM นั้น มีความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ดีกว่าเด็กนักเรียนที่ไม่ได้เข้าร่วมห้องเรียน STEM

นอกจากนี้ การจัดกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยออกแบบไว้ยังเน้นย้ำให้มีการสนับสนุนทางสังคมจากครูผู้สอนอย่างต่อเนื่องในทุกกระบวนการของกิจกรรม ซึ่งน่าจะเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญและส่งผลกระทบต่อความสำเร็จของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ดุจเดือน พันธุมนาวิน และอัมพร ม้าคะนอง (2552) ที่ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า การแสดงออกของครูต่อนักเรียนทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน นอกจากจะมีผลต่อความรู้สึกของนักเรียน เช่น แรงจูงใจในการเรียนและทัศนคติต่อการเรียนแล้ว ยังมีผลต่อพฤติกรรมการเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งความตั้งใจและความร่วมมือขณะที่ครูสอน การสนับสนุนทางสังคมทำให้บุคคลมีความพร้อมในการเรียนและสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยที่มีการประยุกต์ใช้การสนับสนุนทางสังคมเพื่อแก้ไขปัญหาพฤติกรรม และได้ผลอย่างเป็นรูปธรรม เช่น ทิพย์วรรณ จุลรัชนิกร (2552) ที่ได้ศึกษาผลของการใช้เทคนิคการชี้แนะทางวาจาควบคู่กับการเสริมแรงทางบวกที่มีต่อพฤติกรรมการเผชิญปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งจากนิยามของการเสริมแรงทางบวกนี้เป็นลักษณะของการสนับสนุนทางสังคมอย่างหนึ่ง ได้แก่ การเสริมแรงด้วยเบี้ยอรรถกรซึ่งเป็นกระดาษสีรูปสามเหลี่ยม ซึ่งผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการพัฒนาพฤติกรรมการเผชิญปัญหาด้วยเทคนิคการชี้แนะด้วยวาจาควบคู่กับการเสริมแรงทางบวกมีพฤติกรรมการเผชิญปัญหามากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการกิจกรรม เช่นเดียวกับงานวิจัยของ พลรพี ทูมมาพันธ์ (2554) ที่ศึกษาผลการใช้โปรแกรมการกำกับตนเองร่วมกับการสนับสนุนทางสังคมของครู ที่มีต่อพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนระดับประถมศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าความสามารถที่แท้จริง โดยการใช้การสนับสนุนทางสังคมของครูทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการกำกับตนเองร่วมกับการสนับสนุนทางสังคม มีพฤติกรรมการเรียนขณะเรียนในชั้นเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับโปรแกรมการกำกับตนเองเพียงอย่างเดียวและกลุ่มที่ไม่ได้รับโปรแกรม

2. ผลการเปรียบเทียบการรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือระหว่าง

หลังการทดลองและระยะติดตามผลทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่าการรู้เท่าทันด้านการอ่านไม่แตกต่างกันทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ส่วนการรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์ การรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ไม่แตกต่างเฉพาะในกลุ่มทดลองเท่านั้น หมายความว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความคงทนของตัวแปรผลการทดลองทุกตัวแปร แต่ในกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบปกติ มีความคงทนเฉพาะการรู้เท่าทันด้านการอ่านเท่านั้น ผลการวิจัยสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2 เพียงบางส่วน เนื่องจากผลการศึกษาความคงทน (Retention) ของตัวแปรการรู้เท่าทันด้านการอ่านในกลุ่มควบคุมก็มีความคงทนเช่นเดียวกับกลุ่มทดลอง ส่วนตัวแปรที่เหลือพบว่ามีความคงทนเฉพาะในกลุ่มทดลองเท่านั้น ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก ธรรมชาติของการเรียนรู้ด้านการอ่านหรือด้านภาษานั้น เมื่อผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้จนเข้าใจแล้วย่อมยากที่จะลืมเลือน ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางภาษาของโลแกนและโลแกน (Logan; & Logan. 1974) ที่ได้แบ่งระดับพัฒนาการของเด็กออกเป็น 7 ชั้น ได้แก่ 1) ชั้นปะปะ (Random Stage) เป็นช่วงอายุแรกเกิดถึง 6 เดือน ซึ่งเป็นระยะที่เด็กเริ่มเปล่งเสียงดัง ๆ ที่ยังไม่มีความหมาย 2) ชั้นแยกแยะ (Jargon Stage) เป็นช่วงอายุ 6 เดือน ถึง 1 ปี เด็กจะสามารถแยกแยะเสียงต่าง ๆ ที่เขาได้ยินและเด็กจะรู้สึกพอใจที่จะได้ส่งเสียง 3) ชั้นเลียนแบบ (Limitation Stage) เป็นช่วงอายุ 1 – 2 ปี ในระยะนี้เด็กจะเริ่มเลียนเสียงต่าง ๆ ที่เขาได้ยิน 4) ชั้นขยาย (The Stage of Expansion) เป็นช่วงอายุ 2-4 ปี ในระยะนี้เด็กจะหลุดพูดโดยจะเริ่มจากการหลุดเรียกชื่อ คน สัตว์ และสิ่งของที่อยู่กับตัว เริ่มเข้าใจถึงการใช้สัญลักษณ์ในการสื่อความหมาย 5) ชั้นโครงสร้าง (Structure Stage) เป็นช่วงอายุ 4-5 ปี ชั้นนี้เด็กจะเริ่มพัฒนาความสามารถในการรับรู้และการสังเกต เด็กจะเริ่มเล่นสนุกกับคำและประโยคของตนเองโดยอาศัยการผูกจากคำวลี และประโยคที่ได้ยินคนอื่น ๆ พูด เริ่มคิดกฎเกณฑ์ในการประสมคำ และหาความหมายของคำและวลี 6) ชั้นตอบสนอง (Responding Stage) เป็นช่วงอายุ 5-6 ปี ในระยะนี้ ความสามารถในการคิดและพัฒนาการทางภาษาของเด็กจะสูงขึ้น เริ่มพัฒนาภาษาไปสู่ภาษาที่เป็นแบบแผนมากขึ้น และใช้ภาษาเหล่านั้นกับสิ่งต่าง ๆ รอบตัว 7) ชั้นสร้างสรรค์ (Creative Stage) เป็นช่วงตั้งแต่อายุ 6 ปีขึ้นไป ในชั้นนี้เด็กเริ่มเข้าโรงเรียน เด็กจะเล่นสนุกกับคำ และหาวิธีสื่อความหมายด้วยตัวเลข เด็กในระยะนี้จะพัฒนาวิเคราะห์และสร้างสรรค์ทักษะในการสื่อความหมายโดยใช้ถ้อยคำ สำนวนการเปรียบเทียบและภาษาที่พูดที่เป็นนามธรรมมากขึ้น และเขาจะรู้สึกสนุกกับการแสดงความคิดเห็นโดยการพูดและการเขียน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าพัฒนาการเรียนรู้ด้านภาษาของผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นพัฒนาการที่อยู่ในขั้นสูงสุดแล้ว ดังนั้นเมื่อเด็กได้เรียนรู้ภาษาจากกิจกรรมต่าง ๆ ไม่ว่าจะมีความแตกต่างกันอย่างไร เด็กก็จะสามารถใช้ภาษาเป็นเครื่องมือในการสื่อสารอย่างสร้างสรรค์ได้อย่างสม่ำเสมอ และคงอยู่ไม่ลดน้อยถอยลงไป จึงส่งผลให้การรู้เท่าทันด้านการอ่านซึ่งเกี่ยวข้องกับพัฒนาการด้านภาษาของผู้เรียนมีความคงทน ทั้งในกลุ่มทดลองที่จัดกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษาและกลุ่มควบคุมที่จัดกิจกรรมตามปกติ

3. ผลการเปรียบเทียบการรู้เท่าทันและพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในระยะติดตามผลระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่ากลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของทุกตัวแปรสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ที่ตั้งไว้ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า แม้มีบางตัวแปร คือ การรู้เท่าทันด้านการอ่าน ที่มีความคงทนทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แต่เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการวัดตัวแปรผลการทดลองในระยะติดตามผลแล้ว จะพบว่าในกลุ่มทดลองยังมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมทุกตัวแปร ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากลักษณะของการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แบบลึกซึ้ง (Deeper Learning) ซึ่งประกอบไปด้วยลักษณะที่สำคัญ 5 ประการ ได้แก่ 1) เข้าใจเนื้อหาแกนหลักทางวิชาการได้อย่างดี 2) การคิดวิเคราะห์วิจารณ์และการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน 3) การทำงานร่วมกันเป็นทีม 4) การสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ และ 5) การเป็นผู้ริเริ่มและรับคำวิพากษ์วิจารณ์ ซึ่งส่งผลให้ความรู้เกิดการเรียนรู้แบบฝังแน่น และพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับแนวคิดของนักจิตวิทยาในกลุ่มพุทธินิยม (Cognitive Constructivism) ซึ่งอธิบายได้ว่าพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวโดยใช้กลไกพื้นฐาน 2 อย่าง คือ กระบวนการดูดซึมเข้าสู่โครงสร้าง (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) การเรียนรู้จึงเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาเดิมที่มีอยู่ หากข้อมูลนั้นไม่สัมพันธ์กับโครงสร้างเดิมจะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้สมดุลโดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา และเน้นการจัดการเรียนรู้โดยยึดหลักที่สำคัญ 2 ประการ คือ 1) การเรียนรู้จากกระบวนการลงมือปฏิบัติ และ 2) การเรียนรู้ควรเป็นองค์รวม เน้นสภาพจริง และสิ่งที่เป็จริง (Piaget, 1985) ดังนั้นจึงส่งผลให้คะแนนจากการวัดตัวแปรผลการทดลองในระยะติดตามของกุ่มทดลองยังคงสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ผลจากการวิจัยในครั้งนี้ สนับสนุนแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการออกแบบการเรียนรู้ในลักษณะบูรณาการเนื้อหา รวมทั้งเน้นกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการลงมือปฏิบัติจริง ร่วมมือและช่วยเหลือซึ่งกันในการเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เชิงลึก ซึ่งสามารถนำไปเป็นแนวทางของการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการในกลุ่มสาระต่าง ๆ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานต่อไป

2. การจัดสภาพแวดล้อมของสถานศึกษาหรือห้องเรียนให้เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษา โดยมีความจำเป็นต้องใช้สื่อเทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูลหรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ ดังนั้นครูผู้สอนและผู้บริหารโรงเรียนต้องมีการเตรียมความพร้อมในเรื่องของวัสดุอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ และควรจัดหาอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงเพื่อใช้ในการเรียนการสอนของโรงเรียน กิจกรรมสะเต็มศึกษาจึงจะเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

3. การจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษานั้น ครูผู้สอนถือเป็นผู้มีบทบาทสำคัญที่จะช่วยอำนวยความสะดวกการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ประสบผลสำเร็จ ดังนั้นสิ่งที่ครูผู้สอนควรให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้ในแต่ละครั้งนอกเหนือจากกิจกรรมการเรียนรู้ คือ การสนับสนุนทางสังคม ทั้งในด้านวัสดุอุปกรณ์ ด้านข้อมูลข่าวสาร ด้านอารมณ์ และด้านการให้ผลการประเมิน ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ในยุคศตวรรษที่ 21 ที่ต้องการเปลี่ยนบทบาทครูจากผู้สอนมาเป็นผู้อำนวยการความสะดวก

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาการจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาในกิจกรรมการเรียนรู้ของรายวิชาพื้นฐานตามหลักสูตร ที่ไม่ใช่กิจกรรมเสริมหลักสูตร
2. ควรมีการศึกษาโดยใช้แบบแผนการทดลองที่แตกต่าง เช่น อาจเพิ่มกลุ่มทดลองเข้ามา และให้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยผู้วิจัยและครูผู้สอนเอง โดยกำหนดตัวชี้วัดที่นำไปใช้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ไว้อย่างชัดเจน
3. ควรมีการศึกษารูปแบบของกิจกรรมสะเต็มศึกษาในการพัฒนาตัวแปรตามอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เช่น ความคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์แห่งประเทศไทย.
- _____. ปฏิรูปการศึกษาเพื่อปฏิรูปประเทศ. สืบค้นเมื่อ 30 พฤศจิกายน 2558. จาก <http://www.edreform.moe.go.th>
- เขมวดี พงสานนท์. (2557). สะเต็มศึกษา : นวัตกรรมการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2557. จาก <http://www.stemedthailand.org/?activity=powerpoint-คอมชัดลึกออนไลน์>. (2557, 1 มิถุนายน). ประธานสมาคมบดีคณะครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์แห่งประเทศไทยให้ความเห็นผลสอบโอเน็ตตัว. จาก <http://www.komchadluek.net/section/ครรชิต มนูญผล>. (2558). 6 หลักสำคัญ ลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้. สืบค้นเมื่อ 30 พฤศจิกายน 2558. จาก http://www.kroobannok.com/userfiles2611/file/s_5234733.jpg
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ นักเรียนรู้อะไรและทำอะไรได้บ้าง. กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์.
- _____. (2558). ระบบออนไลน์ข้อสอบ PISA. สืบค้นเมื่อ 30 พฤศจิกายน 2558. จาก <http://pisathailand.ipst.ac.th>
- จรัส อินทลาภพร. (2558). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับครูประถมศึกษา. ปรินญาณิพนธ์ ปรด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชนินันท์ พฤษทรัพย์. (2554). การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์แบบสหวิทยาการเรื่องเสียงในเครื่องดนตรีไทย สำหรับนักเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้วิธีการสอนแบบบูรณาการ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชูศักดิ์ วรณกุล. (2538). กิจกรรมร่วมหลักสูตร. เชียงใหม่ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏเชียงใหม่.
- ดารณี พันธ์สบาย. (2551). การพัฒนาหลักสูตรบูรณาการสิ่งแวดล้อมศึกษาเรื่องกุดนาแซงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (สิ่งแวดล้อมศึกษา). ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ดุจเดือน พันธุนาวัน และ อัมพร ม้าคอง (2552). การฝึกอบรมจิตลักษณะและทักษะแบบบูรณาการที่มีผลต่อพฤติกรรมการพัฒนาการเรียนรู้ของครูคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

- ธีรศักดิ์ อัครบวร. (2545). *กิจกรรมการศึกษาเพื่อท้องถิ่น : เพื่อทรัพยากรมนุษย์และสังคมแห่งการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ ก.กมลพิมพ์ (1996) จำกัด.
- เบลลันกา, เจมส์; และ แบรินต์, รอน. (2556). *ทักษะแห่งอนาคตใหม่ : การศึกษาเพื่อศตวรรษที่ 21*. แปลโดย วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง และ อธิป จิตตฤกษ์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โอเพนเวิลด์ส.
- ปกรณ สุปินานนท์. (2556). *STEM Education การเปลี่ยนแปลงที่ท้าทายของ สสวท*. สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2556. จาก <http://www.oknation.net/blog/print.php?id=861740>
- ประกอบ ประพันธ์วิทยา. (2542). *ทักษะการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร*. กรุงเทพฯ : ศูนย์เอกสารตำรา สถาบันราชภัฏพระนคร.
- ประภาพรรณ สุวรรณสุข. (2539). *เอกสารการสอนชุดระบบการเรียนการสอน หน่วยที่ 8-15*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ผู้จัดการออนไลน์. (2555, 18 เมษายน). *สพฐ.เตรียมตั้งศูนย์ STEM พัฒนาวิทยาศาสตร์ทั่วประเทศ*. สืบค้นเมื่อ 17 เมษายน 2556, จาก <http://www.manager.co.th/QOL/ViewNews.aspx?NewsID=9550000153379>
- พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. (เมษายน-มิถุนายน 2556). "STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21" *วารสารนักบริหาร*. 33(2). ; 49-56.
- พลศักดิ์ แสงพรมศรี. (2558). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เคมีศึกษา). มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พิมพ์นธ์ เดชะคุปต์ และคณะ. (2556). *การสอนคิดด้วยโครงการการเรียนการสอนแบบบูรณาการทักษะในศตวรรษที่ 21*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์นธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข. (2558). *การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพโรจน์ นาคะสุวรรณ และ วันนอร์ มะทา. (2538). *กิจกรรมเสริมหลักสูตร*. กรุงเทพฯ : อักษรบัณฑิต.
- รักษพล ธนาวงศ์. (2556). *รายงานสรุปการประชุมเชิงปฏิบัติการ STEM Education*. สืบค้นเมื่อ 11 กันยายน 2556. จาก http://secondsci.ipst.ac.th/index.php?option=com_content&view=article&id=331:stemeduworkshop&catid=19:2009-05-04-01-56&Itemid=34.
- ราชกิจจานุเบกษา. (2553). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2553)*. เล่ม 127 ตอนที่ 45ก.

- รุ่งนภา นุตรวงศ์ และคณะ. (2553). *สรุปผลการวิจัยนำร่องการใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ.*
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21.* กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี-
สฤษดิ์วงศ์.
- ศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัว. (2558). *การพัฒนาหลักสูตรตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่อง อ้อย สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา).* กรุงเทพฯ :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *การยกระดับคุณภาพการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ด้วยองค์ความรู้จากการเข้าร่วมโครงการ PISA. สืบค้นเมื่อ
20 มิถุนายน 2557. จาก <http://www.ipst.ac.th/web/index.php>
_____.* (2557). *สะเต็มศึกษา.* กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี (สสวท.).
- สมพงษ์ จิตระดับ สุอังคะวาทิน. (2556, 29 มีนาคม). *หลักสูตรใหม่เริ่มเดินเครื่อง. ประชาชาติธุรกิจ.*
สืบค้นเมื่อ 13 สิงหาคม, 2556, จาก
www.prachachart.net/news_detail.php?newsid=1364526222
- สมภพ เจริญนุกต. (2542). *เอกสารประกอบการสอนรายวิชากิจกรรมร่วมหลักสูตร.
คณะครุศาสตร์ : สถาบันราชภัฏนครสวรรค์*
- สมศักดิ์ คงเที่ยง. (2540). *การบริหารกิจการนักเรียน.* กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สิริพัชร์ เจษฎาวิโรจน์. (2556). *การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ. สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน
2556. จาก [http://www.edu.ru.ac.th/aspfile/knowledge_research/การจัดการเรียนรู้
แบบบูรณาการ.pdf](http://www.edu.ru.ac.th/aspfile/knowledge_research/การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ.pdf).*
- สุพรรณณี ชาญประเสริฐ. (2558, มกราคม-กุมภาพันธ์). “การออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง
สะเต็มศึกษากับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21” *นิตยสาร สสวท 43(192) ; 14-17.*
- สุวิมล ทองคำหอม. (2552). *การพัฒนาหลักสูตรบูรณาการตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาในอำเภอเทพา
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสงขลา เขต 3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและประเมิน).*
สงขลา : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2558). *แนวทางการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้ “ลดเลาเรียน เพิ่มเวลารู้” ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6. สำนักวิชาการและ
มาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.*

- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2557).
แนวทางการจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบครบวงจร. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์
แห่งประเทศไทย.
- สำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และคุณภาพเยาวชน. (2558). *ทักษะแห่งอนาคตใหม่
การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. สืบค้นเมื่อ 30 พฤศจิกายน 2558. จาก
<http://www.qlf.or.th/Home/Contents/417>
- สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2557). สืบค้นจาก <http://www.niets.or.th/th/>
- สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2558).
แนวทางการจัดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นสมรรถนะด้านสาขาวิชาชีพ.
สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
อภิสิทธิ์ ชงไชย. (2557). *สะเต็มศึกษา (STEM Education)*. สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2557.
จาก http://www.stemedthailand.org/?page_id=23
- อุไรวรรณ หาญวงศ์. (2551). *การพัฒนาหลักสูตรสิ่งแวดล้อมท้องถิ่นที่บูรณาการวิธีการสอนแบบเน้น
กระบวนการสำหรับนักเรียนที่เรียนในกลุ่มสาระระดับชั้น*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ด. (หลักสูตร
และการสอน). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เอกรินทร์ อัจชะกุลวิสุทธิ. (2557, พฤศจิกายน-ธันวาคม). “การประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ
ของ PISA 2015” *นิตยสาร สสวท.* 43(191) ; 37-41.
- Ayuob ; et al. (2012). Interdisciplinary Integration of the CVS Module and Its Effect on
Faculty and Student Satisfaction as Well as Student Performance. *BMC Medical
Education*. 1-8. Retrieved August 7, 2013, from
<http://www.biomedcentral.com/1472-6920/12/50>
- Blessing, Mupanduki T. (2009). *The Effectiveness of a Standards-Based Integrated
Chemistry and Mathematics Curriculum on Improving the Academic Achievement in
Chemistry for High School Students in Southern California*. Dissertation, Ed.D.
California : Azusa Pacific University. Retrieved August 7, 2013, from
<http://search.proquest.com/docview/305160215?accountid=44800>
- Brooks, Jacqueline G.; & Brooks, Martin G. (1993). *The Case for Constructivist Classrooms*.
Alexandria, VA: ASCD. Retrieved July 5, 2013, from
www.tc.pbs.org/teacherline/courses/.../inst335_brooks.pdf
- Brown J. (2012, October-December). The Current Status of STEM Education Research.
Journal of STEM Education. 13(5): 7-11.
- Bybee W. Rodger. (2013). *The case for STEM Education : Challenges and Opportunities*.
Virginia : National Science Teachers Association Press.

- Center for Mathematics Science and Technology. (2013). *Why STEM Is Important?* Retrieved July 5, 2013, from <http://cemast.illinoisstate.edu/educators/stem>
- Chen, Grace. (2012,3February). *The Rising Popularity of STEM : A Crossroads in Public Education or a Passing Trend?* Retrieved July 29, 2013, from www.publicschoolreview.com/articles/408
- Christenson, Jerome. (2011,November3). *Ramaley Coined STEM Term Now Used Nationwide.* Retrieved July 29, 2013, from http://www.winonadailynews.com/news/local/article_457afe3e-0db3-11e1-abe0-001cc4c03286.html
- Clayton, M. J. (2010). *Designing Multidisciplinary Integrated Curriculum.* California :The Center for College and Career.
- DeLuca, V. W.; & Lari, Nasim (January-March, 2013). Developing Students' Metacognitive Skills in a Data-Rich Environment. *Journal of STEM Education.* 14(1): 45-55.
- Dewey, John. (1929). *Experience and Nature.* Calcutta : Oxford Book.
- Eberle, Francis. (2010). *Why STEM Education Is Important.* Retrieved July 17, 2013, from www.isa.org/InTechTemplate.cfm?template=/ContentManagement/ContentDisplay.cfm&ContentID=83593
- Executive Office of the President. (2010). *Report to the President : Prepare and Inspire : K-12 Education in Science, Technology, Engineering and Math (STEM) for America's Future.* Retrieved April 24, 2013, from <http://www.whitehouse.gov/ostp/pcast>.
- Fioriello, Patricia. (2011). *Understanding the Basics of STEM Education.* Retrieved July 29, 2013, from <http://drpconsults.com/understanding-the-basics-of-stem-education/>
- Fosnot, C.T. (1996). *Constructivism : Theory, Perspectives, and Practice.* New York : Teacher College Press.
- Goldstein, Howard. (2013). *Activity-Based Instruction.* Retrieved July 29, 2013, from <http://www.springerreference.com/docs/html/chapterdbid/334661.html>
- Gore, J. (2001). *Pedagogy Rediscovered?* Retrieved April 20, 2013, from <http://www.cirriculumsupport.education.nsw.gov.au/secondary/hsie/assets/professlearning/pedagogy.htm>
- Hernandez, Paul R.; Bodin, Ralph; & Elliott, Jonathan W. (2013). *Connecting the STEM Dots: Measuring the Effect of an Integrated Engineering Design Intervention.* Colorado State University. Retrieved June 5, 2013, from <http://link.springer.com/search?query=STEM+education>

- Herschbach, Dennis R. (Spring 2011). The STEM Initiative: Constraints and Challenges. *Journal of STEM Teacher Education*. 48(1). Retrieved July 30, 2013, from <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JSTE/v48n1/herschbach.html>
- Honda, Michael; & Cleveland, Peter. (2012, 20 January). *Congressman Proposes STEM Education Office*. Retrieved July 29, 2013, from [www.usnews.com/news/blogs/stem- education/2012/01/20/congressman-proposes-stem-education-office](http://www.usnews.com/news/blogs/stem-education/2012/01/20/congressman-proposes-stem-education-office)
- Jacobs, H. (1997). *Mapping the Big Picture : Integrating Curriculum & Assessment K-12*. Virginia : Association for Supervision and Curriculum Development.
- James, W. (1975). *Pragmatism*. Cambridge: Harvard University.
- Katehi; et al. (Fall, 2009). The Status and Nature of K–12 Engineering Education in the United States. *The Bridge: Linking Engineering and Society*. 39(3): 5-10. Retrieved February 17, 2015, from <https://www.nae.edu/File.aspx?id=16147>
- Kerr, William H. (2013). *Norwin STEM Innovation Center for Teaching and Learning : Proposal for an Exemplary Business-Education Collaboration Model*. Pennsylvania : Norwin STEM Innovation Center. Retrieved July 17, 2013, from <http://www.norwinsd.org/STEMwhitePaper>
- Krajcik, J. (n.d.). *Characteristics of Driving Questions*. Retrieved June 24, 2013, from www.personal.umich.edu/krajcik/DQ.html
- Lantz, Hays B. (2009). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education What Form? What Function?* Retrieved April 27, 2013, from www.curretechintegrations.com/pdf/STEMEducationArticle
- Logan, and Logan. (1974). *Design for Creative Teaching*. Michigan : Mcgraw-Hill.
- Meinbach, A. M.; Fredericks, A.; & Rothlein, L. (2000). *The Complete Guide to Thematic Units : Creating the Integrated Curriculum*. 2nded. Massachusetts : Christopher-Gordon Publishers.
- Nation Science Teacher Association. (2011, June). *Quality Science Education and 21st-Century Skills*. Retrieved April, 17 2013, from <http://www.nsta.org/about/positions/21stcentury.aspx>
- Neilson, Delvene. (2015). *Why is Literacy so Important?*. Retrieved October 1, 2015 from <http://www.3plearning.com/literacy-important/>
- Piaget, J. (1985). *The Equilibration of Cognitive Structures*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

- Pucha, Raghuram V.; & Utschig, Tristan T. (2012). Learning-Centered Instruction of Engineering Graphics for Freshman Engineering Students. *Journal of STEM Education*. 13(4) : 24-33.
- Rachel, B.J. (2008). *Science, technology, engineering, and math*. Retrieved September 9, 2013. from <http://www.learning.com/press/pdf/Science-Technology-Engineering-Mathematics-STEM-Report.pdf>.
- Reeve Edward M. (May,2013). *Implementing Science, Technology, Mathematics, and Engineering (STEM) Education in Thailand and in ASEAN*. A Report Prepared for the Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). Bangkok : IPST. Retrieved August 8, 2013, from <http://specialproject.ipst.ac.th/index.php/module-styles/news?id=141>
- Roush, M. K. (2008). *How Does Using an Integrated Curriculum Promote Critical Thinking and Engagement in Middle School Student Learning?* Dissertation M.E.(Middle Childhood Education). Ohio: Graduate school Ohio University. Photocopied. Retrieved June 14, 2013, from www.cehs.ohio.edu/resources/documents/roush.pdf
- Scott, C. (2012). An Investigation of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Focused High School in the U.S. In *Journal of STEM Education*, 13(5), pp. 30-39.
- Smith, Partly T. (1994). Effect on Student Attitude and Achievement. *Dissertation Abstract International*. 55(7): 2528-2537.
- STEM Caucus Steering, Committee. (n.d.). *Why Was the STEM Education Caucus Created?* Retrieved March 3, 2015, from <http://stemedcaucus2.org/>
- Sutherland, P. (1992). *Cognitive Development Today : Piaget and His Critics*. London : Paul Chapman.
- Tobin, Kenneth. (1993). *The Practice of Constructivism in Science Education*. New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates.
- Vygotsky,L.S. (1978). *Mind in Society : The Development of Higher Psychology Process*. Cambridge, MA : Harvard University Press.
- Wayne, C. (2012). *What is S.T.E.M. and why do I need to know?* Retrieved September 12, 2013 from <http://issuu.com/carleygroup/docs/stem12online/1>.
- Whitney, D.R. and Sarber, D.L. (1970).Improving Eassay Examinations III Use of Item Analysis. In *Technical Bulletin II*. Mimeographed, Iowa City : University Evaluation and Examination Service.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

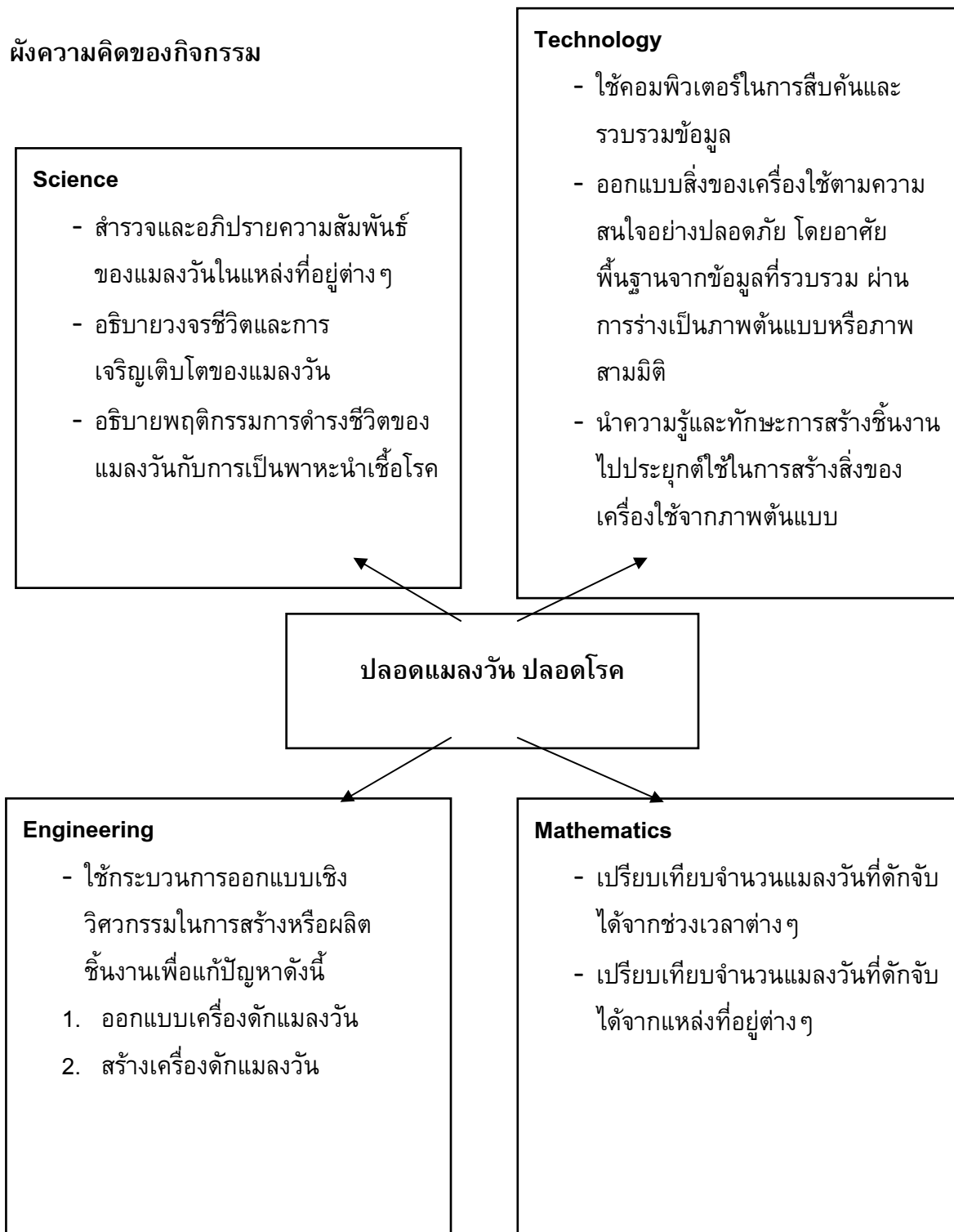
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. รองศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมะประสิทธิ์
อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุปรีชา วงศ์อารีย์
อาจารย์ประจำกลุ่มคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
3. อาจารย์ ดร.รสวลีย์ อักษรวงศ์
ประธานสาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา (ปริญญาโท)
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
4. ดร.ศิริพรรณ ศิริบุญนาม
ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนผดุงนารี จังหวัดมหาสารคาม
5. นายประสงค์ สกุลซัง
ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนพินิจราษฎร์บำรุง จังหวัดกาฬสินธุ์
ครูแกนนำการจัดการเรียนรู้ STEM ดีเด่น ประจำปีการศึกษา 2558 และ 2559
ของจังหวัดกาฬสินธุ์ และวิทยากรแกนนำครูสะเต็มศึกษา

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
ชื่อกิจกรรม : ปลอดภัยวัน ปลอดภัยโรค

ผังความคิดของกิจกรรม



มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

1) วิทยาศาสตร์

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 2.1 ป.6/1 สำรวจและอภิปรายความสัมพันธ์ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่ต่าง ๆ

ตัวชี้วัด ว 2.1 ป.6/3 สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตกับสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น

2) เทคโนโลยี

มาตรฐานการเรียนรู้ ง 2.1 เข้าใจเทคโนโลยีและกระบวนการเทคโนโลยี ออกแบบและสร้างสิ่งของเครื่องใช้ หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ เลือกใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการจัดการเทคโนโลยีที่ยั่งยืน

ตัวชี้วัด ง 2.1 ป.6/2 สร้างสิ่งของเครื่องใช้ตามความสนใจ อย่างปลอดภัย โดยกำหนดปัญหา หรือความต้องการ รวบรวมข้อมูล เลือกวิธีการ ออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพร่าง 3 มิติ หรือแผนที่ความคิด ลงมือสร้าง และ ประเมินผล

ตัวชี้วัด ง 2.1 ป.6/3 นำความรู้และทักษะการสร้างชิ้นงานไป ประยุกต์ใช้ในการสร้างสิ่งของเครื่องใช้

มาตรฐานการเรียนรู้ ง 3.1 เข้าใจ เห็นคุณค่า และใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูลการเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงาน และอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และมีคุณธรรม

ตัวชี้วัด ง 3.1 ป.6/2 ใช้คอมพิวเตอร์ในการค้นหาข้อมูล

3) วิศวกรรมศาสตร์ (ไม่มีในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานอย่างชัดเจน แต่กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเทียบเคียงได้กับกระบวนการเทคโนโลยี ในสาระเทคโนโลยี ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน)

- ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการสร้างหรือผลิตชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ชั้นระบุปัญหา 2) ชั้นค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) ชั้นวางแผนและพัฒนา 4) ชั้นทดสอบและประเมินผล และ 5) ชั้นนำเสนอผลลัพธ์

4) คณิตศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้ ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการนำไปใช้ในชีวิตจริง

ตัวชี้วัด ค 1.1 ป.6/2 เปรียบเทียบและเรียงลำดับ (จำนวน) เศษส่วนและทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง

มาตรฐานการเรียนรู้ ค 5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

ตัวชี้วัด ค 5.1 ป.6/2 เขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบและกราฟเส้น

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายพฤติกรรมการดำรงชีวิตของแมลงวันได้
2. ออกแบบและสร้างเครื่องมือดักจับแมลงวันจากวัสดุในท้องถิ่นอย่างเหมาะสมและปลอดภัย
3. บันทึกข้อมูลจำนวนแมลงวันที่สามารถดักจับได้
4. นำเสนอข้อมูลด้วยแผนภูมิแท่งได้

วัสดุ/อุปกรณ์

1. วัสดุสำหรับทำเครื่องดักจับแมลงวัน เช่น ขวดน้ำพลาสติก ไม้ไผ่ เป็นต้น
2. อาหารสำหรับใช้เป็นเหยื่อล่อแมลงวัน
3. กรรไกร
4. คัตเตอร์
5. เทปกาวหรือกระดาษกาว

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม

1) ขั้นระบุปัญหา (Identify a Challenge)

1.1) ครูให้นักเรียนลงพื้นที่จริงและนำเสนอปัญหาแมลงวันที่มีจำนวนมากในบริเวณโรงเรียนโดยเฉพาะที่โรงอาหาร ซึ่งอาจเป็นสาเหตุของการเกิดโรคในระบบทางเดินอาหารได้

1.2) ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละเท่า ๆ กัน 4-5 คน และให้ละความสามารถ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการมีแมลงวันจำนวนมากในบริเวณโรงอาหาร โดยอาจเขียนสรุปเป็นแผนผังความคิดแล้วนำเสนอ

1.3) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปกรอบของปัญหาให้ชัดเจน เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน เช่น การมีแมลงวันจำนวนมากบริเวณโรงอาหาร อาจก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ ได้ ควรหาวิธีกำจัดกำจัดให้หมดไปจากโรงอาหาร

2) ขั้นค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explor Ideas)

2.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องแมลงวัน เช่น ลักษณะรูปร่าง การดำรงชีวิต วงจรชีวิต แหล่งที่อยู่อาศัย อาหาร พฤติกรรมการดำรงชีวิต เป็นต้น โดยสืบค้นจาก เอกสารตำรา หรือสืบค้นจากอินเทอร์เน็ต

2.2) นักเรียนช่วยกันสืบค้นวิธีการกำจัดแมลงวัน ทั้งการไล่แมลงวันโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ การดักจับโดยใช้สารเคมี และการสร้างเครื่องมือ/อุปกรณ์เพื่อดักจับแมลงวัน

2.3) นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลการค้นคว้า โดยอาจเขียนเป็นแผนผังความคิด จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงข้อดีข้อเสีย ระหว่างการไล่แมลงวันกับการดักจับแมลงวันแต่ละวิธี เช่น

- การไล่แมลงวันโดยอุปกรณ์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติมีข้อดีข้อเสียอย่างไร
- การดักจับแมลงวันโดยใช้สารเคมีมีข้อดีข้อเสียอย่างไร
- การดักจับแมลงวันด้วยเครื่องมือประดิษฐ์จากอุปกรณ์ที่มีในท้องถิ่นมีข้อดีข้อเสียอย่างไร
- ควรเลือกวิธีใดไปใช้กำจัดแมลงวันที่มีในบริเวณโรงอาหาร

3) ขั้นวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop)

3.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้อภิปรายร่วมกัน เพื่อเลือกวิธีการกำจัดแมลงวันที่ดีที่สุด ระหว่างไล่แมลงวันกับหาวิธีดักจับแมลงวัน เช่น

- หากเลือกไล่แมลงวัน แมลงวันจะยังคงอยู่เหมือนเดิม ไม่ลดปริมาณ
- การตีหรือฆ่าแมลงวัน ทำให้เกิดความสกปรกจากซากแมลงวันที่ตาย และอาจดึงดูดให้แมลงวันเข้ามามากยิ่งขึ้น
- การใช้สารเคมีฆ่าแมลงวันได้ผลเร็ว แต่อาจส่งผลเสียต่อมนุษย์ได้
- หากต้องการสร้างเครื่องมือดักจับแมลงวันจากวัสดุอุปกรณ์ที่มีในท้องถิ่นให้มีประสิทธิภาพ เครื่องดักจับแมลงวันนั้นจะต้องมีลักษณะอย่างไร

3.2) นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบวิธีการกำจัดแมลงวันโดยการดักจับ หากกลุ่มใดเลือกที่จะสร้างเครื่องดักจับแมลงวัน ควรให้ร่วมกันออกแบบวิธีการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องดักจับแมลงวันด้วย

3.3) นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่ในการจัดหาวัสดุเพื่อนำมาใช้ผลิตเครื่องไล่หรือดักจับแมลงวัน ตามที่ได้ออกแบบไว้

4) ขั้นตอนทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate)

4.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือสร้างเครื่องไล่หรือเครื่องดักจับแมลงวัน ตามที่ได้ร่วมกัน ออกแบบไว้ภายในเวลาที่กำหนด

4.2) แต่ละกลุ่มทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องไล่แมลงวันหรือเครื่องดักจับแมลงวัน จากนั้นประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือที่สร้างขึ้น ด้วยวิธีการประเมินที่ได้ออกแบบไว้

4.3) นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกข้อมูลเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องไล่แมลงวันหรือเครื่องดักจับแมลงวันเพื่อให้เครื่องมือมีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น

- สถานที่เลือกวางเครื่องดักจับแมลงวันกับจำนวนแมลงวันที่ดักจับได้
- ช่วงระยะเวลากับจำนวนแมลงวันที่ดักจับได้
- ชนิดของเหยื่อล่อที่ใช้กับจำนวนแมลงวันที่ดักจับได้

5) ขั้นนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution)

5.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอเครื่องไล่แมลงวันหรือเครื่องดักจับแมลงวันว่าใช้วัสดุ/อุปกรณ์อะไรบ้าง และมีหลักการทำงานอย่างไร

5.2) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอประสิทธิภาพของเครื่องมือที่สร้างขึ้น เพื่อเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างของข้อมูล โยอาจนำเสนอให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่ายขึ้น เช่น ตารางบันทึกข้อมูล หรือแผนภูมิแท่ง

5.3) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากกิจกรรมนี้

การสนับสนุนทางสังคมในกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

กิจกรรมการเรียนรู้	การสนับสนุนทางสังคม	การพัฒนาตัวแปรตาม	ผลลัพธ์/วิธีประเมิน
<p>ขั้นระบุปัญหา</p> <p>1) ครูนำนักเรียนลงพื้นที่จริงและนำเสนอปัญหาแมลงวันที่มีจำนวนมาก ซึ่งอาจเป็นสาเหตุของการเกิดโรค</p> <p>2) ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการมีแมลงวันจำนวนมากในบริเวณโรงอาหาร</p> <p>3) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปกรอบของปัญหาให้ชัดเจน</p>	<p>ด้านข้อมูลข่าวสาร</p> <ul style="list-style-type: none"> - นำเสนอสภาพปัญหาของโรงเรียนที่เกี่ยวกับแมลงวัน <p>ด้านให้ผลการประเมิน</p> <ul style="list-style-type: none"> - ให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการระบุประเด็นปัญหา 	<p>การรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> - การระบุปัญหาที่ต้องการตรวจสอบด้วยวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน <p>พฤติกรรม การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ</p> <ul style="list-style-type: none"> - การรับรู้และเข้าใจปัญหาร่วมกัน 	<p>ผลลัพธ์</p> <ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจและระบุปัญหาได้ชัดเจน <p>วิธีการประเมิน</p> <ul style="list-style-type: none"> - แบบมาตรฐานประเมินค่า
<p>ขั้นค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง</p> <p>4) นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแมลงวัน</p> <p>5) นักเรียนช่วยกันสืบค้นวิธีการไล่และดักจับแมลงวัน</p> <p>6) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงข้อดีข้อเสียระหว่างการไล่แมลงวันกับการดักจับแมลงวันแต่ละวิธี</p>	<p>ด้านเครื่องมือ</p> <ul style="list-style-type: none"> - จัดเตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับสืบค้นให้เพียงพอและมีประสิทธิภาพ <p>ด้านข่าวสาร</p> <ul style="list-style-type: none"> - จัดเตรียมแหล่งสืบค้นเบื้องต้น <p>ด้านให้ผลการประเมิน</p> <ul style="list-style-type: none"> - ให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับวิธีการกำจัดแมลงวัน 	<p>การรู้เท่าทันด้านการอ่าน</p> <ul style="list-style-type: none"> - การค้นหาตำแหน่งข้อมูลที่ต้องการ - การเชื่อมโยงข้อมูลของเรื่องที่อ่าน - การสะท้อนความคิดเห็นและประเมินเรื่องที่อ่าน <p>พฤติกรรม การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ</p> <ul style="list-style-type: none"> - การรับรู้และเข้าใจปัญหาและข้อสนเทศร่วมกัน 	<p>ผลลัพธ์</p> <ul style="list-style-type: none"> - ค้นหาข้อมูลได้ครอบคลุมกับประเด็นปัญหา <p>วิธีการประเมิน</p> <ul style="list-style-type: none"> - แบบมาตรฐานประเมินค่า

การสนับสนุนทางสังคมในกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้	การสนับสนุนทางสังคม	การพัฒนาตัวแปรตาม	ผลลัพธ์/วิธีประเมิน
<p>ขั้นวางแผนและพัฒนา</p> <p>7) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้มาอภิปรายร่วมกันเพื่อเลือกวิธีกำจัดแมลงวันที่ดีที่สุด</p> <p>8) นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบวิธีกำจัดแมลงวันและวิธีการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือ</p> <p>9) นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่ในการจัดหาวัสดุ</p>	<p>ด้านให้ผลการประเมิน</p> <p>- ให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของการออกแบบเครื่องดักจับหรือเครื่องไล่แมลง</p> <p>ด้านอารมณ์</p> <p>- เอาใจใส่ต่อข้อมูลที่แต่ละกลุ่มนำเสนอเพื่อให้ข้อเสนอแนะที่เหมาะสม</p>	<p>การรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์</p> <p>- การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้</p> <p>พฤติกรรม การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ</p> <p>- การเข้าใจในปัญหาและรู้แนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมร่วมกันอื่น ๆ</p> <p>- ออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับปัญหา</p>	<p>ผลลัพธ์</p> <p>- นำเสนอวิธีแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม</p> <p>วิธีการประเมิน</p> <p>- แบบมาตรฐานประเมินค่า</p>
<p>ขั้นทดสอบและประเมินผล</p> <p>10) นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือประดิษฐ์เครื่องมือไล่หรือดักจับแมลงวัน</p> <p>11) นักเรียนแต่ละกลุ่มทดสอบประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์</p> <p>12) นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกข้อมูลและปรับปรุงประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์</p>	<p>ด้านเครื่องมือ</p> <p>- จัดหาวัสดุ อุปกรณ์เพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่ครบถ้วน</p> <p>ด้านอารมณ์</p> <p>- ให้ข้อเสนอแนะและคำชื่นชมเพื่อให้แต่ละกลุ่มดำเนินการได้สำเร็จ</p>	<p>การรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์</p> <p>- การตีความและประเมินผลลัพธ์</p> <p>พฤติกรรม การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ</p> <p>- การเข้าใจบทบาทของตนเองและสมาชิกในกลุ่ม</p>	<p>ผลลัพธ์</p> <p>- ได้ชิ้นงานที่มีประสิทธิภาพ</p> <p>วิธีการประเมิน</p> <p>- แบบมาตรฐานประเมินค่า</p>

การสนับสนุนทางสังคมในกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้	การสนับสนุนทางสังคม	การพัฒนาตัวแปรตาม	ผลลัพธ์/วิธีประเมิน
<p>ชั้นนำเสนอผลลัพธ์</p> <p>13) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอสิ่งประดิษฐ์ว่าผลิตจากวัสดุอะไร และมีหลักการทำงานอย่างไร</p> <p>14) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้น</p> <p>15) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากกิจกรรมนี้</p>	<p>ด้านให้ผลการประเมิน</p> <p>- ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาชิ้นงานต่อไป</p> <p>ด้านอารมณ์</p> <p>- รับฟังการนำเสนออย่างจริงใจ และให้คำชมเชยในความสำเร็จ</p>	<p>การรู้เท่าทันด้าน</p> <p>การอ่าน</p> <p>- การประเมินหรือร่วมแสดงความคิดเห็น</p> <p>การรู้เท่าทันด้าน</p> <p>คณิตศาสตร์</p> <p>- การตีความและประเมินผลลัพธ์</p> <p>พฤติกรรม</p> <p>แก้ปัญหาแบบร่วมมือ</p> <p>- การอธิบายและประเมินวิธีการที่ใช้หาคำตอบ</p>	<p>ผลลัพธ์</p> <p>- นำเสนอข้อมูลได้ชัดเจน น่าสนใจ</p> <p>วิธีการประเมิน</p> <p>- แบบมาตรฐานประเมินค่า</p>

เกณฑ์การวัดและประเมินผล

การประเมิน	ระดับการประเมิน		
	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
การระบุประเด็นปัญหา	ชัดเจนและสามารถระบุสาเหตุของปัญหาได้	ชัดเจนแต่ยากต่อการระบุสาเหตุของปัญหา	คลุมเครือและระบุสาเหตุของปัญหาไม่ได้
การรวบรวมข้อมูลเพื่ออธิบายพฤติกรรมและการดำรงชีวิตของแมลงวัน	อธิบายพฤติกรรมและการดำรงชีวิตของแมลงวันได้ครบถ้วนชัดเจน	อธิบายพฤติกรรมหรือการดำรงชีวิตของแมลงวันได้เพียงประเด็นเดียว	ไม่สามารถอธิบายได้ทั้งพฤติกรรมและการดำรงชีวิตของแมลงวัน
การออกแบบและการสร้างชิ้นงาน	ออกแบบชิ้นงานโดยมีความเป็นไปได้ และสร้างได้สำเร็จตามแบบ	ออกแบบชิ้นงานโดยมีความเป็นไปได้ แต่สร้างไม่สำเร็จ หรือไม่ตามแบบ	ออกแบบชิ้นงานไม่ได้ และสร้างไม่สำเร็จ
ประสิทธิภาพของชิ้นงาน	กำจัดแมลงวันโดยไม่ส่งผลเสียต่อมนุษย์	กำจัดแมลงวันได้แต่ส่งผลเสียต่อมนุษย์	ไม่สามารถกำจัดแมลงวันได้
การนำเสนอข้อมูล	การนำเสนอที่น่าสนใจ สื่อสารได้ชัดเจน	การนำเสนอไม่น่าสนใจ แต่สื่อสารได้ชัดเจน	การนำเสนอไม่น่าสนใจ และสื่อสารไม่ชัดเจน

สื่อและแหล่งเรียนรู้

- 1) สถานที่จริง ได้แก่ โรงอาหารของโรงเรียน ที่ทิ้งขยะ
- 2) เอกสารตำรา/หนังสือเรียน/ห้องสมุดโรงเรียน
- 3) เครื่องพิวเตอร์สืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

ตัวอย่างแหล่งสืบค้นข้อมูล

- 1) พฤติกรรมแมลงวัน.
<http://www.cnkservicecenter.com/บริการ/แมลงวัน/พฤติกรรมของแมลงวัน/>
- 2) แมลงวัน. <http://www.med.cmu.ac.th/dept/parasite/public/Fly.htm>
- 3) แมลงวัน. <http://th.wikipedia.org/wiki/แมลงวัน>
- 4) แมลงวันและแมลงวันบ้าน. <http://pasusat.com/แมลงวัน/>
- 5) วิธีไล่แมลงวันสารพัดสูตรให้หมดไปจากบ้าน.
<http://home.kapook.com/view97127.html>
- 6) 10 เคล็ดลับกำจัดแมลงวันจากของกันครัว. <http://home.sanook.com/5613/>
- 7) 9 วิธีทำกับดักแมลงวัน กำจัดแมลงวันที่เดียวให้ตายยกฝูง.
<http://home.kapook.com/view150330.html>

บันทึกผลการจัดกิจกรรม

- 1) การสนับสนุนทางสังคมของครูผู้สอน

[] ด้านเครื่องมือ

.....

[] ด้านอารมณ์

.....

[] ด้านข้อมูลข่าวสาร

.....

[] ด้านการให้ผลการประเมิน

.....

2) ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้สอน
(นายจักรเพชร สุริยะกมล)
วันที่ เดือน พ.ศ. 2559

แบบวัดการรู้เท่าทันด้านการอ่าน (Reading Literacy)
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
จำนวน 19 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน เวลาที่ใช้ 30 นาที

คำชี้แจงในการตอบแบบวัด

ลักษณะของแบบวัดจะเป็นการถามเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งการตอบคำถามในแต่ละสถานการณ์มีหลายลักษณะ ได้แก่

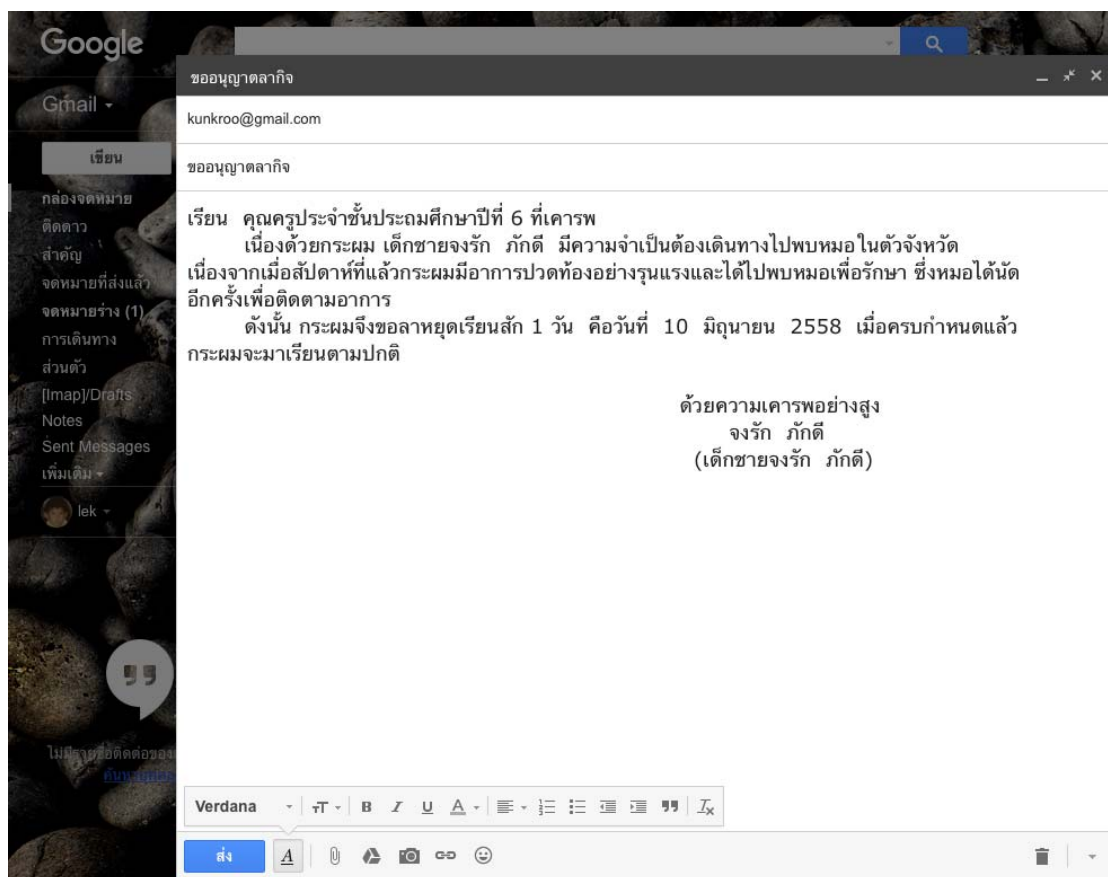
1. การเลือกตอบเพียงคำตอบเดียวจากตัวเลือกที่กำหนดให้ 4 ตัวเลือก
2. การเลือกตอบหลายคำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้
3. การเลือกตอบเชิงซ้อน เป็นการเลือกตอบ “ใช่-ไม่ใช่” หรือ “จริง-ไม่จริง” จาก

ข้อความที่กำหนดให้พิจารณาจนครบทุกข้อ

4. การเขียนคำตอบแบบสั้น ๆ เป็นการเขียนตอบอย่างสั้น ๆ ให้ได้ใจความสมบูรณ์
5. การเขียนตอบแบบอิสระ เป็นการเขียนตอบที่มีการอธิบายขยายความหรือ

ยกตัวอย่างมาประกอบ เพื่อให้ได้คำตอบที่สมบูรณ์

อ่านและทำความเข้าใจเกี่ยวกับ “จดหมายลา” ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 1-2 (4 คะแนน)



1) ผู้เขียนจดหมายลาฉบับนี้คือใคร

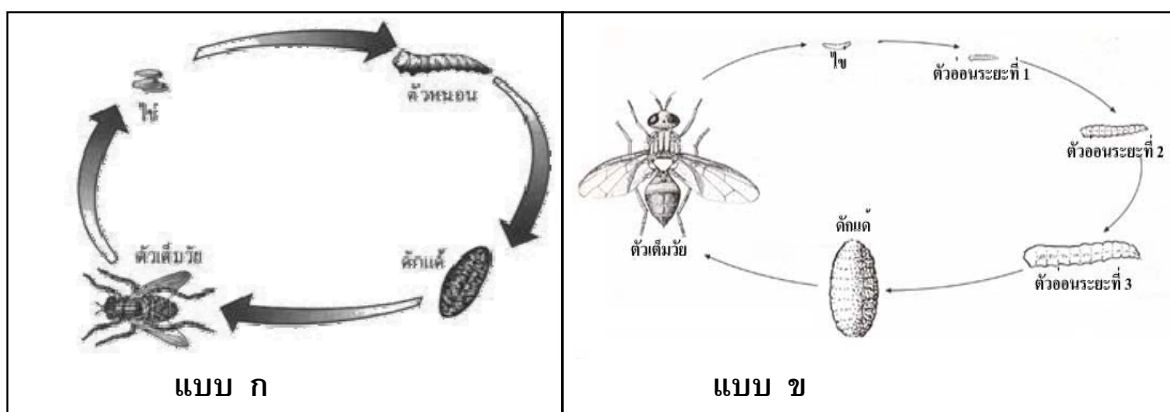
ตอบ

.....

2) ครูประจำชั้นได้ยกตัวอย่างจดหมายลาฉบับนี้ให้นักเรียนฟัง พร้อมทั้งแนะนำให้ขออนุญาตลาป่วยแทนหากมีความจำเป็นในลักษณะนี้ นักเรียนคิดว่าเหตุผลใดสนับสนุนความคิดของครูได้เหมาะสมที่สุด

ข้อความ	ใช่	ไม่ใช่
2.1) ครูเห็นว่านักเรียนต้องหยุดเรียนเนื่องจากอาการเจ็บป่วยต่อเนื่อง		
2.2) เด็กคนที่ลาครูคือลูกศิษย์คนโปรดที่ครูรัก		
2.3) เด็กคนที่ลาครูเรียนเก่งที่สุดในชั้นเรียน		
2.4) การไปพบแพทย์ตามนัดถือเป็นการติดตามเพื่อรักษาอาการเจ็บป่วย		

ศึกษา “วงจรชีวิตแมลงวัน” ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 3-5 (4 คะแนน)



3) วงจรชีวิตแมลงวันระยะใดที่สามารถแบ่งเป็นระยะย่อย ๆ ได้อีก

1. ระยะไข่
2. ระยะตัวหนอน
3. ระยะดักแด้
4. ระยะตัวเต็มวัย

4) วงจรชีวิตของแมลงวันแบบ ก และแบบ ข สื่อความหมายแตกต่างกันอย่างไร

ตอบ

.....

5) ถ้าให้เลือกว่าแผนผังวงจรชีวิตแมลงวันไปใช้ นักเรียนจะเลือกใช้แบบ ก หรือแบบ ข เพราะเหตุใด

ตอบ

.....

.....

.....

จากข้อมูล “วิธีล้างผัก” ที่กำหนดให้ ใช้เป็นข้อมูลเพื่อคำถามข้อ 6-8 (4 คะแนน)

5 วิธีล้างผัก ลดสารฆ่าแมลง

www.kapook.com

วิธีที่ 1 Baking Soda
ใช้เบกกิ้งโซดา
1 ช้อนโต๊ะ : น้ำอุ่น 20 ลิตร
แช่ทิ้งไว้ 15 นาที ล้างออกด้วยน้ำสะอาด
ลดสารตกค้างได้ **80-95%**

วิธีที่ 2
ให้น้ำไหลผ่าน
เด็ดผักเป็นใบ ล้างน้ำไหลผ่านหลายๆ ครั้ง
ลดสารตกค้างได้ **54-63%**

วิธีที่ 3 น้ำส้มสายชู
ใช้ด่างทับทิม
20-30 เกล็ด : น้ำ 4 ลิตร
แช่ทิ้งไว้ 10 นาที ล้างออกด้วยน้ำสะอาด
ลดสารตกค้างได้ **35-43%**

วิธีที่ 4 น้ำส้มสายชู
ใช้น้ำส้มสายชู
1 ช้อนโต๊ะ : น้ำ 4 ลิตร
แช่ทิ้งไว้ 10 นาที ล้างออกด้วยน้ำสะอาด
ลดสารตกค้างได้ **29-38%**

วิธีที่ 5 มะนาว
ใช้เกลือป่น
1 ช้อนโต๊ะ : น้ำ 4 ลิตร
แช่ทิ้งไว้ 10 นาที ล้างออกด้วยน้ำสะอาด
ลดสารตกค้างได้ **27-38%**

ข้อมูลจาก สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข

6) การล้างผักด้วยวิธีใดลดสารฆ่าแมลงได้ดีที่สุด

ตอบ

7) การล้างผักวิธีใดมีขั้นตอนที่แตกต่างจากวิธีอื่น ๆ

1. ใช้ด่างทับทิม
2. ใช้น้ำไหลผ่าน
3. ใช้น้ำส้มสายชู
4. ใช้เกลือป่น

8) หากนักเรียนล้างผักเองจะเลือกใช้วิธีการใด เพราะเหตุใด

ตอบ

จากประกาศเตือนภัย “พายุฤดูร้อน” ใช้เป็นข้อมูลเพื่อตอบคำถามข้อ 9-11 (5 คะแนน)



9) พิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วตอบว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่”

ข้อความ	ใช่	ไม่ใช่
9.1) ภาคใต้ไม่ใช่พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดพายุฤดูร้อน		
9.2) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีจังหวัดเสี่ยงต่อการเกิดพายุฤดูร้อนมากที่สุด		
9.3) กรุงเทพมหานครอยู่ในกลุ่มที่ต้องรับมือกับพายุฤดูร้อน		
9.4) ปัจจุบันนี้ จังหวัดที่ปรากฏรายชื่อยังคงต้องเตรียมรับมือกับพายุฤดูร้อนต่อไป		

10) หากนักเรียนอาศัยอยู่ในจังหวัดเหล่านี้จะเตรียมรับมือกับพายุฤดูร้อนอย่างไรบ้าง

ตอบ

11) ประกาศฉบับนี้มีประโยชน์อย่างไร

ตอบ

ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับ “นาฬิกาชีวิต” แล้วตอบคำถามข้อ 12-14 (4 คะแนน)



12) ความจำของมนุษย์จะทำงานได้ดีที่สุดในช่วงเวลาใด

1. 06.00 น.
2. 09.00 น.
3. 10.00 น.
4. 11.00 น.

13) สมชายนั่งอยู่ที่ทำงานรู้สึกที่ตนเองมีอาการง่วงนอน เหตุการณ์นี้น่าจะเกิดช่วงเวลาใด

ตอบ

14) เพื่อให้ผลงานออกมาดีที่สุดที่ผู้สมัครนักเรียนควรเลือกทำการบ้านหลังจากเลิกเรียนในช่วงเวลาใด เพราะเหตุใด

ตอบ

ให้ศึกษาข้อมูลป้ายรณรงค์เกี่ยวกับ “การลงประชามติ” แล้วตอบคำถามข้อ 15-16 (4 คะแนน)



15) ข้อใดต่อไปนี้เป็นไม่สามารถกระทำได้ ในการออกเสียงลงประชามติครั้งนี้

1. ใช้สิทธิ์ออกเสียงลงประชามตินอกพื้นที่
2. ไปใช้สิทธิ์หลังเวลา 15.00 น. แต่ไม่เกิน 16.00 น.
3. ใช้สิทธิ์ออกเสียงลงประชามติล่วงหน้า
4. ลงทะเบียนขอใช้สิทธิ์นอกเขตผ่านระบบออนไลน์

16) พิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วเลือกตอบว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่”

ข้อความ	ใช่	ไม่ใช่
16.1) ผู้มีสิทธิ์ออกเสียงลงประชามติต้องมีอายุครบ 18 ปีบริบูรณ์		
16.2) การลงประชามติในครั้งนี้มีเพียงประเด็นหรือคำถามเดียวเท่านั้น		
16.3) วันออกเสียงลงประชามติเป็นวันหยุดราชการ		
16.4) ผู้มีสิทธิ์ออกเสียงลงประชามติต้องกลับไปใช้สิทธิ์ที่บ้านเกิดของตนเองเท่านั้น		

อ่านรายละเอียดของข่าว “โปรเม” มาแรง นำเดี่ยว 6 อันเดอร์พาร์ แล้วตอบคำถามข้อ 17-19 (5 คะแนน)

โปรเม'มาแรง นำเดี่ยว 6อันเดอร์พาร์

เทควัน โตโต้ ทั้งชาย-หญิง อีก2เหรียญ!

เทควัน โตไทยคว่าอีก 2 เหรียญจากการแข่งขันโอลิมปิก 2016 “ริโอเกมส์” โดยจอมเตะไทยหญิง “เทนนิส” พาณิภัค วงศ์พัฒนกิจ คว่าได้เหรียญทองแดงรุ่น 49 กก.หญิง ระบุตลอดการแข่งขันถึงแม่ที่เสียชีวิตไปนาน ให้ช่วยด้วย ส่วนอีก 1 เหรียญ จาก “เทม” เทวินทร์ หาญปราบ รุ่น 58 กก.ชาย ที่ได้เหรียญเงินมาคล้องคอสมใจ พร้อมยอมรับมีโค้ชแม็กซ์ ชิวาลา ชาวละออ และ “วีว” เขียวภา บุรพลชัย เป็นไอดอล ส่วนอนาคตฝันเป็นนักการทูต ส่งให้ผลรวมเหรียญรางวัลของทัพนักกีฬาไทยในริโอเกมส์อยู่ที่ 2 เหรียญทอง 2 เหรียญเงิน 2 เหรียญทองแดง...

ที่มา : หนังสือพิมพ์ไทยรัฐออนไลน์ ฉบับวันที่ 19 สิงหาคม 2559

17) จากข่าวที่นำเสนอ สรุปเหรียญจากกีฬาโอลิมปิกของประเทศไทยมีกี่เหรียญ ชนิดใดบ้าง

ตอบ

18) พิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่าข้อใดคือข้อเท็จจริงที่ได้จากข่าวที่นำเสนอ

ข้อความ	ใช่	ไม่ใช่
18.1) ประเทศไทยได้สองเหรียญทองจากกีฬาเทควันโด		
18.2) กีฬาโอลิมปิก 2016 มีชื่อว่า “ริโอเกมส์”		
18.3) “วิว” เยาวภา บุรพลชัย คือหนึ่งในผู้คว้าเหรียญจากกีฬาโอลิมปิกครั้งนี้		

19) เมื่ออ่านข่าวที่นำเสนอแล้ว ข้อใดคือสิ่งที่นักเรียนควรนำมาเป็นข้อคิดในการดำเนินชีวิตของนักเรียน (เลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

1. การคว้าเหรียญจากกีฬาโอลิมปิกเป็นเรื่องยาก
 2. ต้องขยันฝึกซ้อมกีฬาที่ตนชื่นชอบอย่างสม่ำเสมอหากต้องการประสบผลสำเร็จ
 3. การกตัญญูทวดเวทีต่อผู้มีพระคุณย่อมนำมาซึ่งความสำเร็จในทุก ๆ ด้าน
 4. ต้องทุ่มเทให้กับการเล่นกีฬาเพื่อชื่อเสียงและเงินทอง
 5. การทำอะไรให้ประสบผลสำเร็จต้องอาศัยสิ่งศักดิ์สิทธิ์หรือสิ่งที่เราเคารพนับถือช่วยเสมอ
-

แบบวัดการรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy)
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
จำนวน 13 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน เวลาที่ใช้ 45 นาที

คำชี้แจงในการตอบแบบวัด

ลักษณะของแบบวัดจะเป็นการถามเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งการตอบคำถามในแต่ละสถานการณ์มีหลายลักษณะ ได้แก่

1. การเลือกตอบเพียงคำตอบเดียวจากตัวเลือกที่กำหนดให้ 4 ตัวเลือก
2. การเลือกตอบหลายคำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้
3. การเลือกตอบเชิงซ้อน เป็นการเลือกตอบ “ใช่-ไม่ใช่” หรือ “จริง-เท็จ” จากข้อความที่กำหนดให้พิจารณาจนครบทุกข้อ
4. การเขียนคำตอบแบบสั้น ๆ เป็นการเขียนตอบอย่างสั้น ๆ ให้ได้ใจความสมบูรณ์
5. การเขียนตอบแบบอิสระ เป็นการเขียนตอบที่มีการอธิบายวิธีคิดเพื่อหาคำตอบ

ให้ดูแผนผัง “บ้านใหม่ของฉัน” แล้วตอบคำถามข้อ 1-3 (5 คะแนน)



1) ความยาวของที่ดินแปลงนี้ใกล้เคียงกับข้อใดมากที่สุด

- | | |
|-----------|-----------|
| 1. 5 เมตร | 2. 6 เมตร |
| 3. 7 เมตร | 4. 8 เมตร |

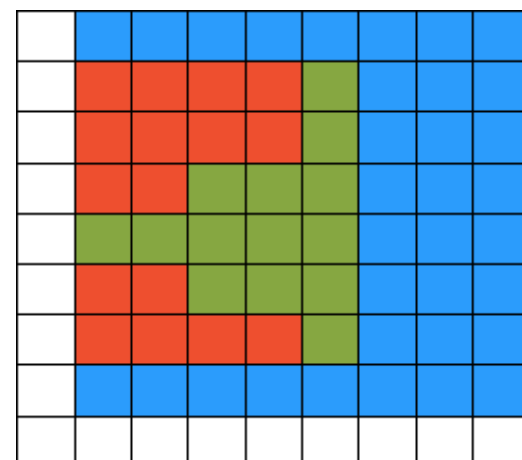
2) ต้องการปลูกต้นไม้ตามแนวยาวของบ้านฝั่งห้องนอน โดยให้ห่างกัน 1.5 เมตร และให้ต้นแรกกับต้นสุดท้ายตรงกับขอบบ้านพอดี จะปลูกต้นไม้ได้ทั้งหมดกี่ต้น

คำตอบ

3) พิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่า “เป็นจริง” หรือ “เป็นเท็จ”

ข้อความ	จริง	เท็จ
1) ตัวบ้านไม่รวมเฉลียงและบริเวณชักล้าง เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส		
2) ขนาดของบ้านทั้งหมด ด้านยาวมีความยาวกว่าด้านกว้าง 2.20 เมตร		
3) หากต้องการสร้างห้องน้ำเพิ่มเติมอีกหนึ่งห้อง โดยสร้างไว้ข้างในห้องนอน 2 และให้ความยาวบ้านเท่าเดิม ห้องน้ำจะมีความกว้างมากที่สุดแค่ 1 เมตร		
4) บันไดตรงทางขึ้นเฉลียงหน้าบ้านจะมีความกว้าง 1.20 เมตร		

พิจารณา “แรงापริศนา” และใช้เป็นข้อมูลตอบคำถามข้อ 4-5 (7 คะแนน)



4) จากรูปแรงापริศนาที่กำหนดให้ พิจารณาเลือกข้อที่ถูกต้อง (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

1. พื้นที่ระบายสีแดงคิดเป็น $\frac{16}{81}$ ของพื้นที่ทั้งหมด
2. พื้นที่ระบายสีฟ้าคิดเป็น $\frac{34}{64}$ ของพื้นที่ทั้งหมด
3. พื้นที่ระบายสีเขียวคิดเป็น $\frac{14}{81}$ ของพื้นที่ทั้งหมด
4. พื้นที่ระบายสีแดงคิดเป็น $\frac{16}{64}$ ของพื้นที่ระบายสีทั้งหมด
5. พื้นที่ไม่ระบายสีคิดเป็น $\frac{18}{81}$ ของพื้นที่ทั้งหมด
6. พื้นที่ไม่ระบายสีคิดเป็น $\frac{17}{81}$ ของพื้นที่ทั้งหมด
7. พื้นที่ไม่ระบายสีเขียวคิดเป็น $\frac{67}{81}$ ของพื้นที่ทั้งหมด

5) จงแสดงวิธีหาคำตอบว่าส่วนที่แรงาทั้งหมดคิดเป็นเศษส่วนเท่าใด

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

ร้านค้าแห่งหนึ่งพยายามจัดผลไม้ใส่กล่องดังข้อมูลด้านล่าง ให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 6-7 (5 คะแนน)



ผลไม้ที่ต้องการจัดลงกล่อง มีดังนี้

- สับปะรด จำนวน 10 ผล
- ส้ม 45 ผล
- กัลยหอม 15 ผล
- แดงโม 20 ผล

6) จัดผลไม้ลงกล่องให้ได้กล่องละเท่าๆ กัน โดยแยกชนิดไม่ปะปนกันและไม่ให้ผลไม้เหลือ พิจารณาว่าข้อใด “จริง” หรือ “เท็จ”

ข้อความ	จริง	เท็จ
1) สับปะรดและแดงโม ได้มากที่สุดกล่องละ 10 ผล		
2) กัลยหอมและส้ม ได้มากที่สุดกล่องละ 15 ผล		
3) สับปะรด ส้ม และกัลยหอม ได้มากที่สุดกล่องละ 10 ผล		
4) สับปะรด กัลยหอม และแดงโม ได้มากที่สุดกล่องละ 15 ผล		

7) ถ้าต้องการจัดผลไม้ทั้ง 4 ชนิดลงในกล่องกล่องละเท่า ๆ กัน โดยแยกชนิดไม่ปะปนกันและไม่ให้ผลไม้เหลือ จะบรรจุได้มากที่สุดกล่องละกี่ผล และผลไม้ที่บรรจุกล่องได้มากที่สุดมีจำนวนทั้งหมดกี่กล่อง จงหาคำตอบพร้อมแสดงวิธีทำ

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พิจารณาข้อมูลการเปิดไฟแสงสี แล้วตอบคำถามข้อ 8-9 (3 คะแนน)



ชิงช้าสวรรค์ในงานวัดแห่งหนึ่งเปิดไฟแสงสีให้กะพริบสลับกันไป ดังนี้

- หลอดสีฟ้า ติดทุก ๆ 3 วินาที
- หลอดสีเขียว ติดทุก ๆ 5 วินาที
- หลอดสีแดง ติดทุก ๆ 7 วินาที

8) ถ้างานราวเริ่มเวลา 19.00 น. และเวลาที่เปิดไฟสามดวงนี้พร้อมกัน เวลาผ่านไปอีกกี่วินาทีไฟสามดวงนี้จึงจะติดพร้อมกันอีกครั้ง

- | | |
|--------------|---------------|
| 1. 7 วินาที | 2. 15 วินาที |
| 3. 75 วินาที | 4. 105 วินาที |

9) พิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วเลือกข้อที่ถูกต้อง

1. เมื่อเปิดไฟสีฟ้ากับสีเขียวพร้อมกัน ไฟสองดวงจะติดพร้อมกันอีกครั้งเมื่อเวลาผ่านไป 15 วินาที
2. เมื่อเปิดไฟสีเขียวกับสีแดงพร้อมกันไฟสองดวงจะติดพร้อมกันอีกครั้งเมื่อเวลาผ่านไป 35 วินาที
3. เมื่อเปิดไฟสีฟ้ากับสีแดงพร้อมกัน ไฟสองดวงจะติดพร้อมกันอีกครั้งเมื่อเวลาผ่านไป 15 วินาที
4. เปิดไฟสามดวงพร้อมกันเวลา 20.00 น. เมื่อเวลา 21.05 น. ไฟทั้งสามดวงจะติดพร้อมกันอีกครั้ง

พิจารณาข้อมูล “การออมเงิน” ของเด็กหญิงวนิดา แล้วตอบคำถามข้อ 10-11 (6 คะแนน)

เด็กหญิงวนิดาออมเงินที่เหลือจากการไปโรงเรียนในวันจันทร์-ศุกร์ เป็นเวลา

3 สัปดาห์ ดังนี้

- สัปดาห์ที่ 1 ได้เงินไปโรงเรียนวันละ 50 บาท ออมเงิน 1 ใน 5 ส่วนของแต่ละวัน
- สัปดาห์ที่ 2 ได้เงินไปโรงเรียนทั้งสัปดาห์ 250 บาท ออมเงิน $\frac{2}{5}$ ของเงินทั้งหมด
- สัปดาห์ที่ 3 ได้เงินไปโรงเรียนมากกว่าสัปดาห์แรกวันละ 10 บาท และออมเงินเท่ากันกับสัปดาห์แรก

10) พิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วเลือกตอบว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่”

ข้อความ	ใช่	ไม่ใช่
1) สัปดาห์ที่ 1 วนิดาออมเงินได้วันละ 10 บาท		
2) สัปดาห์ที่ 2 วนิดาออมเงินได้ 50 บาท		
3) สัปดาห์ที่ 3 วนิดาออมเงินได้วันละ 12 บาท		
4) สัปดาห์แรกออมเงินได้มากกว่าสัปดาห์ที่ 3 เป็นเงิน 12 บาท		
5) สัปดาห์ที่ออมเงินได้มากที่สุดคือ สัปดาห์ที่ 2		

11) เมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 3 เด็กหญิงวนิดาจะมีเงินออมทั้งหมดกี่บาท ให้แสดงวิธีหาคำตอบ

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พิจารณาข้อมูล “ปริศนารังผึ้ง” แล้วตอบคำถามข้อ 12-13 (4 คะแนน)

ผึ้งฝูงหนึ่งช่วยกันสร้างรัง ผลปรากฏดังนี้



วันที่ 1



วันที่ 2



วันที่ 3

แบบวัดการรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy)
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
จำนวน 17 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน เวลาที่ใช้ 30 นาที

คำชี้แจงในการตอบแบบวัด

ลักษณะของแบบวัดจะเป็นการถามเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งการตอบคำถามในแต่ละสถานการณ์มีหลายลักษณะ ได้แก่

1. การเลือกตอบเพียงคำตอบเดียวจากตัวเลือกที่กำหนดให้ 4 ตัวเลือก
2. การเลือกตอบหลายคำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้
3. การเลือกตอบเชิงซ้อน เป็นการเลือกตอบ “ใช่-ไม่ใช่” หรือ “จริง-ไม่จริง” จาก

ข้อความที่กำหนดให้พิจารณาจนครบทุกข้อ

4. การเขียนคำตอบแบบสั้น ๆ เป็นการเขียนตอบอย่างสั้น ๆ ให้ได้ใจความสมบูรณ์
5. การเขียนตอบแบบอิสระ เป็นการเขียนตอบที่มีการอธิบายขยายความหรือ

ยกตัวอย่างมาประกอบ เพื่อให้ได้คำตอบที่สมบูรณ์

ศึกษาข้อมูลจาก “ธงโภชนาการ” แล้วตอบคำถามข้อ 1-2 (3 คะแนน)



- 1) สารอาหารที่ร่างกายควรได้รับมากที่สุดในแต่ละวันคือข้อใด
 1. โปรตีน
 2. คาร์โบไฮเดรต
 3. วิตามินและเกลือแร่
 4. ไขมัน
- 2) การศึกษาในประเด็นใดต่อไปนี้จะเกี่ยวข้องกับเรื่องธงโภชนาการ

ข้อความ	ใช่	ไม่ใช่
2.1) เนื้อสัตว์ประเภทใดสามารถย่อยได้ง่ายที่สุด		
2.2) ปริมาณสารอาหารที่ควรได้รับในแต่ละวัน		
2.3) แยกประเภทสารอาหารที่รับประทานใน 1 มื้อ		
2.4) อาหารที่เหมาะสมกับวัยเด็กนักเรียน		

จากข้อมูล “พัฒนาการของมนุษย์” ใช้ตอบคำถามข้อ 3-4 (3 คะแนน)



วัยทารก

เริ่มตั้งแต่แรกเกิดถึง 1 ปี ในวัยนี้การเจริญเติบโตเป็นไปอย่างรวดเร็วทั้งทางร่างกาย ทางสติปัญญา ทางอารมณ์ โดยเฉพาะร่างกายตั้งแต่แรกเกิดจะนอนตัวงอ เกร็งเล็กน้อย จนเริ่มนอนคว่ำ ลุก นั่ง คลาน พยุงตัวเองให้ยืนได้



วัยเด็ก

เริ่มตั้งแต่อายุ 1 ปี ถึง 12 ร่างกายจะเจริญเติบโตเรื่อยๆ วัยนี้จะพึ่งพาตนเองได้ เดิน วิ่งเองได้ วัยนี้เด็กผู้หญิงจะมีการเปลี่ยนแปลงร่างกายเร็วกว่าเด็กผู้ชาย แต่เด็กผู้ชายจะเจริญเติบโตตามได้ทันและเร็วกว่าในช่วงวัยรุ่น



วัยรุ่น

เริ่มตั้งแต่ 13-17 ปี ร่างกายเริ่มเปลี่ยนแปลงหลายอย่าง เนื่องจากร่างกายมีการผลิตฮอร์โมน จากต่อมใต้สมองที่เรียกว่า ฮอร์โมนเพื่อการเจริญเติบโต เช่น โตเร็ว สูงขึ้น กล้ามเนื้อแข็งแรง



ผู้ใหญ่

เริ่มตั้งแต่ 18-60 ปี วัยนี้ จะมีความพร้อมทั้งทางร่างกาย และจิตใจ อารมณ์และสังคม มีความรับผิดชอบและมีเหตุผลมากขึ้น มีหน้าที่การงานมั่นคง มีบทบาทในสังคมเป็นที่ยอมรับในสังคม รู้จักเลือกคู่ครอง และเริ่มสร้างครอบครัว



ชรา

ผู้มีอายุ 60 ปีขึ้นไป ถือว่าเป็นวัยสุดท้ายของการพัฒนาการแห่งชีวิต ร่างกายเกิดการเปลี่ยนแปลง ผิวหนังเริ่มเหี่ยวแห้ง หูตึง ตาฝ้าฟาง ผมหงอก ลูกหนังไม่ค่อยคล่องตัว มีอาการปวดเมื่อยตามกล้ามเนื้อ ดังนั้นวัยนี้ต้องดูแลเป็นพิเศษ

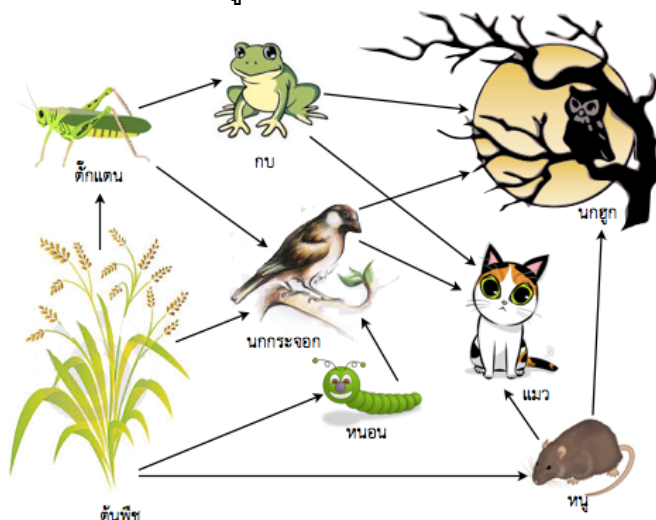
3) สาเหตุสำคัญที่ส่งผลให้วัยรุ่นมีการเจริญเติบโตทางร่างกายได้เร็วกว่าวัยอื่น ๆ

ตอบ

4) การสรุปใจต่อไปนี้เป็นการอธิบายและลงข้อสรุปในเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อความ	ใช่	ไม่ใช่
4.1) สังขารมนุษย์เป็นสิ่งที่ไม่เที่ยง		
4.2) วัยผู้ใหญ่ เป็นวัยที่มีความพร้อมทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ และอารมณ์มากที่สุด		
4.3) วัยชรา เป็นวัยที่พัฒนาการด้านร่างกายเริ่มมีการเสื่อมโทรม		
4.4) สิ่งมีชีวิตล้วนแล้วแต่ต้องมีเกิดและดับไปเป็นเรื่องธรรมดา		

จากสายใยอาหารที่กำหนดให้ ใช้เป็นข้อมูลตอบคำถามข้อ 5-8 (9 คะแนน)



5) ผู้บริโภคลำดับสุดท้ายในสายใยอาหารนี้คือสัตว์ชนิดใด

ตอบ

6) พิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วเลือกตอบว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่”

ข้อความ	ใช่	ไม่ใช่
6.1) นกกระจอกได้รับพลังงานจากต้นพืช ตั๊กแตน และหนอน		
6.2) แมวถ่ายทอดพลังงานให้กับหนู		
6.3) นกฮูกคือผู้ล่า		
6.4) ผู้บริโภคลำดับที่ 2 คือ ตั๊กแตน นกกระจอก หนอน และหนู		

7) สิ่งมีชีวิตชนิดใดที่เป็นทั้งเหยื่อและผู้ล่า (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

1. ตั๊กแตน
2. กบ
3. นกกระจอก
4. แมว
5. หนู
6. นกฮูก

8) ถ้าหากในสายใยอาหารนี้ไม่มีกบหลงเหลืออยู่จะเกิดผลอย่างไร เพราะเหตุใด

ตอบ

.....

จากข้อมูล “ภัยแล้ง” ใช้ตอบคำถามข้อ 9-11 (5 คะแนน)



9) จากข้อมูลที่ปรากฏพื้นที่ภาคใดของประเทศไทยที่ไม่ถือเป็นพื้นที่ประสบภัยแล้ง

1. ภาคเหนือ
2. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
3. ภาคกลาง
4. ภาคใต้

10) หากปริมาณฝนสะสมลดน้อยลงในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 จะเกิดเหตุการณ์ใดขึ้น เพราะเหตุใด

ตอบ

.....

11) พิจารณาว่าประเด็นหัวข้อการทำโครงการใดน่าจะเกี่ยวกับการแก้ปัญหาภัยแล้ง

ข้อความ	ใช่	ไม่ใช่
11.1) ระบบการผลิตน้ำประปาของหมู่บ้าน		
11.2) การออกแบบอุปกรณ์รดน้ำต้นมะนาวแบบประหยัดน้ำ		
11.3) วิธีการใช้น้ำอย่างประหยัดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6		
11.4) แหล่งน้ำเพื่อการเกษตรในหมู่บ้าน		

ศึกษาข้อมูล “ขยะสร้างมลพิษ” แล้วตอบคำถามข้อ 12-13 (4 คะแนน)

รู้หรือไม่...อายุขยะมากกว่าอายุคุณ

กระป๋องเหล็ก	100 ปี
กระป๋องอะลูมิเนียม	80 - 100 ปี
ถุงพลาสติก ขวดพลาสติก	450 ปี
ผ้าอ้อมสำเร็จรูป	500 ปี
โฟม	ไม่ย่อยสลาย
ขวดแก้ว	ชั่วกัลปวสาน

“ใน 1 วัน คุณเป็นผู้ก่อเกิดขยะน้อยเพียงได้ มาปรับพฤติกรรมที่ก่อให้เกิดขยะกันเถอะ”

สุขภาพดี เริ่มต้นที่นี่ กรมอนามัย กรมอนามัย ส่งเสริมให้คนไทยสุขภาพดี โดย สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม

12) การใช้โฟมบรรจุอาหารเป็นประจำ อาจส่งผลให้เกิดเหตุการณ์ใดต่อไป

1. ขยะที่ไม่ย่อยสลายล้นโลก
2. ต้นไม้ถูกทำลายน้อยลง
3. เกิดรายได้จากการการขายขยะจนเป็นอาชีพใหม่
4. การพัฒนาผลิตภัณฑ์บรรจุอาหารใหม่ ๆ

13) หากต้องการลดปัญหามลพิษจากขยะ นักเรียนจะเลือกทำโครงการวิทยาศาสตร์ ในประเด็นใด ที่จะช่วยสนับสนุนการแก้ปัญหามลพิษจากขยะ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

1. การผลิตกระดาษสาจากกระดาษใช้แล้ว
2. การคัดแยกขยะ
3. การลดปริมาณตามขยะแนวทาง 3R คือ ลดใช้ ใช้ซ้ำ และรีไซเคิล
4. การเผาขยะที่ถูกต้องวิธี
5. วิธีการฝังกลบขยะให้ถูกวิธี

ศึกษาการทดลองสารในชีวิตประจำวัน แล้วตอบคำถามข้อ 14-16 (4 คะแนน)

การทดลองนำสารบางชนิดเติมลงในน้ำ ปรากฏผลดังนี้



หลอด ที่	สารที่ใช้	การละลายน้ำ	
		ละลาย	ไม่ละลาย
1	A	/	
2	เกลือปรุงอาหาร	/	
3	ดินทราย		/
4	B		/

14) สาร A หมายถึงสารใดต่อไปนี้

1. ดินร่วน
2. น้ำตาลทราย
3. พริกป่น
4. ถั่วลิสงป่น

15) หลังจากผสมสารในหลอดทดลองที่ 3 แล้ว หากต้องการแยกสารออกจากกัน สามารถทำได้โดยวิธีใด

1. การกลั่น
2. การระเหย
3. การใช้ตะแกรงร่อน
4. การกรอง

16) พิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วเลือกตอบว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่”

ข้อความ	ใช่	ไม่ใช่
16.1) สาร B ควรจะเป็นน้ำปลา		
16.2) การผสมสารในหลอดที่ 1 และหลอดที่ 2 ทำให้เกิดสารละลาย		
16.3) การผสมสารในหลอดที่ 3 และหลอดที่ 4 ทำให้เกิดสารละลาย		
16.4) ตัวทำลายของการทดลองนี้คือน้ำ		

17) โตโต้ ทำการทดสอบคุณภาพของน้ำจาก 4 แห่งและบันทึกผลการทดลองดังตาราง (2 คะแนน)

แหล่งน้ำ	ค่า pH	การมองเห็น ก้นภาชนะ	สี		กลิ่น	
			มีสี	ไม่มีสี	มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น
A	3	ชัดเจน	/			/
B	7	ไม่ชัดเจน		/		/
C	8	ไม่ชัดเจน	/		/	
D	6	ชัดเจน		/		/

หากโตโต้ต้องการนำน้ำไปใช้ทำความสะอาดร่างกาย ควรเลือกน้ำจากแหล่งใดจึงจะเหมาะสม และก่อนนำไปใช้ควรดำเนินการอย่างไรก่อนหรือไม่ (เลือกได้มากกว่า 1 คำตอบ)

1. แหล่งน้ำ A โดยเติมน้ำปูนใสลงไปก่อนใช้งาน
 2. แหล่งน้ำ A สามารถนำไปใช้ได้ทันที
 3. แหล่งน้ำ B โดยนำไปแกว่งสารส้มให้ตกตะกอนก่อนใช้งาน
 4. แหล่งน้ำ B สามารถนำไปใช้ได้ทันที
 5. แหล่งน้ำ C โดยนำไปแกว่งสารส้มให้ตกตะกอนก่อนใช้งาน
 6. แหล่งน้ำ D สามารถนำไปใช้ได้เลย
-

แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้สังเกต :

ผู้ถูกสังเกต : เลขที่

วันที่สังเกต :

คำชี้แจง : แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละเท่า ๆ กัน ให้ดำเนินการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนด จากนั้นผู้วิจัยและครูประจำชั้นร่วมกันสังเกตพฤติกรรมตามรายการที่กำหนดดังนี้

- ระดับ 5 หมายถึง แสดงพฤติกรรมนั้นเป็นประจำในระยะเวลาที่ทำงานกลุ่ม
- ระดับ 4 หมายถึง แสดงพฤติกรรมนั้นค่อนข้างบ่อยในระยะเวลาที่ทำงานกลุ่ม
- ระดับ 3 หมายถึง แสดงพฤติกรรมนั้นเป็นบางครั้งคราวในระยะเวลาที่ทำงานกลุ่ม
- ระดับ 2 หมายถึง แสดงพฤติกรรมนั้นค่อนข้างน้อยในระยะเวลาที่ทำงานกลุ่ม
- ระดับ 1 หมายถึง แสดงพฤติกรรมนั้นน้อยที่สุดหรือไม่มีเลยในระยะเวลาที่ทำงานกลุ่ม

กิจกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเพื่อใช้สังเกตพฤติกรรม

1. สถานการณ์ปัญหา

ขณะที่ถูกทิ้งมาจากบ้านเรือนและแหล่งต่าง ๆ มีวัสดุหลายชนิดปะปนกันอยู่ทำให้ยากลำบากต่อการกำจัด จึงหาวิธีการคัดแยกขยะที่เป็นโลหะออกมาเป็นอันดับแรก

2. วัสดุอุปกรณ์

- 2.1 แผงถ่านไฟฉาย กลุ่มละ 1 ชุด
- 2.2 ตะปูขนาด 3 นิ้ว หรือใหญ่กว่า กลุ่มละ 2 ดอก
- 2.3 ลวดทองแดง กลุ่มละ 1 ม้วน
- 2.4 ขยะจำลอง กลุ่มละ 1 ชุด (ลวดเสียบกระดาษปะปนอยู่กับวัสดุอื่น ๆ)

3. วิธีดำเนินกิจกรรม

3.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละเท่า ๆ กัน จากนั้นแจกอุปกรณ์ให้ทุกกลุ่ม

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการแก้ปัญหาแยกขยะโลหะ (ลวดเสียบกระดาษ) ออกจากวัสดุอื่น ๆ จนหมด

รายการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

พฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ	ระดับพฤติกรรม				
	5	4	3	2	1
การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน					
1. มีส่วนร่วมวิเคราะห์ปัญหากับสมาชิกภายในกลุ่ม					
2. มีส่วนร่วมในการสรุปเป็นปัญหาที่ชัดเจนให้เกิดความเข้าใจตรงกัน					
3. มีการร่วมอภิปรายถึงความสำคัญของปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและส่วนรวม					
4. มีการร่วมอภิปรายถึงรายละเอียดหรือลักษณะของปัญหา					
5. มีการร่วมอภิปรายถึงสาเหตุของปัญหา					
การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา					
6. มีส่วนร่วมในการเสนอแนวทางที่มีประโยชน์ในการแก้ปัญหา					
7. มีส่วนร่วมอภิปรายจุดเด่นจุดด้อยของแนวทางการแก้ปัญหา					
8. มีส่วนร่วมในการตัดสินใจคัดเลือกวิธีแก้ปัญหา					
9. มีส่วนร่วมในการกำหนดวิธีการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของกลุ่ม					
10. ร่วมอภิปรายเพื่อแบ่งหน้าที่ในการปฏิบัติงานอย่างชัดเจน					
11. ร่วมอภิปรายวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ					
12. เสนอแนะบทบาทของตนเพื่อปฏิบัติงานให้สอดคล้องตามแผน					
การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม					
13. ปฏิบัติตนเป็นผู้นำหรือผู้ตามที่ดี					
14. ปฏิบัติงานตามบทบาทหรือหน้าที่ของตนอย่างเคร่งครัด					
15. นำเสนอความคืบหน้าของงานที่ได้รับมอบหมายต่อกลุ่มอย่างสม่ำเสมอ					
16. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ร่วมวางแผนเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมาย					
17. ร่วมรับรู้ฟังปัญหาหรืออุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิบัติงาน					
18. ร่วมอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิบัติงาน					
19. ร่วมเสนอแนะแนวทางแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดระหว่างปฏิบัติงาน					
20. ปฏิบัติงานตามบทบาทที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามเวลาที่กำหนด					

ภาคผนวก ค
การหาคุณภาพของเครื่องมือ

ตาราง 16 คุณภาพของแบบวัดการรู้เท่าทันด้านการอ่าน

ข้อสอบข้อที่	ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
ระบบให้คะแนนแบบ 0-1			
1	0.80	.67	.45
3	1.00	.43	.52
4	1.00	.45	.52
6	1.00	.63	.64
7	1.00	.65	.64
8	1.00	.54	.47
10	0.80	.36	.54
11	0.80	.47	.57
12	1.00	.45	.78
13	1.00	.38	.71
15	1.00	.65	.47
17	1.00	.54	.54
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ .83			
ระบบให้คะแนนแบบไม่ใช่ 0-1			
2	1.00	.57	.58
5	1.00	.47	.67
9	1.00	.54	.59
14	1.00	.34	.68
16	1.00	.44	.61
18	1.00	.54	.47
19	0.80	.68	.57
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ .89			

ตาราง 17 คุณภาพของแบบวัดการรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์

ข้อสอบข้อที่	ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
ระบบให้คะแนนแบบ 0-1			
1	1.00	.37	.34
2	0.80	.43	.58
8	1.00	.43	.59
9	0.80	.24	.34
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ .80			
ระบบให้คะแนนแบบไม่ใช่ 0-1			
3	1.00	.34	.57
4	0.80	.45	.62
5	1.00	.34	.54
6	1.00	.43	.57
7	1.00	.24	.68
10	0.80	.38	.61
11	1.00	.41	.57
12	1.00	.34	.64
13	1.00	.43	.68
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ .84			

ตาราง 18 คุณภาพของแบบวัดการรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์

ข้อสอบข้อที่	ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
ระบบให้คะแนนแบบ 0-1			
1	1.00	.68	.47
3	1.00	.53	.32
4	0.80	.45	.71
5	1.00	.63	.44
7	1.00	.65	.54
9	1.00	.53	.57
10	1.00	.66	.34
12	1.00	.47	.78
13	1.00	.45	.84
17	1.00	.58	.34
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ .86			
ระบบให้คะแนนแบบไม่ใช่ 0-1			
2	1.00	.57	.68
4	1.00	.47	.57
6	1.00	.54	.54
8	1.00	.34	.68
11	1.00	.44	.61
16	0.80	.54	.57
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ .85			

ตาราง 19 คุณภาพของแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

ข้อคำถามข้อที่	ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ค่าอำนาจจำแนก
1	1.00	.781
2	1.00	.459
3	1.00	.421
4	1.00	.337
5	1.00	.408
6	1.00	.799
7	1.00	.857
8	1.00	.785
9	1.00	.332
10	1.00	.418
11	1.00	.438
12	1.00	.456
13	1.00	.520
14	1.00	.730
15	1.00	.666
16	1.00	.784
17	1.00	.405
18	1.00	.488
19	1.00	.438
20	1.00	.452
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ .87		

ภาคผนวก ง
ตัวอย่างภาพกิจกรรมการวิจัย



นำเสนอปัญหา



นำเสนอการออกแบบ



นำเสนอชิ้นงาน



ประสิทธิภาพของชิ้นงาน

ภาพประกอบการจัดกิจกรรมปลอดแมลงวันปลอดโรค



การสืบค้นข้อมูล



การออกแบบชิ้นงาน



การลงมือผลิตชิ้นงาน



การนำเสนอชิ้นงานที่สำเร็จ

ภาพประกอบการจัดกิจกรรมขยะกลายร่างสร้างรายได้



การวิเคราะห์สารอาหาร



การนำเสนอข้อมูลด้วยแผนภูมิแท่ง



การคิดเมนูอาหารเพื่อสุขภาพ



การนำเสนอเมนูอาหารเพื่อสุขภาพ

ภาพประกอบการจัดกิจกรรมอาหารจานนี้มีดีแค่ไหน



การสืบค้นวิธีทำกระดาษรีไซเคิล



การเตรียมอุปกรณ์ทำกระดาษรีไซเคิล



การลงมือทำกระดาษรีไซเคิล



การลงมือทำกระดาษรีไซเคิล

ภาพประกอบการจัดกิจกรรมทรงเรขาคณิตจากกระดาษรีไซเคิล



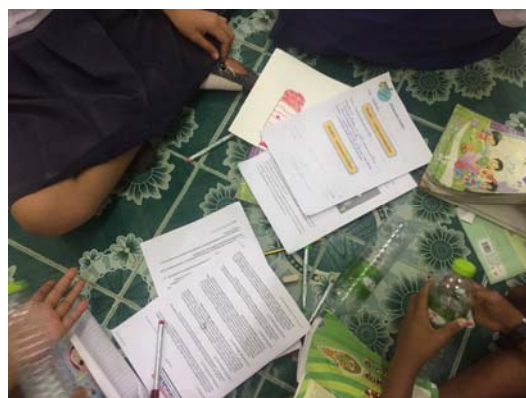
การสนับสนุนด้านเครื่องมือ



การสนับสนุนด้านให้ผลการประเมิน



การสนับสนุนด้านอารมณ์



การสนับสนุนด้านข้อมูลข่าวสาร

ภาพประกอบการสนับสนุนทางสังคมจากครูผู้สอน

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายจักรเพชร สุริยะกมล
วันเดือนปีเกิด	9 กรกฎาคม 2524
สถานที่เกิด	อำเภอภูฉิมรายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	1 หมู่ 5 ตำบลระเว อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี 34110
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านคำผ่าน ตำบลระเว อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2543	ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม. 6) จาก โรงเรียนบัวขาว จังหวัดกาฬสินธุ์
พ.ศ. 2547	ปริญญาการศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) วิชาเอกการประถมศึกษา (ทุนโครงการเพชรในตม) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2551	ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา จาก มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
พ.ศ. 2559	ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ปร.ด.) สาขาวิชาการวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ประยุกต์ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ