

การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ
ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
มีนาคม 2559

การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ
ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้

มีนาคม 2559

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ
ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
มีนาคม 2559

สุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์. (2559). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. (วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ ศิริวัทราชัย.

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อ พัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ โรงเรียนคณะราษฎรบำรุง ปทุมธานี อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ซึ่งได้มาจากวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 35 คน ดำเนินการจัดการเรียนรู้ โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ One – Group Pretest Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1)แผนการจัดการเรียนรู้ 2)แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และ 3)แบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการทางสถิติแบบ t – test Dependent Samples ผลการวิจัยพบว่า 1)หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 82.35/84.10 ตามเกณฑ์ 80/80 2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

DEVELOPMENT OF A STEM INTEGRATION LEARNING UNIT ON ECO HOUSE
FOR SEVENTH-GRADE STUDENTS.



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education degree in Education Science and Learning Management
at Srinakharinwirot University.

March 2016

Suchanat Suwanpibul. (2016). *Development of a STEM integration learning unit on Eco House for Seventh-grade students*. Master thesis M.Ed. (Program in Education Science and Learning Management) Bangkok: Graduate School. Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Asst. Prof. Dr.Porntip Siripatrachai.

The purpose of this research is to compare students science achievement and creativity thinking abilities before and after learning through a STEM integration learning unit on "Eco House" for seventh grade students. The participants in this research comprised of 35 seventh grade students studying a special science program of the first semester of 2014 academic year at Kanaratbamrungpathumthani School. The samples were selected by purposive sampling techniques. The research design was one-group pretest posttest design. The instruments were a learning management plan , a learning achievement test and a creativity test. The t-test for dependent samples used statistics to analyze the data. The results of this research indicated that the learning unit attained the efficiency at 82.35/84.10 , the science achievement after learning was significantly higher than before at .01 level of significance and the creativity after learning was significantly higher than before at .01 level of significance.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ
ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ของ

สุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ดุษฎี โยเหลา)
วันที่.....เดือน มีนาคม พ.ศ. 2559

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษาหลัก ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ ศิริภัทราชัย) (ดร.วนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ ศิริภัทราชัย)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมะประสิทธิ์)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้เป็นอย่างดีด้วยความกรุณาและการให้คำปรึกษาแนวทางในการทำวิจัยจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ ศิริภทราชัย อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ดร.วนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ กรรมการสอบปากเปล่า ปริญญานิพนธ์ ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษา คำแนะนำในการทำวิจัยทุกขั้นตอนจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี รวมทั้งทำให้ผู้วิจัยได้รับประสบการณ์ในการทำงานวิจัยและรู้ถึงคุณค่าของงานวิจัยที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนนำไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาในวงการศึกษา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้แก่ผู้วิจัยในการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตสาขาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้และขอขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือ ตลอดจนให้คำปรึกษา และข้อแนะนำ อันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการไพฑูริย์ จารุสาร และคณะครูอาจารย์โรงเรียนคณะ ราษฎร์-บำรุงปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี ทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนให้ผู้วิจัย ทำการศึกษาค้นคว้าจนสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่ให้อำลังใจ กำลังทรัพย์และความห่วงใย ตลอดจนญาติมิตร เพื่อนร่วมงาน และเพื่อนๆ สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ กลุ่มการสอนวิทยาศาสตร์ทุกคนที่ให้อำลังใจและความช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชา บิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้อบรม สั่งสอน ชี้แนะแนวทางการศึกษาแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

สุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
สมมติฐานการวิจัย.....	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	7
ความหมายของสะเต็มศึกษา.....	7
แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา.....	8
ประโยชน์จากการเรียนการสอนด้วยสะเต็มศึกษา.....	13
แนวทางการพัฒนาผู้เรียนด้วยสะเต็มศึกษา.....	14
แนวทางพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ของไทยด้วยสะเต็มศึกษา.....	15
แนวทางการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลสะเต็มศึกษา.....	20
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น(7E).....	21
ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle).....	21
ความเป็นมาของรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E).....	22
บทบาทครูและนักเรียนโดยการเรียนรู้การสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น.....	29
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	32
ความมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	32
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	33
การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	34
การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	39

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์.....	41
ความหมายของความคิดสร้างสรรค์.....	41
ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์.....	45
สมรรถภาพทางสมองกับความคิดสร้างสรรค์.....	45
ทฤษฎีเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์.....	49
พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์.....	53
การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์.....	56
บทบาทของครูในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์.....	58
กลวิธีการสอนความคิดสร้างสรรค์.....	61
กิจกรรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์.....	62
การวัดความคิดสร้างสรรค์.....	64
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	65
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	68
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	68
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	68
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	68
แบบแผนการทดลอง.....	69
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	69
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	73
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	75
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	75
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	75

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	80
ความมุ่งหมายของการวิจัย	80
สมมติฐานในการวิจัย	80
วิธีดำเนินการวิจัย	81
สรุปผลการวิจัย	82
อภิปรายผลการวิจัย	83
ข้อเสนอแนะ	88
บรรณานุกรม	90
ภาคผนวก	98
ภาคผนวก ก	99
ภาคผนวก ข	101
ภาคผนวก ค	106
ภาคผนวก ง	113
ประวัติย่อผู้วิจัย	184

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงการปรับขยายรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ จาก 5 ชั้น เป็น 7 ชั้น.....	23
2 แสดงรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ 7 ชั้น ในวิทยาศาสตร์.....	26
3 แสดงบทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E)	30
4 แสดงการเปรียบเทียบกระบวนการทางปัญญาที่ใช้คำศัพท์เดิมและคำศัพท์ใหม่.....	36
5 คำสำคัญและพฤติกรรมของกระบวนการทางปัญญาทั้ง 6 ชั้น.....	36
6 แสดงวิธีการวัดและประเมินการเรียนรู้และตัวอย่างเครื่องมือ.....	40
7 เปรียบเทียบกระบวนการคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ วอลลาซ ออสบอร์น แอนเดอร์สัน และจุงส์.....	43
8 แบบแผนการทดลอง.....	69
9 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยวัดจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนและทำแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนได้ถึงเกณฑ์มาตรฐาน 80/80.....	76
10 เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้ แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	77
11 เปรียบเทียบคะแนนจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ ก่อนและหลังเรียนและแบบวัด ความคิดสร้างสรรค์ระหว่างเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้จากหน่วย การเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	78
12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของหน่วยการเรียนรู้ แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	102
13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	103
14 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์	104
15 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	105

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
16 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	107
17 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	109
18 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ จากหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา...	111
19 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ 7 ชั้น ในวิทยาศาสตร์.....	120
20 แสดงหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศตามแนวทางสะเต็มศึกษา...	121



บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
2 แสดงแผนผังกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม.....	11
3 แสดงแบบจำลองโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมองของกิลฟอร์ด.....	46
4 แสดงโครงสร้างของรูปแบบการสอนความคิดสร้างสรรค์ตามแนวของแฟรงค์ วิลเลียมส์.....	62
5 แผนผังแสดงหลักการของสะเต็มศึกษาโดยใช้รูปแบบการบูรณาการระหว่างวิชา (Multidisciplinary) แบบสอดแทรก (Infusion).....	114
6 แสดงแผนผังกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม.....	115



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ นักเรียนไม่สามารถนำเอาวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์เท่าที่ควร เนื่องจากการเน้นบทบาทของครูผู้สอน ความสมบูรณ์ของเนื้อหา การละเลยบทบาทของนักเรียนและปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งในการเรียนและในชี วิตประจำวัน การสอนวิทยาศาสตร์ จึงมักจบลงด้วยการที่นักเรียนได้รับความรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแทนที่จะจบลงด้วยนักเรียนได้แก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง หรือการได้นำความรู้ไปใช้ได้ในชีวิตจริง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้มีการฝึกฝนทักษะทางวิทยาศาสตร์น้อยลง ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำ (สมจิต สวธน์ไพบูลย์ . 2541: 6) และการที่ครูผู้สอนกลัวสอนไม่ทัน สาเหตุเนื่องมาจากการยึดติดในเนื้อหาที่สอน จึงทำให้ละเลยการฝึกให้เด็กได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ อีกทั้ง ยังมีนักเรียนหลายๆ คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ที่ต่ำกว่าเกณฑ์ ขาดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจรรย์ญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรอง และมีวิสัยทัศน์ เนื่องด้วยสาเหตุต่างๆ เช่น ไม่ชอบวิชาวิทยาศาสตร์ รู้สึกว่าวิชาวิทยาศาสตร์ไม่มีความน่าสนใจหรือยากจนเกินไป เป็นต้น จึงทำให้นักเรียนขาดความสนใจในการเรียนรู้อาษาวิทยาศาสตร์ จากสภาพปัญหาดังกล่าว การปรับปรุงและแก้ไขสภาพการจัดการเรียน การสอนด้านการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะความคิดโดยเฉพาะความคิดสร้างสรรค์ จำเป็นต้องอาศัยแนวคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับนักเรียนมาช่วยในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ในวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้นและส่งผลทำให้นักเรียนเกิดทักษะความคิดต่างๆ โดยเฉพาะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2545: 23)

สำหรับประเทศที่ ประสบความสำเร็จในการพัฒนาได้นั้น จะต้องจัดการให้มีโรงเรียนมหาวิทยาลัย รวมทั้งครู อาจารย์ที่มีคุณภาพ ปัจจุบันโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทำให้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแพร่กระจายไปทั่วโลก ความรู้ ทักษะ และความก้าวหน้าในด้านต่าง ๆ จึงเป็นทุนสำคัญของสังคมในศตวรรษที่ 21 ด้วย ประเทศไทยจึงจำเป็นต้องให้ประเด็นเกี่ยวกับการศึกษาและพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ มีความสำคัญในระดับสูงสุดของประเทศ ดังนั้นคุณภาพของงานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และการพัฒนาเทคโนโลยีจึงเป็น ส่วนสำคัญที่ทำให้ประเทศไทยมีขีดความสามารถทางการแข่งขันกับประเทศอื่นๆ ได้ ทั้งนี้การพัฒนาทักษะพื้นฐานความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ให้กับเยาวชนในศตวรรษที่ 21 นั้น ไม่จำกัดเพียงแต่การอ่าน การเขียน และการคำนวณ เท่านั้น แต่ยังรวมถึงทักษะด้านความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร การแก้ปัญหา และความรอบรู้ในเทคโนโลยีสาขาต่าง ๆ ซึ่งเป็น

พื้นฐานให้กับทักษะด้านความคิดที่ช่วยให้ประชาชนของประเทศเข้าใจถึง ความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีต่างๆ ในโลก และสร้างสรรค์ สิ่งใหม่ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ ทั้งนี้ประเทศที่ประสบความสำเร็จในการพัฒนา จำเป็นต้องให้ประชากรทุกคนมีพื้นฐานเหล่านี้เท่าเทียมกัน โดยมีใช้จำกัดอยู่ในกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ หรือกลุ่มผู้มีพรสวรรค์เท่านั้น นอกจากนี้ ต้องมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคนมีพื้นฐานที่แข็งแกร่งด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งผลให้หลังจบการศึกษาแล้วผู้เรียนเหล่านี้จะสามารถสร้างสรรค์งาน เพื่อนำไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรมของประเทศได้เป็นอย่างดี (Leon M Lederman. 2012: 1) เมื่อนักเรียนมีคุณลักษณะของความเป็นนักคิดสร้างสรรค์แล้ว เขาก็จะสามารถพัฒนาตนได้เต็มศักยภาพ สามารถสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ รอบด้านได้อย่างไม่รู้จักจบ ยังประโยชน์แก่ตนเองและสังคมประเทศชาติหรือนานาชาติได้ด้วย ซึ่งสังคมไทยในขณะนี้ อยู่ในยุคหัวเลี้ยวหัวต่อที่สำคัญของการปฏิรูปการศึกษา เพื่อปรับปรุงโครงสร้างการให้การศึกษาแก่คนในสังคมใหม่ ให้ทันกับโลกยุคไร้พรมแดนในทุกด้าน ดังนั้นการให้การศึกษาที่ดีแก่คนรุ่นใหม่ จึงต้องปลูกฝังทัศนคติ ค่านิยม ให้เขารู้จักคิดเป็นคิดอย่างสร้างสรรค์ รู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง รู้จักปฏิบัติลงมือทำ สามารถวิเคราะห์ปัญหาเลือกและตัดสินใจได้อย่างมีคุณภาพ ซึ่งในการจัดการเรียนการสอน ครูสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดกับนักเรียนได้ สอดคล้องกับแนวคิดของทอแรนซ์ ที่กล่าวว่า “ความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาได้ด้วยการสอน ฝึกฝน และการฝึกปฏิบัติที่ถูกต้อง โดยเฉพาะช่วงวัยเด็ก” (อารี พันธุ์มี. 2546: 2) การสร้างความคิดสร้างสรรค์ให้กับนักเรียนให้มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 นั้น มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เยาวชนเหล่านั้นสามารถดำรงชีวิตในสังคมโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ สามารถและพร้อมที่จะเผชิญหน้ากับสภาพสังคม เศรษฐกิจและเทคโนโลยีในอนาคต การตื่นตัวและการเตรียมพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น (พรทิพย์ ศิริภักทราชัย. 2556: 7) เพื่อยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทยอย่างต่อเนื่อง ในหลาย ๆ ประเทศจำเป็นต้องเร่งพัฒนากำลังคนของประเทศ (national workforce) ให้มีความรู้ความสามารถและทักษะด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ (Science Technology Engineering and Mathematics) หรือ “สะเต็ม” (STEM) ซึ่งเป็นแกนหลักของเศรษฐกิจและสังคมโลกในอนาคต (มนตรี จุฬาววัฒนทล. 2556: 3)

สำหรับประเทศไทยการจัดการศึกษาแบบบูรณาการที่เน้นให้ความสำคัญกับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์อย่างเท่าเทียมกัน หรือ สะเต็มศึกษา จึงเป็นรูปแบบการจัดการศึกษาที่ตอบสนองต่อการเตรียมคนไทยรุ่นใหม่ในศตวรรษที่ 21 เพราะธรรมชาติของทั้ง 4 วิชาใหม่ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้และความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้ดีและมีคุณภาพในโลกของศตวรรษที่ 21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ความเป็นโลกาภิวัตน์ ที่ตั้งอยู่บนฐานความรู้และเต็มไปด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี อีกทั้งยังเป็นวิชาที่มีความสำคัญกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจการพัฒนาคุณภาพชีวิตและความมั่นคง ของประเทศได้ นอกจากนี้สะเต็มศึกษายังเป็น

การจัดการศึกษาที่สามารถพัฒนาให้นักเรียนนำความรู้ทุกแขนงทั้งด้านความรู้ ทักษะการคิด โดยเฉพาะทักษะความคิดสร้างสรรค์ และทักษะอื่นๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า สร้าง และพัฒนาความคิดค้นสิ่งต่างๆ ในโลกปัจจุบัน การเน้นความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง การมีส่วนร่วมของผู้เรียนกับข้อมูล เครื่องมือทางเทคโนโลยี การสร้างความยืดหยุ่นในเนื้อหาวิชา ความท้าทาย ความสร้างสรรค์ ความแปลกใหม่และการแก้ปัญหามีความหมายของบทเรียนในสะเต็มศึกษา จึงเหมาะที่จะทำให้เยาวชนไทยรุ่นใหม่เกิดการเรียนรู้และอยู่ในโลกแห่งอนาคตได้อย่างแท้จริง (พรทิพย์ ศิริภทราชัย . 2556: 7)

จากหลักการและเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจในการนำรูปแบบสะเต็มศึกษา มาพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 รายวิชา วิทยาศาสตร์ เพื่อนำผลการวิจัยที่ได้ ไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนา นักเรียนให้มีประสิทธิภาพอันจะก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านการจัดการเรียนการสอนแก่ประเทศชาติต่อไป

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

1. พัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
3. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ จะทำให้ได้แนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การวิจัยครั้งนี้ ทำให้ทราบถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นแนวทางให้แก่ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และกลุ่มสาระอื่นๆ ในการออกแบบและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อมุ่งพัฒนาให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

2. ได้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนและผู้สนใจ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ประยุกต์ใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ พัฒนาระบวนการคิดและสอดคล้องกับบริบทของนักเรียนมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 นักเรียนโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 70 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 นักเรียนโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยเลือก

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โดยใช้เวลาในการทดลอง 16 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเอง

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ การใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 รายวิชาวิทยาศาสตร์
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์
 - 2.2 ความคิดสร้างสรรค์

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา** คือ หน่วยการเรียนรู้ที่บูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) เข้าด้วยกันในการจัดการเรียนการสอน และเชื่อมโยงศาสตร์ทั้ง 4 วิชาให้เข้ากับบริบทที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของผู้เรียน โดยผู้เรียนลงมือปฏิบัติ ทำงานเป็นกลุ่ม อภิปราย และสื่อสารเพื่อนำเสนอผลงานด้วยตนเอง

2. **การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)** คือ วิธีการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถสืบเสาะหาความรู้ และเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง ส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการคิดของผู้เรียน ประกอบด้วย การสอน 7 ขั้นตอน คือ ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจค้นหา ขั้นอธิบาย ขั้นขยายความรู้ ขั้นประเมินผล และขั้นนำความรู้ไปใช้

3. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร โดยวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ตามแนวคิดของ Bloom's Revised taxonomy 2001 ทั้ง 6 ระดับ ได้แก่ จำ (Remembering) เข้าใจ (Understanding) ประยุกต์ใช้ (Applying) วิเคราะห์ (Analyzing) ประเมินค่า (Evaluating) และคิดสร้างสรรค์ (Creating)

4. **ความคิดสร้างสรรค์** หมายถึง ความสามารถในการคิดหลากหลายและแตกต่างจากเดิม มีเอกลักษณ์เฉพาะตน สร้างสรรค์สิ่งที่มีคุณค่าสามารถนำความคิดไปประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ได้ ซึ่งจะเป็นสิ่งที่จะนำไปสู่การวางแผนเพื่อการปรับปรุง พัฒนา ให้เกิดสิ่งใหม่ ๆ หรือการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดี โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการสร้างความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยวัดความคิดสร้างสรรค์ 3 ลักษณะ ได้แก่

4.1 **ความคิดคล่องแคล่ว** หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่ตอบคำถามได้คล่องแคล่วรวดเร็ว และมีปริมาณมากในเวลาจำกัด

4.2 **ความคิดยืดหยุ่น** หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบ

4.3 **ความคิดริเริ่ม** หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดสิ่งแปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับใคร

5. การหาประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้โดยใช้เกณฑ์ 80/80 หมายถึง คุณภาพของหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่วัดจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนและทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนได้ถึงเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 หรือ E_1/E_2 โดยกำหนดให้

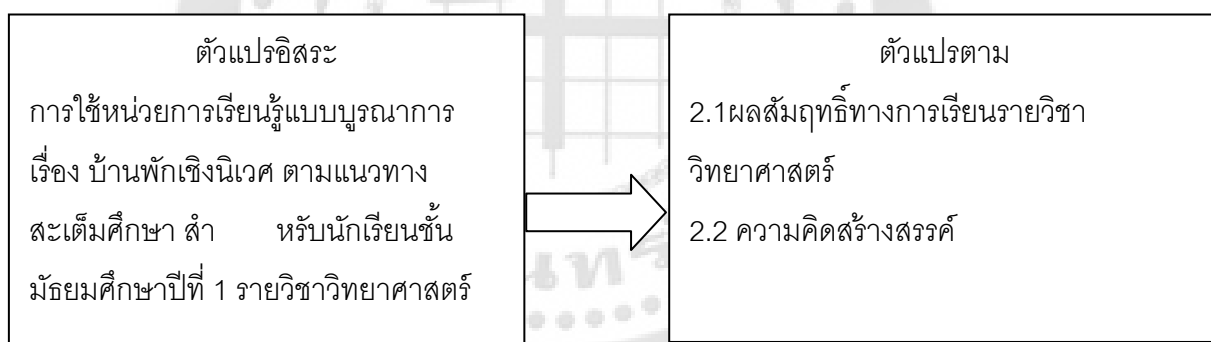
80 ตัวแรก (E_1) คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน

80 ตัวหลัง (E_2) คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

6. บ้านพักเชิงนิเวศ หมายถึง บ้านพักที่สร้างขึ้น โดยคำนึงถึงธรรมชาติเป็นหลัก มีความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม สร้างจากวัสดุธรรมชาติเป็นหลัก ช่วยลดอุณหภูมิและระบายความร้อนภายในตัวบ้านด้วยวิธีการทางธรรมชาติ และลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในบ้าน

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ ที่เรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งมีกรอบแนวคิดของการวิจัย ดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

นักวิชาการได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ไว้หลายความหมาย (ยศวีร์ สายฟ้า. 2555: 2; รัชพล ธนาณรงค์. 2556: 1; พรทิพย์ ศิริภทราชัย. 2556: 2) ซึ่งสามารถวิเคราะห์และสรุปความหมายได้ว่า สะเต็มศึกษาคือการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรม (Engineer: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เป็นการนำเอาแนวคิดสำคัญ (Concept) ของทั้ง 4 วิชา มาใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ รอบตัวอย่างมีความหมาย (Meaningful Learning) เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน ซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกัน เพราะในการทำงานจริงหรือชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงานทั้งสิ้น ไม่ได้แยกความรู้เป็นส่วน ๆ สะเต็มศึกษาจึงเป็นการแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ให้กับนักเรียน อีกทั้ง 4 วิชานี้ยังเป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างมากกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิต และความมั่นคงของประเทศ

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่าสะเต็มศึกษา หมายถึง การนำแนวคิดสำคัญของ 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรม (Engineer: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) มาผสมผสานในการสอน เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และเรียนรู้ด้วยตนเอง

1.2 แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา

นักวิชาการหลายท่าน ได้ให้แนวคิดและลักษณะสะเต็มศึกษา ไว้มากมาย ดังนี้ พรทิพย์ ศิริภทราชัย (2556: 2-3) ได้กล่าวถึงแนวคิดและลักษณะสะเต็มศึกษาไว้ว่า

1. เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) นั่นคือเป็นการบูรณาการระหว่างสา สตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือ

- วิทยาศาสตร์ (S) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ โดยนักการศึกษามักชี้แนะ ให้อาจารย์ ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะ (Inquiry Based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-Based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา หรือมหาวิทยาลัย เพราะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่าย และไม่สนใจ แต่การสอนวิทยาศาสตร์ใน สะเต็มศึกษาจะทำให้นักเรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้ลึก ทำทหายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้นักเรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียน
- เทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่างๆ หรือกระบวนการต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเราโดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยี ที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้นเทคโนโลยี จึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจ
- วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่างๆ เกี่ยวข้องกับกระบวนการการออกแบบ (Design) วางแผน (Planning) การแก้ปัญหา (Problem Solving) การใช้องค์ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ มาสร้างสรรค์ผลงานภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข (Constraints and Criteria) ที่กำหนดภายใต้องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ และเป็น ขั้นตอนการทำงานที่เป็นลักษณะวงจร (Cycle) อีกทั้งยังเป็นการทำงานที่สามารถย้อนกลับเพื่อปรับปรุง ได้ตลอดเวลาขึ้นกับสถานการณ์ที่ประสบ

จุดต่างที่สำคัญระหว่างกระบวนการทางวิศวกรรมและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการทางวิศวกรรม คือการออกแบบทางเลือกเพื่อแก้ปัญหาที่หลากหลายแล้ววิเคราะห์แนวทางที่เหมาะสมที่สุดซึ่งอาจมิใช่แนวทางที่ถูกต้องที่สุด (“Optimum” rather than “Right”) เน้นที่การประยุกต์ใช้องค์ความรู้เพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ผลงานออกมา ในขณะที่กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มักจบอยู่กับการได้มาซึ่งคำตอบของข้อสงสัยหรือองค์ความรู้ที่เป็นทฤษฎีเท่านั้น อย่างไรก็ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยังคงต้องใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เช่นเดิม เพียงแต่การเรียนการสอนในชั้นเรียนควรให้มีการลงมือปฏิบัติด้วยการสร้างสรรค์ชิ้นงานซึ่งอาจเป็นลักษณะของโครงการ (Project-Based Learning) การใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ให้มากขึ้น และเน้นการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง จะทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของ การเรียนรู้ทฤษฎีและสามารถนำองค์ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ มาบูรณาการกันเพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ๆ

- คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่มีได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้น แต่เกี่ยวกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญ ประการแรกคือกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่การเปรียบเทียบ การจัดจำแนก /จัดกลุ่ม การจัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ ประการที่สองภาษาคณิตศาสตร์ เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้ โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อย ยกกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า ฯลฯ ประการต่อมาคือการส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นของเด็กหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

2. เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่อนุบาล-มัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพบว่า ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็น นโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำ สะเต็มศึกษามาใช้ ผลจากการศึกษาพบว่า ครูผู้สอนที่ใช้วิธีการสอนแบบProject-Based Learning , Problem-Based Learning , Design-Based Learning ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ พัฒนาชิ้นงานได้ดี และถ้าครูผู้สอนสามารถใช้สะเต็มศึกษา ในการสอนได้เร็วเท่าใดก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพนักเรียนได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกามีการนำสะเต็มศึกษาไปสอน ตั้งแต่ระดับวัยก่อนเรียน (Preschool) ด้วย

นอกจากนี้สะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการศาสตร์ ทั้ง 4 สาขาดังที่กล่าวข้างต้นแล้ว ยังเป็นการบูรณาการด้านบริบท (Context Integration) ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอีกด้วย ซึ่งจะทำให้การสอนนั้นมีความหมายต่อนักเรียนทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียนนั้น ๆ และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งจะเพิ่มโอกาสการทำงาน การเพิ่มมูลค่า และสามารถสร้างความแข็งแกร่งให้กับประเทศด้านเศรษฐกิจได้

3. เป็นการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดพัฒนาการด้านต่างๆอย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น

- ด้านปัญญา นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชา
- ด้านทักษะการคิด นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดโดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ
- ด้านคุณลักษณะ นักเรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การเป็นผู้นำตลอดจนการยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ ของผู้อื่น

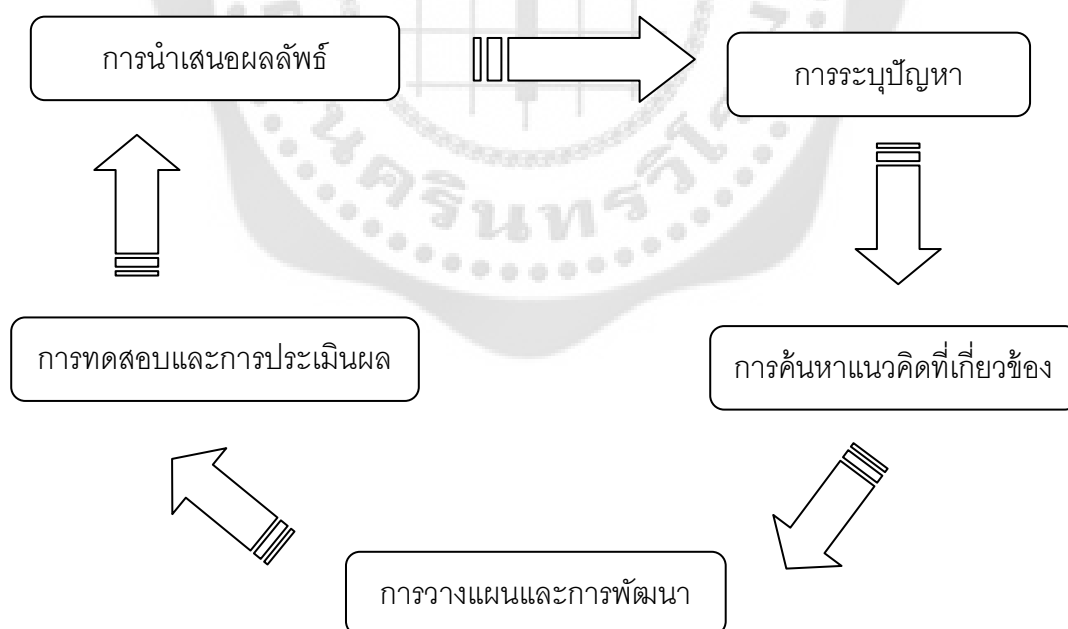
สอดคล้องกับ รัชพล ธนานุวงศ์ (2556: 1-3) ที่ให้แนวทางการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ไว้ว่า ในอดีตที่ผ่านมา การเรียนรู้วิชาทั้ง 4 วิชาใน สะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ที่แยกออกจากกันอย่างอิสระ (Separated and Independent) ดังเช่น การเรียนการสอนสะเต็มในประเทศไทย หรือ การเรียนการสอนสะเต็มในประเทศในสหรัฐอเมริกา ที่แยกวิชา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ออกจากกันอย่างชัดเจน (ในขณะที่ไม่มีการเน้นวิชาวิศวกรรมมากนัก) ทั้งนี้เมื่อไม่กี่สิบปีที่ผ่านมา ได้มีกระแสของกลุ่มนักวิชาการ นักการศึกษา และครู ในประเทศสหรัฐอเมริกาที่ต้องการเน้นให้ มีการเรียนการสอน “E” ของสะเต็ม หรือ วิศวกรรมศาสตร์ ให้มากและชัดเจนกว่าเดิม เนื่องด้วยมีการพบว่า การเน้นให้มีการเรียนรู้เนื้อหาวิชาวิศวกรรมศาสตร์มาก ยิ่งกว่าเดิม นอกจากจะส่งเสริมให้การเรียนรู้เนื้อหาใน วิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ มีความน่าสนใจและมีประสิทธิภาพ มากยิ่งขึ้นแล้ว ผู้เรียนยังได้ฝึกฝน ทักษะการนำเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง และทำให้การเรียนสะเต็มสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น การเรียนการสอนแบบประสานรวมกันของวิชาทั้ง 4 วิชาในสะเต็มดังกล่าว จำเป็นต้องให้ผู้เรียน ได้ลงมือปฏิบัติ ได้ทำงานเป็นกลุ่ม อภิปราย และสื่อสารเพื่อนำเสนอผลงาน คล้ายกับแนวทางการเรียนรู้แบบ Project-Based Learning ซึ่งได้มีการศึกษามาแล้วว่า สามารถส่งเสริมให้ผู้ทำกิจกรรมเกิด “การเรียนรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น” หรือ Deeper Learning อันได้แก่ การเรียนรู้ที่เตรียมพร้อมผู้เรียนใน 5 ด้าน สำคัญ ได้แก่

- การทำความเข้าใจเนื้อหาแกนหลักทางวิชาการได้อย่างดี (Mastering Core Content)
- การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ (Thinking Critically) และการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน (Solving Complex Problem)
- การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม (Working Collaboratively)
- การสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ (Communicating Effectively)
- การเป็นผู้ริเริ่ม (Self-Directed) และรับคำวิพากษ์วิจารณ์ได้อย่างดี (Incorporate Feedback)

อีกทั้งสะเต็มศึกษา แบบบูรณาการ ยังมีการผนวกองค์ประกอบสำคัญของการเรียนการสอน 2 ด้านนั้นคือ

- การผนวกกันด้านบริบท (Content Integration) มีการทำให้ศาสตร์ทั้ง 4 รวมเข้าด้วยกัน ด้วยบริบทที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนบริบทเดียว
- การผนวกกันด้านเนื้อหา (Content Integration) มีการทำให้ศาสตร์ทั้ง 4 รวมกัน “แนวคิดใหญ่” (Big Ideas) แนวคิดเดียว

จุดเด่นของการจัดการเรียนรู้แบบคือ การผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียน ในขณะที่ทำกิจกรรม เพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจและฝึกทักษะ ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี นักเรียนต้องมีโอกาสนำความรู้ มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยมีรูปแบบกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1. การระบุปัญหา (Identify a Challenge) 2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) 3. การวางแผนและพัฒนา (Plan & Develop) 4. การทดสอบและการประเมินผล (Test & Evaluate) และ 5. การนำเสนอผลลัพธ์ โดยสรุปเป็นแผนผังได้ดังนี้



ภาพประกอบ 2 แสดงแผนผังกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ที่มา: หนังสือ สะเต็มศึกษา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557).

นอกจากนี้ มนตรี จุฬารัตนกุล (2556: 4-5) ยังได้กล่าวถึงคุณลักษณะของสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เป็นวิชาที่ศึกษาตั้งแต่ชั้นประถม มัธยมศึกษา จนถึงระดับอุดมศึกษาและอาชีวศึกษา แม้นักเรียนไทยที่เรียนเก่งและมีความรู้ความสามารถสูงส่วนหนึ่งจะสามารถแข่งขันและเอาชนะนักเรียนต่างชาติ สามารถคว้าเหรียญโอลิมปิกวิชาการทุกปี บางคนก็ได้ทุนศึกษาต่อถึงปริญญาเอก ได้ทำงานวิจัยและพัฒนาและประสบความสำเร็จในวิชาชีพวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี แต่ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนส่วนใหญ่ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ยังไม่เป็นที่น่าพอใจดังที่ปรากฏผลการทดสอบต่าง ๆ เช่น O-NET , PISA และ TIMSS เป็นต้น นอกจากนี้นักเรียนไทยไม่นิยมเรียนวิชาเหล่านี้เพราะเรียนยากและไม่มีทราจะไปทำงานอะไร ดังนั้นนักเรียนไทยจึงมักเรียนสายสังคมส่วนใหญ่ ปัญหาเหล่านี้จำเป็นต้องได้รับการแก้ไข แต่วิธีการต่างๆ ที่ได้นำมาช่วยแก้ปัญหา เช่น การจัดห้องเรียนวิทยาศาสตร์ การมีโรงเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นต้น สามารถช่วยแก้ปัญหาในวงจำกัดเท่านั้น สะเต็มศึกษาจะเป็นแนวทางใหม่ในการส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ตั้งแต่การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานจนถึงอุดมศึกษา อาชีวศึกษา และการศึกษาดลอดชีวิต แต่เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ในการสร้างสิ่งใหม่จึงให้รวมคำว่า “วิศวกรรม” (Engineering) เข้ามาด้วย ดังนั้น STEM Education จึงเป็นแนวทางการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยเน้นการบูรณาการและการนำไปใช้แก้ปัญหา สร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ กระบวนการใหม่หรือรูปแบบระบบใหม่ (วิศวกรรม) ที่มีคุณประโยชน์ต่อเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต ดังนั้น สะเต็มศึกษา 1). สร้างทักษะในการนำองค์ความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี 2). นำทักษะเหล่านั้นมาแก้ปัญหาสำคัญที่พบในชีวิตจริง และ 3). นำประสบการณ์ไปใช้ในการประกอบอาชีพและปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายหรือศึกษาต่อในสายอุดมศึกษาหรืออาชีวศึกษา ดังนั้นจึงมักเน้นการทำโครงการแก้ปัญหาหรือสร้างนวัตกรรมใหม่โดยวิธีบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าสะเต็มศึกษา คือการนำเอาศาสตร์ทั้ง 4 วิชา คือ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) มาบูรณาการเข้าด้วยกันในการจัดการเรียนการสอน และจำเป็นต้องให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ได้ทำงานเป็นกลุ่มอภิปราย และสื่อสารเพื่อนำเสนอผลงานด้วยตนเอง โดยสามารถเชื่อมโยงศาสตร์ทั้ง 4 วิชานี้ให้เข้ากับบริบทที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อให้การเรียนรู้มีความน่าสนใจ มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และนักเรียนยังได้ฝึกฝนทักษะการนำเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง และเน้นการทำโครงการแก้ปัญหาหรือสร้างนวัตกรรมใหม่โดยวิธีบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี นอกจากนี้ สะเต็มศึกษา ยังเป็น การบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่อนุบาล – มัธยมศึกษาตอนปลาย

1.3 ประโยชน์จากการเรียนการสอนด้วยสะเต็มศึกษา

มิทเชล นาธาน (รักษพล ธนาณรงค์ . 2556: 19-20; อ้างอิงจาก Mitchell Nathan. 2013) ได้กล่าวถึงประโยชน์จากการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาไว้ ดังนี้

1. ด้านเศรษฐกิจ (Economic Opportunity): การเรียนรู้สะเต็มศึกษาช่วยเพิ่มโอกาสในทางด้านเศรษฐกิจ การทำงาน การเพิ่มมูลค่า เพราะนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้น ที่ขับเคลื่อนเศรษฐกิจของโลก ล้วนมีพื้นฐานสำคัญมากจากสะเต็มศึกษา

2. ด้านทรัพยากรบุคคล (Attract more Student to Technology Fields): การเรียนรู้สะเต็มศึกษาช่วยดึงดูดและสร้างทรัพยากรบุคคลให้เข้าสู่การทำงานด้านเทคโนโลยี ที่ยังขาดแคลนอีกมาก

3. ด้านความมั่นคง (National Security) การเรียนรู้ด้านสะเต็มศึกษาช่วยสร้างเสริมความมั่นคงให้กับประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในด้านความมั่นคงและความปลอดภัยในด้านไซเบอร์ (Cyber Security) ในโลกปัจจุบันที่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีด้านการสื่อสารอย่างมาก

4. ด้านสุขภาพ (Enhancing Health) ความรู้และทักษะจากการได้เรียนรู้สะเต็มศึกษาช่วยให้ประชากรในประเทศมีสุขภาพแข็งแรง และอายุยืนขึ้น เพราะมีเทคโนโลยีในการรักษาโรคภัยต่างๆ ได้ดีขึ้น มีการตรวจพบโรคภัยต่างๆ ได้เร็วก่อนจะลุกลาม ทำให้สามารถทำการรักษาได้ทัน

อีกทั้งยังได้บอกข้อดีของการรวมศาสตร์ทั้ง 4 เขาด้วยกัน (STEM Integration) ดังนี้

1. ส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจในศาสตร์ทั้ง 4 ได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น (Deeper Learning)
2. ช่วยให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มีความหมายมากยิ่งขึ้น ผ่านการนำไปออกแบบและแก้ปัญหาตามแนวทางวิศวกรรมและเทคโนโลยี ในบริบทที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน
3. ส่งเสริมให้มีความเข้าใจและทักษะในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ดี
4. นักเรียนมีทักษะในการเรียนรู้และการประยุกต์ให้ข้ามศาสตร์ทั้ง 4 อย่างไม่ติดขัด
5. นักเรียนเห็นความสำคัญของวิศวกรรมศาสตร์มากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้การเชื่อมโยงสะเต็มศึกษากับเส้นทางอาชีพในอนาคตยังเป็นสิ่งสำคัญเพราะนักเรียนจะได้มีการพิจารณา ตัดสินใจว่าจะเน้นการเรียนไปที่วิชาใด เน้นการทำกิจกรรมในส่วนใด เพื่อเป็นการวางแผนทางการเรียนรู้ในระดับสูงและการงานในอนาคตต่อไป

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่าสะเต็มศึกษามีบทบาทสำคัญที่ทำให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี ได้มีการบูรณาการเชื่อมโยงกับชีวิตจริง เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 ในการดำเนินชีวิตในสังคมและนำมาซึ่งการพัฒนาสิ่งใหม่ๆ หรือนวัตกรรม เพื่อการพัฒนาขีดความสามารถของประเทศนั่นเอง

1.4 แนวทางการพัฒนาผู้เรียนด้วยสะเต็มศึกษา

มนตรี จุฬารัตนกุล (2556: 5-8) กล่าวว่า หลายประเทศประสบปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี คล้ายคลึงกับประเทศไทย แม้ประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น สหรัฐอเมริกา อังกฤษ และออสเตรเลีย เป็นต้น ต้องเร่งสร้างความสามารถในการแข่งขันโดยการสร้างเสริมความรู้ และทักษะ ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใช้สะเต็มศึกษา ความสำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีจะเห็นชัดจากตัวอย่างข้อมูลที่ได้แสดงว่า ในปี ค.ศ. 2015 ประเทศจีนจะผลิตบัณฑิตด้านสะเต็มศึกษาได้มากที่สุดในโลก คือ 3.5 ล้านคน ต่อปี ซึ่งมากกว่า จำนวนที่จะผลิตได้จากสหรัฐอเมริกา อังกฤษ และญี่ปุ่นรวมกัน ข้อมูลดังกล่าวอาจบ่งชี้ว่าจีนจะมีโอกาสพัฒนาความสามารถในการแข่งขันของตนเพิ่มขึ้นได้อย่างรวดเร็ว อาจก้าวทันประเทศชั้นนำของโลกในเร็ว ๆ นี้ ส่วนประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งมีเศรษฐกิจใหญ่ที่สุดในโลกก็ต้องเสริมความสามารถในการแข่งขัน ประธานาธิบดีสหรัฐฯ จึงได้ประกาศสนับสนุนการสร้างโรงเรียนสะเต็มศึกษาใหม่ 1,000 แห่งทั่วประเทศ และจะผลิตครูสะเต็มศึกษาใหม่ 100,000 คน และพัฒนาครูร้อยละ 5 ให้เป็นครูเชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา (STEM Master Teacher Corps) นอกจากนี้สภาผู้แทนของสหรัฐฯ ยังออกกฎหมาย America COMPETES Act 2001 กำหนดให้หน่วยงานต่างๆ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แก่ Office of Science and Technology Policy, National Aeronautics and Space Administration, National Institute of Standards and Technology, National Oceanic and Atmospheric Administration, Department of Energy, and National Science Foundation ร่วมกับสถานศึกษาต่างๆ ในการส่งเสริมสะเต็มศึกษาในมลรัฐต่าง ๆ ของสหรัฐฯ หน่วยงานภาครัฐและธุรกิจเอกชนได้จัดตั้ง “สำนักสะเต็ม” (STEM Academy) ให้เป็นศูนย์กลางการส่งเสริมและบริหารการสนับสนุนให้นักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมสะเต็มศึกษา

ประเทศอังกฤษได้จัดตั้งเครือข่าย STEMNET ทั่วประเทศและได้จัดให้มี “ทูตสะเต็ม” (STEM Ambassador) โดยระดมนักวิทยาศาสตร์และนักเทคโนโลยีจากหน่วยงานภาครัฐภาคอุตสาหกรรม และธุรกิจ ตลอดจนอาจารย์และนักวิจัยจากสถาบันการศึกษาต่างๆ ที่มีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญในการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในอุตสาหกรรมต่างๆ “ทูตสะเต็ม” มีหน้าที่ช่วยแนะนำนักเรียนในการทำวิจัย พัฒนาสร้างนวัตกรรม สะสมทักษะและประสบการณ์ที่ตอบโจทย์ในภาคอุตสาหกรรม และธุรกิจอย่างแท้จริง

ในประเทศออสเตรเลีย รัฐบาลออสเตรเลียได้เสนอว่า การพัฒนา “สะเต็มศึกษา” ต้องเริ่มตั้งแต่โรงเรียน และเชื่อมโยงกับสถาบันอุดมศึกษาและภาคอุตสาหกรรม รัฐจะต้องเร่งปรับปรุง 7 เรื่องที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ได้แก่ 1.กำหนดนโยบายและมาตรฐาน 2.เพิ่มการผลิตครูและพัฒนาครู 3.เสริมแหล่งเรียนรู้ 4.ปรับโครงสร้างพื้นฐานทางการศึกษา 5.การสร้างพันธมิตรและเครือข่าย 6.เร่งการพัฒนาแรงงาน และ 7.การสร้างความตระหนักด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งทั้ง 7 เรื่องต้องสัมพันธ์กัน

กล่าวโดยสรุป ข้อมูลเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าสะเต็มศึกษาจำเป็นต้องสร้างกำลังคนในอนาคต พลังของสะเต็มศึกษาเกิดจากการร่วมมือร่วมใจของทุกภาคส่วนของสังคมไม่จำกัดเฉพาะกระทรวงศึกษาธิการ สถาบันอุดมศึกษาและอาชีวศึกษาเท่านั้น แต่ต้องนำเอาหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนที่ต้องใช้กำลังคนที่มีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยี มาสร้างนวัตกรรมและความสามารถในการแข่งขัน สะเต็มศึกษาไม่เพียงแต่ต้องอาศัยครูที่เก่งเท่านั้น แต่ยังต้องพึ่งพาผู้ที่มีประสบการณ์ในการประกอบวิชาชีพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในเวทีโลกมาช่วยแนะนำและถ่ายทอดประสบการณ์ดีๆ ให้แก่คนรุ่นหลังด้วย

แม้หลายปี ประเทศไทยได้เริ่มหันมาใช้สะเต็มศึกษาในการแก้ปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวกับการผลิตกำลังคน เพื่อรองรับการแข่งขันในอนาคต แต่ผลสัมฤทธิ์อาจยังไม่เห็นเด่นชัด เนื่องจากการปรับเปลี่ยนระบบต้องใช้เวลาและทรัพยากรมาก มีผู้เชี่ยวชาญท่านหนึ่งได้นำเสนอว่าการดำเนินการ สะเต็มศึกษาให้สมบูรณ์ต้องใช้เวลา 10 ปี อย่างไรก็ตามขณะนี้ก็มีข้อมูลที่แสดงความก้าวหน้า ในทิศทางที่คาดหวัง กล่าวคือ ในประเทศสหรัฐฯ จำนวนบัณฑิตสาขาสะเต็มศึกษา มีแนวโน้มการเพิ่มมากขึ้น

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า กลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้วหลาย ๆ ประเทศได้ให้ความสำคัญในการนำ สะเต็มศึกษา เข้าในมีบทบาทในการเรียนการสอนของทุกระดับชั้น เพื่อเป็นการเร่งความสามารถในการแข่งขันโดยการส่งเสริมความรู้และทักษะ ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการพัฒนาประเทศ

1.5 แนวทางพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ของไทยด้วยสะเต็มศึกษา

พรทิพย์ ศิริภักตราชัย (2556: 2-3) ได้กล่าวถึงแนวทางพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ของไทยด้วยสะเต็มศึกษาไว้ว่า แนวคิดในการจัดการศึกษาของไทย ในปัจจุบันเปลี่ยนแปลงหลาย ๆ ด้าน ทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณ กล่าวคือ มีการเน้นคุณภาพ ความสามารถของผู้สอนลดปริมาณ ความซ้ำซ้อนของเนื้อหา มีการนำผลการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ด้านสมองและจิตวิทยา การเรียนรู้ของมนุษย์ มาปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการศึกษาทุกระดับทั้งในการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานและอุดมศึกษา มีการศึกษาวิจัยและนำผลการวิจัยมาปรับเปลี่ยนการจัดการศึกษาให้มีคุณภาพมากขึ้น มีการจัดการประชุมเชิงวิชา การจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องเพื่อกระตุ้นให้นักการศึกษาได้เห็นความสำคัญและนำไปใช้เพื่อขับเคลื่อนนโยบายทางการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ในส่วนของผู้ปฏิบัติการ เช่น ครู อาจารย์ ก็มีการปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนการสอนให้ ความสำคัญ และให้ผู้เรียนมีบทบาทมากขึ้น มีวิธีการจัดการเรียนการสอนรูปแบบต่าง ๆ มาใช้เพื่อพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทักษะการคิด เช่น การจัดการสอนแบบบูรณาการ การสอนโดยใช้โครงงาน การสอนโดยใช้วิจัยเป็นฐาน ฯลฯ จากการปรับเปลี่ยนกระบวนการทัศน์ในการจัดการศึกษาของไทยดังตัวอย่างที่กล่าวข้างต้นนี้ ย่อมแสดงให้เห็นถึงความพร้อมของไทยในการนำสะเต็มศึกษามาสู่กระบวนการจัดการศึกษา

การนำแนวคิดต่าง ๆ มาปรับเปลี่ยนแนวทางในการจัดการศึกษาเดิมนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ นักการศึกษา ผู้ที่เกี่ยวข้อง ครู อาจารย์ และผู้บริหารจะต้องวิเคราะห์และทำความเข้าใจอย่างถ่องแท้ เพื่อที่จะนำไปใช้ได้ถูกต้อง การนำสะเต็มศึกษามาใช้ในประเทศไทยก็เช่นเดียวกัน เพื่อป้องกันมิให้เกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อน ซึ่งจะส่งผลให้เกิดผลกระทบในการจัดการศึกษาในอนาคต หรือส่งผล ให้การใช้สะเต็มศึกษาบรรลุ วัตถุประสงค์ โดยมักมีผู้เข้าใจว่า การสอนด้วยสะเต็มศึกษาเป็นการสอน เฉพาะวิทยาศาสตร์ กับคณิตศาสตร์เท่านั้น เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ในหลักสูตรทั่วไปจะเน้นที่ สองวิชานี้เป็นหลัก นอกจากนั้น ยังมีผู้เข้าใจว่าสะเต็มศึกษาหมายถึงการคิดค้นหรือพัฒนาแนวทางการ จัดการเรียนรู้แบบใหม่เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในแต่ละสาขาวิชา หรือบางคนก็เข้าใจว่าเป็นการสอนที่ เน้นความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นแกน และนำความรู้ด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมมา เพิ่มเติมให้สมบูรณ์ขึ้น (พรทิพย์ ศิริภทราชัย . 2556: 5; อ้างอิงจาก อภิสสิทธิ์ ธงไชย ; และคณะ . 2555) ดังนั้น เพื่อให้การนำสะเต็มศึกษามาใช้ในประเทศไทยให้บรรลุเป้าหมาย และจุดประสงค์ตามหลักการ ที่กล่าวไว้ในข้างต้นอย่างมีประสิทธิภาพ การทำความเข้าใจที่ถูกต้อง การศึกษาถึง ข้อดี ผลการศึกษาวิจัย องค์ประกอบหรือปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการเตรียม มพร้อมกับการใช้สะเต็มศึกษาในประเด็น ต่อไปนี้ จึงเป็นสิ่งที่ทุกฝ่ายควรพิจารณา (พรทิพย์ ศิริภทราชัย . 2556: 5-6; อ้างอิงจาก Rachel. 2008; Bybee. 2009; The Wheelock College Aspire Institute. 2010; Bybee. 2011; Rapporteur. 2011; Carr, Bennetti; & Strobe. 2011; ยศวีร์ สายฟ้า. 2555)

1. หลักสูตร /บทเรียนสะเต็มศึกษาโดยที่การสอนของสะเต็มศึกษาเป็นการสอนแบบ บูรณาการ และเป็นนโยบายหลักของการจัดการศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกาตั้งกล่าวแล้วข้างต้น หลักสูตร มาตรฐาน และตัวชี้วัดของทั้ง 4 วิชา กล่าวคือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และ คณิตศาสตร์ จึงเป็นกุญแจสำคัญที่จะทำให้การจัดการศึกษาด้วยสะเต็มศึกษาในระดับการศึกษาขั้น พื้นฐานประสบความสำเร็จ ส่งผลให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานเพื่อเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาได้ ทั้งนี้ แต่ละรัฐได้มีหลักสูตร เนื้อหา บทเรียนต่างๆ ของสะเต็มศึกษา เพื่อให้ครูผู้สอนทุกระดับสามารถ ค้นหาลำดับและเข้าถึงในสื่อและแหล่งเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้ครูสามารถนำหลักสูตร สื่อ บทเรียนนั้น ไปใช้ได้อย่างสะดวก โดยมีการศึกษา วิจัยและนำผลที่ได้การศึกษาวินิจฉัยนั้นมาเป็นแนวคิดในการแก้ไข ปรับปรุงต่อไป สำหรับประเทศไทยเมื่อพิจารณา ด้านความพร้อมของหลักสูตร ทั้ง 4 กลุ่มวิชา ของ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จะเห็นได้ว่า ประเทศไทยมีเพียงหลักสูตร วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) และคณิตศาสตร์ (M) เท่านั้น แต่ไม่พบว่ามีหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ ปรากฏอย่างชัดเจนในระดับการศึ ษาขั้นพื้นฐาน จะมีก็เพียงลักษณะการสอดแทรกอยู่ในวิชา เทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์เท่านั้น ดังนั้น การสร้างความชัดเจน ต่อเนื่องและสอดคล้องของแต่ละ หลักสูตรวิชาจึงมีความสำคัญ เพราะจะเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนนำไปจัดการเรียนการสอนได้ นอกจาก ความพร้อมด้านหลักสูตรทั้ง 4 วิชาแล้ว ความพร้อมด้านสื่อ บทเรียน กระบวนการวัดและประเมินผลที่ ชัดเจน ก็มีความสำคัญทำให้ประเทศไทยสามารถใช้สะเต็มศึกษาได้

2. การพัฒนาครูประจำการ (Professional Development) ผู้ที่มีบทบาทและเป็นปัจจัยหนึ่งให้สะเต็มศึกษาประสบความสำเร็จ คือ อาจารย์ผู้สอน ดังจะเห็นได้จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนต่าง ๆ ในสหรัฐอเมริกาที่มีการเตรียมการของหน่วยงานในการอบรม เพื่อให้ความรู้ครูในการเตรียมการสอน ในส่วนของประเทศไทยนั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งรับผิดชอบเกี่ยวกับหลักสูตร การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี นั้นก็ได้มีการเตรียมการศึกษาและวางแผนการในสะเต็มศึกษาแล้วมีการอบรม เพื่อให้ความรู้แก่บุคลากรในสถาบัน การจัดประชุมหรือการร่วมประชุมวิชาการนานาชาติ การเชิญผู้ทรงคุณวุฒิมาให้ความรู้ การศึกษาและวางแผนการวิจัย เพื่อให้สะเต็มศึกษานั้นเป็นรูปธรรม ทั้งนี้ แผนการพัฒนาครูประจำการที่ดี ชัดเจน จะมีส่วนช่วยให้ผู้บริหารสถานศึกษาและครูผู้สอน เข้าใจและสามารถนำไปสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้แล้ว อาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิในระดับอุดมศึกษาก็ควรมีบทบาทในการพัฒนาครูประจำการด้วย ได้แก่ การใช้ระบบพี่เลี้ยง (Mentoring System) เพื่อช่วยให้ครูผู้สอนในชุมชนของตนมีความรู้และความเข้าใจที่ถูกต้อง กระตุ้นให้ครูสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ปลอดภัย เป็นมิตร แนะนำให้ครูสร้างกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นโดยผู้เรียนเป็นผู้ลงมือกระทำ ให้ความช่วยเหลือครูในเรื่องของการวางแผนจัดการหลักสูตร ตลอดจนให้กำลังใจเพื่อให้ครูมีความมั่นใจ และมีเจตคติที่ดีต่อสะเต็มศึกษา

3. การเตรียมพร้อมในการผลิตบัณฑิตเพื่อเป็นผู้สอนสะเต็มศึกษาการศึกษาศาสตร์ ระบบการเตรียมนิสิต นักศึกษาคู เพื่อสอนในสะเต็มศึกษามีความสำคัญมากเช่นเดียวกับการสอนในวิชาอื่นๆ โดยจากการวิจัยพบว่า ปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดความล้มเหลวในการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา คือ ครูฝึกหัดมักขาดความมั่นใจในการสอน เพราะครูฝึกสอนเหล่านั้นขาดประสบการณ์หรือความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์น้อย เน้นแต่ความรู้ด้านกฎหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ดังนั้น การเตรียมหลักสูตร และเนื้อหาการสอน สะเต็มศึกษา สำหรับนิสิต นักศึกษา ตลอดจนวิธีการสอนที่สอดคล้องกับธรรมชาติของทั้ง 4 วิชา เช่น เน้นการสำรวจ ตรวจสอบและปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับกา รจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 จะช่วยให้ครูฝึกสอนเหล่านั้นมีความมั่นใจมากขึ้น นอกจากนี้ สถาบันอุดมศึกษาที่ผลิตครูควรสร้างระบบการผลิตครูที่ชัดเจนเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้มาเรียนและระบบการศึกษา เช่น ควรวางแผนการผลิตครูเพื่อให้ได้ครูในสาขาที่สังคมต้องการ เป็ นการป้องกันการผลิตครูที่เกินอัตรา การพิจารณาอัตรากำลังของอาจารย์ผู้สอนต่อจำนวนนักศึกษาเพื่อให้การสอนมีคุณภาพ การสร้างรูปแบบการนิเทศ การเป็นผู้ชี้แนะและพี่เลี้ยง (Coaching and Mentoring) ให้กับครูฝึกสอนเพื่อให้มีความรู้ และความมั่นใจในการปฏิบัติสอน

4. การเตรียมพร้อมของสถานศึกษา ผู้บริหารสถานศึกษา เป็นปัจจัยหลักของความสำเร็จของการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ในสถานศึกษา สะเต็มศึกษาต้องการผู้บริหารมืออาชีพ กล่าวคือ สามารถบริหารจัดการอย่างมียุทธศาสตร์ เป็นนักวิชาการ มุ่งพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเป็นหลัก เปิดโอกาสให้ทุกฝ่ายเข้ามามีส่วนร่วมในการคิดและบริหาร สามารถสร้างสัมพันธภาพที่ดีระหว่างครอบครัว ชุมชนและสถานศึกษา ให้ความสำคัญการเปลี่ยนแปลงเพื่อการพัฒนา เป็นผู้นำที่ไม่หยุดนิ่ง พร้อมที่จะพัฒนาวิชาชีพของตนเองให้ก้าวทันการเปลี่ยนแปลงเสมอ และพร้อมที่จะประสานและทำงานร่วมกันกับทุกฝ่าย สนับสนุนการจัดการเรียนการสอน ตลอดจนเปิดโอกาสให้บุคคลภายนอกจากภาคส่วนต่างๆ เข้ามามีบทบาท

5. การศึกษาวิจัยเพื่อสนับสนุนพัฒนาสะเต็มศึกษา ปัจจุบันนักการศึกษาได้ศึกษา วิจัย และให้ข้อคิดเห็นหลากหลายเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาในต่างประเทศ เช่น กา รเริ่มสอนสะเต็มศึกษาในระดับปฐมวัย เพื่อตอบสนองต่อการพัฒนาทางสติปัญญาโดยเฉพาะอย่างยิ่งทำให้เด็กเล็กๆ พัฒนาทักษะทางปัญญาด้านวิศวกรรมศาสตร์ได้ การใช้สื่อเทคโนโลยี เช่น iPad และ Tablet เพื่อพัฒนาการสอนสะเต็มศึกษา ซึ่งพบว่าเด็กในระดับปฐมวัยสามารถพัฒนาได้เป็นอย่างดี (พรทิพย์ ศิริภักธราชัย . 2556: 6; อ้างอิงจาก Aronin; & Floyd. 2013) ทั้งนี้ รายงานชี้ให้เห็นว่า ความสำเร็จของสะเต็มศึกษา นอกจากจะเกิดจาก ความสอดคล้องต่อเนื่องของหลักสูตร คุณภาพของครูผู้สอน การมีระบบวัดประเมินผลที่ชัดเจน และเวลาที่ใช้ในการสอนแล้ว ปัจจัยที่จะผลักดันอีกประการหนึ่ง คือ การศึกษาวิจัย โดยรัฐ และผู้กำหนดนโยบายทางการศึกษา ควรสนับสนุนการทำงานวิจัยเพิ่มขึ้น (National Research Council of the National Academies. 2011) ซึ่งในส่วนของประเทศไทยนั้น การสนับสนุนให้สะเต็มศึกษาประสบความสำเร็จ ควรมาจากหลายภาค ส่วนทั้งภาครัฐและเอกชน การร่วมมือระหว่างชุมชน และสถาบันอุดมศึกษา เพื่อการวิจัย พัฒนาหลักสูตรสะเต็มศึกษาในบริบทของไทย การพัฒนาครูผู้สอน การบริหารจัดการสถานศึกษา ฯลฯ

นอกจากนี้ มนตรี จุฬาวัดมนู ูล (2556: 5-8) ยังกล่าวถึงแนวทางปฏิบัติในประเทศไทย เพื่อยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทยอย่างต่อเนื่องไว้ว่า รัฐจำเป็นต้องเร่งพัฒนาคนไทยทั้งประเทศให้มีความรู้ความสามารถและทักษะทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และเทคโนโลยี (Science Technology Engineering and Mathematics) หรือ สะเต็ม (STEM) ซึ่งเป็นแกนหลักของเศรษฐกิจและสังคมในโลกอนาคต ดังนั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จึงเสนอแนะนโยบายและแนวทางการส่งเสริมการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ หรือ สะเต็มศึกษาเพื่อเป็นกลไกพัฒนากำลังคนของไทยให้มีความสามารถแข่งขันได้ในเวทีโลก ซึ่งมีนโยบายดังต่อไปนี้

ก. นโยบายสะเต็มศึกษา

รัฐจะสร้างความเข้มแข็งด้านการศึกษาวិทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ (Science Technology and Mathematics Education) หรือประกอบวิชาชีพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และดำเนินชีวิตที่มีคุณภาพในยุคประชาคมอาเซียน (ASEAN Economic Community: AEC)

ข. แนวทางสร้างความเข้มแข็งของสะเต็มศึกษา

1). รัฐจะส่งเสริมหน่วยงานภาครัฐ รัฐวิสาหกิจ องค์กรมหาชน สถานศึกษาภาคเอกชน และมูลนิธิในและนอกประเทศ มีส่วนร่วมในโครงการต่างๆ ที่เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา

2). รัฐจะจัดให้มีสำนักบริการทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ หรือ สำนักสะเต็ม (STEM Academy) ในทุกจังหวัดของประเทศทำหน้าที่ให้บริการพัฒนากลุ่มเป้าหมายหลัก 4 กลุ่มดังนี้

2.1) ครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ให้สามารถปฏิบัติการสอนอย่างมีคุณภาพและมีประสิทธิภาพสูง และสามารถเจริญก้าวหน้าในวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง

2.2) นักเรียนให้มีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ระดับสากลและมีความพร้อมในการศึกษาต่อหรือการประกอบอาชีพในภาคการผลิต และภาคการบริการได้ตลอดชีวิต

2.3) ผู้มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ ให้เป็น “ครูผู้นำด้านสะเต็ม (STEM Lead Teacher) และเป็น “นักวิชาชีพด้านสะเต็ม” (STEM Professional) ของประเทศไทยในอนาคต

2.4) บุคลากรทางการศึกษาและประชาชนทั่วไป ให้มีความตระหนักถึงความสำคัญของ “สะเต็มศึกษา” ต่อการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคมของไทยและพร้อมที่จะให้การสนับสนุนสะเต็มศึกษาอย่างต่อเนื่อง

3). มอบหมายให้ สสวท. จัดตั้งและพัฒนาสำนักสะเต็ม ประจำจังหวัด โดยให้สำนักสะเต็ม ประจำจังหวัดเป็นหน่วยงานในสังกัด สสวท. ตามพระราชบัญญัติ ดิสถานส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ.2541 มาตรา 9 ข้อ 4 และให้ สสวท. ปรับแผนงาน โครงสร้างองค์กร และงบประมาณให้สอดคล้องกับการดำเนินการที่เกี่ยวกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์

4). มอบหมายให้ สสวท . จัดแหล่งข้อมูลและผลิตภัณฑ์ (หลักสูตร ตำรา แบบเรียน คู่มือ และอุปกรณ์การเรียนการสอน) ที่มีคุณภาพและเหมาะสมกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ทั้งในรูปแบบสิ่งพิมพ์ สิ่งประติมากรรมและรูปดิจิทัลที่ผู้ใช้สามารถเข้าถึงสะดวกโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและสื่อสมัยใหม่ หรือ หาซื้อได้จากร้านสะดวกซื้อทั่วประเทศ แหล่งข้อมูลนี้จะเรียกว่า ไอสะเต็ม (ISTEM)

5). มอบหมายให้ สสวท . จัด “หอเกียรติยศ” (STEM Hall of Fame) เพื่อเชิดชูเกียรติคนไทยที่มีผลงานดีเด่นด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ สมควรเป็นแบบอย่างให้เยาวชนรุ่นหลังและจูงใจให้นิยมการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและเทคโนโลยี

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่าแนวทางพัฒนาทักษะในศตวรรษที่21 ของไทยด้วยสะเต็มศึกษานั้นต้องอาศัยปัจจัยหลายด้านร่วมกันเพื่อให้สะเต็มศึกษา เป็นกระบวนการที่จะก่อให้เกิดการยกระดับคุณภาพและการจัดการศึกษาไทยในสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในยุคประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community : AEC) อาทิเช่น การนำหลักสูตร/บทเรียนสะเต็มศึกษามาใช้ในการจัดการเรียนการสอน การพัฒนาและส่งเสริมครูให้เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษาการเพิ่มอัตราการผลิตบัณฑิตในด้านสะเต็มศึกษา การเตรียมพร้อมของสถานศึกษา การศึกษาวิจัยเพื่อสนับสนุน พัฒนาสะเต็มศึกษาและส่งเสริมหน่วยงานต่างๆ ให้มีการนำสะเต็มมาใช้ เป็นต้น

1.6 แนวทางการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลสะเต็มศึกษา

อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556: 17-18) ได้กล่าวถึงแนวทาง การจัดการเรียนรู้อยู่และการประเมินผลสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้ การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา จะต้องสอดคล้องกับหลักสูตรหรือมาตรฐานการเรียนรู้ สามารถนำไปบูรณาการกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบเดิม เพื่อมิให้เป็นภาระกับผู้สอนอันจะก่อให้เกิดปัญหาการเรียนการสอนได้ นอกจากนั้นยังพบว่ากระบวนการของการจัดการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ได้มุ่งเน้นแนวความคิดการลงมือปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Practice) ที่ไม่เพียงแต่ค้นคว้าเพื่อให้ได้คำตอบและยังมุ่งเน้นการลงมือปฏิบัติทั้งการทดลองและการสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยการบูรณาการเข้ากับคณิตศาสตร์และใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมและเทคโนโลยี (Engineering and Technological Design Process) เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะต่าง ๆ จากการฝึกปฏิบัติ

การจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในชั้นเรียนนั้น มีการกำหนดกรอบเวลาอย่างชัดเจน และให้สอดคล้องกับภาระงานของนักเรียน อาจแบ่ง กิจกรรมได้เป็นกิจกรรมช่วงเวลาสั้น (4-6 ชั่วโมง) กิจกรรมโครงงานย่อย (2-8 สัปดาห์) หรือการทำโครงงาน (Project-Based Learning: PBL) ระยะเวลาตลอดภาคเรียนก็ได้

หลักการสำคัญในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาคือจะต้องใช้บริบทของกิจกรรมที่ผู้เรียนคุ้นเคยเพื่อให้เชื่อมโยงกับชีวิตจริงและมองว่าเป็นสิ่งใกล้ตัว มีการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหา (Problem Solving) ฝึกการคิดเชิงระบบ (Systems Thinking) และการคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) มุ่งเน้นการทำงานเป็นทีม และให้นักเรียนฝึกใช้อุปกรณ์ สื่อ และเทคโนโลยี ยี่ต่างๆ ที่พบเห็นในชีวิตจริงเพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ (เช่น เป็นเครื่องมือในการสืบค้นข้อมูล) รวมถึงมีการฝึกการนำเสนอผลงานที่นักเรียนได้จัดทำ ช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงจุดมุ่งหมาย เหตุผล กระบวนการในการเรียนรู้

ในขณะที่การวัดและประเมินผลนั้นจะต้องมีแนวทางที่สอดคล้องกับหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้ที่ครอบคลุมการปฏิบัติในชั้นเรียน การวัดผลไม่เพียงแต่ดูที่ผลงานปลายทางของผู้เรียน แต่จะต้องให้ความสำคัญกับกระบวนการทำงาน และทักษะต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงาน (Formative Assessment) ซึ่งจะสอดคล้องกับการประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment)

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลสะเต็มศึกษา ต้องมีความสอดคล้องกับหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้ที่มีอยู่แล้ว และสามารถนำสะเต็มศึกษาไปบูรณาการในการจัดการเรียนการสอนได้ ซึ่งในการการจัดการเรียนการสอน สะเต็มศึกษา ต้องคำนึงถึงบริบทใกล้ตัวของนักเรียนเพื่อให้เชื่อมโยงกับชีวิตจริงและมองว่าเป็นสิ่งใกล้ตัว มุ่งเน้นให้ผู้เรียนฝึกกระบวนการคิดแก้ปัญหา การคิดเชิงระบบ และการคิดวิเคราะห์ มีการนำสื่อเทคโนโลยีที่หลากหลายมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ส่วนการวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องกับหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนและต้องมีการประเมินทักษะต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงาน (Formative Assessment) ซึ่งจะสอดคล้องกับการประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment)

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

2.1 ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle)

ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้มีหลายความหมาย(เสาวรสร์ พลโคตร. 2550: 25; จินดารัตน์ แก้วพิกุล. 2554: 27) ดังนี้ วัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง รูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ของนักวิทยาศาสตร์ ได้ศึกษาคิดค้นขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้ หรือประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมอีกทั้งวัฏจักรการเรียนรู้ ยังเป็นกระบวนการเรียนรู้แบบหนึ่ง ที่ตอบสนองความต้องการของนักเรียน โดยนักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ แบบวัฏจักร

ทางด้าน เรนเนอร์ และสแตฟฟอร์ด (Renner; & Stafford. 1979: 19) ให้ความหมายว่าการเรียนรู้ หมายถึง รูปแบบการทำงานที่บุคคลใช้เพื่อดำเนินการเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งบุคคลจะใช้กระบวนการสังเกต การวัด การตีความหมายข้อมูล การทดลอง การทำนายผล และสร้างรูปแบบทางวิทยาศาสตร์เพื่อทำงานดังกล่าว

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า วัฏจักรการเรียนรู้คือรูปแบบที่ให้นักเรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาช่วยในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์ ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง ส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดของผู้เรียน โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

2.2 ความเป็นมาของรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

ความเป็นมาของรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เริ่มต้นมาจากไอน์เซนคราฟต์ (Eisenkraft. 2003: 57-59) ได้พัฒนารูปแบบของ BSCS จาก 5E เป็น 7E ไอน์เซนคราฟต์ให้เหตุผลว่าขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้แบบ 5E เป็นขั้นตอนที่ยังไม่ต่อเนื่อง จึงเพิ่มขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้อีก 2 ขั้นตอน โดยมีเป้าหมายเพื่อกระตุ้นให้เด็กได้มีความสนใจและสนุกกับการเรียนและยังสามารถปรับประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่การสร้างประสบการณ์ของตนเอง ประกอบด้วย

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) ในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ครูจะตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อครูจะได้รู้ว่า เด็กแต่ละคนมี พื้นความรู้เดิมเท่าไร จะได้วางแผนการสอนได้ถูกต้อง และครูได้รู้ว่านักเรียนควรจะเรียนเนื้อหาใดก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้นๆ

2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูเป็นคนกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะกระตุ้นโดยการเสนอประเด็นขึ้น ก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา

3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) ในขั้นนี้จะต่อเนื่องจากขั้นสร้างความสนใจ ซึ่งเมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางควรสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมุติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลองทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

4. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสังเกตที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในด้านนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

5. ขั้นขยายความคิดรวบยอด (Expansion Phase / Elaboration Phase) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่างๆ และทำให้เกิดความรู้สึกว้างขวางขึ้น

6. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) ในขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในด้านอื่นๆ

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) ในขั้นนี้เป็นที่ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ ชนในชีวิตประจำวัน ครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ที่เรียกว่า “การถ่ายโอนการเรียนรู้” การปรับขยายรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ จาก 5 ขั้น เป็น 7 ขั้น แสดงได้ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงการปรับขยายรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ จาก 5 ขั้น เป็น 7 ขั้น

5E	7E
-	Elicit
Engage	Engage
Explore	Explore
Explain	Explain
Elaborate	Elaborate
Evaluate	Evaluate
	Extend

ที่มา: Eisenkraft. (2003). *Expanding the 5E Model: A Proposed 7E Model*. pp. 57.

จากความเป็นมาของรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สรุปได้ว่า วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ได้ถูกพัฒนามาจากวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น โดยเพิ่มเติมในขั้นแรก คือ ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม และขั้นสุดท้าย คือ ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้ และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูละเลยไม่ได้และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของเด็กจะทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้นๆ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับ รัญชนก โหม่งกุดหลด (2554: 43-46) ได้กล่าวถึงการสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ว่าเป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้ และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูละเลยไม่ได้ และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียนจะทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้นๆ ซึ่งจะให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ขั้นตอนการเรียนรู้ตามแนวคิดของไอน์สไตน์คราฟต์ มีเนื้อหาสาระ ดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม ครูจะต้องทำหน้าที่การตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้เด็กได้แสดงความรู้เดิม คำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคมท้องถิ่น หรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันและเด็กสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมีทำให้ครูได้ทราบว่า นักเรียนแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ครูควรเติมเต็มส่วนใดให้กับนักเรียน และครูยังสามารถวางแผนการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

2. ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นนี้เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจซึ่งอาจเกิด ความสนใจของนักเรียน หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม ยั่วยู่ให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และกำหนด ประเด็นที่จะศึกษาแก่นักเรียน ในกรณีที่ยัง ไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเทอร์เน็ต เป็นต้น ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่งที่นักเรียนเคยรู้มาก่อน ครูเป็นผู้ที่ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยเสนอประเด็นที่สำคัญขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่ให้นักเรียนศึกษา เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

3. ขั้นสำรวจค้นหา เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วก็มีการวางแผน กำหนดแนวทางสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบ อาจทำได้หลายวิธี เช่น สืบค้นข้อมูลสำรวจ ทดลอง กิจกรรมภาคสนาม เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียง ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหา และดำเนินการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

4. ขั้นอธิบาย เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาแล้ว นักเรียนจะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง รูปวาด ตาราง กราฟ ฯลฯ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ขั้นนี้จะทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุน สมมติฐาน แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยนักเรียนได้เกิดการเรียนรู้

5. ขั้นขยายความรู้ ช่วงนี้เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุ การณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องราวต่างๆ ได้มากก็แสดงว่ามีข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงเกี่ยวกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น ครูควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้มากขึ้น และขยายแนวกรอบความคิดของตนเองและต่อเติมให้สอดคล้อง กับประสบการณ์เดิม ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6. ขั้นประเมินผล ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่า นักเรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะ ช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่นักเรียนได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ครูเป็นผู้นำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

อีกทั้ง รัชนีกร โหม่งกุดหลด (2554: 46) ยังกล่าวว่า รูปแบบการจัดการสอนตามแนวคิดของ ไอน์เซนคราฟต์ เป็นรูปแบบที่ครูสามารถนำไปปรับประยุกต์ให้เหมาะสมตามธรรมชาติวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งเน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่จะทำให้ นักเรียนเข้าถึงความรู้ความจริงได้ด้วยตนเอง และนักเรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 7 ขั้น ควรระลึกอยู่เสมอว่าครูเป็นเพียงผู้ทำหน้าที่คอยช่วยเหลือ เอื้อเฟื้อ และแบ่งปันประสบการณ์ จัดสถานการณ์เร้าให้นักเรียนได้คิดตั้งคำถามและลงมือตรวจสอบ นอกจากนี้ ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความรู้ ความสามารถบนพื้นฐานของความสนใจ ความถนัด และความแตกต่างระหว่างบุคคล อันจะทำให้การจัดการเรียนรู้บรรลุสู่จุดหมายของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ สำหรับ จินดารัตน์ แก้วพิกุล (2554: 31) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ที่เหมาะสมที่จะใช้กับนักเรียนทุกระดับชั้น โดยเฉพาะในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะเน้นทักษะการคิด

โดยเฉพาะอย่างยิ่งการคิดแก้ปัญหา การคิดไตร่ตรอง การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถค้นพบหรือเรียนรู้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพ

วัฏจักรการเรียนรู้เป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนในการออกแบบการจัดการเรียนรู้และพัฒนาหลักสูตร ช่วยให้ครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ National Science Teachers Association (2011: 1) ได้เสนอรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่นำไปใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมพัฒนาการด้านการเรียนรู้และความคิดด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะของการสอนและตัวอย่างหรือข้อแนะนำสำหรับการเรียนการสอน ดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ในวิทยาศาสตร์

ขั้น	ลักษณะ	ตัวอย่าง/ข้อแนะนำสำหรับการเรียนการสอน
1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit)	- ดึงความสนใจทำให้นักเรียนเกิดการอยากเรียนรู้ก่อน - ความรู้ใหม่จะถูกสร้างขึ้นบนพื้นฐานของความรู้เดิมที่มีอยู่ - กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโอนความรู้	- ขั้น K ของการเรียนรู้แบบ KWL - การเรียนรู้แบบ Think Pair Share - ให้อาหารสิ่งที่ตนเองรู้
2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage)	- เน้นให้นักเรียนได้คิดถึงเนื้อหา - เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในการสำรวจความรู้	- ใช้คำถามปลายเปิดกับนักเรียน - ใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ Think Pair Share เพื่อเพิ่มโอกาสในการสนทนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน - ครูสาธิตให้ดูแล้วให้นักเรียนช่วยกันสังเกต - สร้างสิ่งที่สามารถเข้าใจได้ง่ายเป็นตัวแทนของเนื้อหาหรือคำศัพท์บางเรื่อง- มีทางเลือกในการสำรวจค้นหาที่หลากหลายให้กับนักเรียน

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้น	ลักษณะ	ตัวอย่าง/ข้อเสนอแนะสำหรับการเรียนการสอน
3. ขั้น สำรวจ และ ค้นหา (Explore)	- การสังเกต - การบันทึกข้อมูลที่มีการกำหนดตัวแปร - การออกแบบการทดลองและการสร้างกราฟ - การนำผลที่ได้จากการสำรวจค้นหามาจัดระเบียบและตีความหมายจากการค้นพบ	- เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างสรรค์บางสิ่งบางอย่างที่จะมาสำรวจค้นหาความรู้ - นำเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้ในการสำรวจค้นหา - นำเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้ในการสำรวจค้นหา - จัดตั้งสถานีเกี่ยวกับการค้นหาความรู้เพื่อเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้
		- นักเรียนมีการวางแผนและดำเนินการตามที่วางไว้ - นักเรียนวิเคราะห์และตีความข้อมูลที่ได้รับ - มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสืบค้นในรูปแบบต่างๆระหว่างทำการสืบค้นข้อมูลในกิจกรรม - ห้องปฏิบัติการและในการทดลองวิทยาศาสตร์ - ใช้รูปแบบการสอนที่ทำให้ นักเรียนสามารถอธิบายความรู้ของตนเองได้ เช่น กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจกันภายในกลุ่ม หรือการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้น	ลักษณะ	ตัวอย่าง/ข้อแนะนำสำหรับการเรียนการสอน
4. ขั้นอธิบาย (Explain)	ใช้วิธีการสรุปผลที่ได้จากการทดลองโดยทำความเข้าใจที่ได้ใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมอาจทำเป็นลายลักษณ์อักษร หรือ เป็น วาจากก็ได้	- นักเรียนสร้างคำอธิบายจากการสืบค้นของตนเอง - นักเรียนมีส่วนร่วมในการโต้แย้งข้อมูลบางอย่างกันได้
5. ขั้นขยาย ความคิดรวบยอด (Elabolate)	- การถ่ายโอนความรู้โดยการนำความรู้เดิมมาเชื่อมโยงให้เกิดความรู้ใหม่	- รูปแบบในการนำเสนอข้อมูลเพื่อขยายความรู้มีหลากหลาย เช่น การนำเสนอปากเปล่า การนำเสนอผ่านวารสาร หรือการนำเสนอผ่านการแสดงโครงงาน วิทยาศาสตร์ - การประเมินความรู้ของนักเรียน อาจใช้การตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับความรู้ที่ค้นหาและคำถามที่นำมาประยุกต์กับสิ่งต่างๆ เช่น การจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับความรู้ที่สืบค้นแล้ว
6. ขั้นนำความรู้ไป ใช้ (Extend)	- การนำความรู้ที่ได้รับมาประยุกต์กับสิ่งต่างๆ	สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง หรือการจัดแสดงผลการปฏิบัติงาน นักเรียนสามารถนำออกแบบการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบนพื้นฐานของความรู้ใหม่ที่ได้รับเป็นต้น

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้น	ลักษณะ	ตัวอย่าง/ข้อเสนอแนะสำหรับการเรียนการสอน
7. ขั้นประเมินผล (Evaluate)	- การประเมินระหว่างการจัดการเรียนรู้เพื่อปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ - การประเมินเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้เพื่อตัดสินคุณภาพผู้เรียนและการจัดการเรียนรู้	- ประเมินโดยวิธีสนทนา ร่วมกันในระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ โดยสามารถแสดงความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะได้ - ประเมินโดยใช้วิธีการตั๋วออก(Ticket-Out-The-Door)

ที่มา: NSTA. (2011). *7E Learning Cycle in Science*. pp. 1.

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความเป็นมาเริ่มต้นมาจากไอน์เซนคราฟต์ (Eisenkraft. 2003: 57-59) ได้พัฒนารูปแบบของ BSCS จากวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เป็นวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เนื่องด้วยวงจรการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เป็นขั้นตอนที่ยังไม่ต่อเนื่อง จึงเพิ่มขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้อีก 2 ขั้นตอน โดยมีเป้าหมายเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้มีความสนใจและสนุกกับการเรียนและยังสามารถปรับประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่การสร้างประสบการณ์ของตนเอง แบ่งเป็น 7 ขั้นตอน คือ ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจค้นหา ขั้นอธิบาย ขั้นขยายความรู้ ขั้นประเมินผล และขั้นนำความรู้ไปใช้

2.3 บทบาทครูและนักเรียนโดยการเรียนรู้การสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

ในการนำรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ไปใช้ ไอน์เซนคราฟต์ (Eisenkraft. 2003: 57-59) ได้กล่าวว่า ครูควรจัดเตรียมกิจกรรมให้เหมาะสมกับความรู้ ความสามารถของนักเรียน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับบทบาทครูและบทบาทนักเรียน เพื่อช่วยให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สรุปได้ดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงบทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit)	1. ถามคำถามเพื่อทดสอบความรู้เดิมของนักเรียน 2. อธิบายความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับความรู้ใหม่ที่นักเรียนจะเรียน	1. ตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นที่มีต่อสถานการณ์ สื่อการสอนหรือข้อมูลต่างๆ 2. แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน
2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage)	1. สร้างความสนใจ 2. สร้างความอยากรู้อยากเห็น 3. ตั้งคำถามกระตุ้นให้คิด 4. ตั้งคำถามที่ยังไม่ครอบคลุมสิ่งที่หรือความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอด	1. ตอบคำถาม คิดและตั้งคำถามจากสถานการณ์ สื่อการสอน หรือข้อมูลต่างๆ ด้วยความสนใจและอยากเรียนรู้ 2. แสดงความสนใจ
3. ขั้นสำรวจค้นหา (Explore)	1. ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจคำตอบ 2. สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน 3. ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน 4. ให้นักเรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่างๆ 5. ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน	1. คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขต 2. ลงมือปฏิบัติโดยการตั้งสมมติฐานทดสอบสมมติฐาน 3. พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอธิบายทางเลือกเหล่านั้นกับคนอื่นๆ 4. บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น 5. ลงข้อสรุป

ตาราง 3 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
4. ชี้อธิบายและลงข้อสรุป (Explane)	- ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดหรือให้ความจำกัดความด้วยคำพูดของตนเอง - ให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง - ให้นักเรียนอธิบายคำจำกัดความและชี้บอกส่วนประกอบต่างๆ ในแผนภาพ - ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอด	- อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ - ฟังคำบรรยายของคนอื่นอย่างคิดวิเคราะห์ - ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย - ฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย - อ้างอิงกรรมที่ปฏิบัติมาแล้ว - ใช้ข้อมูลที่ได้รับจากการบันทึกสังเกตประกอบคำอธิบาย
5. ชี้นขยายความรู้ (Elaborate)	- คาดหวังให้นักเรียนได้ประโยชน์จากการชี้บอกส่วนประกอบต่างๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความ และอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้ว - ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ได้เรียนมาแล้ว - ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามนักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างหรือได้แนวคิดอะไร	- ชี้นำการบอกส่วนประกอบต่างๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความ คำอธิบาย และทักษะไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามคำถามกำหนดจุดประสงค์ในการแก้ปัญหาตัดสินใจและออกแบบการทดลอง - ลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากหลักฐานที่ปรากฏ - บันทึกการสังเกตและอธิบาย - ตรวจสอบความเข้าใจกับเพื่อนๆ
6. ชี้นประเมินผล (Evaluation)	สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้	ตอบคำถามปลายเปิด โดยใช้การสังเกตหลักฐานและคำอธิบายที่

ตาราง 3 (ต่อ)

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
	2. ประเมินความรู้และทักษะ ของนักเรียน	ยอมรับมาแล้ว
	3. หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียน	2. แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจ ความคิดรวบยอดหรือ ทักษะต่างๆ
		3. ประเมินความก้าวหน้าหรือความรู้ ด้วยตนเอง
		4. ถามคำถามที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริม ให้มีการสำรวจตรวจสอบต่อไป
7. ขยาย ความคิด รวบยอด (Extend)	1. สร้างสถานการณ์ที่โยงไปสู่สถานการณ์ ที่มีความซับซ้อนหรือสถานการณ์ที่ เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน	นำความรู้เดิมเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ เพื่ออธิบายหรือนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน
	2. ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้กับ ความรู้อื่นๆ	

ที่มา: Eisenkraft. (2003). *Expanding the 5E Model: A Proposed 7E Model*. pp. 57.

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่าในวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ครูมีบทบาทในการช่วยเหลือโดยการแนะนำหรือตอบคำถามของนักเรียนเท่าที่จำเป็น ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดที่อยู่ในขอบข่ายของเรื่องที่จะเรียนได้ด้วยตนเอง

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

3.1 ความมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ความหมายของวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันนี้มีนักวิชาการไทยหลายคนที่กล่าวถึงส่วนที่เป็นตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ บุญนำ อินทนนท์ (2551: 54) ได้สรุปว่า ในการสอนวิทยาศาสตร์มีความมุ่งหมายเพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการ และทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีทักษะในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และ

นำไปใช้ในการดำรงชีวิต เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ สอดคล้องกับ จินดารัตน์ แก้วพิกุล (2554: 40) ที่กล่าวว่า ในการสอนวิทยาศาสตร์มีความมุ่งหมายเพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการ และทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีทักษะในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการดำรงชีวิต เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ ส่วน กอบวิทย์ พริยะวัฒน์ (2554: 62) ได้สรุปว่า วิทยาศาสตร์ในความหมายปัจจุบันหมายถึงส่วนที่เป็นความรู้ (Body of Knowledge) ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการตรวจสอบอย่างมีระบบจนเป็นที่เชื่อถือได้ และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of Scientific Inquiry)

สำหรับนักวิชาการต่างประเทศ คือ วูดเบิร์น (กอบวิทย์ พริยะวัฒน์. 2554: 62; อ้างอิงจาก Woodbum. 1965: 13) ได้ให้นิยามวิทยาศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติ ความรู้ที่รวบรวมไว้ในวิชาวิทยาศาสตร์จะเป็นการรวบรวมอย่างมีระบบจุดประสงค์ของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะรวมถึงการแสวงหาความรู้ ข้อเท็จจริงต่างๆ วิธีการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อการแสวงหาความรู้ ข้อเท็จจริงต่าง ๆ วิธีการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีทักษะในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์โดยสามารถตรวจสอบอย่างมีระบบจนเป็นที่เชื่อถือได้ มีจิตวิทยาศาสตร์และสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการดำรงชีวิต

3.2 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคล อันเกิดจากการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและพฤติกรรมการเรียนรู้ ดังที่ ไพศาล หวังพานิช (2531: 89) ที่ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าหมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนที่เกิดขึ้นจากการฝึกอบรมหรือการสอบ จึงเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถของบุคคลว่าเรียนแล้วมีความรู้เท่าใด สามารถวัดได้โดยการใช้แบบทดสอบต่าง ๆ เช่น ใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ข้อสอบวัดภาคปฏิบัติ สามารถวัดได้ 2 รูปแบบ ดังนี้

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติโดยทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนแสดงความสามารถดังกล่าว ในรูปของการกระทำจริงให้ออกเป็นผลงาน การวัดต้องใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ
2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหา ซึ่งเป็นประสบการณ์เรียน รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่างๆ สามารถวัดได้โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์

ทางด้าน สุพัตรา ฝ่ายชันธิ์ (2552: 26) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถของผู้เรียน ในทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถวัดได้จากพฤติกรรมที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนหลังจากการเรียนรู้ สอดคล้องกับ วิษุตา อ้วนเมืองศรี (2554: 38) ที่สรุปไว้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของบุคคลที่เป็น กระบวนการคิดและกา รกระทำอย่างเป็นระบบ อันเกิดจากการเรียนรู้ประสบการณ์ ที่ได้รับการ เรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะ ต่างๆและความสามารถในการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ของบุคคลที่เกิดขึ้น หลังจากได้รับประสบการณ์ ที่เกิดจากการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยสามารถตรวจสอบได้จากการวัดผลด้านปฏิบัติ และด้านเนื้อหา

3.3 การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน ได้มี นักวิชาการกล่าวไว้ ดังนี้

ประวิตร ชูศิลป์ (2534: 21-31) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ นักเรียนได้รับเนื้อหาความรู้ทางวิ ทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดทั้งสองลักษณะและเพื่อความสะดวกในการประเมินผล จึงได้ทำการจำแนกพฤติกรรมในการ วัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับ เป็นเกณฑ์วัดความสามารถด้านต่างๆ 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกสิ่งที่เรียนมาแล้วเกี่ยวกับ ข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความและแปล ความรู้โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ในสถานการณ์ใหม่แตกต่างกันออกไป หรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ ในชีวิตประจำวัน
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความส ามารถในการสืบเสาะหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการคำนวณ การจัดกระทำและสื่อ ความหมายข้อมูล การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปส กับสเปส และสเปสกับเวลา

นอกจากนี้การประเมินการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย เป็นกระบวนการประเมินเพื่อวัดระดับความรู้ความสามารถของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จุดมุ่งหมายทางการศึกษาของบลูม (Benjamin S. Bloom) ถือได้ว่าเป็นจุดมุ่งหมายทางการศึกษาที่มีความสำคัญที่มีการนำมาประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลายในทุกระดับของระบบการศึกษาใน โรงเรียนและในทุกสาขาวิชา เครื่องมือในการประเมินส่วนใหญ่จึงเป็นแบบทดสอบที่มีความหลากหลายเพื่อตอบสนองจุดประสงค์ดังกล่าว แต่ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาจากการนำจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของบลูมไปใช้ พบว่ามีข้อจำกัด สรุปได้ดังต่อไปนี้

1. มาตรฐานที่เข้มงวดของพฤติกรรมแต่ ละชั้น ทำให้เกิดความเข้าใจว่าไม่สามารถทับซ้อนและเหลื่อมล้ำกันได้
2. พฤติกรรมในชั้นต่ำบางพฤติกรรมมีความซับซ้อนมากกว่าชั้นสูง
3. การให้คำจำกัดความในพฤติกรรมแต่ละชั้น
4. ไม่สะท้อนแนวความคิดการประเมินตามแนวคิดใหม่

จากข้อจำกัดดังกล่าว เดวิท แครทวอลล์ (David Krathwohl. 2002: 212-218) และบรรดาผู้เชี่ยวชาญและลูกศิษย์ของบลูมได้ร่วมกันปรับปรุงจุดมุ่งหมายการศึกษาด้านพุทธิพิสัยในปี 1990-1999 จนเกิดเป็นกระบวนการทางปัญญาใหม่ของบลูม (Bloom. n.d.) ที่กล่าวไว้ว่า ลำดับขั้นของกระบวนการทางปัญญาในจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยของบลูมที่ปรับปรุงใหม่ยังคงมีลำดับขั้น 6 ขั้น ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. จำ (Remembering) หมายถึง ความสามารถในการระลึกได้ แสดงรายการได้ บอกได้ ระบุนุ บอกชื่อได้ ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถบอกความหมายของทฤษฎีได้
2. เข้าใจ (Understanding) หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมาย ยกตัวอย่างสรุป อ้างอิง ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดของทฤษฎีได้
3. ประยุกต์ใช้ (Applying) หมายถึง ความสามารถในการนำไปใช้ ประยุกต์ใช้ แก้ไขปัญหา ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถใช้ความรู้ในการแก้ไขปัญหาได้
4. วิเคราะห์ (Analyzing) หมายถึง ความสามารถในการเปรียบเทียบ อธิบายลักษณะการจัดการ ตัวอย่างเช่น นักเรียน สามารถบอกความแตกต่างระหว่าง 2 ทฤษฎีได้
5. ประเมินค่า (Evaluating) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบ วิจาร์ณ ตัดสิน ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าของทฤษฎีได้
6. คิดสร้างสรรค์ (Creating) หมายถึง ความสามารถในการออกแบบ (Design) วางแผนผลิต ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถนำเสนอทฤษฎีใหม่ที่แตกต่างไปจากทฤษฎีเดิมได้

แต่ความแตกต่างระหว่างคำศัพท์เดิมกับคำศัพท์ใหม่ก็คือ ชื่อของกระบวนการทางปัญญา ทั้ง 6 ขั้นนั้น จะเปลี่ยนจากการใช้คำนามเป็นคำกริยา เนื่องจากจุดมุ่งหมายทางการศึกษาปรับปรุงใหม่นี้ต้องการที่จะสะท้อนให้เห็นถึงการคิด และการคิดเป็นกระบวนการของการกระทำ ดังนั้นจุดมุ่งหมายทางการศึกษาที่ปรับปรุงใหม่นี้ จึงใช้คำกริยาเพื่ออธิบายกระบวนการทางปัญญาในลักษณะของการกระทำ โดยสามารถสรุปการเปลี่ยนแปลงได้ดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงการเปรียบเทียบกระบวนการทางปัญญาที่ใช้คำศัพท์เดิมและคำศัพท์ใหม่

คำศัพท์เดิม	คำศัพท์ใหม่
1. ความรู้ (Knowledge)	1. จำ (Remembering)
2. ความเข้าใจ (Comprehension)	2. เข้าใจ (Understanding)
3. การนำไปใช้ (Application)	3. ประยุกต์ใช้ (Applying)
4. การวิเคราะห์ (Analysis)	4. วิเคราะห์ (Analysing)
5. การสังเคราะห์ (Synthesis)	5. ประเมินค่า (Evaluating)
6. การประเมินค่า (Evaluation)	6. คิดสร้างสรรค์ (Creating)

ที่มา: จัตรศิริ ปิยะพิมลศิลป์. (2549). การปรับปรุงจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของบลูม หน้า 3.

จัตรศิริ ปิยะพิมลศิลป์ (2549: 6-8) ได้กล่าวว่า ในการประเมินด้านพุทธิพิสัย เพื่อให้เป็นไปตามแนวทางจุดมุ่งหมายของบลูมที่ปรับเปลี่ยนข้างต้น ครูต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของพฤติกรรมที่ปรากฏเป็นผลผลิตจากการมีความรู้ ความเข้าใจในสาระที่สอน นำเสนอคำสำคัญเกี่ยวกับการประเมินและพฤติกรรมผลผลิต ดังตาราง 5

ตาราง 5 คำสำคัญและพฤติกรรมของกระบวนการทางปัญญาทั้ง 6 ขั้น

กระบวนการทางปัญญา	คำสำคัญ	พฤติกรรมและผลผลิต
จำ (Remembering)		- สามารถเล่าเหตุการณ์หรือเรื่องราวได้
- จำ (Recognizing)ความรู้ที่มีอยู่ในความจำ	- ระบุน (Identifying)	- บอกได้ว่ามีสัตว์อะไรอยู่ในเรื่องบ้าง
- ระลึกได้ (Recalling)	- ระลึก	- เขียนรายการข้อมูลที่อยู่ในความทรงจำ

ตาราง 5 (ต่อ)

กระบวนการทางปัญญา	คำสำคัญ	พฤติกรรมและผลผลิต
สามารถเรียกความรู้ที่ได้เรียนรู้ไปนานแล้วกลับมาเข้าใจ (Understanding)	(Retrieving)	- ท่องบทกวีที่ชื่นชอบได้
- แปลความหมาย (Interpreting) การเปลี่ยนจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง	- อธิบาย , นำเสนอ , แปล , ถอดความ	- แสดงความคิดหลักของข้อความนี้
- ยกตัวอย่าง (Exemplifying) การค้นหาตัวอย่างของแนวคิดทฤษฎี	- ยกตัวอย่าง วาดภาพประกอบ	- แสดงภาพประกอบความหมายของสิ่งนี้
- จัดประเภท (Classifying) การจัดสิ่งของให้เข้าพวกโดยใช้หลักเกณฑ์ต่างๆ	- จัดกลุ่ม (Categorizing) , จัดหมวดหมู่ (Subsuming)	- เล่าเรื่องราวจากกลุ่มคำที่กำหนดให้
- สรุป (Summarizing) การย่อหรือสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่	- ย่อความ , ลงความเห็น	- เขียนสรุปเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- การสรุปอ้างอิง (Inferring) การย่อสรุปประเด็นหลัก	- สรุป , เติมคำ , ทำนาย	- ใช้ตัวอย่างที่กำหนดให้แล้วสรุปอ้างอิงไปยังหลักการหรือทฤษฎี
- เปรียบเทียบ (Comparing) การค้นหาความสอดคล้องระหว่างสองแนวคิดสองแนวคิด	- เปรียบเทียบ , จับคู่ , แสดงแผนผัง	- เขียนเรื่องสั้นแสดงลำดับขั้นตอนของเหตุการณ์
ประยุกต์ใช้ (Applying)		
- นำไปใช้ (Executing) ประยุกต์ใช้ความรู้ในงานประจำ	- ดำเนินการให้สำเร็จ	- เขียนสรุปรายงานประจำเดือน
- นำไปใช้ (Implementing)	- ใช้	- เขียนเอกสารเกี่ยวกับหัวข้อที่น่าสนใจ

ตาราง 5 (ต่อ)

กระบวนการทางปัญญา	คำสำคัญ	พฤติกรรมและผลผลิต
ประยุกต์ใช้ความรู้ในงานที่ไม่ใช่งานประจำ		
<u>วิเคราะห์ (Analysing)</u>		
- บอกความแตกต่าง (Differentiating) เปรียบเทียบความแตกต่างของส่วนต่างๆ ของสิ่งที่กำหนด	- จำแนก , บอกความแตกต่าง คัดเลือก , จุดเน้น	- บอกความแตกต่างระหว่างจำนวน ตรรกยะและอตรรกยะด้วยหลักคณิตศาสตร์
- จัดการ (Organising) กำหนดสถานการณ์ที่เหมาะสมหรือหน้าที่ภายในโครงสร้าง	- สรุปความ , ประติดปะต่อเรื่องราว	- สร้างตารางนำเสนอข้อมูล , เขียนแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของหลายสิ่ง
- คุณลักษณะ (Attributing) กำหนดจุดที่พบเหตุ ความลำเอียงคุณค่า หรือแนวโน้มของสิ่งที่สนใจศึกษา	- หาสิ่งเหมือน	- เขียนชีวประวัติของบุคคลที่สนใจศึกษา
<u>ประเมินค่า (Evaluating)</u>		
- ตรวจสอบ (Checking) ค้นหา ความไม่สอดคล้องหรือความขัดแย้งภายในกระบวนการหรือผลผลิต	- ค้นหา , ทดสอบ	- เขียนข้อเสนอแนะเพื่อให้เกิดการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง
- วิจารณ์ (Critiquing) ค้นหาความไม่สอดคล้องระหว่างผลผลิตและเกณฑ์ภายนอก ค้นหาความเหมาะสมของกระบวนการที่มีปัญหา (เช่น ตัดสินว่า 2 วิธี ว่าวิธีใดดีที่สุด)	- ตัดสิน	- ตัดสินวิธีการ 2 วิธีว่าวิธีไหนช่วยแก้ปัญหาได้ดีที่สุด

ตาราง 5 (ต่อ)

กระบวนการทางปัญญา	คำสำคัญ	พฤติกรรมและผลผลิต
<u>คิดสร้างสรรค์ (Creating)</u>		
- ทำให้เกิดขึ้น (Generating) การได้ทางเลือก หรือสมมติฐานที่อยู่บนพื้นฐาน ของกฎเกณฑ์หรือเหตุผล	- สมมติฐาน	- จากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นสามารถ ตั้งสมมติฐานได้อย่างไร
- วางแผน (Planning) การ ดำเนินการตามกระบวนการจน สำเร็จผลผลิต (Producing)	- ออกแบบ , ก่อตั้ง , สร้าง	- ออกแบบสร้างบ้านในฝัน , เขียนบทละคร โทรทัศน์ , นำเสนอแนวคิดใหม่ๆ , ประดิษฐ์ชิ้นงานที่สนใจ

ที่มา: ฉัตรศิริ ปิยะพิมลศิลป์. (2549). การปรับปรุงจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของบลูม.
หน้า 6-8.

จากเอกสารข้างต้น สรุปได้ว่าการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สามารถตรวจสอบ
ได้จากการวัดผลด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย นอกจากนี้ในการประเมินด้านพุทธิพิสัยยังใช้
ตามรูปแบบการปรับปรุงจุดมุ่งหมายของบลูม ลำดับขั้น คือ จำ (Remembering) เข้าใจ (Understanding)
ประยุกต์ใช้ (Applying) วิเคราะห์ (Analysing) ประเมินค่า (Evaluating) และคิดสร้างสรรค์ (Creating)
มาใช้ในการสร้างเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาให้ครอบคลุม
จุดประสงค์ของการเรียนรู้ของบทเรียนวิทยาศาสตร์

3.4 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดและประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นกระบวนการที่ช่วยให้ได้ข้อมูลสารสนเทศที่
แสดงถึงพัฒนาการและความก้าวหน้าในการเรียนรู้ด้านต่างๆ ข้อมูลสารสนเทศเหล่านี้ส่งเสริมให้ผู้สอน
และผู้เรียนทราบจุดเด่นและจุดด้อยด้านการสอนและการเรียนรู้ และเกิดแรงบันดาลใจที่จะพัฒนาตน
ผดุงชัย ภูพัฒน์ (ม.ป.ป.: 2) ได้กล่าวว่า วิธีการวัดและประเมินการเรียนมีหลากหลาย ผู้สอนควรเลือกใช้
ให้เหมาะสมกับธรรมชาติการเรียนรู้ วิธีการวัดและประเมินการเรียนรู้ที่นิยมใช้ เช่น การทดสอบ
การสัมภาษณ์ การสอบถาม การสังเกต การตรวจผลงาน การใช้แฟ้มสะสมงาน เป็นต้น แต่ละวิธี
สามารถใช้เครื่องมือวัดได้ต่างกัน ดังตัวอย่างแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 แสดงวิธีการวัดและประเมินการเรียนรู้และตัวอย่างเครื่องมือ

วิธีการวัด	ตัวอย่างเครื่องมือ
การทดสอบ (Testing)	แบบสอบข้อเขียน (Written Test)
	แบบสอบภาคปฏิบัติ (Performance Test)
	แบบวัด (Scale)
การสัมภาษณ์ (Interview)	แบบสัมภาษณ์ (Interview guide)
การสอบถาม (Inquiry)	แบบสอบถาม (Questionnaire)
การสังเกต (Observation)	แบบตรวจสอบรายการ (Checklist)
	แบบมาตราประเมินค่า (Rating scale)
	แบบบันทึก (Record)
การตรวจผลงาน	แบบประเมินผลงาน
การใช้แฟ้มสะสมงาน (Portfolio)	แบบบันทึก (Record)
	แบบประเมินผลงาน
	แบบประเมินตนเอง
การใช้ศูนย์การประเมิน (Assessment Center Method)	แบบตรวจสอบรายการ (Checklist)
	แบบบันทึก (Record)
	แบบมาตราประเมินค่า (Rating scale)
	แบบประเมินพฤติกรรม
	แบบประเมินผลงาน

ที่มา: ผดุงชัย ภูพัฒน์. (ม.ป.ป.). การพัฒนาเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. หน้า 2.

จากข้อความข้างต้นกล่าวได้ว่า วิธีการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้กับนักเรียนสามารถทำได้หลายวิธี แต่ต้องขึ้นอยู่กับบริบทในด้านต่าง ๆ เช่น เนื้อหา ช่วงวัย เพศ และความแตกต่างระหว่างบุคคล เป็นต้น ซึ่งผู้สอนควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับธรรมชาติการเรียนรู้ของนักเรียน จึงจะสามารถทำให้ได้ข้อมูลสารสนเทศที่แสดงถึงพัฒนาการและความก้าวหน้าในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนอย่างแท้จริง

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

4.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

มีนักวิชาการได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

อารี พันธุ์ณี (2546: 26) อธิบายความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์สามารถอธิบายได้ 3 ลักษณะ คือ

1. ลักษณะทางกระบวนการ หมายถึง ความรู้สึกรวบรวมปัญหาและสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างมีขั้นตอนและเป็นระบบ และนำไปทำให้เกิดประโยชน์ในสิ่งใหม่ต่อไป

2. ลักษณะของบุคคล หมายถึง บุคคล ที่มีความอยากรู้อยากเห็นกระตือรือร้น กล้าคิด กล้าแสดง มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีอารมณ์ขัน มีจินตนาการ และมีความยืดหยุ่นทางความคิดและการกระทำ และเป็นบุคคลที่มีความสุขกับการทำงานหรือสิ่งที่ตนพอใจและไม่หวังผลจากการประเมินภายนอก

3. ลักษณะทางผลิตผล หมายถึง คุณภาพของผลงานที่เกิดขึ้น มีตั้งแต่ขั้นต่ำที่แสดงผลที่เกิดจากความพอใจของตนเองที่จะแสดงออกซึ่งความคิดและการกระทำ จนกระทั่งพัฒนาขึ้นเป็นการฝึกทักษะ และค่อยคิดเองได้จนถึงระดับการคิดค้นพบทฤษฎี หลักการ และการประดิษฐ์คิดค้นต่างๆ

สำหรับ ญัฐธัญ พัฒนศรี (2549: 32) ได้สรุปว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถมองเห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ จากประสบการณ์เดิมเพิ่มเติมด้วยประสบการณ์ใหม่ ก่อให้เกิดความคิดใหม่ต่อเนื่องกันไป เป็นความคิดที่หลากหลายคิดได้กว้างไกลหลายแง่มุม เป็นความคิดที่มีประโยชน์มีคุณค่าต่อตนเองและสังคม อันจะสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และปรับประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์นั้นไม่จำเป็นต้องเป็นการค้นคว้าประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ หรือสร้างทฤษฎีใหม่เสมอไป อาจเป็นการแสดงออกของตนเอง หรือการคิดพัฒนาวิธีการทำงานของตนเองอย่างสร้างสรรค์ ส. วน อรินทร์วุธ เกษตรชนม์ (2551: 43) ได้สรุปว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถทางสมองของบุคคล ที่มีลักษณะเป็นอเนกนัย คือ เป็นความคิดหลายทิศทางที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ไปสู่การค้นพบสิ่งแปลกใหม่ ซึ่งต้องอาศัยจินตนาการและความตั้งใจจริงในการคิดหาคำตอบ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์นี้ถือเป็นพลังทางความคิดที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง อันจะนำไปสู่การพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ให้เกิดประโยชน์ได้ทั้งในปัจจุบันและอนาคต และ วิสูตร โพธิ์เงิน (2553: 36) ยังได้กล่าวไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการทางปัญญา ที่ใช้กระบวนการทางความคิดหลายอย่างมารวมกัน ซึ่งประกอบด้วยความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) และความคิดละเอียดลออ (Elaboration) สิ่งที่แสดงออกมาซึ่งความคิดสร้างสรรค์จะต้องมีการแสวงหา พิจารณาทางเลือกที่หลากหลายในการทำงานหรือแก้ปัญหา สร้างแนวคิดใหม่ๆ ตลอดจนการสร้างผลผลิตใหม่ ไม่ว่าจะเป็นทฤษฎี หลักการ หรือผลิตผลที่มี

ประโยชน์ มีคุณค่า ได้อย่างมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวหรือไม่ซ้ำแบบใคร มีความแปลกใหม่ ซึ่งสามารถอธิบายความคิดสร้างสรรค์ได้จาก 1).กระบวนการจัดการกระทำ 2).ผลงานที่ผลิต 3).ทักษะที่ใช้ในความคล่องแคล่ว 4).บุคลิกภาพของบุคคล และเงื่อนไขสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์

นอกจากนี้ นักวิชาการต่างประเทศมากมายที่ได้สรุปแนวคิดทางด้านความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นลักษณะความคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) คือ ความคิดหลายทิศทาง หลายแง่ หลายมุมคิดได้กว้างไกล ซึ่งลักษณะความคิดเช่นนี้จะนำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการค้นพบวิธีการแก้ปัญหาได้สำเร็จด้วย และความคิดอเนกนัยยังประกอบด้วยลักษณะความคิดริเริ่ม (Originality) ความคิดคล่องตัว (Fluency) ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) และความคิดละเอียดลออ (Elaboration) กระบวนการความคิดสร้างสรรค์จึงแบ่งเป็น 7 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การชี้ถึงปัญหา ขั้นที่ 2 การเตรียมและรวบรวมข้อมูล ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ ขั้นที่ 4 การใช้ความคิด ขั้นที่ 5 การคิด ขั้นที่ 6 การสังเคราะห์ และขั้นที่ 7 การประเมินผล หรือแบ่งเป็นห้าขั้นแห่งการสร้างความคิดสร้างสรรค์ " คือ ขั้นที่ 1 คิดรวบรวมข้อมูล ขั้นที่ 2 การบวนการใช้วัตถุดิบ ขั้นที่ 3 ทำใจให้ว่าง ขั้นที่ 4 ยूरีกา และขั้นที่ 5 วิพากษ์วิจารณ์ นอกจากนี้ความแตกต่างของบุคคลยังอยู่ที่ความคิดสร้างสรรค์และประสิทธิภาพเป็นสิ่งสำคัญ ทำให้ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของมนุษย์ที่จะนำไปสู่สิ่งใหม่ๆ เกิดผลผลิตใหม่ๆ ทางเทคโนโลยี รวมทั้งความสามารถในการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งแปลกใหม่ ดังเช่น ทอมัส แอนดิสัน ค้นพบหลอดไฟฟ้า และเครื่องไฟฟ้าขนาดเล็ก ซึ่งงานประดิษฐ์คิดค้นของเขาก็จัดเป็นงานที่มีลักษณะความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คือ แปลกใหม่ แตกต่างจากที่เคยปรากฏ และยังประโยชน์อย่างมหาศาลต่อชาวโลก นอกจากนี้ความคิดสร้างสรรค์จึงอาจเกิดจากความคิดสิ่งใหม่ๆ โดยการลองผิดลองถูก (Trial and Error) กระบวนการความคิดสร้างสรรค์ จึงเป็นกระบวนการความรู้สึกลึกซึ้งต่อปัญหาหรือสิ่งที่บกพร่องขาดหายไป แล้วจึงรวบรวมเป็นความคิดตั้งสมมติฐานขึ้น ต่อจากนั้นก็ทำการรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น ขึ้นต่อไปจึงเป็นการรายงานผลที่ได้รับจากการทดสอบสมมติฐาน เพื่อเป็นแนวคิดและแนวทางใหม่ต่อไป (อาร์ พันธ์มณี. 2546: 12-13; อ้างอิงจาก Guilford. 1950: 444-454; Osborn. 1957; Anderson. 1959; Baron; & May. 1960; Wallach. 1962; Jungs. 1963; Torrance. 1965) ซึ่งกระบวนการคิดสร้างสรรค์ของนักวิชาการเหล่านี้สามารถสรุปได้ดังตาราง 7

ตาราง 7 เปรียบเทียบกระบวนการคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ วอลลาซ ออสบอร์น แอนเดอร์สัน และจุงส์

ขั้นตอน	ทอแรนซ์	วอลลาซ	ออสบอร์น	แอนเดอร์สัน	จุงส์
1	การค้นพบความจริง	ขั้นเตรียมการ รวบรวมข้อมูล	การชี้ปัญหา- ระบุปัญหา การเตรียมและ รวบรวมข้อมูล	สนใจและรู้สึก ถึงความ ต้องการของ จิตใจและสมอง รวบรวมข้อมูล	รวบรวมข้อมูล
2	การค้นพบ ปัญหา พิจารณาด้วย ความมีสติ สัมปชัญญะ ถึง ความกังวล วุ่นวายสับสน และ พบว่านั่นคือ ปัญหา	ขั้นความคิด คุกรุ่น ระยะ วุ่นวายสับสน แก้ไขปัญหา ไม่ได้ จึงล้มเลิก ชั่วคราว แต่ จริงๆ แล้วใน จิตใต้สำนึก ยังคงคิดอยู่	การวิเคราะห์ใช้ ความคิด คัดเลือกข้อมูล	ไตร่ตรองถึงการ วางแผน โครงสร้างและ รูปแบบของงาน	กระบวนการใช้ วัสดุทบทวนและ วิเคราะห์ข้อมูล
3	การค้นพบ คำตอบ ตั้งสมมติฐาน และรวบรวม ข้อมูล เพื่อ ทดสอบ สมมติฐาน	ขั้นความคิด กระจ่างชัด เรียบเรียง ข้อมูลและ เชื่อมโยงกับสิ่ง ต่างๆ ให้ สัมพันธ์กัน เกิด เป็นภาพพจน์	การคิดและการ ทำให้ความคิด กระจ่างชัดขึ้น	เกิดจินตนาการ	ทำให้ใจกว้าง คิด ยังไม่ออก จึงล้ม ปัญหาชั่วคราว แต่ปล่อยให้จิต ใต้สำนึกของ กลไกความคิด ทำงาน

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อ	ทอแรนซ์	วอลลาซ	ออสบอร์น	แอนเดอร์สัน	จุงส์
4	การค้นพบ คำตอบ จากการ ทดสอบ สมมติฐาน	ขั้นตอนและ พิสูจน์ให้เห็น จริง เพื่อนำผล ที่ได้ไปใช้ต่อไป	การสังเคราะห์ การรวบรวม บรรจุขึ้นส่วน ต่างๆ เข้า ด้วยกัน	สร้าง จินตนาการและ แสดงผลให้เห็น ชัดเจน	ยูริกาความคิดคำตอบ ได้
5	การยอมรับผล จากการค้นพบ ยอมรับและ เผยแพร่ผลที่ได้ อันเป็นแนวทาง ไปสู่การค้นพบ สิ่งใหม่ต่อไป	นำผลที่ได้ไปใช้ ต่อไป	การประเมินผล ประเมินสิ่งที่ รวบรวมและคิด ไว้ว่าถูกต้อง หรือไม่	รวบรวม ความคิดและ แสดงออกมาใน รูปของผลงาน	วิพากษ์วิจารณ์ ประเมิน ความคิดที่ได้

ที่มา: อารี พันธุ์มณี. (2546: 12-13). *ฝึกให้คิดเป็นคิดให้สร้างสรรค์*.

นอกจากนี้ยังมีนักวิชาการอีกส่วนหนึ่งที่มีความเห็นสอดคล้องกับกิลฟอร์ด ซึ่งกล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะการคิดที่หาคำตอบหลาย ๆ คำตอบในการตอบสนองต่อสิ่งเร้า ซึ่งลักษณะเช่นนี้มักเกิดกับบุคคลที่มีอิสระในการ ตอบสนอง จึงจะสามารถตอบสนองได้มาก ความคิดสร้างสรรค์ จึงเป็นความสามารถในการคิดออกจากกรอบของแนวความคิดที่มีคุณค่าและมีความงาม (อารี พันธุ์มณี. 2546: 14; อ้างอิงจาก Getzels. 1975; De Bono. 2002: 8)

จากข้อความข้างต้นสามารถอธิบายความหมายของความคิดสร้างสรรค์ได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์คือความสามารถในการคิดหลากหลายและแตกต่างจากเดิม ซึ่งอาจเกิดจากการคิดปรับปรุงเปลี่ยนแปลงจากความคิดเดิม เป็นความคิดที่เป็นรูปแบบของกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีจินตนาการเข้ามาร่วมด้วย มีเอกลักษณ์เฉพาะตน ดังที่ทอแรนซ์เรียกกระบวนการนี้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หรือ The Creative Problem Solving Process จนทำให้เกิดการสร้างสรรค์ สิ่งที่มีคุณค่า สามารถนำความคิดไปประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ได้ ซึ่งจะเป็นสิ่งที่จะนำไปสู่การวางแผน เพื่อการปรับปรุง พัฒนา ให้เกิดสิ่งใหม่ๆ หรือการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดี

4.2 ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์

สมศักดิ์ ภูวิภาดาพรรณ (2541: 35) กล่าวถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่ได้รับการกล่าวถึงอย่างมากในปัจจุบัน ทั้งในด้านการจัดการเรียนการสอน และการดำเนินชีวิตประจำวัน ซึ่งต้องอาศัย ความคิดสร้างสรรค์ไปในการแก้ปัญหาและผลิตผลงาน อย่างสร้างสรรค์ ยิ่งในอนาคตสังคมมีแนวโน้มที่จะทวีความซับซ้อนมากขึ้น บุคคลต้องใช้ความรู้ ทักษะ และความคิดสร้างสรรค์ไปในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น การเตรียมเยาวชนให้อยู่ในสังคม อนาคตได้อย่างดีจึงควรเตรียมการใน เรื่องการส่งเสริมหรือพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ตั้งในปัจจุบัน ให้ควบคู่ไปกับการส่งเสริมหรือพัฒนาความสามารถด้านอื่นด้วย สอดคล้องกับ ณัฐธัญ พัฒนศิริ (2549: 36) ที่สรุปว่าจากความสำคัญและคุณค่าของความคิดสร้างสรรค์ดังกล่าว สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณลักษณะที่สำคัญ ควรที่จะได้รับการส่งเสริมและปลูกฝัง เพื่อช่วยสร้างนิสัยและผ่อนคลายอารมณ์ที่ดีให้แก่เด็ก ทั้งยังช่วยให้เด็กได้สำรวจ ค้นคว้า ทดลอง เพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ซึ่งเป็น ผลให้เด็กสามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิต และสามารถปรับตัวอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข และ อรินทร์ภู เกษตระชนม์ (2551: 43) ก็ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญอย่างยิ่งใน การดำเนินชีวิตของมนุษย์ หากมนุษย์มีคุณลักษณะทางด้านความคิดสร้างสรรค์อย่างเด่นชัด ก็จะทำให้ ส่งเสริมให้ชีวิตของตนไปสู่ความสำเร็จและส่งผลประโยชน์มากมายให้เกิดขึ้นกับสังคมและประเทศชาติ ต่อไป

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญที่ควรจะได้รับส่งเสริม และปลูกฝังให้กับนักเรียน ทั้งในด้านการจัดการเรียนการสอนและการดำเนินชีวิตประจำวัน เพราะ ความคิดสร้างสรรค์จะเป็นสิ่งที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหาและผลิตผลงาน อย่างสร้างสรรค์ให้กับสังคม ในอนาคตต่อไป

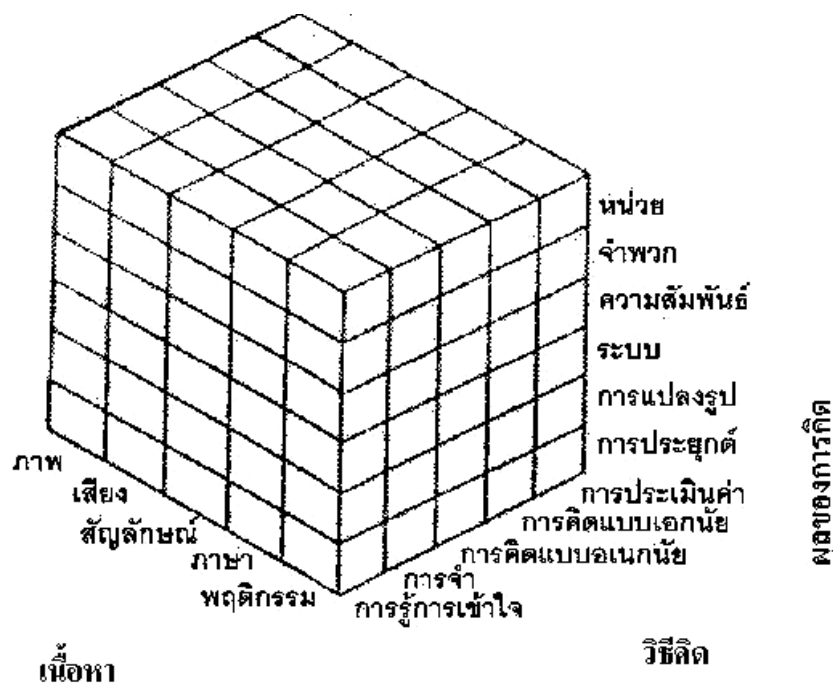
4.3 สมรรถภาพทางสมองกับความคิดสร้างสรรค์

ทฤษฎีโครงสร้างสมรรถภาพทางสมอง

กิลฟอร์ด (อาร์ พันธ์มณี. 2546: 29; อ้างอิงจาก Guilford. 1971) นักจิตวิทยาชาวอเมริกัน และคณะ ได้ทำการศึกษาและวิจัยการวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor Analysis) ของสติปัญญา โดยเน้น ศึกษาเรื่องความคิดสร้างสรรค์ ความมีเหตุผล และการแก้ปัญหา ได้เสนอแบบจำลองโครงสร้างของ สมรรถภาพทางสมองขึ้นหรือแบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญา (The Structure of Intellect Model ที่เรียกว่า SI) ซึ่งได้พัฒนาวิธีการคิด 2 ประเภท คือ

1. ความคิดรวมหรือความเอกนัย (Convergent Thinking) หมายถึงความคิดที่นำไปสู่คำตอบ ที่ถูกต้องตามสภาพข้อมูลที่กำหนดให้เพียงคำตอบเดียว

2. ความคิดกระจายหรือความคิดนอกเนกนัย (Divergent Thinking) หมายถึงความคิดหลายทิศทางที่สามารถเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้ ตลอดจนการนำไปสู่ ผลิตผลของความคิดหรือคำตอบได้หลายอย่างด้วย กิลฟอร์ดได้อธิบายไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ก็คือความคิดนอกเนกนัยนั่นเอง



ภาพประกอบ 3 แสดงแบบจำลองโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมองของกิลฟอร์ด

จากโครงสร้างสมรรถภาพทางสมองของกิลฟอร์ด หรือทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา กิลฟอร์ดได้แบ่งสมรรถภาพทางสมองออกเป็น 3 มิติ ดังนี้

มิติที่ 1 เนื้อหา (Content) หมายถึง เนื้อหาข้อมูล หรือสิ่งเร้าที่เป็นสื่อในการคิดที่สมองรับเข้าไปคิด แบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ คือ

1. ภาพ (Visual) หมายถึงข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรม หรือรูปที่แน่นอน ซึ่งบุคคลสามารถรับรู้และทำให้เกิดความรู้สึกนึกคิดได้ เช่น ภาพเป็นต้น
2. สัญลักษณ์ (Symbolic) หมายถึงข้อมูล หรือสิ่งเร้าที่อยู่ในรูปเครื่องหมายต่าง ๆ เช่น ตัวอักษร ตัวเลข โฉตดนตรี รวมทั้งสัญลักษณ์ต่างๆ ด้วย
3. ภาษา (Semantic) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้า ที่อยู่ในรูปของถ้อยคำ ที่มีความหมายต่างๆ กัน สามารถใช้ติดต่อสื่อสารได้
4. พฤติกรรม (Behavior) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นการแสดงออก กิริยาอาการ การกระทำที่สามารถสังเกตเห็น รวมทั้งทัศนคติ การรับรู้ การคิด

มิตีที่ 2 วิธีการคิด หมายถึง มิตีที่แสดงลักษณะกระบวนการ ปฏิบัติงานหรือกระบวนการคิดของสมอง แบ่งได้ 5 ลักษณะ คือ

1. การรู้การเข้าใจ (Cognition) หมายถึง ความสามารถในการตีความของสมองเมื่อเห็นสิ่งเร้าแล้วเกิดการรับรู้เข้าใจในสิ่งนั้น และบอกได้ว่าเป็นอะไร เช่น เมื่อเห็นของเล่นเด็กกรูปร่างกลมทำด้วยยางผิวเรียบกับบอกได้ว่าเป็นลูกบอล
2. การจำ (Memory) หมายถึง ความสามารถในการเก็บสะสมความรู้และข้อมูลต่างๆ ไว้ได้และสามารถระลึกได้เมื่อต้องการ เช่น การจำสูตรคูณ การจำหน่วยเลขประจำตัว การชี้ตัวคนร้ายได้
3. การคิดแบบอเนกนัย หรือ ความคิดกระจาย (Divergent Thinking) หมายถึง ความสามารถในการคิดตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้หลายรูปแบบ หลายแง่หลายมุมแตกต่างกันไป เช่น หนังสือพิมพ์ที่ใช้แล้วทำประโยชน์อะไรได้บ้างบอกมาให้มากที่สุด ผู้ที่คิดได้มาก แปลก มีคุณค่า คือผู้ที่มีความคิดอเนกนัย
4. การคิดแบบเอกนัย หรือ ความคิดรวม (Convergent Thinking) หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบที่ดีที่สุดจากข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่กำหนด และคำตอบที่ถูกต้องมีเพียงคำตอบเดียว
5. การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถในการตีราคาสรุป โดยอาศัยเกณฑ์ที่ดีที่สุด

มิตีที่ 3 ผลของการคิด หมายถึง มิตีที่แสดงผล (Product) ที่ได้จากการปฏิบัติงานทางสมองหรือกระบวนการคิดของสมอง หลังจากที่สมองได้รับข้อมูลหรือสิ่งเร้าจากมิตีที่ 1 และตอบสนองต่อข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่ได้รับจากมิตีที่ 2 แล้วผลที่ได้ออกมาเป็นมิตีที่ 3 หรืออาจกล่าวได้อีกอย่างว่าผลจากการคิดเกิดจากการทำงานของมิตีที่ 1 และมิตีที่ 2 นั้นเอง ซึ่งผลของการคิดแบ่งเป็น 6 ลักษณะ ดังนี้

1. หน่วย (Unit) หมายถึง สิ่งที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวและแตกต่างไปจากสิ่งอื่น ๆ เช่น คน แมว สุนัข กระต่าย เป็นต้น
2. จำพวก (Class) หมายถึง ประเภทหรือจำพวกของกลุ่ม ของหน่วยที่มีคุณสมบัติหรือลักษณะร่วมกัน เช่น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ได้แก่ คน แมว สุนัข ลิง เป็นต้น
3. ความสัมพันธ์ (Relation) หมายถึง ผลของการเชื่อมโยงความคิดของประเภทหรือหลายประเภทเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางประการเป็นเกณฑ์ ความสัมพันธ์อาจจะอยู่ในรูปของหน่วย จำพวกกับจำพวก หรือระบบกับระบบก็ได้ เช่น คนคู่กับบ้าน นกคู่กับรัง ปลาคู่กับน้ำ เป็นต้น
4. ระบบ (System) หมายถึง การเชื่อมโยงกลุ่มของสิ่งเร้า โดยอาศัยกฎเกณฑ์หรือระเบียบแบบแผนบางอย่าง เช่น 1, 3, 5, 7, 9 เป็นเลขคี่ เป็นต้น
5. การแปลงรูป (Transformation) หมายถึง การเปลี่ยนแปลง ปรับปรุง ดัดแปลง ตีความ ขยายความ ให้นิยามใหม่ หรือการจัดองค์ประกอบของสิ่งเร้าหรือข้อมูลออกมาในรูปใหม่ เช่น การเปลี่ยนรูปเหลี่ยมเป็นรูปเส้นตรงสี่เส้น เป็นต้น

6. การประยุกต์ (Implication) หมายถึง การคาดคะเนหรือทำนายจากข้อมูลสิ่งที่กำหนดไว้

จากข้อความข้างต้นจะเห็นได้ว่าโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมอง หรือการวัดเชาว์ปัญญาของกิลฟอร์ด แบ่งออกเป็น 20 เซลล์ หรือ 120 องค์ประกอบ โดยในแต่ละตัวจะประกอบด้วยหน่วยย่อยของสามมิติ เรียงจาก เนื้อหา วิธีการคิด ผลของการคิด (Content-Operation-Product)

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

ณัฐธัญ พัฒนศรี (2549: 35) สรุปถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้จะช่วยให้บุคคลคนสามารถคิดได้หลายทิศทาง และเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการแก้ปัญหาที่สลับซับซ้อนภายในสังคมที่กำลังเป็นอยู่ทุกวันนี้ ทางด้าน อรินทรวิฑู เกษตระชนม์ (2551: 46) องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ที่ได้กล่าวมานี้ มีความหลากหลาย และยังไม่ได้ข้อยู่ว่า ความคิดสร้างสรรค์มีองค์ประกอบที่แท้จริงอย่างไร แต่ทว่าทุกองค์ประกอบ ก็สามารถอธิบายลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะองค์ประกอบหลักทั้ง 3 ประการ คือ ความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคิดคล่องตัว

นอกจากนี้ยังมีทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด (อารี พันธุ์ณี . 2546: 38; อ้างอิงจาก Guilford. 1971) ที่ได้อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทาง หรือเรียกว่า ลักษณะการคิดนอกเนกนัย หรือการคิดแบบกระจาย (Divergent Thinking) ซึ่งประกอบด้วย

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่ แตกต่าง จากความคิดธรรมดา หรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่ม หรือที่เรียกว่า Wild Idea เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ซึ่งมีนักวิชาการที่ศึกษาค้นคว้าลักษณะความคิดริเริ่มอีกหลายท่าน ได้แก่ บาเลต (อารี พันธุ์ณี. 2546: 46; อ้างอิงจาก Barlett. 1958) ได้ศึกษาค้นคว้าเรื่องลักษณะความคิดริเริ่ม และได้สรุปว่าความคิดริเริ่มเป็นความคิดที่น่าตื่นเต้น แตกออกไปจากความคิดเก่าหรือความคิดเดิม ต่อมาคือ ซิมป์สัน (อารี พันธุ์ณี. 2546: 47; อ้างอิงจาก Simpson. 1922) ได้กล่าวว่า ความคิดริเริ่มของบุคคล จัดเป็นความสามารถของสมองที่พยายามคิดให้แตกต่างไปจากกระแสเดิม เพื่อนำไปสู่ความคิดใหม่ ๆ และ ทอแรนซ์ (อารี พันธุ์ณี . 2546: 47; อ้างอิงจาก Torrance. 1962) อธิบายว่าความคิดริเริ่มเป็นกระบวนการทางสมองที่สามารถคิดให้แตกต่างไปจากสิ่งธรรมดาหรือสิ่งที่เกิดขึ้นแล้ว
2. ความคิดคล่องตัว (Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน แบ่งออกเป็น

2.1 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่วนั่นเอง

2.2 ความคิดคล่องแคล่วทางการโยงสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด

2.3 ความคิดคล่องแคล่วทางการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค กล่าวคือความสามารถที่จะนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

2.4 ความคิดคล่องแคล่วในการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ประเภทหรือแบบของความคิด แบ่งออกเป็น

3.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous Flexibility) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดให้หลายประเภทพออย่างอิสระ

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง (Adaptive Flexibility)

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หากปราศจากความคิดละเอียดลออ ก็ไม่อาจทำให้เกิดผลงานหรือผลิตผลสร้างสรรค์ขึ้นมาได้

ส่วนทางด้าน เนลเลอร์ (อาร์ พันธมณี . 2546: 49; อ้างอิงจาก Kneller. 1965) ได้กล่าวว่า ความคิดละเอียดลออเป็นคุณลักษณะที่จำเป็นในการสร้างผลงานที่มีความแปลกใหม่เป็นพิเศษให้สำเร็จ

จากองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า มีองค์ประกอบที่หลากหลาย ได้แก่ ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดละเอียดลออ ความคิดว่องไวต่อปัญหา ความสามารถในการให้นิยามใหม่ ความซึ่มซาบ และความสามารถในการทำนายน ซึ่งจากองค์ประกอบเหล่านี้จะนำไปสู่การสร้างสรรค์ผลงานหรือองค์ความรู้ใหม่ๆ ที่มีคุณค่าออกมา

4.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ มีหลายทฤษฎี ดังนี้ (ขวัญฟ้า รังสิยานนท์. 2535: 11 – 18)

1. ทฤษฎีของ Wallas กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เกิดจากกระบวนการคิดสิ่งใหม่ ๆ โดยการลองผิดลองถูก (Trial and Error) แบ่งไว้ 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นเตรียมข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับการกระทำหรือแนวทางที่ถูกต้องหรือข้อมูลระบุปัญหา หรือข้อมูลที่เป็นความจริง

ขั้นที่ 2 ขั้นความคิดคุกรุ่นหรือระยะฟักตัว (Incubation) เป็นขั้นที่อยู่ในความวุ่นวายของข้อมูลต่างๆ ทั้งเก่าและใหม่ ปราศจากความเป็นระเบียบเรียบร้อย ไม่สามารถขมวดความคิดนั้นได้

ขั้นที่ 3 ขั้นความคิดกระจ่างชัด (Illumination) เป็นขั้นที่ความคิดสับสนนั้นได้ผ่านการเรียบเรียงและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันให้มีความกระจ่างชัด สามารถมองเห็นภาพพจน์ มโนทัศน์ความคิด

ขั้นที่ 4 ขั้นทดสอบความคิดและพิสูจน์ให้เห็นจริง (Verification) เป็นขั้นที่ได้รับความคิด 3 ขั้น จากข้างต้น เพื่อพิสูจน์ว่าเป็นความคิดที่เป็นจริงและถูกต้องหรือไม่

2. ทฤษฎีของ Talyer มีความเห็นว่า ผลงานของความคิดสร้างสรรค์ของคนนั้นไม่จำเป็นต้องเป็นขั้นสูงสุดเสมอไป คือ ไม่จำเป็นต้องคิดค้นประดิษฐ์ สิ่งใหม่ๆ ที่ยังไม่มีใครคิดมาก่อนเลย หรือสร้างทฤษฎีที่ใช้ความคิดนามธรรมอย่างสูงยิ่ง แต่ความคิดสร้างสรรค์อาจเป็นขั้นใดขั้นหนึ่งใน 6 ขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นความคิดสร้างสรรค์ขั้นต้น เป็นการแสดงออกโดยตนเองอย่างอิสระ

ขั้นที่ 2 ขั้นผลิตงานออกมา อวดศักยภาพบางประการในการผลิต แต่ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างสรรค์ เป็นขั้นที่แสดงความคิดใหม่ของบุคคล โดยไม่ได้ลอกเลียนแบบมาจากใคร

ขั้นที่ 4 เป็นการสร้างสรรค์ ขั้นประดิษฐ์สิ่งใหม่ๆ โดยไม่ซ้ำแบบใคร เป็นขั้นที่ผู้กระทำได้แสดงให้เห็นความสามารถที่แตกต่างไปจากผู้อื่น

ขั้นที่ 5 เป็นขั้นพัฒนาปรับปรุงผลงานในขั้นที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 6 เป็นขั้นความคิดสร้างสรรค์สุดยอด สามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมขั้นสูงสุด

3. ทฤษฎีของ Freud โดยมีทัศนะเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็น การเริ่มต้นจากการขัดแย้ง ซึ่งถูกผลักดันจากจิตได้สำนึกขณะที่มีความขัดแย้งเกิดขึ้นคนที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีความคิดอิสระเกิดขึ้นมากมาย แต่คนที่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์จะไม่มีสิ่งนี้

4. ทฤษฎีของ Torrance กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการของความรู้ สึกไวต่อปัญหาหรือสิ่งที่บกพร่องหายไป แล้วจึงรวบรวมความคิดหรือตั้งเป็นสมมติฐาน ทำการทดสอบสมมติฐาน และเผยแพร่ผลที่ได้จากการทดสอบสมมติฐานนั้น ซึ่งแบ่งออกเป็นขั้นๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การพบความจริง ในขั้นเริ่มตั้งแต่ความรู้สึกกังวล มีความสับสนวุ่นวายเกิดขึ้น ในจิตใจ แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นอะไร จากจุดนี้พยายามตั้งสติ และหาข้อมูลพิจารณาดูว่าความยุ่งยาก วุ่นวาย สับสน หรือสิ่งที่ทำให้กังวลใจนั้นคืออะไร

ขั้นที่ 2 การค้นพบปัญหา ขั้นนี้เกิดต่อจากขั้นที่ 1 เมื่อพิจารณาโดยรอบคอบแล้วจึงเข้าใจและสรุปว่า ความกังวลใจ ความสับสนวุ่นวายใจนั้นก็คือการเกิดปัญหานั้นเอง

ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน ขั้นนี้ต่อจากขั้นที่ 2 เมื่อรู้ว่าปัญหาเกิดขึ้นก็พยายามคิดแล้วตั้งสมมติฐานขึ้นและรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบสมมติฐานในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 4 การค้นพบคำตอบ ในขั้นนี้ก็จะพบคำตอบจากการทดสอบสมมติฐานในขั้นที่

ขั้นที่ 5 ยอมรับผลจากการค้นพบ ขั้นนี้ก็จะเป็นการยอมรับคำตอบที่ได้จากการพิสูจน์เรียบร้อยแล้วว่าจะแก้ปัญหาให้สำเร็จได้อย่างไร และต่อจากจุดนี้การแก้ปัญหาหรือการค้นพบ ยังไม่จบตรงนี้ แต่ผลที่ได้จากการค้นพบจะนำไปสู่หนทางที่ทำให้เกิดแนวคิดหรือสิ่งใหม่ต่อไป

ซึ่งทฤษฎีของ Torrance นี้ อาจขยายความได้ว่า ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์เมื่อเห็นและเข้าใจปัญหาจะรวบรวมประสบการณ์ และข้อมูลต่างๆ เข้าด้วยกันเพื่อแสวงหาวิธีการใหม่ ๆ เพื่อเผชิญหรือแก้ปัญหา

5. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ในรูปของการโยงความสัมพันธ์ Wallach and Kogan ได้เสนอทฤษฎีว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการอันหนึ่งซึ่งอยู่ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง อาการที่สิ่งเร้ากับการตอบสนองแสดงปฏิริยาต่อกัน ทำให้เกิดการระลึกได้ ซึ่งถ้าสิ่งเร้าและการตอบสนองแสดงปฏิริยาต่อเนื่องกันไปได้มากก็ย่อมระลึกได้มาก ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงจะระลึกได้มากมายหลายแง่มุม หลายทิศทาง (Divergent Thinking) ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ต่ำจะระลึกได้น้อย การระลึกได้มากย่อมจะมีโอกาสระลึกในสิ่งที่ผู้อื่นระลึกไม่ได้ บางทีสิ่งที่ระลึกได้นั้นอาจสัมพันธ์เข้าเป็นสิ่งใหม่ ความสัมพันธ์ดังกล่าวอาจเป็นไปได้โดยความบังเอิญหรือจงใจก็ได้

ตามทฤษฎีของ Wallach and Kogan นี้ ความคิดสร้างสรรค์เกิดจากการโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ ที่บุคคลสร้างสมมาจากการเรียนรู้ตนเอง การที่บุคคลจะมีความคิดสร้างสรรค์มากน้อยเพียงใดย่อมขึ้นอยู่กับความสามารถในการเชื่อมโยงมโนทัศน์ของตนเข้ากับสิ่งใหม่ให้มากที่สุด แสดงว่าประสบการณ์และการเรียนรู้มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์

6. ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา (Structure of Intellectual Model) Guilford และคณะ ได้ทำการศึกษาและวิจัยการวิเคราะห์ตัวประกอบของสติปัญญา โดยเน้นศึกษาเรื่องความคิดสร้างสรรค์ ความมีเหตุผลและการแก้ปัญหา ในที่สุดเขาได้เสนอทฤษฎีโครงสร้างเขาวงกตปัญญา อธิบายความสามารถทางสมองของมนุษย์เป็นแบบจำลอง 3 มิติ ได้แก่ มิติที่ 1 วิธีการคิด (Operation) มิติที่ 2 เนื้อหา (Content) มิติที่ 3 ผลของการคิด (Product) ในมิติที่ 1 ซึ่งเป็นมิติที่แสดงลักษณะการทำงานของสมองมี 5 ลักษณะ ลักษณะหนึ่งเกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ คือ การคิดแบบอบเนกนัย (Divergent Thinking) เป็นกระบวนการของสมองที่จะคิดหลายแง่ หลายมุม หลายทิศทาง คิดหาคำตอบโดยไม่จำกัดจำนวน ทำให้ได้ความคิดแปลกใหม่จากสิ่งเร้าที่กำหนดให้ เช่น ให้บอกสิ่งที่ขึ้นต้นด้วยคำว่า "น้ำ" มาให้มากที่สุด

เด็กก็จะตอบว่า น้ำปลา น้ำตาล น้ำกรด เป็นต้น โดยที่ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาไม่นับว่าเป็นพื้นฐานในการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ เพราะ Guilford อธิบายว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดนอกเนกนัย ซึ่งลักษณะความคิดนี้จะนำไปสู่การประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่เพิ่มขึ้น จากข้อสรุปนี้ ทำให้มีการศึกษาเรื่องความคิดสร้างสรรค์อย่างกว้างขวางและลึกซึ้งในเวลาต่อมา นอกจากนี้แล้ว Davis (กรมวิชาการ. 2535: 6 – 7; อ้างอิงจาก Davis. n.d.) ได้รวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ของนักจิตวิทยาที่ได้กล่าวถึงทฤษฎีของความคิดสร้างสรรค์โดยแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ 4 กลุ่มคือ

(1). ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงจิตวิเคราะห์ นักจิตวิทยาวิเคราะห์หลายคน เช่น Freud and Kris ได้เสนอแนวความคิดเกี่ยวกับการเกิดของความคิดสร้างสรรค์ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นผลมาจากความขัดแย้งภายในจิตใต้สำนึกระหว่างแรงขับทางเพศ (Libido) กับความรู้สึกผิดชอบทางสังคม (Social Conscience) ส่วน Kubie and Rugg ซึ่งเป็นนักวิเคราะห์แนวใหม่ กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์นั้นเกิดขึ้นระหว่างการเรียนรู้สติกับจิตใต้สำนึก ซึ่งอยู่ในขอบเขตของจิตที่เรียกว่าจิตก่อนสำนึก

(2). ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงพฤติกรรมนิยม นักจิตวิทยากลุ่มนี้มีแนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้โดยเน้นที่ความสำคัญของการเสริมแรง การตอบสนองที่ถูกต้องกับสิ่งเร้า เฉพาะหรือสถานการณ์ นอกจากนี้ยังได้เน้นความสัมพันธ์ทางปัญญา คือการโยงความสัมพันธ์จากสิ่งเร้าหนึ่งไปยังสิ่งต่าง ๆ ทำให้เกิดความคิดใหม่ หรือสิ่งใหม่เกิดขึ้น

(3). ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงมนุษยนิยม นักจิตวิทยากลุ่มนี้มีแนวคิดว่าความคิดสร้างสรรค์ เป็นสิ่งที่ มนุษย์มีติดตัวมาแต่กำเนิด ผู้ที่สามารถนำความคิดสร้างสรรค์ออกมาใช้ได้คือผู้ที่มีสัจการแห่งตน คือรู้จักตนเอง พอใจตนเอง และใช้ตนเองเต็มศักยภาพของตน มนุษย์จะแสดงความคิดสร้างสรรค์ของตนออกมาได้อย่างเต็มที่นั้นขึ้นอยู่กับการสร้างสภาวะหรือบรรยากาศที่เอื้ออำนวย นักจิตวิทยากลุ่มนี้ได้กล่าวถึงบรรยากาศที่สำคัญในการสร้างสรรค์ว่าประกอบด้วยความปลอดภัยในเชิงจิตวิทยา ความมั่นคงของจิตใจ ความปรารถนาที่จะเล่นกับความคิดและการเปิดกว้างที่จะรับประสบการณ์ใหม่

(4). ทฤษฎี AUTA ทฤษฎีสุดท้ายนี้เป็นรูปแบบของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวบุคคลโดยแนวความคิดว่าความคิดสร้างสรรค์นั้นมีอยู่ในมนุษย์ทุกคนและสามารถพัฒนาให้สูงได้ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในรูปแบบ AUTA ประกอบด้วย

(4.1) การตระหนัก (Awareness) คือตระหนักถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อตนเอง สังคม ทั้งในปัจจุบัน และในอนาคต และตระหนักถึงความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในตนเองด้วย

(4.2) ความเข้าใจ (Understanding) คือ มีความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในเรื่องราวต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

(4.3) เทคนิควิธี (Techniques) คือการเรียนรู้เทคนิควิธีในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทั้งที่เป็นเทคนิคส่วนบุคคลและเทคนิคที่เป็นมาตรฐาน

(4.4) การตระหนักในความจริงของสิ่งต่าง ๆ (Actualization) คือ การรู้จักและตระหนักในตนเอง พอใจในตนเอง และพยายามใช้ตนเองอย่างเต็มศักยภาพ รวมทั้งการเปิดกว้างรับประสบการณ์ต่างๆ โดยมีการปรับตัวได้อย่างเหมาะสม การตระหนักถึงเพื่อนมนุษย์ด้วยกัน การผลิตผลงานด้วยตนเอง และมีความคิดที่ยืดหยุ่นเข้ากับทุกรูปแบบของชีวิต องค์ประกอบทั้ง 4 นี้ จะผลักดันให้บุคคลดึงศักยภาพเชิงสร้างสรรค์ของตนเองออกมาใช้ได้

จากทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ที่กล่าวมาทั้งหมด สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความแตกต่างที่หลากหลาย ทั้งด้านจิตวิทยา ด้านพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ ด้านการรู้จักตนเอง และด้านของตัวบุคคล ทำให้ส่งเสริมผลักดันให้บุคคลนั้นเกิดความคิดสร้างสรรค์ขึ้นมา อีกทั้งยังขึ้นอยู่กับการจะนำทฤษฎีใดมาเป็นแนวการสอนให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์โดยดูให้เหมาะสมกับนักเรียน เนื้อหาวิชา สถานที่และบรรยากาศ เป็นต้น

4.5 พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์

อาร์ พันธ์มณี (2546: 47) ได้กล่าวถึงพัฒนาการทางด้านความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า พัฒนาการทางด้านความคิดสร้างสรรค์มักเป็นอีกแบบหนึ่งที่แตกต่าง ไปจากพัฒนาการด้านอื่นๆ จากการวิจัยพบว่า ลักษณะความคิดริเริ่มในวัยเด็กจะมีพัฒนาการสูงกว่าในวัยผู้ใหญ่ เด็กมีความคล่องตัว กล้าคิด กล้าเสี่ยง และกล้าแสดงออกมาก ความคิดสร้างสรรค์ของเด็กเจริญสูงสุดในช่วงแรกของชีวิตเมื่อตอนอายุ 4 ปีครึ่ง และจะเริ่มลดลงเมื่อเด็ก เริ่มเข้าโรงเรียนอนุบาล หลังจากเด็กปรับตัวเข้ากับสภาพบรรยากาศและวิธีการสอนของโรงเรียนแล้ว ความคิดสร้างสรรค์ของเด็กจึงค่อยพัฒนาขึ้น ผลจากการวิจัยแสดงให้เห็นว่าพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์โดยทั่วไปแตกต่างกับพัฒนาการด้านสติปัญญา กล่าวคือ พัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก จะค่อยเจริญงอกงามขึ้นตามระดับอายุ ภูมิภาวะ และประสบการณ์ที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่พัฒนาการความคิดสร้างสรรค์กลับเจริญสูงสุดในช่วงแรกตอนวัยเด็กเป็นต้น และจากแนวคิดที่ว่าความคิดสร้างสรรค์สามารถส่งเสริมให้พัฒนาได้ จึงเป็นเรื่องที่ควรพิจารณาอย่างรอบคอบ เพื่อจะช่วยให้เสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ของเด็กให้เจริญต่อเนื่องถึงวัยผู้ใหญ่ต่อไปได้ ซึ่ง อรินทร์วุธ เกษตระชนม์ (2551: 47-48) ได้สรุปว่า พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ที่กล่าวมาเห็นได้ชัดว่า ทุกคนไม่ว่าอายุเท่าใดพร้อมที่จะมีความคิดสร้างสรรค์ แต่ด้วยวัยและประสบการณ์ประกอบกับความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคมที่มากขึ้น อาจทำให้มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ในช่วงอายุเหล่านั้นให้ลดลงได้ แต่เชื่อว่าการส่งเสริมอย่างเหมาะสม ความคิดสร้างสรรค์ก็เป็นสิ่งที่อยู่คู่กับมนุษย์ทุกคนทุกวัยได้อย่างมีคุณค่าและเกิดประโยชน์ และ ญัฐธัญ พัฒนศรี (2549: 43) สรุปได้ว่า

พัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีอายุระหว่าง 8 – 10 ปี ที่มีความสามารถในการแสดงออกในการคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นอย่างเห็นเด่นชัด เด็กสามารถทำงานที่ยากขึ้นได้ รู้จักถามปัญหาที่ซับซ้อนขึ้น รู้จักคิดมากขึ้น เด็กวัยนี้ต้องการโอกาสที่จะแสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์ ผู้ใหญ่ควรจัดประสบการณ์ให้เหมาะสมกับความสนใจของเด็ก พร้อมให้คำแนะนำสนับสนุนและปลอบโยนด้วย เมื่อเด็กต้องทำงานที่ยากมาก ๆ สอดคล้องกับ วิลต์ (อาร์ พินธ์มณี . 2546: 55; อ้างอิงจาก Wilt. 1959) ได้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ว่าในช่วงการรวมกลุ่มเพื่อนวัยเดียวกันเด็กต้องปฏิบัติตามกลุ่มเพื่อนและมาตรฐานทางสังคม ทำให้ความคิดอิสระหยุดชะงักและหมดไป และในช่วงนี้ก็ตกประมาณประถมที่ 4 ซึ่งขณะนั้นสังคมได้เริ่มเน้นบทบาทของผู้หญิงและผู้ชายค่อนข้างชัดเจนขึ้น ดังนั้นในเด็กสาว นิสัยพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์จะไม่พัฒนาขึ้นแต่จะเลือนหายไป ยกเว้นบางคนเท่านั้น ซึ่งมีเป็นจำนวนน้อยมากที่จะยืนหยัดและคงความคิดของตนไว้ได้ในช่วงวิกฤต แต่ส่วนใหญ่แล้วความคิดสร้างสรรค์จะหายไป และจะหายไปจนตลอดชีวิต ไม่กลับพัฒนาอีกเลย

ทอแรนซ์ (อาร์ พินธ์มณี . 2546: 61; อ้างอิงจาก Torrance. 1962) ได้ศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ของเด็กมีอายุในช่วง 6 ปี 12 ปี ซึ่งได้แบ่งความคิดออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

1. อายุ 6 ปี ถึง 8 ปี ความคิดสร้างสรรค์ของเด็กจะลดลงในระยะของการเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 แต่เด็กวัยนี้จะรักการเรียนรู้ มีความอยากรู้อยากเห็นมากขึ้นเอาแต่ใจตัวเอง ใช้ตัวเองเป็นศูนย์กลาง ระยะนี้เป็นช่วงเวลาที่จะใช้ความคิดสร้างสรรค์ผ่านบทเรียน นิทาน หรือการอภิปราย ผู้ใหญ่ควรช่วยให้เด็กได้แสดงความคิดเห็นของตนเองและคอยตอบคำถามต่างๆ ของเด็ก

2. อายุ 8 ปี ถึง 10 ปี เด็กวัยนี้มีทักษะในการคิดสร้างสรรค์สูงขึ้น และสามารถนำความคิดนั้นไปใช้ได้จริง ๆ เด็กมักจะเรียนแบบวิบริบุรุษ สามารถกระตุ้นให้ใช้ความคิดสร้างสรรค์หรือทักษะอื่น ๆ เพื่อช่วยเพื่อนฝูง เด็กสามารถทำงานที่ยากขึ้นได้ รู้จักถามปัญหาที่ซับซ้อนขึ้น รู้จักคิดมากขึ้น มีความกังวลใจในสิ่งที่ตนเองทำไม่ได้ และจะรู้สึกเสียใจถ้าไม่ได้รับความยุติธรรม เด็กวัยนี้ต้องการโอกาสที่จะแสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์ ผู้ใหญ่ควรให้โอกาสนี้แก่เด็ก พร้อมทั้งแสดงให้เด็ก เห็นด้วยว่าความคิดของเขาเป็นประโยชน์ แต่เด็กก็ต้องการคำแนะนำสนับสนุนและปลอบโยนด้วย เมื่อต้องทำงานที่ยากมาก ๆ วัยนี้เป็นวัยที่เด็กควรเรียนรู้ว่าตนเองไม่สามารถทำทุกสิ่งทุกอย่างได้

3. อายุ 10 ปี ถึง 12 ปี เด็กจะชอบอ่านหนังสือและอยู่นิ่ง ๆ ได้นานขึ้นสามารถอ่านหนังสือหรือใช้ความคิดได้ที่ละนาน ๆ เป็นวัยที่มีพัฒนาการด้านศิลปะและดนตรีได้อย่างรวดเร็ว เด็กวัยนี้มักจะชอบลองทำทุกสิ่งทุกอย่างด้วยตนเอง มีความคิดที่ละเอียดลึกซึ้งถึงข้อปลีกย่อย ต่าง ๆ และมีความจำดี สามารถแปลงหลักเกณฑ์ต่างๆ ได้ลงความคิดเห็นประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ ได้ ถ้าเป็นงานที่ทำท่าย เด็กควรมีโอกาสได้แสดงความสามารถด้านต่าง ๆ ที่มีอยู่ ระยะนี้เป็นเวลา ที่สมควรสำรวจพิจารณาในตัวเด็ก รวมทั้งเป็นเวลาที่สมควรกระตุ้นให้เด็กหาทำงานยากๆ และหัดตัดสินใจ

นอกจากนี้ยังมีนักวิชาการบางท่านที่ศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ของเด็กระดับมัธยมศึกษา ถึงแม้ว่าพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ในระดับมัธยม จะได้รับความสนใจน้อย แต่ ทาที่ศึกษาพบว่าจินตนาการของเด็กลดลงในระหว่างที่เด็กเรียนอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 1 จนถึงมัธยมศึกษาปีที่ 2 และจะพัฒนาคงที่จนจบมัธยมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้ ยามาโมโต (อาริ พันธมณี. 2546: 63; อ้างอิงจาก Yamamoto. 1964) ได้ทำการศึกษาโดยใช้แบบทดสอบของมหาวิทยาลัยมินนิโซตา พบว่า ความคิดสร้างสรรค์จะลดลงระหว่างชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อจากนั้นก็ค่อยๆ เพิ่มขึ้น และจะค่อยๆ ลดต่ำลงเล็กน้อยในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 6 และ The Union College Character Research ได้ศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ของเด็กระหว่างอายุ 12-18 ปี พบว่า

อายุ 12-14 ปี เด็กต้องการเรียนรู้และโอกาสที่จะเลือกและทดลองทำอาชีพที่สนใจเพื่อเป็นการเตรียมตัวล่วงหน้า แม้ว่าในอนาคตเขาจะเปลี่ยนอาชีพใหม่ ระยะเวลาที่เด็กควรได้รับประสบการณ์ในการตัดสินใจในเรื่องต่างๆ และดำเนินกรในเรื่องที่ได้ตัดสินใจแล้วให้ตลอด เด็กควรได้รับการฝึกให้วางแผนงานทำต้นต้นของคนอื่น และรู้จักยอมรับและยกย่องเพื่อนๆ และแสดงออกอย่างสร้างสรรค์

อายุ 14-16 ปี ช่วงนี้การจินตนาการส่วนมากจะเกี่ยวกับอาชีพที่เด็กมุ่งหวังในอนาคต ทั้งเด็กหญิงและเด็กชายยังคงชอบการผจญภัย ความสนใจ ทักษะคิดของเด็กพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วแม้ไม่คงที่นัก เด็กจะยังไม่เรียนรู้ว่าตนจะนำหลักการต่างๆ ไปประยุกต์อย่างสร้างสรรค์ได้อย่างไร แต่จะเรียนรู้ว่าสิ่งใดถูกสิ่งใดผิด เด็กมักกังวลในเรื่องการยอมรับของกลุ่มเพื่อน และมักจะกลัวเกี่ยวกับการสำรวจทดลองความสามารถ

อายุ 16-18 ปี ช่วงอายุนี้ต้องการใช้จินตนาการของตนอย่างเต็มที่ เด็กมักจะจินตนาการของตนไว้ในแง่ดี มีความทะเยอทะยาน ความสนใจของเด็กมันคงพอที่จะกำหนดเกี่ยวกับทัศนคติที่สำคัญของเขา และทำให้ช่วงอายุนี้เป็นช่วงอายุที่เหมาะสมสำหรับได้รับ คำแนะนำและทดสอบต่อการเลือกอาชีพ เด็กมีความสามารถที่จะคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นนามธรรม และถ่ายทอดความคิดไปสู่ประสบการณ์เฉพาะได้ เด็กสามารถเรียนรู้การใช้อารมณ์อย่างสร้างสรรค์ สามารถแก้ปัญหา และสามารถทำงานร่วมกับกลุ่มอย่างแข็งขัน

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า พัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ของเด็กในแต่ละช่วงวัย มีความแตกต่างกันไป แต่ก็มีความสำคัญทุกช่วงวัย ด้วยเหตุนี้พ่อแม่ ผู้ปกครอง ครู อาจารย์ และบุคคลที่เกี่ยวข้องกับเด็กควรให้ความสนใจ เข้าใจ ศึกษาลักษณะ ธรรมชาติของเด็กแต่ละช่วงวัย เพื่อเป็นการส่งเสริมพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ ให้กับเด็กแต่ละช่วงวัยให้เหมาะสม อย่างเต็มที่และต่อเนื่อง เป็นรากฐานที่สำคัญในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในวัยผู้ใหญ่ต่อไป

4.6 การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์จัดเป็นคุณสมบัติที่มีคุณภาพมากกว่าความสามารถด้านอื่นๆ ของมนุษย์ บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์จะสามารถสร้างสรรค์ตนเองและสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในลักษณะที่เหมาะสม ฟังพอใจ และมีชีวิตที่เป็นสุขได้ จากแรงบันดาลใจ จินตนาการที่ควบคู่กับความอุตสาหะบากบั่นอย่างเต็มกำลังความสามารถก็จะช่วยให้เขาประสบความสำเร็จตามเป้าหมายได้

การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์จึงช่วยให้บุคคลใช้ความสามารถของตนในการพัฒนาให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่ที่เป็นประการสำคัญและส่งเสริมความมีภาวะสุขภาพจิตที่ดีเป็นเบื้องต้น โดยเฉพาะเด็กย่อมต้องการพื้นฐานทางสุขภาพจิตที่ดีเพื่อเป็นฐานในการพัฒนาด้านที่ดีต่อไป ทั้งต่อตนเองและต่อส่วนรวมได้ ดวงเดือน อ่อนน้อม (2532: 70 -73) ได้เสนอแนะคำถามที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในด้านต่างๆ ดังนี้

1. ส่งเสริมความคิดริเริ่ม การให้เด็กคิดหรือทำในสิ่งที่ไม่เคยคิดทำมาก่อน เช่น คิดตั้งชื่อสัตว์ที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อน พร้อมทั้งเล่าถึงรูปร่างลักษณะ ของสัตว์นั้น เช่น เด็กบางคนอาจตั้งชื่อสัตว์ที่เกิดจากไก่กับหมูว่า “ไก่หมู” “กุ” ซึ่งเป็นสัตว์ที่มีรูปร่างเหมือนหมู แต่มีปีกบินได้เหมือนไก่ หรือให้เด็กคิดจากสิ่งที่ใช้ในชีวิตประจำวันนอกจากจะเคยใช้อย่างที่เคยใช้อยู่แล้ว เอาไปใช้ทำอะไรได้อีก เช่น เสื้อ นอกจากใช้ใส่แล้วใช้ทำอะไรได้อีก นอกจากนั้นยังใช้การตั้งคำถามที่ต้องตอบโดยใช้จินตนาการไม่ใช่ตอบตามความเป็นจริงตัวอย่างคำถาม เช่น “ถ้าหนูเหาะได้ หนูจะทำอย่างไร”

2. ส่งเสริมความคิดคล่องแคล่ว เป็นการส่งเสริมให้เด็กคิดปริมาณมาก เช่น ให้บอกชื่อเพื่อนให้ได้มากที่สุด ให้บอกชื่อดอกไม้ให้ได้มากที่สุด ให้บอกชื่อสัตว์ได้มากที่สุด ให้บอกชื่อผลไม้ให้ได้มากที่สุด ให้บอกวิธีใช้กระดาษให้ได้มากที่สุด ให้บอกวิธีใช้ผ้าเช็ดหน้าให้ได้มากที่สุด

3. ส่งเสริมการคิดยืดหยุ่น เป็นการฝึกให้คิดให้ได้หลาย ๆ ประเภท เช่น เล่นเกม ดังต่อไปนี้ แบ่งเด็กเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มของเล่นและกลุ่มของใช้ ครูเป็นคนบอกชื่อสิ่งของให้แต่ละกลุ่มบอกว่าสิ่งที่กำหนดให้ใช้นั้นใช้ให้ตรงตามลักษณะของกลุ่มของคนได้อย่างไร ในการเล่นเกมควรหมุนเวียนกลุ่มเพื่อให้เด็กได้ใช้ความคิดหลากหลายขึ้น ดังตัวอย่าง

สิ่งที่กำหนดให้ ของเล่น ของใช้

แก้วน้ำ ตักน้ำเล่น แจกัน

ก้อนอิฐ โยนเล่น ทับแจกัน

ผ้าเช็ดหน้า ปิดตาเล่นโพงพาง พันคอให้อู่น

4. ส่งเสริมความคิดละเอียดลออ เป็นการฝึกให้เด็กคิดอย่างมีขั้นตอนและคิดในรายละเอียด เช่น ให้เด็กเล่าเรื่องต่าง ๆ ดังตัวอย่างคือ เล่ากิจวัตรประจำวันตั้งแต่ ตื่นนอนถึงเข้านอนว่าทำอะไรบ้าง การเดินทางไปเที่ยวทำอะไรบ้าง หรือพบเห็นอะไรบ้าง หรืออาจทำให้เด็กริเริ่มถึงของสิ่งหนึ่งแล้วบรรยายรูปร่างลักษณะของบางสิ่งนั้น แล้วให้เพื่อนทายว่าของสิ่งนั้นคืออะไร

ส่วนทางด้าน โชติ เพชรชื่น (ณัฐธัญ พัฒนาศรี. 2549: 43-44; อ้างอิงจาก โชติ เพชรชื่น. 2536) ได้กล่าวถึง คำถามในการสอนอย่างสร้างสรรค์ ครูควรถามในลักษณะที่มีคำตอบได้หลายอย่าง ดังตัวอย่างคำถามต่อไปนี้

1. การส่งเสริมความคล่องแคล่วในการคิด เป็นการเสริมให้เกิดระดับความคิดตามที่ถามในแง่ของปริมาณคำตอบ ใครคิดได้มาก แสดงว่ามีความคล่องแคล่วมากในการคิด

ตัวอย่าง : มีวิธีการใดบ้างที่นักเรียนจะทำให้หลอดหนามนี้มอดแล้วเกิดความรู้สึกขึ้นมา

2. การส่งเสริมความคิดยืดหยุ่น เป็นการส่งเสริมความคิดที่บ่งบอกลักษณะความแตกต่างของคำตอบ หรือคำตอบ แต่ละคำไม่ได้มาจากแนวคิดในทิศทางเดียวกัน

ตัวอย่าง : จงบอกประโยชน์ของไม้แขวนเสื้อในลักษณะที่แตกต่างกันมากที่สุด

3. การส่งเสริมความคิดริเริ่ม ความคิดริเริ่มเป็นเอกลักษณ์ โดยทั่ว ๆ ไป เป็นสิ่งที่แปลกไม่มีของใครเหมือน

ตัวอย่าง : จงบอกวิธีการใช้ไม้แขวนเสื้อให้มากที่สุด โดยพยายามคิดให้ดีกว่าวิธีการเหล่านี้เป็นสิ่งที่แปลกไม่ซ้ำกับของคนอื่น

4. การส่งเสริมความละเอียด เป็นความคิดที่แสดงออกให้เห็นถึงรายละเอียดปลีกย่อยต่าง ๆ ดังนั้นคำตอบของคำถามที่ว่า “จงบอกประโยชน์ของไม้แขวนเสื้อมาให้มากที่สุด ก็คือ การตัดไม้แขวนเสื้อออกเป็นสามท่อนหรือหกท่อนก็แล้วแต่ต้องการให้มีควมยาวแตกต่างกันผูกเข้าด้วยกัน เพื่อแขวนห้อยเป็นสิ่งที่ตกแต่งบ้านแล้วผูกหลอดเล็กรวมเข้าไปด้วย”

สอดคล้องกับ ณัฐธัญ พัฒนาศรี (2549: 44) ที่ได้สรุปว่า การจัดกิจกรรมที่จะพัฒนาส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นั้น ต้องเน้นความสำคัญของการจัดกิจกรรม โดยมีครูเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญที่จะยั่วยุและกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนการคำนึงถึงบรรยากาศที่ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าคิดกล้าแสดงออก การเอาใจใส่ต่อความคิดเห็นของนักเรียน ให้อิสระ ให้ความรักความอบอุ่น กำลังใจและความปลอดภัยจะทำให้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ อรินทร์วุด เกษตรชนม์ (2551: 54) ได้กล่าวไว้ว่าการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สามารถทำได้อย่างหลากหลายตามวิธีที่ได้กล่าวมา ซึ่งจะเห็นได้ว่า ไม่ว่าหลักการหรือวิธีใด บุคคลสำคัญที่พึงระลึกถึงหน้าที่สำคัญนี้คือ ครอบครัว โรงเรียน และสังคม โดยเฉพาะโรงเรียน ซึ่งเป็นสถานการศึกษาที่สามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้โดยตรง ผ่านการจัดการเรียนรู้ของครู ซึ่งก็ต้องเป็นครูที่เข้าใจในความคิดสร้างสรรค์อย่างชัดเจนก่อนเป็นลำดับแรก ต่อจากนั้น ครูต้องนำความรู้เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้จริงในวิธี ที่เหมาะสมตามบริบทของหลักสูตรและเนื้อหาวิชา รวมไปถึงการสร้างบรรยากาศให้เอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ สิ่งเหล่านี้ ถ้ามีความตั้งใจจริง กระบวนการส่งเสริมต่างๆ ก็จะมีคุณค่าและก่อให้เกิดพัฒนาในด้านต่างๆ ตามมาอีกมากมาย

เชื่อมโยงกับที่ ทอเรนซ์ (อาร์ พันธ์มณี . 2546: 62; อ้างอิงจาก Torrance. 1962) ได้เสนอหลักการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. การส่งเสริมให้เด็กถามและให้ความสนใจต่อคำถามที่แปลกๆ ของเด็กๆ และเขายังเน้นว่าพ่อแม่หรือครูไม่ควรมุ่งที่คำตอบที่ถูกเพียงอย่างเดียว เพราะในการแก้ปัญหาแม้เด็กจะใช้วิธีใดหรือเสี่ยงบ้างก็ควรยอมรับ แต่ควรกระตุ้นให้เด็กได้วิเคราะห์ ค้นหา เพื่อพิสูจน์การเดาโดยใช้การสังเกตและประสบการณ์ของเด็กเอง

2. ตั้งใจฟังและเอาใจใส่ต่อความคิดแปลก ๆ ของเด็กด้วยการตอบคำถามอย่างมีชีวิตชีวา หรือชี้แนะให้เด็กหาคำตอบจากแหล่งต่างๆ ด้วยตนเอง

3. กระตุ้นหรือรับต่อคำถามที่แปลก ๆ ของเด็กด้วยการตอบคำถามอย่างมีชีวิตชีวา หรือชี้แนะให้เด็กหาคำตอบจากแหล่งต่างๆ ด้วยตนเอง

4. แสดงให้เด็กเห็นว่าความคิดของเด็กนั้นมีคุณค่าและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

5. กระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ควรให้ออกาสและเตรียมการให้เด็กเรียนรู้ด้วยตนเอง และยกย่องเด็กที่มีการเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูอาจจะเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้ชี้แนะลดการอธิบายและการบรรยายลงบ้าง แต่เพิ่มการให้นักเรียนมีส่วนร่วมริเริ่มกิจกรรมด้วยตนเองมากขึ้น

6. เปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้ ค้นคว้าอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ โดยไม่ต้องใช้วิธีชี้ด้วยคะแนนหรือการสอบ การตรวจสอบ เป็นต้น

7. พึงระลึกว่าการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในเด็กจะต้องใช้เวลาพัฒนาค่อยเป็นค่อยไป

8. ส่งเสริมให้เด็กได้ใช้จินตนาการของตนเอง และยกย่องชมเชยเมื่อเด็กมีจินตนาการที่แปลกและมีคุณค่า

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ของเด็กควรได้รับการพัฒนาไปเรื่อย ๆ และถือเป็นเป้าหมายหลักที่พ่อแม่ ครู และผู้ที่ใกล้ชิดเด็กพึงตระหนักถึงความสำคัญ ให้ความสนใจอย่างจริงจังและให้การสนับสนุนเป็นพิเศษ เพื่อให้เด็กมีโอกาสพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของตนเองอย่างเต็มที่ จะได้เจริญเติบโตเป็นเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์ และเป็นผู้ใหญ่ที่มีความคิดสร้างสรรค์ อันเป็นสิ่งที่ประเทศชาติต้องการยิ่ง

4.7 บทบาทของครูในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

มีนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้ อาร์ พันธ์มณี (2546: 113) กล่าวว่า การสอนความคิดสร้างสรรค์นั้น เน้นความสำคัญของการจัดกิจกรรมที่ทำทลายและกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนคำนึงถึงบรรยากาศที่ส่งเสริมให้นักกล้าคิด กล้าแสดงออก และครูเป็นบุคคลที่สำคัญที่จะทำให้กิจกรรมการเรียนรู้ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ครูควรปรับปรุงวิธีการสอนและยืดหยุ่นเนื้อหาวิชาในลักษณะดังต่อไปนี้

1. ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง พยายามอย่าบังคับให้เด็กทำตามคำสั่งของครูอยู่ตลอดเวลา
 2. ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต ช่างซักถาม และตอบคำถาม หรือพยายามค้นหาคำตอบด้วยความกระตือรือร้น
 3. สนใจและตั้งใจฟังคำถามแปลก ๆ ใหม่ๆ ของนักเรียน และยอมรับความคิดแปลก ๆ ของนักเรียน
 4. แสดงให้เห็นความคิดของนักเรียนมีคุณค่าและประโยชน์โดยการให้กำลังใจ ชมเชย ยกย่อง และนำผลงานมาใช้ให้เกิดประโยชน์
 5. ส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดริเริ่ม นอกจากจะยอมรับความแปลกๆ ของนักเรียนแล้ว ก็ไม่ควรตำหนิ หรือวิจารณ์ความคิดของนักเรียน
 6. ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง สำรวจ ค้นคว้า ทดลอง ด้วยความสนใจของตนเอง มิใช่เพื่อหวังคะแนนที่จะได้รับ
 7. กระตุ้นให้นักเรียน มีบุคลิกภาพสร้างสรรค์ ด้วยการส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็นและการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง
 8. ส่งเสริมให้นักเรียนประสบความสำเร็จ ให้กำลังใจ ยกย่องและชมเชย
 9. ขจัดความกลัว และความก้าวร้าวของนักเรียน สร้างความเชื่อมั่นและความมั่นคงปลอดภัยแก่นักเรียน
- รวมถึงวิธีการสอนของครูที่ควรคำนึงถึงเรื่องต่อไปนี้
1. การแสดงออกด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน สามารถแสดงออกทางกิจกรรมต่างๆ ได้
 2. การสร้างบรรยากาศความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน จะได้รับการส่งเสริมให้มีขึ้นได้ โดยการสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้นักเรียนรู้สึกเป็นอิสระไม่ถูกควบคุมจากระเบียบวินัยที่เคร่งครัดเกินไปและควรส่งเสริมให้นักเรียนแต่ละคนรู้จักแก้ปัญหาด้วยตนเอง
 3. การสอนความคิดสร้างสรรค์ จะต้องสอนต่อเนื่องกันไปเป็นส่วนสำคัญในทางตรง ได้แก่ การจัดกิจกรรมต่าง ในทางอ้อม ได้แก่ ปรับปรุงสภาพแวดล้อมต่างตลอดจนความเข้าใจเรื่องพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ระดับความสามารถในการแสดงออก
 4. สนับสนุนและกระตุ้นการแสดงความคิดหลายๆ ด้าน ตลอดจนแสดงออกมาทางอารมณ์
 5. เน้นสถานการณ์ที่ส่งเสริมความสามารถนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ เช่นส่งเสริมความคิดริเริ่มเป็นต้น ตลอดจนไม่จำกัดการแสดงออกของนักเรียนให้เป็นไปในรูปแบบเดียวกันตลอด

6. อย่าพยายามหล่อหลอมหรือกำหนดแบบให้นักเรียนคิดและมีบุคลิกภาพเหมือนกันทุกคน ควรสนับสนุนและส่งเสริมการผลิตสิ่งแปลกๆ ใหม่ๆ ตลอดจนความคิดละวิธีการแปลกๆ ใหม่ๆ ด้วย

7. อย่าเข้มงวดกวดขันหรือยึดมั่นอยู่กับจารีตประเพณี ซึ่งยอมรับการกระทำหรือผลงานอยู่เพียงสองสามอย่างเท่านั้น สิ่งใดนอกเหนือไปจากระเบียบเป็นสิ่งที่ผิดกฎ

8. อย่าสนับสนุนหรือให้รางวัลเฉพาะผลงานหรือการกระทำที่ได้มีผู้ทดลองทำและเป็นที่ยอมรับกันแล้ว ผลงานแปลกๆ ใหม่ๆ ก็น่าจะมีโอกาสได้รับรางวัลหรือคำชมเชยด้วย

9. ครูจำเป็นต้องพัฒนาตนเอง ให้เป็นผู้มีบุคลิกภาพในทางสร้างสรรค์ก่อน มิเช่นนั้นแม้ว่าครูจะมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องความคิดสร้างสรรค์และทฤษฎีเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์เพียงใดก็ตาม อาจจะกระทำให้กระบวนการเรียนการสอนประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายของการสอนและไม้อาจสอนให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ได้

นอกจากนี้ มิลเลอร์ (อาร์ พันธ์มณี. 2546: 66; อ้างอิงจาก Miller. 1969) กล่าวว่า ครูจะต้องเป็นผู้ค้นหาความสามารถทางด้านความคิดสร้างสรรค์ภายในตัวนักเรียนจากพฤติกรรมต่างๆ ที่เด็กพูด กระทำ และแสดงออก ด้วยการสังเกตอย่างใกล้ชิดเวลานักเรียนทำกิจกรรมหรือทำงาน ครูที่ต้องการจะสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์นั้นต้องสร้างความมั่นใจให้เกิดขึ้นกับนักเรียนเพื่อให้เข้ากล้าแสดงความสามารถของเขาออกมา และครูไม่ควรเปรียบเทียบงานของนักเรียนกับเพื่อนคนอื่น ๆ หรือพิจารณางานของนักเรียนโดยนำมาตราฐานของผู้ใหญ่มาเป็นเครื่องวัด ส่วน วิลเลียมส์อาร์ พันธ์มณี. 2546: 67; อ้างอิงจาก William. 1971) กล่าวว่า การสอนเพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ เน้นการสอนให้นักเรียนรู้จักคิดการแสดงความรู้สึก และการแสดงออกในวิถีทางของความคิดสร้างสรรค์ ทำให้ เดวิส (อาร์ พันธ์มณี. 2546: 67; อ้างอิงจาก Davis. 1972) ได้เสนอแนวการสอนความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. สอนให้เกิดจินตนาการหรือใช้เทคนิคการสอนแบบสร้างสรรค์ เป็นการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ที่มุ่งกระตุ้นให้เกิดนิสัยและเจตคติในทาง สร้างสรรค์ ด้วยการส่งเสริมความคิดจินตนาการแก่เด็ก ส่งเสริมให้นักเรียนคิดแปลกใหม่และคิดในสิ่งที่ยังไม่เกิดขึ้น และดูประหนึ่งจะเป็นไปไม่ได้หรือเป็นไปได้อีก

2. สอนให้นักเรียนเรียนรู้การสร้างสรรค์โดยการกระทำ แนวคิดในการสอนข้อนี้สนับสนุนความคิดของดิวอี้ที่กล่าวว่า “Learning by Doing” หรือการเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติจริง

3. สอนให้นักเรียนเรียนรู้วิธีการระดมสมอง (Brainstorming) การระดมพลังสมองหรือการระดมความคิดเป็นเทคนิควิธีหนึ่งในการแก้ปัญหา ซึ่ง อเล็ก ออสบอร์น เป็นผู้ริเริ่มวิธีการระดมสมอง โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมให้บุคคลมีความคิดที่หลากหลายทิศทาง คิดได้มากในช่วงเวลาที่จำกัด

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ครูควรเน้นการสอนให้นักเรียนรู้จักคิดการแสดงความรู้สึก และการแสดงออกในวิถีทางของความคิดสร้างสรรค์ เน้นสถานการณ์ที่ส่งเสริมความสามารถนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ สอนให้เกิดจินตนาการ และที่สำคัญคือการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้เกิดประสบการณ์ในการสร้างความคิดสร้างสรรค์และองค์ความรู้ของตนเอง

4.8 กลวิธีการสอนความคิดสร้างสรรค์

กลวิธีการสอนตามแนวคิดของ วิลเลียมส์(Williams) นักจิตวิทยาและนักการศึกษา ชาวอเมริกัน ได้ศึกษาเรื่องการสอนความคิดสร้างสรรค์ ได้เสนอรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ หรือที่เรียกว่า Williams Cube CAI Model อันเป็นรูปแบบที่ส่งเสริมพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทั้งทางด้านความรู้ ความคิด ความรู้สึก หรือเจตคติในห้องเรียน หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นรูปแบบการสอนให้นักเรียนรู้จักคิดการแสดงความรู้สึก และการแสดงออกในวิถีทางของความคิดสร้างสรรค์ (A Model for Implementing Cognitive-Affective Behavior) รูปแบบการสอนนี้แบ่งออกเป็น 3 มิติ ดังนี้

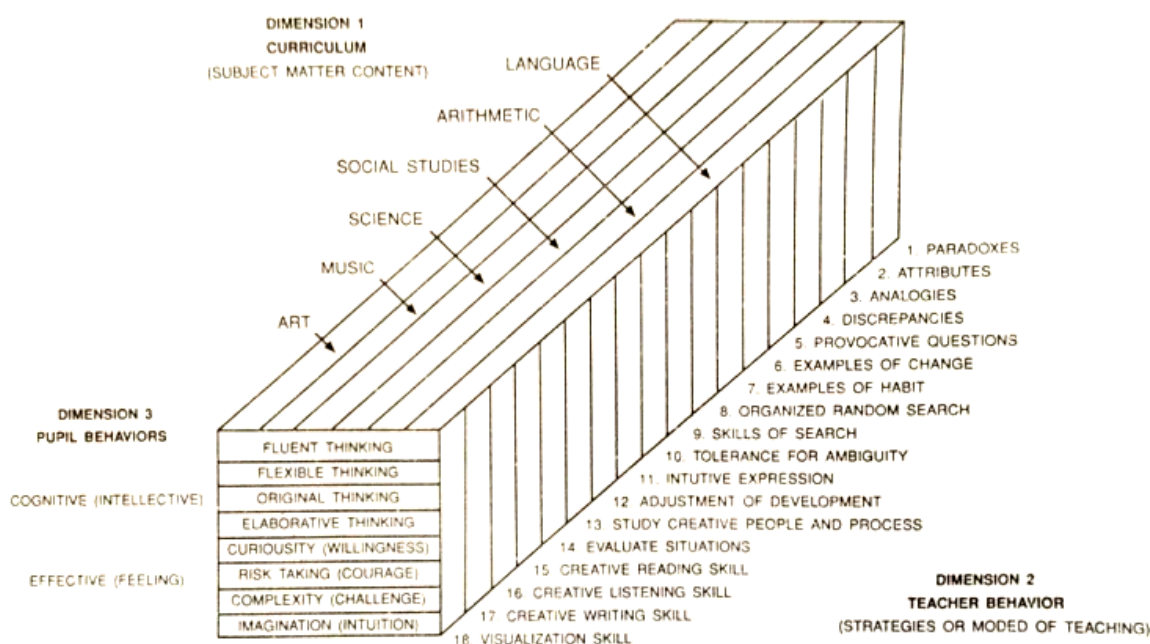
มิติที่ 1 ด้านเนื้อหา (Content) หมายถึง ในการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นั้น ยังคงยึดหลักสูตรเป็นแกน และจัดการสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

มิติที่ 2 ด้านพฤติกรรมการสอนของครู (Teacher Behavior) หมายถึง ในการสอนของครู เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนนั้น วิลเลียมส์เน้นเทคนิควิธีสอน และเสนอกิจกรรมอันเป็นหัวใจสำคัญในการเสริมสร้างพฤติกรรมสร้างสรรค์ เขากล่าวว่า ครูสามารถสอนเนื้อหาวิชาที่กำหนดในหลักสูตร และใช้เทคนิควิธีการสอน การจัดกิจกรรมที่มุ่งส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

มิติที่ 3 ด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน (Pupil Behavior) หมายถึง การสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนนั้น วิลเลียมส์ให้ความสำคัญทั้งทางด้านสติปัญญาและด้านจิตใจหรือความรู้สึกของนักเรียนซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด โดยเขาแบ่งพฤติกรรมออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

ลักษณะที่ 1 ด้านความรู้ความเข้าใจ หรือสติปัญญา (Cognitive Behavior) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางด้านกลไกและการทำงานของสมอง แบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือความคิดคล่องตัว (Fluent Thinking) , ความคิดยืดหยุ่น (Flexible Thinking) , ความคิดริเริ่ม (Original Thinking) และความคิดละเอียดลออ (Elaborative Thinking)

ลักษณะที่ 2 ด้านความรู้สึก หรือด้านจิตใจ (Affective Behavior) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางด้านความรู้สึก เจตคติค่านิยม เป็นต้น ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity), ความพร้อมที่จะเสี่ยง (Risk - Taking), ความพอใจที่จะทำสิ่งที่สลับซับซ้อน (Complexity) และความคิดจินตนาการ (Imagination)



ภาพประกอบ 4 แสดงโครงสร้างของรูปแบบการสอนความคิดสร้างสรรค์ตามแนวของแฟรงค์ วิลเลียมส์

ที่มา: จากหนังสือ Classroom Ideas for Encouraging Thinking and Feeling. (1970).

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า กลวิธีการสอนความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ วิลเลียมส์ (Williams) เป็นรูปแบบที่ส่งเสริมพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทั้งทางด้านความรู้ ความคิด ความรู้สึก หรือเจตคติ ที่ ส่งเสริมให้เด็กรู้จักคิดการแสดงความรู้สึก และการแสดงออกในวิถีทางของความคิดสร้างสรรค์ โดยแบ่งออกเป็น 3 มิติที่เชื่อมโยงกัน นั่นคือ ด้านเนื้อหา (Content) ด้านพฤติกรรมการสอนของครู (Teacher Behavior) และด้านพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน (Pupil Behavior)

4.9 กิจกรรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

สำหรับกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้กับผู้เรียนมีแนวคิดหลากหลายวิธีตามที่ ทอแรนซ์ (อาร์ พันธ์มณี. 2546: 73; อ้างอิงจาก Torrance. 1970) ได้เสนอกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้ 3 ลักษณะ ดังนี้

ลักษณะที่ 1 ความไม่สมบูรณ์ การเปิดกว้าง (Incompleteness, Openness)

ลักษณะพื้นฐานแรกที่สุดในกิจกรรมกระบวนการเรียนรู้โดยวิธีสร้างสรรค์และแก้ปัญหา คือ ความไม่สมบูรณ์ หรือการเปิดกว้าง คนที่มีความคิดสร้างสรรค์เป็นจำนวนมากได้เสนอแนะว่า ความไม่สมบูรณ์จะทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์

นักเรียนอาจประสบความสำเร็จไม่สมบูรณ์จากภายนอกโรงเรียนและสิ่งนี้เองได้กระตุ้นให้เขาอยากเรียนอยากรู้ หรือเขาอาจประสบความสำเร็จไม่สมบูรณ์จากภายในห้องเรียน ความไม่สมบูรณ์อาจจะพบได้ในรูปภาพ เรื่องราว วัสดุ การสอน ตัวครูหรือคำถามของนักเรียนเอง การจัดสภาพห้องเรียนหรือสนามเด็กเล่น หรือแม้แต่ลำดับขั้นกิจกรรมการเรียนการสอน ทอแรนซ์ ได้กระตุ้นให้เด็กรู้จักหาข้อมูลทั้งหมดที่ไม่สมบูรณ์ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น เอารูปภาพมาให้ดูหรืออ่านให้ฟัง แล้วให้เด็กคิดถึงสิ่งที่ต้องการรู้จากภาพหรือเรื่องนั้นๆ ซึ่งในภาพไม่ปรากฏหรือบอกไว้ในภาพ

มีกลวิธีการสอนหลายวิธีที่จะก่อให้เกิดการคิดสร้างสรรค์ โดยอาศัยความไม่สมบูรณ์ไปกระตุ้นกระบวนการเรียนรู้ให้อยากรู้เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยปกติกลวิธีการสอนนี้จะใช้ได้ผลในตอนก่อนเริ่มบทเรียน การให้การบ้านและการทำกิจกรรมการเรียนอื่นๆ

ลักษณะที่ 2 การสร้างหรือผลิตบางสิ่งบางอย่างขึ้นมา และการใช้ให้เป็นประโยชน์ (Producing Something and Using It)

วิธีหนึ่งที่ทอแรนซ์ชอบและเสนอแนะให้ทำในกระบวนการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์และการแก้ปัญหา คือ การให้ผู้เรียนสร้างหรือผลิตงานบางอย่างขึ้นนั้นให้เป็นประโยชน์ ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีหลักที่มายเยอร์และทอแรนซ์ (อาร์ พินธัมมณี. 2546: 94; อ้างอิงจาก Myers; & Torrance. 1964) นำมาใช้กับนักเรียนระดับประถมและมัธยมต้น ซึ่งมีอยู่ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นักเรียนจะได้รับอนุญาตให้ทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียนเพื่อสร้างความคิดขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 นักเรียนแต่ละคนคิดให้ลึกซึ้งลงไปด้วยตัวของเขาเองเกี่ยวกับสิ่งนั้น

ขั้นตอนที่ 3 นักเรียนจะได้รับการกระตุ้นให้ทำบางสิ่งบางอย่างจากสิ่งที่เขาได้คิดสร้างขึ้นในขั้นที่ 2

ลักษณะที่ 3 การใช้คำถามของนักเรียน (Using Pupil Question)

ความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน ทำให้เขาถามคำถามต่างๆ มากมายกว่านักเรียนจะมีอายุครบเกณฑ์เข้าโรงเรียน นักเรียนจะเรียนรู้ทักษะในการค้นหาคำตอบโดยการถามอยู่แล้ว แต่เมื่อมาถึงโรงเรียน ครูมักจะถามคำถามเสียเป็นส่วนใหญ่ นักเรียนมีโอกาสนถามน้อย ดังนั้น ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ถามคำถามและครูควรจะต้องยอมรับว่าไม่มีอะไรที่จะเป็นรางวัลแก่นักเรียนมากไปกว่าการที่เขาได้ค้นพบคำตอบที่เขาถาม แต่มิได้หมายความว่าครูจะต้องตอบคำถามในทันทีทันใดทุกครั้ง แต่ครูควรจะหาวิธีที่ยืดหยุ่นหรือใช้คำถามกลับเพื่อให้นักเรียนหา คำตอบเองจากแหล่งที่นักเรียนสามารถค้นหาคำตอบด้วยตัวของเขาเอง เป็นอีกวิธีหนึ่งที่นักเรียนจะพอใจและเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า กิจกรรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สามารถทำได้หลากหลายวิธี แต่ควรเน้นให้นักเรียนแก้ปัญหาและลงมือกระทำหรือแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนนำความคิดสร้างสรรค์มาใช้ในการแก้ปัญหานั้นเอง

4.10 การวัดความคิดสร้างสรรค์

มีนักวิชาการหลายท่านได้ศึกษาการวัดความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้ อาร์ พันธ์มณี (2546: 207) การวัดความคิดสร้างสรรค์ ไม่เพียงแต่จะทำให้ทราบระดับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน และเป็นข้อมูลให้สามารถจัดโปรแกรมการเรียนการสอนและกิจกรรมให้สอดคล้องเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนให้สูงขึ้นเท่านั้น แต่ยังสามารถสกัดกั้นอุปสรรคต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ด้วย นับว่าผลของการวัดความคิดสร้างสรรค์จะทำให้การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ผลสมบูรณ์ขึ้น โดยมีวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. การสังเกต หมายถึง การสังเกตพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกเชิงสร้างสรรค์
2. การวาดภาพ หมายถึง การให้นักเรียนวาดภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนด เป็นการถ่ายทอดความคิดเชิงสร้างสรรค์ออกมาเป็นรูปธรรม และสามารถสื่อความหมายได้ สิ่งเร้าที่กำหนดให้เด็กอาจเป็นวงกลม สีเหลี่ยม แล้วให้เด็กวาดภาพต่อเติมให้เป็นภาพ ลักษณะดังกล่าวได้มีการทดลองใช้และศึกษากันมาเป็นเวลานานแล้ว
3. รอยหยดหมึก หมายถึง การให้นักเรียนดูภาพรอยหยดหมึกแล้วคิดตอบจากภาพที่เด็กเห็น มักใช้กับนักเรียนวัยประถมศึกษา เพราะนักเรียนจะสามารถอธิบายได้ดี
4. การเขียนเรียงความและงานศิลปะ หมายถึง การให้นักเรียนเขียนเรียงความจากหัวข้อที่กำหนด และการประเมินจากงานศิลปะของนักเรียน
5. แบบทดสอบ หมายถึง การให้นักเรียนทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มาตรฐาน ซึ่งเป็นผลมาจากการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มีทั้งใช้ภาษาเป็นสื่อและที่ใช้ภาพเป็นสื่อ เพื่อเร้าให้นักเรียนแสดงออกเชิงความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบมีการกำหนดเวลาด้วย เช่น แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ กิลฟอร์ด แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ เป็นต้น

ทางด้าน ศิริพงษ์ เพียศิริ (2550: 73-74) กล่าวถึงวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ไว้ สรุปได้ดังนี้

1. การสังเกต เป็นการสังเกตพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกเชิงสร้างสรรค์ จากการเล่นหรือทำกิจกรรม โดยการสังเกตพฤติกรรมเลียนแบบ การทดลอง การปรับปรุงและตกแต่งสิ่งของต่าง ๆ การแสดงละคร การบรรยาย อธิบาย การเล่านิทาน การแต่งเรื่อง การเล่นและคิดเกมใหม่ๆ การแสดงความรู้ขึ้นต่อความสวยงาม การใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์โดยปราศจากสิ่งเร้า การทำกิจกรรมได้มากกว่าที่ได้รับมอบหมาย ด้วยวิธีการแปลกใหม่ และแสดงลักษณะกล้าเสี่ยง กล้าทดลอง เป็นต้น
2. การวาดภาพ เป็นการให้นักเรียนวาดภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนดให้ ถ่ายทอดออกมาเป็นรูปธรรมสื่อความหมายได้

3. การสอบถาม เป็นการสอบถามความรู้สึกนึกคิด จินตนาการของนักเรียน โดยให้อิสระในการคิดไม่จำกัดคำตอบ

4. การเขียน เป็นการให้นักเรียนเขียนเรียงความจากหัวข้อที่กำหนด หรือการประเมินผลงานของตนเองหรือเพื่อน โดยบรรยายความรู้สึกจินตนาการที่สนใจออกมาเป็นคำพูด ตัวหนังสือ เพื่อที่จะทราบความคิดจินตนาการ อารมณ์ขัน

5. การทดสอบ เป็นการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มาตรฐาน ซึ่งแบบทดสอบมาตรฐานวัดความคิดสร้างสรรค์ มีทั้งใช้ภาพและภาษาเป็นสื่อ เพื่อเร้าให้นักเรียนแสดงออกเชิงความคิดสร้างสรรค์ โดยมีการกำหนดเวลาด้วย ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในการวัดความคิดสร้างสรรค์ตั้งแต่วัยเด็กจนถึงวัยผู้ใหญ่ เช่น แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของคริสเตนเสน และกิลฟอร์ด แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์เรนซ์ เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมี อรินทร์วุธ เกษตรชนม์ (2551: 57) ได้สรุปว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์ในวิธีการต่าง ๆ ดังที่กล่าวมา ไม่เพียงแต่ทำให้ทราบระดับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนทั้งนั้น แต่ยังเป็นข้อมูลให้ผู้สอนสามารถจัดโปรแกรมการเรียนการสอนและกิจกรรมให้สอดคล้องกับนักเรียน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนให้สูงขึ้น จึงนับได้ว่าการวัดความคิดสร้างสรรค์จะทำให้กระบวนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้ผลสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์ สามารถวัดได้หลากหลายวิธีตามบริบทที่แตกต่างกันไป และอาจใช้วิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ที่มากกว่า 1 วิธีกับนักเรียน เช่น การสังเกต การวาดภาพ การทำแบบทดสอบ การสอบถาม การเขียน เป็นต้น เพื่อทำให้ทราบระดับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน และนำไปเป็นแนวทางในการจัดการเรียนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนต่อไป

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน (2550: 89) การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกโครงงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วรวิทย์ อะสุรินทร์ (2550: 117-119) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้พหุปัญญากับการเรียนสืบเสาะแบบ สสวท . ที่มีต่อแนวคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา: การย่อยอาหาร การหมุนเวียนของเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย และทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลการเรียนต่างกัน พบว่า นักเรียนโดยส่วนร่วมที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้พหุปัญญา มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่า แต่มีความเข้าใจเพียงบางส่วนในมโนคติชีววิทยา : การย่อยอาหาร การหมุนเวียนของเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย น้อยกว่านักเรียนโดยส่วนร่วมที่เรียนแบบสืบเสาะแบบ สสวท . นักเรียนเก่งและนักเรียนอ่อน ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้พหุปัญญา มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ในมโนคติชีววิทยาทั้ง 3 มโนคติมากกว่านักเรียนเก่งและนักเรียนอ่อน ที่เรียนแบบสืบเสาะแบบ สสวท . อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนโดยส่วนรวม นักเรียนเก่งและนักเรียนอ่อน ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้พหุปัญญา มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานโดยรวม และเป็นรายด้าน 8 ด้าน เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

มัธยา แสนสม. (2552: 53) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมพัฒนากระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมพัฒนากระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธัญชนก โหม่งกุดหลด (2554: 98) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อัญชลี สุเทวี (2554: 84) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบซิปปา โมเดล กับ การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น พบว่าผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธานี จันทรวง (2556: 35) ได้สะท้อนความคิดจากประสบการณ์การใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาในห้องเรียน โดยได้นำบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ในส่วนของการอนุรักษ์พลังงานและเรื่องของการเปลี่ยนรูปพลังงานจากพลังงานกล เป็นพลังงานกลและกลายเป็นพลังงานไฟฟ้าพบว่า

- 1). นักเรียนมีความกระตือรือร้น ในการทดสอบเตาที่ตัวเองสร้างขึ้น คอยไปตรวจสอบเตาของตนเอง ตลอดเวลาทุกครั้งที่มีเวลาว่าง ไม่ว่าจะเป็นช่วงระหว่างเปลี่ยนคาบหรือแม้แต่ตอนพักกลางวัน เห็นได้ชัดว่ากิจกรรมดังกล่าว สามารถดึงดูดความสนใจนักเรียนเข้าสู่วิชาวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี
- 2). นักเรียนลองผิดลองถูกด้วยตนเอง กลุ่มที่มีผลการเรียนต่ำ สามารถมีความมั่นใจและประสบความสำเร็จได้ และ 3). นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องตัวแปรต้น ตัวแปรตามเป็นอย่างดี และอยากรู้ผลการทดลอง

ธีรวัฒน์ ประกอบผล (2556: 39) ได้ศึกษาการใช้กล่องสมองกลกับการจัดเรียนการสอน สะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนสามารถนำชุดกล่องสมองกล IPST-MicroBOX (SE) นี้มาใช้ในการเรียนรู้ ทดลอง และพัฒนาโครงงานทางวิทยาศาสตร์ได้หลากหลาย และรองรับแนวคิดการเรียนการสอนแบบ สะเต็มศึกษาได้เป็นอย่างดี

ซอมเมอร์ (จินดารัตน์ แก้วพิกุล . 2554: 31; อ้างอิงจาก Somer. 2001: 30) ได้ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ในการจัดการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมศึกษา เรื่อง พืชชายฝั่งของ รัฐหลุยส์เซียน่า สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษา ตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 155 คน ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่ม ที่เรียน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

เวียฟิง ฮู (Weiping Hu. 2002: 389) ได้ศึกษาการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาสามารถเพิ่มขึ้นได้ตามระดับของอายุในแต่ละช่วงวัยและความสามารถ ด้ ในด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

มูแมว (Moomaw. 2012: 57) ได้ศึกษาการเริ่มต้นนำรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์และ คณิตศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา มาใช้ในโรงเรียน พบว่า นักเรียนควรมีโอกาสเรียนด้วยการศึกษาสะเต็ม ศึกษาตั้งแต่อนุบาล เพื่อนักเรียนจะได้ฝึกคิดฝึกตั้งคำถามในการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ในโลกโดยผ่าน ระบบประสาทสัมผัสทั้งห้าจากการค้นหาทดลองกับสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเด็ก

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. ระยะเวลาในการวิจัย
3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย
4. แบบแผนการทดลอง
5. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

กำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคณะราษฎรบำรุง ปทุมธานี อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 นักเรียนโครงการห้องเรียน พิเศษวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 70 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคณะราษฎร บำรุงปทุมธานี อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 นักเรียนโครงการห้องเรียน พิเศษวิทยาศาสตร์ จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยเลือก

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โดยใช้เวลาในการทดลอง 16 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเอง

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้รายวิทยาศาสตร์ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองโดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ One – Group Pretest Posttest Design ซึ่งมีรูปแบบการวิจัย ดังตาราง 8

ตาราง 8 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	การทดลอง	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

E	แทน	กลุ่มทดลองที่เลือกมาแบบสุ่ม
T ₁	แทน	การทดสอบก่อนการทดลอง
X	แทน	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
T ₂	แทน	การทดสอบหลังการทดลอง

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1.1 ขั้นตอนในการสร้างหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ ใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ในการสร้างหน่วยการเรียนรู้ เป็นหน่วยการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิชาวิทยาศาสตร์ รหัสวิชา ว21101 สาระที่ 5 : พลังงาน และสาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีขั้นตอน ดังนี้

1.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คู่มือการจัดการเรียนรู้อย่างกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.1.2 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สาระการเรียนรู้แกนกลางและตัวชี้วัด สาระที่ 5 :พลังงาน และสาระที่ 8 :ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หน่วยการเรียนรู้ แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1.1.3 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการ และวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างหน่วยการเรียนรู้

1.1.4 จัดทำหน่วยการเรียนรู้ และเอกสารประกอบการเรียน ตามแบบหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ในการสร้างหน่วยการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ จำนวน 16 ชั่วโมง โดยมีการสร้างบริบทต่างๆ ที่ใกล้ตัวของนักเรียนขึ้นมา เพื่อให้เกิดแนวคิดที่เชื่อมโยงกับบริบทจะทำให้ นักเรียนเรียนรู้ด้วยความหมายมากขึ้นและส่งเสริมให้นักเรียนสร้างแผนผังความคิดที่มีความเชื่อมโยงมากขึ้น และบริบทที่มีความเชื่อมโยงและเป็นของจริงจะกระตุ้นการให้เกิดการพัฒนาการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์และส่งเสริมความสงสัยใฝ่รู้และการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถแบ่งหน่วยการเรียนรู้ทั้งหมดเป็น 4 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 เรื่อง การเลือกวัสดุสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ

กิจกรรมที่ 2 เรื่อง การออกแบบผนังบ้านพักเชิงนิเวศ

กิจกรรมที่ 3 เรื่อง การสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ

กิจกรรมที่ 4 เรื่อง การแก้ไขจุดบกพร่องผนังบ้านพักเชิงนิเวศ

1.2 วิธีการหาคุณภาพของหน่วยการเรียนรู้

1.2.1 นำหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ในการสร้างหน่วยการเรียนรู้ และเอกสารประกอบการเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ที่มีความเชี่ยวชาญด้าน สะเต็มศึกษา ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดสร้างสรรค์ ตรวจสอบเกี่ยวกับความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษา และกิจกรรมต่างๆ ในเอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้ แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เพื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้อยู่กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เนื้อหา ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และเกณฑ์การวัดและประเมินผล โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ≥ 0.5 ขึ้นไป พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าระหว่าง 0.60 – 1.00

1.2.2 นำหน่วยการเรียนรู้และเอกสาร ประกอบการเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้ แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียน คณะราษฎรบำรุงปทุมธานี ที่ไม่ ไขกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 65 คน เพื่อหาข้อบกพร่องในการใช้ภาษา ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้กับเวลาที่กำหนด แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ก่อนนำไปใช้จริง

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2.1 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2.1.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล การเขียนข้อสอบและการสร้าง ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์

2.1.2 ศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ สาระที่ 5 : พลังงาน และสาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง บ้านพักเชิง นิเวศ จากหนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ โดยวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ตามแนวคิดของ Bloom's Revised taxonomy 2001 ทั้ง 6 ระดับ ได้แก่ จำ (Remembering) เข้าใจ (Understanding) ประยุกต์ใช้ (Applying) วิเคราะห์ (Analyzing) ประเมินค่า (Evaluating) และคิดสร้างสรรค์ (Creating)

2.1.3 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.1.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ตามตารางวิเคราะห์แบบทดสอบ

2.2 วิธีการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2.2.1 นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ที่มีความเชี่ยวชาญด้านสะเต็ม ศึกษา ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดสร้างสรรค์ ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้อง กับพฤติกรรมที่ต้อ งการวัด ความถูกต้องด้านเนื้อหาและภาษาเพื่อปรับปรุงแก้ไขโดย คัดเลือกข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ≥ 0.5 ขึ้นไป พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มี ค่าระหว่าง 0.60 – 1.00

2.2.2 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วทดลองกับนักเรียนโรงเรียน คณะราษฎรบำรุงปทุมธานี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ 2 ห้องเรียนที่ผ่านการเรียนเรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ จำนวน 65 คน

2.2.3 นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ผิดหรือตอบเกิน 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจรวมคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1). หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นรายข้อโดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง-เตห์-ฟาน (Chung The Fan. 1952: 6 - 32) พบว่า ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าระหว่าง 0.21 – 0.91

2). คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.2 - 0.8 คัดเลือกไว้ 20 ข้อ พบว่าค่าความยากง่าย (p) มีค่าระหว่าง 0.38 – 0.73

3). หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR – 20 ของ คูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 197 - 198) พบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.72

3. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งแปลงมาจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ โดยผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียนตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาตำรา เอกสาร งานวิจัยเกี่ยวกับลักษณะของความคิดสร้างสรรค์และวิธีการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยอาศัยภาษาของ Torrance เป็นแนวทางการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

3.1.1 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 3 ด้าน ดังนี้

ก. ความคิดคล่องแคล่ว หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่ตอบคำถาม ได้คล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีปริมาณมากในเวลาจำกัด

ข. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบ

ค. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดสิ่งแปลกใหม่ไม่ซ้ำกับใคร

3.1.2 การตรวจให้คะแนนของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ โดยอาศัยภาษาของทอแรนซ์ (อารี พันธมณี . 2540: 191) โดยปรับให้เหมาะสมกับจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ก. คะแนนความคิดคล่องแคล่ว พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยกำหนดให้คะแนนคำตอบตามปริมาณคำตอบ มีหัวข้อในการประเมินให้คะแนน

ข. คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากคำตอบเป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบ ของนักเรียนแต่ละคน ตาม วิธีการคิดที่แตกต่างกันต่อสิ่งเร้าหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้

ค. คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมด ที่ เป็นความคิดแตกต่างไปจากธรรมดาในการตอบ

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนแต่ละข้อ คิดได้จากผลบวกของ คะแนนความคิดคล่องแคล่ว 10 คะแนน คะแนนความคิดยืดหยุ่น 10 คะแนน และคะแนนความคิดริเริ่ม 10 คะแนน รวมทั้งหมด 30 คะแนน

3.2 สร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ให้สอดคล้องตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ จำนวน 3 ข้อ จากนั้นนำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ที่มีความเชี่ยวชาญด้าน สะเต็มศึกษา ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดสร้างสรรค์ ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้อง กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องด้านเนื้อหาและภาษาเพื่อปรับปรุงแก้ไข โดยคัดเลือกข้อที่มีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ≥ 0.5 ขึ้นไป พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าระหว่าง 0.80 – 1.00

3.3 นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่แก้ไขแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี ที่ผ่านการเรียนเรื่อง บ้านพักตากเชิงนิเวศ จำนวน 65 คน เพื่อดู ความเหมาะสมของคำถามและเวลา เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient) ของครอนบาช (Cronbach, 1951. Coefficient alpha and the internal structure of test. Psychometrika. 16, 297-334) พบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดมีค่าเท่ากับ 0.72

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. เลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ มาจำนวน 1 ห้องเรียน จาก 2 ห้องเรียน
2. ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ แล้วนำผลการสอบและการวัดมาตรวจให้คะแนน
3. ดำเนินการทดลองโดยผู้วิจัยดำเนินการสอนเอง ใช้ระยะเวลาในการทดลองคือ 16 ชั่วโมง โดยได้รับการจัดการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้ แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนด ทำการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ชุดเดิม

5. ทำการตรวจให้คะแนน การทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ โดยวิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้สูตรคำนวณเกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1/E_2
2. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้วิธีการทางสถิติ $t - test$ แบบ Dependent Samples
3. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้วิธีการทางสถิติ $t - test$ แบบ Dependent Samples

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน
 - 1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean)
 - 1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของคะแนน
2. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน
 - 2.1 ทดสอบสมมติฐานข้อ 1 โดยคำนวณหาประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้ แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ตามเกณฑ์ 80/80 ใช้สูตร E_1/E_2 โดยกำหนดให้

80 ตัวแรก (E_1) คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน

80 ตัวหลัง (E_2) คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
 - 2.2 ทดสอบสมมติฐานข้อ 2 และข้อ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยใช้ $t - test$ Dependent Samples

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างจากการทดลองก่อนและหลังเรียน
$\bar{x}_1$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างจากการทดลองระหว่างเรียน
$\bar{x}_2$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างจากการทดลองหลังเรียน
S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาการแจกแจง t
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
E_1	แทน	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน
E_2	แทน	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับ ดังนี้

1. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยวัดจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนและทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หลังเรียนได้ถึงเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
2. เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อน และหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้ แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
3. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบวัดควา มคิดสร้างสรรค์ ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้ แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยวัดจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนและทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนได้ถึงเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มาเปรียบเทียบกันใช้สูตร E_1/E_2 ได้ดังผลในตารางที่ 9

ตาราง 9 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยวัดจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนและทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนได้ถึงเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

แผนการจัด การเรียนรู้ที่	คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน (20 คะแนน)		ทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)	
	$\bar{x}_1$	E_1	$\bar{x}_2$	E_2
1	4.14			
2	4.20			
3	4.05			
4	4.08			
รวม	16.47	82.35	16.82	84.10

จากตาราง 9 แสดงเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า ระหว่างเรียนนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยรวมเท่ากับ 16.47 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.35 และหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้ แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในระยะเวลา 16 ชั่วโมง นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.82 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.10

จากข้อมูล ประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เท่ากับ 82.35/84.10 ซึ่งพบว่าหน่วยการเรียนรู้ แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ได้มาตรฐานตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 เป็นไปตามสมมติฐาน ข้อที่ 1

**2. เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้
แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา**

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งก่อนและหลังที่ได้
การจัดการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
มาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ t - test แบบ Dependent Samples ได้ดังผลในตาราง 10

ตาราง 10 เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อน
และหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง
บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การทดสอบ	n	$\bar{x}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	35	11.82	1.56	23.47**
หลังเรียน	35	16.82	1.56	

จากตาราง 10 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้จาก หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ
เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็น 11.82 และ 1.56 ตามลำดับ และหลังเรียนมีคะแนน
เฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็น 16.82 และ 1.56
ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและผลต่างของคะแนนสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อน
เรียนและหลังเรียนของนักเรียน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ จากหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนทั้งก่อนและหลัง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ จากหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มาเปรียบเทียบ กันใช้วิธีการทางสถิติ t - test แบบ Dependent Samples ได้ดังผลในตาราง 11

ตาราง 11 เปรียบเทียบคะแนนจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ประเด็น ความคิด สร้างสรรค์	การทดสอบ	n	$\bar{x}$	S.D.	t
ความคิดคล่อง (10 คะแนน)	ก่อนเรียน	35	7.02	0.11	21.86**
	หลังเรียน	35	9.28	0.12	
ความคิด ยืดหยุ่น (10 คะแนน)	ก่อนเรียน	35	6.51	0.85	21.73**
	หลังเรียน	35	8.88	0.83	
ความคิดริเริ่ม (10 คะแนน)	ก่อนเรียน	35	6.34	0.87	18.12**
	หลังเรียน	35	8.68	0.96	
รวม (30 คะแนน)	ก่อนเรียน	35	19.88	1.69	35.09**
	หลังเรียน	35	26.85	2.11	

จากตาราง 11 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความ เบี่ยงเบน มาตรฐานของความคิดสร้างสรรค์ เป็น 19.88 และ 1.69 ตามลำดับ และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและ ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดสร้างสรรค์ เป็น 26.85 และ 2.11 ตามลำดับ

เมื่อแยกประเด็นความคิดสร้างสรรค์ออกเป็น 3 ด้าน คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม พบว่า

1. ความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่องก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 7.02 และ 0.11ตามลำดับ และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดสร้างสรรค์ เป็น 9.28 และ 0.12 ตามลำดับ
2. ความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดยืดหยุ่นก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 6.51 และ 0.85 ตามลำดับ และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดสร้างสรรค์ เป็น 8.88 และ 0.83 ตามลำดับ
3. ความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 6.34 และ 0.87 ตามลำดับ และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดสร้างสรรค์ เป็น 8.68 และ 0.96 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและผลต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทั้งด้าน คือ ความคิดคล่อง ความคิดริเริ่ม และความคิดยืดหยุ่น ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3 ด้าน คือ ความคิดคล่อง ความคิดริเริ่ม และความคิดยืดหยุ่น ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาได้ ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ ดังนี้

1. พัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
3. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

สมมติฐานในการวิจัย

1. หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคณะราษฎรบำรุง ปทุมธานี อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โครงการห้องเรียนพิเศษ วิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 70 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคณะราษฎรบำรุง ปทุมธานี อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โครงการห้องเรียนพิเศษ วิทยาศาสตร์จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยใช้ ห้องเรียนเป็นหน่วยเลือก

2. ระยะเวลาในการทดลอง

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โดยใช้เวลาในการทดลอง 16 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเอง

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้รายวิทยาศาสตร์ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1 หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา แบ่งเป็น 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 16 ชั่วโมง มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าระหว่าง 0.60 – 1.00

4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัย มีตัวเลือก 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าระหว่าง 0.60 – 1.00 มีความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ คือ 0.72 มีค่าความยากง่าย (p) มีค่าระหว่าง 0.38 – 0.73 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าระหว่าง 0.21 – 0.91

4.3 แบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นการวัด และประเมินตามสภาพจริง จำนวน 3 ข้อ มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปบรีด เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย โดยแบ่งออกเป็น แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าระหว่าง 0.80 – 1.00 มีความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ คือ 0.72

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

5.1 เลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ มาจำนวน 1 ห้องเรียน จาก 2 ห้องเรียน

5.2 ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ แล้วนำผลการสอบและการวัดมาตรวจให้คะแนน

5.3 ดำเนินการทดลองโดยผู้วิจัยดำเนินการสอนเอง ใช้ระยะเวลาในการทดลอง คือ 16 ชั่วโมง โดยได้รับการจัดการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

5.4 เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนด ทำการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ชุดเดิม

5.5 ทำการตรวจให้คะแนน การทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ โดยวิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

6. การจัดการและการวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้สูตรคำนวณเกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1/E_2

6.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้วิธีการทางสถิติ t – test แบบ Dependent Samples

6.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้วิธีการทางสถิติ t – test แบบ Dependent Samples

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1. หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้มาตรฐานตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 เท่ากับ 82.35/84.10

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษา การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อภิปรายผลการศึกษาดังนี้

1. พัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

จากการศึกษาประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ได้มาตรฐานตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 เท่ากับ 82.35/84.10 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 อาจอธิบายได้ว่า

ในขั้นตอนการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญในการนำรูปแบบ สะเต็มศึกษามาใช้ในการจัดการเรียนการสอนโดยการนำรูปแบบสะเต็มศึกษามารูณาการระหว่างวิชา(Multidisciplinary) แบบสอดแทรก (Infusion) คือ มีผู้สอนคนเดียว จัดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์แล้วเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ คือเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับหัวเรื่องหรือปัญหาที่ต้องสอดคล้องกับบริบทที่อยู่ใกล้ตัวของนักเรียนทำให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีความหมายและมีความสนใจมากขึ้น นอกจากนี้ในกิจกรรมการเรียนรู้ยัง ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างแผนผังความคิดที่มีความเชื่อมโยงมากขึ้น และกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และส่งเสริมความสงสัยใฝ่รู้และการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนโดยสอดคล้องกับแนวทางของ รักขพล ธนานุวงศ์ (2556: 1-3) ที่ได้กล่าวไว้ว่า สะเต็มศึกษาเป็นวิธีการที่ทำให้นักเรียนยังได้ฝึกฝนทักษะการนำเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง มีการทำให้ศาสตร์ทั้ง 4 รวมกันเป็น “แนวคิดใหญ่” (Big Ideas) แนวคิดเดียว และอภิสิทธิ์ ธงไชย (2556: 17-18) ที่ได้บอกหลักการสำคัญในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาคือจะต้องใช้บริบทของกิจกรรมที่นักเรียนคุ้นเคยเพื่อให้เชื่อมโยงกับชีวิตจริงและมองว่าเป็นสิ่งใกล้ตัว ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ เมื่อผู้วิจัยนำหน่วยการเรียนรู้แบบ

บูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จึงส่งผลให้นักเรียนสามารถนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และเรียนรู้ด้วยตนเอง จนเกิดเป็นองค์ความรู้ขึ้นมาอีกประการหนึ่งคือ หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ทำงานเป็นกลุ่ม มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน และฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะด้านสื่อสารเพื่อนำเสนอผลงานด้วยตนเอง สะเต็มศึกษาจึงเป็นการแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ให้กับนักเรียน

2. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 อาจอธิบายได้ว่า

หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา นั้น เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้กับนักเรียน เนื่องจากนักเรียนต้องนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และ เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นปัญหาที่สอดคล้องกับบริบทที่อยู่ใกล้ตัวของนักเรียน จึงทำให้นักเรียนมีความเข้าใจ เกิดเรียนรู้ อย่างมีความหมาย (Meaningful learning) จนเกิดการสร้างความคิดรวบยอด (Concept) หรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมา นักเรียนสามารถสร้าง ความเชื่อมโยงระหว่างความรู้ที่มีมาก่อนกับความคิดรวบยอดใหม่ที่จะต้องเรียน ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายที่ไม่ต้องท่องจำ อีกทั้งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีการนำรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มาใช้ในการสร้างกิจกรรมผ่านแผนการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เหมาะที่จะใช้กับนักเรียนทุกระดับชั้น โดยเฉพาะในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะรูปแบบที่เน้นทักษะการคิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการคิดแก้ปัญหา การคิดไตร่ตรอง การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดสร้างสรรค์ ส่งผลให้นักเรียนสามารถค้นพบหรือเรียนรู้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนในการออกแบบการจัดการเรียนรู้และพัฒนาหลักสูตร ช่วยให้ผู้ครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น ซึ่งหัวใจหลัก

ในการสอนวิทยาศาสตร์ คือ มีความมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในหลักการ และทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีทักษะในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการดำรงชีวิต และทำให้นักเรียนเป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์(จินดารัตน์ แก้วพิกุล. 2554: 40) แนวทางการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนได้สอดคล้องรูปแบบการสอนสะเต็มศึกษา ที่พรทิพย์ ศิริภทราชัย (2556: 2-3) ได้กล่าวไว้ว่าสะเต็มศึกษาทำให้เกิดการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ รอบตัวอย่างมีความหมาย (Meaningful Learning) โดยนักเรียนสามารถนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า การพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน จนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะด้านปัญญาที่สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ดียิ่งขึ้น และสะเต็มศึกษา ยังเป็นการบูรณาการด้านบริบท (Context Integration) ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอีกด้วย ซึ่งจะทำให้นักเรียน เห็นคุณค่าของการเรียนนั้น ๆ และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งจะเพิ่มโอกาสการทำงาน การเพิ่มมูลค่า และสามารถสร้างความแข็งแกร่งให้กับประเทศด้านเศรษฐกิจได้ อีกทั้ง รักษาพล ธนานุวงศ์ (2556: 1-3) ยังได้กล่าวว่าการเรียนการสอนแบบประสานรวมกันของทั้ง 4 วิชาใน สะเต็มศึกษาทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ได้ทำงานเป็นกลุ่ม อภิปราย และสื่อสารเพื่อนำเสนอผลงาน คล้ายกับแนวทางการเรียนรู้แบบ Project-Based Learning ซึ่งได้มีการศึกษามาแล้วว่า เป็นวิธีการสามารถส่งเสริมให้ผู้ทำกิจกรรมเกิด “การเรียนรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น” หรือ Deeper Learning ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเนื้อหาแกนหลักทางวิชาการได้อย่างดี (Mastering Core Content)

นอกจากนี้ ประโยชน์จากการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา ยังช่วยส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจในศาสตร์ทั้ง 4 ได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น (Deeper Learning) ช่วยให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มีความหมายมากยิ่งขึ้น ผ่านการนำไปออกแบบและแก้ปัญหาตามแนวทางวิศวกรรมและเทคโนโลยี ในบริบทที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ส่งเสริมให้มีความเข้าใจและทักษะในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ดี และนักเรียนมีทักษะในการเรียนรู้และการ ประยุกต์ให้ข้ามศาสตร์ทั้ง 4 อย่างไม่ติดขัด จึงสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เป็นรูปแบบที่ทำให้การสอนมีความหมายต่อนักเรียนทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียนนั้น ๆ และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้ (รักษาพล ธนานุวงศ์. 2556: 19-20; อ้างอิงจาก Mitchell Nathan. 2013)

3. ศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

จากการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง
บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่าความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่า
ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 จากผลการวิจัย
ดังกล่าว อาจอธิบายได้ว่า

การใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ให้กับนักเรียน
โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีช่วงอายุระหว่าง 13 ถึง 14 ปี เนื่องจาก
นักเรียนในช่วงอายุนี้นำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และเรียนรู้ด้วย
ตนเอง เพราะ หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
เป็นรูปแบบที่ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงความสามารถทางด้านความคิดสร้างสรรค์ออกมาผ่านทาง
ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันโดย
ใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น จนเป็นองค์ความรู้ที่
คงทน และสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้รับไปพัฒนาต่อยอด สร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ได้ สอดคล้องกับ
แนวคิดของนักวิชาการหลาย ๆ ท่าน ที่ได้กล่าวไว้ ดังนี้ รัชพล ธนานวงส์ (2556: 1-3) ได้ให้แนวทาง
การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบของสะเต็มศึกษา ที่เชื่อมโยงกับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ไว้
ว่าเป็นแนวทางที่สามารถส่งเสริมให้ผู้ทำกิจกรรมเกิด “การเรียนรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น” หรือ Deeper Learning
ในด้านของการเป็นผู้ริเริ่ม (Self-Directed) คิดค้นสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ที่ไม่ซ้ำกับใคร ๆ ซึ่งเป็นคุณลักษณะ
หนึ่งของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ คนต่อมา คือ มนตรี จุฬวัฒน์กุล (2556: 4-5) ที่ได้ระบุคุณลักษณะ
ของสะเต็มศึกษา ไว้ว่าเป็นรูปแบบการบูรณาการและการนำองค์ความรู้ที่มีไปใช้แก้ปัญหา สร้างสรรค์
สิ่งใหม่ ๆ สร้างกระบวนการใหม่หรือรูปแบบระบบใหม่ ที่มีคุณประโยชน์ ต่อเศรษฐกิจและสังคมใน
อนาคต และอีกท่านหนึ่ง คือ พรทิพย์ ศิริภัทราชัย (2556: 2-3) ที่ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดการศึกษา
ของประเทศสหรัฐอเมริกาที่ได้กำหนดรูปแบบสะเต็มศึกษา เป็นนโยบายทางการศึกษาโดยให้แต่ละรัฐ
นำรูปแบบ สะเต็มศึกษา มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ผลจากการศึกษาพบว่า ครูผู้สอนที่ใช้วิธีการ
สอนแบบ Project-Based Learning , Problem-Based Learning , Design-Based Learning โดยใช้
รูปแบบของ สะเต็มศึกษา ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ พัฒนาชิ้นงานได้ดี และถ้าครูผู้ สอน
สามารถใช้สะเต็มศึกษาในการสอนได้เร็วเท่าใดกับช่วงวัยของนักเรียนก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถและ
ศักยภาพนักเรียนได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งแนวคิดทั้งหมดที่กล่าวมาเกี่ยวกับรูปแบบของสะเต็มศึกษายัง

เชื่อมโยงกับแนวคิดของ อารี พันธ์มณี (2546: 47) ที่กล่าวว่า พัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ แตกต่างจากพัฒนาการด้านอื่น ๆ กล่าวคือ ลักษณะความคิดสร้างสรรค์ในวัยเด็กจะมีพัฒนาการสูงกว่าในวัยผู้ใหญ่ เนื่องจากเด็กมีความคล่องตัว กล้าคิด กล้าเสี่ยง และกล้าแสดงออกมาก และเกี่ยวข้องกับผลการศึกษาของ ทอแรนซ์ (อารี พันธ์มณี . 2546: 47; อ้างอิง จาก Torrance. 1962) ที่ได้ศึกษา พัฒนาการคิดสร้างสรรค์ของเด็กที่มีช่วงอายุ 12 ถึง 14 ปี พบว่า ช่วงวัยนี้เป็นช่วงที่เด็กต้องการเรียนรู้ และโอกาสที่จะเลือกและทดลองทำในสิ่งที่ตนเองสนใจ ในช่วงวัยนี้เด็กควรได้รับการส่งเสริมประสบการณ์ ในการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ และสามารถดำเนินการในเรื่องที่ตัดสินใจแล้วให้ตลอด เด็กควรได้รับการ ฝึกการวางแผน การทำงาน ร่วมกับผู้อื่น และรู้จักยอมรับและยกย่องเพื่อน ๆ และแสดงออกอย่างสร้างสรรค์

นอกจากนี้กิจกรรมยังสอดคล้องกับแนวคิดของ ทอแรนซ์ (อารี พันธ์มณี . 2546: 44; อ้างอิง จาก Torrance. 1962) ที่ได้เสนอหลักการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้ 1). การส่งเสริมให้เด็กถามและให้ความสนใจต่อคำถามที่แปลก ๆ ของเด็ก ๆ ไม่ควรมุ่งที่คำตอบที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว แต่ควร จะกระตุ้นให้เด็กได้วิเคราะห์ ค้นหา เพื่อพิสูจน์การเดาโดยใช้การสังเกตและประสบการณ์ของตนเอง 2). ตั้งใจฟังและเอาใจใส่ต่อความคิดแปลก ๆ ของเด็กด้วยการตอบคำถามอย่างมีชีวิตชีวา หรือชี้แนะ ให้เด็กหาคำตอบจากแหล่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง 3). กระตุ้นหรือรื้อฟื้นต่อคำถามที่แปลก ๆ ของเด็กด้วยการ ตอบคำถามอย่างมีชีวิตชีวา หรือชี้แนะให้เด็กหาคำตอบจากแหล่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง 4). แสดงให้เด็ก เห็นว่าความคิดของเด็กนั้นมีคุณค่าและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ 5). กระตุ้นและส่งเสริมให้เด็ก เรียนรู้ด้วยตนเอง ควรให้โอกาสและเตรียมการให้เด็กเรียนรู้ด้วยตนเอง และยกย่องเด็กที่มีการเรียนรู้ ด้วยตนเอง ครูอาจจะเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้ชี้แนะ ลดการอธิบายและการบรรยายลงบ้าง แต่เพิ่มการให้ นักเรียนมีส่วนร่วมเริ่มกิจกรรมด้วยตนเองมากขึ้น 6). เปิดโอกาสให้เด็กเรียนรู้ ค้นคว้าอย่างต่อเนื่องอยู่ เสมอ โดยไม่ต้องใช้วิธีขู่ด้วยคะแนน หรือการสอบ การตรวจสอบ เป็นต้น 7). พึงระลึกว่าการพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ในเด็กจะต้องใช้เวลาพัฒนาค่อยเป็นค่อยไป และ 8). ส่งเสริมให้เด็กได้ใช้จินตนาการ ของตนเอง และยกย่องชมเชยเมื่อเด็กมีจินตนาการที่แปลกและมีคุณค่า ในหน่วยการเรียนรู้ แบบ บูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นรูปแบบที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ให้กับผู้เรียนได้ ตรงตามหลักการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (อารี พันธ์มณี . 2546: 46; อ้างอิงจาก Torrance. 1962) ทุกประการ และมีความเหมาะสมกับช่วงวัย 12 ถึง 14 ปี ตามแนวทาง ของทอแรนซ์ (อารี พันธ์มณี . 2546: 47; อ้างอิงจาก Torrance. 1962) และ อารี พันธ์มณี (2546: 47) เนื่องจาก หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นรูปแบบ การสอนที่มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งคำถามที่สนใจอยากรู้ ฝึกกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มในการ วางแผนและออกแบบชิ้นงาน และที่สำคัญส่งเสริมให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าในสิ่งที่ ต้องการเรียนรู้ และได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองตามที่ได้ออกแบบและออกแบบมาทุกขั้นตอน เพื่อกระตุ้นให้เกิดการ สร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ที่มีคุณประโยชน์ต่อไป

จากเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นการสนับสนุนข้อค้นพบที่ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วย หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีความคิดสร้างสรรค์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน และการศึกษาค้นคว้าต่อไป

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

จากการสังเกตบรรยายภาคในการเรียนรู้ ด้วยการ เรียน แบบ สะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนมีความสนใจในการเรียนค่อนข้างสูง มีความกระตือรือร้นและตั้งใจเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม และมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการตามลำดับขั้นตอนของกระบวนการวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษา จึงสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาความสามารถด้านการคิดของนักเรียนได้หลากหลาย เช่น การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น และยังเป็นการส่งเสริมให้ นักเรียนรู้จักแสวงหาความรู้โดยใช้แหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น ทางด้านเทคโนโลยี (อินเทอร์เน็ตและการใช้โปรแกรมต่าง ๆ ในการนำเสนอ) ด้านทางสืบค้นจากแหล่งเรียนรู้ในชุมชน เป็นต้น นอกจากนี้การนำการเรียนรู้แบบบูรณาการ ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไปใช้ ควรประยุกต์ให้เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้ เนื้อหา และบริบทของโรงเรียน และควรปรับหรือยืดหยุ่นเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรม หรือนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับรายวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 นำแนวทางการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ สะเต็มศึกษาไปประยุกต์ใช้ กับเนื้อหาอื่น ๆ กลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ ประชากรและกลุ่มตัวอย่างอื่น ๆ และระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อศึกษา ว่ารูปแบบ การสอนแบบนี้ มีความเหมาะสมกับหน่วยการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ นักเรียน และชั้นเรียนใด

2.2 จากผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่ใช้รูปแบบวิธีการจัดการเรียนรู้ แบบ 7 ขั้น ที่มีผลต่อตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับทักษะการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 นั่นคือ ทักษะด้านการ สร้างสรรค์และนวัตกรรม ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสาร และทักษะ ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ ดังนั้นควรมีการทำวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้

สะเต็มศึกษาที่ใช้รูปแบบวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 7 ขั้น ที่มีผลต่อตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับทักษะการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะด้านการสื่อสาร ทักษะอาชีพและการเรียนรู้ ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา เป็นต้น เพื่อศึกษาว่ารูปแบบการสอนแบบนี้ จะให้ผลและประสิทธิภาพกับตัวแปรอื่น ๆ มากน้อยเพียงใด

2.3 ในการจัดการเรียน ผู้ควรเน้นกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักการทำงานร่วมกันและฝึกการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กอบวิทย์ พิริยะวัฒน์. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคognition ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน. (2550). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกโครงงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ขวัญฟ้า รังสิยานนท์. (2535). เอกสารประกอบการสอนความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: วิทยาลัยครูสวนดุสิต.
- จินดารัตน์ แก้วพิกุล. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ฉัตรศิริ ปิยะพิมลศิลป์. (2549). การปรับปรุงจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของบลูม. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ. ถ่ายเอกสาร.
- โชติ เพชรชื่น. (2536). การประเมินหลักสูตร. สารานุกรมศึกษาศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ณัฐธัญ พัฒนศิริ. (2549). การใช้กิจกรรมการเล่นของเด็กไทยเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่3. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (ศิลปศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ดวงเดือน อ่อนน้อม. (2532). ช่วยหนูด้วยหนูอยากคิดเป็น. ใน แม่ครูด้วยรัก. หน้า 70 – 73. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

- ธัญชนก โหม่งกุดหลด. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานปรัชญานิพนธ์ กศม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ธานี จันทรวง. (2556). สะท้อนความคิดจากประสบการณ์ใช้กิจกรรม STEM Education ในห้องเรียนวารสารสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ.
- ธีรวัฒน์ ประกอบผล. (2556). กล้องมองกลกับการเรียนการสอนแบบ STEM. วารสารสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ.
- บุญนำ อินทนนท์. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ปรัชญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประวิตร ชูศิลป์. (2534). “หลักการประเมินผลวิทยาศาสตร์แผนใหม่” เอกสารนิเทศการศึกษา. กรุงเทพฯ: ภาคพัฒนาตำราและเอกสาร หน่วยนิเทศศึกษา กรมการฝึกหัดครู.
- ผดุงชัย ภูพัฒน์. (ม.ป.ป.). การพัฒนาเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ถ่ายเอกสาร.
- พรทิพย์ ศิริภทราชย์. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ไพศาล หวังพานิช. (2531). วิธีการวิจัย. กรุงเทพฯ: งานส่งเสริมวิจัยและตำราการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- มนตรี จุฬาววัฒนทล. (2556). การศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ หรือ “สะเต็มศึกษา” (Science Technology Engineering and Mathematics Education : STEM Education). วารสารสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ.
- มัสยา แสนสม. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมพัฒนากระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สารนิพนธ์ กศม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ยศวีร์ สายฟ้า. (2555). การเสริมสร้าง วิทย์ เทคโนโลยี ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ด้วย STEAM Model.

สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2556, จาก

http://www.educathai.com/workshop_download_handout_download.php?id=60&page=4

รักษพล ธนानวงศ์. (2556). รายงานสรุปการประชุมเชิงปฏิบัติการ STEM Education. สืบค้นเมื่อ

วันที่ 15 พฤศจิกายน 2556, จาก [http://www.slideshare.net/focusphysics/stem-](http://www.slideshare.net/focusphysics/stem-workshop-summary)

[workshop-summary](http://www.slideshare.net/focusphysics/stem-workshop-summary).

ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ:

ภาควิชาการวัดผลและการวิจัยทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

วรวิทย์ อะสุรินทร์. (2550). ศึกษาเปรียบเทียบผลของการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้

พหุปัญญากับการเรียนสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติชีววิทยา :

การย่อยอาหาร การหมุนเวียนของเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย และทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลการเรียนต่างกัน .

วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย

มหาสารคาม.

วิชชุตา อ้วนเมืองศรี. (2554). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถ

ในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการ

เรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD กับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค LT.

ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

วิสูตร โพธิ์เงิน. (2553). การพัฒนาระบบการจัดการความรู้ศิลปะไทยเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

ในการออกแบบของนักศึกษาศิลปะ. วิทยานิพนธ์ (นโยบายการจัดการ และความเป็นผู้นำ

ทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

ศิริพงษ์ เพียศิริ. (2550). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมสำหรับนักศึกษาปริญญาโทบัณฑิตด้วย

กิจกรรมศิลปะเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และทักษะการผลิตผลงาน. วิทยานิพนธ์

(อุดมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). คู่มือการวัดประเมินผลวิทยาศาสตร์.

กรุงเทพฯ: สถาบันฯ.

- สมจิต สวณไพบุลย์. (2541). *การประชุมปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- (2541). *เอกสารคำสอนวิชา กว.571 ประชุมปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมศักดิ์ ภู่วิภาดาธรรม. (2541). *เทคนิคการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- สุพัตรา ฝ่ายจันทร์. (2552). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เสาวรส พลโคตร. (2550). *การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ที่กำหนดและหมุนเวียนหน้าที่ของสมาชิกต่างกัน*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- อภิสิทธิ์ ธงไชย; และคณะ. (2555). *สรุปการบรรยายพิเศษเรื่อง Science , Technology , Engineering and Mathematics Education: Preparing students for the 21st Century*. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2556 จาก <http://www.slideshare.net/focusphysics/stem-workshop-summary>.
- (2556). *สะเต็มศึกษากับพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา. วารสารสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย*. กรุงเทพฯ.
- อรินทร์วุด เกษตระชนม์. (2551). *ผลของการสอนการเขียนตามแนวคิดอรรถฐานที่มีต่อความสามารถในการเขียนเรียงความเชิงสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- อัญชลี สุเทวี. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบซิปปา โมเดล กับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อารี พันธุ์มณี. (2540). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: ข้าวฟ่าง.

- Anderson, H. H. (1959, May). *External and internal criteria of creativity*. Paper Presented at a symposium on creativity, Midwestern Psychological Association, Chicago, IL.
- Aronin, S.; & Floyd, K. K. (2013). Using and iPad in inclusive preschool classroom to introduce STEM concepts. *Teaching Exceptional Children*. (45)4: 34-39.
- Barlett, F. (1958). *Thinking*. An experimental and social study: New York: Basic Books.
- Bloom, Benjamin S. (1956). *Taxonomy of Education Objective Handbook I : Cognitive Domain*. New York: David Mackey Company, Inc.
- Bybee, R.W. (2009). *K-12 engineering education standards: opportunities and barriers*. Retrieved March 1, 2013, from <http://www.nae.edu/File.aspx?id=15165>.
- (2011). *Scientific and engineering practices in K-12 classrooms understanding: A framework for K-12 science education*. Retrieved March 1, 2013, from http://www.nysstemeducation.org/STEM_Docs/2012K-12STEM_in_USA.pdf.
- Carr, R.L.; Bennetti V, L.D.; & Strobe, J.O. (2012). *Engineering in the K-12 STEM Standards of the 50 U.S. States: An Analysis of presence and extent*. Retrieved March 1, 2013, from http://www.nysstemeducation.org/STEM_Docs/2012K-12STEM_in_USA.pdf.
- Cronbach. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of test. *Psychometrika*. 16, 297-334.
- David R. Krathwohl. (2002). *A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview*. Theory into Practice. Ohio: The H.W. Wilson Company , Inc.
- David L. Miller. (1969). *Modern Science and Human Freedom*. Reprint. New York: Greenwood press.
- Davis, G.A.; Houtman, S.E.; Warren, T.F.; Roweton, W.E.; Mari, S.; & Belcher, T.L. (1972). *A program for training creative thinking: Inner city evaluation*. Report Creativity Research in English –Speaking Countries.
- De Bono, E. (2009). *Teach your child how to think*. London: Penguin.
- Eisenkraft, A. (2003). *Expanding the 5E Model: A Proposed 7E Model*.
- Fan, Chung – The. (1952). *Item Analysis Table*. New Jersey: Educational Testing Service.
- Getzels, J. W.; & Csikszentmihalyi, M. (1975). *From problem solving to problem finding*. In I. A. Taylor, & J.W. Getzels (Eds)., *Perspective in creativity*. Chicaco: Aldine, 90-166.

- Guilford,J.P. (1856). *Structure of Intellect*. Psychological Bulletin. 53: 267-293.
- . (1950). *Creativity*. American Psychologist, 5, 444-454.
- . (1968). *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill Book Co.,
- . (1971). *The Analysis of Intelligence*. New York: McGraw – Hill.
- Jungs, C.G. (1963). *Mysterium Coniunctionis*. CW,14. London: Routledge and Kegan Paul.
- Kneller, C.F. *The Art and Science of Creativity*. New York: Reinhart and WinstonInc.
- Leon M Lederman. (2012). เอกสารสร้างเงิน สร้างงาน สร้างคุณภาพชีวิต ด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างไร. สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ.
- Moomaw , S. (2012). STEM begins in the early years, School Science and Mathematics (SSM) journal. 12(2): 57-58.
- Nathan, Mitchell, J. (2013, January). *Save the Penguins: Integrated STEM Education Unit*. STEM Education Workshop at IPST.
- National Science Teachers Association. (2011). *7E Learning Cycle in Science*.
- Osborn A.F. (1963). *Applied Imagination* (2 nd ed.). New York: Scribner.
- Rachel, B.J. (2008). Science, Technology ,Engineering and Math. Retrieved March 5, 2013, from <http://www.learning.com/press/pdf/ Science-Technology-Engineering-Mathematics- STEM-Report.pdf>
- Renner, J. W.; & Strafford, D.G. (1972). *Teaching science in the secondary school*. New York: Harper & Row.
- Simpson, R. M. (1922). Creative imagination. *American Journal of Psychology*. 33, 234-243.
- Somer,R,L. (2001). *Putting down roots in environmental literacy : A Study of middle school student participation in Louisiana sea grant's coastal roots project*. Arkansas State. Retrieved on June 5, 2010, from : <http://etd.1su.edu/docs/available/etd-04142005-104733/unrestricted/Somer-thesis.pdf>.(2006,December 12).
- Torrance, E.P. (1962). *Guiding Creative Talent*. Englewood Cliffs, N.J. Princeton Hall.
- . (1965). *Rewarding Creative Behavior*. Experiments in classroom creativity. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall,
- Wallach, M. A.; Kogan, N.; & Bem, D.J. (1962). *Group influence on individual risk taking*. *Journal of Abnormal and Socail Psychology*. 68, 263-74.

Weiping Hu. (2002). *A Scientific creativity test for secondary school students*. Research Report of Shanxi Teachers' University, China and Philip Adey, King's College London, UK.

William, F.E. (1971). *Teacher for Creativity: Continuing Process*. Instructor, December.

Wilt, M. (1959). *Creativity in the elementary school*. New York: Appleton-Century-Crofts.

Yamamoto. (1960). *Assessing the creative thinking abilities of children*. Minneapolis: Bureau of Educational Research, University of Minnesota.





ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.ดร.เขมวดี พงศานนท์

นักวิชาการ สาขาคอมพิวเตอร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

จ.กรุงเทพมหานคร

2.ดร.ชนินันท์ พุกษ์ประมุข

อาจารย์ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จ.กรุงเทพมหานคร

3.ดร.เกริก ศักดิ์สุภาพ

ครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) จ.กรุงเทพมหานคร

4.นายสุรเชษฐ์ ผลพานิชเจริญ

ครู คศ.3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี จ.ปทุมธานี

5.นายเจษฎา เนตรสว่างวิชา

ครู คศ.3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสงวนหญิง จ.สุพรรณบุรี

ภาคผนวก ข

- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพัก
เชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิด
สร้างสรรค์
- ตารางแสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- ค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- ค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิด
สร้างสรรค์

ตาราง 12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ
ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

แผนการ จัดการ เรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ					IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1	0	1	1	1	1	0.8
2	1	1	1	1	1	1
3	1	1	0	1	0	0.6
4	1	1	1	1	1	1

ตาราง 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	0	1	0.8
3	0	1	1	1	1	0.8
4	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1
7	1	1	0	0	1	0.6
8	1	1	1	1	1	1
9	1	1	0	1	1	0.8
10	0	1	1	1	0	0.6
11	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1
13	1	0	1	1	1	0.8
14	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1
16	1	0	0	1	1	0.6
17	1	1	1	1	0	0.8
18	1	0	1	0	1	0.6
19	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	0	1	0.8

ตาราง 14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1	1	1	1	1	1	1
2	1	0	1	1	1	0.8
3	1	1	1	1	1	1



ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ข้อที่	p	r
1	.55	.21
2	.61	.23
3	.54	.53
4	.60	.33
5	.63	.60
6	.58	.65
7	.43	.71
8	.40	.61
9	.73	.69
10	.59	.72
11	.38	.64
12	.57	.84
13	.62	.66
14	.66	.56
15	.53	.74
16	.52	.72
17	.71	.60
18	.58	.43
19	.48	.51
20	.46	.91

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.72

และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ มีค่าเท่ากับ 0.72

ภาคผนวก ค

- คະແນວផលສັມฤทธิທາງການຮຽນວິທະຍາສາດກ່ອນແລະຫຼັງຮຽນ ຂອງນັກຮຽນທີ່ໄດ້ຮັບການຈັດການຮຽນຈາກໜ່ວຍການຮຽນຮູ້ແບບບູຮານການ ເຮືອງ ບ້ານພັກເຮັງນີເວສ ຕາມແນວທາງສະເຕັມສຶກສາ
- ຄະແນວສັມຍະສັມຍະທາງການຮຽນວິທະຍາສາດຮ່ວງຮຽນ ຂອງນັກຮຽນທີ່ໄດ້ຮັບການຈັດການຮຽນຈາກໜ່ວຍການຮຽນຮູ້ແບບບູຮານການ ເຮືອງ ບ້ານພັກເຮັງນີເວສ ຕາມແນວທາງສະເຕັມສຶກສາ
- ຄະແນວຄວາມຄິດສ້າງສະຖາປະນາກ່ອນແລະຫຼັງຮຽນ ຂອງນັກຮຽນທີ່ໄດ້ຮັບການຈັດການຮຽນຈາກໜ່ວຍການຮຽນຮູ້ແບບບູຮານການ ເຮືອງ ບ້ານພັກເຮັງນີເວສ ຕາມແນວທາງສະເຕັມສຶກສາ

ตาราง 16 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการ
จัดการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

คนที่	ก่อนเรียน (20 คะแนน)	หลังเรียน (20 คะแนน)
1	13	15
2	14	17
3	11	15
4	12	17
5	11	16
6	10	15
7	9	15
8	14	18
9	14	19
10	13	18
11	10	17
12	12	16
13	10	15
14	11	14
15	12	17
16	11	18
17	13	18
18	14	18
19	15	20
20	12	17
21	12	18
22	12	16
23	11	17
24	13	17
25	12	15

ตาราง 16 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
	(20 คะแนน)	(20 คะแนน)
26	10	17
27	10	15
28	10	14
29	9	16
30	11	17
31	13	19
32	11	18
33	12	17
34	13	18
35	14	20

ตาราง 17 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการ
เรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

คนที่	แผนการจัดการเรียนรู้				คะแนนรวม
	ที่ 1	ที่ 2	ที่ 3	ที่ 4	
1	4	4	5	5	18
2	4	5	4	5	18
3	4	4	4	5	17
4	4	5	4	4	17
5	4	5	4	3	16
6	4	5	4	4	17
7	5	4	5	4	18
8	4	4	5	4	17
9	5	4	4	4	17
10	5	4	4	5	18
11	4	4	4	4	16
12	4	4	4	4	16
13	4	4	3	4	15
14	4	4	3	3	14
15	4	4	4	4	16
16	4	5	4	4	17
17	4	4	3	4	15
18	5	4	4	4	17
19	5	4	5	4	18
20	4	4	5	4	17
21	4	5	4	5	18
22	4	4	4	4	16
23	4	3	4	4	15
24	4	4	4	4	16
25	4	4	4	3	15

ตาราง 17 (ต่อ)

คนที่	แผนการจัดการเรียนรู้				คะแนนรวม
	ที่ 1	ที่ 2	ที่ 3	ที่ 4	
26	4	4	4	4	16
27	4	5	3	3	15
28	4	4	4	4	16
29	3	4	4	4	15
30	4	3	4	5	16
31	4	5	5	4	18
32	4	4	3	4	15
33	4	4	4	4	16
34	5	5	4	4	18
35	4	4	5	5	18

ตาราง 18 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้จาก
หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

คนที่	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)
1	21	28
2	21	28
3	21	30
4	18	25
5	20	28
6	18	26
7	22	30
8	18	25
9	18	24
10	21	28
11	18	25
12	22	30
13	19	24
14	18	25
15	19	26
16	21	29
17	19	25
18	22	29
19	22	28
20	23	30
21	19	25
22	20	24
23	18	25
24	18	25
25	18	25

ตาราง 18 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
	(30 คะแนน)	(30 คะแนน)
26	19	27
27	21	28
28	21	28
29	20	26
30	17	25
31	19	29
32	19	24
33	21	26
34	23	30
35	22	30

ภาคผนวก ง

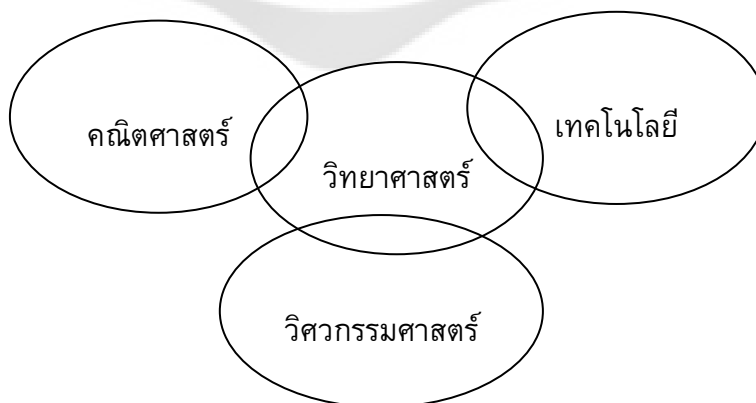
- แผนการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ
ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์

บทนำ

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ เวลา 16 ชั่วโมง
รหัสวิชา ว 21101 รายวิชา วิทยาศาสตร์ จำนวน 1.5 หน่วยกิต
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ เป็นหน่วยการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 รายวิชาวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนจะได้รับบทบาทเป็นวิศวกร ที่ได้รับมอบหมายงานจากกรรมการผู้จัดการบริษัท ให้ทำงานด้านการออกแบบบ้านพักเชิงนิเวศที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับวัสดุและการออกแบบบ้านพัก รวมถึงการสำรวจตรวจ สอบทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้สร้างบ้านและประยุกต์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีเข้ากับบริบทตามสภาพแวดล้อมจริง **หลักการของสะเต็มศึกษา ของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ**

การสอนแบบสะเต็มศึกษา หรือ การบูรณาการวิชา วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) เข้าด้วยกันในการจัดการเรียนการสอน และเชื่อมโยงศาสตร์ทั้ง 4 วิชานี้ให้เข้ากับบริบทที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของผู้เรียน ซึ่งเป็นการบูรณาการระหว่างวิชา(Multidisciplinary) แบบสอดแทรก (Infusion) คือ มีผู้สอนคนเดียว จัดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์แล้วเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ กับหัวข้อ/มโนทัศน์/ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริงหรือสาระที่กำหนดขึ้นมา โดยเน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ ทำงานเป็นกลุ่มอภิปราย และสื่อสารเพื่อนำเสนอผลงานด้วยตนเอง และสามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ ดังนี้

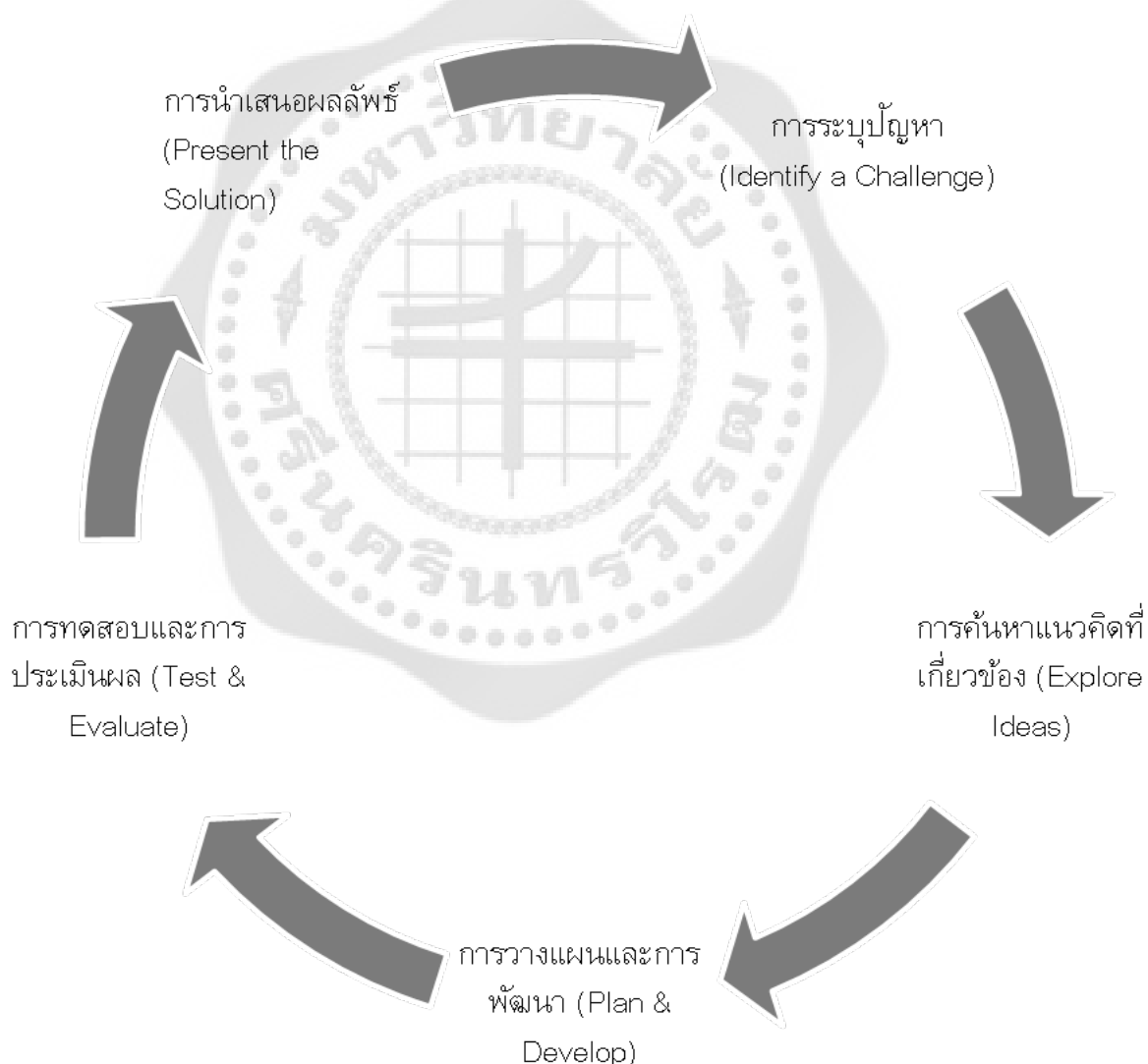


ภาพประกอบ 5 แผนผังแสดงหลักการของสะเต็มศึกษา

โดยใช้รูปแบบการบูรณาการระหว่างวิชา(Multidisciplinary) แบบสอดแทรก (Infusion)

สะเต็มศึกษากับรูปแบบกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process)

จุดเด่นของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ การผนวกแนวความคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีของผู้เรียน ในขณะที่ทำกิจกรรม เพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจและฝึกทักษะ ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1. การระบุปัญหา (Identify a Challenge) 2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) 3. การวางแผนและพัฒนา (Plan & Develop) 4. การทดสอบ และการประเมินผล (Test & Evaluate) และ 5. การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) โดยสรุปเป็นแผนผังได้ดังนี้



ภาพประกอบ 6 แสดงแผนผังกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

1. วิทยาศาสตร์

สาระที่ 5: พลังงาน

มาตรฐานว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตการเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

- ว. 5.1ม. 1/1 ทดลองและอธิบายอุณหภูมิและการวัดอุณหภูมิ
- ว. 5.1ม. 1/2 สังเกต และอธิบายการถ่ายโอนความร้อน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- ว. 5.1ม. 1/3 อธิบายการดูดกลืนการคายความร้อน โดยการแผ่รังสีและความรู้ไปใช้ประโยชน์
- ว. 5.1ม. 1/4 อธิบายสมดุลความร้อนและผลของความร้อนต่อการขยายตัวของสาร และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายได้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

- ว 8.1 ม.1/1 ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็น หรือ ตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจ ตรวจสอบหรือ ค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและน่าเชื่อถือได้
- ว 8.1 ม.1/2 สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้ และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลาย ๆ วิธี
- ว 8.1 ม.1/3 เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัยโดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม
- ว 8.1 ม.1/4 รวบรวมข้อมูลจัดทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ

- ว 8.1 ม.1/5 วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประกาศพยานกับข้อสรุป ทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐานและความผิดปกติ ของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ
- ว 8.1 ม.1/6 สร้างแบบจำลองหรือรูปแบบที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ
- ว 8.1 ม.1/7 สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในเรื่องที่เกี่ยวข้องและนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่และอธิบายเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการและผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ
- ว 8.1 ม.1/8 บันทึกและอธิบายผลการสังเกตและสำรวจตรวจสอบ ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้และยอมรับการเปลี่ยนแปลงของความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประกาศพยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม
- ว 8.1 ม.1/9 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการและผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

2. วิชาคณิตศาสตร์

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 : เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

ตัวชี้วัด

- ค 1.1 ม.1/1 ระบุหรือยกตัวอย่าง และเปรียบเทียบจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ ศูนย์ เศษส่วน และทศนิยม
- ค 1.1 ม.1/2 เข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และเขียนแสดงจำนวนให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ (scientific notation)

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

ตัวชี้วัด

- ค 1.2 ม.1/1 บวก ลบ คูณ หารจำนวนเต็ม และนำไปใช้แก้ปัญหา
ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ อธิบายผลที่
เกิดขึ้นจากการบวกการลบ การคูณ การหาร และบอก
ความสัมพันธ์ของการบวกกับการลบ การคูณกับการหาร
ของจำนวนเต็ม
- ค 1.2 ม.1/2 อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการยกกำลังของจำนวนเต็มเศษส่วน
และทศนิยม
- ค 1.2 ม.1/3 คูณและหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกัน และเลขชี้กำลังเป็น
จำนวนเต็ม

มาตรฐาน ค 1.3 เข้าใจเกี่ยวกับการประมาณค่า และนำไปใช้แก้ปัญหาได้
อย่างเหมาะสม

ตัวชี้วัด

- ค 1.3 ม.1/1 การประมาณค่าที่เหมาะสมในการคำนวณได้
- ค 1.3 ม.1/2 การใช้การประมาณค่าในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่าง
เหมาะสม
- ค 1.3 ม.1/3 การตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จากการ
คำนวณ เมื่อเทียบกับการประมาณค่า

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

ตัวชี้วัด

- ค 1.4 ม. 1/1 นำความรู้และสมบัติเกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้ในการ
แก้ปัญหา

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

ตัวชี้วัด

- ค 3.1 ม. 1/1 สร้างและบอกขั้นตอนการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต
- ค 3.1 ม. 1/2 สร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้การสร้างพื้นฐานทาง
เรขาคณิตและบอกขั้นตอนการสร้างโดยไม่เน้นการพิสูจน์
- ค 3.1 ม. 1/3 สืบเสาะ สังเกต และคาดการณ์เกี่ยวกับสมบัติทางเรขาคณิต

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด

- | | |
|-------------|---|
| ค 6.1 ม.1/1 | ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา |
| ค 6.1 ม.1/2 | ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม |
| ค 6.1 ม.1/3 | ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม |
| ค 6.1 ม.1/4 | ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน |
| ค 6.1 ม.1/5 | เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้หลักการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ |
| ค 6.1 ม.1/6 | มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ |

สำหรับความรู้ทางด้านเทคโนโลยีเป็นกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเราโดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยีที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้นเทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจ

กิจกรรมการเรียนรู้ ในหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ เป็นหน่วยการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 รายวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถเกิดการบูรณาการศาสตร์ 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ผู้เรียนจะต้องลงมือปฏิบัติ มีการทำงานเป็นกลุ่ม ร่วมกันอภิปราย และสื่อสารเพื่อนำเสนอผลงานด้วยตนเอง โดยนักเรียนจะได้รับบทบาทเป็นนักวิศวกร ที่ได้รับมอบหมายงานจากกรรมการผู้จัดการบริษัท ให้ทำงานด้านการออกแบบบ้านพักเชิงนิเวศที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ต้องทำการศึกษาเกี่ยวกับวัสดุและการออกแบบบ้านพัก รวมถึงการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้สร้างบ้านและประยุกต์ความรู้ความเข้าใจที่ได้เข้ากับบริบทตามสภาพแวดล้อมจริง โดยในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ใน หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา วิธีการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถสืบเสาะหาความรู้ และเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ 7 ขั้น ในวิทยาศาสตร์

ประกอบด้วยการสอน 7 ขั้นตอน ดังตาราง ดังนี้

ตาราง 19 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ 7 ขั้น ในวิทยาศาสตร์

ขั้น	จุดมุ่งหมาย
1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit)	- ดึงความสนใจทำให้นักเรียนเกิดการอยากเรียนรู้ก่อน - ความรู้ใหม่จะถูกสร้างขึ้นบนพื้นฐานของความรู้เดิมที่มีอยู่ - กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโอนความรู้
2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage)	- เน้นให้นักเรียนได้คิดถึงเนื้อหา - เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในการสำรวจความรู้
3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore)	- เน้นให้นักเรียนเกิดการสังเกต การบันทึกข้อมูลที่มีการกำหนดตัวแปร การออกแบบการทดลองและการสร้างกราฟ และการนำผลที่ได้จากการสำรวจค้นหามาจัดระเบียบและตีความหมายจากการค้นพบ - ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน
4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain)	เน้นให้นักเรียนใช้วิธีการสรุปผลที่ได้จากการทดลองโดยทำความเข้าใจที่ได้ใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม อาจทำเป็นลายลักษณ์อักษร หรือ เป็นวาจาก็ได้
5. ขั้นขยายความรู้ (Elaborate)	- กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการถ่ายโอนความรู้โดยการนำความรู้เดิมมาเชื่อมโยงให้เกิดความรู้ใหม่
6. ขั้นประเมินผล (Evaluate)	- ครูมีการประเมินระหว่างการจัดการเรียนรู้เพื่อปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ - ครูการประเมินเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้เพื่อตัดสินคุณภาพผู้เรียนและการจัดการเรียนรู้ - ใช้วิธีการและเครื่องมือวัดและประเมินผลแบบเป็นทางการ และไม่เป็นทางการ
7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extend)	- ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับมาประยุกต์กับสิ่งต่าง ๆ

ที่มา: NSTA. (2011). *7E Learning Cycle in Science*. pp. 1.

หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ในหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีรายละเอียด คือ นักเรียนจะศึกษาเกี่ยวกับวัสดุที่เป็นฉนวนสำหรับการสร้างผนังของบ้านพักที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมนักเรียนจะต้องทำการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวัสดุหลากหลายชนิดและเลือกวัสดุที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสร้างผนังและไม่ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งนักเรียนต้องนำองค์ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนพลังงานความร้อนด้วยวิธีการนำความร้อนมาประยุกต์ใช้ในเรื่องของการสร้างผนังด้วย และเชื่อมโยงกับหลักการของสะเต็มศึกษา ดังนี้

ตาราง 20 แสดงหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ด้านวิทยาศาสตร์ (Science : S)	ด้านเทคโนโลยี (Technology : T)	ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineer : E)	ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematics : M)
ความรู้เรื่องการถ่าย โอนความร้อน	การนำความรู้ทาง เทคโนโลยีมาใช้ใน กระบวนการ	การใช้ขั้นตอนการ ออกแบบทางวิศวกรรม ในการออกแบบและพัฒนา	ความรู้เรื่องการหาพื้นที่ ผิวและปริมาตร การ บวกลบจำนวนเต็ม
ลักษณะเฉพาะของ วัสดุและการเลือกใช้ วัสดุแต่ละชนิด รวมทั้ง ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	แก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาในการสร้าง ผนังบ้านพักเชิงนิเวศ	ผนังบ้านพักเชิงนิเวศ	การชั่ง การวัด และ ความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูล 2 ชุด

โดยหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีรายละเอียด ดังนี้

1. ด้านวิทยาศาสตร์ (Science: S)

- การถ่ายโอนความร้อน (Heat Transfer) ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ
- ลักษณะเฉพาะของวัสดุแต่ละชนิด ที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน เช่น เป็นฉนวนกันความร้อน เป็นตัวนำความร้อน หรือตัวนำไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งจัดเป็นสมบัติของวัสดุ
- การเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับการนำมาสร้างเป็นผนังบ้านพักเชิงนิเวศ
- ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการตั้งคำถามหรือปัญหา การค้นคว้าข้อมูล การออกแบบและทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นต้น

2. ด้านเทคโนโลยี (Technology: T)

- ผนังบ้าน เป็นเทคโนโลยีที่มนุษย์ออกแบบมามากับโครงสร้างของตัวบ้าน เพื่อทำให้เกิดความมั่นคง แข็งแรงใช้แบ่งกันพื้นที่ใช้งานระหว่างภายในและภายนอกอาคาร เป็นตัวบังแดด ลม ฝน และระบายความร้อนหรือเก็บความอบอุ่นให้กับพื้นที่ภายในตัวบ้าน
- ใช้กระบวนการเทคโนโลยีในการสร้างสิ่งของเครื่องใช้ หรือวิธีการ เพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการของมนุษย์ ในการดำรงชีวิตและการทำงาน
- สร้างชิ้นงานหรือวิธีการอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ เพื่อใช้แก้ปัญหาหรือสนองความต้องการในชีวิตประจำวัน

3. ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E)

- ใช้ขั้นตอนการออกแบบทางวิศวกรรมในการออกแบบและพัฒนาลักษณะและวัสดุประเภทต่าง ๆ ของผนังบ้าน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1. การระบุปัญหา (Identify a Challenge) 2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) 3. การวางแผนและพัฒนา (Plan & Develop) 4. การทดสอบและการประเมินผล (Test & Evaluate) และ 5. การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) ซึ่งสามารถนำวิธีการออกแบบทางวิศวกรรมนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

4. ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematics: M)

- รูปทรง การหาพื้นที่ผิวและปริมาตร การคำนวณหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการนำวัสดุต่าง ๆ มาผสมกันเป็นผนังบ้าน
 - การบวกลบจำนวนเต็ม
 - การชั่ง การวัด
 - ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด ที่สามารถแสดงได้ด้วยกราฟหรือแผนภูมิ

แผนการจัดการเรียนรู้ใน หน่วยการเรียนรู้ แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศตามแนวทางสะเต็มศึกษา

แผนการจัดการเรียนรู้มีทั้งหมด 4 แผน ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ เรื่อง การเลือกวัสดุสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศจำนวน 4 ชั่วโมง
2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การออกแบบผนังบ้านพักเชิงนิเวศจำนวน 4 ชั่วโมง
3. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศจำนวน 4 ชั่วโมง
4. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การแก้ไขจุดบกพร่องผนังบ้านพักเชิงนิเวศ จำนวน

4 ชั่วโมง

แผนผังการเชื่อมโยงกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมกับแผนการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา



การประเมินผล

1. ประเมินประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ของการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
2. ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ประจำหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ก่อนเรียนและหลังเรียน
3. ประเมินความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถด้าน ความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน



แผนการจัดการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ
เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชา วิทยาศาสตร์ (ว 21101) จำนวน 1.5 หน่วยกิต
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ
 เรื่อง การเลือกวัสดุสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ เวลา 4 ชั่วโมง
 ผู้สอน นางสาวสุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

1. วิทยาศาสตร์

สาระที่ 5: พลังงาน

ตัวชี้วัด ว. 5.1 ม. 1/2 , ว. 5.1 ม. 1/3

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม.1/1 , ว 8.1 ม.1/4 , ว 8.1 ม.1/7

2. วิชาคณิตศาสตร์

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

ตัวชี้วัด ค 1.1 ม.1/1 , ค 1.1 ม.1/2 , ค 1.2 ม.1/1 , ค 1.3 ม.1/1 , ค 1.3 ม.1/2

สาระที่ 3 เรขาคณิต

ตัวชี้วัด ค 3.1 ม. 1/3

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ตัวชี้วัด ค 6.1 ม.1/1 , ค 6.1 ม.1/2 , ค 6.1 ม.1/4 , ค 6.1 ม.1/5

สาระสำคัญ (ความคิดรวบยอด)

- ด้านวิทยาศาสตร์ คือ การถ่ายโอนความร้อนมี 3 รูปแบบ คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน การนำความร้อน เป็นการถ่ายโอนพลังงานความร้อน โดยพลังงานความร้อนเคลื่อนที่ผ่านเข้าไปใน ตัวกลางหรือวัตถุและตัวกลางนั้นไม่เคลื่อนที่ การพาความร้อน เป็นการถ่ายโอนพลังงานความร้อนโดยพลังงานความร้อนเคลื่อนที่ไปพร้อม ๆ กับตัวกลางหรือวัตถุ การแผ่รังสีความร้อน เป็นการถ่ายโอนพลังงานความร้อนโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลางหรือวัตถุ การนำความร้อน เรื่องการถ่ายโอนความร้อนไปใช้ประโยชน์ รวมไปถึง การเลือกใช้ตัวนำและฉนวนในการจัดการความร้อน ซึ่งวัสดุที่แตกต่างกันจะมีสมบัติในการดูดกลืนความร้อนและคายความร้อนได้ต่างกัน
- ด้านเทคโนโลยีคือ ใช้กระบวนการเทคโนโลยีในการสืบค้นหรือเลือกวัสดุสร้างผนังบ้านพักได้ดีที่สุด

- ด้านวิศวกรรมศาสตร์ คือ หลักการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในขั้นตอนของการการระบุปัญหา (Identify a Challenge) และการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas)
- ด้านคณิตศาสตร์ คือ การหาพื้นที่ผิวและปริมาตร ที่เหมาะสมในการนำวัสดุต่าง ๆ ทำเป็นผนังบ้านพักเชิงนิเวศ

จุดประสงค์การเรียนรู้

- ความรู้
 - อธิบายรูปแบบของการถ่ายโอนความร้อนและการเลือกใช้ตัวนำและฉนวน
 - การใช้กระบวนการเทคโนโลยีในการสืบค้นหรือเลือกวัสดุสร้างผนังบ้านพัก
 - อธิบายหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรม (การการระบุปัญหาและการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง)
 - สามารถหาพื้นที่ผิวและปริมาตร ที่เหมาะสมในการนำวัสดุต่าง ๆ ทำเป็นผนังบ้านพัก
- ทักษะ/กระบวนการ
 - การสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับคุณสมบัติในการนำความร้อนของวัสดุต่างๆ ที่ใช้สร้างผนังของบ้านพักเชิงนิเวศ
 - การจำแนกประเภทของวัสดุที่ใช้เป็นตัวนำความร้อนกับฉนวนความร้อนได้
 - สามารถระบุและเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมในการนำมาสร้างเป็นผนังบ้านได้อย่างเหมาะสม
- คุณลักษณะอันพึงประสงค์
 - ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม
 - มีวินัย
 - ใฝ่เรียนรู้
 - มุ่งมั่นในการทำงาน

ด้านการอ่าน คติวิเคราะห์และเขียน

นักเรียนสามารถอ่าน คติวิเคราะห์ อธิบายความหมาย และสรุปข้อมูลต่างๆที่สืบค้นมาได้

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสาร
2. นักเรียนมีความสามารถในการคิด
 - ทักษะการคิดวิเคราะห์
3. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา
4. นักเรียนมีความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
 - กระบวนการปฏิบัติ
 - กระบวนการทำงานกลุ่ม
5. นักเรียนมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4-5 คน เป็นจำนวน 7 กลุ่ม

1. Elicitation Phase: ขั้นทบทวนความรู้เดิม (15 นาที)

ครูนำสถานการณ์ การระบายความร้อนได้ไม่ดีของอาคารบ้านเรือนให้นักเรียนดู (ครูให้ดูจากสื่อวีดิทัศน์) หลังจากนั้นครูตั้งคำถามโดยวิธีการสุ่มเรียกนักเรียนภายในห้องเพื่อทดสอบความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องของหลักการระบายความร้อน แล้วบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1 โดยมีประเด็นคำถาม คือ

1.1 สิ่งใดคือปัจจัย สำคัญที่ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของอาคารบ้านเรือน (พลังงานความร้อนจากแสงแดด ที่ถ่ายโอนเข้าสู่อาคารบ้านเรือน)

1.2 องค์ประกอบใดบ้างของบ้านที่มีผลต่อการลดอุณหภูมิของตัวบ้านทั้งในเวลากลางวัน และเวลากลางคืน เพราะเหตุใด (1.หลังคา เพราะหลังคาเป็นพื้นที่ ขนาดใหญ่และได้รับแสงตลอดวัน รูปทรง และผนังของตัวบ้าน 2.รูปทรงบ้าน เพราะรูปทรงบ้านมีส่วนช่วยในการระบายความร้อนในบ้าน ทำให้อากาศภายในบ้านเกิดการหมุนเวียนได้ดี 3.ผนังบ้าน เพราะผนังเป็นส่วนที่รับแสงแดดจากภายนอกโดยตรงและทำให้ส่งความร้อนจากภายนอกเข้ามาในตัวบ้านได้)

2. Engagement Phase: ขั้นสร้างความสนใจ (35 นาที)

นักเรียนและครูอภิปรายเกี่ยวกับบ้านพัก แล้วบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1 โดยมีประเด็นในการอภิปราย ดังนี้

2.1 ครูนำตัวอย่างปัญหาบ้านร้อนมาให้นักเรียนดูและตั้งคำถามนักเรียนด้วยวิธีการให้นักเรียนช่วยกันตอบว่าสาเหตุและผลปัญหาบ้านร้อนเกิดจากสิ่งใดบ้าง(ตอบตามความคิดของนักเรียน)

2.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาบ้านร้อนโดยไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายค่าไฟเพิ่มมากขึ้น และออกแบบบางส่วนประกอบของบ้านพักเชิงนิเวศ (การสร้างผนังของบ้านเชิงนิเวศที่สามารถระบายความร้อนภายในตัวบ้านและมีความมั่นคง แข็งแรง การสร้างหลังคาที่สามารถระบายความร้อนได้ดี การออกแบบรูปทรงของบ้านที่สามารถระบายความร้อนได้ดี และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เป็นต้น)

2.3 องค์ประกอบใดของบ้านบ้าง ที่มีส่วนในการช่วยลดอุณหภูมิภายในตัวบ้าน (หน้าต่าง ช่องลม ฝ้าบ้าน หลังคา และผนังบ้าน)

2.4 นักเรียนและครูร่วมกันอธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของบ้านและสัดส่วนต่างๆที่ช่วยลดอุณหภูมิภายในตัวบ้าน ดังนี้

- หน้าต่างช่วยลดอุณหภูมิได้ 10 เปอร์เซ็นต์
- ช่องลมช่วยลดอุณหภูมิได้ 15 เปอร์เซ็นต์

- พื้นบ้านช่วยลดอุณหภูมิได้ 15 เปอร์เซ็นต์
- หลังคาช่วยลดอุณหภูมิได้ 25 เปอร์เซ็นต์
- ผังบ้านช่วยลดอุณหภูมิได้ 35 เปอร์เซ็นต์

2.5 ถ้านักเรียนต้องทำการออกแบบบ้านพักเชิงนิเวศที่สามารถช่วยลดอุณหภูมิภายในตัวบ้านได้ นักเรียนจะเลือกสร้างองค์ประกอบใดมากที่สุด เพราะเหตุผลใด (ผังกั้น เพราะผังกั้นเป็นองค์ประกอบของบ้านที่สามารถช่วยลดอุณหภูมิภายในตัวบ้านมากที่สุดถึง 35 เปอร์เซ็นต์)

2.6 นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าผนังของบ้านมีความสำคัญอย่างไรในประเด็นของโครงสร้างและการลดอุณหภูมิของตัวบ้าน (ผนังของตัวบ้านเป็นโครงสร้างที่ทำให้บ้านมั่นคง แข็งแรงทำให้ผู้ที่อยู่อาศัยในบ้านเกิดความปลอดภัย เป็นตัวบังแดด ลม ฝน ให้กับพื้นที่ภายในบ้าน และเป็นตัวแบ่งพื้นที่ใช้สอยภายในบ้าน นอกจากนี้ยังสามารถช่วยในการลดอุณหภูมิภายในตัวบ้าน หากเลือกวัสดุที่เหมาะสมในการนำมาสร้างผนังตัวบ้าน)

2.7 นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าวัสดุชนิดใดบ้างที่สามารถนำมาสร้างเป็นผนังตัวบ้านได้ (อิฐ ปูน แก้ว ไม้ คอนกรีตมวลเบา ยิปซัม และกระจก เป็นต้น)

2.8 นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าวัสดุใดบ้างในข้อ 1.5 มีคุณสมบัติในการลดอุณหภูมิของบ้านได้ (อิฐมวลเบา อิฐมอญ ปูน แก้ว ไม้ คอนกรีตมวลเบา ยิปซัม และกระจก เป็นต้น)

2.9 นอกจากวัสดุหลักที่ใช้ในการสร้างผนังตัวบ้านแล้ว นักเรียนคิดว่ามีวัสดุเสริมใดอีกบ้างที่ใช้ในการสร้างผนังตัวบ้านและเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติด้านความร้อนของวัสดุที่มีผลต่ออุณหภูมิภายในตัวบ้านได้บ้าง (ลามีเนต วอลล์เปเปอร์ ไม้อัด กระเบื้อง และสีทาผนัง เป็นต้น)

2.10 นักเรียนคิดว่าการระบายความร้อนและการเลือกวัสดุที่มีผลต่ออุณหภูมิเกี่ยวข้องกับหลักการใด (การถ่ายโอนความร้อน)

3. Exploration Phase: ขั้นสำรวจและค้นหา (50 นาที)

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นหลักการถ่ายโอนความร้อนและสืบค้นประเภทของวัสดุต่าง ๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการสร้างผนังบ้าน ว่ามีอะไรบ้าง และวัสดุแต่ละชนิดมีคุณสมบัติอย่างไร โดยศึกษาจากอินเทอร์เน็ต แล้วบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันจำแนกประเภทของวัสดุที่ใช้ในการสร้างผนังบ้านโดยกำหนดเกณฑ์ในการจำแนกให้วัสดุแต่ละชนิดอยู่ในหมวดหมู่เดียวกัน แล้วบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเลือกวัสดุที่นำมาใช้ในการสร้างผนังบ้าน จากทั้งหมดที่นักเรียนสืบค้นมา เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ แล้วบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1

4. Explanation Phase: ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (40 นาที)

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมารายงานแสดงผลการสืบค้นเกี่ยวกับวัสดุที่นำมาใช้ในการสร้างผนังบ้าน เพื่อเป็นข้อมูลนำไปใช้ในการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ แล้วบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1 โดยมีหัวข้อในการรายงาน ดังนี้

- วัสดุที่นำมาใช้ในการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ
- คุณสมบัติของวัสดุที่เลือกนำมาใช้ในการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ
- วิธีการเก็บข้อมูล/แหล่งที่มา/ความน่าเชื่อถือของข้อมูล

4.2 ให้อาจารย์กลุ่มละ 7 นาทีในการรายงานแสดงผลการสืบค้น

5. Expansion Phase / Elaboration Phase: ขั้นขยายความรู้ (40 นาที)

5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในสถานการณ์จริง ดังนี้

- หากวัสดุที่ใช้ในการสร้างผนังมีชนิดและจำนวนที่จำกัด
- วัสดุที่ใช้มีจำนวนไม่พอเพียง

5.2 นักเรียนอภิปรายหาวิธีการแก้ปัญหาในการสร้างผนังบ้านให้มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับผนังที่นักเรียนได้ออกแบบไว้ในตอนแรกอย่างไร (นักเรียนอาจจะใช้เวลาในการศึกษาเรื่องนี้ในคาบชุมนุมวิทยาศาสตร์หรือทำการสำรวจทางวิทยาศาสตร์ได้รูปแบบนอกชั้นเรียน) โดยนักเรียนต้องบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1

6. Evaluation Phase: ขั้นประเมินผล (30 นาที)

นักเรียนออกมารายงานข้อมูลหน้าชั้นเรียนเกี่ยวกับการออกแบบผนังบ้านพักเชิงนิเวศ โดยการเลือกใช้วัสดุเพื่อสร้างผนังบ้าน ภายใต้การสำรวจตรวจสอบข้อมูลแล้ว โดยการรายงานมีองค์ประกอบ ดังนี้

- 1) ค้นพบข้อมูลอะไรบ้าง
- 2) ค้นพบข้อมูลเหล่านี้ได้อย่างไร
- 3) ข้อมูลเหล่านี้จะช่วยให้การออกแบบการก่อสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศได้อย่างไร

7. Extension Phase: ขั้นนำความรู้ไปใช้ (30 นาที)

นักเรียนเขียนอธิบายความรู้ที่ได้รับเกี่ยวกับเรื่องการเลือกวัสดุสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศว่าสามารถนำไปเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันและมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างไร ให้บันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1

ชิ้นงาน/ภาระงาน

รายงานการการเลือกใช้วัสดุในสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ

การประเมินผล

1. ครูประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. ครูประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์
3. ครูประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนของนักเรียนจากใบกิจกรรมที่ 1

สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลาง
- Power Point เรื่อง การเลือกวัสดุสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ
- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การเลือกวัสดุสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ
- แหล่งเรียนรู้ทางอินเทอร์เน็ต (สำหรับให้นักเรียนใช้ในการสืบค้นเกี่ยวกับวัสดุที่ใช้ในการสร้างผนังบ้านเชิงนิเวศ)

บันทึกผลหลังการสอน

1. ผลการสอน

.....

.....

.....

2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

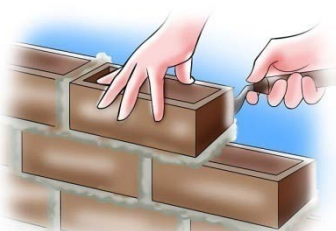
(นางสาวสุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์)



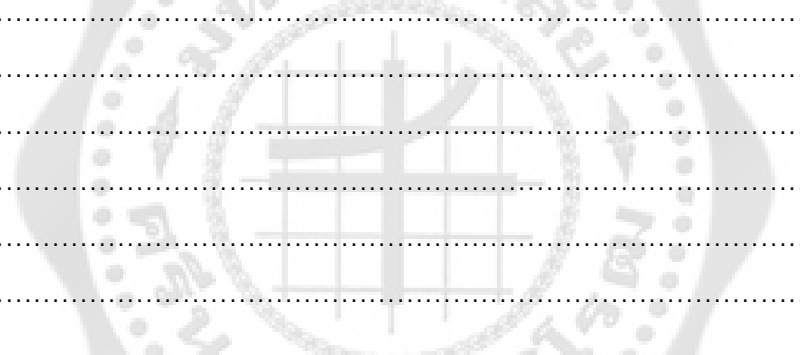
ชื่อ.....ห้อง.....เลขที่.....

ใบกิจกรรม ที่ 1

เรื่อง การเลือกวัสดุสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ

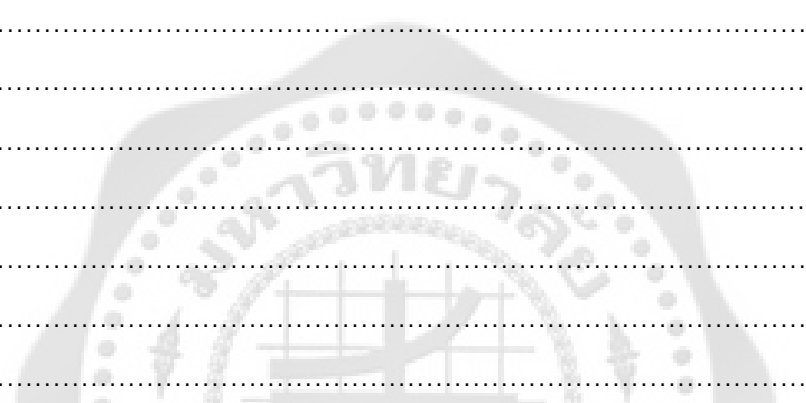


สิ่งใดคือปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของอาคารบ้านเรือน



องค์ประกอบใดบ้างของบ้านที่มีผลต่อการลดอุณหภูมิของตัวบ้านทั้งในเวลากลางวัน และเวลา กลางคืน เพราะเหตุใด

ความสำคัญของผนังบ้าน



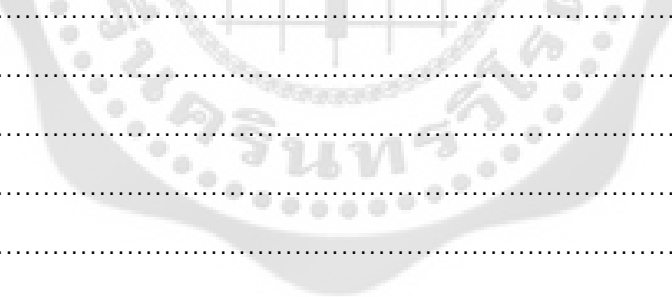
วัสดุที่สามารถนำมาสร้างเป็นผนังบ้านพักเชิงนิเวศได้ และมีคุณสมบัติในการลดอุณหภูมิของบ้านได้



วัสดุที่กลุ่มนำมาใช้ในการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ

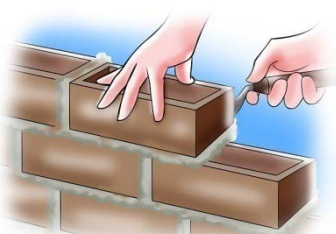


คุณสมบัติของวัสดุที่เลือกนำมาใช้ในการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ



เจลยไบกิจกรรม ที่ 1

เรื่อง การเลือกวัสดุสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ



สิ่งใดคือปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของอาคารบ้านเรือน

ตัวอย่างคำตอบ: พลังงานความร้อนจากแสงแดด ที่ถ่ายโอนเข้าสู่อาคารบ้านเรือน

องค์ประกอบใดบ้างของบ้านที่มีผลต่อการลดอุณหภูมิของตัวบ้านทั้งในเวลากลางวัน และเวลากลางคืน เพราะเหตุใด

ตัวอย่างคำตอบ: หลังคา รูปทรง และผนังของตัวบ้าน

วิธีการใดบ้างที่ช่วยแก้ปัญหาบ้านร้อนได้

ตัวอย่างคำตอบ: การสร้างผนังของบ้าน ที่สามารถระบายความร้อนภายในตัวบ้านและมีความมั่นคงแข็งแรง การสร้างหลังคาที่สามารถระบายความร้อนได้ดี การ และการออกแบบรูปทรงของบ้านที่สามารถระบายความร้อนได้ดี เป็นต้น

องค์ประกอบใดของบ้าน ที่มีผลในการช่วยลดอุณหภูมิภายในตัวบ้านและสัดส่วนและมีสัดส่วนเป็นอย่างไร

ตัวอย่างคำตอบ: หน้าต่างช่วยลดอุณหภูมิได้ 10 เปอร์เซ็นต์ ช่องลมช่วยลดอุณหภูมิได้ 15 เปอร์เซ็นต์ ฝ้าบ้านช่วยลดอุณหภูมิได้ 15 เปอร์เซ็นต์ หลังคาช่วยลดอุณหภูมิได้ 25 เปอร์เซ็นต์ และผนังบ้านช่วยลดอุณหภูมิได้ 35 เปอร์เซ็นต์

ความสำคัญของผนังบ้าน

ตัวอย่างคำตอบ: ผนังของตัวบ้านเป็นโครงสร้างที่ทำให้บ้านมั่นคง แข็งแรงทำให้ผู้ที่อยู่อาศัยในบ้านเกิดความปลอดภัย เป็นตัวบังแดด ลม ฝน ให้กับพื้นที่ภายในบ้าน และเป็นตัวแบ่งพื้นที่ใช้สอยภายในบ้าน นอกจากนี้ยังสามารถช่วยในการลดอุณหภูมิภายในตัวบ้าน หากเลือกวัสดุที่เหมาะสมในการนำมาสร้างผนังตัวบ้าน

วัสดุที่สามารถนำมาสร้างเป็นผนังบ้านพักเชิงนิเวศได้ และมีคุณสมบัติในการลดอุณหภูมิของบ้านได้
ตัวอย่างคำตอบ: อิฐมวลเบา อิฐมอญ ปูน แก้ว ไม้ คอนกรีตมวลเบา ยิปซัม และกระจก ลามิเนต วอลล์-
 เปเปอร์ ไม้อัด กระเบื้อง และสีทาผนัง เป็นต้น

วัสดุที่กลุ่มนำมาใช้ในการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ

ตอบตามการสืบค้นของนักเรียน

คุณสมบัติของวัสดุที่เลือกนำมาใช้ในการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ

ตอบตามการสืบค้นของนักเรียน

วิธีการเก็บข้อมูล/แหล่งที่มา/ความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ตอบตามการสืบค้นของนักเรียน

การเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน

ตอบตามการสืบค้นของนักเรียน



เกณฑ์การให้คะแนน ใบกิจกรรม ที่ 1
เรื่อง การเลือกวัสดุสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ

ให้คะแนนจากความถูกต้องในการตอบคำถามจากใบกิจกรรม

ถูกต้อง 9 – 10 ข้อ	ได้คะแนน 5 คะแนน
ถูกต้อง 7 – 8 ข้อ	ได้คะแนน 4 คะแนน
ถูกต้อง 5 – 6 ข้อ	ได้คะแนน 3 คะแนน
ถูกต้อง 3 – 4 ข้อ	ได้คะแนน 2 คะแนน
ถูกต้อง 1 – 2 ข้อ	ได้คะแนน 1 คะแนน



แผนการจัดการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ
เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชา วิทยาศาสตร์ (ว 21101) จำนวน 1.5 หน่วยกิต
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ

เรื่อง การออกแบบผนังบ้านพักเชิงนิเวศ

เวลา 4 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวสุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

1. วิชาวิทยาศาสตร์

สาระที่ 5: พลังงาน

ตัวชี้วัด ว. 5.1 ม. 1/2 , ว. 5.1 ม. 1/3

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม.1/2 , ว 8.1 ม.1/3

2. วิชาคณิตศาสตร์

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

ตัวชี้วัด ค 1.1 ม.1/2 , ค 1.2 ม.1/1 , ค 1.3 ม.1/1 , ค 1.3 ม.1/2 , ค 1.3 ม.1/3, ค 1.4 ม. 1/1

สาระที่ 3 เรขาคณิต

ตัวชี้วัด ค 3.1 ม. 1/3

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ตัวชี้วัด ค 6.1 ม.1/1 , ค 6.1 ม.1/2, ค 6.1 ม.1/4, ค 6.1 ม.1/5, ค 6.1 ม.1/6

สาระสำคัญ (ความคิดรวบยอด)

- ด้านวิทยาศาสตร์ คือ การเลือกใช้ตัว นำและฉนวนที่มีสมบัติในการดูดกลืนความร้อนและคายความร้อนได้ต่างกันมาออกแบบเป็นผนังบ้านพักเชิงนิเวศ
- ด้านเทคโนโลยี คือ ใช้กระบวนการเทคโนโลยีในการสืบค้นหาข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ
- ด้านวิศวกรรมศาสตร์ คือ หลักการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในขั้นตอนของการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore ideas) และการวางแผนและพัฒนา (Plan & Develop)
- ด้านคณิตศาสตร์ คือ การหารูปทรงที่เหมาะสมในการนำวัสดุต่าง ๆ มาผสมกันเป็นผนังบ้านพักเชิงนิเวศ

จุดประสงค์การเรียนรู้

- ความรู้

- อธิบายวิธีการเลือกใช้ตัวนำและฉนวนที่มีสมบัติในการดูดกลืนความร้อนและคายความร้อนได้
- การนำวัสดุรอบตัวมาใช้ในการออกแบบการสร้างผนังของบ้านพักเชิงนิเวศอย่างสร้างสรรค์
- ใช้กระบวนการเทคโนโลยีในการสืบค้นหาข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ
- ใช้หลักการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในขั้นตอนของการ ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore ideas) และการวางแผนและพัฒนา (Plan & Develop) มาออกแบบเป็นผนังบ้านพักเชิงนิเวศ
- สามารถหารูปทรงที่เหมาะสมในการนำวัสดุต่าง ๆ มาผสมกันเป็นผนังบ้านพักเชิงนิเวศ

- ทักษะ/กระบวนการ

- สามารถบอกวิธี ขั้นตอนในการออกแบบผนังบ้านได้ทั้งหมดอย่างถูกต้องและครบถ้วน
- สามารถออกแบบผนังของบ้านพักเชิงนิเวศที่มีคุณสมบัติในการระบายความร้อนให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย

- คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม
- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

ด้านการอ่าน คิดวิเคราะห์และเขียน

นักเรียนสามารถอ่าน คิดวิเคราะห์ อธิบายความหมาย และสรุปข้อมูลต่าง ๆ ที่สืบค้นมาได้

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสาร
2. นักเรียนมีความสามารถในการคิด
 - ทักษะการคิดวิเคราะห์
3. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา
4. นักเรียนมีความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
 - กระบวนการปฏิบัติ
 - กระบวนการทำงานกลุ่ม
5. นักเรียนมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

1. Elicitation Phase: ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (20 นาที)

ครูตั้งคำถามโดยวิธีการสุ่มเรียกเพื่อทดสอบความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องของวัสดุที่ใช้ในการสร้างผนังบ้านพัก ดังนี้

1.1 ผนังของบ้าน มีความสำคัญอย่างไร (เป็นตัวแบ่งกั้นระหว่างภายในตัวบ้านและภายนอกอาคาร ทำให้ผู้อยู่อาศัยภายในบ้านเกิดความปลอดภัย และระบายความร้อนภายในตัวบ้าน)

1.2 นักเรียนคิดว่าวัสดุชนิดใดบ้างที่สามารถนำมาสร้างเป็นผนังตัวบ้าน แล้วสามารถช่วยในเรื่องของการระบายความร้อนภายในตัวบ้านได้ (อิฐมวลเบา วัสดุต่างๆที่เป็นฉนวนกันความร้อน เช่น กระฉกสีเขียวตัดแสง ม่านกันแดดที่ทำมาจากไม้ เป็นต้น)

1.3 ครูนำนักเรียนเชื่อมโยงความรู้เรื่องการสร้างผนังบ้านเข้าสู่หลักการ เรื่องการถ่ายโอนความร้อน โดยให้นักเรียนช่วยกันบอกว่าการสร้างผนังบ้านที่ช่วยระบายความร้อนใช้หลักการถ่ายโอนความร้อนได้อย่างไรบ้าง และให้นักเรียนร่วมกันยกตัวอย่าง (การสร้างผนังบ้านที่สามารถช่วยระบายความร้อน อ. ใช้หลักการนำความร้อน โดยต้องเลือกวัสดุในการสร้างผนังบ้านที่ไม่ใช่ตัวนำความร้อน แต่ควรเลือกวัสดุที่เป็นฉนวนความร้อนในการสร้าง เช่น อิฐ กระฉก ไม้ เป็นต้น)

2. Engagement Phase: ขั้นสร้างความสนใจ (20 นาที)

2.2 ครูนำนักเรียนเข้าสู่การเรียนรู้ เรื่อง การออกแบบผนังบ้านพักเชิงนิเวศและอธิบายจุดประสงค์การเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้

2.2 ครูกำหนดโจทย์ให้นักเรียน คือ นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องออกแบบผนังของบ้านพักเชิงนิเวศ ที่สามารถช่วยในเรื่องของการระบายความร้อนภายในตัวบ้าน ความมั่นคงแข็งแรง และความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยในการออกแบบต้องใช้หลักการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process)

3. Exploration Phase: ขั้นสำรวจและค้นหา (60 นาที)

3.1 ครูอธิบายถึงความสำคัญของการออกแบบ ดังนี้ การออกแบบสามารถแก้ไขปัญหาของมนุษย์ได้ การออกแบบจึงมีความสำคัญ ดังเช่น 1). การวางแผนการทำงาน งานออกแบบจะช่วยให้การทำงานเป็นไปตามขั้นตอน อย่างเหมาะสม และประหยัดเวลา ดังนั้นการออกแบบคือการวางแผนการทำงานที่ดี 2). การนำเสนอผลงาน ผลงานออกแบบจะช่วยให้ผู้เกี่ยวข้องมีความเข้าใจตรงกันอย่างชัดเจน 3). สามารถอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับงานช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องและผู้พบเห็นมีความเข้าใจที่ชัดเจนขึ้น ผลงานออกแบบจึงเป็นตัวแทนความคิดของผู้ออกแบบได้ทั้งหมด 4). แบบจะมีความสำคัญมาก ถ้าผู้ออกแบบกับผู้สร้างงานหรือผู้ผลิตเป็นคนละคนกัน เช่น สถาปนิกกับช่างก่อสร้าง นักออกแบบกับผู้ผลิตในโรงงาน

นอกจากนี้ประโยชน์ของการออกแบบยังมีคุณค่าต่อวิถีชีวิตเรา คือ 1). คุณค่าทางกาย คุณค่าของงานออกแบบที่มีผลทางด้านร่างกาย คือคุณค่าที่มีประโยชน์ใช้สอยในชีวิตประจำวัน โดยตรง เช่น ผนังบ้านมีไว้สำหรับทำให้บ้านมั่นคง แข็งแรง บังแดด ลม ฝน และระบายความร้อนให้กับพื้นที่ภายในบ้าน 2). คุณค่าทางอารมณ์ความรู้สึก เป็นคุณค่าที่เน้นความชื่นชอบ ฟังพอใจ สุขสบายใจ ไม่มีผลทางประโยชน์ใช้สอยโดยตรง เช่น งานออกแบบทางทัศนศิลป์ การออกแบบตกแต่งผนังของบ้าน เป็นต้น 3). คุณค่าทางทัศนคติ เน้นการสร้างทัศนคติอย่างใดอย่างหนึ่งต่อผู้พบเห็น เช่น อนุสาวรีย์สร้างทัศนคติให้รักชาติ กล้าหาญ หรือทำความดีงาม เป็นต้น

3.2 ครูอธิบายหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรม(Engineering Design Process) ให้กับนักเรียน โดยมีขั้นตอน ดังนี้

- 1). การระบุปัญหา (Identify challenge)
- 2). การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore ideas)
- 3). การวางแผนและพัฒนา (Plan & Develop)
- 4). การทดสอบและประเมินผล (Test & Evaluate)
- 5). การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the solution)

3.3 หลังจากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการออกแบบผนังบ้านพักเชิงนิเวศ ที่สามารถช่วยในเรื่องของการระบายความร้อนภายในตัวบ้านและมีความมั่นคง แข็งแรง การระบายความร้อนภายในตัวบ้าน ความมั่นคงแข็งแรง และความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

3.4 นักเรียนทำการเลือกวัสดุที่ดีที่สุด แล้วนำมาวางแผนในการพัฒนา ออกแบบการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ โดยที่นักเรียนต้องออกแบบตามหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) เพียง 3 ขั้นตอนแรกก่อน คือ

- 1). การระบุปัญหา (Identify challenge)
- 2). การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore ideas)
- 3). การวางแผนและพัฒนา (Plan & Develop) โดยยังไม่ต้องทำการสร้างผนังขึ้นมา

3.5 นักเรียนต้องจดบันทึกทุกขั้นตอนและทุกกระบวนการออกแบบลงในใบกิจกรรมที่ 2 อย่างละเอียด

4. Explanation Phase: ขึ้นอธิบายและลงข้อสรุป (40 นาที)

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมารายงานแสดงผลการออกแบบผนังบ้านพักเชิงนิเวศ ว่ามีขั้นตอนและกระบวนการออกแบบอย่างไร (นักเรียนสามารถ นำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง รูปวาด ตาราง กราฟ ฯลฯ) และรูปแบบการออกแบบตรงกับแนวคิดในเรื่องใดบ้าง โดยให้เวลากลุ่มละ 7 นาทีในการอธิบายและลงข้อสรุป

4.2 ให้เวลากลุ่มละ 7 นาทีในการในการอธิบายและลงข้อสรุป

5. Expansion Phase / Elaboration Phase: ขยายความรู้ (30 นาที)

นักเรียนนำความรู้ที่สร้างขึ้นจากการออกแบบผนังบ้านพักเชิงนิเวศในรูปแบบของนักเรียนไปเชื่อมโยงกับการออกแบบผนังบ้านพักเชิงนิเวศของนักเรียนกลุ่มอื่น แล้วตอบคำถามตามหัวข้อ ดังนี้

- มีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
- มีจุดเด่น และจุดด้อยอย่างไรบ้าง

6. Evaluation Phase: ประเมินผล (40 นาที)

6.1 นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันทบทวนและแบ่งปันความรู้ความเข้าใจร่วมกันในเรื่องการออกแบบผนังบ้านพัก ทั้งภายในและภายนอกกลุ่ม เพื่อตรวจสอบซึ่งกันและกันในเรื่องของความรู้ความเข้าใจในการออกแบบผนังของบ้านพักเชิงนิเวศ และเป็นประโยชน์ต่อการนำไปสร้างเป็นผนังบ้านพักเชิงนิเวศจำลองต่อไป

6.2 นักเรียนทำเอกสารรายงานข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบผนังบ้านพักเชิงนิเวศ โดยมีหัวข้อในการทำเอกสารรายงาน คือ ข้อมูลเหล่านี้จะช่วยให้การออกแบบการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศได้อย่างไร

7. Extension Phase: ขยายความรู้ไปใช้ (30 นาที)

นักเรียนเขียนอธิบายความรู้ที่ได้รับเกี่ยวกับกระบวนการออกแบบการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศว่าสามารถนำหลักการออกแบบไปเชื่อมโยงเรื่องใดได้อีกบ้างที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

ชิ้นงาน/ภาระงาน

แบบแสดงการออกแบบการสร้างผนังของบ้านพักเชิงนิเวศ

การประเมินผล

ครูประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนของนักเรียนจากใบกิจกรรมที่ 2

สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลาง
- Power Point เรื่อง การออกแบบผนังบ้านพักเชิงนิเวศ
- ใบกิจกรรม 2 เรื่อง กระบวนการออกแบบการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ
- แหล่งเรียนรู้ทางอินเทอร์เน็ต (สำหรับให้นักเรียนใช้ในการสืบค้นเกี่ยวกับการออกแบบผนังบ้านพักเชิงนิเวศ)

บันทึกผลหลังการสอน

1. ผลการสอน

.....

.....

.....

2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

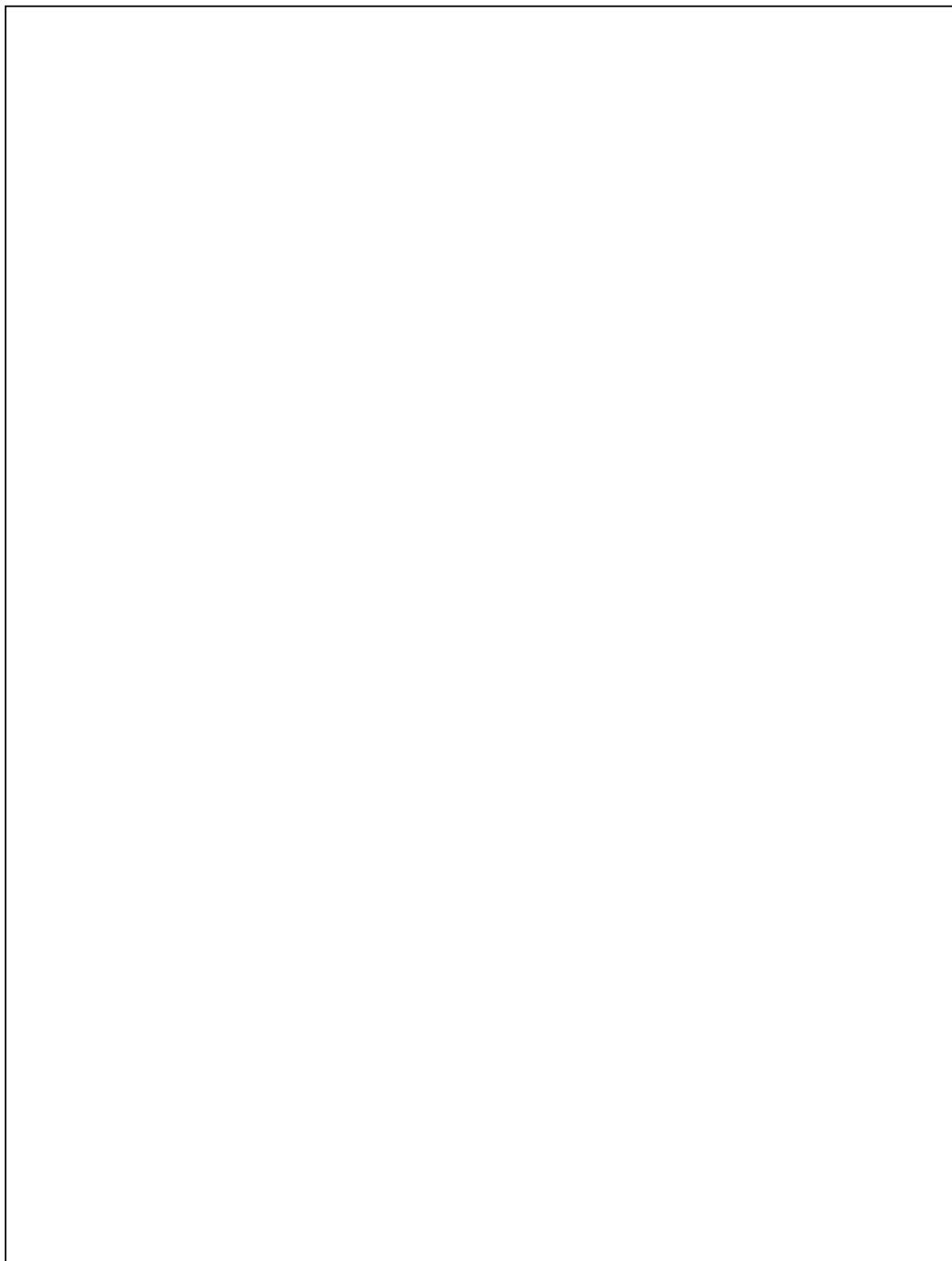
.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน
(นางสาวสุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์)



แบบจำลองบ้านพักเชิงนิเวศ



เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์จากรายงาน เรื่อง การออกแบบผนังบ้านพักเชิงนิเวศ

คะแนน 5 คะแนน

หมายถึงการออกแบบผนังบ้านพักเชิงนิเวศ ระบุวัสดุในการเลือกใช้ในการออกแบบสร้างผนังได้ แบบจำลองบ้านพักมีรายละเอียดขั้นตอนในการปฏิบัติงานและแบบจำลองบ้านพักสมบูรณ์ พร้อมบอกเหตุผลในการเลือกวัสดุแต่ละชนิดโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ

คะแนน 4 คะแนน

หมายถึงการออกแบบผนังบ้านพักเชิงนิเวศ ระบุวัสดุในการเลือกใช้ในการออกแบบสร้างผนังได้ แบบจำลองบ้านพักมีรายละเอียดขั้นตอนในการปฏิบัติงานไม่สมบูรณ์แต่มีแบบจำลองบ้านพัก พร้อมบอกเหตุผลในการเลือกวัสดุแต่ละชนิดโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ

คะแนน 3 คะแนน

หมายถึงการออกแบบผนังบ้านพักเชิงนิเวศ ระบุวัสดุในการเลือกใช้ในการออกแบบสร้างผนังได้ แบบจำลองบ้านพักมีรายละเอียดขั้นตอนในการปฏิบัติงานไม่สมบูรณ์และไม่มีแบบจำลองบ้านพัก แต่มีการบอกเหตุผลในการเลือกวัสดุแต่ละชนิดโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ

คะแนน 2 คะแนน

หมายถึงการออกแบบผนังบ้านพักเชิงนิเวศ ระบุวัสดุในการเลือกใช้ในการออกแบบสร้างผนังได้ แบบจำลองบ้านพักมีรายละเอียดขั้นตอนในการปฏิบัติงานไม่สมบูรณ์และไม่มีแบบจำลองบ้านพัก แต่มีการบอกเหตุผลในการเลือกวัสดุแต่ละชนิดโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ แต่เหตุผลไม่ชัดเจน

คะแนน 1 คะแนน

หมายถึงการออกแบบผนังบ้านพักเชิงนิเวศ ระบุวัสดุในการเลือกใช้ในการออกแบบสร้างผนังได้ แบบจำลองบ้านพักมีรายละเอียดขั้นตอนในการปฏิบัติงานไม่สมบูรณ์และไม่มีแบบจำลองบ้านพัก ไม่มีการบอกเหตุผลในการเลือกวัสดุแต่ละชนิดโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ แต่เหตุผลไม่ชัดเจน

แผนการจัดการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ
เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชา วิทยาศาสตร์ (ว 21101) จำนวน 1.5 หน่วยกิต
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ
 เรื่อง การสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ เวลา 4 ชั่วโมง
 ผู้สอน นางสาวสุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

1. วิทยาศาสตร์

สาระที่ 5: พลังงาน

ตัวชี้วัด ว. 5.1 ม. 1/1 , ว. 5.1 ม. 1/2 , ว. 5.1 ม. 1/3

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม.1/6 , ว 8.1 ม.1/8

2. วิชาคณิตศาสตร์

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

ตัวชี้วัด ค 1.1 ม.1/2 , ค 1.2 ม.1/1 , ค 1.3 ม.1/1 , ค 1.3 ม.1/2 , ค 1.3 ม.1/3, ค 1.4 ม. 1/1

สาระที่ 3 เรขาคณิต

ตัวชี้วัด ค 3.1 ม. 1/1 , ค 3.1 ม. 1/2 , ค 3.1 ม. 1/3

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ตัวชี้วัด ค6.1 ม.1/1 , ค 6.1 ม.1/2 , ค 6.1 ม.1/3 , ค 6.1 ม.1/4 , ค 6.1 ม.1/5 , ค 6.1 ม.1/6

สาระสำคัญ (ความคิดรวบยอด)

- ด้านวิทยาศาสตร์ คือ ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ
- ด้านเทคโนโลยี คือ ใช้กระบวนการเทคโนโลยีในการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ
- ด้านวิศวกรรมศาสตร์ คือ หลักการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในขั้นตอนของการทดสอบและการประเมินผล (Test & Evaluate) และการนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution)
- ด้านคณิตศาสตร์ คือ การ หาคำนวณสัดส่วน และการประมาณค่าที่เหมาะสมในการนำวัสดุต่าง ๆ มาผสมกันเป็นผนังบ้านพักเชิงนิเวศ

จุดประสงค์การเรียนรู้

- ความรู้
 - อธิบายวิธีการสร้างผนังของบ้านพักตากอากาศได้ตามกระบวนการที่ออกแบบไว้
 - สามารถสร้างผนังของบ้านพักเชิงนิเวศจำลอง โดยทำตามขั้นตอนของกระบวนการที่ออกแบบไว้
 - สามารถใช้กระบวนการเทคโนโลยีในการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ
 - สามารถใช้หลักการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในขั้นตอนของการทดสอบและการประเมินผล (Test & Evaluate) และการนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution)
 - สามารถคำนวณหาสัดส่วน และการประมาณค่าที่เหมาะสมในการนำวัสดุต่าง ๆ มาผสมกันเป็นผนังบ้านพักเชิงนิเวศ
- ทักษะ/กระบวนการ
 - กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา
 - การนำเสนอผนังของบ้านพักเชิงนิเวศจำลอง ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลลัพธ์ที่ได้กับแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์
 - สร้างผนังของบ้านพักตากอากาศได้ตามกระบวนการที่ออกแบบไว้อย่างสร้างสรรค์
- คุณลักษณะอันพึงประสงค์
 - ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม
 - มีวินัย
 - ใฝ่เรียนรู้
 - มุ่งมั่นในการทำงาน

ด้านการอ่าน คติวิเคราะห์และเขียน

นักเรียนสามารถอ่าน คติวิเคราะห์ อธิบายความหมาย และสรุปข้อมูลต่างๆที่สืบค้นมาได้

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสาร
2. นักเรียนมีความสามารถในการคิด
 - ทักษะการคิดวิเคราะห์
3. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา
4. นักเรียนมีความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
 - กระบวนการปฏิบัติ
 - กระบวนการทำงานกลุ่ม
5. นักเรียนมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

1. Elicitation Phase: ขั้นทบทวนความรู้เดิม (15 นาที)

ครูตั้งคำถามโดยวิธีการเล่นเกมสลับคำถามเพื่อทดสอบความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องการออกแบบผนังบ้านพักตากอากาศ โดยใช้วิธีการเล่นเกมสลับคือกลุ่มใดที่ยกมือตอบคำถามได้ถูกต้องก่อนก็จะได้คะแนนไป และมีประเด็นคำถาม ดังนี้

1.1 ก่อนทำการการออกแบบผนังของบ้านพักเชิงนิเวศ ควรทำสิ่งใดก่อนต้องมีการวางแผน

1.2 กระบวนการออกแบบ มีความสำคัญอย่างไร (การออกแบบสามารถแก้ไขปัญหาของมนุษย์ได้ การออกแบบจึงมีความสำคัญ ดังเช่น 1). การวางแผนการทำงาน งานออกแบบจะช่วยให้การทำงานเป็นไปตามขั้นตอน อย่างเหมาะสม และประหยัดเวลา ดังนั้นการออกแบบคือการวางแผนการทำงานที่ดี 2). การนำเสนอผลงาน ผลงานออกแบบจะช่วยให้ผู้เกี่ยวข้องมีความเข้าใจตรงกัน อย่างชัดเจน 3). สามารถอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับงานช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องและผู้พบเห็นมีความเข้าใจที่ชัดเจนขึ้น ผลงานออกแบบจึงเป็นตัวแทนความคิดของผู้ออกแบบได้ทั้งหมด 4). แบบจะมีความสำคัญมาก ถ้าผู้ออกแบบกับผู้สร้างงานหรือผู้ผลิตเป็นคนละคนกัน เช่น สถาปนิกกับช่างก่อสร้าง นักออกแบบกับผู้ผลิตในโรงงาน นอกจากนี้ประโยชน์ของการออกแบบยังมีคุณค่าต่อวิถีชีวิตเรา คือ 1). คุณค่าทางกาย คุณค่าของงานออกแบบที่มีผลทางด้านร่างกาย คือคุณค่าที่มีประโยชน์ใช้สอยในชีวิตประจำวันโดยตรง เช่น ผนังบ้านมีไว้สำหรับทำให้บ้านมั่นคง แข็งแรง บังแดด ลม ฝน และระบายความร้อนให้กับพื้นที่ภายในบ้าน 2). คุณค่าทางอารมณ์ความรู้สึก เป็นคุณค่าที่เน้นความชื่นชอบ ฟังพอใจ สุขสบายใจ ไม่มีผลทางประโยชน์ใช้สอยโดยตรง เช่น งานออกแบบทางทัศนศิลป์ การออกแบบตกแต่งผนังของบ้าน เป็นต้น 3). คุณค่าทางทัศนคติ เน้นการสร้างทัศนคติอย่างใดอย่างหนึ่งต่อผู้พบเห็น เช่น อนุสาวรีย์สร้างทัศนคติให้รักชาติ กล้าหาญ หรือทำความดีงาม เป็นต้น)

1.3 กระบวนการออกแบบผนังบ้านพักเชิงนิเวศ ใช้หลักการใดในการออกแบบ และมีขั้นตอนอย่างไรบ้าง (ใช้หลักการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) โดยมีขั้นตอนดังนี้ 1). การระบุปัญหา (Identify challenge) 2). การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore ideas) 3). การวางแผนและพัฒนา (Plan & Develop) 4). การทดสอบและประเมินผล (Test & Evaluate) 5). การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the solution)

2. Engagement Phase: ขั้นสร้างความสนใจ (15 นาที)

2.1 หลังจากนักเรียนได้ออกแบบการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรียบร้อยแล้ว ครูนำนักเรียนเข้าสู่ขั้นตอนการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศจำลอง

2.2 ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ Think Pair Share โดยการจับคู่กันภายในกลุ่มของตนเอง แล้วแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันเกี่ยวกับการดำเนินการสร้างผนังจำลองตามขั้นตอนของกระบวนการ ออกแบบที่นักเรียนได้ออกแบบมาแล้ว

3. Exploration Phase: ขั้นสำรวจและค้นหา (80 นาที)

3.1 ให้นักเรียนออกแบบบ้านพักเชิงนิเวศตามหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) ใน 3 ขั้นตอนหลัก คือ 1). การวางแผนและพัฒนา (Plan & Develop) 2). การทดสอบและประเมินผล (Test & Evaluate) และ 3). การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the solution)

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศที่สามารถช่วยในเรื่องของการระบายความร้อนภายในตัวบ้าน และมีความมั่นคง แข็งแรง และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

3.3 หลังจากที่นักเรียนสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศจำลองขึ้นมา ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบวิธีการทดสอบคุณภาพของผนัง และสร้างเกณฑ์ในการประเมินคุณภาพของผนัง แล้วนำมาประเมินว่าผนังจำลองที่สร้างขึ้นผ่านเกณฑ์หรือไม่

3.4 นักเรียนต้องจดบันทึกทุกขั้นตอนและทุกกระบวนการออกแบบลงในใบกิจกรรมที่ 3 อย่างละเอียด

4. Explanation Phase: ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (40 นาที)

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมา นำผลงานผนังบ้านพักเชิงนิเวศจำลองมานำเสนอหน้าชั้นเรียน ว่ามีขั้นตอนการสร้างอย่างไร พบปัญหาในการสร้าง และหลังจากการสร้างอย่างไร โดยนักเรียนสามารถนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง รูปวาด ตาราง กราฟ ฯลฯ และนักเรียนต้องอ้างอิงรูปแบบการออกแบบของนักเรียนด้วยว่าตรงกับแนวคิดในเรื่องใดบ้าง

5. Expansion Phase / Elaboration Phase: ขั้นขยายความรู้ (50 นาที)

ครูให้นักเรียนนำความรู้ที่เกิดขึ้นจากการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศไปเชื่อมโยงกับเรื่องการถ่ายโอนความร้อน ว่าสามารถนำหลักการเดียวกันไปสร้างสิ่งใดได้อีกบ้าง

6. Evaluation Phase: ขั้นประเมินผล (20 นาที)

ครูให้นักเรียนทำเอกสารรายงานข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบผนังบ้านพักเชิงนิเวศ โดยมีหัวข้อในการทำเอกสารรายงาน คือ หลังจากทำการสร้างบ้านพักเชิงนิเวศนักเรียนค้นพบข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในด้านใดบ้าง

7. Extension Phase: ขั้นนำความรู้ไปใช้ (20 นาที)

ครูตั้งคำถามนักเรียนเกี่ยวกับนำความรู้ที่สร้างขึ้นจากการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศที่สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในเรื่องใดได้อีกบ้าง โดยให้เขียนเป็นแผนผังมโนทัศน์และยกตัวอย่างมาไม่ต่ำกว่า 3 ตัวอย่าง

ชิ้นงาน/ภาระงาน

- แบบจำลองผนังของบ้านพักตากอากาศ
- รายงานการสร้างผนังบ้านพักตากอากาศ

การประเมินผล

ครูประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนของนักเรียนจากใบกิจกรรมที่ 3

สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลาง
- Power Point เรื่อง การสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ
- ใบกิจกรรม 3 เรื่อง การสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ
- แหล่งเรียนรู้ทางอินเทอร์เน็ต (สำหรับให้นักเรียนใช้ในการสืบค้นเกี่ยวกับการออกแบบผนังบ้านพักเชิงนิเวศ)



บันทึกผลหลังการสอน

1. ผลการสอน

.....

.....

.....

2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

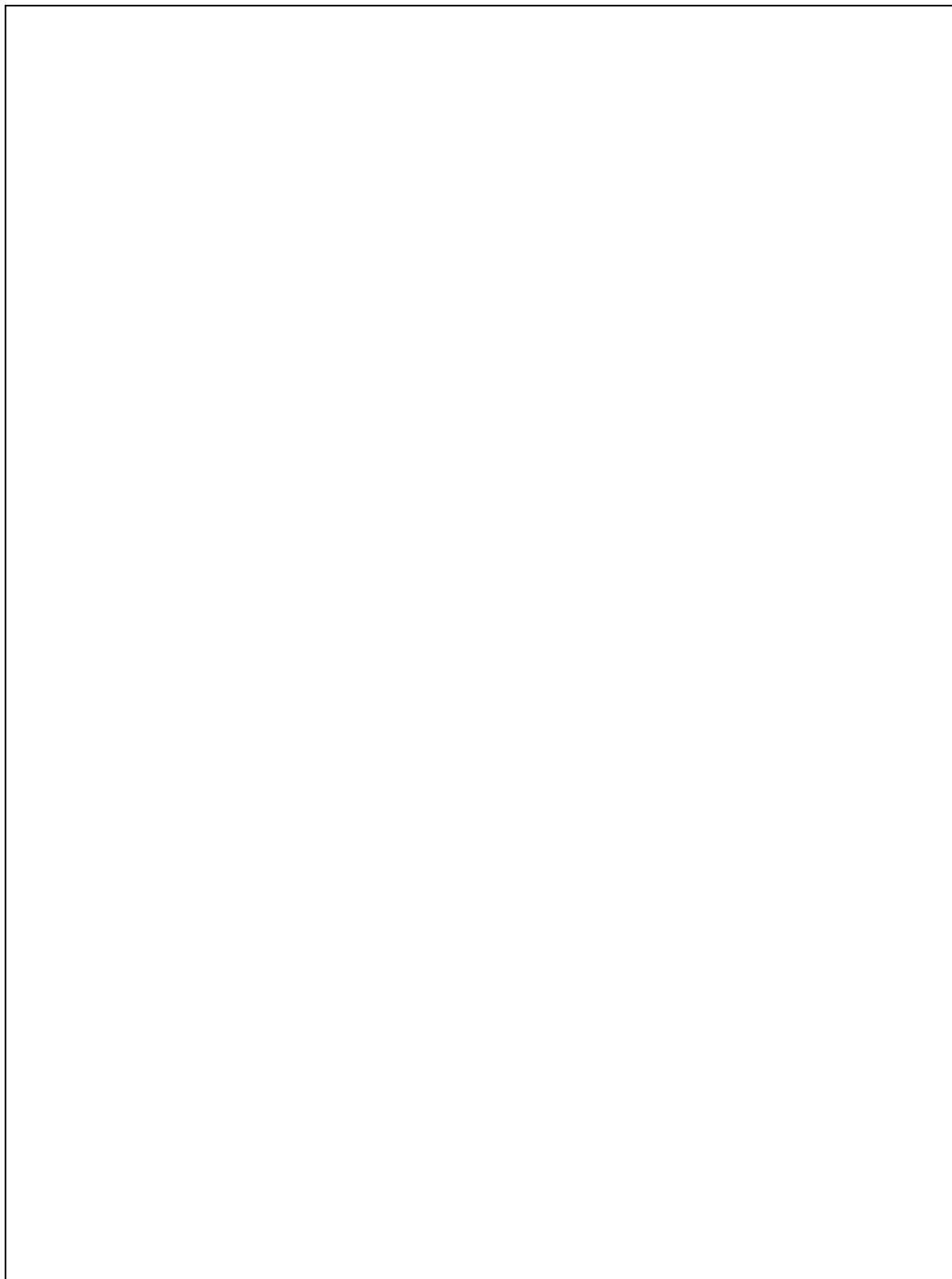
.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน
(นางสาวสุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์)



แผนภาพและรูปภาพบ้านพักเชิงนิเวศจำลอง



คะแนน 5 คะแนน

หมายถึงการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศได้ตรงตามทีออกแบบไว้ทั้งหมด พร้อมบอกวิธีการ
วิธีการในการสร้างผนังบ้านอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เข้าใจง่าย ชัดเจน

คะแนน 4 คะแนน

หมายถึงการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศได้ตรงตามทีออกแบบไว้บางส่วน พร้อมบอกวิธีการ
วิธีการในการสร้างผนังบ้านอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เข้าใจง่าย ชัดเจน

คะแนน 3 คะแนน

หมายถึงการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศได้ตรงตามทีออกแบบไว้บางส่วน พร้อมบอกวิธีการใน
สร้างผนังบ้านอย่างเป็นลำดับขั้นตอน แต่ยังเข้าใจยาก และไม่ชัดเจน

คะแนน 2 คะแนน

หมายถึงการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศได้ตรงตามทีออกแบบไว้บางส่วน พร้อมบอกวิธีการ
วิธีการในการสร้างผนังบ้านไม่เป็นลำดับขั้นตอน เข้าใจยาก และไม่ชัดเจน

คะแนน 1 คะแนน

หมายถึงการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศไม่ตรงตามทีออกแบบไว้ ไม่บอกวิธีการในการสร้างผนัง
บ้าน

แผนการจัดการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ
เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชา วิทยาศาสตร์ (ว 21102) จำนวน 1.5 หน่วยกิต
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ
 เรื่อง การแก้ไขจุดบกพร่องผนังบ้านพักเชิงนิเวศ เวลา 4 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวสุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

1. วิทยาศาสตร์

สาระที่ 5: พลังงาน

ตัวชี้วัด ว. 5.1 ม. 1/1 , ว. 5.1 ม. 1/2, ว. 5.1 ม. 1/3

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม.1/3, ว 8.1 ม.1/8, ว 8.1 ม.1/9

2. วิชาคณิตศาสตร์

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

ตัวชี้วัด ค 1.1 ม.1/2 , ค 1.2 ม.1/1 , ค 1.3 ม.1/1 , ค 1.3 ม.1/2 , ค 1.3 ม.1/3, ค 1.4 ม. 1/1

สาระที่ 3 เรขาคณิต

ตัวชี้วัด ค 3.1 ม. 1/3

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ตัวชี้วัด ค 6.1 ม.1/1 , ค 6.1 ม.1/2 , ค 6.1 ม.1/3 , ค 6.1 ม.1/4 , ค 6.1 ม.1/5 , ค 6.1 ม.1/6

สาระสำคัญ (ความคิดรวบยอด)

- ด้านวิทยาศาสตร์ คือ ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการตรวจสอบหาจุดบกพร่องและข้อแก้ไขในการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ
- ด้านเทคโนโลยี คือ ใช้กระบวนการเทคโนโลยีในการตรวจสอบหาจุดบกพร่องและข้อแก้ไขในการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ
- ด้านวิศวกรรมศาสตร์ คือ หลักการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในขั้นตอนของการทดสอบและการประเมินผล (Test & Evaluate) และการนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) และหากผนังบ้านพักเชิงนิเวศมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดี จะกลับเข้าสู่การระบุปัญหา (Identify a Challenge) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) การวางแผนและพัฒนา (Plan & Develop) การทดสอบและการประเมินผล (Test & Evaluate) และการนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) อีกครั้ง
- ด้านคณิตศาสตร์ คือ เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

จุดประสงค์การเรียนรู้

- ความรู้
 - อธิบายวิธีการตรวจสอบผนังของบ้านพักได้ตามกระบวนการที่ออกแบบไว้
 - อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหาได้
 - ใช้หลักการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในขั้นตอนของการทดสอบและการประเมินผล (Test & Evaluate) และการนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) ได้
- ทักษะ/กระบวนการ
 - กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการตรวจสอบหาจุดบกพร่องและข้อแก้ไขในการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศโดยทำตามขั้นตอนของกระบวนการตรวจสอบที่ได้ออกแบบไว้
- คุณลักษณะอันพึงประสงค์
 - ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม
 - มีวินัย
 - ใฝ่เรียนรู้
 - มุ่งมั่นในการทำงาน

ด้านการอ่าน คติวิเคราะห์และเขียน

นักเรียนสามารถอ่าน คติวิเคราะห์ อธิบายความหมาย และสรุปข้อมูลต่างๆที่สืบค้นมาได้

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสาร
2. นักเรียนมีความสามารถในการคิด
 - ทักษะการคิดวิเคราะห์
3. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา
4. นักเรียนมีความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
 - กระบวนการปฏิบัติ
 - กระบวนการทำงานกลุ่ม
5. นักเรียนมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4-5 คน เป็นจำนวน 7 กลุ่ม

1. Elicitation Phase: ขั้นทบทวนความรู้เดิม (25 นาที)

ครูตั้งคำถามเพื่อทดสอบความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องการสร้าง ผนังบ้านพักเชิงนิเวศ ดังนี้

1.1 วัสดุที่ใช้ในการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศของแต่ละกลุ่มมีอะไรบ้าง (ขึ้นอยู่กับแต่ละกลุ่มนำมาใช้)

1.2 การสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักคืออะไร (ช่วยในเรื่องการระบายความร้อนของภายในตัวบ้าน)

1.3 เกณฑ์ที่นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้ในการประเมินคุณภาพของผนังบ้านพักเชิงนิเวศมีอะไรบ้าง (ตอบตามผลการประเมินของแต่ละกลุ่ม)

1.4 จากเกณฑ์การประเมินคุณภาพของผนังบ้านพักเชิงนิเวศของนักเรียนแต่ละกลุ่มผ่านตามเกณฑ์การประเมินหรือไม่ (ตอบตามผลการประเมินของแต่ละกลุ่ม)

1.5 นักเรียนร่วมกันปรับเกณฑ์การประเมินคุณภาพของผนังบ้านพักเชิงนิเวศ เพื่อนำมาใช้ในการประเมินร่วมกันทุกกลุ่ม

2. Engagement Phase: ขั้นสร้างความสนใจ (35 นาที)

2.1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า จากการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศในครั้งนี้นักเรียนพบปัญหาหรือจุดบกพร่องใดบ้าง (ตอบตามความคิดเห็นของแต่ละกลุ่ม)

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันวิเคราะห์ถึงปัญหา หรือจุดบกพร่องที่พบจากการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ

3. Exploration Phase: ขั้นสำรวจและค้นหา (60 นาที)

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำปัญหา หรือจุดบกพร่องที่พบจากการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศมาหาข้อแก้ไข แล้วนำไปสร้างเป็นผนังบ้านพักเชิงนิเวศขึ้นมาใหม่ แต่หากนักเรียนกลุ่มใดไม่พบปัญหาในการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ ให้ทำการสำรวจ ค้นหา และออกแบบผนังบ้านเชิงนิเวศเพิ่มเติม เพื่อเป็นการพัฒนาคุณภาพของผนังบ้านให้สามารถช่วยในเรื่องของการระบายความร้อนได้ดียิ่งขึ้นไป

3.2 ในการแก้ไขและพัฒนาการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศนักเรียนสามารถทำได้หลายๆครั้ง และหลายรูปแบบ แต่ต้องมีการออกแบบตามหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) จนกว่าจะได้ผนังบ้านพักที่แต่ละกลุ่มคิดว่ามีประสิทธิภาพตรงตามเกณฑ์การประเมิน

3.3 เมื่อมีการแก้ไขสิ่งใดๆก็ตามเกี่ยวกับการสร้างผนังบ้านพักนักเรียนต้องจดบันทึกทุกขั้นตอนและทุกกระบวนการออกแบบลงในใบกิจกรรมที่ 4 อย่างละเอียด

4. Explanation Phase: ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (50 นาที)

นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำ เสนอผลงานผนังบ้านพักเชิงนิเวศหน้าชั้นเรียน ว่ามีขั้นตอนการสร้างอย่างไร มีการปรับปรุง แก้ไขจุดบกพร่อง และพัฒนาจากผนังอันเก่าอย่างไร โดยนักเรียนสามารถนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง รูปวาด ตาราง กราฟ ฯลฯ และนักเรียนต้องอ้างอิงรูปแบบการออกแบบของนักเรียนด้วยว่าตรงกับแนวคิดในเรื่องใดบ้าง

5. Expansion Phase / Elaboration Phase: ขั้นขยายความรู้ (50 นาที)

ให้นักเรียนทำรายงานว่าได้เรียนรู้อะไรบ้างหรือได้แนวคิดอะไรบ้างจากการตรวจสอบและกระบวนการแก้ไขปัญหาหรือจุดบกพร่อง ที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐานของข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมด

6. Evaluation Phase: ขั้นประเมินผล (40 นาที)

6.1 นักเรียนในกลุ่มร่วมกันประเมินคุณภาพของผนังบ้านพักเชิงนิเวศว่าผ่านเกณฑ์การประเมินหรือไม่ พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล

6.2 นักเรียนภายนอกกลุ่มประเมินคุณภาพของผนังบ้านพักเชิงนิเวศอีกครั้งว่าผ่านเกณฑ์การประเมินหรือไม่ พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล

6.3 ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนและแบ่งปันความรู้ความเข้าใจร่วมกันในเรื่องการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ ทั้งภายในและภายนอกกลุ่ม เพื่อตรวจสอบซึ่งกันและกันในเรื่องของความรู้ความเข้าใจในการออกแบบผนังของบ้านพักเชิงนิเวศ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการนำไปสร้างเป็นผนังบ้านพักเชิงนิเวศ

7. Extension Phase: ขั้นขยายความคิดรวบยอด (40 นาที)

นักเรียนเขียนอธิบายความรู้ที่ได้รับเกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพผนังบ้านพักเชิงนิเวศ รวมถึงกระบวนการแก้ไขปัญหาหรือจุดบกพร่อง ว่าสามารถนำหลักการนี้ไปเชื่อมโยงเรื่องใดได้อีกบ้างที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

ชิ้นงาน/ภาระงาน

- แบบจำลองผนังของบ้านพักเชิงนิเวศ
- รายงานการตรวจสอบและแก้ไขการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ

การประเมินผล

1. ครูประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. ครูประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์
3. ครูประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนของนักเรียนจากใบกิจกรรมที่ 4

สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลาง
- Power Point เรื่อง การแก้ไขปัญหาที่พบจากการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ
- ใบกิจกรรม 4 เรื่อง การแก้ไขปัญหาที่พบจากการสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ
- แหล่งเรียนรู้ทางอินเทอร์เน็ต (สำหรับให้นักเรียนใช้ในการสืบค้นเกี่ยวกับวัสดุที่ใช้ในการสร้างผนังบ้านเชิงนิเวศ)



บันทึกผลหลังการสอน

1. ผลการสอน

.....

.....

.....

2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน
(นางสาวสุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์)



ชื่อ.....ห้อง.....เลขที่.....

ใบกิจกรรม ที่ 4

เรื่อง การแก้ไขจุดบกพร่องผนังบ้านพักเชิงนิเวศ

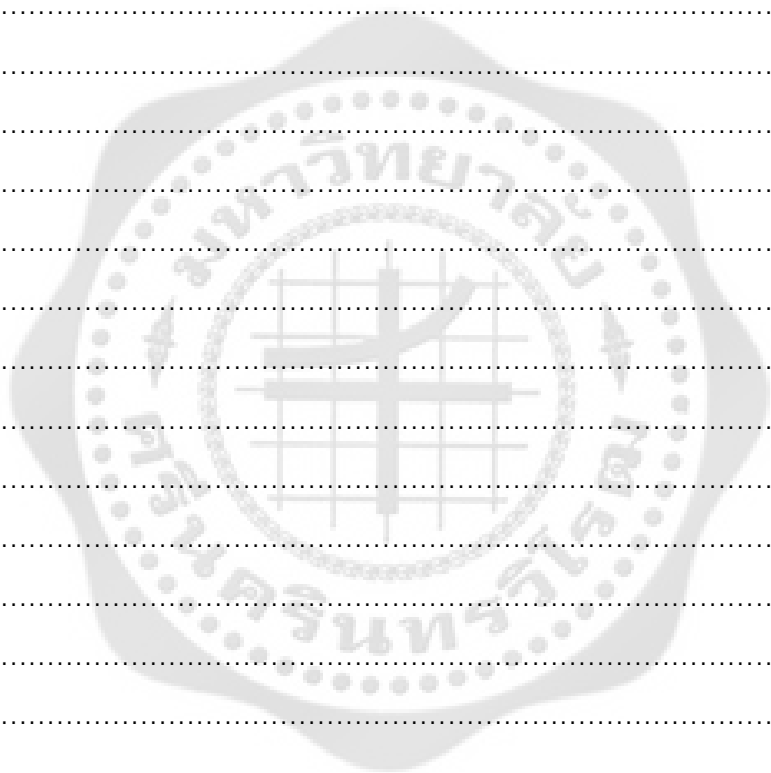
วิธีการตรวจสอบคุณภาพของผนังบ้านเชิงนิเวศ



เกณฑ์ในการตรวจสอบคุณภาพของพนักงานเชิงนิเวศ



แนวทางการปรับปรุงแก้ไข (เขียนเป็นลำดับขั้นตอน)



เกณฑ์การประเมินรายงาน เรื่อง การแก้ไขจุดบกพร่องผนังบ้านพักเชิงนิเวศ

คะแนน 5 คะแนน

หมายถึงการบอกวิธีการตรวจสอบคุณภาพของผนังบ้านพักเชิงนิเวศ เกณฑ์ในการตรวจสอบคุณภาพของผนังบ้านพักเชิงนิเวศ ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของผนังบ้านพักเชิงนิเวศ ระบุปัญหาและอุปสรรคที่พบ พร้อมทั้งบอกแนวทางการปรับปรุงแก้ไขเป็นลำดับขั้นตอน อย่างละเอียด ชัดเจน

คะแนน 4 คะแนน

หมายถึงการบอกวิธีการตรวจสอบคุณภาพของผนังบ้านพักเชิงนิเวศ เกณฑ์ในการตรวจสอบคุณภาพของผนังบ้านพักเชิงนิเวศ ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของผนังบ้านพักเชิงนิเวศ ระบุปัญหาและอุปสรรคที่พบ พร้อมทั้งบอกแนวทางการปรับปรุงแก้ไขเป็นลำดับขั้นตอน แต่ไม่ละเอียด ชัดเจน

คะแนน 3 คะแนน

หมายถึงการบอกวิธีการตรวจสอบคุณภาพของผนังบ้านพักเชิงนิเวศ เกณฑ์ในการตรวจสอบคุณภาพของผนังบ้านพักเชิงนิเวศ ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของผนังบ้านพักเชิงนิเวศ ระบุปัญหาและอุปสรรคที่พบ พร้อมทั้งบอกแนวทางการปรับปรุงแก้ไขแต่ไม่เป็นลำดับขั้นตอน ไม่ละเอียด ชัดเจน

คะแนน 2 คะแนน

หมายถึงการบอกวิธีการตรวจสอบคุณภาพของผนังบ้านพักเชิงนิเวศ เกณฑ์ในการตรวจสอบคุณภาพของผนังบ้านพักเชิงนิเวศ ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของผนังบ้านพักเชิงนิเวศ ระบุปัญหาและอุปสรรคที่พบ พร้อม แต่ไม่บอกแนวทางการปรับปรุงแก้ไข

คะแนน 1 คะแนน

หมายถึงการบอกวิธีการตรวจสอบคุณภาพของผนังบ้านพักเชิงนิเวศ เกณฑ์ในการตรวจสอบคุณภาพของผนังบ้านพักเชิงนิเวศ ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของผนังบ้านพักเชิงนิเวศ แต่ไม่ระบุปัญหาและอุปสรรคที่พบ และไม่บอกแนวทางการปรับปรุงแก้ไข



โรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี
ข้อสอบเก็บคะแนน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558
รหัสวิชา ว21101 รายวิชาวิทยาศาสตร์ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1. เหตุใดในท้องที่เปิดเครื่องปรับอากาศเมื่อจับวัตถุที่เป็นเหล็กจึงรู้สึกเย็นกว่าวัตถุที่เป็นพลาสติก
 - 1) เหล็กเย็นกว่าพลาสติก
 - 2) พลาสติกรักษาความร้อนได้ดีกว่าเหล็ก
 - 3) เหล็กนำความร้อนจากมือได้ดีกว่าพลาสติก
 - 4) ความร้อนถ่ายเทจากเหล็กมายังมือได้ดีกว่าพลาสติก

2. วัสดุชนิดใด เป็นฉนวนความร้อน
 - 1) อะลูมิเนียม
 - 2) พลาสติก
 - 3) เหล็ก
 - 4) เงิน

3. นักเรียนสามารถนำหลักการถ่ายโอนความร้อนไปวางแผนในการสร้างบ้านในด้านใด
 - 1) การสร้างรั้วบ้าน
 - 2) การสร้างผนังบ้าน
 - 3) การทำบันได
 - 4) การวางโครงสร้างของเสาบ้าน

4. จากการทดลองเมื่อนำแผ่นอะลูมิเนียมที่หยดเทียนไขให้ห่างเท่าๆกัน ไปให้ความร้อน โดยเปลวไฟไม่ติดกับแผ่นอะลูมิเนียม พลังงานความร้อนถ่ายโอนจากเปลวไฟให้แผ่นอะลูมิเนียมโดยวิธีใด

- 1) การขยายความร้อน
- 2) การกระจายความร้อน
- 3) การแผ่รังสีความร้อน
- 4) การนำความร้อน

5. ข้อใดอธิบายการพาความร้อนได้ดีที่สุด

- 1) การเกิดลมบก ลมทะเล
- 2) การใช้คีมโลหะคีบถ่านที่ร้อน
- 3) การจับด้ามกระทะที่ทำจากโลหะที่กำลังทอดปลา
- 4) การนำลวดโลหะไปลงไฟแล้วรู้สึกร้อนที่มีข้อจับลวด

6. วัตถุข้อใดต่อไปนี้นำความร้อนได้ดีที่สุด

- 1) ไม้
- 2) กระเบื้อง
- 3) ทองแดง
- 4) อะลูมิเนียม

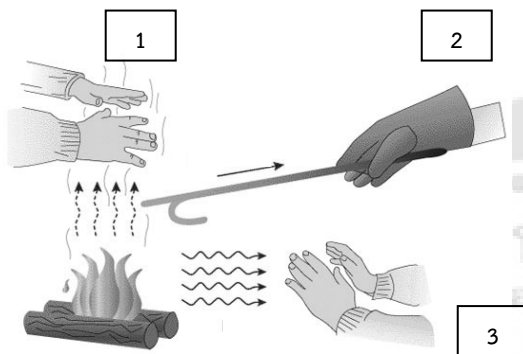
7. เมื่อเรานั่งอยู่ใกล้หน้าต่างที่เป็นกระจกใส เหตุใดเราจึงรู้สึกร้อน

- ก. อากาศบริเวณใกล้มีการพาความร้อน
 - ข. แสงแดดจากดวงอาทิตย์มีการแผ่รังสีความร้อน
 - ค. กระจกมีการนำความร้อน
- 1) ข้อ ก ถูก
 - 2) ข้อ ข ถูก
 - 3) ข้อ ค ถูก
 - 4) ถูกทุกข้อ

8. การสร้างบ้านทรงไทยที่มีได้ถุนสูง เป็นการนำหลักการถ่ายโอนความร้อนชนิดใดมาใช้ประโยชน์

- 1) การพาความร้อน
- 2) การแผ่รังสีความร้อน
- 3) การขยายของความร้อน
- 4) การนำความร้อน

จงใช้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 9



9. ภาพในหมายเลขใดได้รับพลังงานความร้อน จากการแผ่รังสีเท่านั้น

- 1) ภาพที่ 1
- 2) ภาพที่ 2
- 3) ภาพที่ 3
- 4) ไม่มีข้อใดถูก

10. นำคำต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 10

- A ไม้
- B ผ้า
- C คอนกรีต
- D แกรไฟต์
- E ไยหิน
- F ไยแก้ว
- G ทองเหลือง
- H แสตนเลส

สารใดบ้างนำความร้อนได้ดี

- 1) A B C
- 2) D G H
- 3) A E F
- 4) C G H

11. องค์ประกอบของไต้บ้านที่ช่วยลดอุณหภูมิภายในตัวบ้านได้มากที่สุด

- 1) หน้าต่าง
- 2) หลังคา
- 3) ช่องลม
- 4) ผนังบ้าน

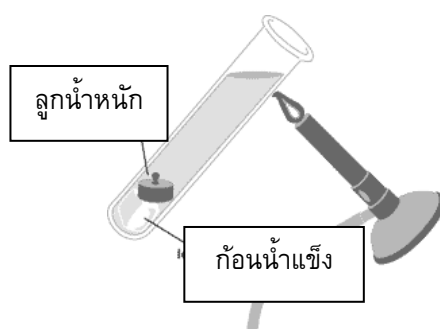
12. เพราะเหตุใดจึงไม่นิยมใช้เหล็กหรืออะลูมิเนียมทำผนังบ้าน

- 1) จูความร้อนได้มาก
- 2) นำความร้อนได้ดี
- 3) ทำความสะอาดได้ยาก
- 4) ทำให้มีรูปร่างตามที่ต้องการได้ยาก

13. วัสดุในข้อใด ที่ไม่ใช้การถ่ายโอนความร้อนในการสร้างผนังบ้านมากที่สุด

- 1) สังกะสี
- 2) สีดำ
- 3) กระฉก
- 4) อิฐมวลเบา

14. จงตอบคำถามจากภาพต่อไปนี้

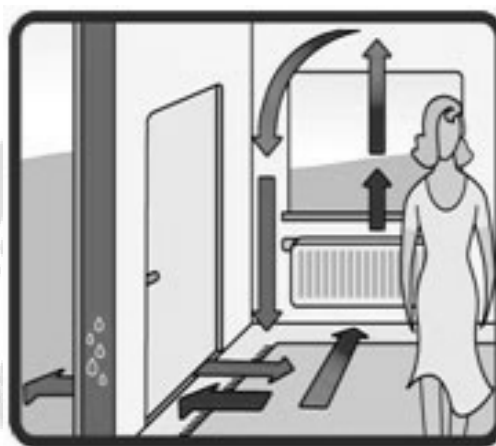


ถ้าใช้ไฟลนที่ด้านบนของหลอดทดลอง นักเรียนคิดว่า

กอนน้ำแข็งจะละลายเร็วขึ้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

- 1) ไม่ เพราะตำแหน่งของน้ำแข็งและเปลวไฟอยู่คนละบริเวณกัน
- 2) ไม่ เพราะมีน้ำที่ช่วยเก็บรักษาอุณหภูมิให้กับน้ำแข็งตลอดเวลา
- 3) เร็วขึ้น เพราะน้ำทำหน้าที่เป็นตัวพาความร้อนจากตำแหน่งเปลวไฟไปสู่ตำแหน่งของน้ำแข็ง
- 4) เร็วขึ้น เพราะมีวัตถุที่อยู่ด้านบนของน้ำแข็งคอยกีดกัให้น้ำแข็งละลายอยู่ตลอดเวลา

15. จากภาพข้อใดถูกต้องที่สุด



ก. อากาศร้อนเคลื่อนที่จากที่ที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า โดยโมเลกุลที่ได้รับความร้อนจะสั่นสะเทือนไปชนกับโมเลกุลที่อยู่ข้างเคียงต่อกันไปเรื่อยๆ

ข. อากาศร้อนมีความหนาแน่นน้อยกว่าจะลอยสูงขึ้น และอากาศเย็นซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าเคลื่อนเข้ามาแทนที่

ค. อากาศร้อนจากภายในห้องออกสู่ภายนอกห้องโดยไม่ต้องผ่านตัวกลางใดๆ

- 1) ข้อ ก ข และ ค
- 2) ข้อ ก
- 3) ข้อ ข
- 4) ข้อ ค

16. หากนักเรียนต้องทำการสร้างหลังคาบ้านที่ช่วยในเรื่องของการระบายความร้อนควรใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องใดบ้าง

- 1) เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ
- 2) การหาคำนวนสัดส่วนและการประมาณค่าที่เหมาะสมในการนำวัสดุต่าง ๆ มาผสมกันเป็นวัสดุที่ใช้ทำหลังคาบ้าน
- 3) การหารูปทรงที่เหมาะสมในการสร้างหลังคาบ้าน
- 4) ถูกทุกข้อ

17. จากภาพบ้านหลังนี้ บริเวณหลังคา ผนัง และรูปทรงของบ้าน ใช้หลักการถ่ายโอนความร้อนแบบใดได้บ้าง



- 1) การนำความร้อน การพาความร้อน การระบายความร้อน
- 2) การแผ่รังสี การนำความร้อน การพาความร้อน
- 3) การแผ่รังสี การพาความร้อน การระบายความร้อน
- 4) การนำความร้อน การแผ่รังสี การระบายความร้อน

18. ข้อใดไม่จัดเป็นความสำคัญของการออกแบบ

- 1) ช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่าย ลดต้นทุนในการผลิตหรือสร้างน้อยลง
- 2) ช่วยให้ผู้เกี่ยวข้องมีความเข้าใจตรงกันอย่างชัดเจน
- 3) ช่วยให้การทำงานเป็นไปตามขั้นตอน อย่างเหมาะสม และประหยัดเวลา
- 4) ผลงานออกแบบจึงเป็นตัวแทนความคิดของผู้ออกแบบได้ทั้งหมด

19. ข้อใดไม่จัดเป็นหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรม

- 1) การนำเสนอผลลัพธ์
- 2) การวางแผนและพัฒนา
- 3) การพยากรณ์ คาดคะเน
- 4) การทดสอบและประเมินผล

20. ขั้นตอนแรกที่นักเรียนควรทำในการออกแบบเพื่อสร้างชิ้นงานคือข้อใด

- 1) การระบุปัญหา
- 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง
- 3) การวางแผนและพัฒนา
- 4) การนำเสนอผลลัพธ์



เฉลย แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ
 เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตาแนวทางสะเต็มศึกษา

ข้อ	เฉลย
1	4
2	2
3	2
4	3
5	1
6	3
7	2
8	1
9	3
10	2
11	4
12	2
13	1
14	3
15	3
16	4
17	2
18	1
19	3
20	1

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1. ความคล่องในการคิด

คำชี้แจง จากรูปภาพ ตอบคำถามต่อไปนี้



รูปภาพแสดงรูปทรงของบ้านและโครงสร้างของบ้าน

1.1 ให้นักเรียนบอกชื่อส่วนประกอบที่สำคัญของบ้านมาให้ได้มากที่สุด พยายามคิดให้ได้มากที่สุดในแต่ละมุมต่างๆ ตามเวลาที่กำหนด

.....

.....

.....

.....

1.2 องค์ประกอบใดบ้างของบ้านที่มีผลต่อการลดอุณหภูมิของตัวบ้านทั้งในเวลากลางวัน และเวลากลางคืน พร้อมบอกเหตุผลในการเลือกด้วย พยายามคิดให้ได้มากที่สุดในแต่ละมุมต่างๆ ตามเวลาที่กำหนด

.....

.....

.....

.....

.....

2. ความยืดหยุ่นในการคิด

คำชี้แจง จากรูปภาพ ตอบคำถามต่อไปนี้



รูปภาพแสดงโครงสร้างของบ้าน

2.1. นักเรียนคิดว่าผนังของบ้านสามารถทำมาจากวัสดุชนิดใดได้บ้าง
ที่สุดในแง่มุมมองต่างๆ ตามเวลาที่กำหนด

พยายามคิดให้ได้มาก

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.2 ผนังของบ้านที่ช่วยในเรื่องของการระบายความร้อนภายในตัวบ้าน ควรทำมาจากวัสดุชนิดใดได้บ้าง พร้อมบอกเหตุผลในการเลือกด้วย พยายามคิดให้ได้มากที่สุด ในแง่มุมมองต่างๆ ตามเวลาที่กำหนด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ชื่อ ชั้น เลขที่

แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (รายบุคคล)

ข้อที่	คะแนน	ระดับคุณภาพ
1. ความคล่องในการคิด		
1.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของบ้าน		
1.2 องค์ประกอบใดของบ้านที่มีผลต่อการลดอุณหภูมิของตัวบ้านทั้งในเวลากลางวัน และเวลากลางคืน		
2. ความยืดหยุ่นในการคิด		
2.1 วัสดุที่สามารถนำมาสร้างเป็นผนังบ้าน		
2.2 วัสดุที่ใช้สร้างผนังบ้านแล้วช่วยในเรื่องของการระบายความร้อนภายในตัวบ้าน		
3. ความคิดริเริ่ม		

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นางสาวสุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์)

เกณฑ์การประเมิน

ระดับคุณภาพดีมาก	คือ	นนระหว่างคะแนน	4-5	คะแนน
ระดับคุณภาพดี	คือ	คะแนน	3	คะแนน
ระดับคุณภาพพอใช้	คือ	คะแนนระหว่าง	1-2	คะแนน

เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (รายบุคคล)

ข้อ 1 ความคล่องในการคิด

ข้อ 1.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของบ้าน

คะแนน 5 คะแนน

หมายถึง ระบุส่วนประกอบที่สำคัญของบ้าน ได้ตั้งแต่ 15 ชนิดขึ้นไป พร้อมบอกเหตุผลในการเลือกส่วนประกอบแต่ละชนิด โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ

คะแนน 4 คะแนน

หมายถึง ระบุส่วนประกอบที่สำคัญของบ้าน ได้ 10 - 14 ชนิด พร้อมบอกเหตุผลในการเลือกส่วนประกอบแต่ละชนิด โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ

คะแนน 3 คะแนน

หมายถึง ระบุส่วนประกอบที่สำคัญของบ้าน ได้ 5 - 9 ชนิด พร้อมบอกเหตุผลในการเลือกส่วนประกอบแต่ละชนิด โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ

คะแนน 2 คะแนน

หมายถึง ระบุส่วนประกอบที่สำคัญของบ้าน ได้ 3 - 4 ชนิด พร้อมบอกเหตุผลในการเลือกส่วนประกอบแต่ละชนิด โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ

คะแนน 1 คะแนน

หมายถึง ระบุส่วนประกอบที่สำคัญของบ้าน ได้ 1 - 2 ชนิด พร้อมบอกเหตุผลในการเลือกส่วนประกอบแต่ละชนิด โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ

ข้อ 1.2 องค์ประกอบใดของบ้านที่มีผลต่อการลดอุณหภูมิของตัวบ้านทั้งในเวลากลางวัน และเวลากลางคืน

คะแนน 5 คะแนน

หมายถึงระบุงค์ประกอบของบ้านที่มีผลต่อการลดอุณหภูมิของตัวบ้านทั้งในเวลากลางวัน และเวลากลางคืน ได้ตั้งแต่ 9 ชนิดขึ้นไป พร้อมบอกเหตุผลในการเลือกองค์ประกอบแต่ละชนิด โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ

คะแนน 4 คะแนน

หมายถึงระบุงค์ประกอบของบ้านที่มีผลต่อการลดอุณหภูมิของตัวบ้านทั้งในเวลากลางวัน และเวลากลางคืน ได้ 7 - 8 ชนิด พร้อมบอกเหตุผลในการเลือกองค์ประกอบแต่ละชนิด โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ

คะแนน 3 คะแนน

หมายถึงระบุงค์ประกอบของบ้านที่มีผลต่อการลดอุณหภูมิของตัวบ้านทั้งในเวลากลางวัน และเวลากลางคืน ได้ 5 - 6 ชนิด พร้อมบอกเหตุผลในการเลือกองค์ประกอบแต่ละชนิด โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ

คะแนน 2 คะแนน

หมายถึงระบุงค์ประกอบของบ้านที่มีผลต่อการลดอุณหภูมิของตัวบ้านทั้งในเวลากลางวัน และเวลากลางคืน ได้ 3 - 4 ชนิด พร้อมบอกเหตุผลในการเลือกองค์ประกอบแต่ละชนิด โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ

คะแนน 1 คะแนน

หมายถึงระบุงค์ประกอบของบ้านที่มีผลต่อการลดอุณหภูมิของตัวบ้านทั้งในเวลากลางวัน และเวลากลางคืน ได้ 1 - 2 ชนิด พร้อมบอกเหตุผลในการเลือกองค์ประกอบแต่ละชนิด โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ

ข้อ 2 ความยืดหยุ่นในการคิด

ข้อ 2.1 วัสดุที่สามารถนำมาสร้างเป็นผนังบ้าน

คะแนน 5 คะแนน

หมายถึง วัสดุส่วนประกอบที่สำคัญที่สามารถนำมาสร้างเป็นผนังของบ้านได้ตั้งแต่ 6 ประเภท พร้อมบอกเหตุผลในการเลือกวัสดุแต่ละชนิด มีความเป็นไปได้ น่าเชื่อถือทั้งหมด โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ

คะแนน 4 คะแนน

หมายถึง วัสดุส่วนประกอบที่สำคัญที่สามารถนำมาสร้างเป็นผนังของบ้านได้ตั้งแต่ 5 ประเภท พร้อมบอกเหตุผลในการเลือกวัสดุแต่ละชนิด มีความเป็นไปได้ น่าเชื่อถือทั้งหมด โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ

คะแนน 3 คะแนน

หมายถึง วัสดุส่วนประกอบที่สำคัญที่สามารถนำมาสร้างเป็นผนังของบ้านได้ตั้งแต่ 4 ประเภท พร้อมบอกเหตุผลในการเลือกวัสดุแต่ละชนิด มีความเป็นไปได้ น่าเชื่อถือบางส่วน โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ

คะแนน 2 คะแนน

หมายถึง วัสดุส่วนประกอบที่สำคัญที่สามารถนำมาสร้างเป็นผนังของบ้านได้ตั้งแต่ 3 ประเภท พร้อมบอกเหตุผลในการเลือกวัสดุแต่ละชนิด มีความเป็นไปได้ น่าเชื่อถือบางส่วน แต่ไม่มีข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบเพียงพอ

คะแนน 1 คะแนน

หมายถึง วัสดุส่วนประกอบที่สำคัญของบ้าน ได้ 1 - 2 ประเภท พร้อมบอกเหตุผลในการเลือกวัสดุแต่ละชนิด ไม่มีความเป็นไปได้และน่าเชื่อถือ และไม่มีข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบเพียงพอ

(เกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทของผนังบ้าน มี 6 ประเภท ดังนี้ 1). วัสดุที่เป็นตัวนำความร้อนจากธรรมชาติ 2). วัสดุที่เป็นฉนวนความร้อนจากธรรมชาติ 3). วัสดุที่เป็นตัวนำความร้อนจากการสังเคราะห์ 4). วัสดุที่เป็นฉนวนความร้อนจากการสังเคราะห์ 5). วัสดุที่เป็นตัวนำความร้อนจากธรรมชาติผสมกับการสังเคราะห์ 6). วัสดุที่เป็นฉนวนความร้อนจากธรรมชาติผสมกับการสังเคราะห์)

ข้อ 2.2 วัสดุที่ใช้สร้างผนังบ้านแล้วช่วยในเรื่องของการระบายความร้อนภายในตัวบ้าน

คะแนน 5 คะแนน

หมายถึง ระบุวัสดุที่ใช้สร้างผนังบ้านแล้วช่วยในเรื่องของการระบายความร้อนภายในตัวบ้าน ได้ตั้งแต่ 3 ประเภท พร้อมบอกเหตุผลในการเลือกองค์ประกอบแต่ละชนิด มีความเป็นไปได้ น่าเชื่อถือทั้งหมด โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ

คะแนน 4 คะแนน

หมายถึง ระบุวัสดุที่ใช้สร้างผนังบ้านแล้วช่วยในเรื่องของการระบายความร้อนภายในตัวบ้าน ได้ 3 ประเภท พร้อมบอกเหตุผลในการเลือกวัสดุแต่ละชนิด มีความเป็นไปได้ น่าเชื่อถือบางส่วน โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ

คะแนน 3 คะแนน

หมายถึง ระบุวัสดุที่ใช้สร้างผนังบ้านแล้วช่วยในเรื่องของการระบายความร้อนภายในตัวบ้าน ได้ตั้งแต่ 2 ประเภท พร้อมบอกเหตุผลในการเลือกวัสดุแต่ละชนิด มีความเป็นไปได้ น่าเชื่อถือทั้งหมด โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ

คะแนน 2 คะแนน

หมายถึง ระบุวัสดุที่ใช้สร้างผนังบ้านแล้วช่วยในเรื่องของการระบายความร้อนภายในตัวบ้าน ได้ตั้งแต่ 2 ประเภท พร้อมบอกเหตุผลในการเลือกวัสดุแต่ละชนิด มีความเป็นไปได้ น่าเชื่อถือบางส่วน แต่ไม่มีข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบเพียงพอ

คะแนน 1 คะแนน

หมายถึง ระบุวัสดุที่ใช้สร้างผนังบ้านแล้วช่วยในเรื่องของการระบายความร้อนภายในตัวบ้าน ได้ 1 ประเภท พร้อมบอกเหตุผลในการเลือกวัสดุแต่ละชนิด มีความเป็นไปได้ น่าเชื่อถือ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ

(เกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทของผนังบ้าน มี 3 ประเภท ดังนี้ 1). วัสดุที่เป็นฉนวนความร้อนจากธรรมชาติ 2). วัสดุที่เป็นฉนวนความร้อนจากการสังเคราะห์ 3). วัสดุที่เป็นฉนวนความร้อนจากธรรมชาติผสมกับการสังเคราะห์)

ข้อ 3 ความคิดริเริ่ม

การสร้างผนังบ้านที่ช่วยลดพลังงาน

คะแนน 9 - 10 คะแนน

หมายถึง ระบุลักษณะสำคัญและบอกคุณสมบัติของของผนังบ้านได้แตกต่างจากกลุ่มอื่นโดยมีเหตุผลที่สอดคล้องกับความเป็นไปได้ทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งมีการเขียนอธิบายวิธีการสร้างผนังบ้านได้อย่างละเอียดชัดเจน และวาดรูปแสดงแบบจำลองของผนังบ้านชัดเจน

คะแนน 7 - 8 คะแนน

หมายถึง ระบุลักษณะสำคัญและบอกคุณสมบัติของของผนังบ้านได้แตกต่างจากกลุ่มอื่นโดยมีเหตุผลที่สอดคล้องกับความเป็นไปได้ทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งมีการเขียนอธิบายวิธีการสร้างผนังบ้านแต่ยังไม่ละเอียดชัดเจน และวาดรูปแสดงแบบจำลองของผนังบ้านชัดเจน

คะแนน 6 - 5 คะแนน

หมายถึง ระบุลักษณะสำคัญและบอกคุณสมบัติของของผนังบ้านได้แตกต่างจากกลุ่มอื่น แต่มีเหตุผลที่ไม่สอดคล้องกับความเป็นไปได้ทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งมีการเขียนอธิบายวิธีการสร้างผนังบ้านแต่ยังไม่ละเอียดชัดเจน และวาดรูปแสดงแบบจำลองของผนังบ้านแต่ไม่ชัดเจน

คะแนน 4 - 3 คะแนน

หมายถึง ระบุลักษณะสำคัญและบอกคุณสมบัติของของผนังบ้านได้แตกต่างจากกลุ่มอื่น แต่มีเหตุผลที่ไม่สอดคล้องกับความเป็นไปได้ทางวิทยาศาสตร์ ไม่มีการเขียนอธิบายวิธีการสร้างผนังบ้าน แต่มีการวาดรูปแสดงแบบจำลองของผนังบ้าน

คะแนน 2 - 1 คะแนน

หมายถึง ระบุลักษณะสำคัญและบอกคุณสมบัติของของผนังบ้านไม่แตกต่างจากกลุ่มอื่นและไม่มีเหตุผลที่สอดคล้องกับความเป็นไปได้ทางวิทยาศาสตร์ ไม่มีการเขียนอธิบายวิธีการสร้างผนังบ้านและไม่มีการวาดรูปแสดงแบบจำลองของผนังบ้าน

ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวสุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์
วันเดือนปีเกิด	13 กุมภาพันธ์ 2530
สถานที่เกิด	พญาไท กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	22/60 ม.2 ต.กระแซง อ.สามโคก จ.ปทุมธานี 12160
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ครู คศ.1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี 85 ม.5 ต.บ้านกลาง อ.เมือง จ.ปทุมธานี 12000
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2541	ประถมศึกษาปีที่ 6 จาก โรงเรียนประชุมวิทยา อ.ลาดหลุมแก้ว จ.ปทุมธานี
พ.ศ.2544	มัธยมศึกษาปีที่ 3 จาก โรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี อ.เมือง จ.ปทุมธานี
พ.ศ.2547	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จาก โรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี อ.เมือง จ.ปทุมธานี
พ.ศ.2552	กศ.บ. (ชีววิทยา) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จ.กรุงเทพมหานคร
พ.ศ.2559	กศ.ม. (วิทยาการจัดการเรียนรู้-วิทยาศาสตร์) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จ.กรุงเทพมหานคร