ผลการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย

ศิริเพ็ญ กิจกระจ่าง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการการเรียนรู้
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
มกราคม 2563

ผลการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย

ศิริเพ็ญ กิจกระจ่าง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการการเรียนรู้
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
มกราคม 2563
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

THE RESULTS OF LEARNING EXPERIENCE USING BY ENGINEERING DESIGN PROCESS TOWARD SCIENCE PROCESS SKILLS AND CREATIVITY SKILLS IN CHILDREN

SIRIPEN KITKRAJANG

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the

Master of Education Degree in Learning Management

Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University

January 2020

สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ ผลการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย

ชื่อนักศึกษา นางสาวศิริเพ็ญ กิจกระจ่าง

รหัสนักศึกษา 75777036

หลักสูตร ครุศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา การจัดการการเรียนรู้

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภัทรา คงเรือง

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ สนั่นเสียง

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ดร.วริสรา จุ้ยดอนกลอย .....ประธานกรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภัทรา คงเรือง .....กรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ สนั่นเสียง .....กรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา จุ้ยทอง .....กรรมการ

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 16 สิงหาคม 2562 ภาคเรียนที่ 3/2561

สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษารับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิชาติ พานสุวรรณ)
ผู้อำนวยการสำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา
มกราคม พ.ศ. 2563

ศิริเพ็ญ กิจกระจ่าง. (2563). **ผลการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการการเรียนรู้, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา. 163 หน้า.
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภัทรา คงเรือง,
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ สนั่นเสียง

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบ 1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย ก่อนและหลังการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และ2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยระหว่างกลุ่มการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมกับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง กลุ่มตัวอย่าง คือ เด็กอนุบาลชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 40 คน ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเด็กอนุบาลโรงเรียนบ้านหนองตายอด จำนวน 20 คน เป็นกลุ่มทดลอง ที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ และกลุ่มเด็กอนุบาลของโรงเรียนบ้านนาใหม่ จำนวน 20 คน เป็นกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย โดยระยะเวลาในการทดลอง 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 วัน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เด็กปฐมวัย มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91 และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.94 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที

ผลการวิจัย พบว่า 1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยหลังการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม สูงกว่าก่อนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยของกลุ่มการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสูงกว่ากลุ่มการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คณะ ครุศาสตร์ ลายมือชื่อนักศึกษา ศิริเพ็ญ กิจกระจ่าง
สาขาวิชา การจัดการการเรียนรู้ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
ปีการศึกษา 2562 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

Siripen Kitkrajang. (2019). **The Results of Learning Experiences Using by Engineening Design Process Towards Science Process Skills and Creativity Skills in Children.** Thesis for the Master of Education Program in Learning Management, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University. 163 pp. Advisor: Assistant Professor Supatthara Kongruang, Ph.D., Co-Advisor: Assistant Professor Amonrat Sanansieng, Ph.D.

ABSTRACT

The objectives of this study were to: 1) study science process skills and creativity skills in preschool children after learning experiences that emphasize on engineering design; and 2) compare science process skills and creativity skills in pre-school children between learning experiences with engineering design and learning experiences with normal method the sample consisted of students in kindergarten 3 (Anuban3), semester 1, academic year 2019 in Bannongtayod school and Bannamai school, by simple random sampling. The researcher shoes only the school in Kanchanaburi primary education service area office 2. The researcher randomly selected the school cluster of Huai Krachao. Bannongtayod school is the experimental group with learning experiences that focus on engineering design. Bannamai school is the control group with learning experiences that focus on normal method, the duration of this research is 8 weeks, there were experience and creativity enhancement activities for 4 days per week. (Monday, Tuesday, Wednesday and Thursday). The research instrument was lesson plan of learning experiences that emphasize on engineering design, lesson plan of learning experiences in the manual of learning management in early childhood 2017, behavioral assessment towards science process skills in early childhood and creativity assessment this research was quasi experimental research with pretest and posttest. The statistic used for the analysis was t-test at the statistical significant level of .05.

The result showed that: 1) the early childhood who gained learning experiences with engineering design has science process skills and creativity skills more than pretest at the statistical significant level of .05; and 2) the early childhood who gained learning experiences with engineering design has science process skills and creativity skills more than learning experiences in the manual of learning management in early childhood 2017 at the statistical significant level of .05.

Faculty Education Student's Signature ศิริเพ็ญ กัจการจาง

Field of Study Learning Management Advisor's Signature

Academic Year 2020 Co-advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากบุคคล และหน่วยงานต่าง ๆ ที่ได้ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ จนสำเร็จเรียบร้อยด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภัทรา คงเรือง กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ สนั่นเสียง ประธานกรรมการสอบ ดร.วริสรา จุ้ยดอนกลอย และ ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา จุ้ยทอง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือให้ข้อเสนอแนะ และแนะนำ อีกทั้งยังได้ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตั้งแต่แบบสอบถามจนเป็นรูปเล่มที่สมบูรณ์ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ประจำหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยาทุกท่าน ที่ได้ให้ความร่วมมือ ประสานงานตลอดงานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิธร จันทมฤก ดร.แสน สมนึก นางสาวจิราภรณ์ มีสง่า นางมาริสา วงศ์สุกรรม และนางกอบกุล บุญเรือง ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ให้คำแนะนำ และช่วยปรับปรุงแบบสอบถามให้สมบูรณ์ถูกต้อง และขอขอบคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านหนองตายอด และโรงเรียนบ้านนาใหม่ ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนนักเรียนโรงเรียนบ้านหนองตายอด และโรงเรียนบ้านนาใหม่ทุกคนที่ตั้งใจเรียนจนทำให้ได้ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณทุกคนในครอบครัวที่เป็นกำลังใจให้เสมอมา และขอบคุณเพื่อนทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจด้วยดีเสมอมา ทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จึงขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ศิริเพ็ญ กิจกระจ่าง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... จ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพประกอบ ..... ฏ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

ขอบเขตของการวิจัย 6

กรอบแนวคิดในการวิจัย 7

นิยามศัพท์เฉพาะ 8

สมมติฐานการวิจัย 9

ประโยชน์ที่ได้รับ 10

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12

หลักสูตรการศึกษาปฐมวัยพุทธศักราช 2560 12

กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม 16

ทฤษฎีสนับสนุนการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม 16

วิศวกรรมศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 18

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 24

ความหมายของการเรียนการสอนที่เน้นกระบานการออกแบบทางวิศวกรรม 26

ขั้นตอนของการเรียนการสอนที่เน้นกระบานการออกแบบทางวิศวกรรม 26

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
2 (ต่อ)	ลักษณะสำคัญของการเรียนการสอนที่เน้นกระบานการออกแบบทางวิศวกรรม	28
	ประโยชน์ของการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม	28
	บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม	29
	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	30
	ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	30
	ประเภทของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์	30
	การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	38
	ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์	39
	ความหมายของความคิดสร้างสรรค์	39
	ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์	41
	องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์	42
	กระบวนการคิดสร้างสรรค์	44
	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์	46
	พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์	51
	ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์	53
	การสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์	55
	อุปสรรคของความคิดสร้างสรรค์	59
	การส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์	61
	การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์	63
	การวัดความคิดสร้างสรรค์	66
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	71
	งานวิจัยในประเทศ	71
	งานวิจัยต่างประเทศ	74

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	วิธีดำเนินการวิจัย	75
	ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	75
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	76
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	77
	วิธีการดำเนินการทดลอง	81
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	82
	การวิเคราะห์ข้อมูล	82
	สถิติที่ใช้ในการวิจัย	83
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	84
	ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม	85
	ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยก่อนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม	85
	ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยก่อนและหลังการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย	86
	ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย ก่อนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย	87

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	89
	สรุปผลการวิจัย	89
	อภิปรายผล	90
	ข้อเสนอแนะ	93
	บรรณานุกรม	95
	ภาคผนวก	101
	ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ	102
	ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	107
	ภาคผนวก ค หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง	125
	ประวัติย่อผู้วิจัย	133

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	การเปรียบเทียบแนวคิดและทักษะด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์	19
2	การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม	85
3	การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยก่อนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม	86
4	การเปรียบเทียบผลของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัย หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย	87
5	การเปรียบเทียบผลของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย หลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย	88

สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการวิจัย	7
2	รูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest - posttest design	76

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาประชากรให้มีคุณภาพมีผลมาจากการส่งเสริมพัฒนาการตั้งแต่ปฐมวัย เด็กปฐมวัยเป็นกลุ่มเป้าหมายหลักที่สำคัญที่สมควรได้รับการอบรมเลี้ยงดูอย่างเหมาะสมทุกด้าน เพราะเด็กในวัยนี้มีพัฒนาการที่รวดเร็ว (รติชน พีรยสถ์, 2543, หน้า 20) สิ่งที่เกิดขึ้นระหว่างเด็กแรกเกิดจนกระทั่งเข้าเรียนระดับประถมศึกษาจะมีผลต่อพัฒนาการด้านต่าง ๆ ของเด็ก และเป็นพื้นฐานต่อการพัฒนาเด็กในวัยต่อ ๆ ไป หากเด็กปฐมวัยไม่ได้รับการเอาใจใส่ เมื่อพ้นวัยนี้ไปแล้วเด็กจะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้ด้วยความยากลำบาก ในบางอย่างอาจไม่สามารถเรียนรู้ได้อีกเลย การจัดการศึกษาในระดับนี้จึงควรเป็นการจัดการศึกษาที่เสริมสร้างพัฒนาการและประสบการณ์ของเด็กให้มีความพร้อมมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (เยาวพา เดชะคุปต์, 2542, หน้า 34) การให้เด็กมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 จะช่วยพัฒนาทักษะในการคิดอย่างเป็นระบบ อันเป็นพื้นฐานในการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับสูงต่อไป (อโณทัย อุบลสวัสดิ์, 2535, หน้า 18) ซึ่งความคิดของเด็กเกี่ยวกับโลกรอบตัวในบางครั้งเป็นความเข้าใจผิด หากไม่ได้รับการตรวจสอบ ทดลองและยืนยันความคิดต่าง ๆ เหล่านี้สามารถสกัดกั้นพัฒนาการความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริงได้ (นภเนตร ธรรมบวร, 2545, หน้า 16) ครูจึงจำเป็นต้องส่งเสริมความอยากรู้ อยากเห็นตามธรรมชาติของเด็กกระตุ้นให้เด็กสำรวจทดลอง เฝ้าสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ รอบตัว และได้ลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งช่วยให้เด็กได้ตระหนักถึงสภาพแวดล้อมรอบ ๆ ตัวของเด็ก การสนับสนุนต่อความอยากรู้อยากเห็นของเด็กก่อให้เกิดคุณค่าต่อการเรียนรู้ของเด็กเป็นอย่างยิ่ง (Puckett & Shaw, 1992, p.44)

การปลูกผังความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สามารถเริ่มได้ตั้งแต่เด็กวัยอนุบาล เด็กในวัยนี้จึงมีความจำเป็นที่จะต้องได้รับประสบการณ์ต่าง ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานที่จะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้ที่ดีในอนาคต เด็กวัย 3 - 6 ขวบ นอกจากพัฒนาการด้านร่างกายเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วแล้ว สมองที่ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง สิ่งสำคัญของเด็กวัยนี้คือเป็นเด็กช่างคิด ช่างสงสัย ซึ่งเป็นพื้นฐานของความฉลาดในการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง ความสงสัยทำให้เกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ของสมองเพื่อหาเหตุผลหรือคำตอบให้ตัวเอง จะทำให้เกิดความสนุกกับการคิด ทำให้เป็นเด็กช่างคิดไปสู่การหาคำตอบ ความคิดที่เกิดขึ้นตลอดเวลาจะทำให้สมองทำงานได้อย่างเต็มที่ จะช่วยให้สมองมีกระบวนการคิดวิเคราะห์รวดเร็ว และเต็ม

ประสิทธิภาพ จึงทำให้เรียนรู้โลกกว้างและสิ่งที่อยู่รอบตัวได้อย่างเต็มที่เหมาะสมกับวัย มีความคิดเป็นระบบ ซึ่งจะเป็นฐานข้อมูลสำคัญที่จะนำไปใช้ในอนาคต (ณัฏติยาภรณ์ หยกอุบล, 2555, หน้า 85 - 102) จากการประเมินพัฒนาการของนักเรียนที่จบหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พุทธศักราช 2546 ปีการศึกษา 2559 ของกระทรวงศึกษาธิการ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2559, หน้า 61 - 63) พบว่า พัฒนาการด้านสติปัญญา มีพัฒนาการในระดับดี ร้อยละ 77.42 และในระดับพัฒนาการที่ต้องปรับปรุง ร้อยละ 0.36 เมื่อจำแนกเป็นรายมาตรฐาน พบว่า มาตรฐานที่ 10 มีความสามารถในการคิดและการแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับวัย พัฒนาการอยู่ในระดับดี ร้อยละ 72.97 ซึ่งมีค่าร้อยละน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับมาตรฐานด้านอื่น ๆ ในขณะเดียวกันในมาตรฐานนี้มีระดับพัฒนาการที่ควรปรับปรุงอยู่ที่ ร้อยละ 0.61 ซึ่งเป็นค่าร้อยละที่มากที่สุด เมื่อเทียบกับมาตรฐานอื่น ส่วนมาตรฐานที่ 11 การมีจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์มีพัฒนาการอยู่ในระดับดี ร้อยละ 84.44 และระดับปรับปรุง ร้อยละ 0.27

สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) (2556, หน้า 45) กล่าวว่า ด้านผลการจัดการศึกษา ได้แก่ 1) ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดเป็นระบบ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยการฝึกประสบการณ์อย่างจริงจังเกี่ยวกับการจำแนกแจกแจงองค์ประกอบของสิ่งต่าง ๆ การจัดลำดับและเปรียบเทียบข้อมูลการวิจารณ์สิ่งที่ได้เรียนรู้อย่างมีเหตุผล การประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลและเลือกทางเลือกที่เหมาะสม การคิดนอกกรอบ การสร้างผลงานเขียน งานศิลปะ งานสร้างสรรค์ เพื่อนำประสบการณ์ที่ได้รับไปสร้างองค์ความรู้ หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจและแก้ปัญหาของตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม และ 2) ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนฝึกคิด ฝึกปฏิบัติ ฝึกแก้ปัญหา และศึกษาค้นคว้าด้วนตนเอง ใช้แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย และเชื่อมโยงประสบการณ์กับชีวิตจริง จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้แสดงออกอย่างสร้างสรรค์ มีการประเมินผลการเรียนด้วยวิธีการทดสอบ ดูผลงาน การสังเกต การปฏิบัติจริง ใบงาน โครงงาน และแบบรายงานที่สอดคล้องกับสภาพการเรียนรู้ นำผลการประเมินมาปรับเปลี่ยนการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียน นอกจากนี้ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2561, หน้า 45) ยังกล่าวว่า ความคิดของผู้ใหญ่บางคน คิดว่าเด็กอายุแค่ 3 - 5 ขวบ จะเรียนรู้ จะคิดอะไรได้มากแค่ไหน แค่เลี้ยงให้เติบโตอย่างสมบูรณ์ก่อนก็น่าจะพอ แต่หารู้ไม่ว่าเด็กปฐมวัยเป็นวันแห่งการเรียนรู้เป็นวัยแห่งความคิดสร้างสรรค์ ต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่น เยอรมัน ออสเตรเลีย หรืออีกหลาย ๆ ประเทศ ได้ให้ความสำคัญกับการศึกษาระดับปฐมวัยเป็นอย่างมาก เพราะเขาเชื่อว่า เด็ก คือ

รากฐานของมนุษย์ อยากให้ผู้ใหญ่หรือบุคคลในสังคมมีคุณลักษณะหรือมีความสามารถอย่างไร ต้องปลูกฝังตั้งแต่เล็ก ๆ เหมือนที่สุภาษิตที่ว่า ไม้อ่อนดัดง่าย ไม้แก่ดัดยาก ซึ่งปัจจุบันชอบบ่นกันว่า ทำไหมเด็กสมัยนี้ (เด็กระดับประถม มัธยม หรืออุดมศึกษา) ไม่รู้จักคิด ไม่รู้จักพูด ไม่มีความคิดสร้างสรรค์ ทำอะไรไม่เป็น ซึ่งลืมมองย้อนกลับไปตอนเด็กเล็ก ๆ ได้ปลูกฝังเขา หรือฝึกฝนเขาอย่างไร ซึ่งจริง ๆ แล้วเด็กสามารถเรียนรู้ได้ จากสิ่งแวดล้อมและปัจจัยอีกมากมาย พัฒนาการ และพฤติกรรมที่เกิดขึ้นตอนโตสืบเนื่องมาจากการเลี้ยงดู การปลูกฝัง การอบรมสั่งสอน หรือการจัดการศึกษาให้กับเด็กปฐมวัย ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของเพียเจต์ (Piaget) (อ้างถึงใน พรรณทิพย์ ศิริวรรณบุศย์, 2551, หน้า 36) กล่าวว่า หลักของพัฒนาการ คือ พัฒนาการของเด็กเกิดขึ้นจากการผสมผสานระหว่างทฤษฎีวุฒิภาวะ (Maturational theory) และทฤษฎีการเรียนรู้ (Learning theory) และการเรียนรู้จากปัญหาเป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ครูสามารถปรับเปลี่ยนหลักสูตรจากวิธีสอนอยู่ฝ่ายเดียวไปสู่การสอนที่เปิดให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาและตั้งคำถาม ตัวอย่างเชิงรูปธรรมของเขาแสดงให้เห็นว่า การสืบค้นจากปัญหาสามารถปรับใช้ได้กับนักเรียนทุกวัย ทุกระดับความสามารถ และนักเรียนที่มีปัญหาในการเรียนทุกรูปแบบ การรวมทักษะแห่งศตวรรษใหม่เข้าไปในวิชาแกนช่วยเพิ่มความแข็งแกร่งในการศึกษาได้อย่างแท้จริง การจดจำข้อเท็จจริงหรือคำศัพท์ในตำรา หรือทำตามขั้นตอนและกระบวนการได้ เป็นกิจกรรมที่ใช้ความสามารถในการรู้คิดขั้นต่ำ ขณะที่การแสดงความเข้าใจเชิงลึกผ่านการวางแผน การใช้หลักฐาน และการให้เหตุผลเชิงนามธรรมนั้นต้องใช้ความสามารถในการรู้คิดที่สูงกว่า การเชื่อมโยงความคิดที่สัมพันธ์กันระหว่างเนื้อหาในสาขาเดียวกันหรือต่างสาขา หรือคิดค้นวิธีไขปัญหาที่ซับซ้อนต้องอาศัยการต่อยอดทางความคิดและการรู้คิดในระดับสูงขึ้นไป ความเชื่อมโยงระหว่างทักษะกับความแข็งแกร่งทางการศึกษาสามารถดูได้จากผลการประเมินระดับนานาชาติอย่าง PISA นักเรียนที่รู้จักใช้วิธีคิดเชิงวิพากษ์และทักษะการแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ทำคะแนนได้ดีกว่านักเรียนที่ไร้ทักษะดังกล่าว ด้วยเหตุนี้ในระบบการศึกษาของศตวรรษที่ 21 ความแข็งแกร่งจึงหมายถึงความเป็นเลิศในเนื้อหาและทักษะควบคู่กัน และ เกย์ (Kay) (อ้างถึงใน ณัฏติยาภรณ์ หยกอุบล, 2555, หน้า 250) กล่าวว่า การบูรณาการประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์เข้ากับวิชาอื่นในหลักสูตร ถือเป็นการช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมทางปัญญามากขึ้น เมื่อเราทำให้เชื่อมโยงกันหลาย ๆ รูปแบบ ระหว่างการซึมซับข้อมูล การโยงข้อมูล และการนำข้อมูลไปใช้ ย่อมทำให้สมองสร้างช่องทางที่ละเอียดซับซ้อนมากขึ้น ทำให้จำสิ่งที่เรียนได้นานขึ้น ความสามารถทางสมองต่างกันก็อาจพบช่วงทางการเรียนที่มีความหมายเฉพาะของตนเองและเรียนได้อย่างเป็นสุข และเมื่อนำสิ่งที่เป็นนามธรรมมาทำให้เห็นเป็นรูปธรรม คือ มีบทบาทหน้าที่จริง ๆ ในโลกที่คุ้นเคยจะทำให้เกิดโยงใยที่สำคัญของการเรียนขึ้นมาอีกช่องทางหนึ่ง

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่สามารถสนับสนุนให้เกิดคุณลักษณะดังกล่าวข้างต้น ควรให้นักเรียนได้เรียนองค์ความรู้ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่นอกจากจะให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจหลักการ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แล้ว ยังมุ่งหวังที่จะส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วย ทั้งนี้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จึงไม่ใช่การเรียนเนื้อหาจากการบอกหรือท่องจำ แต่นักเรียนต้องมีบทบาทในการเรียนโดยเป็นผู้ลงมือค้นคว้าหาความรู้อย่างมีระบบตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นวิธีสอนที่สามารถตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังกล่าวข้างต้น (สุนีย์ คล้ายนิล, 2544, หน้า 16) ซึ่งการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering design process) มีลักษณะสำคัญ คือ เน้นกระบวนการสืบสอบ (Inquire method) ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (Museum of Science [MOS], 2007, Website) โดยการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมเป็นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมเป็นแนวทางในการส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาโดยการสร้างสรรค์ผลงานต่าง ๆ ทั้งนี้กระบวนการออกแบบวิศวกรรมมีรูปแบบที่หลากหลาย ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมนี้จะประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน (University of Massachusetts, 2007, Website) โดยการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมจะเน้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เพื่อนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน และมีวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอนเพื่อ 1) ให้นักเรียนเกิดความสนใจทางด้านวิศวกรรม 2) ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริงผ่านประสบการณ์จริงทางด้านวิศวกรรมโดยการบูรณาการหลากหลายสาขาวิชา ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้มโนทัศน์ด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ผ่านการประยุกต์ใช้ความรู้ 3) ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาให้กับนักเรียนโดยการใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีขั้นตอนต่าง ๆ 4) ให้นักเรียนเกิดทักษะที่จำเป็นในสังคมของโลกสมัยใหม่โดยเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ 5) ให้นักเรียนคุ้นเคยกับอาชีพทางด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยี ผ่านการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ทำให้การเข้าศึกษาต่อเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในระดับช่วงชั้นที่ 4 เพิ่มมากขึ้น การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา (The use of engineering design process to enhance creativity and problem solving skills) เยาวชนไทยในยุคปัจจุบันนั้น ยังขาดการฝึกฝนทักษะทางด้านการคิด ไม่ว่าจะเป็นการคิดสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหา การคิดสังเคราะห์จากสถานการณ์ปัญหาที่พบเจอ โดยทักษะการคิด

ดังกล่าวนี้ หากผู้เรียนได้รับการฝึกฝนจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดค้นหาวิธีการหรือแนวทางที่หลากหลายภายใต้กรอบเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาที่พบเจอ และสามารถนำแนวทางหรือวิธีการนั้นมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการในชีวิตประจำวัน ซึ่งสาเหตุประการหนึ่งของการที่ผู้เรียนขาด การฝึกทักษะในการคิดก็คือการจัดการเรียนรู้ในบางรูปแบบที่ไม่ได้เน้นให้ผู้เรียนฝึกทักษะ การคิดสร้างสรรค์และคิดสังเคราะห์เพื่อนำไปสู่ทักษะการแก้ปัญหา โดยการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบที่ไม่ได้เน้นให้ผู้เรียนฝึกทักษะการคิดนี้ส่งผลให้ผู้เรียนไม่เกิดแรงกระตุ้นในการคิดไม่สามารถคิดค้นประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ หรือสามารถคิดหาวิธีการมาเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการดังนั้น การจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา คือ การจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยจะดำเนินการตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านกระบวนการคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงสังเคราะห์ และการลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งแต่ละขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนั้นจะช่วยให้ผู้เรียนฝึกการคิดสร้างสรรค์ และการคิดเชิงสังเคราะห์จากสถานการณ์ที่พบเห็นเพื่อทำการรวบรวมและกลั่นกรองข้อมูลจนได้ข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ ตลอดจนมีการถ่ายทอดความคิดเพื่ออธิบายและสื่อสารแนวคิดให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยแนวคิดเหล่านี้จะเป็นสิ่งที่นำเสนอความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนแต่ละบุคคล นอกจากนี้การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการดำเนินการยังมีการใช้องค์ความรู้จากศาสตร์หลาย ๆ ด้าน เช่น ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ประกอบในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการจนได้เป็นสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการ และในบางครั้งสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการเหล่านี้สามารถพัฒนาไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้อีกด้วย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้สนใจศึกษาผลของการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้ขั้นตอนของกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในการพัฒนานักเรียนปฐมวัยในโรงเรียนบ้านหนองตายอด ให้มีความคิดสร้างสรรค์และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ โดยการเรียนการสอนดังกล่าวสามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับปฐมวัยในปัจจุบัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย หลังการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย ระหว่างการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมกับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย

ขอบเขตของการวิจัย

1. หน่วยในการวิเคราะห์

เด็กปฐมวัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาจนบุรี เขต 2

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากร ได้แก่ เด็กปฐมวัยในเขตพื้นที่สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาญจนบุรี เขต 2 สุ่มหลายขั้นตอน สุ่มจาก 3 อำเภอ ได้อำเภอห้วยกระเจา มี 4 กลุ่มโรงเรียนได้โรงเรียนกลุ่มห้วยกระเจา-วังไผ่ มี 11 โรง สุ่มอย่างง่ายโดยการจับฉลาก มา 2 โรง ได้โรงเรียนบ้านหนองตายอดเป็นกลุ่มทดลอง โรงเรียนบ้านนาใหม่เป็นกลุ่มควบคุม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

2.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เด็กปฐมวัยชั้นอนุบาลปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบ้านหนองตายอด จำนวน 20 คน และโรงเรียนบ้านนาใหม่ จำนวน 20 คน

3. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษานี้ ประกอบด้วยตัวแปร 2 ประเภท ดังนี้

3.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ 2 วิธี คือ

3.1.1 การจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

3.1.2 การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย

3.2 ตัวแปรตาม

3.2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์

3.2.2 ความคิดสร้างสรรค์

4. เนื้อหาในการวิจัย

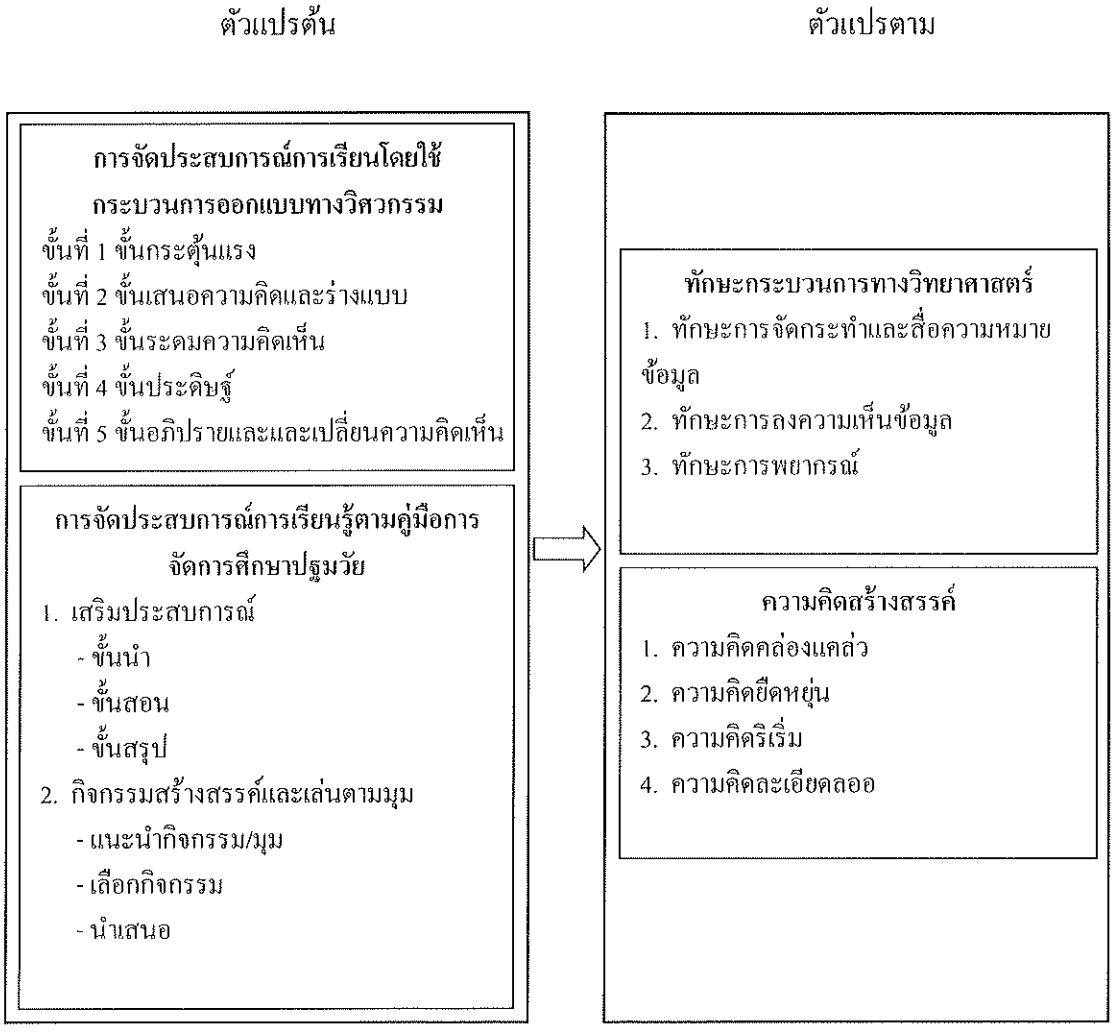
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ยึดแนวทางตามกรอบมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ปฐมวัย พุทธศักราช 2551 ที่ สสวท. พัฒนาขึ้น โดยยึดกรอบสาระตามที่กระทรวงกำหนดในหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พุทธศักราช 2560 ครอบคลุมสาระการเรียนรู้เรื่อง ธรรมชาติรอบตัว และสิ่งต่าง ๆ รอบตัวเด็ก ประกอบด้วย หน่วยสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต หน่วยฝนจ๋า หน่วยเสียง หน่วยแม่เหล็ก

5. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นเวลา 8 สัปดาห์ สอนสัปดาห์ละ 4 วัน วันละ 45 นาที รวมสัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวม 24 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัย ประกอบด้วย ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดประสบการณ์การเรียนโดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย และตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ แสดงดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. เด็กปฐมวัย หมายถึง เด็กปฐมวัยชั้นอนุบาล 3 เขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี เขต 2 อำเภอห้วยกระเจา กลุ่มโรงเรียนห้วยกระเจา - วังไผ่ โรงเรียนบ้านหนองตายอด และโรงเรียนบ้านนาใหม่

2. การจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม หมายถึง การจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 ขั้นตั้งคำถาม หมายถึง ขั้นที่นักเรียนจะต้องระบุปัญหาหรือตั้งคำถาม และนำเสนอคำตอบเพื่อนำไปสู่สิ่งประดิษฐ์

2.2 ขั้นจินตนาการวิธีแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นที่นักเรียนกำหนดแนวทางในการสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถามที่กำหนดไว้ ร่างแบบสิ่งประดิษฐ์ และเลือกสิ่งประดิษฐ์

2.3 ขั้นวางแผน หมายถึง ขั้นที่นักเรียนกำหนดแนวทางในการสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถามที่กำหนดไว้ ร่างแบบสิ่งประดิษฐ์ และเลือกสิ่งประดิษฐ์

2.4 ขั้นสร้างสรรค์ผลผลิต หมายถึง ขั้นที่นักเรียนสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถามตามแนวทางที่กำหนดไว้ ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง

2.5 ขั้นปรับปรุง หมายถึง ขั้นที่นักเรียนนำเสนอผลงานของกลุ่มตนเอง แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งอาจเกิดปัญหาใหม่

3. การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัยพุทธศักราช 2560 หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการสอดแทรกสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในช่วงกิจกรรมเสริมประสบการณ์และกิจกรรมศิลปะสร้างสรรค์และเล่นตามมุมของครูในช่วงกิจกรรมเสริมประสบการณ์ ช่วงเวลา 9:30 น. - 10:15 น. วันละ 45 นาที มุ่งเน้นให้เด็กเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง โดยมีครูคอยดูแลเอื้ออำนวยความสะดวกให้แก่เด็ก เป็นแผนการสอนที่ยึดแนวทางการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัยพุทธศักราช 2560

3.1 กิจกรรมเสริมประสบการณ์

3.1.1 ขั้นนำ หมายถึง ร่วมกันแสดงความคิดเห็น

3.1.2 ขั้นสอน หมายถึง แนะนำอุปกรณ์ สร้างข้อตกลงในการสังเกต เด็กร่วมกันลงความคิดเห็น ตั้งสมมติฐาน และมีส่วนร่วมในการบันทึกผลโดยการวาดภาพประกอบ

3.1.3 ขั้นสรุป หมายถึง ร่วมกันอภิปรายเชื่อมโยงเหตุและผลที่เกิดขึ้น

3.2 กิจกรรมศิลปะสร้างสรรค์และเล่นตามมุม

3.2.1 แนะนำกิจกรรม/มุม

3.2.2 เลือกกิจกรรม

3.2.3 นำเสนอ

4. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการค้นคว้าหาความรู้อย่างเป็นกระบวนการผ่านการฝึกฝนและปฏิบัติ โดยใช้แบบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัย 3 ด้าน

4.1 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายจากข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลอง มาแปลความหมายและสื่อความหมายให้บุคคลอื่นเข้าใจ โดยใช้คำพูดหรือรูปภาพ

4.2 ทักษะการลงความเห็นข้อมูล หมายถึง การอธิบายหรือตีความหมายของสิ่งที่สังเกตได้

4.3 ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การทำนายหรือการคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือข้อมูลจากประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ร่วมกับการสังเกต

5. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของสมองในการคิดจินตนาการผสมผสานความรู้และประสบการณ์ ซึ่งทำให้เกิดผลของการคิดค้นในรูปของการประดิษฐ์ และดัดแปลงให้เกิดสิ่งใหม่ ๆ ที่แตกต่างไปจากรูปแบบเดิม โดยวัดจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ เจลเลน และเออร์บาน (Jellen & Urban, 1986, pp.78 - 86) จำแนกได้ 4 ด้าน ประกอบด้วย

5.1 ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดคำตอบได้อย่างรวดเร็ว มีปริมาณมากในเวลาที่จำกัด และไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน

5.2 ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง เป็นความคิดที่สามารถดัดแปลงให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้

5.3 ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดที่แปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่ายๆ อาจนำเอาความรู้เดิมมาคิดดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดสิ่งใหม่ขึ้น

5.4 ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดเป็นขั้นตอนสามารถอธิบายให้เป็นภาพได้ชัดเจน ซึ่งความคิดละเอียดลออจัดเป็นรายละเอียดที่นำมาตกแต่งหรือขยายความคิดเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์มากขึ้น

สมมติฐานการวิจัย

1. เด็กปฐมวัยมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นหลังการจัดประสบการณ์การเรียนโดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

2. เด็กปฐมวัยมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์หลังการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม สูงกว่าการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัยพุทธศักราช 2560

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. เพื่อนำผลการวิจัยเป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งครูและผู้เกี่ยวข้องในวงการศึกษาสามารถนำไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับสถานศึกษาของตน

2. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอน โดยนำหลักการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรมไปจัดกิจกรรมการจัดประสบการณ์การเรียนรู้

3. นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์สูงมากขึ้น

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอหัวข้อดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรการศึกษาปฐมวัยพุทธศักราช 2560
2. กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม
    2.1 ทฤษฎีสนับสนุนการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม
    2.2 วิศวกรรมศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
    2.3 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
    2.4 ความหมายของการเรียนการสอนที่เน้นกระบานการออกแบบทางวิศวกรรม
    2.5 ขั้นตอนของการเรียนการสอนที่เน้นกระบานการออกแบบทางวิศวกรรม
    2.6 ลักษณะสำคัญของการเรียนการสอนที่เน้นกระบานการออกแบบทางวิศวกรรม
    2.7 ประโยชน์ของการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม
    2.8 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม
3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
    3.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
    3.2 ประเภทของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
    3.3 การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. ความคิดสร้างสรรค์
    4.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
    4.2 ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์
    4.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
    4.4 กระบวนการคิดสร้างสรรค์
    4.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์
    4.6 พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์
    4.7 ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์
    4.8 การสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

4.9 อุปสรรคของความคิดสร้างสรรค์

4.10 การส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

4.11 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

4.12 การวัดความคิดสร้างสรรค์

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. หลักสูตรการศึกษาปฐมวัยพุทธศักราช 2560

ปรัชญาการศึกษาปฐมวัยการศึกษาปฐมวัย เป็นการพัฒนาเด็กตั้งแต่แรกเกิดถึง 6 ปี บริบูรณ์ อย่างเป็นองค์รวมบนพื้นฐานการอบรมเลี้ยงดูและการส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ที่สนองต่อธรรมชาติและพัฒนาการตามวัยของเด็กแต่ละคนให้เต็มตามศักยภาพ ภายใต้บริบทสังคมและวัฒนธรรมที่เด็กอาศัยอยู่ด้วยความรัก ความเอื้ออาทร และความเข้าใจของทุกคนเพื่อสร้างรากฐานคุณภาพชีวิตให้เด็กพัฒนาไปสู่ความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ เกิดคุณค่าต่อตนเอง ครอบครัว ชุมชน สังคม และประเทศชาติ

หลักสูตรการศึกษาปฐมวัย สำหรับเด็กอายุ 3 - 6 ปี กำหนดมาตรฐานคุณลักษณะที่พึงประสงค์ จำนวน 12 มาตรฐานประกอบด้วย

1. พัฒนาการด้านร่างกาย ประกอบด้วย 2 มาตรฐาน คือ

มาตรฐานที่ 1 ร่างกายเจริญเติบโตตามวัยและมีสุขนิสัยที่ดี

มาตรฐานที่ 2 กล้ามเนื้อใหญ่และกล้ามเนื้อเล็กแข็งแรง ใช้ได้อย่างคล่องแคล่ว และประสานสัมพันธ์กัน

2. พัฒนาการด้านอารมณ์ จิตใจ ประกอบด้วย 3 มาตรฐาน คือ

มาตรฐานที่ 3 มีสุขภาพจิตดีและมีความสุข

มาตรฐานที่ 4 ชื่นชมและแสดงออกทางศิลปะ ดนตรี และการเคลื่อนไหว

มาตรฐานที่ 5 มีคุณธรรม จริยธรรม และมีจิตใจที่ดีงาม

3. พัฒนาการด้านสังคม ประกอบด้วย ๓ มาตรฐาน คือ

มาตรฐานที่ 6 มีทักษะชีวิตและปฏิบัติตนตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

มาตรฐานที่ 7 รักธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม และความเป็นไทย

มาตรฐานที่ 8 อยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุขและปฏิบัติตนเป็นสมาชิกที่ดีของสังคมในระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

4. พัฒนาการด้านสติปัญญา ประกอบด้วย 4 มาตรฐาน คือ

มาตรฐานที่ 9 ใช้ภาษาสื่อสารได้เหมาะสมกับวัย

มาตรฐานที่ 10 มีความสามารถในการคิดที่เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้

มาตรฐานที่ 11 มีจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

มาตรฐานที่ 12 มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ และมีความสามารถในการแสวงหาความรู้ได้เหมาะสมกับวัย

แนวทางการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ สำหรับเด็กปฐมวัย

หลักการจัดประสบการณ์ของเด็กช่วงอายุ 3 - 6 ปี ตามหลักสูตรการศึกษาปฐมวัยได้กล่าวไว้ว่า การจัดประสบการณ์จะต้องจัดในรูปแบบบูรณาการผ่านการเล่น (การเล่นอย่างมีความหมาย) เช่น การที่เด็กเล่นบทบาทสมมติในการเล่นขายของ เด็กจะได้เรียนรู้ทักษะทางภาษาจากการพูดสื่อสารกับเพื่อนในการสลับผลัดเปลี่ยนการเป็นแม่ค้าและลูกค้า ซึ่งเด็กอาจจินตนาการในการพูดขึ้นมาเองหรืออาจจดจำจากผู้ปกครองเมื่อไปตลาด นอกจากจะได้ทักษะทางภาษาแล้ว เด็กยังได้เรียนรู้เรื่องจำนวน การบวก - การลบเลขง่าย ๆ จากการเล่นอีกด้วย ถือเป็นการบูรณาการที่ได้ทั้งทักษะทางภาษาและคณิตศาสตร์ การจัดประสบการณ์จึงเปรียบเสมือนการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมพัฒนาการทั้ง 4 ด้านให้กับเด็ก ได้แก่ ด้านร่างกาย ด้านอารมณ์-จิตใจ ด้านสังคมและด้านสติปัญญา มีการบูรณาการการจัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับวัยและความสนใจของเด็ก โดยมีหลักการและแนวทางการจัดประสบการณ์ ดังนี้

หลักการจัดประสบการณ์สำหรับเด็กปฐมวัย ดังนี้

1. จัดประสบการณ์เล่นและเรียนรู้อย่างหลากหลาย

2. เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและสนองความต้องการ ความสนใจ ความแตกต่างระหว่างบุคคลและตามสภาพแวดล้อมของสังคมที่เด็กอยู่อาศัย

3. จัดให้เด็กได้รับการพัฒนา โดยให้ความสำคัญกับกระบวนการเรียนรู้และพัฒนาการของเด็ก

4. จัดการประเมินพัฒนาการให้เป็นกระบวนการอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการจัดประสบการณ์ พร้อมทั้งนำผลการประเมินมาพัฒนาเด็กอย่างต่อเนื่อง

5. พ่อแม่ ผู้ปกครอง ชุมชน และผู้ที่เกี่ยวข้องควรมีส่วนร่วมในการพัฒนาเด็ก

แนวทางการจัดประสบการณ์ตามหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย 2560 ดังนี้

1. จัดประสบการณ์ให้สอดคล้องกับจิตวิทยาพัฒนาการและการทำงานของสมอง ที่เหมาะกับอายุ วุฒิภาวะและระดับพัฒนาการ เพื่อให้เด็กทุกคนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพ

2. จัดประสบการณ์ให้สอดคล้องกับแบบการเรียนรู้ของเด็ก ให้เด็กได้ลงมือกระทำเรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้เคลื่อนไหว สำรวจ เล่น สังเกต สืบค้น ทดลอง และคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง

3. จัดประสบการณ์แบบบูรณาการ โดยบูรณาการทั้งกิจกรรม ทักษะ และสาระการเรียนรู้

4. จัดประสบการณ์ให้เด็กได้คิดริเริ่ม วางแผน ตัดสินใจ ลงมือกระทำ และนำเสนอความคิดโดยผู้สอนหรือผู้จัดประสบการณ์เป็นผู้สนับสนุนอำนวยความสะดวกและเรียนรู้ร่วมกับเด็ก

5. จัดประสบการณ์ให้เด็กมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ไม่ว่าจะเป็นเด็กหรือผู้ใหญ่ ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ในบรรยากาศที่อบอุ่น มีความสุข และเรียนรู้การทำกิจกรรมแบบร่วมมือในลักษณะต่าง ๆ กัน

6. จัดประสบการณ์ให้เด็กมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อและแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายและอยู่ในวิถีชีวิตของเด็ก สอดคล้องกับบริบท สังคม และวัฒนธรรมที่แวดล้อมเด็ก

7. จัดประสบการณ์ที่ส่งเสริมลักษณะนิสัยที่ดีและทักษะการใช้ชีวิตประจำวันตามแนวทางหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ตลอดจนสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และการมีวินัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

8. จัดประสบการณ์ทั้งในลักษณะที่มีการวางแผนไว้ล่วงหน้าและแผนที่เกิดขึ้นในสภาพจริงโดยไม่ได้คาดการณ์ไว้

9. จัดทำสารนิทัศน์ (การจัดทำข้อมูลที่แสดงให้เห็นร่องรอยพัฒนาการการเรียนรู้จากการจัดกิจกรรม) ด้วยการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพัฒนาการและการเรียนรู้ของเด็กเป็นรายบุคคลนำมาไตร่ตรองและใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเด็กและการวิจัยในชั้นเรียน

10. จัดประสบการณ์โดยให้พ่อแม่ ครอบครัว และชุมชนมีส่วนร่วม ทั้งการวางแผน การสนับสนุน สื่อ แหล่งเรียนรู้ การเข้าร่วมกิจกรรมและการประเมินพัฒนาการ

การกำหนดรูปแบบการจัดประสบการณ์

การกำหนดรูปแบบการจัดประสบการณ์เป็นขั้นตอนที่ครูต้องกำหนดรูปแบบการจัดประสบการณ์สำหรับเด็กปฐมวัย รวมถึงนวัตกรรมที่ต้องใช้สอดแทรกลงในการจัดประสบการณ์ สำหรับรูปแบบที่นิยมใช้จะเป็นการจัดประสบการณ์เป็นรายสัปดาห์ และในบางสัปดาห์อาจใช้หน่วยตามความสนใจของเด็ก โดยพิจารณาข้อมูลจากหลักสูตรสถานศึกษา ตัวเด็ก สภาพแวดล้อมสังคมและวัฒนธรรม ประกอบกัน ทั้งนี้สามารถยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสม เมื่อได้หน่วยการจัดประสบการณ์แล้ว ครูสามารถกำหนดรายละเอียดของสาระการเรียนรู้ให้เข้ากับหัวเรื่องหน่วยการจัดประสบการณ์ สาระการเรียนรู้ก็จะประกอบด้วยประสบการณ์สำคัญและสาระที่ควรรู้ ซึ่งในสาระที่

ควรรู้ในหลักสูตรไม่ได้กำหนดเนื้อหาหรือรายละเอียดก็เพื่อให้สามารถยืดหยุ่นได้ง่าย สะดวกต่อการปรับให้เหมาะสมกับความสนใจและสิ่งแวดล้อมในชีวิตจริงของเด็ก ตัวกำหนดการจัดประสบการณ์การเรียนรู้เด็กปฐมวัยจะแบ่งตามสาระ โดยแบ่งออกเป็น 4 สาระดังนี้ คือ

สาระที่ 1 เรื่องราวเกี่ยวกับตัวเด็ก

สาระที่ 2 บุคคลและสถานที่แวดล้อม

สาระที่ 3 ธรรมชาติรอบตัวเด็ก

สาระที่ 4 สิ่งต่าง ๆ รอบตัวเด็ก

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ปฐมวัย

สสวท. ได้พัฒนากรอบมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ปฐมวัยขึ้นอย่างเป็นระบบโดยจัดประชุมระดมความคิดเพื่อกำหนดแนวทางในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ปฐมวัยพัฒนากรอบมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ปฐมวัยขึ้นจากการทบทวนเอกสารหลักสูตรการศึกษาปฐมวัยและหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ทั้งของไทยและต่างประเทศ จัดการประชาพิจารณ์ร่างกรอบมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ปฐมวัยและทดลองใช้กรอบมาตรฐานวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ปฐมวัยในหลายโรงเรียน จนกระทั่งได้เป็นชุดเอกสารกรอบมาตรฐานและคู่มือที่พร้อมเผยแพร่ได้ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 เป็นต้นมา ทั้งนี้ สสวท. ได้รับการสนับสนุนอย่างดียิ่งจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษาปฐมวัยนักวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษา จิตแพทย์และผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับการพัฒนาเด็กปฐมวัย ศึกษานิเทศก์ ผู้บริหารสถานศึกษา และครูปฐมวัยในทุกภูมิภาคทั่วประเทศ ชุดเอกสารกรอบมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ปฐมวัย และที่กรอบมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ปฐมวัย ตามหลักสูตรการศึกษาปฐมวัยพุทธศักราช 2560 ได้กำหนดขอบข่ายสาระการในเรียนรู้หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เบื้องต้นที่จำเป็นสำหรับเด็กปฐมวัยไว้ดังนี้

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ปฐมวัย

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

เด็กปฐมวัยควรเรียนรู้และสร้างแนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับอวัยวะภายนอก ประสาทสัมผัส การปฏิบัติตามหลักสุขอนามัย การเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของตนเอง ลักษณะของสัตว์และพืช การเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของสัตว์และพืช ลักษณะของตนเองและผู้อื่น และลักษณะของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

เด็กปฐมวัยควรเรียนรู้และสร้างแนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตนเองกับสิ่งแวดล้อม สิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นและทรัพยากรธรรมชาติ

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

เด็กปฐมวัยควรเรียนรู้และสร้างแนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะและการเปลี่ยนแปลงของสิ่งของต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

เด็กปฐมวัยควรเรียนรู้และสร้างแนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับแรงแม่เหล็ก แรงโน้มถ่วง การจม การลอย และผลของการออกแรง

สาระที่ 5 พลังงาน

เด็กปฐมวัยควรเรียนรู้และสร้างแนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดพลังงาน วิธีใช้เครื่องใช้ที่ใช้พลังงานไฟฟ้า และประโยชน์และโทษที่เกิดจากการใช้พลังงานในชีวิตประจำวัน ได้แก่ ความร้อน แสง ไฟฟ้า และเสียง

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

เด็กปฐมวัยควรเรียนรู้และสร้างแนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะและการเปลี่ยนแปลงของดิน น้ำ อากาศ ลักษณะภูมิประเทศแบบต่าง ๆ สภาพอากาศและการปฏิบัติตนให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

เด็กปฐมวัยควรเรียนรู้และสร้างแนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์เบื้องต้น ได้แก่ ลักษณะของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ ดวงดาว และโลก ลักษณะและการเปลี่ยนแปลงและที่พบในเวลากลางวัน เวลากลางคืน และฤดู และเรียนรู้จักรูปร่างลักษณะและประโยชน์ของสิ่งที่เป็นเทคโนโลยีอวกาศและเครื่องมือที่ใช้ในการสื่อสาร อาทิ จรวด ยานอวกาศ และดาวเทียม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เด็กปฐมวัยควรเรียนรู้สร้างแนวคิดเบื้องต้นและพัฒนาทักษะความสามารถเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและจินตนาการความคิดสร้างสรรค์อย่างสมเหตุสมผลทางวิทยาศาสตร์ การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์อย่างง่ายและการใช้สิ่งของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวันอย่างถูกต้อง ปลอดภัยและเหมาะสมกับวัย

2. กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

ผู้วิจัยได้ศึกษากระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมไว้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 ทฤษฎีสนับสนุนการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

การเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจากกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งผู้เรียนจะต้องนำความรู้ที่ได้รับในชั้นเรียนมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหา โดยการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม จะเน้นกระบวนการสืบสอบ (Inquire method) ซึ่งมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรักติวิสต์ (Constructivism) ที่เน้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่ (New knowledge) กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่ติดตัวมาก่อน (Prior knowledge) เข้าด้วยกันนักคอนสตักติวิสต์มีความเชื่อเกี่ยวกับการเรียนรู้ว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวนักเรียน นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบกับกับความรู้ที่มีอยู่เดิม (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2548, หน้า 15) โดยนักการศึกษาได้กล่าวถึงแนวคิดคอนสตักติวิสต์ไว้โดยมีรายละเอียด ดังนี้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2548, หน้า 47) ให้ความหมายของแนวคิดคอนสตักติวิสต์ ว่าเป็นแนวคิดของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และเชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นโดยผู้เรียนสร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม เป็นปรัชญาที่มีข้อสันนิษฐานว่า ความรู้ไม่สามารถแยกออกจากความอยากรู้ ความรู้ได้มาจากการสร้างเพื่ออธิบาย ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตักติวิสต์เน้นการสร้างความรู้โดยตนเองของนักเรียน จากการได้สัมผัสประสบการณ์ตรง ด้วยกาปฏิบัติโดยนักเรียนจะมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) จากภาวการณ์ขัดแย้งทางปัญญา ซึ่งเป็นภาวะที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ใหม่ที่เกิดความไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ทำให้นักเรียนมีความเปลี่ยนแปลงทางความคิดตลอดเวลา เพื่อปรับโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมและเพิ่มความซับซ้อนขึ้นโดยใช้กระบวนการที่สำคัญ 2 กระบวนการ คือ การบวนการดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้าง (Accommodation) เพื่อปรับโครงสร้างทางปัญญาให้กลับสู่ภาวะสมดุล

เคมป์ (Kemp, 1996, p.137) กล่าวว่า แนวคิดคอนสตักติวิสต์ เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้ที่มีรากฐานมาจากทั้งความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ปรัชญา และจิตวิทยา โดยความรู้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากการสร้างความรู้ของผู้เรียนด้วยตนเองมากกว่าจะรับการถ่ายทอดจากผู้อื่น

เซลลี (Selly, 1997, p.45) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีคอนสตักติวิสต์ว่าเป็น ทฤษฎีที่ผู้เรียนสร้างความรู้จากความคิดของตนเอง เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในบุคคลโดยไม่รู้ตัว โดยนำความรู้หลายด้านมาตีความใหม่ ความรู้บางเรื่องอาจได้มาจากประสบการณ์ตรงของตนเองหรือการแลกเปลี่ยน

กับผู้อื่น และสร้างภาพที่สมบูรณ์และสอดคล้องกับสิ่งต่าง ๆ ทั้งธรรมชาติทางด้านกายภาพ และด้านจิตใจ

สรุปได้ว่า แนวคิดคอนสตรักติวิสต์ เน้นการเรียนรู้ผ่านกระบวนการคิดของนักเรียนด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยจัดสภาพการณ์ให้นักเรียนเกิดสภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม นักเรียนจึงต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์เดิม เป็นกระบวนการที่นักเรียนต้องสืบค้น เสาะหาสำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย

2.2 วิศวกรรมศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงวิศวกรรมศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ไว้โดยมีรายละเอียดดังนี้

อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556, หน้า 36) ได้กล่าวว่า วิศวกรรมศาสตร์สำหรับระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ปรากฏในประเทศสหรัฐอเมริกา มีความหมายเกี่ยวกับการออกแบบ (Design) วางแผน (Planning) การแก้ปัญหา (Problem solving) การใช้องค์ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ มาสร้างสรรค์ผลงานภายใต้ข้อจำกัด หรือเงื่อนไข (Constraints and criteria) ที่กำหนด ส่วนมากจะกล่าวถึงการออกแบบว่า กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering design process) ซึ่งวิศวกรรมในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นการนำเอาองค์ความรู้โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างสรรค์ผลงานและเชื่อมโยงกับโลกแห่งความเป็นจริง ทั้งนี้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม เป็นเพียงกระบวนการทำงานที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงการทำงานอย่างเป็นขั้นตอนรู้จักการวางแผนการแก้ปัญหาเข้าใจกระบวนการที่ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ใหม่ของวิศวกรที่ต้องมีการวางแผนการทำงาน การทดสอบ ปรับปรุงแก้ไขการคิดค้นหาแนวทางที่หลากหลายเพื่อทดสอบวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งกระบวนการนี้จะคล้ายกับกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ ต้องมีปัญหา หรือข้อสงสัยการตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลองและการลงข้อสรุป โดยจุดต่างที่สำคัญ ระหว่างกระบวนการทางวิศวกรรม และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การออกแบบ 24 ทางเลือก เพื่อแก้ปัญหาที่หลากหลายแล้ววิเคราะห์หาแนวทางที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งอาจไม่ใช่แนวทางที่ถูกต้องที่สุด ซึ่งเกิดขึ้นในกระบวนการทางวิศวกรรม นอกจากนั้นกระบวนการทางวิศวกรรมเน้นที่การประยุกต์ใช้องค์ความรู้เพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ผลงานออกมา ในขณะที่กระบวนการทางวิศวกรรมมักมุ่งไปที่การได้มาซึ่งคำตอบของข้อสงสัย หรือองค์ความรู้ที่เป็นทฤษฎีเท่านั้น โดยมีการเปรียบเทียบแนวคิดและทักษะด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 การเปรียบเทียบแนวคิดและทักษะด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

วิทยาศาสตร์	วิศวกรรมศาสตร์	เทคโนโลยี	คณิตศาสตร์
ตั้งคำถาม (เพื่อเข้าใจธรรมชาติ) พัฒนาและใช้โมเดล	นิยามปัญหา (เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต) พัฒนาและใช้โมเดล	ตระหนักถึงบทบาทของเทคโนโลยีต่อสังคม	ทำความเข้าใจและพยายามแก้ปัญหา ใช้คณิตศาสตร์ในการสร้างโมเดล
ออกแบบและลงมือทำการค้นคว้า วิจัย ทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล	ออกแบบและลงมือทำการค้นคว้า วิจัย ทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล	เรียนรู้การใช้งานเทคโนโลยีใหม่ๆ	ใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ให้ความสำคัญกับความแม่นยำ
ใช้คณิตศาสตร์ช่วยในการคำนวณ สร้างคำอธิบาย	ใช้คณิตศาสตร์ช่วยในการคำนวณ สร้างคำอธิบาย	เข้าใจบทบาทของเทคโนโลยีในการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม	ใช้ตัวเลขในการให้ความหมายหรือเหตุผล พยายามหาวิธีการและใช้โครงงานในการแก้ปัญหา
ใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิด ประเมินและสื่อสารแนวคิด	ใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิด ประเมินและสื่อสารแนวคิด	ตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีโดยพิจารณาถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม	สร้างข้อโต้แย้งและสามารถวิพากษ์การให้เหตุผลของผู้อื่น มองหาและนำเสนอระเบียบวิธีในการให้เหตุผล

ที่มา : อภิสิทธิ์ ธงไชย, 2556, หน้า 37

ในทางวิทยาศาสตร์มีกระบวนการส่วนใหญ่เหมือนกับแนวปฏิบัติทางวิศวกรรมศาสตร์ กล่าวคือทั้งสองศาสตร์มีการพัฒนาและใช้โมเดลในการดำเนินงานมีการออกแบบและลงมือค้นคว้าวิจัยเพื่อรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวทั้งวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ต้องการความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณนอกจากนี้ทั้งนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรมีการใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิดซึ่งอาจเป็นคำตอบของข้อสงสัยเกี่ยวกับธรรมชาติหรือปัญหาและ

สุดท้ายต้องมีการประเมินและสื่อสารแนวคิดดังกล่าวอย่างไรก็ตามแนวปฏิบัติทั้งสองมีความแตกต่างกันอยู่ 2 ประการ คือ

1. ในขณะที่วิทยาศาสตร์ พยายามตั้งคำถามเพื่อเรียนรู้และทำความเข้าใจธรรมชาติ วิศวกรรมศาสตร์พยายามนิยามปัญหาที่เกิดจากความไม่พอในแตะต้องการพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์

2. ผลลัพธ์ของการทำงานทางวิทยาศาสตร์ คือการสร้างคำอธิบายเพื่อตอบข้อสงสัยเกี่ยวกับธรรมชาติในขณะที่ผลลัพธ์ของการทำงานทางวิศวกรรมศาสตร์คือการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์และวิธีการดังกล่าวจะนำมาซึ่งผลผลิตที่เป็นเทคโนโลยีใหม่หรือนวัตกรรม

ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วว่า ลักษณะที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาคือการผนวกกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีของผู้เรียน กล่าวคือในขณะที่ผู้เรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อแก้ปัญหาเพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

สรุปการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาต้องอาศัยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. ระบุปัญหา (Problem identification) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราระบุอาจประกอบด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหาผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกันปัญหา (Related information search) หลังจากผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องผู้แก้ปัญหาอาจมีการดำเนินการ ดังนี้

2.1 การรวบรวมข้อมูล คือการสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่และหากมี เขาแก้ปัญหาอย่างไร และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง

2.2 การค้นหาแนวคิด คือการค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาควรพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาและจดบันทึกแนวคิดไว้

เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ความคุ้มทุน ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหาแล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

2.3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไป คือ การนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการกำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต ทั้งนี้ผู้แก้ปัญหาต้องอ้างอิงถึงความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ ประเมิน ตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

2.4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development) หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

2.5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน Testing, evaluation and design improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

2.6 นำแสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) หลังจากการพัฒนาปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

จุดเด่นที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการจัดการเรียนการเรียนรู้แบบสะเต็ม คือการผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ของผู้เรียน กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. ระบุปัญหา (Problem identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related information search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, evaluation and design improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558, หน้า 25) ได้กล่าวถึงกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมว่า เป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ ซึ่งมีได้หลายรูปแบบแต่มีขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้

1. การระบุปัญหา (Identify a challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจในสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน และจำเป็นที่จะต้องหาวิธีการหรือสร้างนวัตกรรม (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore ideas) คือ การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา และประเมินความเป็นไปได้ความคุ้มทุน ข้อดี ข้อด้อย และความเหมาะสม เพื่อเลือกแนวคิด แนวทางหรือวิธีที่เหมาะสมที่สุด เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

3. การวางแผนและพัฒนา (Plan and develop) ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมาย และระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจน รวมถึงการออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิต เพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4. การทดสอบและประเมินผล (Test and evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบ เพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้อาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ไขมากยิ่งขึ้น

5. การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the solution) หลังการพัฒนาปรับปรุงทดสอบ และประเมินวิธีการแก้ปัญหา หรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้วผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์โดยออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ เนื่องจากงานวิจัยนี้สนใจศึกษากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนที่ผ่านการเรียนรู้โดย STEM Education ซึ่งงานวิจัยนี้จัดเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพโดยเก็บข้อมูลด้วยวิธีการที่หลากหลาย และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยกระบวนการตีความและการสร้างความหมาย ดังนั้นการวัดและประเมินผลควรเป็น ดังนี้ (ลือชา ลดาชาติ, 2555, หน้า 76)

1. ใช้วิธีการต่าง ๆ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่การสังเกต การสัมภาษณ์ สะท้อนความคิด และการวิเคราะห์เอกสาร

2. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพดังนี้

2.1 การจัดเตรียมข้อมูลเป็นกระบวนการที่ผู้วิจัยจัดกระทำข้อมูลดิบให้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมสำหรับการตีความและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างละเอียด

2.2 การแตกข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยเป็นกระบวนการที่ผู้วิจัยอ่านข้อมูลที่ผ่านการจัดเตรียมข้อมูลแล้วอย่างละเอียดเพื่อทำความเข้าใจข้อมูลทั้งหมดในภาพรวม ข้อมูลมีองค์ประกอบอะไรบ้าง ข้อมูลแต่ละองค์ประกอบมีความหมายและสัมพันธ์กันอย่างไร จากนั้นทำการแตกข้อมูลเป็นส่วนย่อยโดยอาจจะเขียนในรูปวลี ประโยค หรือย่อหน้าก็ได้แล้วเขียนแหล่งที่มาของข้อมูลด้วย

2.3 การให้รหัสข้อมูลส่วนย่อยเกิดขึ้นทันทีหลังจากการแตกข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยแล้ว โดยผู้วิจัยต้องให้รหัสของข้อมูลส่วนย่อยเดียวกันกับข้อมูลที่มีความหมายเดียวกัน หรือคล้ายกัน

2.4 การจัดหมวดหมู่ข้อมูลส่วนย่อยในระหว่างการให้รหัสข้อมูลส่วนย่อยจากการอ่านตีความ และเปรียบเทียบข้อมูลหลาย ๆ รอบ แล้วทำการรวบรวมข้อมูลที่เหมือนกันไว้ด้วยกัน โดยที่ข้อมูลนั้นจะต้องอยู่ที่หมวดหมู่ใดหมวดหมู่หนึ่งเท่านั้น

2.5 ตั้งชื่อหมวดหมู่ข้อมูล ในการตั้งชื่อหมวดหมู่ข้อมูลนั้นชื่อที่ตั้งต้องสื่อความหมายของข้อมูลหน่วยย่อยภายในทั้งหมดได้ จากนั้นก็นำข้อมูลมาวิเคราะห์ประมวลผลแล้วเรียบเรียงนำเสนอในรูปความเรียง

3. ตัวบ่งชี้คุณภาพของงานวิจัยเชิงคุณภาพ

นักวิจัยเชิงคุณภาพได้กำหนด และยึดถือตัวบ่งชี้คุณภาพของงานวิจัยเชิงคุณภาพ 4 ประการคือความน่าเชื่อถือ (Credibility) ความสามารถถ่ายโอน (Transferability) ความยึดมั่นอยู่กับข้อมูล (Dependability) และความสามารถยืนยัน (Confirm ability) โดยสรุปตัวบ่งชี้คุณภาพ ความหมาย และวิธีการในการสร้างความน่าเชื่อถือให้งานวิจัยเชิงคุณภาพ

2.3 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

มีนักการศึกษาได้ศึกษาถึง กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ไว้โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ภัสสร ติดมา (2558, หน้า 69) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เรื่องระบบร่างกายมนุษย์ด้วยกระบวนกำรออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนอุดมดรุณี จำนวน 48 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ 2) แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง และ 3) แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนโดยคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 79 ขึ้นไป 2) นักเรียนมีแนวทางการเรียนรู้สามารถเลือกแบบจำลองอวัยวะโดยบอกเหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผล วางแผนการทำงานและซื้อวัสดุอุปกรณ์สร้างแบบจำลองอวัยวะโดยคำนึงถึงราคา และคุณสมบัติของวัสดุ สร้างและปรับปรุง แบบจำลองอวัยวะได้อย่างสมบูรณ์ขึ้น

จรูญพงษ์ ชลสินธุ์ (2559, หน้า 72) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมต่อการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 21 คน โดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ มีเครื่องมือในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือผลการศึกษาพบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถร่วมกันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม โดยพบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาสมรรถนะได้อยู่ในระดับปานกลางคือ นักเรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้เมื่ออยู่ในสภาวะร่วมกลุ่ม แต่พบอุปสรรคเมื่ออยู่ด้วยตนเองดังนั้นการจัดการเรียนรู้จะต้องเน้น บทบาทของสมาชิกให้มีโอกาสแลกเปลี่ยนการเรียนรู้อย่างเท่าเทียมเป็นการแก้ปัญหาแบบกลุ่มภายใต้สถานการณ์จริง

วรรณา รุ่งลักษมีศรี (2551, หน้า 69) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสาธิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2551 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม จำนวน 2 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.70 2) แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.75 ค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.31- 0.80 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.27 - 0.72 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบทีผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 75.58 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือร้อยละ70 2) นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน เฉลี่ยร้อยละ 83.90 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือร้อยละ70 3) นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยสูงกว่า กลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ โดยจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานเฉลี่ยสูงกว่า กลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สตริเมล (Strimel, 2014, p.23) ได้พัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในระดับ บูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการบูรณาการที่พัฒนาขึ้นส่งผลให้ผู้เรียนมี การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการออกแบบสร้างชิ้นงาน ตลอดจนการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

สรุปได้ว่า การสอนที่เน้นการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์มีลักษณะของปัญหาที่ไม่ตายตัว ปัญหามีความท้าทายและเชื่อมโยงกับชีวิตจริงในการดำเนินการแก้ปัญหาให้สำเร็จนั้นต้องอาศัยการทำงานแบบร่วมมือกันอย่างเป็นระบบ มีการออกแบบความรู้มาใช้ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานภายใต้เงื่อนไขข้อกำหนดที่จำกัด สามารถฝึกให้นักเรียนทำงานเป็นกระบวนการผ่านการทดลองใช้ทำซ้ำ และแก้ไขปรับปรุงจนกว่าจะได้วิธีการแก้ไขปัญหาที่ดีที่สุดออกมา

2.4 ความหมายของการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมไว้ดังนี้

มหาวิทยาลัยแมสซาชูเซตส์ (UMASS) (อ้างถึงใน วรรณา รุ่งลักษมีศรี, 2551, หน้า 34) ให้ความหมายของกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมว่าเป็นแนวทางที่วิศวกรใช้ในการสร้างสรรค์ผลงานเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ และจัดเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการหาคำตอบของปัญหาต่าง ๆ

โรเดริซ (Roderic) (อ้างถึงใน วรรณา รุ่งลักษมีศรี, 2551, หน้า 35) กล่าวถึง ความหมายของกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมว่าเป็นกระบวนการที่ใช้ในการสร้างผลผลิต โดยอาศัยพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในศาสตร์ต่าง ๆ เช่น เคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา เป็นต้น รวมทั้งคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่เป้าหมายที่กำหนดไว้

แผนกประถมศึกษาและมัธยมศึกษาของรัฐแมสซาชูเซตส์ (Massachusetts department of elementary and secondary education) (อ้างถึงใน วรรณา รุ่งลักษมีศรี, 2551, หน้า 35) ได้กล่าวถึง กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมว่าเป็นระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการหาคำตอบของสิ่งที่สงสัย โดยการออกแบบสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์เพื่อประโยชน์อย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งมีหลากหลายขั้นตอนและเป็นกระบวนการที่ได้นำความรู้มาใช้ในทางปฏิบัติจริงในชีวิตประจำวัน

สรุปได้ว่า กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่วิศวกรใช้ในการหาคำตอบ เพื่อประโยชน์อย่างใดอย่างหนึ่งโดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในสาขาต่าง ๆ เพื่อสร้างสรรค์ผลผลิตตองสนองความต้องการของมนุษย์ในสังคม

2.5 ขั้นตอนของกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

การเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม คือ การเรียนการสอนที่นำขั้นตอนซึ่งวิศวกรใช้เป็นแนวทางในการสร้างสรรค์ผลงานต่าง ๆ มาใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน โดยนักการศึกษาเสนอขั้นตอนของกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมไว้ดังนี้

มหาวิทยาลัยแมสซาชูเซตส์ (UMASS) (อ้างถึงใน วรรณา รุ่งลักษมีศรี, 2551, หน้า 35) เสนอขั้นตอนของกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมไว้ดังนี้

1. ขั้นตั้งคำถาม (Ask) เป็นการระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไข และปัญหานั้นจะแก้ไขด้วยการผลิตสิ่งประดิษฐ์ลักษณะใด รวมทั้งการพิจารณาเงื่อนไขของการแก้ปัญหาจากการผลิตสิ่งประดิษฐ์นั้น ๆ

2. ขั้นจินตนาการวิธีแก้ปัญหา (Imagine) เป็นการระบุวิธีแก้ปัญหา โดยระดมความคิดเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย แล้วพิจารณาเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

3. ขั้นวางแผน (Plan) เป็นการระบุวิธีและขั้นตอนการแก้ปัญหา โดยกำหนดกระบวนการและขั้นตอนในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ ทั้งทางด้านอุปกรณ์ และเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้เพื่อแก้ปัญหาตามแนวทางนั้น

4. ขั้นสร้างสรรค์ผลผลิต (Create) เป็นการปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้โดยการสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่นำไปสู่การแก้ปัญหา

5. ขั้นปรับปรุง (Improve) เป็นการทดสอบคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ แล้วอภิปรายถึงกระบวนการทำงานและปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อทำการปรับปรุงให้มีผลงานดีขึ้น แล้วทำการทดสอบสิ่งประดิษฐ์นั้นหลังการปรับปรุงอีกครั้ง

โรเดริซ (Roderic) (อ้างถึงใน วรรณา รุ่งลักษมีศรี, 2551, หน้า 36) ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา (Define the problem) ระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไข
2. ขั้นค้นหา (Explore) รวบรวมข้อมูล ความรู้ วิธีการเพื่อนำไปสู่การออกแบบ
3. ขั้นระบุเงื่อนไข (Constraints) ระบุเงื่อนไข เป้าหมาย แนวทางแก้ปัญหาต่าง ๆ
4. ขั้นออกแบบ (Design) วิเคราะห์และออกแบบแนวทางแก้ปัญหา
5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เปรียบเทียบการออกแบบแต่ละวิธี และเลือกวิธีที่เป็นไปได้และมีประสิทธิภาพมากที่สุด
6. ขั้นแต่งตั้งผู้รับผิดชอบ (Delegation) มอบหมายงานให้กับผู้ที่มีความถนัดในงานด้านต่าง ๆ อย่างเหมาะสม เพื่อการจัดการแก้ปัญหาตามแนวทางที่กำหนดไว้
7. ขั้นระบุเงื่อนไขเฉพาะ (Specification) ระบุเงื่อนไข ข้อจำกัด ตัวแปรที่มีผลต่อแนวทางการแก้ปัญหา
8. ขั้นทดสอบ (Test) ทดสอบตามแนวทางที่วางแผนไว้

แผนกประถมศึกษาและมัธยมศึกษาของรัฐแมสซาชูเซตส์ (Massachusetts department of elementary and secondary education) (อ้างถึงใน วรรณา รุ่งลักษมีศรี, 2551, หน้า 37) เสนอถึงขั้นตอนของกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมโดยมีลักษณะเป็นวงจรประกอบด้วย 8 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นระบุความต้องการ หรือระบุปัญหา (Identify the need or problem)
2. ขั้นวิจัยความต้องการ หรือปัญหา (Research the need or problem)
3. ขั้นพัฒนาวิธีแก้ปัญหา (Develop possible solution)
4. ขั้นเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด (Select the best possible solution)
5. ขั้นกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหา (Construct a prototype)
6. ขั้นทดสอบและประเมินวิธีแก้ปัญหา (Test and evaluate the solution)

7. ขั้นสื่อสารวิธีแก้ปัญหา (Communicate the solution)

8. ขั้นทบทวนการออกแบบ (Redesign)

สรุปได้ว่า ขั้นตอนของกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมีลักษณะเป็นวงจร สามารถย้อนกลับเพื่อทบทวนแนวทางการแก้ปัญหาแล้วนำไปสู่การแก้ปัญหาใหม่หรือปรับปรุงวิธีการเดิม โดยยึดขั้นตอนของกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมตามแนวของ UMASS ซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้น ประกอบด้วย 1) ขั้นตั้งคำถาม (Ask) 2) ขั้นจินตนาการวิธีแก้ปัญหา (Imagine) 3) ขั้นวางแผน (Plan) 4) ขั้นสร้างสรรค์ผลผลิต (Create) และ 5) ขั้นปรับปรุง (Improve)

2.6 ลักษณะสำคัญของการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

ลักษณะสำคัญของการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม มีลักษณะดังนี้ (วรรณา รุ่งลักษมีศรี, 2551, หน้า 38)

1. เป็นการเรียนรู้ที่ต้องบูรณาการหลายสหสาขาวิชา โดยนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง จากประสบการณ์ที่เป็นจริงในชีวิตประจำวัน เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสนใจเรียนวิทยาศาสตร์โดยการประยุกต์ความรู้จากเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้อง

2. เน้นการส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งมีหลายขั้นตอน เช่น การระบุปัญหา การแก้ปัญหาจากวิธีการต่าง ๆ และการประเมินข้อมูลต่าง ๆ เพื่อใช้ในการตัดสินใจ เป็นต้น

3. เป็นการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นหลัก (Project - based learning) และการลงมือทำกิจกรรม (Hands - on construction)

สรุปได้ว่า ลักษณะสำคัญของการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม คือ การเรียนรู้ที่ต้องบูรณาการหลายสหสาขาวิชา เน้นการส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา และ การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นหลัก

2.7 ประโยชน์ของการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

ประโยชน์การเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม โดยนักเรียนจะได้รับประโยชน์ ดังนี้ (วรรณา รุ่งลักษมีศรี, 2551, หน้า 38)

1. พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิศวกรรม

2. เกิดการเรียนรู้และได้รับความสนุกจากการลงมือปฏิบัติทดลอง ด้วยการเรียนรู้แบบสืบสอบ และค้นหาความรู้ด้วยตนเอง

3. เพิ่มความสนใจและความมั่นใจในการประกอบอาชีพวิศวกร นักประดิษฐ์ และนักนวัตกรรมในอนาคต

4. รู้จักประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม เพื่อการแก้ปัญหาที่ตนเองสนใจ อันนำไปสู่ทักษะการแก้ปัญหารวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่า การเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม มีประโยชน์ในด้านการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิศวกรรม เกิดการเรียนรู้และได้รับความสนุกจากการลงมือปฏิบัติทดลอง เพิ่มความสนใจและความมั่นใจในการประกอบอาชีพวิศวกร นักประดิษฐ์ และนักนวัตกรรมในอนาคต และรู้จักประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.8 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

บทบาทของครูในการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม มีดังนี้ (วรรณา รุ่งลักษมีศรี, 2551, หน้า 39)

1. ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนวางแผนแนวทางแก้ไขคำตอบด้วยตนเอง

2. ครูเป็นผู้ให้คำแนะนำในระหว่างการแก้ปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย รวมทั้งเสริมแรงให้กับผู้เรียน

3. ครูเป็นผู้ให้ข้อมูลเพื่อให้นักเรียนประเมินแนวทางการแก้ปัญหา ทบทวนขั้นตอนในการแก้ปัญหาของนักเรียน

บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม มีดังนี้ (วรรณา รุ่งลักษมีศรี, 2551, หน้า 39)

1. นักเรียนเป็นผู้สังเกตข้อมูลต่าง ๆ เพื่อระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไข รวมทั้งเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวางแผนแนวทางแก้ปัญหา

2. นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติทดลอง เพื่อนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างมีความหมาย

3. นักเรียนเป็นผู้ประเมินผลการแก้ปัญหาตามแนวที่วางแผนไว้ แล้วปรับปรุงวิธีการขั้นตอน และสิ่งประดิษฐ์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

สรุปได้ว่า ครูและนักเรียนต้องมีบทบาทร่วมกันในการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมให้เป็นไปอย่างราบรื่น โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ ให้คำแนะนำ และให้ข้อมูล ส่วนนักเรียนเป็นผู้สังเกตข้อมูลต่าง ๆ เป็นผู้ปฏิบัติทดลอง และเป็นผู้ประเมินผล

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ได้มีผู้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 14) กล่าวว่า ทักษะกระบวนกาทางรวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการทางปัญญาหรือพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติ การศึกษาค้นคว้าทดลอง และการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบจนเกิดการพัฒนาด้านความคิด

วรรณทิพา รอดแรงค้า และพิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2542, หน้า 3) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะทางสติปัญญา (Intellectual skills) หรือเป็นทักษะการคิดที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาดวามรู้ และแก้ปัญหาต่าง ๆ รวมทั้งสร้างสิ่งใหม่ด้วยความชำนาญ

กานย่ (Gagne, 1965, p.10) กล่าวว่า ทักษะกระบวนกาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะทางสติปัญญาที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้มโนมติ และหลักการช่วยให้ลงข้อสรุปแบบอุปนัยมีความเที่ยงตรงถูกต้อง หรือเชื่อถือได้โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรียงลำดับจากกระบวนการที่ง่ายไปจนถึงกระบวนการที่ซับซ้อน

สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการคิด การปฏิบัติ การศึกษาค้นคว้าทดลอง และฝึกฝนในการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล โดยการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ให้ได้มาซึ่งความรู้ ประกอบไปด้วยพฤติกรรมการสังเกต การวัด การคำนวณ หรือการใช้ตัวเลข การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปส (Space) กับสเปส (Space) และ สเปส (Space) กับเวลา การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนด และควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

3.2 ประเภทของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2548, หน้า 39-13) กล่าวว่า สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science - AAAS) ได้พัฒนาโครงการปรับปรุงการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับอนุบาลจนถึงระดับประถมศึกษา โดยเน้นการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และตั้งชื่อโครงการนั้นว่า วิทยาศาสตร์กับการใช้กระบวนการ (Science a Process Approach) ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic science process skills) 8 ทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะการสังเกต (Observing) 2) ทักษะการวัด (Measuring) 3) ทักษะการคำนวณหรือการใช้ตัวเลข (Using numbers) 4) ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying) 5) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างการสเปสกับสเปส

และ สเปสกับเวลา (Space/space relationship and space/time relationship) 6) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing data and communication) 7) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) 8) ทักษะการพยากรณ์ (Predicting) และทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ (Integrated science process skills) 5 ทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating hypotheses) 2) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally) 3) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling variables) 4) ทักษะการทดลอง (Experimenting) 5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting data and conclusion)

พวงทอง มีมั่งคั่ง (2537, หน้า 24 - 25) กล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์มีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องฝึกฝนนักเรียนให้รู้จักนำทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียน ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักพัฒนาความคิดและแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะมีความหมายดังต่อไปนี้

1. ทักษะการสังเกต

พวงทอง มีมั่งคั่ง (2537, หน้า 25) ได้อธิบายความหมายของการสังเกตว่า การสังเกตเป็นการบันทึกสิ่งที่ได้พบเห็นโดยไม่ใส่ความคิดเห็นลงไป การสังเกตหมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ เพื่อค้นหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็นได้จากวัตถุ หรือเหตุการณ์นั้น

วรรณทิพา รอดการค้า และ พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2542, หน้า 12) กล่าวว่า การสังเกตเป็นทักษะพื้นฐานที่จำเป็นและสำคัญมากในกระบวนการค้นคว้าหาความรู้แขนงต่าง ๆ โดยเฉพาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มักจะเริ่มต้นจาก การสังเกต นักวิทยาศาสตร์จัดว่าเป็นผู้มีความชำนาญและมีความละเอียดถี่ถ้วนในการสังเกตมากกว่าคนในอาชีพอื่น ๆ การสังเกตของนักวิทยาศาสตร์ บางครั้งอาจต้องอาศัยเครื่องมือช่วย ทั้งนี้เพื่อให้ผลการสังเกตมีความชัดเจนและแน่ใจยิ่งขึ้น เช่น แว่นขยาย กล้องจุลทรรศน์ กล้องโทรทรรศน์ เป็นต้น การสังเกตที่ดีจะต้องใช้ประสาทสัมผัสหลายๆ อย่าง และต้องทำอย่างละเอียดรอบคอบทุกแง่ทุกมุม เพื่อให้ได้รายละเอียดข้อมูลของสิ่งนั้นมากที่สุด

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมี 3 ประเภท ดังนี้ (พวงทอง มีมั่งคั่ง, 2537, หน้า 25)

1. ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับลักษณะและคุณสมบัติของสิ่งที่สังเกตเกี่ยวกับรูปร่าง กลิ่น รส เสียง การสัมผัส ซึ่งเป็นลักษณะหรือคุณสมบัติที่ยังไม่สามารถระบุออกมาเป็นตัวเลขแสดงปริมาณพร้อมหน่วยวัดมาตรฐานได้ ตัวอย่างเช่น ข้อมูลเชิงคุณภาพของลูกอมชนิดหนึ่ง

เมื่อใช้ตาดู ลูกอมมีรูปร่างเป็นรูปสี่เหลี่ยม รูปกลม มีสีแดง สีเขียว สีเหลือง เมื่อใช้หูฟัง ได้ยินเสียงลูกอมกระทบพื้น เมื่อใช้มือสัมผัส รู้สึกเรียบหรือหยาบ แข็งหรือนิ่ม เมื่อใช้จมูกดม มีกลิ่นส้มหรือกลิ่นกาแฟ และ เมื่อใช้ลิ้นชิม มีรสหวาน

2. ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณ เช่น ขนาด มวล อุณหภูมิ เป็นต้น อาจบอกโดยการกะประมาณและบอกหน่วยมาตรฐานไว้ ตัวอย่างเช่น ลูกอมมีขนาดยาวประมาณ 1.5 เซนติเมตร กว้าง 1.0 เซนติเมตร และหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร หนักประมาณ 1.5 กรัม

3. ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การปฏิสัมพันธ์ของสิ่งนั้นกับสิ่งอื่น เช่น เมื่อมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งอื่นดังกล่าว จะช่วยให้การสังเกตครอบคลุมข้อมูลไว้กว้างขวางขึ้น ตัวอย่าง ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากการสังเกต ลูกอมชนิดหนึ่งเมื่อใส่ในน้ำ ดังนั้น เมื่อใส่ลูกอมในแก้วน้ำที่มีน้ำบรรจุอยู่ที่อุณหภูมิของห้อง ลูกอมนั้นมีขนาดเล็กลงเรื่อยๆ และในที่สุดละลายหายไปในเวลาประมาณ 10 นาที ในการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์แต่ละครั้งนั้น เพื่อให้ได้ข้อมูลถูกต้องตามสภาพที่เป็นจริง และมีความเชื่อถือได้

ข้อควรคำนึงในการสังเกต มีดังนี้ (วรรณทิพา รอดแรงค้า และ พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2542, หน้า 15)

1. ใช้ประสาทสัมผัสให้มากที่สุด ขณะทำการสังเกต
2. ประสาทสัมผัส ลิ้น จะใช้เมื่อแน่ใจว่าวัตถุนั้นไม่เป็นอันตราย
3. ข้อมูลจากการสังเกตควรมีทั้งข้อมูลเชิงคุณภาพ และเชิงปริมาณ
4. ข้อมูลที่ได้ควรเป็นผลจากการสังเกตโดยตรง โดยไม่มีการลงความคิดเห็นส่วนตัว

พฤติกรรมหรือความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการสังเกตแล้ว คือ 1) บ่งชี้และบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง 2) บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โยการกะประมาณ และ 3) บรรยายเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้ โดยลักษณะคำถามที่ทำให้นักเรียนเกิดทักษะ เช่น กระดาษแผ่นนี้มีลักษณะอย่างไร นอกจากเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมผิวเรียบแล้ว ยังมีลักษณะอย่างไรอีก เมื่อใช้มือขยำกระดาษแล้วรู้สึกอย่างไร นักเรียนกะว่าแผ่นกระดาษนี้ยาวประมาณเท่าใด ลูกกวาดเมื่อถูกความร้อนมีลักษณะอย่างไร เมื่อนำไปแช่น้ำประมาณ 15 นาที ลูกกวาดมีลักษณะอย่างไร เป็นต้น

2. ทักษะการวัด

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 16) กล่าวว่า ทักษะในการวัด หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมืออย่างเหมาะสมกับสิ่งที่จะวัดและความสามารถในการอ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้องรวดเร็วและ

ใกล้เคียงกับความเป็นจริง พร้อมทั้งมีหน่วยกำกับเสมอ โดยการวัดเป็นกระบวนการสำคัญสำหรับการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสังเกตทำให้นักวิทยาศาสตร์ทราบลักษณะ รูปร่าง และสมบัติทั่ว ๆ ไปของวัตถุ แต่ไม่สามารถบอกรายละเอียดที่แน่นอนลงไปได้ นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือต่าง ๆ ทำการวัดเพื่อให้ได้ข้อมูลถูกต้องควบคู่ไปกับการสังเกต การวัดอาจต้องใช้เครื่องมือหลายอย่าง ผู้ทำการวัดต้องเลือกใช้เครื่องมือในการวัดได้อย่างเหมาะสมก่อนการใช้เครื่องมือจะต้องศึกษาลักษณะของเครื่องมือและวิธีการใช้ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถวัดปริมาณสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องมากที่สุดในการวัด

การวัดจะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ 1) เครื่องมือที่ใช้วัด เช่น ไม้บรรทัด เครื่องชั่ง นาฬิกา เทอร์โมมิเตอร์ 2) ค่าที่ได้จากการวัดซึ่งเป็นตัวเลขที่แน่นอน ไม่ใช่การกะประมาณ 3) หน่วยในการวัด เช่น วัดความยาวออกมาเป็นเซนติเมตร เมตร วัดน้ำหนักเป็นกรัม กิโลกรัม วัดเวลาเป็นวินาที นาที หรือวัดอุณหภูมิออกมาเป็นองศาเซลเซียส เป็นต้น ในการวัดแต่ละครั้ง สิ่งที่ควรพิจารณา คือจะวัดอะไร จะใช้เครื่องมืออะไรวัด เหตุใดจึงใช้เครื่องมือนั้นวัด จะวัดอย่างไร

การวัดปริมาณต่าง ๆ ได้ตรงกับความเป็นจริง มากน้อยเพียงไรขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 3 ประการ 1) เทคนิคการวัด 2) มาตรฐานของเครื่องมือ 3) ความระมัดระวัง ความละเอียดรอบคอบ

พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการวัด คือ 1) เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด 2) บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้ 3) บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง 4) ทำการวัดปริมาณต่าง ๆ ได้ถูกต้อง 5) ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

ลักษณะของคำถามที่ทำให้นักเรียนเกิดทักษะการวัด 1) ถ้าต้องการวัดความยาวของรางนี้นักเรียนจะเลือกใช้อุปกรณ์อะไร 2) ทำไมนักเรียนจึงเลือกใช้ไม้เมตรในการวัด 3) นักเรียนจะวัดความยาวของรางได้อย่างไร 4) ความยาวของรางที่วัดได้เป็นเท่าไร 5) ความยาวของรางที่วัดได้ว่าแปดนั้นมีหน่วยเป็นอะไร 6) อุณหภูมิของแอลกอฮอล์ในแก้วเป็นเท่าไร

3. ทักษะการคำนวณ

ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการบวก ลบ คูณ หาร หรือจัดกระทำกับตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การทดลองโดยตรง หรือจากแหล่งอื่น ตัวเลขที่นำมาคำนวณนั้นต้องแสดงค่าปริมาณในหน่วยเดียวกัน ตัวเลขใหม่ที่ได้จากการคำนวณจะช่วยให้สื่อความหมายได้ตรงตามที่ต้องการและชัดเจนยิ่งขึ้นในการจัดกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะการคำนวณให้แก่นักเรียน จะต้องจัดกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะที่เป็นพื้นฐานของการคำนวณดังนี้ 1) ทักษะการนับและเขียนตัวเลขแสดงจำนวนที่นับ 2) ทักษะการเปรียบเทียบค่าของตัวเลขที่แสดงจำนวนนับ และ 3) ทักษะการคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย ฯลฯ

พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการคำนวณ มีดังนี้ 1) นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง 2) ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ 3) บอกวิธีคำนวณได้ 4) คิดคำนวณได้ถูกต้อง 5) แสดงวิธีคิดคำนวณได้

ลักษณะคำถามที่ทำให้เกิดทักษะการคำนวณ คำถามที่นำไปสู่การคำนวณ ต้องเป็นคำถามที่ถามแล้วผู้ตอบแสดงพฤติกรรมในด้านการนับจำนวน การเขียนตัวเลขแสดงจำนวนที่นับ บอกวิธีคำนวณ และแสดงวิธีคำนวณได้ ตัวอย่างคำถามที่นำไปสู่การคำนวณ 1) กลุ่มที่ 1 เธอได้รับเมล็ดถั่วไปกี่เมล็ด 2) มีกี่กลุ่มที่ได้รับเมล็ดถั่วจำนวนต่างกัน 3) มีกี่กลุ่มที่ได้รับเมล็ดถั่วจำนวนเท่ากัน 4) ถ้าต้องการคิดคำนวณค่าน้ำประปาในแต่ละเดือนจะทำอย่างไร 5) ทั้งห้องมีเมล็ดถั่วรวมกันเท่าไร 6) ถ้าอยากรู้ว่านักเรียนทั้งห้องมีเมล็ดถั่วรวมกันเป็นกี่เมล็ด จะทำอย่างไร และ 7) คิดค่าน้ำประปาได้เท่าไหร่

4. ทักษะการจำแนกประเภท

ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการจัดจำแนกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยมีเกณฑ์ในการจัดจำแนก เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่างกัน หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ โดยจัดสิ่งที่มีสมบัติบางประการร่วมกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน

แนวทางสร้างเสริมทักษะการจำแนกประเภทให้แก่ผู้เรียน การจำแนกมีประโยชน์ต่อตัวผู้เรียนมากในแง่ที่เป็นกระบวนการ ขั้นพื้นฐานที่ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักแบ่งประเภทสิ่งของ ตลอดจนข้อมูลต่าง ๆ ให้เป็นระเบียบเรียบร้อย ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะมุ่งให้ฝึกทักษะที่เป็นพื้นฐานของการจำแนกประเภท 3 ทักษะด้วยกัน คือ 1) ฝึกทักษะเรียงลำดับหรือแบ่งสิ่งต่าง ๆ โดยกำหนดเกณฑ์ขึ้นเอง 2) ฝึกทักษะการเรียงลำดับหรือแบ่งสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนด และ 3) ฝึกวิเคราะห์เกณฑ์ที่ใช้ในการเรียงลำดับหรือการแบ่งสิ่งต่าง ๆ จาก สิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน หรือจากบทเรียนต่าง ๆ

พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการจำแนกประเภท 1) เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ไว้ 2) เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้ และ 3) บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

ลักษณะคำถามที่ทำให้เกิดทักษะการจำแนกประเภท ตัวอย่างคำถามที่ทำให้นักเรียนเกิดทักษะการจำแนกประเภท ดังนี้ 1) นักเรียนจะแบ่งวัสดุอุปกรณ์เหล่านี้เป็น 2 พวก ตามลักษณะการใช้งานได้อย่างไร 2) นักเรียนเรียงลำดับวัสดุอุปกรณ์เหล่านี้โดยใช้อะไรเป็นเกณฑ์ 3) นักเรียนคิดว่าครูแบ่งวัสดุอุปกรณ์เป็น 2 พวก โดยใช้อะไรเป็นเกณฑ์

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา หมายถึง ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่อไปนี้ 1) ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ 2) สิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงากับภาพที่ปรากฏในกระจกเงาจะเป็นซ้ายขวาของกันและกันอย่างไร 3) ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง และ 4) การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือสเปสกับวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา

แนวการสร้างเสริมทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา ให้แก่ผู้เรียน จะต้องจัดกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะที่เป็นพื้นฐานของการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติฯ ต่อไปนี้ 1) ทักษะการวาดรูปและรูปทรงเรขาคณิตต่าง ๆ 2) ทักษะการหาเส้นสมมาตร หรือระนาบสมมาตรของรูป 2 มิติ หรือรูปทรง 3 มิติ 3) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติ และรูปทรง 3 มิติ 4) ทักษะการคำนวณที่เกี่ยวกับระยะทาง ความเร็วและทิศทางของ สิ่งต่าง ๆ โดยเปรียบเทียบกับสิ่งอ้างอิง 5) ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่หน้ากระจกเงากับภาพที่ปรากฏในกระจกเงา

พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา ดังนี้ 1) ชี้บ่งรูป 2 มิติและวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้ 2) วาดรูป 2 มิติจากวัตถุหรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้ 3) บอกชื่อของรูปและรูปทรงของเรขาคณิตได้ 4) ระบุรูป 3 มิติที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติได้ 5) เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุแล้วสามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (3 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดของเงาได้ 6) เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2มิติ) ที่จะเกิดขึ้นได้ 7) บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วนได้ 8) บอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุหนึ่งได้ 9) บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง 10) บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้ 11) บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้ 12) บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลา

ลักษณะคำถามที่นำไปสู่การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา ตัวอย่างคำถามที่ทำให้นักเรียนเกิดทักษะ ดังต่อไปนี้ 1) สิ่งของในตะกร้านี้มีอะไรบ้างเป็นสองมิติ อะไรบ้างเป็นสามมิติ 2) กระป๋องนมที่ครูให้นี้จะวาดเป็นรูปโดยมองจากด้านข้างได้อย่างไร 3) กระป๋องนมที่นักเรียนเห็นอยู่นี้ มีชื่อเรียกทางเรขาคณิตว่าอย่างไร 4) ถ้าหมุนกระดาษสามเหลี่ยมนี้อย่างรวดเร็วรอบแกนไม้นี้ จะเห็นเป็นรูปทรงอะไร 5) เงานี้เกิดจากวัตถุรูปทรงใด ถ้าแสนเข้าทางด้านข้าง 6) ถ้าฉายไฟฉายไปที่วัตถุทรงกระบอกด้านข้าง จะปรากฏเงาบนฉาก เป็นรูปอะไรบ้าง 7) เมื่อตัดทแยงรูปทรงกระบอก จะเกิดพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปอะไร 8) จากภาพที่เห็นกระป๋องนมวาง

อยู่ที่ไหน 9) หน้าต่างอยู่ทางซ้ายมือหรือขวามือ 10) รถยนต์ที่เห็นอยู่ทิศทางไหนของอาคารเรียน 11) ถ้านักเรียนหวีผมแสกด้านซ้ายมือ เมื่อไปยืนหน้ากระจกจะเห็นภาพนักเรียนในกระจกหวีผมแสกด้านใด 12) ปริมาณของน้ำในแก้วสัมพันธ์กับเวลาอย่างไร 13) เมื่อเวลาผ่านไปมากขึ้น ปริมาณของน้ำในแก้วเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

6. ทักษะการจัดกระทำหรือสื่อความหมายข้อมูล

ทักษะการจัดกระทำหรือสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่โดยวิธีต่าง ๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้นโดยอาจนำเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

แนวทางสร้างเสริมทักษะการจัดการกระทำและสื่อความหมายข้อมูลแก่นักเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสร้างเสริมทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมเพื่อมุ่งให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะที่เป็นพื้นฐานของการสื่อความหมายข้อมูลในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ 1) ทักษะการพูดหรือเขียนบรรยายลักษณะสิ่งต่าง ๆ ด้วยภาษาง่าย ๆ กะทัดรัด ชัดเจน ผู้อื่นสามารถเข้าใจและปฏิบัติตามได้ 2) ทักษะการแจกแจงความถี่ข้อมูล 3) ทักษะการเรียงลำดับและจำแนกประเภท 4) ทักษะการคิดคำนวณข้อมูลเพื่อให้เกิดค่าใหม่ที่มีความหมายมากขึ้น 5) ทักษะการเลือกรูปแบบในการนำเสนอข้อมูล 6) ทักษะการกำหนดและออกแบบการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ และ 7) ทักษะการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่กำหนด

พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการจัดการกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ดังต่อไปนี้ 1) เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม 2) บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้ 3) ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้ 4) เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้ 5) บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ และ 6) บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ

ลักษณะคำถามที่ทำให้นักเรียนเกิดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล เช่น 1) ปริมาตรของก้อนหินที่วัดได้จากการแทนที่น้ำเหล่านี้ ควรนำเสนอในรูปแบบใดจึงจะเข้าใจง่ายขึ้น 2) ทำไมจึงนำเสนอในรูปแบบของตาราง 3) ลักษณะของตารางควรเป็นอย่างไร 4) นักเรียนจะเปลี่ยนแปลงข้อมูลปริมาตรก้อนหินเหล่านี้อย่างไรจึงจะเข้าใจง่าย

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่มีอาจได้มาจากการสังเกต การวัด หรือการทดลอง คำอธิบายนั้นเป็นสิ่งที่ได้จากความรู้หรือประสบการณ์เดิม ของผู้สังเกตที่พยายามโยงบางส่วนของความรู้ หรือประสบการณ์เดิมให้มาสัมพันธ์กับข้อมูลที่ตนเองมีอยู่ แนวการสร้างเสริมทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลแก่นักเรียน การลงความคิดเห็นจากข้อมูลนอกจากจะมีความสำคัญต่อการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และทางด้านอื่น ๆ อีกมากมายแล้ว ยังเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิต ช่วยสร้างเสริมเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ให้เป็นคนมีใจกว้าง ยอมรับความคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น มองปัญหาและคิดคำตอบหลาย ๆ ประเด็น ไม่ปักใจเชื่อในเรื่องใด ๆ มากจนเกินขอบเขต หากยังไม่มีการทดสอบยืนยัน การจัดกิจกรรมเพื่อสร้างเสริมทักษะ การลงความคิดเห็นจากข้อมูลจะต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้และประสบการณ์ อธิบายข้อสงสัยหรือเพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต และการวัดอย่างมีเหตุผล พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ผู้ที่มีทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล จะต้องมีความสามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ลักษณะคำถามที่ทำให้นักเรียนเกิดทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ลักษณะคำถามที่นำไปสู่การลงความคิดเห็นจากข้อมูลต้องเป็นคำถามที่ถามแล้วผู้ตอบจะต้องตอบโดยการอธิบาย หรือเพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่สังเกตได้อย่างมีเหตุผล โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์ของตนเอง ตัวอย่างคำถามที่นำไปสู่การลงความคิดเห็นจากข้อมูล เช่น 1) นักเรียนคิดว่าเปลือกไข่ที่ได้รับแจกเป็นเปลือกไข่อะไร 2) จากลักษณะของกังหันลมที่นักเรียนเห็น นักเรียนคิดว่ากังหันลมนี้จะหมุนดีหรือไม่ 3) นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำเน่า 4) ทำไมอุณหภูมิของแอลกอฮอล์จึงสูงกว่าน้ำ 5) เมื่อนักเรียนอ่านข่าวหมอเทวดาแล้ว นักเรียนคิดว่าหมอเทวดาเป็นคนอย่างไร

8. ทักษะการพยากรณ์

ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเน สิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย การทำนายอาจทำได้ภายในขอบเขตของข้อมูล แนวการสร้างเสริมทักษะการพยากรณ์ให้แก่ผู้เรียน

การสร้างเสริมทักษะการพยากรณ์ให้แก่ผู้เรียน จะต้องจัดกิจกรรมที่เป็นพื้นฐานต่อการทำนาย 3 ทักษะ คือ 1) ทักษะการคาดคะเนสิ่งหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นโดยใช้ข้อมูลของสิ่งนั้น

ที่มีอยู่เป็นเครื่องมือ 2) ทักษะการทำนายผลข้อมูลโดยการคำนวณ และ 3) ทักษะการทำนายผลจากข้อมูลโดยการวิเคราะห์จากกราฟ

พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการพยากรณ์ ดังต่อไปนี้ 1) ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้ 2) ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้ 3) ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้ โดยลักษณะคำถามที่ทำให้นักเรียนเกิดทักษะการพยากรณ์ เช่น นักเรียนได้ทราบมาแล้วว่าพืชต้องการแสงสว่างในการดำรงชีวิตถ้าเราปลูกต้นกุหลาบในที่มืด จะเกิดผลอย่างไร

สรุปได้ว่า ทักษะการทดลอง ประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การออกแบบการทดลอง การเลือกวัสดุอุปกรณ์ และดำเนินการทดลอง เพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้และเกี่ยวกับพฤติกรรมบ่งชี้ทักษะการทดลอง ซึ่งพฤติกรรมบ่งชี้ทักษะการทดลอง คือ 1) กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุม 2) ระบุอุปกรณ์และสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้ 3) ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม 4) บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง จากพฤติกรรมดังกล่าวสรุปพฤติกรรมบ่งชี้ทักษะการทดลองได้ดังนี้ 1) ออกแบบการทดลองโดยกำหนดวิธีทดลองและอุปกรณ์ได้ถูกต้อง 2) ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้อง 3) ออกแบบตารางการบันทึกผลและบันทึกผลการทดลองได้

3.3 การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 2 รูปแบบ คือ การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple-choice paper-and-pencil tests) และการประเมินพฤติกรรมการใช้ทักษะกระบวนการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (Performance assessment) การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ เป็นวิธีเก่าดั้งเดิมในขณะที่การประเมินพฤติกรรมเป็นแนวทางเลือกใหม่ในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นวัตถุประสงค์สำคัญ ดังนี้ (วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2540, หน้า 166 - 173) ได้กล่าวว่า

1. การใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบในการประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

ระหว่างปี ค.ศ. 1960 - 1970 ได้มีการพัฒนาแบบทดสอบซึ่งวัดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ แบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นมีจำนวนเพิ่มขึ้นตามจำนวนทักษะที่ต้องการทดสอบ แรกเริ่มเดิมทีแบบทดสอบเหล่านี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองต่อหลักสูตรวิทยาศาสตร์แผนใหม่ต่อมาได้พัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานและขั้นผสม

หลักสูตรวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษามีแต่หลักสูตรวิทยาศาสตร์ชีววิทยา (Biological science curriculum study : BSCS) เท่านั้น ที่แบบทดสอบได้ออกแบบมาใช้วัด

ความสามารถทางทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบนี้มีชื่อว่า กระบวนการในการทดสอบทางวิทยาศาสตร์ (The processes of science test) ซึ่งใช้วัดว่านักเรียนมีความสามารถในกระบวนการวิทยาศาสตร์อย่างไร

2. การประเมินพฤติกรรมในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ปัจจุบันได้มีการเน้นวิธีการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่นอกเหนือจากการใช้แบบทดสอบให้ผู้เรียนทำ แบบทดสอบที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันโดยเฉพาะอย่างยิ่งแบบทดสอบชนิดเลือกตอบไม่ได้ให้ผู้เรียนลงมือทำการทดลองอย่างจริง ๆ เพื่อทดสอบความเข้าใจและแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ นั่นคือผู้เรียนไม่จำเป็นต้องลงมือปฏิบัติการทดลอง การประเมินพฤติกรรมจึงเป็นวิธีใหม่ในการประเมินผลการเรียนรู้ และเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงระบบการศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกาในปัจจุบัน

นักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์จากมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย (The University of California) และจากสถาบันเทคโนโลยีแคลิฟอร์เนีย (The California Institute of Technology) ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้พัฒนาวิธีการประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ 4 วิธีด้วยกัน คือ 1) สังเกตพฤติกรรมการลงมือปฏิบัติการทดลองของนักเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญ 2) การประเมินสมุดบันทึกที่นักเรียนใช้บันทึกวิธีการดำเนินการทดลอง 3) การใช้ไอคอน (Icon) ในสถานการณ์จำลองจากเครื่องคอมพิวเตอร์ (Computer simulation) 4) การตอบคำถามสั้น ๆ ที่เกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง การวิเคราะห์ และการตีความหมายข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

4. ความคิดสร้างสรรค์

ผู้วิจัยได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ไว้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

4.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ เป็นคุณลักษณะพิเศษที่มีอยู่ในมนุษย์ทุกคน แต่จะมีมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคล ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่มีคุณค่า และเป็นความต้องการสูงสุดในการจัดการศึกษา เพราะความคิดสร้างสรรค์ในตัวบุคคลถ้าได้รับการพัฒนาส่งเสริมให้สูงขึ้น จะเป็นสิ่งที่จะนำไปสู่การวางแผนเพื่อการปรับปรุง พัฒนา หรือการเปลี่ยนแปลงที่ดีได้ในอนาคต และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาและประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ซึ่งนักจิตวิทยา นักการศึกษา และนักวิจัย ได้อธิบายความหมายและสรุปแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (2545, หน้า 16) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความคิดที่มุ่งแก้ปัญหาหรือประดิษฐ์คิดค้นในแนวทางที่แปลกใหม่แตกต่างจากเดิมและมีคุณค่าเป็นประโยชน์

ชาญณรงค์ พรรุ่งโรจน์ (2546, หน้า 7) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายแง่มุม เรียกว่าความคิดแบบอเนกนัย ซึ่งทำให้เกิดความคิดแปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิมเป็นความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ รอบตัวเกิดการเรียนรู้ เข้าใจจนเกิดปฏิกิริยา ตอบสนองให้เกิดความคิดเชิงจิตนาการ ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญ ความคิดสร้างสรรค์ อันจะนำไปสู่สิ่งประดิษฐ์หรือคิดค้นสิ่งแปลกใหม่หรือเพื่อแก้ไขปัญหาซึ่งต้องอาศัยการบูรณาการจากประสบการณ์และความรู้ทั้งหมดที่ผ่านมา

วนิช สุธารัตน์ (2547, หน้า 164) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง เป็นความคิดที่ต่อเนื่องจากจินตนาการ โดยมีลักษณะความคิดที่แตกต่างไปจากความคิดของบุคคลอื่น โดยอาศัยพื้นฐานจากประสบการณ์เดิม คือ ความรู้ ข้อมูลข่าวสารการศึกษา เหตุผล และการใช้ปัญญาในการจัดสร้างรูปแบบความคิด ในลักษณะใหม่อาจแสดงออกมาเป็นรูปธรรมอย่างชัดแจ้งหรือมีลักษณะเป็นนามธรรม ซึ่งจะเป็นพื้นฐานให้มีความคิดเชื่อมโยงจนเกิดความประจักษ์ชัดและก่อให้เกิดเป็นผลงานทางศิลปะและวิทยาการสาขาต่างๆรวมทั้งผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อันเป็นประโยชน์แก่สังคม ประเทศชาติ และมนุษยชาติ

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และดารุณี คำวัจนัง (2549, หน้า 74) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง จินตนาการประยุกต์ที่สามารถนำไปสู่สิ่งประดิษฐ์คิดค้นใหม่ทางเทคโนโลยีเป็นความคิดในลักษณะที่คนอื่นคาดไม่ถึง เป็นความคิดที่หลากหลายคิดได้กว้างไกลเป็นได้ทั้งปริมาณและคุณภาพ

อารี พันธ์มณี (2537, หน้า 9) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอเนกนัย (Divergent thinking) อันนำไปสู่การค้นพบสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ด้วยการคิดดัดแปลงปรุงแต่งจากความคิดเดิมผสมผสานกันเกิดสิ่งใหม่ ๆ ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนการคิดทฤษฎีหลักการได้สำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้นี้ มิใช่เพียงแต่คิดในสิ่งที่เป็นไปได้สิ่งที่เป็นเหตุเป็นผลเพียงอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่ความคิดจินตนาการก็เป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่จะก่อให้เกิดความแปลกใหม่ แต่ต้องควบคู่ไปกับความพยายามที่จะสร้างความคิดฝันหรือจินตนาการประยุกต์จึงจะทำให้เกิดผลงานจากความคิดสร้างสรรค์ขึ้น

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2523, หน้า 4) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแก้ปัญหาอย่างลึกซึ้งนอกเหนือไปจากลำดับขั้นของการคิดตามปกติ เป็นลักษณะภายในของบุคคลที่จะคิดหลายแง่หลายมุมผสมผสานกัน จนได้ผลผลิตใหม่ที่ถูกต้องสมบูรณ์

ชัชวาล ช่อไสว (ม.ป.ป., หน้า 16) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดได้หลายทิศทาง มีลักษณะยืดหยุ่นได้ สามารถดัดแปลง เพิ่ม สลัด ตัดทอน ปรุงแต่งให้เกิดสิ่งใหม่ขึ้น เป็นพฤติกรรมที่ทำให้มนุษย์ได้รับประโยชน์อย่างใหญ่หลวง

แอนเดอร์สัน (Anderson, 1970, p. 90) ได้ให้ความหมายของ ความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นกระบวนการคิด ซึ่งแตกต่างจากการคิดอย่างมีเหตุผล (Critical thinking) ตรงที่ว่าการคิดสร้างสรรค์เกี่ยวข้องกับการคิดใหม่ ๆ ซึ่งจะขัดแย้งกับความคิดก่อน ๆ การคิดสร้างสรรค์เป็นการกระทำของการดึงประสบการณ์เก่า ๆ ออกมาทั้งหมด และเป็นการกระทำของการเลือกที่จะสร้างแบบแผนใหม่ ๆ ความคิดใหม่ ๆ ออกมา คำว่าใหม่นี้ ถ้าเป็นเด็กเล็ก ๆ กระทำ ก็หมายถึงความคิดใหม่สำหรับตัวเขา แต่ถ้าเป็นผู้ใหญ่ก็หมายถึง เป็นความคิดใหม่ ๆ ที่ต่างจากลักษณะเดิมในสังคม

ทอร์แรนซ์ (Torrance, 1962, p.16) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดสร้างสรรค์ผลิตผล หรือสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ที่ไม่รู้จักมาก่อนซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้อาจจะเกิดจากการรวมความรู้ต่าง ๆ ที่ได้รับจากประสบการณ์ แล้วเชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่ ๆ สิ่งที่เกิดขึ้น แต่ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งที่สมบูรณ์อย่างแท้จริง ซึ่งอาจจะออกมาในรูปของผลงานทางศิลปะ วรรณคดี วิทยาศาสตร์ หรืออาจเป็นเพียงขบวนการเท่านั้น

สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถทางการคิดแต่ละบุคคล ในการเกิดความคิดที่แตกต่างไปจากผู้อื่น คิดอย่างหลากหลาย คิดไม่ซ้ำแบบเดิมเพื่อแก้ปัญหาที่เผชิญหรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ

4.2 ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์

พรรณี เกษกมล (2534, หน้า 75) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทำให้เกิดความเจริญก้าวหน้าทางวิชาการ การค้นพบสิ่งแปลกใหม่ไม่ว่าจะเป็นด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี ศิลปะ อุตสาหกรรม ย่อมเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศ ทำให้เกิดความสะดวกสบายในชีวิตประจำวัน มีประโยชน์ต่อสังคมทำให้เกิดรายได้แก่ประเทศซึ่งสอดคล้องกับความคิดของ อารี พันธ์มณี (2537, หน้า 1) ที่กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถที่สำคัญอย่างหนึ่งของมนุษย์ และเป็นปัจจัยที่จำเป็นอย่างยิ่งในการส่งเสริมความเจริญก้าวหน้าของประเทศชาติ ประเทศใดก็ตามที่สามารถแสวงหาพัฒนาและดึงเอาศักยภาพเชิงสร้างสรรค์ของคนในประเทศชาติออกมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากเท่าใด ก็ยิ่งมีโอกาสพัฒนาความเจริญก้าวหน้าได้มากขึ้นเท่านั้นดังจะเห็นได้จากประเทศพัฒนาทั้งหลายซึ่งจัดเป็นประเทศผู้นำของโลก ทั้งนี้เพราะประเทศดังกล่าว มีประชากรที่มีความคิดสร้างสรรค์ผลงานแปลกใหม่เป็นประโยชน์เอื้ออำนวยความสะดวกสบายเหมาะสมกับสถานการณ์

ทองคูณ หงส์พันธ์ (2534, หน้า 53-54) ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ว่ามีคุณค่าทั้งต่อสังคมและต่อตนเอง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. คุณค่าต่อสังคมก่อให้เกิดความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและวิทยาการในสาขาต่าง ๆ ช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นทำให้ผู้คนดำรงชีวิตอย่างสงบสุขช่วยทำให้ค้นพบสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ที่มี

คุณประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตช่วยให้สังคมมีความเจริญก้าวหน้า เกิดการพัฒนาช่วยให้เกิดความสะดวก อำนวยประโยชน์สุขต่อทุก ๆ คนช่วยให้เกิดรายได้แก่ประเทศชาติ

2. คุณค่าตนเองทำให้ผู้สร้างสรรค์มีความพึงพอใจมีความสุขพัฒนาบุคลิกภาพในด้านความมั่นใจในตนเองสามารถเผชิญปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพช่วยให้บุคคลประสบความสำเร็จทั้งในด้านครอบครัวและหน้าที่การงานช่วยให้ปรับตัวเข้ากับสังคมได้ดี

สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ นั้นมีคุณค่าและมีความสำคัญอย่างยิ่ง ทั้งต่อตนเองและสังคม ดังนั้นครูหรือผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับนักเรียนควรช่วยกันส่งเสริมและดึงเอาศักยภาพเชิงสร้างสรรค์มาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด จะช่วยให้นักเรียนดำรงชีวิตอยู่ในสังคมต่อไป จากความสำคัญดังกล่าวมาแล้วนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่สำคัญและควรปลูกฝังและส่งเสริมตั้งแต่ยังเด็ก

4.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2523, หน้า 7) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ มีดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดที่แปลกแตกต่างไปจากบุคคลอื่น

2. ความว่องไว (Fluency) หมายถึง ความพรั่งพรู ปริมาณความคิดพรั่งพรูออกมามากกว่าบุคคลอื่น ๆ

3. ความคล่องตัว (Flexibility) หมายถึง ชนิดของความคิดที่ปรากฏออกมา จะแตกต่างกันออกไปโดยไม่ซ้ำกันเลย

4. ความละเอียดลออประณีต (Elaboration) ความคิดที่แสดงออกมานั้นจะละเอียดลออสามารถที่จะนำมาทำให้สมบูรณ์และประณีตต่อไปได้อย่างเต็มที่

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) คือ การรวบรวมสิ่งที่คิดได้มาทำให้มีความหมายและนำมาพัฒนาต่อไปให้สมบูรณ์เป็นจริงได้

ประสาท อิศรปรีดา (2532, หน้า 9) กล่าวว่า องค์ประกอบที่จะเกิดความคิดสร้างสรรค์นั้นจะประกอบไปด้วยความสามารถ (Ability) ทักษะ (Skills) และแรงจูงใจ (Motivation) ที่จะคิดสร้างสรรค์ ทั้งสามองค์ประกอบนี้จะอยู่ในลักษณะที่เอื้อซึ่งกันและกันจะไม่เกิดขึ้นโดดเดี่ยวหรืออย่างอิสระ

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967, p.139) นักจิตวิทยาชาวอเมริกันได้ศึกษาค้นพบว่าองค์ประกอบพื้นฐานของความคิดสร้างสรรค์มี 4 ประการ คือ

1. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน แบ่งเป็นความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำในรูปแบบต่าง ๆ อย่างคล่องแคล่ว ประกอบด้วย 1) ความคิดคล่องแคล่วทางด้านการโยงความสัมพันธ์

(Associational fluency) เป็นความสามารถคิดหาถ้อยคำที่เหมือน หรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ในเวลาที่กำหนด 2) ความคิดคล่องแคล่วทางการแสดงออก (Expressional fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค และนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ และ 3) ความคล่องแคล่วในการคิด (Ideational fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด

2. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำแบบใครเป็นความคิดที่แปลกแตกต่างไปจากความคิดธรรมดา ความคิดริเริ่มอาจจะมาจากความคิดที่มีอยู่ก่อนแล้ว แล้วนำมาดัดแปลงเพื่อให้กลายเป็นสิ่งใหม่

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความยืดหยุ่นทั้งความคิดและการกระทำเป็นความสามารถในการปรับสภาพของความคิดในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ความคิดยืดหยุ่นเป็นปริมาณของจำพวกหรือกลุ่มของประเภทที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้า และเช่นเดียวกับความคิดคล่องตัว คือ เน้นในเรื่องของปริมาณที่เป็นประเภทนั่นเอง โดยความคิดยืดหยุ่น เป็นตัวเสริมให้ความคิดคล่องแคล่วมีความแปลกที่แตกต่างออกไปหลีกเลี่ยงการซ้ำซากจำเจ เป็นการเพิ่มคุณภาพของความคิดให้มีมากขึ้นด้วยการจัดเป็นหมวดหมู่ และมีหลักเกณฑ์มากยิ่งขึ้น

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดคิดเป็นขั้นตอนสามารถอธิบายให้เห็นภาพพจน์ได้อย่างชัดเจน ความคิดละเอียดลออจัดเป็นรายละเอียดที่นำมาตกแต่ง และขยายความคิดครั้งแรกให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น สำหรับพัฒนาการของความคิดละเอียดลออนั้นจะพบว่าคนที่มีความคิดละเอียดลออสูงจะมีการสังเกตสูงตามไปด้วย และเด็กหญิงมักมีความคิดละเอียดลออสูงกว่าเด็กผู้ชายในวัยเดียวกัน นอกจากนี้ความคิดละเอียดลออขึ้นอยู่กับอายุของแต่ละคนอีกด้วยกล่าวคือ ยิ่งอายุมายิ่งมีความคิดละเอียดลออมากขึ้น

ต่อมาในปี ค.ศ. 1971 กิลฟอร์ด และฮอฟเนอร์ (Guilford & Hoepfner, 1972, pp.125 - 143) ได้ศึกษาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์เพิ่มเติม และพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ต้องมีองค์ประกอบอย่างน้อย 8 องค์ประกอบ คือ

1. ความคิดริเริ่ม (Originality)
2. ความคิดคล่องตัว (Fluency)
3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility)
4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration)
5. ความคิดไวต่อปัญหา (Sensitivity of Problem)
6. ความสามารถในการให้นิยามใหม่ (Redefinition)
7. ความซึมซับ (Penetration)

8. ความสามารถในการทำนาย (Prediction)

สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้จะช่วยให้คนสามารถคิดได้หลายทิศทาง และเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการแก้ปัญหาอันสลับซับซ้อนภายในสังคมที่กำลังเป็นอยู่ทุกวันนี้ โดยวัดระดับความคิดสร้างสรรค์วัดจากองค์ประกอบ 4 ประการ ก็ถือว่าครอบคลุมทั้งหมดแล้ว

4.4 กระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Creative process)

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2523, หน้า 35) กล่าวถึง ขั้นตอนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. การเปิดใจกว้าง (Receptivity openness)
2. การให้เวลาฟักความคิด (Incubation)
3. การมีอิสระเสรีในการแสดงออก (Freedom to made of expression)
4. บรรยากาศที่จะเอื้ออำนวยต่อความคิดสร้างสรรค์

ทอร์แรนซ์ (Torrance) (อ้างถึงใน อารี พันธ์มณี, 2537, หน้า 9 - 11) กล่าวว่า กระบวนการคิดสร้างสรรค์ หมายถึง วิธีการคิดหรือกระบวนการทำงานของสมองอย่างเป็นขั้นตอน และสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ โดยเป็นกระบวนการของความรู้สึกไวต่อปัญหา หรือสิ่งที่บกพร่องขาดหายไป แล้วจึงรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมติฐาน ต่อจากนั้นก็ทำการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อทดสอบสมมติฐานขึ้น และการรายงานผลที่ได้เพื่อเป็นแนวคิดและแนวทางใหม่ ดังนั้น ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative problem solving) แบ่งออกเป็นขั้น ๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การพบความจริง (Fact - finding) ในขั้นเริ่มตั้งแต่เกิดความรู้สึกกังวลมีความสับสน วุ่นวาย (Mess) เกิดขึ้นในจิตใจแต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นอะไร จากจุดนี้พยายามตั้งสติและหาข้อมูลพิจารณาว่าความยุ่งยาก วุ่นวาย สับสน หรือสิ่งที่ทำให้กังวลใจนั่นคืออะไร

ขั้นที่ 2 การค้นพบปัญหา (Problem - finding) ขั้นนี้เกิดต่อจากขั้นที่ 1 เมื่อได้พิจารณาโดยรอบคอบแล้วจึงเข้าใจและสรุปว่า ความกังวล ความสับสน วุ่นวาย ในใจนั้น คือการเกิดมีปัญหาขึ้นนั่นเอง

ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน (Idea - finding) ขั้นนี้ก็ต่อจากขั้นที่ 2 เมื่อรู้ว่ามีปัญหาเกิดขึ้นก็พยายามคิดและตั้งสมมติฐานเพื่อคาดหวังคำตอบจากการวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นที่ 4 การค้นพบคำตอบ (Solution - finding) ในขั้นนี้จะมีการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และได้คำตอบในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ยอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance - finding) ขั้นนี้เป็นการยอมรับคำตอบที่ได้จากการพิสูจน์เรียบร้อยแล้วว่า จะแก้ปัญหาได้สำเร็จได้อย่างไร และต่อจากจุดนี้การแก้ปัญหาหรือการค้นพบจะนำไปสู่หนทางที่จะทำให้เกิดแนวคิด หรือสิ่งใหม่ต่อไปที่เรียกว่า New challenge

กิลฟอร์ด (Guildford, 1969, p.139) กล่าวว่า กระบวนการคิดสร้างสรรค์มีลำดับขั้น ดังนี้

1. การรู้และการเข้าใจ (Cognition) หมายถึง ความสามารถของสมองในการเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว

2. การจำ (Memory) คือ ความสามารถของสมองในการสะสมข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาและสามารถระลึกออกมาได้ตามที่ต้องการ

3. การคิดแบบเอกนัย (Convergent thinking) หมายถึง ความสามารถของสมองในการให้การตอบสนองที่ถูกต้องและดีที่สุดจากข้อมูลที่กำหนดให้

4. การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถของสมองในการตัดสินข้อมูลที่กำหนดให้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

วอลลาส (Wallas) (อ้างถึงใน สมศักดิ์ ภู่วิภาดาวรรธน์, 2537, หน้า 17 - 18) ได้แบ่งขั้นต่าง ๆ ในกระบวนการคิดสร้างสรรค์ดังต่อไปนี้

1. ขั้นการเตรียมตัว (Preparation) เป็นขั้นตอนการเตรียมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ความรู้ ทักษะ และทัศนะที่เรามีต่อโลกอย่างกว้างขวาง นอกจากนี้ยังรวมถึงความสามารถเชื่อมโยงสัมพันธ์ความคิดหรือสิ่งของที่มีความแตกต่างกันอย่างมากเข้าด้วยกัน ความสามารถเชื่อมโยงสัมพันธ์นี้เสนอขึ้นมา ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัวของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์

2. ขั้นฟักตัว (Incubation) เป็นขั้นของการพยายามลืมเรื่องที่ต้องการคิดเสียให้หมดสิ้น กล่าวคือ หลังจากที่เราได้ผ่านขั้นการเตรียมตัวแล้ว บางครั้งต้องอาศัยระยะเวลาในการฟักตัวเพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ เขามักอ้างถึงระยะฟักตัวเสมอ

3. ขั้นการรู้แจ้ง (Illumination) เป็นขั้นที่เกิดขึ้นหลังจากที่บุคคลลืมเรื่องที่ตนต้องการคิดหาคำตอบระยะหนึ่ง จากนั้นจะเกิดการหยั่งเห็น (Insight) ขึ้นเหมือนกับแสงสว่างที่พลันฉาบแวบขึ้นมาในสมอง ทันใดนั้น คำตอบที่ต้องการก็แจ่มชัดขึ้นมาในความคิดโดยไม่ต้องใช้ความพยายามใด ๆ

4. ขั้นการตรวจสอบ (Verification) เป็นขั้นสุดท้ายของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ คือ หลังจากนึกได้แล้วก็จะทบทวน ตรวจสอบผลงานทั้งหมดจนเป็นที่พึงพอใจ

สรุปได้ว่า กระบวนการหรือลำดับขั้นของการคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นเตรียม เป็นขั้นที่เริ่มพบปัญหา เกิดความยุ่งยากในการแก้ปัญหานั้น ๆ และเริ่มหาทางออกเพื่อแก้ปัญหา โดยรวบรวมข้อมูลประสบการณ์ต่าง ๆ ที่เคยรับมา 2) ขั้นฟักตัว

เป็นขั้นที่ใช้ความคิดเพื่อแก้ปัญหา มีการค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มขึ้น ประมวลความคิดต่าง ๆ เพื่อหลอมรวมเป็นความคิดใหม่ขึ้นมา ช่วงนี้จะเกิดความคิดหลากหลายทางเพื่อแก้ปัญหา และยังไม่มีแนวคิดใดที่ลงตัวหรือพอใจ 3) ขั้นเกิดความคิด เป็นขั้นตอนที่สามารถสรุปความคิดที่กระจายพร้อมที่จะสร้างสรรค์ออกมาเป็นผลงานได้ เป็นขั้นที่ผู้ใช้ความคิดจะรู้สึกพอใจและมีความสุข และ 4) ขั้นแสดงออกทางความคิดออกมาในรูปของผลงาน อาจมีการทดลองและแก้ไขหลายครั้ง เพื่อกลั่นกรองให้ได้คำตอบหรือผลงานที่แน่นอนเป็นรูปแบบ

4.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

อารี รังสินันท์ (2526, หน้า 506 - 510) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ 5 ทฤษฎี ดังนี้

1. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ตามแนวความคิดของนักจิตวิทยาจิตวิเคราะห์

แนวทางความคิดของทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของนักจิตวิทยาจิตวิเคราะห์ ฟรอยด์ (Freud) จิตแพทย์ชาวออสเตรียเป็นผู้นำกลุ่ม ฟรอยด์ให้ความเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์เกิดจากความขัดแย้งระหว่างแรงขับทางเพศ ซึ่งถูกผลักดันออกมาโดยจิตใจใต้สำนึกกับความรู้สึกผิดชอบชั่วดีในสังคมดังนั้น เพื่อให้แรงขับทางเพศได้แสดงออกมาในรูปหรือพฤติกรรมที่สังคมยอมรับได้ จึงเปลี่ยนเป็นความคิดสร้างสรรค์ ฟรอยด์ยังให้ทัศนะเพิ่มเติมว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะของความร่าเริงแจ่มใส ผ่อนคลาย อิสระหรือลักษณะของความเป็นเด็กซึ่งบริสุทธิ์เป็นธรรมชาติตามสภาพที่แท้จริง ไม่เสแสร้งหรือปรุงแต่งและมีความคิดแจ่มใส บริสุทธิ์สนุกสนาน ไม่มีความคิดยึดติดต่อสิ่งใด ไม่เคร่งเครียด

2. ทฤษฎีโครงสร้างของสติปัญญา (Structure of intellect model) ทฤษฎีที่ใช้เป็นแนวคิดในการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ครั้งนี้ คือ ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา (Structure of intellect model) ของ กิลฟอร์ด (Guildford, 1967, pp.60 - 64) ได้อธิบายความสามารถทางสมองของมนุษย์ออกมาเป็น 3 มิติ ได้แก่

มิติที่ 1 เนื้อหา (Content) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่เป็นสื่อในการคิดซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ 1) ภาพ (Figural) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นรูปธรรม ที่จะรับรู้และระลึกได้ เช่น ภาพต่าง ๆ 2) สัญลักษณ์ (Symbol) หมายถึง ข้อมูลที่อยู่ในรูปของเครื่องหมายต่าง ๆ เช่น ตัวอักษร ตัวโน้ต และสัญลักษณ์ต่าง ๆ 3) ภาษา (Semantic) หมายถึง ข้อมูลที่อยู่ในรูปถ้อยคำที่มีความหมายต่าง ๆ แต่บางอย่างไม่อยู่ในรูปถ้อยคำก็มี เช่น ภาษาใช้ และ 4) พฤติกรรม (Behavior) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นการแสดงออกของกิริยาอาการของมนุษย์ รวมทั้งทัศนคติ การรับรู้ ความคิด เช่น การยิ้ม การหัวเราะ การแสดงความคิดเห็น

มิติที่ 2 วิธีคิด (Operation) เป็นมิติที่แสดงลักษณะการทำงานของสมองในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ลักษณะ คือ 1) การรู้จักและเข้าใจ (Cognition) หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่รู้จักและมีความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้ทันทีทันใด เช่น เมื่อเห็นของเล่นรูปร่างกลม ๆ ทำด้วยยางผิวเรียบก็บอกได้ว่าเป็นลูกบอล 2) การจำ (Memory) หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่จะเก็บสะสมรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ไว้ แล้วสามารถระลึกออกมาในรูปเดิมได้ตามที่ต้องการ เช่น การจำหมายเลขประจำตัว การท่องสูตรคูณ 3) การคิดแบบอเนกนัย (Divergent thinking) เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลที่สามารถคิดได้หลายแง่หลายมุมหลายทิศทาง คิดหาคำตอบได้โดยไม่จำกัดจากสิ่งเร้าที่กำหนดให้ในเวลาจำกัด เช่น ให้บอกสิ่งที่เกิดขึ้นต้นด้วยคำว่า น้ำ มาให้มากที่สุด 4) คิดแบบเอกนัย (Convergent thinking) เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลที่สามารถสรุปข้อมูลได้ดีที่สุดจากข้อมูลที่กำหนดให้ และการสรุปเป็นคำตอบนั้นจะเน้นเพียงคำตอบเดียว เช่นการเลือกคำตอบในการทำข้อสอบแบบเลือกตอบ และ 5) การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่สามารถหาเกณฑ์ที่สมเหตุสมผลเกี่ยวกับความดี ความงาม ความเหมาะสม จากข้อมูลที่กำหนดให้

มิติที่ 3 ผลของการคิด (Product) เป็นมิติที่แสดงถึงผลที่ได้จากการทำงานของสมอง เมื่อสมองได้รับข้อมูลจากมิติที่ 1 และใช้ความสามารถในการตอบสนองสิ่งเร้าซึ่งเป็นวิธีการคิดตามมิติที่ 2 ผลที่ออกมาเป็นมิติที่ 3 ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ด้าน คือ 1) หน่วย (Units) หมายถึง ส่วนย่อย ๆ ที่ถูกแยกออกมา มีคุณสมบัติเฉพาะของตนเองที่แตกต่างไปจากสิ่งอื่น ๆ เช่น หมา แมว คน นก เป็นต้น 2) จำนวน (Classes) หมายถึง กลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่มีคุณสมบัติบางประการร่วมกัน เช่น สนุข ปลาวาฬ คน เป็นพวกเดียวกัน เพราะต่างก็เลี้ยงลูกด้วยนมเหมือนกัน 3) ความสัมพันธ์ (Relations) หมายถึง ผลของการเชื่อมโยงความคิดแบบต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 หน่วยเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางประการเป็นเกณฑ์ อาจอยู่ในรูปของหน่วยกับหน่วย จำพวกกับจำพวก ระบบกับระบบ เช่น พระกับวัด นกกับวัว เป็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับที่อยู่อาศัย 4) ระบบ (Systems) หมายถึง การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของผลที่ได้หลาย ๆ คู่ เข้าด้วยกันอย่างมีระบบ เช่น 2, 4, 6, 8 ซึ่งเป็นระบบเลขคู่ 5) การแปลงรูป (Transformation) หมายถึง การแปลงรูป ปรับปรุง การให้นิยามใหม่ การตีความหมาย การขยายความ หรือการจัดองค์ประกอบของข้อมูลที่กำหนดให้เสียใหม่ เพื่อนำไปใช้ในวัตถุประสงค์อื่น เช่น การแปลงรูป และ 6) การประยุกต์ (Implications) หมายถึง การคาดหวังหรือทำนายเรื่องบางอย่างจากข้อมูลที่กำหนดให้เกิดความต่างไปจากเดิม เช่น เมื่อเห็นสัญลักษณ์เครื่องหมายบวกสีแดง (✚) ก็คาดว่าเป็นสัญลักษณ์สภากาชาด

ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ดนี้ นับว่าเป็นพื้นฐานในการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ เพราะกิลฟอร์ดได้อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะการคิดแบบอเนกนัย

(Divergent thinking) คือ ความคิดหลายทิศทางหลายแง่มุม คิดได้กว้างไกลซึ่งเป็นลักษณะการคิดที่จะนำไปสู่การประดิษฐ์สิ่งที่แปลกใหม่ จากข้อสรุปนี้ทำให้มีการศึกษาเรื่องความคิดสร้างสรรค์อย่างกว้างขวางขึ้นในเวลาต่อมา

3. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงมนุษย์นิยม นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้มีแนวคิดว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่มนุษย์มีติดตัวมาแต่กำเนิด ผู้ที่สามารถนำความคิดสร้างสรรค์ออกมาใช้ได้ คือ ผู้ที่มีสัจการแห่งตน คือ รู้จักตนเอง พอใจตนเอง และใช้ตนเองเต็มตามศักยภาพของตน มนุษย์จะสามารถแสดงความคิดสร้างสรรค์ของตนออกมาได้อย่างเต็มที่นั้นขึ้นอยู่กับการสร้างสภาวะ หรือบรรยากาศที่เอื้ออำนวย นักจิตวิทยาได้กล่าวถึงบรรยากาศที่สำคัญในการสร้างสรรค์ประกอบด้วย ความปลอดภัยในเชิงจิตวิทยาความมั่นคงขิงจิตใจ ความปรารถนาที่จะเล่นกับความคิดและการเปิดกว้างที่จะรับประสบการณ์ใหม่

4. ทฤษฎีความคิดสองลักษณะ (Two factors theory) ผู้ตั้งทฤษฎีคนแรก คือ สเปียร์แมน (Spearman) นักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ทฤษฎีนี้กำลังได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง เพราะเป็นผลการวิจัยใหม่ เกี่ยวกับการทำงานของสมองมนุษย์ มีการเริ่มต้นศึกษาและทดลองโดยกลุ่มนักจิตวิทยา ซึ่งมีแนวความคิดเบื้องต้นว่า เผ่าพันธุ์ของมนุษย์อยู่รอดสืบมาจนถึงคนรุ่นปัจจุบันได้ก็เพราะมีสมองอันเชี่ยวชาญ ความเชี่ยวชาญของมนุษย์เกิดขึ้นเพราะมนุษย์มีสมองที่แบ่งหน้าที่กันเป็นสองส่วน สมองซีกซ้ายทำหน้าที่ควบคุมเกี่ยวกับด้านความคิดในรูปแบบส่วนรวมที่เรียกว่า “เกสตอลท์” ความคิดริเริ่มความคิดสร้างสรรค์ และจินตนาการ ฯลฯ ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและได้เคลื่อนไหวร่างกายโดยอิสระปราศจากความเครียด นอกจากจะช่วยให้ใยประสาทเจริญงอกงามซึ่งทำให้สมองได้รับการพัฒนาแล้วยังช่วยให้การทำงานของสมองสองซีกประสานสัมพันธ์กัน ซึ่งจะทำให้เกิดพลังการคิดที่มีประสิทธิภาพต่อไป

ความคิดสร้างสรรค์ เกิดจากการทำงานของสมองซีกขวา ซึ่งทำหน้าที่คิดจินตนาการ ความคิดแปลก ๆ ใหม่ ๆ ความซาบซึ้งในดนตรี ศิลปะ เป็นต้น ส่วนสมองซีกซ้ายเป็นส่วนที่คิดและมีการทำงานออกมาเป็นรูปธรรม เช่น การวิเคราะห์ การหาเหตุผล เป็นต้น แสดงดังตาราง 2

ตาราง 2 ความคิดสร้างสรรค์ เกิดจากการทำงานของสมองซีกขวา และสมองซีกซ้าย

สมองซีกขวา	สมองซีกซ้าย
- สรรหาถ้อยคำ	- ไม่มีถ้อยคำ
- วิเคราะห์	- สังเคราะห์
- ใช้เหตุผล	- หยั่งรู้
- เชิงตรรกวิทยา	- ความคิดเชิงสร้างสรรค์
- ความแบ่งแยก	- ความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน
- มีกาลเวลา	- ไม่มีกาลเวลา
- โน้มเข้าหากฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และศิลปะ	- โน้มเอียงเข้าหากฎเกณฑ์ของดนตรี

ที่มา : อารี รังสินันท์, 2526, หน้า 509

ดั้งนั้นหากสมองทั้งสองซีกได้มีการพัฒนาอย่างเหมาะสมก็จะสามารถทำคุณประโยชน์ต่าง ๆ แก่มนุษย์ชาติอย่างมหาศาล ทฤษฎีความคิดสองลักษณะจึงเป็นทฤษฎีพื้นฐานอีกทฤษฎีหนึ่งในการจัดการและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของบุคคล

จากแนวคิดทฤษฎีนี้ การจัดการเรียนการสอนควรเน้นให้มีการพัฒนาสมองไปพร้อมกันทั้ง 2 ส่วน เพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองอย่างเต็มความสามารถและมีประสิทธิภาพ

ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์โอตา (The Model AUTA) เป็นทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ที่เดวิส (Davis) และซัลลิแวน (Sullivan) คิดขึ้นในปี ค.ศ. 1980 โดยอธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์สามารถส่งเสริมกระบวนการคิดสร้างสรรค์และจัดลำดับขั้นของการพัฒนาซึ่งมี 4 ลำดับขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การตระหนักรู้ (Awareness) นึกถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์เป็นขั้นตอนแรกที่จะทำให้บุคคลเพิ่มความสำนึกในเรื่องการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของแต่ละบุคคล เช่น การพัฒนาปรีชาญาณ การรู้จักและเข้าใจตนเอง ซึ่งส่งผลกระทบต่อความเจริญก้าวหน้าและวิธีแก้ปัญหาในปัจจุบันและอนาคต

ขั้นที่ 2 ความเข้าใจ (Understanding) ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและแจ่มแจ้งในธรรมชาติและความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง การที่บุคคลจะสนใจ และให้ความสำคัญกับความคิดสร้างสรรค์ที่

เพิ่มขึ้นนั้น ก็ต่อเมื่อได้รับรู้ความรู้ เนื้อหา สาระที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งจะช่วยให้บุคคลเข้าใจและเห็นความสำคัญยิ่งขึ้น สาระที่ควรจัดให้บุคคลได้เรียนรู้ ได้แก่ 1) บุคลิกภาพของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ 2) ลักษณะกระบวนการคิดสร้างสรรค์ 3) ความสามารถสร้างสรรค์ด้านต่าง ๆ 4) ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ 5) แบบสอบถาม แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ 6) เทคนิควิธีการฝึกคิดสร้างสรรค์ และ 7) ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์

ขั้นที่ 3 เทคนิควิธี (Techniques) เทคนิควิธีการที่ส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง เทคนิควิธีการ กลยุทธ์ในการฝึกกระบวนการความคิดสร้างสรรค์เพื่อส่งเสริมให้เกิดผลผลิตสร้างสรรค์ซึ่งรวมเทคนิคและวิธีการ ดังนี้ 1) การระดมพลังสมอง (Brainstorming) 2) การคิดเชิงเทียบเคียง (Metaphoric thinking) และ 3) การฝึกจินตนาการ (Imagery training)

การตระหนักในความจริงของสิ่งต่าง ๆ (Actualization) หมายถึง การเพิ่มพูนศักยภาพในการเป็นมนุษย์ของแต่ละบุคคลอย่างแท้จริง เป็นการพัฒนาบุคคลไปสู่การรู้จักตนตรงตามสภาพที่เป็นจริงซึ่งเป็นเป้าหมายสูงสุด กล่าวคือ บุคคลสามารถดึงศักยภาพ ความสามารถและปรัชญาของแต่ละบุคคลมาใช้ให้เกิดประโยชน์แก่ตนเองและสังคมอย่างเต็มที่ซึ่งการรู้จักตนเองตรงตามสภาพที่เป็นจริงจะประกอบด้วยคุณลักษณะ ดังนี้ 1) เป็นผู้เปิดรับประสบการณ์ต่าง ๆ 2) สนใจศึกษาเกี่ยวกับความเป็นอยู่ของมนุษย์ 3) มีความคิดริเริ่มในการนำตนเอง และริเริ่มผลิตสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง และ 4) มีความสามารถในการคิดยืดหยุ่นเพื่อปรับปรุง และเปลี่ยนแปลงแนวทางในการดำเนินชีวิตให้เหมาะสมได้

จากแนวคิดทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 5 ทฤษฎี อาจสรุปแนวคิดของทฤษฎีได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่มีความเชื่อว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางจิต (Psychological process) กลุ่มนี้ ได้แก่ กลุ่มทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดจิตวิทยา จิตวิเคราะห์ และกลุ่มแนวคิดด้านมนุษย์นิยม ทั้งสองกลุ่มนี้มองความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นลักษณะภายในจิตของแต่ละบุคคลซึ่งแตกต่างกันว่ามีวิธีการปรับตัวในลักษณะใด มากน้อยแค่ไหนซึ่งขึ้นอยู่กับกลวิธานป้องกันตัว (Defense mechanism) หรือการพัฒนาถึงศักยภาพอันสูงสุด (Self - actualization) ของแต่ละบุคคล

ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งมีความเชื่อว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางความคิด (Cognitive process) กลุ่มนี้ ได้แก่ แนวความคิดด้านองค์ประกอบสมรรถภาพทางสมอง แนวคิดด้านความคิดสองลักษณะและแนวคิดด้านพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ของโอตา กลุ่มดังกล่าวนี้มองความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นกระบวนการทางความคิดที่สามารถส่งเสริมหรือพัฒนาให้เพิ่มขึ้นได้โดยแต่ละแนวความคิดก็มีความเชื่อเกี่ยวกับองค์ประกอบที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ที่แตกต่างกัน กล่าวคือแนวความคิดด้านองค์ประกอบของสมรรถภาพทางสมองก็เน้นองค์ประกอบ

ด้านความคิดแบบอเนกนัย (Divergent thinking) ส่วนแนวคิดด้วยความคิดสองลักษณะมองในด้านลักษณะทางกายภาพสมองและแนวความคิดสร้างสรรค์โอตา ก็เป็นลักษณะของการคิดแบบอเนกนัยเช่นเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตาม แนวคิดนี้ก็มีความเชื่อว่าสามารถที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของความคิดสร้างสรรค์ได้ด้วยกระบวนการฝึกเช่นเดียวกัน

สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่อยู่ในบุคคลทุกคน และเป็นลักษณะของความคิดอเนกนัย เมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้น บุคคลจะตอบสนองสิ่งเร้าต่าง ๆ ในลักษณะหลายทิศทางทำให้ได้คำตอบหรือผลผลิตของความคิดหลายอย่างและแปลกใหม่ ความคิดสร้างสรรค์สามารถที่จะพัฒนาให้สูงขึ้นได้โดยอาศัยการเรียนรู้และบรรยากาศที่เอื้ออำนวย

4.6 พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์

พัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์มักจะแตกต่างจากพัฒนาการด้านสติปัญญาเนื่องจากพัฒนาการด้านสติปัญญาจะเจริญงอกงามตามลำดับอายุ วุฒิภาวะ และประสบการณ์ที่เพิ่มขึ้น แต่พัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ จะพัฒนาสูงสุดในช่วงแรกของวัยเด็ก การศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ของเด็กในวัยก่อนเรียน โดยมีผู้กล่าวไว้ ดังนี้

ริบอท (Ribot) (อ้างถึงใน ศิริประภาพรรณ์ ตุ้มวิจิตร, 2552, หน้า 16) อธิบายว่า จินตนาการใช้แทนความคิดสร้างสรรค์ โดยพัฒนาการทางจินตนาการในวัยเด็กจะเจริญและพัฒนาการทางด้านเหตุผล เมื่อถึงวัยหนึ่งพัฒนาการทางด้านเหตุผลจะเจริญขึ้นอยู่ในระดับเดียวกับพัฒนาการทางด้านจินตนาการ และหลังจากนั้นเด็กจะมีความคิดเป็นเหตุผลมากขึ้นแต่ในขณะเดียวกันจินตนาการจะลดลงหรือไม่สามารถคิดอะไรที่ใหม่ขึ้นอีกในคนทั่วไปหลังจากวัยหนุ่มสาวแล้ว

ทอร์แรนซ์ (Torrance, 1962, pp.87 - 88) สรุปไว้ว่า 1) เด็กแรกเกิด - 2 ขวบ ในระยะแรกของชีวิตเด็กเริ่มพัฒนาการด้านจินตนาการจะเห็นได้ว่า เด็กเริ่มถามชื่อของสิ่งของต่าง ๆ โดยพยายามทำเสียงต่าง ๆ หรือจังหวะเมื่อเริ่มคิดทำอะไรได้เด็กจะตั้งชื่อให้ เด็กเริ่มคาดหวังเกี่ยวกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน เด็กเริ่มแสวงหาโอกาส หรือทำสิ่งที่แปลกไปกว่าเดิม โดยมีความกระตือรือร้นที่จะคิดสำรวจ โดยการชิม ดม สัมผัส ด้วยความอยากรู้อยากเห็น เด็กจะเกิดการเรียนรู้ว่าสิ่งไหนทำได้ สิ่งไหนแตะต้องไม่ได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการที่เด็กได้แสดงออกและลักษณะเฉพาะของเด็กแต่ละคน ในช่วงระยะเวลาที่เด็กได้รับการกระตุ้นโดยการให้สิ่งเร้าที่เป็นสิ่งของต่าง ๆ ทั้งนี้พ่อแม่ควรสนใจเล่นกับเด็ก การที่พ่อแม่ร้องเพลงให้เด็กฟัง การเล่นแลการตั้งคำถาม ฯลฯ สามารถช่วยให้เด็กพัฒนาการทางด้านจินตนาการได้ 2) เด็กระยะ 2 ขวบ - 4 ขวบ เด็กเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ จากประสบการณ์โดยตรงแล้วถ่ายทอดประสบการณ์ที่รับรู้โดยการแสดงออกและจินตนาการ เช่นเด็กไม่เข้าใจว่าทำไมไม่ให้เด็กเล่นน้ำร้อนเมื่อเด็กได้มีโอกาสสัมผัสจับต้องน้ำร้อนก็รู้ว่า เป็นสิ่งที่เล่น

ไม่ได้ ในระยะนี้เด็กจะตื่นเต้นกับประสบการณ์ต่าง ๆ เด็กมีช่วงความสนใจสั้น เริ่มรู้จักเป็นตัวของตัวเอง และเกิดความเชื่อมั่น แต่การเรียนรู้ใหม่ ๆ อาจทำให้เด็กเกิดความตกใจ หวาดกลัว ดังนั้นพ่อแม่ควรระมัดระวังให้เด็กอยู่ในสิ่งแวดล้อมปลอดภัยเสมอ การให้เด็กเล่นของเล่นกึ่งสำเร็จรูปจะช่วยให้เด็กมีโอกาสคิดในขณะที่เล่น เช่น ไม้บล็อก อาจสร้างเป็นบ้าน รถไฟ เป็นต้น และ 3) เด็กระยะ 4 ขวบ - 6 ขวบ ในวัยนี้เป็นวัยที่เด็กมีจินตนาการสูง เด็กเริ่มสนุกสนานกับการวางแผน และการคาดคะเนในสิ่งที่จะเกิดขึ้นในการเล่นนั้น เด็กเริ่มเลียนแบบบทบาทผู้ใหญ่ หรือผู้ใกล้ชิด มีความอยากรู้อยากเห็น เด็กจะพยายามค้นหาข้อเท็จจริงว่าผิดหรือถูก ในวัยนี้เด็กเริ่มตระหนักถึงความรู้สึกของผู้อื่น และเริ่มคิดถึงการกระทำของตนที่ไปกระทบผู้อื่น ความคิดสร้างสรรค์มีพัฒนาการขึ้นจากประสบการณ์ ๆ ในระยะนี้ไม่ควรประเมินเด็กโดยใช้มาตรฐานของวัยเด็กที่สูงกว่า เด็กควรได้รับการส่งเสริมให้เล่นเพื่อฝึกด้านจินตนาการ พ่อแม่ควรอนุญาตให้เด็กวัยนี้ได้แสดงออกในด้านความคิด โดยการจัดหาของเล่นต่าง ๆ ให้เด็กเล่นเมื่อเล่นเสร็จแล้วควรเน้นเรื่องการเก็บของเล่นเข้าที่โดยวิธีการส่งเสริมและชมเชย

ลิกอน (Ligon) (อ้างถึงใน อารี พันธ์มณี, 2547, หน้า 50 - 53) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการทางจินตนาการตามระดับอายุต่าง ๆ ของเด็กตั้งแต่แรกเกิด - 16 ปีไว้ว่า 1) แรกเกิด - 2 ขวบ ในวัยนี้เริ่มมีพัฒนาการทางจินตนาการเริ่มรู้จักการถามชื่อสิ่งของ พยายามทำเสียงต่าง ๆ หรือจังหวะโดยจะเริ่มมุ่งหวังทำสิ่งแปลก ๆ ขึ้น และเด็กจะมีความกระตือรือร้นที่จะสำรวจสิ่งต่าง ๆ มีความอยากรู้อยากเห็นมากขึ้น เด็กในวัยนี้จะมีการพัฒนาการทางด้านจินตนาการจากการเล่นหรือของเล่นอย่างง่าย ๆ จึงทำให้เกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงแล้วทำให้เด็กเกิดจินตนาการขึ้น ดังนั้นการส่งเสริมและการสนับสนุนให้เด็กได้สำรวจเป็นสิ่งจำเป็นต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก 2) อายุ 2 - 4 ขวบ เด็กได้เรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรง แล้วถ่ายทอดประสบการณ์เหล่านั้นออกมาทางการพูดและการเล่นจินตนาการ เด็กในวัยนี้จะตื่นเต้นกับสิ่งแปลกใหม่ของธรรมชาติ และมีความสนใจสั้น มักเปลี่ยนกิจกรรมเรื่อย ๆ บางครั้งเด็กในวัยนี้มักชอบทำกิจกรรมที่เกินความสามารถของตน และการให้เด็กมีอิสระในการสำรวจทดลองจะช่วยให้เด็กมีประสบการณ์ใหม่ ๆ ให้กับเด็ก 3) อายุ 4 - 6 ขวบ เด็กในวัยนี้จะมีจินตนาการดีและเด็กในวัยนี้จะมีการเรียนรู้ทักษะที่จะกระทำแผนงานเป็นครั้งแรก เด็กจะสนุกสนานกับการกระทำแผนงานและคาดคะเนเกี่ยวกับการเล่นและงานเด็กจะเริ่มมีการเรียนรู้บทบาทของผู้ใหญ่จากการเล่นบทบาทสมมุติ ความอยากรู้อยากเห็นจะทำให้เด็กแสวงหา “ความจริง” และ “ความถูกต้อง” และเด็กในวัยนี้ถ้ามีการเล่นตามลำพังจะช่วยให้เด็กพัฒนาจินตนาการ หรือ ความคิดสร้างสรรค์ได้ดี 4) อายุ 6 - 8 ปี เป็นวัยที่เริ่มมีการสร้างสรรค์จินตนาการเข้าสู่ความเป็นจริงมากขึ้น จะทำให้การจินตนาการแบบฝันเฟื่องลดลง และจะใช้การวาดภาพแทนความคิดคำนึง และเด็กในวัยนี้สามารถที่จะวางแผนโดยไม่ต้องการรับ

ความช่วยเหลือ แต่พ่อแม่หรือครูสามารถช่วยเด็กได้ โดยการตอบคำถามอย่างตรงไปตรงมา 5) อายุ 8 - 10 ปี เป็นวัยที่จะเพิ่มความสามารถในการใช้ทักษะเพื่อสร้างสรรค์งาน และสามารถค้นพบวิธีการต่าง ๆ ที่จะสร้างผลงานสร้างสรรค์ เด็กวัยนี้ชอบการเป็นตัวของตัวเอง ชอบทำตัวเด่นดัง ดังนั้นพวกเขาควรได้รับการสนับสนุนให้ใช้จินตนาการและทักษะเพื่อช่วยเหลือเพื่อนได้ 6) อายุ 10 - 12 เด็กในวัยนี้ชอบสำรวจสิ่งต่าง ๆ และมีความสนใจในการอ่านและคิดคำนวณมากขึ้น ซึ่งในช่วงอายุนี้จะพยายามเพิ่มประสบการณ์ในทุกอย่าง และเด็กจะขาดความเชื่อมั่น แต่เด็กในวัยนี้จะมีการเรียนรู้ในการทำงานที่ยากขึ้นเรื่อย ๆ และท้าทายให้พวกเขาได้เรียนรู้ถึงสิ่งที่ยากต่าง ๆ

เดอฟรานเชสโก (De Francesco) (อ้างถึงใน ประเทิน มหาขันธ์, 2531, หน้า 214 - 219) กล่าวว่า พัฒนาการทางการสร้างสรรค์ของเด็ก ถูกแบ่งออกเป็นขั้นของการพัฒนาตามระดับอายุ โดยพิจารณาจากการแสดงออกทางศิลปะ พัฒนาการทางการสร้างสรรค์แบ่งออกเป็น 5 ขั้น คือ 1) ขั้นใช้มือ (Manipulative stage) อายุระหว่าง 2 - 4 ปี 2) ขั้นก่อนสัญลักษณ์ (Presymbolic stage) วัยก่อนอนุบาล - ประถมศึกษาปีที่ 1 3) ขั้นสัญลักษณ์ (Symbolic stage) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และ 3 4) ขั้นเริ่มต้นของจริง (Stage of inceptive realism) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 5 และ5) ขั้นวิเคราะห์ของจริง (Stage of analytical realism) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

4.7 ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์

จอห์นสัน (Johnson) (อ้างถึงใน ผุสดี กุฎอินทร์, 2536, หน้า 72) ได้รวบรวมลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

1. มีความคล่องแคล่วในการคิด สามารถที่จะแสดงความคิดได้มากมายและรวดเร็ว
2. มีความยืดหยุ่น มีความเข้าใจและไวต่อปัญหา ช่างคิดช่างค้น มีความริเริ่มที่ไม่ซ้ำแบบใคร
3. มีความสนใจในปัญหาที่ต้องเผชิญ มีความมานะในการติดตามปัญหา
4. มักใช้เวลาไปในการสำรวจและวิเคราะห์ ชอบทำกิจกรรมที่ต้องใช้ความคิด ใช้จินตนาการและใช้การสำรวจ
5. มีความสงสัยและคิดไตร่ตรองก่อนที่จะตัดสินใจทำอะไรลงไป
6. มีความเป็นตัวของตัวเอง มีอิสระในการตัดสินใจ ไม่ยึดติดกับกฎเกณฑ์ที่ใช้กันอยู่
7. มีความนิยมในสิ่งใหม่และสิ่งที่ยุ่งยากซับซ้อน ไม่ยึดถือของเดิมคิดและเชื่อมโยงความคิดในทางที่แปลกใหม่ มีความสามารถคิดเชื่อมโยงสิ่งที่อยู่ใกล้ตัว
8. ลักษณะอื่น ๆ ได้แก่ มีสติปัญญาดี มีพลังที่จะทำงานต่าง ๆ มีความมุ่งหวังสูง มีความสนใจในเรื่องอื่น ๆ อย่างกว้างขวาง เป็นคนตรงไปตรงมา พูดจาเปิดเผยและเป็นบุคคลที่น่าสนใจ

อารี พันธ์มณี (2547, หน้า 69) ได้สรุปลักษณะพฤติกรรมของเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. อยากรู้ อยากเห็น มีความใคร่รู้อยู่เป็นนิจ
2. ชอบเสาะแสวงหา สำรวจ ศึกษา ค้นคว้า และทดลอง
3. ชอบซักถามและถามคำถามแปลก ๆ
4. ช่างสงสัย เป็นเด็กที่มีความรู้สึกแปลกประหลาดใจในสิ่งที่พบเห็นเสมอ
5. ช่างสังเกต มองเห็นลักษณะที่แปลก ผิด หรือ ช่องว่างที่ขาดหายไปได้ง่ายและรวดเร็ว
6. ชอบแสดงออกมากกว่าเก็บกด ถ้าสงสัยสิ่งใดก็จะถามหรือพยายามหาคำตอบโดยไม่รั้งรอ
7. มีอารมณ์ขัน มองสิ่งต่าง ๆ ในแง่มุมที่แปลกและสร้างอารมณ์ขันอยู่เสมอ
8. มีสมาธิในสิ่งที่ตนสนใจ
9. สนุกสนานในการใช้ความคิด
10. สนใจสิ่งต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง
11. มีความเป็นตัวของตัวเอง

เด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์จะต้องเป็นคนที่มีลักษณะคิดได้อย่างรวดเร็ว มีความรอบคอบละเอียดลออและลึกซึ้ง สามารถวิเคราะห์และหาหนทางแก้ปัญหา รวมทั้งมีความอิสระและมีปฏิภาณไหวพริบดี

หน่วยศึกษานิเทศก์ (อ้างถึงใน ปิยวรรณ อภินันท์รุ่งโรจน์, 2555, หน้า 51) ได้ให้ความเห็นว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์นั้นมีองค์ประกอบหลายประการ และแบ่งได้หลายประเภท ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ประกอบด้วย

1. มีความฉลาด คือ มีความสามารถในการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ส่วนใหญ่จึงเป็นบุคคลที่ขวนขวายหาความรู้อยู่เสมอ

2. มีความเป็นตัวของตัวเอง ขณะเดียวกันมักจะเป็นบุคคลที่ไม่ยอมรับสิ่งที่ค่อนข้างจะเข้มงวด หรือสิ่งที่จะต้องควบคุมมากเกินไป ทั้งนี้เพราะไม่มีโอกาสที่จะแสดงความคิดเห็น หรือแสดงความคิดริเริ่มได้เลย

3. เป็นบุคคลที่มีความต้องการตามธรรมชาติ พร้อมที่จะปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงลักษณะต่าง ๆ ของตนอยู่เสมอ ขณะเดียวกันปรารถนาที่จะใช้โอกาสที่มีอยู่และต้องการใช้ความคิดความสามารถที่มีนอกเหนือจากสิ่งที่ตนได้รับผิดชอบให้ดีที่สุดเท่าที่จะทำได้

4. พยายามแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างสุดความสามารถ อย่างมีเหตุผล และมีความมั่นคงทางจิตใจ สามารถที่จะคลี่คลายปัญหาต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดีโดยไม่มีความกังวลใจใด ๆ

5. เป็นบุคคลที่มีความสนุกสนานต่อการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นตลอดจนแนวความคิดต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ชอบในการค้นคว้าและยอมรับการท้าทายสิ่งใหม่ ๆ

6. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์นั้น จะต้องเป็นลักษณะที่เป็นความคิดแปลก ๆ ใหม่ ๆ หรือเป็นการต่อต้านความคิดเดิมที่มีอยู่ และเป็นบุคคลที่สามารถนำความคิดใหม่ ๆ นั้นไปใช้ในการสร้างประสบการณ์หรือสร้างกิจกรรมใหม่ ๆ ขึ้นมาได้

7. บุคคลที่จะมีความคิดริเริ่มที่ดีได้นั้น จะต้องเริ่มต้นมาจากการมีความคิดริเริ่มเกี่ยวกับตนเองเสียก่อน หลังจากที่มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับตนเองได้แล้ว จึงจะสามารถคิดสร้างสรรค์เพื่อสังคมต่อไป

8. มีศิลปะในการใช้ภาษา ไม่ว่าจะเป็นภาษาพูดหรือภาษาเขียน ศิลปะในที่นี้ไม่ได้หมายถึงความถูกต้องในการใช้ภาษา แต่หมายถึงการประหยัดถ้อยคำ การรู้จักควบคุมตนเองในการใช้ภาษาพูดหรือภาษาเขียน รู้จักใช้ข้อความกะทัดรัด ครอบคลุมเนื้อหากระจ่างชัดและถูกต้อง

9. มีอารมณ์อ่อนไหว บุคคลประเภทนี้มักจะมองสิ่งที่อยู่รอบตัวเขาด้วยท่าที่ฉงนสงสัย ทุกสิ่งดูจะเป็นที่สะดุดตาสะดุดใจและสะดุดอารมณ์ความรู้สึกของคนประเภทนี้เพื่อพยายามแสวงหาความคิดสร้างสรรค์ต่อสิ่งเหล่านั้น

10. มีความสำนึกต่อสังคม บุคคลประเภทนี้จะทำงานเพื่อสังคม และมีชีวิตอยู่ท่ามกลางสังคมที่แวดล้อมตัวเขา เป็นบุคคลที่มองโลกในแง่ดีอยู่เสมอ

11. มีแรงจูงใจที่จะกระทำการอย่างใดอย่างหนึ่งเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ของเขา บางครั้งเราไม่อาจจะทราบว่าบุคคลใดมีความคิดสร้างสรรค์ จนกว่าเราจะมอบหมายให้เขากระทำอย่างใดอย่างหนึ่ง เพราะความเจริญก้าวหน้าส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการลองผิดลองถูก

12. สามารถคิดและพลิกแพลงการแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้ลุล่วงไปด้วยดี มีความมั่นใจในตนเอง มีความอดทนอย่างทรหด และเป็นผู้ที่ไม่ยอมล้มเลิกความตั้งใจง่าย ๆ

สรุปได้ว่า บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีคุณสมบัติที่คล้ายคลึงกันหลายประการ ได้แก่ เป็นคนช่างสังเกต มีเหตุผล ชอบแสวงหาประสบการณ์ใหม่ ๆ ชอบคาดคะเนเหตุการณ์ล่วงหน้า มีความคล่องในการคิด มีความยืดหยุ่นในการคิด มีความคิดริเริ่มไม่ยึดมั่นสิ่งใดเกินไป มีความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้นมีความสามารถรับรู้ปัญหาได้เร็ว และมีความเป็นตัวของตัวเอง

4.8 การสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

อารี พันธ์มณี (2547, หน้า 111 - 112) ได้เสนอแนะวิธีการสอนเพื่อพัฒนาและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้แก่ผู้เรียนในลักษณะดังต่อไปนี้

1. การแสดงออกทางความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก สามารถแสดงออกทางกิจกรรมต่าง ๆ ได้ เช่น การประดิษฐ์ ศิลปะ การวาดภาพ ดนตรี เต้นรำ การเล่น ตลอดจนการแก้ปัญหาต่าง ๆ

2. การสร้างบรรยากาศความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนจะได้รับการส่งเสริมให้มีขึ้นได้ โดยการสร้างบรรยากาศในห้องเรียน ให้นักเรียนรู้สึกเป็นอิสระไม่ถูกควบคุมจากระเบียบวินัยที่เคร่งครัดเกินไป และควรส่งเสริมให้แต่ละคนรู้จักการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

3. การสอนความคิดสร้างสรรค์ จะต้องสอนต่อเนื่องกันไปเป็นส่วนสำคัญในทางตรง ได้แก่ การจัดกิจกรรมต่าง ๆ ในทางอ้อม ได้แก่การปรับปรุงสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ตลอดจนความเข้าใจเรื่องพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก ระดับความสามารถในการแสดงออก

4. สนับสนุนและกระตุ้นการแสดงความคิดหลาย ๆ ด้าน ตลอดจนการแสดงออกทางอารมณ์

5. เน้นสถานการณ์ที่จะส่งเสริมความสามารถอันนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ เช่น ส่งเสริมความคิดริเริ่ม ตลอดจนไม่จำกัดการแสดงออกของนักเรียนให้เป็นไปในรูปแบบเดียวกัน

6. อย่าพยายามหล่อหลอม หรือกำหนดแบบให้นักเรียนคิด และมีบุคลิกภาพเหมือนกันไปทุกคน แต่ควรสนับสนุนและส่งเสริมการผลิตที่แปลก ๆ ใหม่ ๆ ตลอดจนความคิด และวิธีการแปลก ๆ ใหม่ ๆ ด้วย

7. อย่าเข้มงวดกวดขัน หรือยึดมั่นอยู่กับจารีตประเพณี ซึ่งยอมรับการกระทำหรือผลงานอยู่เพียงสองสามอย่างเท่านั้น สิ่งใดนอกเหนือไปจากระเบียบเป็นสิ่งที่ผิดหมด

8. อย่าสนับสนุนหรือให้รางวัลเฉพาะงาน หรือการกระทำที่ได้มีผู้ทดลองทำและเป็นที่ยอมรับกันแล้ว ผลงานแปลก ๆ ใหม่ ๆ ก็น่าจะมีโอกาสได้รับรางวัลหรือได้คำชมเชยด้วย

9. ครูจำเป็นต้องพัฒนาตนเองให้เป็นผู้มีบุคลิกภาพในทางสร้างสรรค์ก่อนมิเช่นนั้นแม้ว่าครูจะมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ และทฤษฎีเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์เพียงใด ก็ไม่อาจจะทำให้กระบวนการเรียนการสอนประสบผลสำเร็จตามความมุ่งหมายของการสอนและไม่อาจสอนให้เด็กเกิดความคิดสร้างสรรค์ได้

ทอร์แรนซ์ (Torrance) (อ้างถึงใน อารี รังสินันท์, 2526, หน้า 112) ได้เสนอหลักในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้หลายประการ ซึ่งเน้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน ดังนี้

1. ส่งเสริมให้นักเรียนถามหรือให้ความสนใจตั้งคำถาม และไม่มุ่งเพียงคำตอบคำตอบเดียว

2. ตั้งใจฟัง เอาใจใส่ความคิดแปลก ๆ ของนักเรียน

3. กระตือรือร้น การตั้งคำถามแปลก ๆ และการตั้งคำถามของเด็กอย่างมีชีวิตชีวา

4. แสดงให้เห็นว่าความคิดของนักเรียนนั้นมีคุณค่า และนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

5. กระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง

6. เปิดโอกาสให้นักเรียนค้นคว้าอย่างต่อเนื่อง โดยไม่ต้องใช้วิธีขู่ด้วยคะแนน

7. พึงตระหนักว่าการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จะต้องใช้เวลาอย่างค่อยเป็นค่อยไป

8. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้จินตนาการของตนเอง และยกย่องชมเชยเมื่อนักเรียนมีจินตนาการที่แปลกและมีคุณค่า

อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์ (โพธิสุข) (2545, หน้า 13 - 19) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบที่สำคัญในการจัดสภาพการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้ ดังต่อไปนี้

1. กระบวนการทางความคิด

1.1 การสอนมีการใช้การสอนเพิ่มทักษะความคิดด้านต่าง ๆ เช่น ความคิด เอกนัย อเนกนัย ความคิดวิเคราะห์ ความคิดสังเคราะห์ และการประเมินผล

1.2 สนับสนุนความคิดจินตนาการ แง่มุมที่ตนนึกไม่ถึง สิ่งที่เหนือความคาดหมาย ความคิดแปลกใหม่ ความหลากหลาย ความคิดยืดหยุ่น ความคิดเห็นที่แตกต่าง ฯลฯ

1.3 ใช้การผสมผสาน ปรับเปลี่ยน ทดแทน

1.4 ให้ความเชื่อมั่นแก่นักเรียนให้ยืนหยัดเชื่อมั่นความคิดตนเองแม้ว่าจะแปลกแยกแตกต่างจากผู้อื่น

1.5 หลีกเลี่ยงการด่วนตัดสินใจ หรือด่วนสรุปปัญหา

1.6 สนับสนุนกิจกรรมที่ใช้ความคิดซับซ้อน มีกระบวนการปรับเปลี่ยนแก้ไข ปรับปรุง เปลี่ยนแปลง จัดระบบใหม่

2. ผลิตผล ถึงแม้ว่ากระบวนการเป็นสิ่งสำคัญ แต่ผลผลิตก็เป็นสิ่งที่ชี้ให้เราเห็นหลายสิ่งหลายอย่าง เช่น วิธีคิด ประสิทธิภาพทางความคิด

2.1 การนำเสนอความรู้ไปสู่การนำไปใช้ ดังนั้นจุดสำคัญในการสอนว่าจะพิจารณาเกณฑ์ของผลผลิตอย่างไรนั้น ควรจะมีการกำหนดให้นักเรียนรู้จักจุดประสงค์ของการทำงาน รู้จักประเมินการทำงานของตนเองอย่างใช้เหตุผล พยายามและสามารถปรับใช้ได้ในชีวิตจริง

3. องค์ความรู้พื้นฐาน

3.1 เด็กทุกคนต้องการสั่งสมความรู้พื้นฐานให้แน่นพอ จึงจะสามารถสร้างสรรค์ได้

3.2 ให้โอกาสเด็กได้รับความรู้ผ่านสื่อและทักษะหลายด้าน โดยใช้ประสาทสัมผัส

3.3 ความรู้ที่ดีต้องมาจากประสบการณ์ที่หลากหลาย และมีแหล่งข้อมูลที่ต่างกันทั้งจากหนังสือ ผู้เชี่ยวชาญ การทดสอบด้วยตนเอง

3.4 สิ่งสำคัญคือให้เด็กได้สร้างความรู้จากตัวของตัวเอง

4. สิ่งที่ท้าทายนักเรียน

4.1 เด็กที่สร้างสรรค์ชอบงานยากและซับซ้อนที่ไม่เคยทำมาก่อน

4.2 ถ้าเขาสนใจที่จะทำนั่นแปลว่าจะเป็นสิ่งที่ทำให้เรียนรู้ได้ง่ายขึ้น

4.3 หางานที่สร้างสรรค์ และมีมาตรฐานให้เด็กได้พิจารณา

4.4 การสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อมั่นว่าทุกอย่างเป็นไปได้ การหาโอกาสแก้ไขสร้างสรรค์ให้เกิดสิ่งใหม่ที่เหนือความคิดทั่วไป

5. บรรยากาศในชั้นเรียน

5.1 ให้อิสระ เสรี ความยุติธรรม ในความคิดของนักเรียนให้เด็กมั่นใจว่าจะไม่ถูกลงโทษ หากมีความคิดที่แตกต่างจากครู หรือคิดว่าครูไม่ถูกต้อง ฯลฯ

5.2 ยอมให้เด็กล้มเหลว หรือผิดพลาด (โดยไม่เกิดอันตราย) แต่ต้องฝึกให้เรียนรู้จากข้อผิดพลาดที่ผ่านมา

6. ตัวนักเรียน

6.1 สนับสนุนความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่สอดคล้องกับความสนใจของนักเรียน

6.2 พยายามถ่ายโยงความรู้ กับจิตใจให้ไปด้วยกัน

6.3 สนับสนุนให้นักเรียนให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นตนเอง ความเคารพตนเอง กระหายใคร่รู้

7. การใช้คำถาม

7.1 สนับสนุนให้นักเรียนถามคำถามของเขาที่โดยทั่วไปเด็กจะมีปัญหา เพราะนักเรียนมักคิดว่าตนต้องมีหน้าที่พยายามตอบครูตามที่ครูคิดว่าถูก เขาไม่ค่อยได้มีโอกาสถามคำถามที่พวกเขาอยากจะถาม ทำให้เด็กถามอะไรมักจะต้องการคำตอบประเภทสั้น ๆ ง่าย ๆ ซึ่งไม่ได้แสดงถึงภูมิปัญญาอันลึกซึ้งอะไรเลย

7.2 คำถามที่ปลายเปิด

7.3 ใช้คำถามที่ยั่วยุและท้าทายให้เด็กอยากตอบ

7.4 ใช้คำถามที่ดึงเอาความคิดระดับสูงมาใช้

7.5 ให้เด็กมีเวลาคิดหาคำตอบอย่างพอเพียง

8. การประเมินผล

8.1 หลีกเลี่ยงการประเมินที่ซ้ำ ๆ ซาก ๆ หรือเป็นทางการอยู่ตลอด

8.2 สนับสนุนให้เด็กประเมินการเรียนรู้ด้วยตนเอง และกระทำการประเมินร่วมกับครู

9. การสอนและการจัดหลักสูตร

9.1 ไม่ควรแยกส่วนวิชา "ความคิดสร้างสรรค์" ควรจะนำไปผสมผสานกับวิชาการต่าง ๆ

9.2 ความคิดสร้างสรรค์สามารถใช้ได้กับทุกวิชา ไม่ใช่แต่เฉพาะศิลปะเท่านั้น

9.3 ควรนำวิชาการต่าง ๆ มาผสมผสานกัน ทำให้เด็กสามารถถักทอความคิดโดยการบูรณาการสิ่งต่าง ๆ จนเป็นนิสัย นั่นคือ แนวทางการใช้วิชาการอย่างเต็มศักยภาพ

9.4 ลองให้เด็กเรียนรู้ในสิ่งที่ไม่มีคำตอบที่ดีที่สุด คำตอบที่ตายตัว คำตอบที่คลุมเครือ และเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ๆ

9.5 สนับสนุนให้ครูเป็นผู้ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือเด็กไม่ใช่ผู้สั่งการและสอน

10. การจัดระบบในชั้นเรียน

10.1 จัดหาเวลาให้เด็กได้ค้นคว้าความรู้ตัวตนเองให้มากขึ้น

10.2 ปรับระบบตารางเรียนให้ยืดหยุ่น เพื่อตอบสนองความต้องการ และความสามารถที่หลากหลาย

10.3 ลองหาทางจัดกลุ่มการสอนหลาย ๆ แบบ เช่น จับคู่ กลุ่มเล็ก กลุ่มใหญ่ และการสอนแบบเดี่ยว

10.4 จัดห้องเรียนให้แตกต่างกันไปในแต่ละเวลา สถานที่ เช่น บางห้องบางเวลาไม่มีที่นั่ง นั่งใกล้กัน ไกลกัน นั่งข้างนอก เรียนที่สนาม เป็นต้น

จากหลักการและวิธีการที่กล่าวมาพอจะสรุปได้ว่า การสอนที่จะพัฒนาส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นั้น ต้องเน้นความสำคัญของการจัดกิจกรรมที่ยั่วยุและกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ตลอดจนการคำนึงถึงบรรยากาศที่ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าคิดกล้าแสดงออก การเอาใจใส่ต่อความคิดเห็นของนักเรียน ให้อิสระ ให้ความรักความอบอุ่น กำลังใจ และความปลอดภัยโดยครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญที่จะทำให้กิจกรรมการเรียนการสอนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.9 อุปสรรคของความคิดสร้างสรรค์

การที่บุคคลไม่สามารถแสดงออกทางความคิดสร้างสรรค์ได้นั้น เกิดจากอุปสรรคหรือสิ่งที่สกัดกั้นความคิดสร้างสรรค์ ดังต่อไปนี้

วิจิตร วรุตบางกูร (2531, หน้า 43) กล่าวถึง ปัจจัยที่เป็นอุปสรรคของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ความเคยชิน ความเคยชินทำให้เกิดแบบพฤติกรรมที่ยากต่อการเปลี่ยนแปลง สิ่งที่ต่อต้านการเปลี่ยนแปลงย่อมเป็นอุปสรรคต่อความคิดสร้างสรรค์ และนิสัยการรับรู้ ตัวอย่างเช่น

เมื่อเป็นคลิป (Clip) เราจะยอมรับทันทีว่ามีไว้ให้หนีบกระดาษเท่านั้น และไม่อาจเป็นประโยชน์อื่น ๆ ของสิ่งนี้ แต่ความจริงแล้วยังสามารถใช้ประโยชน์อื่นได้อีกมากมาย

2. ความกลัว ความกลัวผิดพลาด กลัวถูกหัวเราะเยาะ กลัวเสียหน้า กลัวหาถูกหาว่าอยากเด่นดัง กลัวไม่สำเร็จ ความกลัวเหล่านี้ทำให้เกิดอึดอัดใจ ตื่นตระหนักคิดอะไรไม่ออก และไม่อยากจะคิด

3. อคติ อคติทำให้เรายึดมั่นอยู่กับความเชื่ออย่างใดอย่างหนึ่ง ไม่ยอมพิจารณาแนวทางอื่น ๆ อคติจึงเป็นตัวจำกัดความคิดของบุคคลทำให้ของไม่เห็นวิธีอื่น ๆ ที่ดีกว่า และไม่ยอมรับบางสิ่งบางอย่างโดยไม่มีเหตุผล วิธีที่ดีที่สุด คือ ยอมรับว่าเรามีอคติและพยายามเอาชนะอคติด้วยการเปิดใจให้กว้าง วิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ รอบ ๆ ตัว รับฟังความคิดเห็นจากคนอื่นบ้าง เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นควรให้ความมั่นใจกับ “อะไรผิดอะไรถูก” มากกว่า “ใครผิดใครถูก”

4. ความเฉื่อยชา คนเฉื่อยชาจะยอมรับสิ่งที่มีอยู่และเป็นอยู่ ไม่สนใจวิธีการใหม่ ๆ ที่ดีกว่า ไม่สนใจและไม่พอใจต่อการเปลี่ยนแปลงใด ๆ มักจะเป็นคนถ่วงให้กลุ่มไม่ก้าวหน้า วิธีเอาชนะความเฉื่อยชา คือ เร่งปฏิบัติการ เตือนตนเองให้กระตือรือร้นทำงานให้สำเร็จ เพื่อให้ได้เวลาและความปลอดโปร่งใจพอที่จะคิดอะไรใหม่ ๆ ได้

อารี พันธ์มณี (2537, หน้า 122 - 128) กล่าวถึง อุปสรรคของความคิดสร้างสรรค์ว่ามีดังต่อไปนี้

1. การไม่ชอบซักถาม หมายถึง การที่ผู้ใหญ่ไม่ชอบและไม่สนับสนุนให้เด็กเป็นคนช่างซักถามหรือยับยั้งการถามและรู้สึกรำคาญ และไม่พอใจต่อการที่เด็กซักถามบ่อย ๆ และโดยเฉพาะเด็กบางคนชอบถามคำถามแปลก ๆ ซึ่งการกระทำดังกล่าวนอกจากจะไม่ส่งเสริมให้เกิดคิดสร้างสรรค์แล้วยังขจัดความอยากรู้อยากเห็นของเด็ก พร้อม ๆ กับสร้างความกลัวไม่กล้าซักถามต่อไป

2. การเสนอตามอย่างกันหรือการตามอย่างกัน หมายถึง การกระทำที่ชอบเอาอย่างกัน คิดตามกัน คิดในสิ่งที่เคยมี เลียนแบบของเดิม ไม่กล้าคิดและกระทำได้แตกต่างจากคนอื่นหรือของเดิม บางครั้งอาจจะกล้าคิดแต่ไม่กล้าแสดงออก เพราะกลัวถูกหัวเราะเยาะ

3. การเน้นบทบาทและความแตกต่างทางเพศมากเกินไป หมายถึง การที่สังคมได้กำหนดบทบาทของเพศหญิงและเพศชายอย่างเคร่งครัด ทำให้ทั้งสองเพศไม่กล้าล่วงล้ำในเส้นที่ขีดกำหนดไว้ทั้งที่ตนมีความสามารถ

4. วัฒนธรรมที่เน้นความสำเร็จและประณามความล้มเหลว หมายถึง การที่สังคมมีค่านิยมต่อความสำเร็จมากเกินไป เมื่อทำสิ่งใดแล้วจะต้องประสบความสำเร็จจึงทำให้เด็กไม่กล้าทดลองของใหม่ เพราะกลัวความล้มเหลว และผลที่ได้รับจากสังคมคือการดูถูกดูแคลน

5. บรรยากาศที่ตึงเครียดและเสนอจริงจังมากเกินไป หมายถึง การคิดการกระทำทุกอย่างจะต้องอยู่ในระเบียบแบบแผน จะคลาดเคลื่อนไปไม่ได้ จะทำให้เด็กรู้สึกอึดอัด หวาดกลัว และไม่กล้าคิดสร้างสรรค์

6. ความกลัว หมายถึง ความไม่กล้าคิด ไม่กล้าแสดงออกและไม่กล้ากระทำสิ่งใหม่ เพราะกลัวถูกหัวเราะเยาะ กลัวถูกตำหนิติเตียนว่าเชย บ๊อง ไม่เข้าที่

7. ความเคยชิน หมายถึง การยอมรับต่อการกระทำที่เป็นรูปแบบจนเคยชิน กลุ่มคนเหล่านี้จะไม่พอใจการเปลี่ยนแปลงและมักมีความคิดขัดแย้ง มองความคิดใหม่เป็นเรื่องเดือดร้อนเพิ่มปัญหา จึงทำให้เป็นอุปสรรคต่อการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งใหม่ ๆ

8. ความมืดคติ หมายถึง ความเชื่อและคิดตามทรรศนะของตนไม่ยอมรับรู้สิ่งใหม่ ทำให้เกิดทรรศนะที่คับแคบ ไม่ยอมเชื่อถือแนวทางอื่น ๆ ที่เป็นไปได้ และการตัดสินใจก็จะเอาความคิดของตนเป็นเกณฑ์

9. ความเฉื่อยชา หมายถึง ความอืดอาด เชื่องช้า ในการคิดริเริ่มทั้งความคิดและการกระทำ อันเป็นอุปสรรคที่สำคัญยิ่งต่อการสร้างสรรค์

10. ความเกียจคร้าน เป็นอุปสรรคสำหรับงานทุกชนิด ความเกียจคร้านรวมถึงลักษณะที่ทำให้เพียงผ่านไปไม่เอาจริงเอาจัง ทำอย่างไม่เต็มที่ ไม่เต็มความสามารถ ชอบหลีกเลี่ยง

สรุปได้ว่า อุปสรรคของความคิดสร้างสรรค์ คือ สิ่งที่สกัดกั้นมิให้บุคคลใช้ความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างอิสระ ซึ่งเกิดจากเงื่อนไข 3 ประการ คือ 1) เงื่อนไขภายในของบุคคลผู้ใช้ความคิดสร้างสรรค์เอง เช่น มีจิตใจคับแคบไม่รับความเห็นหรือแนวคิดอื่น ไม่มีความกระตือรือร้นที่จะให้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ ไม่มีสมาธิในการใช้ความคิด 2) เงื่อนไขทางสังคมที่ส่งผลให้เกิดความวิตกกังวล เกรงว่าจะไม่ได้รับการยอมรับ หรือขัดกับระเบียบแบบแผนที่สังคมกำหนด และ 3) เงื่อนไขทางสิ่งแวดล้อม เช่น อยู่ในสภาวะที่ไม่อำนวยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ อยู่ในภาวะเร่งรีบ ในเวลาที่จำกัด หรือภาวะที่ขาดสมาธิในการคิด

4.10 การส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

แมคแคนเลนส์ และอีวานส์ (McCandless & Evans) (อ้างถึงใน อารี รังสินันท์, 2526, หน้า 166) ได้เสนอแนะว่าความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาได้และสนับสนุนแนวคิดของเพียเจต์ (Piaget) ที่ว่าการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เป็นเป้าหมายของการศึกษา ซึ่งต้องควรสนับสนุนให้เกิดขึ้นในโรงเรียน เพราะโรงเรียนสามารถส่งเสริมให้มีการพัฒนาบังคับให้เกอดขึ้นได้ แต่สามารถส่งเสริมให้เกิดขึ้นได้ ซึ่งเปรียบเหมือนกับชาวนาที่สามารถทำให้ต้นพืชงอกงามจากเมล็ดได้ พอเหมาะทั้งอากาศ น้ำ และดิน เมล็ดพืชนั้นจึงงอกงามได้ด้วยการจัดการสภาพการณ์

ทอร์แรนซ์ (Torrance) (อ้างถึงใน อารี รังสินันท์, 2526, หน้า 166 - 167) ได้เสนอหลักในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้หลายประการ โดยเน้นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน ดังนี้

1. การส่งเสริมให้เด็กถามและให้ความสนใจต่อคำถาม และคำถามที่แปลก ๆ ของเด็ก ครูไม่ควรมุ่งที่คำตอบที่ถูกแต่เพียงอย่างเดียว เพราะในการแก้ปัญหาแม้เด็กจะใช้วิธีการเดาเสี่ยงบ้าง ก็ควรจะยอม แต่ควรจะกระตุ้นให้เด็กได้วิเคราะห์ค้นหาเพื่อพิสูจน์การเดา โดยใช้การสังเกตและประสบการณ์ของเด็กเอง

2. ตั้งใจฟัง และเอาใจใส่ต่อการคิดแปลก ๆ ของเด็กด้วยใจเป็นกลาง เมื่อเด็กแสดงความคิดเห็นในเรื่องใด แม้จะเป็นความคิดที่ยังไม่เคยได้ยินมาก่อน ผู้ใหญ่อย่าเพิ่งตัดสิน และลิตรอนความคิดนั้น แต่ควรรับฟังก่อน

3. กระตือรือร้นต่อคำถามที่แปลก ๆ ของเด็ก ด้วยการตอบคำถามอย่างมีชีวิตชีวาหรือชี้แนะให้เด็กหาคำตอบจากแหล่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง

4. กระตุ้นแบบส่งเสริมให้เด็กเรียนรู้ด้วยตนเอง ควรให้โอกาสและเตรียมการให้เด็กเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูอาจเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้ชี้แนะ ลดการอธิบายและบรรยายลงบ้าง แต่เพิ่มการให้เด็กมีส่วนร่วมกิจกรรมด้วยตนเองมากขึ้น

5. เปิดโอกาสเด็กได้เรียนรู้ ค้นคว้าอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ โดยไม่ต้องใช้วิธีชู่ด้วยคะแนนหรือ การสอนการตรวจสอบ เป็นต้น

6. พึงระลึกว่าการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในเด็กจะต้องใช้เวลาพัฒนาอย่างต่อเนื่องค่อยเป็นค่อยไป

7. ส่งเสริมให้เด็กใช้จินตนาการของตนเอง และยกย่องชมเชยเมื่อเด็กมีจินตนาการที่แปลก

เยาวพา เดชะคุปต์ (2542, หน้า 180 - 182) ได้เสนอแนะแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ว่า จะต้องประกอบด้วยการส่งเสริมอิสรภาพในการทำงาน การหัดให้เด็กได้รู้จักชื่นชมและมีทัศนคติที่ดีต่อสิ่งต่าง ๆ ที่ควรได้รับการพัฒนา การจัดกิจกรรมให้เด็กได้กระทำตามที่เด็กพึงพอใจ การพักผ่อนเพื่อผ่อนคลายอารมณ์ ความคับข้องใจ และความก้าวร้าวลง การสร้างวินัยในการทำงานที่ดี การให้โอกาสเด็กได้มีการสำรวจ ตรวจสอบ ค้นคว้า และทดลองเพื่อค้นพบคำตอบด้วยตนเอง ส่วนผู้สอนก็ต้องคำนึงถึงบทบาทในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดแก่ตัวเด็ก โดยที่ผู้สอนต้องมีทัศนคติที่ดี สามารถเลือกและใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม และคำนึงถึงความสามารถในการเรียนรู้ที่แตกต่างกันของเด็กแต่ละคน

พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา (2542, หน้า 162 - 163) ได้เสนอแนวทางแก่ผู้สอนในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. สอนให้เด็กได้รู้จักคิด คิดเป็น คิดหลาย ๆ แง่ และสามารถคิดแก้ปัญหาได้สำเร็จ
2. กระตุ้นให้เด็กกล้าแสดงความรู้สึกนึกคิดออกมาในวิถีทางที่สร้างสรรค์
3. ส่งเสริมให้เด็กรู้จักใช้จินตนาการและความสามารถของตนเอง อันที่จะนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์
4. เปิดโอกาสให้เด็กได้เรียนรู้ ศึกษาค้นคว้าตัวตนเอง
5. ส่งเสริมให้เด็กได้รู้จักถาม และสนใจต่อคำถามของเด็ก
6. นำวิธีการสอนที่กระตุ้นความคิดสร้างสรรค์อย่างต่อเนื่อง
7. สนับสนุนให้เด็กแสดงออกทางความคิดในเชิงสร้างสรรค์
8. สร้างบรรยากาศการเรียนรู้อย่างอิสระ
9. จัดสภาพห้องเรียนให้ดูใหม่อยู่เสมอ
10. ไม่ควรกำหนดรูปแบบความคิดและบุคลิกภาพของเด็กมากเกินไป

สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณสมบัติด้านสติปัญญาที่ควรได้รับการส่งเสริม บุคลิกที่มีความคิดสร้างสรรค์จะสามารถสร้างสรรค์ตนเองและสิ่งแวดล้อม ให้เกิดความสมดุล สามารถพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่ การส่งเสริมและการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้นจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้ และฝึกฝนโดยเน้นกระบวนการ เทคนิควิธีเป็นสำคัญมากกว่าการเรียนรู้ที่ตัวเนื้อหาสาระ สามารถทำได้โดยการระดมพลังสมอง การคิดให้ได้ปริมาณมากและมีคุณภาพในช่วงเวลาที่จำกัด การฝึกจินตนาการ หรือการคิดฝัน คิดในสิ่งที่ยังไม่เกิดขึ้น การฝึกแก้ปัญหาให้เป็นคนช่างสังเกต ฝึกตนเองให้มีความคุ้นเคยกับสิ่งที่แปลกอยู่เป็นประจำ ให้อิสรภาพและเวลาในการคิด คิดเชิงสมมติอยู่เสมอ กระตุ้นให้เกิดความคิดอย่างคลุมเครือ ไม่ยึดติดกับความถูกต้องและความผิดพลาด และต้องมีทัศนคติที่ดีต่อชีวิต

4.11 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรมหรือวิธีการที่ส่งเสริมและพัฒนาความความคิดของเด็กปฐมวัยเป็นสิ่งที่ควรจัดให้เด็กได้ฝึก ซึ่งทอร์แรนซ์เชื่อว่าทุกคนสามารถได้รับการฝึกให้มีความคิดสร้างสรรค์ กิจกรรมที่ส่งเสริมให้เด็กเกิดความคิดสร้างสรรค์จะเป็นกิจกรรมด้านศิลปะ คำพูด และการกระทำ

กิจกรรมทางศิลปะ เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และชวนฝึกประสาทสัมพันธ์ระหว่างมือกับตา การรู้จักใช้ความคิดของตนเองในการแสดงออกทางความคิดหลาย ๆ ด้าน เช่น ความสนุก การกระโดด โลดเต้น แสดงออกถึงอารมณ์และความรู้สึกเป็นการพัฒนาความรู้สึกจะนำไปสู่ความคิดอย่างสร้างสรรค์ต่อไป กิจกรรมศิลปะ ได้แก่ การวาดภาพ การละเลงสีหรือสร้าง

ภาพด้วยนิ้วมือ (Finger painting) การฉีก ปะกระดาษ การพับกระดาษ การปั้นดินน้ำมัน ปั้นแป้ง ปั้นดินเหนียว และการประดิษฐ์เศษวัสดุ

1. การวาดภาพ

1.1 ให้อิสระในการเขียนภาพ ลากเส้นตามความพอใจ เสนอแนะเด็กให้คิดถึงสิ่งที่เราชอบ ที่เราอยากทำ หรือเราอยากจะคิดอะไรสักอย่าง ให้เวลาเด็กนั่งคิด แล้วลงมือวาด โดยบอกให้เด็กลงมือทำ โดยให้วาดภาพตามใจชอบ วาดภาพตามจินตนาการ วาดภาพจากประสบการณ์ วาดภาพจากสิ่งแวดล้อม หรือวาดภาพจากเสียงเพลง

1.2 การวาดภาพต่อเติมจากสิ่งเร้าที่กำหนดให้ หรือวาดภาพต่อเติมจากส่วนที่ไม่สมบูรณ์ให้ภาพที่ไม่สมบูรณ์แก่เด็ก อาจจะให้รูปเฉพาะปาก หัว ฯลฯ แล้วให้เด็กคิดใช้จินตนาการต่อเติมส่วนต่าง ๆ นั้นให้เป็นรูปอะไรก็ได้ หรือให้สิ่งเร้ากับเด็กโดยเป็นรูปอะไรก็ได้ เช่น ให้ภาพวงกลม สามเหลี่ยม เส้นตรง แล้วให้เด็กใช้จินตนาการต่อเติมให้เป็นรูปอะไรก็ได้

2. การละเลงสีด้วยมือ

การใช้มือละเลงสีบนกระดาษ ใช้นิ้วมือลากเป็นลอยเส้นต่าง ๆ ซึ่งเป็นไปตามอารมณ์จินตนาการ จังหวะ การเคลื่อนไหว ภาพที่เกิดขึ้นจะเป็นรอยลากเส้นด้วยส่วนต่าง ๆ ของมืออาจจะเป็นการสร้างรูปแบบใหม่ ๆ ในขณะที่มือละเลงสีลงไป

3. การฉีกกระดาษ

ปะกระดาษ และการตัดกระดาษ ให้เกิดเป็นภาพโดยให้เด็กหาภาพจากที่ต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ มาฉีก ตัด แล้วนำมาติดลงบนแผ่นกระดาษ เพื่อประกอบเป็นรูปใหม่

4. การพับกระดาษ

เป็นกิจกรรมที่พับกระดาษเป็นรูปทรงต่าง ๆ ตามความนึกคิดจินตนาการและติดลงบนกระดาษ และให้ต่อเติมภาพให้สมบูรณ์

5. การปั้น

การปั้นด้วยแป้ง ดินน้ำมัน ดินเหนียว โดยให้เด็กปั้นตามจินตนาการนั้นโดยการดูสังเกตสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ ตัว

6. การประดิษฐ์เศษวัสดุ

การจัดหาอุปกรณ์จำพวกกล่องขนาดต่าง ๆ กระดาษห่อของขวัญ เศษผ้า ฯลฯ ให้เด็กคิดประดิษฐ์อะไรได้ตามใจชอบ ตามจินตนาการ และความต้องการของเด็ก

เดวิส (Davis, 1971, pp.205 -206) ได้รวบรวมแนวคิดของนักจิตวิทยา และนักศึกษาที่จะกล่าวถึงเทคนิคในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เป็นมาตรฐาน เพื่อใช้ในการฝึกฝนบุคคลทั่วไปให้มีความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นเทคนิคเหล่านี้ ได้แก่

การระดมพลังสมอง (Brainstorming) หลักการสำคัญในการระดมพลังสมอง คือ การให้โอกาสคิดอย่างอิสระที่สุด โดยการเลื่อนการประเมินความคิดออกไป ไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ในระหว่างที่มีการคิด การวิจารณ์หรือประเมินผลใด ๆก็ตามที่เกิดขึ้นระหว่างการคิดจะเป็นสิ่งขัดขวางความคิดสร้างสรรค์ จุดประสงค์ของการระดมพลังสมองก็เพื่อจะนำไปสู่การที่สามารถแก้ปัญหาได้

อเลกซ์ (Alex) (อ้างถึงใน อารี รังสินันท์, 2526, หน้า 75) เป็นผู้คิดเทคนิคนี้ขึ้นมา โดยการแบ่งขั้นตอนการระดมพลังสมองเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ตัดการวิจารณ์ออกไปช่วยทำให้เกิดการรับรู้โดยมีสถานการณ์ที่สร้างสรรค์ซึ่งจำเป็นต่อการเกิดจินตนาการ

ขั้นตอนที่ 2 ให้อิสระจึงมีความคิดกว้างไกลเท่าไรก็ยิ่งดี เพราะเป็นไปได้ที่ว่าความคิดที่ดูไร้สาระอาจนำไปสู่บางสิ่งบางอย่างที่มีจินตนาการได้

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นปริมาณ ขั้นนี้จะสะท้อนให้เห็นจุดมุ่งหมายของการระดมพลังสมองยิ่งมากความคิดยิ่งมากคำตอบ

ขั้นตอนที่ 4 การผสมผสานและการปรับปรุงความคิด นั่นคือ การขยายความคิดให้กว้างออกไป ในระหว่างการอภิปรายนักเรียนจะได้พิจารณาความคิดของตนเองและของเพื่อนตามลำดับ

อารี รังสินันท์ (2526, หน้า 75) ได้เสนอแนวการสอนความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. สอนให้เกิดจินตนาการหรือใช้เทคนิคการสอนแบบสร้างสรรค์ การสอนเพื่อให้เด็กเกิดความคิดสร้างสรรค์ มุ่งกระตุ้นให้เด็กเกิดความคิดแปลกใหม่ และคิดสิ่งที่ยังไม่เกิดขึ้น

2. สอนให้เด็กเรียนรู้จากการสร้างสรรค์โดยการกระทำแนวคิดเกี่ยวกับการสอนให้เด็กเรียนรู้การสร้างสรรค์โดยการกระทำสนับสนุนความคิดของดิวอี้ (Dewey) ที่เน้นการเรียนรู้โดยการปฏิบัติจริง (Learning by doing)

วิลเลียมส์ (Wiliams) (อ้างถึงใน ณัฐฐากรณ์ ถนอมตน, 2536, หน้า 41) ได้ศึกษาถึงการสอนความคิดสร้างสรรค์ซึ่งพบว่าการสอนเพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์เป็นการสอนให้เด็กรู้จักการคิด การแสดงความรู้สึกและการแสดงออกในวิถีทางของความคิดสร้างสรรค์และการสอนเพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์จะต้องสอนอย่างต่อเนื่องกันไปเป็นลำดับในทางตรง ส่วนทางอ้อมได้แก่ การจัดกิจกรรมต่าง ๆ การปรับปรุงสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ตลอดจนความเข้าใจในเรื่องพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก และมีความสามารถในการแสดงออก

สรุปได้ว่า กิจกรรมความคิดสร้างสรรค์เป็นกิจกรรมหนึ่งที่มุ่งพัฒนาส่งเสริมศิลปะเด็กปฐมวัยเพื่อให้เด็กมีความคิดสร้างสรรค์ มีหลากหลายวิธีซึ่งครูสามารถใช้เทคนิคต่าง ๆ ได้แก่ การระดมสมอง การให้อิสระในการใช้ความคิด การใช้คำถามกับเด็ก การฝึกต้องกระทำอย่างต่อเนื่องและฝึกเป็นประจำสม่ำเสมอ

4.12 การวัดความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่ซับซ้อน ไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน ยากต่อการวัด แต่อย่างไรก็ตามได้มีนักการศึกษาได้ศึกษาเกี่ยวกับการวัดความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

ครอเพลย์ (Cropley, 2006, pp.259 - 266) ได้กล่าวถึง การวัดความคิดสร้างสรรค์ว่าจะมีวิธีการที่หลากหลาย แต่แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นที่ยอมรับ คือแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด (Guilford) ซึ่งเป็นผู้ที่ริเริ่มสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยยึดทฤษฎีโครงสร้างทางปัญญาโดยแบบวัดที่กิลฟอร์ดที่สร้างขึ้นนั้นเน้นที่การวัดความคิดแบบอเนกนัย การให้คะแนนของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์นั้นยึดเกณฑ์ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดและความริเริ่มของการตอบ ต่อมาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ดได้รับการพัฒนามาโดยตลอด และทอแรนซ์ (Torrance) ก็ได้นำความคิดของกิลฟอร์ดมาพัฒนา ซึ่งองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของทอแรนซ์ ได้แก่ ความคล่องแคล่วในการคิด การยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม

คาล์ลาฮาน (Callahan, 1991, pp. 219 - 231) ได้ให้ข้อคิดเกี่ยวกับ การทดสอบความคิดสร้างสรรค์ สรุปไว้ดังนี้

1. ไม่มีเครื่องมือวัดความคิดสร้างสรรค์ชิ้นใดที่สมบูรณ์ในตัวเองและสามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ในภาพรวมได้ทั้งหมด แต่เครื่องมือหนึ่ง ๆ สามารถวัดได้เพียงส่วนหนึ่งของทักษะที่เป็นองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์เท่านั้น

2. ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญต่อพฤติกรรมของมนุษย์ ควรนำเครื่องมือวัดมาใช้อย่างระมัดระวัง โดยเฉพาะความถูกต้องของการนิยามความหมาย และการแบ่งมิติของความคิดสร้างสรรค์

3. ควรวัดความคิดสร้างสรรค์ด้วยเครื่องมือหลาย ๆ ชนิดอาจจะอยู่ในรูปของการทดสอบหรือการปฏิบัติ และจะต้องพิจารณาในสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายและความต้องการของผู้ที่จะศึกษา

4. ในการใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปต้องระมัดระวังในเรื่องของเงื่อนไขของเครื่องมือเหล่านั้นด้วย

5. ควรมีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยการหาความตรงของแบบทดสอบ

6. ไม่ควรนำเอาคะแนนแบบทดสอบหลาย ๆ แบบมาสรุปรวมกัน หรืออธิบายเป็นภาพรวมของความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนคนนั้น แต่ควรพิจารณาเป็นด้าน ๆ ไป

7. ควรมีฐานข้อมูลของโรงเรียนเพื่อเก็บสถิติการทดสอบในการจำแนกนักเรียน

8. เครื่องมือที่นำมาใช้วัดควรได้รับการศึกษาอย่างละเอียด เพื่อการนำมาใช้อย่างเหมาะสม โดยปราศจากความลำเอียงในด้านวัฒนธรรม เชื้อชาติ เพศ หรือสภาพทางเศรษฐกิจ

9. อย่าละเลยต่อการจำแนกลักษณะหรือองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ที่ได้สร้างข้อตกลงไว้ และพยายามทำให้ข้อมูลที่ได้รับจากการทดลองตรงตามความเป็นจริงมากที่สุดด้วยการหาข้อมูลเพิ่มเติมจากหลายทางข้อคิดเห็นดังกล่าวเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับครู และผู้ที่เกี่ยวข้องในการพิจารณาหาเครื่องมือมาใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ถูกต้องแม่นยำและเหมาะสมตามสภาพความเป็นจริงของผู้เรียนได้มากที่สุด

อารี พันธ์มณี (2537, หน้า 207 - 212) กล่าวถึง การวัดความคิดสร้างสรรค์ สามารถสรุปได้ว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์จะทำให้ทราบระดับความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก และเป็นข้อมูลให้สามารถจัดโปรแกรมการเรียนการสอนและกิจกรรมให้สอดคล้องเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กให้สูงยิ่งขึ้น และสามารถสกัดกั้นอุปสรรคต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ด้วย สำหรับวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ของเด็กนั้น สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การสังเกต หมายถึง การสังเกตพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกเชิงสร้างสรรค์

2. การวาดภาพ หมายถึง การให้เด็กวาดภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนด เป็นการถ่ายทอดความคิดเชิงสร้างสรรค์ออกมาเป็นรูปธรรม และสามารถสื่อความหมายได้ สิ่งเร้าที่กำหนดให้เด็กอาจเป็นวงกลม สี่เหลี่ยม และให้เด็กวาดภาพต่อเติมให้เป็นภาพ

3. รอยหยดหมึก หมายถึง การให้เด็กได้ดูภาพรอยหมึกแล้วคิดตอบจากภาพที่เด็กเห็น มักใช้กับเด็กวัยประถมศึกษา เพราะเด็กสามารถอธิบายได้ดี

4. การเขียนเรียงความและงานศิลปะ หมายถึง การให้เด็กเขียนเรียงความจากหัวข้อที่กำหนด และการประเมินจากงานศิลปะของนักเรียน ซึ่งนักจิตวิทยามีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่าเด็กในวัยประถมศึกษามีความสำคัญยิ่ง หรือเป็นจุดวิกฤติของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เด็กมีความสนใจในการเขียนสร้างสรรค์และแสดงออกเชิงสร้างสรรค์ในงานศิลปะ จากการศึกษาประวัติของบุคคลสำคัญ นักประดิษฐ์ นักวิทยาศาสตร์ของโลก เช่น นิวตัน (Newton) และปาสคาล (Pascal) พบว่าบุคคลเหล่านี้แสดงแววสร้างสรรค์ด้วยการประดิษฐ์ และสร้างผลงานชิ้นแรกเมื่ออยู่ในวัยประถมศึกษาเป็นส่วนใหญ่

5. แบบทดสอบ หมายถึง การให้เด็กทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มาตรฐาน ซึ่งผลงานมาจากการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มีทั้งภาษาเป็นสื่อ และที่ใช้ภาพเป็นสื่อ เพื่อเร้าให้เด็กแสดงออกเชิงความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบมีการกำหนดเวลาด้วย ปัจจุบันก็เป็นที่นิยมใช้กันมากขึ้น เช่น แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ เป็นต้น

จะเห็นได้ว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์ มีหลายวิธี เช่น การสังเกต การวาดภาพ รอยหยดหมึก การเขียนเรียงความ และแบบทดสอบ สามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมกับระดับ

พัฒนาการของนักเรียน เพื่อความชัดเจนของผลการวัดความคิดสร้างสรรค์ เช่น การวาดภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนด จะเหมาะกับเด็กปฐมวัยและประถมศึกษา การใช้แบบทดสอบและการเขียนเรียงความเหมาะกับเด็กประถมศึกษาและมัธยมศึกษา

การวัดความคิดสร้างสรรค์ด้วยแบบทดสอบทีซีที - ดีพี (TCT - DP) การวัดความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบของ เจลเลน และเออร์บาน (Jellen & Urban, 1986, pp.78 - 86) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ที่ชื่อว่า TCT - DP (The test for creative thinking drawing production) ซึ่งสร้างขึ้นตามนิยามว่า ความคิดสร้างสรรค์หมายถึงการคิดอย่างมีสาระเชิงนวัตกรรม มีจินตนาการ และเป็นความคิดอเนกนัยซึ่ง รวมถึงความคิดคล่องแคล่ว(Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) ความคิด ละเอียดลออ (Elaboration) ความกล้าเสี่ยง (Risk-taking) และอารมณ์ขัน (Humor) โดยลักษณะของ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์นี้จะให้ผู้เข้ารับการทดสอบแสดงความสามารถทางการคิดอย่างมีสาระ ด้วยการต่อเติมภาพที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นกรอบสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดประมาณ 5 x 5 ตารางนิ้ว ภายในกรอบ สี่เหลี่ยมนี้ จะมีภาพเส้นและจุดอยู่ 5 แห่ง และอยู่นอกกรอบอีก 1 แห่ง รวมเป็น 6 แห่ง แบบทดสอบ TCT - DP นี้ได้รับการยอมรับว่าเป็นแบบทดสอบที่สามารถนำมาใช้วัดได้กับกลุ่มเป้าหมายได้ ทุกวัย แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. ผู้เข้ารับการทดสอบจะได้รับแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ TCP - DP และดินสอดำที่ไม่มี ยางลบ เพื่อมิให้ผู้เข้ารับการทดสอบเปลี่ยนภาพที่วาดแล้ว

2. ผู้ทดสอบอ่านคำสั่งช้า ๆ และชัดเจน ดังนี้ "ภาพที่วาดอยู่ข้างหน้าเด็ก ๆ ขณะนี้เป็นภาพที่ยังไม่สมบูรณ์ ผู้วาดเริ่มลงมือวาด แต่ถูกขัดจังหวะ เสียก่อน ขอให้เด็ก ๆ วาดต่อให้สมบูรณ์ จะวาดเป็นภาพอะไรก็ได้ตามที่เด็ก ๆ ต้องการ ตามจินตนาการ ไม่มีการวาดภาพใด ๆ ที่ถือว่าผิด ภาพทุกภาพเป็นสิ่งที่ถูกต้องทั้งสิ้น เมื่อวาดภาพเสร็จแล้วขอให้นำมาส่งครู"

3. เมื่อผู้เข้ารับการทดสอบเข้าใจแล้วให้ลงมือวาดภาพ และถ้าหากมีคำถามในช่วงที่กำลังทำแบบทดสอบ ผู้ทดสอบอาจจะตอบคำถามได้ เช่น "หนูจะวาดรูปอะไร" ให้ครูตอบได้ว่า "เด็ก ๆ อยาก วาดภาพอะไรก็ได้ตามที่อยากจะวาด รูปที่วาดเป็นสิ่งถูกต้องทั้งสิ้น ทำอย่างไรก็ได้ ไม่มีสิ่งใดผิด" หากผู้เข้ารับการทดสอบยังมีคำถาม เช่น ถามถึงชิ้นส่วนที่ปรากฏอยู่นอกกรอบ ก็ให้ตอบในทำนองเดิมห้ามอธิบายเนื้อหาหรือวิธีการใด ๆ เพิ่มเติม นอกจากนี้ควรหลีกเลี่ยงการพาดพิงถึงเวลาที่ควรใช้ในการวาด ภาพ ครูควรพูดทำนองที่ว่า เริ่มวาดได้เลยไม่ต้องกังวลเรื่องเวลา

4. ผู้ทดสอบต้องจดบันทึกเวลาการทำแบบทดสอบของผู้ที่ทำเสร็จก่อน 12 นาที โดยจดบันทึก อายุ เพศ ชื่อผู้เข้ารับการทดสอบในช่องว่างมุมขวาของกระดาษทดสอบ

5. ผู้ทดสอบบอกให้ผู้เข้ารับการทดสอบตั้งชื่อเรื่อง ควรพูดเบา ๆ โดยไม่รบกวนผู้เข้ารับการทดสอบ คนอื่นที่ยังทำไม่เสร็จ แล้วเขียนชื่อเรื่องไว้ที่มุมขวาบน เพราะจะใช้เป็นข้อมูลสำคัญในการแปลผลการวาดภาพ

6. ในการทดสอบกำหนดเวลา 15 นาทีหลังจากนั้นผู้ทดสอบจะเก็บข้อมูลทั้งหมด เขียนชื่อ อายุ เพศ และชื่อภาพ ไว้ที่มุมขวาของแบบทดสอบ

โดยมีเกณฑ์การประเมินผลเพื่อให้คะแนน ดังนี้

1. การต่อเติม (Cn : Continuations) ชิ้นส่วนที่ได้รับการต่อเติม (ครึ่งวงกลม จุด มุมฉาก เส้นโค้ง เส้นประและสี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็กปลายเปิดนอกกรอบสี่เหลี่ยมใหญ่)จะได้คะแนนการต่อเติมชิ้นส่วน ละ 1 คะแนน คะแนนสูงสุดคือ 6 คะแนน

2. ความสมบูรณ์ (Cm : Completions) หากมีการต่อเติมจากเดิมในข้อ1 ให้เต็มหรือให้สมบูรณ์ มากขึ้นจะได้คะแนนชิ้นส่วนละ 1 คะแนน ถ้าต่อเติมภาพโดยใช้รูปที่กำหนด 2 รูปมารวมเป็นรูปเดียว เช่น โยงเป็นรูปบ้าน ต่อเป็นอิฐ ต่อเป็นปล่องไฟ ฯลฯ ให้1 คะแนน คะแนนสูงสุดของข้อนี้ คือ 6 คะแนน

3. ภาพที่สร้างขึ้นใหม่ (Ne : New elements) ภาพหรือสัญลักษณ์ที่วาดขึ้นใหม่นอกเหนือจาก ข้อ 1 และ 2 จะได้คะแนนเพิ่มอีกภาพละ 1 คะแนน แต่ภาพที่วาดซ้ำ ๆ ภาพที่เหมือนกัน เช่น ภาพป่าที่มี ต้นไม้หลาย ๆ ต้น ซ้ำ ๆ กัน จะได้ 2 - 3 คะแนน คะแนนสูงสุดของข้อนี้ คือ 6 คะแนน

4. การต่อเนื่องด้วยเส้น (Cl : Connections made with lines) แต่ละภาพหรือส่วนของภาพ (ทั้ง ภาพที่สร้างเสร็จขึ้นใหม่ในข้อ3 หากมีเส้นลากโยงเข้าด้วยกันทั้งภายในและภายนอกจะได้รับคะแนนการ โยงเส้น เส้นละ 1 คะแนน คะแนนสูงสุดของข้อนี้ คือ 6 คะแนน

5. การต่อเนื่องที่ทำให้เกิดเป็นเรื่องราว (Cth : Connections made that contribute to a theme) ภาพใดหรือส่วนใดของภาพที่ทำให้เกิดเป็นเรื่องราวหรือเป็นภาพรวมจะได้อีก 1 คะแนนต่อ 1 ชิ้น การเชื่อมโยงนี้อาจเป็นการเชื่อมโยงด้วยเส้นจากข้อ 1 หรือไม่ใช้เส้น ก็ได้ เช่น เส้นประของ แสงอาทิตย์ เงาต่างๆ การแตะกันของภาพ ความสำคัญอยู่ที่การต่อเติมนั้นทำให้ได้ภาพที่สมบูรณ์ตาม ความหมายที่ผู้เข้ารับการทดสอบตั้งชื่อไว้ คะแนนสูงสุดของข้อนี้ คือ 6 คะแนน

6. การข้ามเส้นกั้นเขต โดยใช้ชิ้นส่วนที่กำหนดให้ นอกกรอบใหญ่ (Bid : Boundary breaking fragment-dependent) การต่อเติมหรือโยงเส้นปิด รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสปลายเปิด ซึ่งอยู่นอกกรอบสี่เหลี่ยม ใหญ่ จะได้ 6 คะแนนเต็ม

7. การข้ามเส้นกั้นอย่างอิสระ โดยไม่ใช้ชิ้นส่วนที่กำหนดให้นอกกรอบใหญ่ (Bfi : Boundary breaking being fragment-dependent) การต่อเติมโยงเส้นออกไปนอกกรอบ หรือการวาดภาพนอก กรอบสี่เหลี่ยมใหญ่ จะได้ 6 คะแนนเต็ม

8. การแสดงความลึก ใกล้ - ไกล หรือมิติของภาพ (Pe : Perspective) ภาพที่วาดให้เห็นส่วนลึก มีระยะใกล้ - ไกล หรือวาดภาพในลักษณะสามมิติ ให้คะแนนภาพละ 1 คะแนน หากมีภาพปรากฏเป็น เรื่องราวทั้งภาพ แสดงความเป็นมิติ มีความลึกหรือใกล้ - ไกล ให้คะแนน 6 คะแนน

9. อารมณ์ขัน (Hu : Humour) ภาพที่แสดงให้เห็นหรือก่อให้เกิดอารมณ์ขัน จะได้ชิ้นส่วน ละ 1 คะแนน หรือดูภาพรวมถ้าได้อารมณ์ขันมาก ก็จะให้คะแนนมากขึ้นเป็นลำดับ ภาพที่แสดงอารมณ์ขันนี้ประเมินในหลาย ๆ ทาง เช่น 1) ผู้วาดสามารถล้อเลียนตัวเองจากภาพวาด 2) ผู้วาดผนวกชื่อที่แสดงอารมณ์ขันเข้าไปหรือวาดเพิ่มเข้าไป 3) ผู้วาดผนวกลายเส้นและภาษาเข้าไปเหมือนการวาดภาพการ์ตูน คะแนนสูงสุดของข้อนี้ คือ 6 คะแนน

10. การคิดแปลกใหม่ ไม่ติดตามแบบแผน (Uc : Unconventionality) ภาพที่มีความคิดที่แปลก ใหม่แตกต่างไปจากความคิดปกติธรรมดาทั่วไป มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

10.1 การวางหรือการใช้กระดาษแตกต่างไปจากเมื่อผู้ทดสอบวางกระดาษให้ เช่น มีการพับ มีการหมุน หรือพลิกกระดาษไปข้างหลัง แล้วจึงวาดภาพ จะได้คะแนน 3 คะแนน

10.2 ภาพที่เป็นนามธรรมหรือไม่เป็นภาพของจริง เช่น การใช้ชื่อที่เป็นนามธรรมหรือสัตว์ประหลาด ให้ 3 คะแนน

10.3 ภาพรวมของรูปทรง เครื่องหมาย สัญลักษณ์ ตัวอักษร ตัวเลข หรือการใช้ชื่อหรือภาพที่เหมือนการ์ตูน ให้ 3 คะแนน

10.4 ภาพที่ต่อเติม ไม่ใช่ภาพที่วาดกันแพร่หลายทั่ว ๆ ไป ให้ 3 คะแนน แต่หากมีการต่อเติมภาพในลักษณะต่าง ๆ คือ 1) รูปครึ่งวงกลมต่อเป็นพระอาทิตย์ หน้าคน หรือวงกลม 2) รูปมุมฉากต่อเป็นบ้าน กล่อง หรือสี่เหลี่ยม 3) รูปเส้นโค้งต่อเป็นงู ต้นไม้ หรือดอกไม้ 4) รูปเส้นประ ต่อเป็นถนน ตรอก หรือทางเดิน และ 5) รูปจุดทำเป็นตานก หรือ สายฝน รูปทำนองนี้ต้องหักออก 1 คะแนน จาก 3 คะแนนเต็มในข้อ ง. แต่ต้องไม่มีคะแนนติด ลบ คะแนนสูงสุดของข้อนี้เท่ากับ 12 คะแนน

11. ความเร็ว (Sp : Speed) ภาพที่ใช้เวลาน้อยกว่า 12 นาที จะได้คะแนนเพิ่ม ดังนี้

11.1 ต่ำกว่า 2 นาที ได้ 6 คะแนน

11.2 ต่ำกว่า 4 นาที ได้ 5 คะแนน

11.3 ต่ำกว่า 6 นาที ได้ 4 คะแนน

11.4 ต่ำกว่า 8 นาที ได้ 3 คะแนน

11.5 ต่ำกว่า 10 นาที ได้ 2 คะแนน

11.6 ต่ำกว่า 12 นาที ได้ 1 คะแนน

11.7 มากกว่าหรือเท่ากับ 12 นาที ได้ 0 คะแนน

คะแนนรวมของแบบทดสอบ ตามปกติแล้วด้านหลังของแบบทดสอบจะมีช่องให้คะแนนอยู่ 11 ช่อง แต่ละช่องจะมีรหัสให้ คะแนน วิธีการให้คะแนน เพียงแต่พับส่วนล่างของแบบทดสอบขึ้นมาก็สามารถให้คะแนนได้ทันที คะแนน รวมของแบบทดสอบ TCT-DP คือ 72 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินระดับความคิดสร้างสรรค์ของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ TCT - DP เป็นดังนี้

1. ได้คะแนนรวมต่ำกว่า 24 คะแนน มีความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับต่ำ
2. ได้คะแนนรวมระหว่าง 24 - 47 คะแนน มีความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับปานกลาง
3. ได้คะแนนรวมตั้งแต่ 48 คะแนนขึ้นไป มีความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับสูง

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ เยลเลน และเออร์บัน (Jellen & Urdan) 11 เกณฑ์ โดยการจัดออกเป็นกลุ่ม แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 ความคิดริเริ่ม ข้อ 10, 11, 12 และ 13 คะแนนเต็ม 12 คะแนน

กลุ่มที่ 2 ความคิดคล่องตัว ข้อ 14 คะแนนเต็ม 6 คะแนน

กลุ่มที่ 3 ความคิดยืดหยุ่น ข้อ 6, 7, 8 และ 9 คะแนนเต็ม 24 คะแนน

กลุ่มที่ 4 ความคิดละเอียดลออ ข้อ 1, 2, 3, 4 และ 5 คะแนนเต็ม 30 คะแนน

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ ขอเสนองานวิจัยในประเทศและต่างประเทศดังนี้

5.1 งานวิจัยในประเทศ

ชลาธิป สมาหิโต (2558, หน้า 110) พบว่า การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในระดับการศึกษาปฐมวัยเป็นการจัดการศึกษาปฐมวัยที่บูรณาการ 4 ศาสตร์ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน โดยสามารถจัดในรูปแบบของโครงงานหรือหน่วยใดก็ได้ การจัดประสบการณ์เรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในระดับการศึกษาปฐมวัยจะช่วยส่งเสริมทำให้เด็กปฐมวัยได้พัฒนาด้านต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตในศตวรรษที่ 21 อันได้แก่ ทักษะกระบวนการคิด ทั้งการคิดแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการสืบค้นข้อมูล เด็กได้ลงมือปฏิบัติงาน ได้ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม ผู้เขียนเชื่อว่า

หากเด็กปฐมวัยได้รับการจัดประสบการณ์ตามแนวสะเต็มศึกษาแล้วจะช่วยทำให้เด็กมีทักษะพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนรู้สูงขึ้น

วิวัฒน์ ขัตติยะมาน และฉัตรศิริ ปิยะมลพิมลสิทธิ์ (อ้างถึงใน ชลาธิป สมาหิโต, 2558, หน้า 110) พบว่า การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มไม่เพียงแต่เป็นการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แต่ยังเป็นการส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ซึ่งถือว่าเป็นระดับสติปัญญาขั้นสูงสุดตามแนวคิดทฤษฎีของบลูมที่ได้มีการปรับใหม่อีกด้วย

ภัสสร ติดมา (2558, หน้า 89) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เรื่องระบบร่างกายมนุษย์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนอุดมดรุณี จำนวน 48 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ 2) แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง และ 3) แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนโดยคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 79 ขึ้นไป 2) นักเรียนมีแนวทางการเรียนรู้สามารถ เลือกแบบจำลองอวัยวะโดยบอกเหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผล วางแผนการทำงานและซื้อวัสดุอุปกรณ์สร้างแบบจำลองอวัยวะ โดยคำนึงถึงราคา และคุณสมบัติของวัสดุสร้างและปรับปรุง แบบจำลองอวัยวะได้อย่างสมบูรณ์ขึ้น

จรูญพงษ์ ชลสินธุ์ (2559, หน้า 65) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมต่อการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 21 คน โดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ มีเครื่องมือในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือผลการศึกษาพบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถร่วมกันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม โดยพบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาสมรรถนะได้อยู่ในระดับปานกลางคือ นักเรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้เมื่ออยู่ในสภาวะร่วมกลุ่ม แต่พบอุปสรรคเมื่ออยู่ด้วยตนเอง ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จะต้องเน้น บทบาทของสมาชิกให้มีโอกาสแลกเปลี่ยนการเรียนรู้อย่างเท่าเทียมเป็นการแก้ปัญหาแบบกลุ่มภายใต้สถานการณ์จริง

วรรณา รุ่งลักษมีศรี (2551, หน้า 67 - 68) ศึกษาผลของการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการทางวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน พบว่า 1) นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิง

วิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 75.58 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 2) นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานเฉลี่ยร้อยละ 83.90 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 3) นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 4) นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เฉลิมวุฒิ ศุภสุข (2555, หน้า 116 - 117) ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้องค์ประกอบหลักของการออกแบบทางวิศวกรรมร่วมกับเทคนิคผังการใช้กราฟิกที่มีต่อความสามารถในการวิเคราะห์และการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ พบว่า ตอนที่ 1 นักเรียนมัธยมศึกษาหลังเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้องค์ประกอบหลักของการออกแบบทางวิศวกรรมร่วมกับเทคนิคผังการใช้กราฟิกมีคะแนนความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์เท่ากับร้อยละ 81.67 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 และจัดอยู่ในเกณฑ์ความสามารถในระดับดีเมื่อพิจารณาคะแนนความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ตามพฤติกรรมย่อยของรายการประเมิน พบว่า 1) นักเรียนได้คะแนนพฤติกรรมย่อยการทำโครงงานฯ สูงกว่าร้อยละ 80 ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ระดับดีมากทั้งหมด 9 รายการ ได้แก่ การตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์ การระบุตัวแปร การตั้งสมมติฐาน การสืบค้นข้อมูล การออกแบบและวางแผนทำโครงงานวิทยาศาสตร์ การปฏิบัติตามแผนการดำเนินการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ จัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูลด้วยผังกราฟิก การเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ และคุณภาพผลงาน 2) นักเรียนมีพฤติกรรมย่อยที่ได้คะแนนร้อยละ 73.33 จัดอยู่ในเกณฑ์ระดับดี จำนวน 2 รายการ คือ การสรุปและอภิปรายผลและการนำเสนอโครงงานวิทยาศาสตร์ และ 3) พฤติกรรมที่นักเรียนได้คะแนนเพียงร้อยละ 66.67 ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ระดับพอใช้ ตอนที่ 2 นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนรวมความสามารถในการวิเคราะห์ร้อยละ 65.4 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 65 เมื่อพิจารณาแยกตามประเภทของการวิเคราะห์ทั้ง 3 ประเภท คือ 1) การวิเคราะห์องค์ประกอบ 2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และ 3) การวิเคราะห์เชิงหลักการ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเท่ากับร้อยละ 65.2, 65.7 และ 65.2 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดทุกประเภท และ ตอนที่ 3 นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนความสามารถในการวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้นักเรียนมีคะแนน

เฉลี่ยการวิเคราะห์ทั้ง 3 ประเภท คือ 1) การวิเคราะห์องค์ประกอบ 2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และ 3) การวิเคราะห์เชิงหลักการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปงานวิจัยที่ผ่านมาชี้ให้เห็นว่าครูผู้สอนเห็นความสำคัญในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่ได้รับการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยตรง นอกจากการพัฒนาทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นแล้ว มีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์โดยรวมดีขึ้น ซึ่งนอกจากจะช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ยังนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพการจัดการศึกษาของโรงเรียน และประเทศต่อไป

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

สตริเมล (Strimel, 2014, p.45) ได้พัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในระดับ บูรณาการแบบข้ามสาขาวิชาผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการบูรณาการที่พัฒนาขึ้นส่งผลให้ผู้เรียนมี การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการออกแบบสร้างชิ้นงาน ตลอดจนการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

เกเบิล และรับบา (Gable & Rubba, 1977, pp. 503 - 511) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลการเรียนและประสบการณ์ฝึกสอนที่มีต่อความสามารถในทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์โดยศึกษากับนักศึกษาครูแผนกวิชาประถมศึกษาในมหาวิทยาลัยอินเดียนา ที่ลงทะเบียนเรียน วิชาฟิสิกส์ในปีการศึกษา 1975 จำนวน 58 คน ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการเพิ่มเติม จะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกเพิ่มเติม

จึงสรุปได้ว่า งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมข้างต้นสามารถพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ที่ดีขึ้น

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาผลการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรม ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi - experiment research) มีรายละเอียดตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. วิธีการดำเนินการทดลอง
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ผู้วิจัยกำหนดขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยเป็น 5 ขั้นตอน

1. ขั้นเตรียมการ

1.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดประสบการณ์เรียนรู้สะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการ Engineering design process (EDP) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์

1.2 วิเคราะห์และสังเคราะห์เนื้อหา

2. ขั้นออกแบบการทดลอง และเครื่องมือการวิจัย

2.1 สังเคราะห์เนื้อหากรอบแนวคิดเพื่อออกแบบการทดลอง การทดลองครั้งนี้เป็นการทดลอง ตามสภาพจริง กระบวนการวิจัยที่เหมาะสมคือ การวิจัยกึ่งทดลอง โดยศึกษากลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม สอบก่อนการทดลองและหลังการทดลอง และมีการเก็บข้อมูลทั้งก่อนและหลังทดลอง (Kerlinger & Lee, 2000, p.48) แสดงดังภาพประกอบ 2

กลุ่มทดลอง	O_1 ---------- X ---------- O_2
กลุ่มควบคุม	O_1 ---------- ~X ---------- O_2

O_1 หมายถึง การเก็บข้อมูลก่อนการทดลอง

X หมายถึง การจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทาง วิศวกรรม

~X หมายถึง การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย

O_2 หมายถึง การเก็บข้อมูลหลังการทดลอง

ภาพประกอบ 2 รูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest - posttest design

ที่มา : Kerlinger & Lee, 2000, p.48

2.2 การสร้างเครื่องมือการวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการสร้างเครื่องมือในการวิจัยที่ใช้ในการทดลองการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดประสบการณ์เรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม แผนการจัดประสบการณ์เรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัยพุทธศักราช 2560 แบบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

3. ขั้นทดลองใช้และตรวจสอบเครื่องมือ

นำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

4. ขั้นดำเนินการทดลอง

4.1 นำเครื่องมือที่ปรับปรุงแก้ไขเรียนร้อยแล้วไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

4.2 เก็บรวบรวมข้อมูลเมื่อสิ้นสุดการทดลองทั้งสองกลุ่ม

5. สรุปและอภิปรายผล

5.1 วิเคราะห์ข้อมูล

5.2 สรุปอภิปรายผลและให้ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร ได้แก่ ประชากร ได้แก่ เด็กปฐมวัยในเขตพื้นที่สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาญจนบุรี เขต 2 สุ่มหลายขั้นตอน สุ่มจาก 3 อำเภอ ได้อำเภอห้วยกระเจา

มีโรงเรียน 4 กลุ่ม ได้โรงเรียนกลุ่มห้วยกระเจา-วังไผ่ มี 11 โรง สุ่มอย่างง่ายโดยการจับฉลาก มา 2 โรง ได้โรงเรียนบ้านหนองตายอดเป็นกลุ่มทดลอง โรงเรียนบ้านนาใหม่เป็นกลุ่มควบคุม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เด็กปฐมวัยชั้นอนุบาลปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบ้านหนองตายอด จำนวน 20 คน และโรงเรียนบ้านนาใหม่ จำนวน 20 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มี 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชุด คือ

1.1 แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ตามแนวของ UMASS ซึ่งมีกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่1 ขั้นกระตุ้นแรง

ขั้นที่ 2 ขั้นเสนอความคิดและร่างแบบ

ขั้นที่ 3 ขั้นระดมความคิดเห็น

ขั้นที่ 4 ขั้นประดิษฐ์

ขั้นที่ 5 ขั้นอภิปรายและและเปลี่ยนความคิดเห็น

1.2 แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย

1.2.1 กิจกรรมเสริมประสบการณ์ ได้แก่ 1) ขั้นนำ หมายถึง ร่วมกันแสดงความคิดเห็น 2) ขั้นสอน หมายถึง แนะนำอุปกรณ์ สร้างข้อตกลงในการสังเกต เด็กร่วมกันลงความคิดเห็น ตั้งสมมติฐาน และมีส่วนร่วมในการบันทึกผลโดยการวาดภาพประกอบ และ 3) ขั้นสรุป หมายถึง ร่วมกันอภิปรายเชื่อมโยงเหตุและผลที่เกิดขึ้น

1.2.2 กิจกรรมศิลปะสร้างสรรค์และเล่นตามมุม ได้แก่ 1) แนะนำกิจกรรม/มุม 2) เลือกกิจกรรม และ 3) นำเสนอ (คู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัยพุทธศักราช 2560)

1.3 สร้างแผนเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ประเมินผลแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.4 นำแผนการจัดประสบการณ์เรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.8 - 1.0

1.5 นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากข้อแนะนำของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อนำไปใช้ในการทดลอง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ประกอบด้วย แบบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ 1 ชุด รวมทั้งสิ้น 8 ข้อ และเป็นการเป็นการสังเกตพฤติกรรมของเด็ก โดยจำแนกได้ดังต่อไปนี้

ชุดที่ 1 ทักษะการสื่อความหมาย จำนวน 4 ข้อ

ชุดที่ 2 ทักษะการลงความเห็น จำนวน 2 ข้อ

ชุดที่ 3 ทักษะการพยากรณ์ จำนวน 2 ข้อ

ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.6 - 1.0

2.2 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามแนวคิดของ เจลเลน และเออร์บาน (Jellen & Urban, 1989, pp.78 - 86) แบบทดสอบ ทีซีที - ดีพี (The test for creative thinking drawing production) ลักษณะของ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์นี้จะให้ผู้เข้ารับการทดสอบแสดงความสามารถทางการคิดอย่างมีสาระ ด้วยการต่อเติมภาพที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นกรอบสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดประมาณ 5 x 5 ตารางนิ้ว ภายในกรอบ สี่เหลี่ยมนี้ จะมีภาพเส้นและจุดอยู่ 5 แห่ง และอยู่นอกกรอบอีก 1 แห่ง รวมเป็น 6 แห่ง แบบทดสอบ TCT-DP นี้ได้รับการยอมรับว่าเป็นแบบทดสอบที่สามารถนำมาใช้วัดได้กับกลุ่มเป้าหมายได้ ทุกวัย แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ The test for creative thinking drawing production (TCT-DP) ดังนี้

2.2.1 ผู้เข้ารับการทดสอบจะได้รับแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์TCP-DP และดินสอดำที่ไม่มี ยางลบ เพื่อมิให้ผู้เข้ารับการทดสอบเปลี่ยนภาพที่วาดแล้ว

2.2.2 ผู้ทดสอบอ่านคำสั่งช้า ๆ และชัดเจน ดังนี้ “ภาพที่วาดอยู่ข้างหน้าเด็ก ๆ ขณะนี้เป็นภาพที่ยังไม่สมบูรณ์ ผู้วาดเริ่มลงมือวาด แต่ถูกขัดจังหวะ เสียก่อน ขอให้เด็ก ๆ วาดต่อให้สมบูรณ์ จะวาดเป็นภาพอะไรก็ได้ตามที่เด็กๆ ต้องการ ตามจินตนาการ ไม่มีการวาดภาพใด ๆ ที่ถือว่าผิด ภาพทุกภาพเป็นสิ่งที่ถูกต้องทั้งสิ้น เมื่อวาดภาพเสร็จแล้วขอให้นำมาส่งครู”

2.2.3 เมื่อผู้เข้ารับการทดสอบเข้าใจแล้วให้ลงมือวาดภาพ และถ้าหากมีคำถามในช่วงที่กำลังทำแบบทดสอบ ผู้ทดสอบอาจจะตอบคำถามได้ เช่น “หนูจะวาดรูปอะไร” ให้ครูตอบได้ว่า “เด็ก ๆ อยาก วาดภาพอะไรก็ได้ตามที่อยากจะวาด รูปที่วาดเป็นสิ่งถูกต้องทั้งสิ้น ทำอย่างไรก็ได้ ไม่มีสิ่งใดผิด” หากผู้เข้ารับการทดสอบยังมีคำถามเช่น ถามถึงชิ้นส่วนที่ปรากฏอยู่นอกกรอบ

ก็ให้ตอบในทำนองเดิมห้ามอธิบายเนื้อหาหรือวิธีการใด ๆ เพิ่มเติม นอกจากนี้ควรหลีกเลี่ยงการพาดพิงถึงเวลาที่ควรใช้ในการวาด ภาพ ครูควรพูดทำนองที่ว่า เริ่มวาดได้เลยไม่ต้องกังวลเรื่องเวลา

2.2.4 ผู้ทดสอบต้องจดบันทึกเวลาการทำแบบทดสอบของผู้ที่ทำเสร็จก่อน 12 นาที โดยจดบันทึก อายุ เพศ ชื่อผู้เข้ารับการทดสอบในช่องว่างมุมขวาของกระดาษทดสอบ

2.2.5 ผู้ทดสอบบอกให้ผู้เข้ารับการทดสอบตั้งชื่อเรื่อง ควรพูดเบา ๆ โดยไม่รบกวนผู้เข้ารับการทดสอบ คนอื่นที่ยังทำไม่เสร็จ แล้วเขียนชื่อเรื่องไว้ที่มุมขวาบน เพราะจะใช้เป็นข้อมูลสำคัญในการแปลผลการวาดภาพ

2.2.6 ในการทดสอบกำหนดเวลา 15 นาทีหลังจากนั้นผู้ทดสอบจะเก็บข้อมูลทั้งหมด เขียนชื่อ อายุ เพศ และชื่อภาพ ไว้ที่มุมขวาของแบบทดสอบ

โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินผลเพื่อให้คะแนน ดังนี้

1. การต่อเติม (Cn : Continuations) ชิ้นส่วนที่ได้รับการต่อเติม (ครึ่งวงกลม จุด มุมฉาก เส้นโค้ง เส้นประและสี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็กปลายเปิดนอกกรอบสี่เหลี่ยมใหญ่)จะได้คะแนนการต่อเติมชิ้นส่วน ละ 1 คะแนน คะแนนสูงสุดคือ 6 คะแนน

2. ความสมบูรณ์ (Cm : Completions) หากมีการต่อเติมจากเดิมในข้อ1 ให้เต็มหรือให้สมบูรณ์ มากขึ้นจะได้คะแนนชิ้นส่วนละ 1 คะแนน ถ้าต่อเติมภาพโดยใช้รูปที่กำหนด 2 รูปมารวมเป็นรูปเดียว เช่น โยงเป็นรูปบ้าน ต่อเป็นอิฐ ต่อเป็นปล่องไฟ ฯลฯ ให้1 คะแนน คะแนนสูงสุดของข้อนี้ คือ 6 คะแนน

3. ภาพที่สร้างขึ้นใหม่ (Ne : New elements) ภาพหรือสัญลักษณ์ที่วาดขึ้นใหม่นอกเหนือจาก ข้อ 1 และ 2 จะได้คะแนนเพิ่มอีกภาพละ 1 คะแนน แต่ภาพที่วาดซ้ำ ๆ ภาพที่เหมือนกัน เช่น ภาพป่าที่มี ต้นไม้หลาย ๆ ต้น ซ้ำ ๆ กัน จะได้ 2 - 3 คะแนน คะแนนสูงสุดของข้อนี้ คือ 6 คะแนน

4. การต่อเนื่องด้วยเส้น (Cl : Connections made with lines) แต่ละภาพหรือส่วนของภาพ (ทั้ง ภาพที่สร้างเสร็จขึ้นใหม่ในข้อ3 หากมีเส้นลากโยงเข้าด้วยกันทั้งภายในและภายนอกจะได้รับคะแนนการ โยงเส้น เส้นละ 1 คะแนน คะแนนสูงสุดของข้อนี้ คือ 6 คะแนน

5. การต่อเนื่องที่ทำให้เกิดเป็นเรื่องราว (Cth : Connections made that contribute to a theme) ภาพใดหรือส่วนใดของภาพที่ทำให้เกิดเป็นเรื่องราวหรือเป็นภาพรวมจะได้อีก 1 คะแนน ต่อ 1 ชิ้น การเชื่อมโยงนี้อาจเป็นการเชื่อมโยงด้วยเส้นจากข้อ 1 หรือไม่ใช้เส้น ก็ได้ เช่น เส้นประของ แสงอาทิตย์ เงาต่างๆ การแตะกันของภาพ ความสำคัญอยู่ที่การต่อเติมนั้นทำให้ได้ภาพที่สมบูรณ์ตาม ความหมายที่ผู้เข้ารับการทดสอบตั้งชื่อไว้ คะแนนสูงสุดของข้อนี้ คือ 6 คะแนน

6. การข้ามเส้นกั้นเขต โดยใช้ชิ้นส่วนที่กำหนดให้ นอกกรอบใหญ่ (Bid : Boundary breaking fragment-dependent) การต่อเติมหรือโยงเส้นปิด รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสปลายเปิด ซึ่งอยู่นอกกรอบสี่เหลี่ยม ใหญ่ จะได้ 6 คะแนนเต็ม

7. การข้ามเส้นกั้นอย่างอิสระ โดยไม่ใช้ชิ้นส่วนที่กำหนดให้นอกกรอบใหญ่ (Bfi : Boundary breaking being fragment-dependent) การต่อเติมโยงเส้นออกไปนอกกรอบ หรือการวาดภาพนอก กรอบสี่เหลี่ยมใหญ่ จะได้ 6 คะแนนเต็ม

8. การแสดงความลึก ใกล้ - ไกล หรือมิติของภาพ (Pe : Perspective) ภาพที่วาดให้เห็นส่วนลึก มีระยะใกล้ - ไกล หรือวาดภาพในลักษณะสามมิติ ให้คะแนนภาพละ 1 คะแนน หากมีภาพปรากฏเป็น เรื่องราวทั้งภาพ แสดงความเป็นมิติ มีความลึกหรือใกล้ - ไกล ให้คะแนน 6 คะแนน

9. อารมณ์ขัน (Hu : Human) ภาพที่แสดงให้เห็นหรือก่อให้เกิดอารมณ์ขัน จะได้ชิ้นส่วนละ 1 คะแนน หรือดูภาพรวมถ้าได้อารมณ์ขันมาก ก็จะให้คะแนนมากขึ้นเป็นลำดับ ภาพที่แสดงอารมณ์ ขันนี้ประเมินในหลาย ๆ ทาง เช่น 1) ผู้วาดสามารถล้อเลียนตัวเองจากภาพวาด 2) ผู้วาดผนวกชื่อที่แสดงอารมณ์ขันเข้าไปหรือวาดเพิ่มเข้าไป 3) ผู้วาดผนวกลายเส้นและภาษาเข้าไปเหมือนการวาดภาพการ์ตูน คะแนนสูงสุดของข้อนี้ คือ 6 คะแนน

10. การคิดแปลกใหม่ ไม่ติดตามแบบแผน (Uc : Unconventionality) ภาพที่มีความคิดที่แปลก ใหม่แตกต่างไปจากความคิดปกติธรรมดาทั่วไป มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

10.1 การวางหรือการใช้กระดาษแตกต่างไปจากเมื่อผู้ทดสอบวางกระดาษให้ เช่น มีการพับ มี การหมุน หรือพลิกกระดาษไปข้างหลัง แล้วจึงวาดภาพ จะได้คะแนน 3 คะแนน

10.2 ภาพที่เป็นนามธรรมหรือไม่เป็นภาพของจริง เช่น การใช้ชื่อที่เป็นนามธรรมหรือสัตว์ ประหลาด ให้ 3 คะแนน

10.3 ภาพรวมของรูปทรง เครื่องหมาย สัญลักษณ์ ตัวอักษร ตัวเลข หรือการใช้ชื่อหรือภาพที่ เหมือนการ์ตูน ให้ 3 คะแนน

10.4 ภาพที่ต่อเติม ไม่ใช่ภาพที่วาดกันแพร่หลายทั่ว ๆ ไป ให้ 3 คะแนน แต่หากมีการต่อเติม ภาพในลักษณะต่าง ๆ คือ 1) รูปครึ่งวงกลมต่อเป็นพระอาทิตย์ หน้าคน หรือวงกลม 2) รูปมุมฉากต่อเป็นบ้าน กล่อง หรือสี่เหลี่ยม 3) รูปเส้นโค้งต่อเป็นงู ต้นไม้ หรือดอกไม้ 4) รูปเส้นประ ต่อเป็นถนน ตรอก หรือทางเดิน และ 5) รูปจุดทำเป็นตานก หรือ สายฝน รูปทำนองนี้ต้องหักออก 1 คะแนน จาก 3 คะแนนเต็มในข้อ ง. แต่ต้องไม่มีคะแนนติด ลบ คะแนนสูงสุดของข้อนี้เท่ากับ 12 คะแนน

11. ความเร็ว (Sp : Speed) ภาพที่ใช้เวลาน้อยกว่า 12 นาที จะได้คะแนนเพิ่ม ดังนี้

11.1 ต่ำกว่า 2 นาที ได้ 6 คะแนน

11.2 ต่ำกว่า 4 นาที ได้ 5 คะแนน

11.3 ต่ำกว่า 6 นาที ได้ 4 คะแนน

11.4 ต่ำกว่า 8 นาที ได้ 3 คะแนน

11.5 ต่ำกว่า 10 นาที ได้ 2 คะแนน

11.6 ต่ำกว่า 12 นาที ได้ 1 คะแนน

11.7 มากกว่าหรือเท่ากับ 12 นาที ได้ 0 คะแนน

คะแนนรวมของแบบทดสอบ ตามปกติแล้วด้านหลังของแบบทดสอบจะมีช่องให้คะแนนอยู่ 11 ช่อง แต่ละช่องจะมีรหัสให้ คะแนน วิธีการให้คะแนน เพียงแต่พับส่วนล่างของแบบทดสอบขึ้นมาก็สามารถให้คะแนนได้ทันที คะแนน รวมของแบบทดสอบ TCT-DP คือ 72 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินระดับความคิดสร้างสรรค์ของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ TCT - DP เป็นดังนี้

1. ได้คะแนนรวมต่ำกว่า 24 คะแนน มีความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับต่ำ
2. ได้คะแนนรวมระหว่าง 24 - 47 คะแนน มีความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับปานกลาง
3. ได้คะแนนรวมตั้งแต่ 48 คะแนนขึ้นไป มีความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับสูง

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ เยลเลน และเออร์บัน (Jellen & Urdan) 11 เกณฑ์ โดยการจัดออกเป็นกลุ่ม แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 ความคิดริเริ่ม ข้อ 10, 11, 12 และ 13 คะแนนเต็ม 12 คะแนน

กลุ่มที่ 2 ความคิดคล่องตัว ข้อ 14 คะแนนเต็ม 6 คะแนน

กลุ่มที่ 3 ความคิดยืดหยุ่น ข้อ 6, 7, 8 และ 9 คะแนนเต็ม 24 คะแนน

กลุ่มที่ 4 ความคิดละเอียดลออ ข้อ 1, 2, 3, 4 และ 5 คะแนนเต็ม 30 คะแนน

2.3 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับเด็กที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างปฐมวัย โรงเรียนบ้านอ่างหิน กาญจนบุรี จำนวน 14 คน แล้วนำมาตรวจสอบให้คะแนนตามเกณฑ์

2.4 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการคัดเลือกหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เพื่อหาแอลฟ่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient Alpha) พบว่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เท่ากับ 0.91

2.5 นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามแนวคิดของ เจลเลน และเออร์บาน (Jellen & Urban, 1989, pp.78 - 86) แบบทดสอบ ทีซีที - ดีพี (The test for creative thinking drawing production) หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เพื่อหาแอลฟ่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient Alpha) พบว่า ความเชื่อมั่นของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ เท่ากับ 0.94

2.6 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่หาค่าความเชื่อมั่นไปใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลของกลุ่มควบคุมคือโรงเรียนบ้านนาใหม่ และกลุ่มทดลองโรงเรียนบ้านหนองตายอด

วิธีการดำเนินการทดลอง

1. ขั้นเตรียมก่อนการทดลองการจัดประสบการณ์การเรียนรู้

ก่อนการทดลอง 1 สัปดาห์ ผู้วิจัยให้กลุ่มทดลองทำแบบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ โดยสอบถามเด็กเป็นรายบุคคล แล้วนำผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้การวิเคราะห์ด้วยสถิติทดสอบที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 เพื่อต้องการทราบว่านักเรียนมีพื้นฐานด้านกระบวนการวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ แตกต่างกันหรือไม่

2. ขั้นดำเนินการจัดประสบการณ์การเรียนรู้

กลุ่มทดลอง ผู้วิจัยใช้การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการทออกแบบทางวิศวกรรม กลุ่มทดลองซึ่งเป็นนักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 3 โรงเรียนบ้านหนองตายยอด

3. ขั้นหลังการจัดประสบการณ์การเรียนรู้

ผู้วิจัยนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ฉบับเดิมให้นักเรียนสอบอีกครั้ง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองดังนี้

1. ขอหนังสือจากมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ถึงผู้อำนวยการโรงเรียน เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ทำการทดสอบก่อนการทดลอง

3. ดำเนินการทดลอง

4. ทำการทดสอบหลังการทดลอง

5. ตรวจนับคะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมุติฐานและสรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน กับค่าคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยหลังเรียน กับค่าคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยก่อนเรียน ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบผลของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัยที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัย ก่อนและหลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย

ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบผลของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัยที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย ก่อนและหลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติที่ใช้หาคุณภาพเครื่องมือ

โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of item - objective congruence) (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2556, หน้า 150 - 151) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ตรวจพิจารณาให้คะแนนแต่ละข้อ

เกณฑ์ในการเลือกข้อคำถามพิจารณาจากค่า IOC ถ้ามีค่ามากกว่า หรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป แสดงว่า ข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงกับจุดประสงค์ซึ่งเป็นข้อคำถามที่ใช้ได้ หากต่ำกว่า 0.5 แสดงว่าข้อคำถามนั้นไม่ได้วัดตรงกับจุดประสงค์ ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้งไป

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 ค่าสถิติพื้นฐาน

2.1.1 ค่าเฉลี่ยร้อยละ

2.1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.2 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

2.2.1 การวิเคราะห์ด้วยสถิติทดสอบที (t-test for independent)

การวิจัยครั้งนี้วิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลเพื่อตรวจสอบสมมติฐานโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ ไว้ดังนี้

N	หมายถึง	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\overline{X}$	หมายถึง	ค่าเฉลี่ย
S.D.	หมายถึง	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	หมายถึง	ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบ
*	หมายถึง	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอไว้เป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยก่อนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัย ก่อนและหลังการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย

ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย ก่อนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

ผลการวิเคราะห์ค่าคะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ก่อนและหลังเรียน ปรากฏรายละเอียดดังตาราง 2

ตาราง 2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

คะแนน	n	ค่าเฉลี่ย คะแนนเต็ม 16	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t	Sig.
ก่อนเรียน	20	4.10	1.29	16.73*	.00
หลังสอน	20	12.55	2.74		

จากตาราง 2 พบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีค่าเท่ากับ 12.55 คะแนน สูงกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.10 คะแนน จากการทดลองค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนกับก่อนเรียนด้วยสถิติทดสอบ ที ได้ค่า ที เท่ากับ 16.73 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หมายความว่า ในกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยก่อนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ ที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ก่อนและหลังเรียน ปรากฏรายละเอียดดังตาราง 3

ตาราง 3 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย ก่อนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

คะแนน	n	ค่าเฉลี่ย คะแนนเต็ม 72	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t	Sig.
ก่อนเรียน	20	24.15	4.03	11.01*	.00
หลังสอน	20	40.30	6.38		

จากตาราง 3 พบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนมีค่าเท่ากับ 40.30 คะแนน สูงกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 24.15 คะแนน จากการทดสอบความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์หลังเรียน กับค่าคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียน ด้วยสถิติทดสอบ ที ได้ค่า ที เท่ากับ 11.01 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หมายความว่า ในกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัย ก่อนและหลังการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย

ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการได้รับการจัดประสบการณ์ระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม กับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย ปรากฏรายละเอียดดังตาราง 4

ตาราง 4 การเปรียบเทียบผลของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัย หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย

กลุ่ม	n	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	t	P*
ควบคุม	20	6.35	2.11	8.01*	.00
ทดลอง	20	12.55	2.74		

จากตาราง 4 พบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์หลังเรียน 12.55 คะแนน ส่วนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์หลังเรียน 6.35 คะแนน จากการทดสอบความแตกต่างจากค่าคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ด้วยสถิติทดสอบ ที พบว่า ได้ค่า ที เท่ากับ 8.013 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หมายความว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัยต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่าทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย ก่อนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย

ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย หลังการได้รับการจัดประสบการณ์ระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์

การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม กับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย ปรากฏรายละเอียดดังตาราง 5

ตาราง 5 การเปรียบเทียบผลของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย หลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย

กลุ่ม	n	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	t	P*
ควบคุม	20	29.40	10.90	6.35*	.00
ทดลอง	20	40.30			

จากตาราง 5 พบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ หลังเรียน 40.30 คะแนน ส่วนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ หลังเรียน 29.40 คะแนน จากการทดสอบความแตกต่างจากค่าคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ด้วยสถิติทดสอบ ที พบว่า ได้ค่า ที เท่ากับ 6.35 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หมายความว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และค่าคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ หลังเรียนของกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่าทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ และเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย หลังการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ กับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการศึกษาปฐมวัย ซึ่งมีสมมติฐานว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นหลังการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์หลังการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม สูงกว่าการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการศึกษาปฐมวัย กลุ่มประชากรเด็กปฐมวัยในเขตพื้นที่สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาญจนบุรี เขต 2 สุ่มหลายขั้นตอน สุ่มจาก 3 อำเภอ ได้อำเภอห้วยกระเจา มีโรงเรียน 4 กลุ่ม ได้โรงเรียนกลุ่มห้วยกระเจา-วังไผ่ มี 11 โรง สุ่มอย่างง่ายโดยการจับฉลาก มา 2 โรง ได้โรงเรียนบ้านหนองตายอดเป็นกลุ่มทดลอง โรงเรียนบ้านนาใหม่เป็นกลุ่มควบคุม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เด็กปฐมวัยชั้นอนุบาลปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบ้านหนองตายอดเป็นกลุ่มทดลอง โดยการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 20 คน และโรงเรียนบ้านนาใหม่ จำนวน 20 คน เป็นกลุ่มควบคุมโดยการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการศึกษาปฐมวัย เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการศึกษาปฐมวัย แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เด็กปฐมวัย และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์ข้อมูลและตรวจสอบสมมติฐานโดยใช้การวิเคราะห์ด้วยสถิติทดสอบที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

สรุปผลการวิจัย

1. เด็กปฐมวัยมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์หลังการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม สูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. เด็กปฐมวัยมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์หลังการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม สูงกว่าการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากผลการวิจัย เรื่อง การศึกษาการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. ผลการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมีคะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าของกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดประสบการณ์การการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมีวัตถุประสงค์สำคัญประการหนึ่ง คือ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ของเด็กปฐมวัย เนื่องจากกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมีขั้นตอนต่างๆที่นักเรียนต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยขั้นตอนในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมทั้ง 5 ขั้นตอน สามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ได้ ดังนี้ ขั้นตั้งคำถาม เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องระบุปัญหาหรือตั้งคำถาม และนำเสนอคำตอบเพื่อนำไปสู่สิ่งประดิษฐ์ ช่วยส่งเสริมทักษะการสังเกตและทักษะการพยากรณ์ ขั้นจินตนาการวิธีแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนกำหนดแนวทางในการสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถามที่กำหนดไว้ ร่างแบบสิ่งประดิษฐ์ และเลือกสิ่งประดิษฐ์ที่ต้องการ 1 แบบ เพื่อนำมาประดิษฐ์ ช่วยส่งเสริมทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย และทักษะการลงความเห็นข้อมูล ขั้นวางแผน เป็นขั้นที่นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เพื่อวางแผนสร้างสิ่งประดิษฐ์ในการแก้ปัญหาหรือตอบคำถามที่กำหนดไว้ ช่วยส่งเสริมทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย ขั้นสร้างสรรค์ผลผลิต เป็นขั้นที่นักเรียนสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถามตามแนวทางที่กำหนดไว้ ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง และขั้นปรับปรุง เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอผลงานของกลุ่มตนเอง ช่วยส่งเสริมทักษะการลงความเห็นข้อมูล และนักเรียนได้แก้ปัญหาหรือตอบคำถามที่กำหนดไว้ โดยการสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามที่กำหนดไว้ ซึ่งขณะที่แก้ปัญหาหรือตอบคำถามที่กำหนดไว้ โดยการสร้างสิ่งประดิษฐ์ เด็กปฐมวัยต้องใช้ทักษะกระบวนการ

วิทยาศาสตร์มาเกี่ยวข้อง จึงเป็นการพัฒนานักเรียนทางด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ดั้งนั้น กลุ่มที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมจะฝึกพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนและสม่ำเสมอมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย ซึ่งจะได้รับการฝึกพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เมื่อเป็นกิจกรรมการประดิษฐ์หรือทดลองตามหน่วยการเรียนรู้เท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชลาธิป สมาหิโต (2558, หน้า 110) พบว่า การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในระดับการศึกษาปฐมวัยเป็นการจัดการศึกษาปฐมวัยที่บูรณาการ 4 ศาสตร์ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน โดยสามารถจัดในรูปแบบของโครงงานหรือหน่วยใดก็ได้ การจัดประสบการณเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในระดับการศึกษาจะช่วยส่งเสริมทำให้เด็กปฐมวัยได้พัฒนาด้านต่างๆ ที่สอดคล้องกับทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตในศตวรรษที่ 21 อันได้แก่ ทักษะกระบวนการคิด ทั้งการคิดแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการสืบค้นข้อมูล เด็กได้ลงมือปฏิบัติงาน ได้ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม ผู้เขียนเชื่อว่าหากเด็กปฐมวัยได้รับการจัดประสบการณ์ตามแนวสะเต็มศึกษาแล้วจะช่วยทำให้เด็กมีทักษะพื้นฐานที่สำคัญใน การเรียนรู้สูงขึ้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ วิวัฒน์ ขัตติยะมาน และฉัตรศิริ ปิยะมลพิมลสิทธิ์ (อ้างถึงใน ชลาธิป สมาหิโต, 2558, หน้า 110) พบว่า การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มไม่เพียงแต่เป็นการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แต่ยังเป็นการส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ซึ่งถือว่าเป็นระดับสติปัญญาขั้นสูงสุดตามแนวคิดทฤษฎีของ บลูมที่ได้มีการปรับใหม่อีกด้วย และงานวิจัยของ วรรณา รุ่งลักษมีศรี (2551, หน้า 70 - 71) พบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมีคะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานเฉลี่ยเท่ากับ 83.90 ซึ่งสูงกว่าร้อยละ 70 และสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงว่า นักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากในการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมีกิจกรรมที่สำคัญ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผสมผสานแก่นักเรียน

2. ผลการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าของกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้อาจ

เป็นเพราะการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม โดยขั้นตอนในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมทั้ง 5 ขั้นตอน สามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้ ดังนี้ ขั้นตั้งคำถาม เป็นขั้นที่นักเรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์ในการระบุปัญหาหรือตั้งคำถาม ขั้นจินตนาการและวิธีแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์ในการกำหนดแนวทางการสร้างสิ่งประดิษฐ์ และร่างแบบสิ่งประดิษฐ์ ขั้นการวางแผน เป็นขั้นที่นักเรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์ในการวางแผนสร้างสิ่งประดิษฐ์ ขั้นสร้างสรรค์ผลผลิต เป็นขั้นที่นักเรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์ในการลงมือสร้างและตกแต่งสิ่งประดิษฐ์ ขั้นปรับปรุง เป็นขั้นที่นักเรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์ในการนำเสนอผลงาน และนักเรียนได้แก้ปัญหาหรือตอบคำถามที่กำหนดไว้ โดยการสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามที่กำหนดไว้ ซึ่งขณะที่แก้ปัญหาหรือตอบคำถามที่กำหนดไว้ โดยสร้างสิ่งประดิษฐ์ นักเรียนต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์มาเกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นการพัฒนานักเรียนด้านความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นกลุ่มที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม จะฝึกพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่สม่ำเสมอ มากกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุกัญญา เชื้อหลุบโพธิ์ (2560, หน้า 130) จากผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 4 ด้านจากการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า นักเรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในด้านความคิกสร้างสรรค์และการคิดริเริ่ม แต่มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ลดลงเรื่อย ๆ ในด้านความคิดละเอียดลออและความคิดคล่องแคล่ว และผลการวิจัยยังแสดงให้เห็นอีกว่า การจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ในขั้นการวางแผนและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ เนื่องจากนักเรียน ได้คิดและวาดภาพร่างได้รวดเร็วหลากหลาย แปลกใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม กำหนดรายละเอียดของชิ้นงาน อธิบายถึงวิธีการสร้างชิ้นงาน และสร้างชิ้นงานตามแบบร่าง และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภัสสร ติดมา (2558, หน้า 63) พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวสะเต็มศึกษา ช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ เนื่องจากนักเรียนเกิดการคิด จินตนาการ วางแผน ออกแบบ ตามแบบความชอบของผู้เรียน ได้ลงมือทำ ลองผิดลองถูกตลอดจนการปรับปรุงและพัฒนาชิ้นงานในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้น เพื่อให้ชิ้นงานสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และสามารถสร้างชิ้นงานขึ้นมาได้อย่างสร้างสรรค์ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมีกิจกรรมที่สำคัญเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์แก่นักเรียนปฐมวัย

การอภิปรายดังกล่าว จึงสรุปได้ว่า การจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ได้ อันเนื่องมาจากการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่ส่งผลให้เด็กปฐมวัยได้นำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์อย่างต่อเนื่องในขั้นตอนต่างๆ ของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมทั้ง 5 ขั้นตอน

ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้งานวิจัยเรื่องการศึกษาผลการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ ที่มีต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ ดังนั้น ผู้วิจัยขอเสนอแนะแนวทางดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนะแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูควรศึกษาขั้นตอนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ให้เข้าใจ ละเอียดรอบคอบ และเตรียมอุปกรณ์ล่วงหน้า เพื่อสะดวกรวดเร็วในการจัดกิจกรรม

1.2 ครูควรจัดบรรยากาศในการทำกิจกรรม สร้างความท้าทายและยอมรับการแสดงออกของผู้เรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนกล้านำเสนอความคิดของตนเอง จินตนาการอย่างสร้างสรรค์ไม่ปิดกั้นความคิดของนักเรียน ควรมีบรรยากาศในการเรียนที่ผ่อนคลาย

1.3 ครูควรพยายามเชื่อมโยงเนื้อหา ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สู่การดำเนินชีวิตจริง เพื่อให้ความรู้นั้นมีความหมายต่อตัวเด็ก เด็กได้เห็นกระบวนการเรียนรู้ซึ่งสามารถเกิดได้ในธรรมชาติ หรือใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตจริง

1.4 ครูต้องกระตุ้นให้เด็กคิดคำตอบ และต้องให้เวลาเด็กคิด ไม่ใช่ใจร้อนรีบตอบคำถามเด็กทันที

1.5 บทบาทของครูคือ เป็นผู้ช่วยชี้แนะ กระตุ้นให้เด็กมีความกระตือรือร้น สืบค้นข้อมูล ช่วยเตรียมสื่อและอุปกรณ์แนะนำแหล่งข้อมูลในการเรียนรู้ แต่ไม่ใช่ผู้บรรยาย บอกคำตอบในทุกข้อคำถาม

1.6 ในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ครูต้องช่วยเตรียมอุปกรณ์ หรือช่วยชี้แนะสำหรับเด็กปฐมวัยที่ยังมีพัฒนาการกล้ามเนื้อไม่ดีนัก การออกแบบครูสามารถที่จะชวนให้เด็กวาดภาพในการออกแบบ และการสร้างสิ่งประดิษฐ์ในเด็กปฐมวัย เด็กปฐมวัยยังไม่มีประสบการณ์ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ รอบตัวมากนัก ดังนั้นครูอาจจะต้องหาภาพตัวอย่างสิ่งประดิษฐ์หลาย ๆ ภาพ มาให้เด็กดู

เป็นตัวอย่าง ชวนให้เด็กสังเกตลักษณะของสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ แล้วจึงซักถามเด็กจะเลือกออกแบบสิ่งประดิษฐ์อย่างไร

1.7 เด็กปฐมวัยมักจะออกแบบชิ้นงานที่ลอกเลียนแบบกัน ซึ่งครูอาจจะใช้วิธีการให้แรงเสริมบวกโดยการให้คำชมเชย กระตุ้นให้เกิดการคิดสร้างสรรค์ รวมถึงการให้กำลังใจกับเด็ก ๆ หากไม่ประสบความสำเร็จในการดำเนินกิจกรรม

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณหรือการใช้ตัวเลข ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างการสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา ทักษะการพยากรณ์

2.2 ควรมีการศึกษาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์อย่างต่อเนื่อง เพื่อศึกษาความคงทน

2.3 ควรศึกษาการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ระดับอนุบาลชั้นอื่นต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2559). **รายงานผลการประเมินพัฒนาการนักเรียนที่จบหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย**. กรุงเทพฯ : ผู้แต่ง.

จรูญพงษ์ ชลสินธุ์. (2559). **การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออก แบบเชิงวิศวกรรมที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์**. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เฉลิมวุฒิ ศุภสุข. (2555). **ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้องค์ประกอบหลักของการออกแบบทางวิศวกรรมร่วมกับเทคนิคการใช้ผังกราฟิกที่มีต่อความสามารถในการวิเคราะห์และการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาและการสอน, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชลาธิป สมาหิโต. (2558). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในระดับการศึกษาปฐมวัย. **วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์**, 30 (2), 102 - 111.

ชัชวาล ช่อไสว. (ม.ป.ป.). **ศิลปะสำหรับครูประถม**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

ชาญณรงค์ พรรุ่งโรจน์. (2546). **ความคิดสร้างสรรค์**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัฏติยาภรณ์ หยกอุบล. (2555). ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6. **วารสารการศึกษาและการพัฒนาสังคม**, 8 (1), 85 - 102.

ณัฐฐากรณ์ ถนอมตน. (2536). **ผลของการใช้คำถามปลายเปิดแบบเร้าที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของเด็กอนุบาล**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาประถมศึกษา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทองคูณ หงส์พันธ์. (2534). **ความคิดสร้างสรรค์กับเด็กปฐมวัย**. กรุงเทพฯ : พัฒนาการพิมพ์.

นภเนตร ธรรมบวร. (2545). **การพัฒนากระบวนการคิดในเด็กปฐมวัย**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประเทิน มหาขันธ์. (2531). **เลี้ยงลูกให้ถูกทาง**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ประสาท อิศรปรีดา. (2532). **จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอน**. กรุงเทพฯ : นำอักษรการพิมพ์.

ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา. (2545). **ความคิดสร้างสรรค์ : พรสวรรค์ที่พัฒนาได้** (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปิยวรรณ อภินันท์รุ่งโรจน์. (2555). **การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์และความพึงพอใจที่มีต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นอนุบาลศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนายกวัฒนากรวัดอุดมธานี จังหวัดนครนายก ด้วยกิจกรรมศิลปศึกษา**. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาปฐมวัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ผุสดี กุฏอินทร์. (2536). **การพัฒนาทักษะและประสบการณ์ทางภาษา**. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา. (2542). **จิตวิทยาทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : พัฒนาศึกษา.

พรรณทิพย์ ศิริวรรณบุศย์. (2551). **ทฤษฎีจิตวิทยาพัฒนาการ**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรรณี เกษกมล. (2534). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์. **วารสารพัฒนาหลักสูตร**, 21 (1), 75.

พวงทอง มีมั่งคั่ง. (2537). **การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา**. กรุงเทพฯ : พัฒนาศึกษา.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2556). **หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา**. กรุงเทพฯ: เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มิสท์.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2548). **วิธีการสอนวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). **แนวการสอนวิทยาศาสตร์** (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

ภัสสร ติดมา. (2558). **การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เรื่องระบบร่างกายมนุษย์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เยาวพา เดชะคุปต์. (2542). **การจัดการศึกษาสำหรับเด็กปฐมวัย**. กรุงเทพฯ : แม็ค.

รติชน พีรยสถ์. (2543). **การอบรมเลี้ยงดูเด็กปฐมวัย**. กรุงเทพฯ : เอมีเทรดดิ้ง.

ลือชา ลดาชาติ. (2555). การสำรวจและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. **วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์**, 4 (2), 73 - 90.

วนิช สุธารัตน์. (2547). **ความคิดและความคิดสร้างสรรค์**. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. (2540). **การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ**. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).

วรรณทิพา รอดแรงค้า และพิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2542). **การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

วรรณา รุ่งลักษมีศรี. (2551). **ผลการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสาธิต.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตร การสอน และเทคโนโลยีการศึกษา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิจิตร วรุตบางกูร. (2531). ความคิดสร้างสรรค์สำหรับครู. **วารสารศึกษาศาสตร์**, 2 (1), 40 - 48.

วิชัย วงษ์ใหญ่. (2523). **กิจกรรมสร้างสรรค์สำหรับเด็กก่อนวัยเรียน**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และดารุณี คำวัจนัง. (2549). **สอนเด็กให้คิดเป็น** (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ : เมธีทิปส์.

ศิริประภาพรรณ์ ตุ้มวิจิตร. (2552). **การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยจากการจัดกิจกรรมศิลปะติดดอกไม้แห้ง**. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาปฐมวัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). **กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม**. กรุงเทพฯ : ผู้แต่ง.

สมศักดิ์ ภู่วิภาดาวรรธน์. (2537). **เทคนิคการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์** (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2561). **คู่มือหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พุทธศักราช 2560 (สำหรับเด็กอายุ 3 - 6 ปี)**. กรุงเทพฯ : ผู้แต่ง.

สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน). (2556). **ผลประเมินคุณภาพภายนอก**. กรุงเทพฯ : ผู้แต่ง.

สุกัญญา เชื้อหลุบโพธิ์. (2560). การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. **วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์**, 13 (37), 119 - 132.

สุนีย์ คล้ายนิล. (2544). **การพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับโรงเรียนในประเทศไทยและผลกระทบที่เกิดขึ้น** (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

อโณทัย อุบลสวัสดิ์. (2535). **ผลการจัดกิจกรรมให้ความรู้ผู้ปกครองที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กก่อนวัยเรียน**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาประถมศึกษา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2556). **เทคโนโลยีและวิศวกรรมในสะเต็มศึกษา**. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

อารี พันธ์มณี. (2547). **ฝึกให้คิดเป็น คิดให้สร้างสรรค์**. กรุงเทพฯ : พัฒนาศึกษา.

อารี รังสินันท์. (2526). **ความคิดสร้างสรรค์**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์ (โพธิสุข). (2545). **ฝึกเด็กให้เป็นนักคิด**. กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.

Anderson, E. (1970). **Creative and its cultivation**. New York : Harper & Row.

Callahan, C. M. (1991). **The assessment of creativity in Calanglo**. Boston : Allyn & Bacon.

Cropley, A. J. (2006). In praise of convergent thinking. **Creativity Research Journal**, 18, 391 - 404.

Davis, G.A. (1971). **Psychology of problem solving**. New York : Basic Books.

Gable, D. L. & Rubba, P. A. (1997). The effect of early teaching and training experience on physics achievement, attitude toward science and science teaching and process skill proficiency. **Science Education**, 61, 503 - 511.

Gagne, R. M. (1965). **Psychology issues in science a process approach in psychological bases of science a process approach.** Washington D.C. : American Association for the Advancement of Science.

Guilford, J.P. (1967). **The nature of intelligence**. New York : McGraw - Hill.

Guilford, J.P. & Hoepfner, R. (1972). **The analysis of intelligence**. New York : McGraw-Hill.

Jellen, H. & Urban, K. K. (1986). The TCT-DP (test for creative thinking-drawing production) : An instrument that can be applied to most age and ability groups. **Creative Child and Adult Quarterly**, 11, 138 - 155.

Kemp, J.E. (1996). **Designing effective instruction**. New York : Harper & Row.

Museum of Science (MOS). (2007). **Engineering is elementary : Engineering for children**. Retrieved January 21, 2019, from http://www.mos.org/eie/index.php.

Puckett, A.J. & Shaw, M. J. (1992). **Helping children explore science : A sourcebook for teachers of young children**. New York : Merrill.

Selly, N. (1997). **Learning and instruction theory into practice** (3rd ed.). New Jersey : Prentice Hall.

Strimel, G. (2014). Shale gas extraction : Drilling into current issues and making STEM connection. **Resources in Technology and Engineering**, 12, 16 - 24.

Torrance, E.P. (1962). **Guiding of creative talent**. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall.

University of Massachusetts. (2007). **Engineering for K-12**. Retrieved January 21, 2019, from http://www.massachusetth.edu/stem/engineering_concept.html.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิธร จันทมฤก	อาจารย์สาขาวิชาการศึกษาปฐมวัย มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลอลงกรณ์
2. ดร.แสน สมนึก	ข้าราชการบำนาญ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
3. นางสาวจิราภรณ์ มีสง่า	อาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
4. นางมาริสา วงศ์สุกรรม	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนอนุบาลพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรอยุธยา
5. นางกอบกุล บุญเรือง	ข้าราชการบำนาญ โรงเรียนวัดวังชะโด จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ

1. ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมระดับประถมวัย

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. สาระสำคัญ							
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	1	1	1	1	1	5	1.0
1.2 บ่งชี้ความคิดรวบยอดของเนื้อหา	1	1	1	0	1	4	0.8
1.3 กระชับ ได้ใจความ	1	1	1	1	1	5	1.0
2. จุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	1	1	1	1	1	5	1.0
2.2 ถูกต้องตามหลักการเขียน	1	1	0	0	1	3	0.6
2.3 พัฒนานักเรียนด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และการคิดสร้างสรรค์	1	1	1	1	1	5	1.0
2.4 ระดับพฤติกรรมที่กำหนดเหมาะสมกับเวลา	1	1	1	1	1	5	1.0
2.5 ระดับพฤติกรรมสามารถวัดและประเมินได้	1	1	0	1	1	4	0.8
3. เนื้อหา							
3.1 ครบถ้วน ครอบคลุม ในการสร้างความรู้ใหม่ให้แก่นักเรียน	1	1	1	1	1	5	1.0
3.2 ถูกต้องตามธรรมชาติของวิชา	1	1	1	1	1	5	1.0
3.3 ชัดเจนตรวจสอบได้	1	1	1	1	1	5	1.0
4. กิจกรรมการเรียนรู้							
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหา	1	1	0	1	1	4	0.8
4.2 สอดคล้องกับความต้องการและวัยของผู้เรียน	1	1	0	1	1	4	0.8
4.3 มีความเหมาะสมกับเวลา สื่อ สภาพแวดล้อม	1	1	0	1	1	4	0.8
4.4 เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	1	1	0	1	1	4	0.8

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
4.5 น่าสนใจ กระตุ้นให้อยากเรียนรู้ และเข้าร่วมกิจกรรม	1	1	0	1	1	4	0.8
4.6 เสริมสร้างความรู้ ความคิดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์	1	1	0	1	1	4	0.8
4.7 ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์	1	1	0	1	1	4	0.8
5. สื่อการเรียนรู้							
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	0	1	1	1	1	4	0.8
5.2 มีความเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน วัยของผู้เรียน	1	1	1	1	1	5	1.0
6.การวัดผลและประเมินผล							
6.1 ใช้การวัดและประเมินผลที่หลากหลาย	1	1	1	1	1	5	1.0
6.2 วิธีการวัดและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ กระบวนการเรียนรู้ ขั้นตอนของกิจกรรม	1	1	1	1	1	5	1.0
6.3 มีเกณฑ์การวัดและประเมินที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย	1	1	0	1	1	4	0.8

2. ผลการประเมินดัชนีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ระดับปฐมวัย

รายการประเมิน พฤติกรรมการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	แปลความ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล								
1. เด็กร่างสิ่งประดิษฐ์ด้วยตนเอง	1	1	0	0	1	3	0.6	ใช้ได้
2. เด็กบอก และอธิบายลักษณะของสิ่งประดิษฐ์	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
3. เด็กบอก และอธิบายเหตุผลในการร่างแบบ	1	1	1	-1	1	3	0.6	ใช้ได้
4. เด็กอธิบาย และนำเสนอวัสดุในการประดิษฐ์	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
ทักษะการลงความเห็นข้อมูล								
1. เด็กใช้ความรู้เดิมในการเลือกสิ่งประดิษฐ์	1	1	1	-1	1	3	0.6	ใช้ได้
2. เด็กบอกเหตุผลในการเลือกสิ่งประดิษฐ์	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
ทักษะการพยากรณ์								
1. เด็กคาดคะเนคำตอบจากสถานการณ์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
2. สรุปปัญหาจากการคาดคะเน	1	1	1	-1	1	3	0.6	ใช้ได้

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

การวัดความคิดสร้างสรรค์ด้วยแบบทดสอบ ทีซีที - ดีพี (TCT - DP) เป็นการวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้แบบทดสอบของ เจลเลน และเออร์บาน (Jellen & Urban, 1989, pp.78 - 86) ซึ่งสร้างขึ้นตามนิยามว่า ความคิดสร้างสรรค์หมายถึงการคิดอย่างมีสาระเชิงนวัตกรรม มีจินตนาการและเป็นความคิดอเนกนัยซึ่ง รวมถึงความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) ความคิด ละเอียดลออ (Elaboration) ความกล้าเสี่ยง (Risk-taking) และอารมณ์ขัน (Humor) โดยลักษณะของ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์นี้จะให้ผู้เข้ารับการทดสอบแสดงความสามารถทางการคิดอย่างมีสาระ ด้วยการต่อเติมภาพที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นกรอบสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดประมาณ 5 x 5 ตารางนิ้ว ภายในกรอบ สี่เหลี่ยมนี้ จะมีภาพเส้นและจุดอยู่ 5 แห่ง และอยู่นอกกรอบอีก 1 แห่ง รวมเป็น 6 แห่ง แบบทดสอบ TCT-DP นี้ได้รับการยอมรับว่าเป็นแบบทดสอบที่สามารถนำมาใช้วัดได้กับกลุ่มเป้าหมายได้ ทุกวัย แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ The test for creative thinking drawing production (TCT-DP) สร้างขึ้นโดย เจลเลน และเออร์บาน

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. ผู้เข้ารับการทดสอบจะได้รับแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ TCP - DP และดินสอดำที่ไม่มี ยางลบ เพื่อมิให้ผู้เข้ารับการทดสอบเปลี่ยนภาพที่วาดแล้ว

2. ผู้ทดสอบอ่านคำสั่งช้า ๆ และชัดเจน ดังนี้ “ภาพที่วาดอยู่ข้างหน้าเด็ก ๆ ขณะนี้เป็นภาพที่ยังไม่สมบูรณ์ ผู้วาดเริ่มลงมือวาด แต่ถูกขัดจังหวะ เสียก่อน ขอให้เด็ก ๆ วาดต่อให้สมบูรณ์ จะวาดเป็นภาพอะไรก็ได้ตามที่เด็ก ๆ ต้องการ ตามจินตนาการ ไม่มีการวาดภาพใด ๆ ที่ถือว่าผิด ภาพทุกภาพเป็นสิ่งที่ถูกต้องทั้งสิ้น เมื่อวาดภาพเสร็จแล้วขอให้นำมาส่งครู”

3. เมื่อผู้เข้ารับการทดสอบเข้าใจแล้วให้ลงมือวาดภาพ และถ้าหากมีคำถามในช่วงที่กำลังทำแบบทดสอบ ผู้ทดสอบอาจจะตอบคำถามได้ เช่น “หนูจะวาดรูปอะไร” ให้ครูตอบได้ว่า “เด็ก ๆ อยาก วาดภาพอะไรก็ได้ตามที่อยากจะวาด รูปที่วาดเป็นสิ่งถูกต้องทั้งสิ้น ทำอย่างไรก็ได้ ไม่มีสิ่งใดผิด” หากผู้เข้ารับการทดสอบยังมีคำถาม เช่น ถามถึงชิ้นส่วนที่ปรากฏอยู่นอกกรอบ ก็ให้ตอบในทำนองเดิมห้ามอธิบายเนื้อหาหรือวิธีการใด ๆ เพิ่มเติม นอกจากนี้ควรหลีกเลี่ยงการพาดพิงถึงเวลาที่ควรใช้ในการวาด ภาพ ครูควรพูดทำนองที่ว่า เริ่มวาดได้เลยไม่ต้องกังวลเรื่องเวลา

4. ผู้ทดสอบต้องจดบันทึกเวลาการทำแบบทดสอบของผู้ที่ทำเสร็จก่อน 12 นาที โดยจดบันทึก อายุ เพศ ชื่อผู้เข้ารับการทดสอบในช่องว่างมุมขวาของกระดาษทดสอบ

5. ผู้ทดสอบบอกให้ผู้เข้ารับการทดสอบตั้งชื่อเรื่อง ควรพูดเบา ๆ โดยไม่รบกวนผู้เข้ารับการทดสอบ คนอื่นที่ยังทำไม่เสร็จ แล้วเขียนชื่อเรื่องไว้ที่มุมขวาบน เพราะจะใช้เป็นข้อมูลสำคัญในการแปลผลการวาดภาพ

6. ในการทดสอบกำหนดเวลา 15 นาทีหลังจากนั้นผู้ทดสอบจะเก็บข้อมูลทั้งหมด เขียนชื่อ อายุ เพศ และชื่อภาพ ไว้ที่มุมขวาของแบบทดสอบ

โดยมีเกณฑ์การประเมินผลเพื่อให้คะแนน ดังนี้

1. การต่อเติม (Cn : Continuations) ชิ้นส่วนที่ได้รับการต่อเติม (ครึ่งวงกลม จุด มุมฉาก เส้นโค้ง เส้นประและสี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็กปลายเปิดนอกกรอบสี่เหลี่ยมใหญ่)จะได้คะแนนการต่อเติมชิ้นส่วน ละ 1 คะแนน คะแนนสูงสุดคือ 6 คะแนน

2. ความสมบูรณ์ (Cm : Completions) หากมีการต่อเติมจากเดิมในข้อ1 ให้เต็มหรือให้สมบูรณ์ มากขึ้นจะได้คะแนนชิ้นส่วนละ 1 คะแนน ถ้าต่อเติมภาพโดยใช้รูปที่กำหนด 2 รูปมารวมเป็นรูปเดียว เช่น โยงเป็นรูปบ้าน ต่อเป็นอิฐ ต่อเป็นปล่องไฟ ฯลฯ ให้1 คะแนน คะแนนสูงสุดของข้อนี้ คือ 6 คะแนน

3. ภาพที่สร้างขึ้นใหม่ (Ne : New elements) ภาพหรือสัญลักษณ์ที่วาดขึ้นใหม่นอกเหนือจาก ข้อ 1 และ 2 จะได้คะแนนเพิ่มอีกภาพละ 1 คะแนน แต่ภาพที่วาดซ้ำ ๆ ภาพที่เหมือนกัน เช่น ภาพป่าที่มี ต้นไม้หลาย ๆ ต้น ซ้ำ ๆ กัน จะได้ 2 - 3 คะแนน คะแนนสูงสุดของข้อนี้ คือ 6 คะแนน

4. การต่อเนื่องด้วยเส้น (Cl : Connections made with lines) แต่ละภาพหรือส่วนของภาพ (ทั้ง ภาพที่สร้างเสร็จขึ้นใหม่ในข้อ3 หากมีเส้นลากโยงเข้าด้วยกันทั้งภายในและภายนอกจะได้รับคะแนนการ โยงเส้น เส้นละ 1 คะแนน คะแนนสูงสุดของข้อนี้ คือ 6 คะแนน

5. การต่อเนื่องที่ทำให้เกิดเป็นเรื่องราว (Cth : Connections made that contribute to a theme) ภาพใดหรือส่วนใดของภาพที่ทำให้เกิดเป็นเรื่องราวหรือเป็นภาพรวมจะได้อีก 1 คะแนนต่อ 1 ชิ้น การเชื่อมโยงนี้อาจเป็นการเชื่อมโยงด้วยเส้นจากข้อ 1 หรือไม่ใช้เส้น ก็ได้ เช่น เส้นประของ แสงอาทิตย์ เงาต่างๆ การแตะกันของภาพ ความสำคัญอยู่ที่การต่อเติมนั้นทำให้ได้ภาพที่สมบูรณ์ตาม ความหมายที่ผู้เข้ารับการทดสอบตั้งชื่อไว้ คะแนนสูงสุดของข้อนี้ คือ 6 คะแนน

6. การข้ามเส้นกั้นเขต โดยใช้ชิ้นส่วนที่กำหนดให้ นอกกรอบใหญ่ (Bid : Boundary breaking fragment-dependent) การต่อเติมหรือโยงเส้นปิด รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสปลายเปิด ซึ่งอยู่นอกกรอบสี่เหลี่ยม ใหญ่ จะได้ 6 คะแนนเต็ม

7. การข้ามเส้นกั้นอย่างอิสระ โดยไม่ใช้ชิ้นส่วนที่กำหนดให้นอกกรอบใหญ่ (Bfi : Boundary breaking being fragment-dependent) การต่อเติมโยงเส้นออกไปนอกกรอบ หรือการวาดภาพนอก กรอบสี่เหลี่ยมใหญ่ จะได้ 6 คะแนนเต็ม

8. การแสดงความลึก ใกล้ - ไกล หรือมิติของภาพ (Pe : Perspective) ภาพที่วาดให้เห็นส่วนลึก มีระยะใกล้ - ไกล หรือวาดภาพในลักษณะสามมิติ ให้คะแนนภาพละ 1 คะแนน หากมีภาพปรากฏเป็น เรื่องราวทั้งภาพ แสดงความเป็นมิติ มีความลึกหรือใกล้ - ไกล ให้คะแนน 6 คะแนน

9. อารมณ์ขัน (Hu : Human) ภาพที่แสดงให้เห็นหรือก่อให้เกิดอารมณ์ขัน จะได้ชิ้นส่วนละ 1 คะแนน หรือดูภาพรวมถ้าได้อารมณ์ขันมาก ก็จะให้คะแนนมากขึ้นเป็นลำดับ ภาพที่แสดงอารมณ์ ขันนี้ประเมินในหลาย ๆ ทาง เช่น 1) ผู้วาดสามารถล้อเลียนตัวเองจากภาพวาด 2) ผู้วาดผนวกชื่อที่แสดงอารมณ์ขันเข้าไปหรือวาดเพิ่มเข้าไป 3) ผู้วาดผนวกลายเส้นและภาษาเข้าไปเหมือนการวาดภาพการ์ตูน คะแนนสูงสุดของข้อนี้ คือ 6 คะแนน

10. การคิดแปลกใหม่ ไม่ติดตามแบบแผน (Uc : Unconventionality) ภาพที่มีความคิดที่แปลก ใหม่แตกต่างไปจากความคิดปกติธรรมดาทั่วไป มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

10.1 การวางหรือการใช้กระดาษแตกต่างไปจากเมื่อผู้ทดสอบวางกระดาษให้ เช่น มีการพับ มี การหมุน หรือพลิกกระดาษไปข้างหลัง แล้วจึงวาดภาพ จะได้คะแนน 3 คะแนน

10.2 ภาพที่เป็นนามธรรมหรือไม่เป็นภาพของจริง เช่น การใช้ชื่อที่เป็นนามธรรมหรือสัตว์ ประหลาด ให้ 3 คะแนน

10.3 ภาพรวมของรูปทรง เครื่องหมาย สัญลักษณ์ ตัวอักษร ตัวเลข หรือการใช้ชื่อหรือภาพที่ เหมือนการ์ตูน ให้ 3 คะแนน

10.4 ภาพที่ต่อเติม ไม่ใช่ภาพที่วาดกันแพร่หลายทั่ว ๆ ไป ให้ 3 คะแนน แต่หากมีการต่อเติม ภาพในลักษณะต่าง ๆ คือ 1) รูปครึ่งวงกลมต่อเป็นพระอาทิตย์ หน้าคน หรือวงกลม 2) รูปมุมฉากต่อเป็นบ้าน กล่อง หรือสี่เหลี่ยม 3) รูปเส้นโค้งต่อเป็นงู ต้นไม้ หรือดอกไม้ 4) รูปเส้นประ ต่อเป็นถนน ตรอก หรือทางเดิน และ 5) รูปจุดทำเป็นตานก หรือ สายฝน รูปทำนองนี้ต้องหักออก 1 คะแนน จาก 3 คะแนนเต็มในข้อ ง. แต่ต้องไม่มีคะแนนติด ลบ คะแนนสูงสุดของข้อนี้เท่ากับ 12 คะแนน

11. ความเร็ว (Sp : Speed) ภาพที่ใช้เวลาน้อยกว่า 12 นาที จะได้คะแนนเพิ่ม ดังนี้

11.1 ต่ำกว่า 2 นาที ได้ 6 คะแนน

11.2 ต่ำกว่า 4 นาที ได้ 5 คะแนน

11.3 ต่ำกว่า 6 นาที ได้ 4 คะแนน

11.4 ต่ำกว่า 8 นาที ได้ 3 คะแนน

11.5 ต่ำกว่า 10 นาที ได้ 2 คะแนน

11.6 ต่ำกว่า 12 นาที ได้ 1 คะแนน

11.7 มากกว่าหรือเท่ากับ 12 นาที ได้ 0 คะแนน

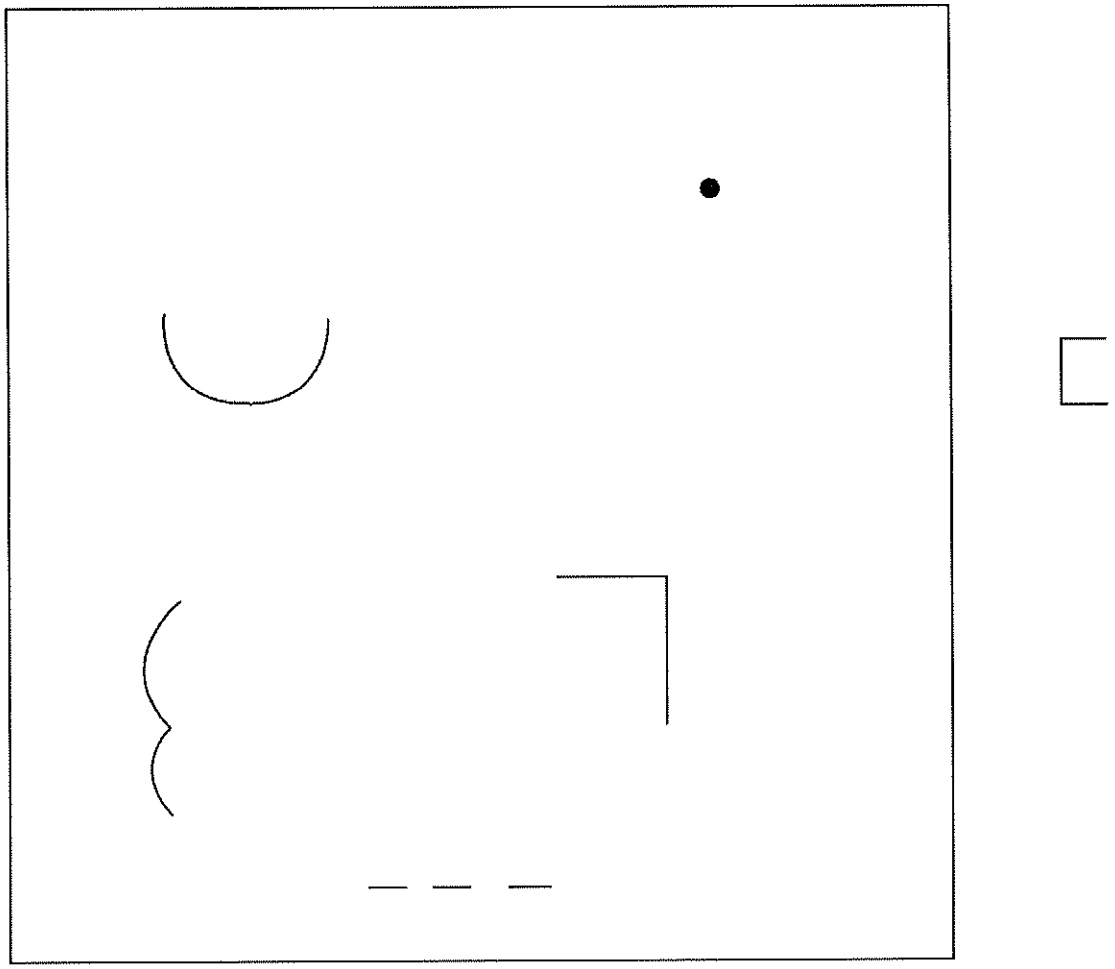
คะแนนรวมของแบบทดสอบ ตามปกติแล้วด้านหลังของแบบทดสอบจะมีช่องให้คะแนนอยู่ 11 ช่อง แต่ละช่องจะมีรหัสให้ คะแนน วิธีการให้คะแนน เพียงแต่พับส่วนล่างของแบบทดสอบขึ้นมาก็สามารถให้คะแนนได้ทันที คะแนน รวมของแบบทดสอบ TCT-DP คือ 72 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินระดับความคิดสร้างสรรค์ของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ TCT - DP เป็นดังนี้

1. ได้คะแนนรวมต่ำกว่า 24 คะแนน มีความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับต่ำ
2. ได้คะแนนรวมระหว่าง 24 - 47 คะแนน มีความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับปานกลาง
3. ได้คะแนนรวมตั้งแต่ 48 คะแนนขึ้นไป มีความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับสูง

1 Cn	2 Cm	3 Ne	4 Cl	5 Cth	6 Bid	7 Bfi	8 Pe	9 Hu	10 Uc				11 Sp	รวม
									a	b	c	d		

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ The test for creative thinking drawing production (TCT - DP) สร้างขึ้นโดย เจลเลน และเออร์บาน (Jellen & Urban)



แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เด็กปฐมวัย

คำชี้แจง

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เด็กปฐมวัย เป็นแบบสังเกตรายบุคคล เป็นการสังเกตพฤติกรรมเด็กในการเรียนตามกระบวนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 ขั้นกระตุ้นแรง

ขั้นที่ 2 ขั้นเสนอความคิดและร่างแบบ

ขั้นที่ 3 ขั้นระดมความคิดเห็น

ขั้นที่ 4 ขั้นประดิษฐ์

ขั้นที่ 5 ขั้นอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

เพื่อให้เด็กแสดงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3 ทักษะ คือ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นข้อมูล การพยากรณ์

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เด็กปฐมวัยมีทั้งหมด 8 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน คะแนนเต็ม 16 คะแนน

การเตรียมตัวก่อนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ศึกษาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เด็กปฐมวัย และเกณฑ์การให้คะแนน จัดเตรียมสถานที่และอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนพร้อมบันทึกรายละเอียดพฤติกรรม

วิธีดำเนินการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ครูสังเกตพฤติกรรมเด็กในขั้นที่ 2 ขั้นเสนอความคิดและร่างแบบ (เด็กร่างแบบสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหา)

2. ทักษะการลงความคิดเห็นข้อมูล ครูสังเกตพฤติกรรมเด็กในขั้นที่ 3 ขั้นระดมความคิดเห็น (เด็กเลือกสิ่งประดิษฐ์ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหา)

3. ทักษะการพยากรณ์ ครูสังเกตพฤติกรรมเด็กในขั้นที่ 1 ขั้นกระตุ้นแรง (เด็กสามารถคาดคะเนคำตอบจากสถานการณ์ปัญหา)

ครูดำเนินการสังเกตพฤติกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เด็กปฐมวัย ตามรายละเอียดในช่องพฤติกรรมการเรียนรู้ พร้อมบันทึกคะแนนลงในแบบบันทึกคะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ดีมาก	หมายถึง	13 - 16 คะแนน
ดี	หมายถึง	9 - 12 คะแนน
ปานกลาง	หมายถึง	6 - 8 คะแนน
ต้องส่งเสริม	หมายถึง	คะแนนรวมน้อยกว่า 4 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เด็กปฐมวัย หน่วยฝนจ๋า

ทักษะวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมการเรียนรู้	เกณฑ์การให้คะแนน		
		2	1	0
การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	1. เด็กร่างแบบสิ่งประดิษฐ์ด้วยตนเอง	เด็กสามารถวาดภาพสิ่งประดิษฐ์ที่จะไม่ทำให้ตนเองเปียกได้ด้วยตนเอง (เช่น ร่มหมวก เสื้อกันฝน ฯลฯ ตามที่เด็กจินตนาการ)	เด็กสามารถวาดภาพสิ่งประดิษฐ์ที่จะไม่ทำให้ตนเองเปียกได้โดยมีครูคอยชี้แนะ	เด็กไม่สามารถวาดภาพสิ่งประดิษฐ์ที่จะไม่ทำให้ตนเองเปียกได้
	2. เด็กบอก และอธิบายลักษณะของสิ่งประดิษฐ์	เด็กสามารถอธิบายสิ่งประดิษฐ์ที่ตนเองวาดได้ด้วยตนเอง (เช่น ลักษณะของสิ่งประดิษฐ์เป็นอย่างไร จะไม่ทำให้เราเปียกได้อย่างไร ฯลฯ ตามที่เด็กจินตนาการ)	เด็กสามารถอธิบายสิ่งประดิษฐ์ที่ตนเองวาดได้ โดยมีครูคอยชี้แนะ	เด็กไม่สามารถอธิบายสิ่งประดิษฐ์ที่ตนเองวาดได้
	3. เด็กบอก และอธิบายเหตุผลในการร่างแบบ	เด็กสามารถอธิบายเหตุผลในการวาดภาพสิ่งประดิษฐ์ในการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาได้ด้วยตนเอง (เช่น ประดิษฐ์หมวกใหญ่ๆ แล้วตัวเราจะไม่เปียก ฯลฯ ตามจินตนาการ)	เด็กสามารถอธิบายเหตุผลในการวาดภาพสิ่งประดิษฐ์ในการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาได้โดยมีครูคอยชี้แนะ	เด็กไม่สามารถอธิบายเหตุผลในการวาดภาพสิ่งประดิษฐ์ในการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาได้

ทักษะวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมการเรียนรู้	เกณฑ์การให้คะแนน		
		2	1	0
	4. เด็กอธิบายและนำเสนอ วัสดุในการประดิษฐ์	เด็กสามารถอธิบายและนำเสนอวัสดุตามที่ตนเองวาดได้อย่างครอบคลุม และละเอียดด้วยตนเอง (เช่น เด็กบอกได้ว่าสิ่งประดิษฐ์ของตนเองทำมาจากวัสดุอะไร และจะกันฝนได้ไหม ฯลฯ ตามจินตนาการ)	เด็กสามารถอธิบายและนำเสนอวัสดุตามที่ตนเองวาดได้อย่างครอบคลุม และละเอียดได้ โดยมีครูคอยชี้แนะ	เด็กไม่สามารถอธิบายและนำเสนอวัสดุตามที่ตนเองวาดได้อย่างครอบคลุม และละเอียดด้วยตนเอง
การลงความคิดเห็นข้อมูล	1. เด็กใช้ความรู้เดิมในการเลือกสิ่งประดิษฐ์	เด็กสามารถเสนอความคิดเห็นของตนเองในการเลือกสิ่งประดิษฐ์ และสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาด้วยตนเอง (เช่น เด็กสามารถเลือกหมวกใบใหญ่ๆ จะทำให้ฝนตกแล้วไม่เปียกทั้งตัว ฯลฯ ตามจินตนาการ)	เด็กสามารถเสนอความคิดเห็นของตนเองในการเลือกสิ่งประดิษฐ์ แต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีครูคอยชี้แนะ	เด็กไม่สามารถเสนอความคิดเห็นของตนเองในการเลือกสิ่งประดิษฐ์
	2. เด็กบอกเหตุผลในการเลือกสิ่งประดิษฐ์	เด็กสามารถแสดงความคิดเห็นของตนเองได้ว่าทำไมถึงเลือกสิ่งประดิษฐ์เช่นนั้น และสอดคลองกับสถานการณ์ปัญหาด้วยตนเอง	เด็กสามารถแสดงความคิดเห็นของตนเองได้ว่าทำไมถึงเลือกสิ่งประดิษฐ์เช่นนั้น โดยมีครูคอยชี้แนะ	เด็กไม่สามารถแสดงความคิดเห็นของตนเองได้ว่าทำไมถึงเลือกสิ่งประดิษฐ์เช่นนั้น

ทักษะวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมการเรียนรู้	เกณฑ์การให้คะแนน		
		2	1	0
การพยากรณ์	1. เด็กคาดคะเนคำตอบจากสถานการณ์ปัญหา	เด็กสามารถคาดคะเนคำตอบ จากสถานการณ์ปัญหาได้ด้วยตนเอง	เด็กสามารถคาดคะเนคำตอบ จากสถานการณ์ปัญหาได้ด้วยตนเอง โดมีครูคอยชี้แนะ	เด็กไม่สามารถคาดคะเนคำตอบจากสถานการณ์ปัญหาได้ด้วยตนเอง
	2. สรุปปัญหาจากการคาดคะเน	เด็กสามารถเลือกสถานการณ์ปัญหาได้ด้วยตนเอง	เด็กสามารถเลือกสถานการณ์ปัญหาได้ด้วยตนเอง โดยมีครูคอยชี้แนะ	เด็กไม่สามารถเลือกสถานการณ์ปัญหาได้ด้วยตนเอง

แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม

หน่วย : ฝนจ๋า

สาระ : ธรรมชาติรอบตัว

วัตถุประสงค์

1. เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- ทักษะการสื่อความหมาย
- ทักษะการลงความเห็น
- ทักษะการพยากรณ์
2. เพื่อส่งเสริมและพัฒนาเด็กในด้านความคิดสร้างสรรค์

แนวคิดหลัก

การสังเกต ท้องฟ้าและอากาศรอบตัว ทำให้เราสามารถบอกสภาพอากาศได้ ขณะฝนตกอาจเกิดฟ้าร้อง ฟ้าแลบ และฟ้าผ่า หลังฝนตกอาจเกิดรุ้ง เราควรรู้จักการปฏิบัติตนให้เหมาะสมกับสภาพอากาศในขณะฝนตกเพื่อให้ร่างการแข็งแรงและปลอดภัย

เนื้อหา

เมื่ออากาศปลอดโปร่ง พบว่าท้องฟ้าเป็นสีฟ้า ไม่ค่อยมีเมฆ มีแดดจ้า รู้สึกแห้งและอาจมีลมพัดมาเบา ๆ เมื่อฝนตก พบว่าท้องฟ้ามืดครึ้ม มีก้อนเมฆสีเทาเข้ม และมีหยดน้ำตกลงมา บางครั้งพบว่ามีลมพัดแรง มีเสียงฟ้าร้อง มองเห็นฟ้าแลบ และอาจมีฟ้าผ่า หลังฝนตก จะพบว่าอากาศเย็นและสิ่งที่อยู่ตามบริเวณต่างๆ เช่น พื้นดิน พื้นหญ้า จะเปียก บางครั้งเมื่อฝนตกไม่หนักหรือหลังฝนหยุดตกใหม่ ๆ จะเห็นรุ้งบนท้องฟ้าในด้านตรงกันข้ามกับดวงอาทิตย์ ขณะที่มีฝนตก มีลมพัดแรง มีฟ้าแลบ ฟ้าร้องหรือฟ้าผ่า เราควรอยู่ให้ห่างจากต้นไม้ เสาไฟฟ้า และควรเข้าไปอยู่ในบ้าน หรือในสถานที่ที่ปลอดภัย ถ้าจำเป็นต้องออกนอกบ้าน ต้องกางร่มหรือสวมเสื้อกันฝน

ประสบการณ์สำคัญ

1. อธิบายเชื่อมโยงสาเหตุและเหตุผลที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์
2. การมีส่วนร่วมในการลงความคิดเห็นจากข้อมูลอย่างมีเหตุผล
3. การคาดเดาหรือการคาดคะเนสิ่งที่อาจเกิดขึ้นอย่างมีเหตุผล

กระบวนการจัดกิจกรรม

กระบวนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ประกอบด้วยขั้นตอนการสอนและดำเนินกิจกรรมแต่ละขั้น ซึ่งมี 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นตอนการเรียนรู้	กระบวนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้
ขั้นที่ 1 ขั้นกระตุ้นแรง	เป็นขั้นที่กระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการจัดกิจกรรมโดยใช้คำถาม และสถานการณ์ โดยครูกำหนดสถานการณ์ และนักเรียนร่วมกันตั้งคำถาม และระบุปัญหาเพื่อนำไปสู่การประดิษฐ์ชิ้นงาน โดยที่ครูเป็นผู้ชี้แนะ
ขั้นที่ 2 ขั้นเสนอความคิดและร่างแบบ	เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันเสนอวิธีการแก้ปัญหา - เสนอความคิด - ร่างแบบสิ่งประดิษฐ์ โดยที่ครูเป็นผู้ชี้แนะ
ขั้นที่ 3 ขั้นระดมความคิด	เป็นขั้นที่ให้นักเรียนร่วมกันระดมความคิดวางแผนขั้นตอนการแก้ปัญหา นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้เชื่อมโยงกับความรู้เดิมแล้วสร้างสิ่งประดิษฐ์ โดยที่ครูเป็นผู้ชี้แนะ
ขั้นที่ 4 ขั้นประดิษฐ์	เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันประดิษฐ์ชิ้นงาน โดยที่ครูเป็นผู้ชี้แนะ
ขั้นที่ 5 ขั้นอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	เป็นขั้นที่นักเรียนกับครูร่วมกันประเมินการออกแบบ และการสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามขั้นตอนการปฏิบัติงานของแต่ละกลุ่ม และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งอาจเกิดปัญหาใหม่ได้

สัปดาห์ที่ 5

วันที่ 1 วันจันทร์

เรื่อง แข็งแรง ปลอดภัย ในฤดูฝน

จุดประสงค์

1. เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติตนได้เหมาะสม ในขณะฝนตก และพยากรณ์คำตอบจากคำถามของครู

ขั้นที่ 1 ขั้นกระตุ้นแรง

1. ครูให้เด็ก ๆ นั่งเป็นวงกลมวงใหญ่ แตะสัมผัสร่างกาย 3 ส่วน เช่น หัว ไหล่ ขา ประกอบเนื้อเพลงฝนที่พูดเป็นคำคล้องจอง

ฝนตกลงมา	รีบหาที่หลบฝน
อย่ามัวซุกซน	เล่นน้ำฝนจะเป็นหวัดไป
ฝนตกพรำพรำ	ต้นไม้ ชื่นฉ่ำ ดูสดใส
แผ่กิ่งก้านไป	ชูช่อไสวงามตา

2. ครูชักชวนเด็ก ๆ สนทนาเกี่ยวกับการปฏิบัติตนที่ถูกต้องในขณะฝนตกตามคำคล้องจองที่ว่า รีบหาที่หลบฝน โดยครูใช้คำถาม

- เด็ก ๆ คิดว่าสถานที่ปลอดภัยที่จะเลือกไปหลบฝนคือที่ใดบ้าง (เด็ก ๆ ตอบอย่างอิสระ เช่น ในบ้าน ใต้ต้นไม้ ในตึก)

3. ครูชักชวนเด็ก ๆ เล่นเกม โดยให้เด็กยืนเป็นวงกลมใหญ่ เคลื่อนไหวร่างกาย หรือเคลื่อนที่ไปตามจังหวะเพลงที่ครูเปิด (เพลงเกี่ยวกับลมฟ้าอากาศ) ในขณะที่เคลื่อนที่ไป ให้รับบัตรภาพจากครู คนละ 1 ชิ้น เมื่อได้รับบัตรภาพครบทุกคนแล้ว ครูปิดเพลง ให้เด็กๆ บอกว่าภาพที่เด็กๆ แต่ละคนได้เป็นภาพอะไร

4. ครูให้เด็ก ๆ อภิบายภาพที่ตนเองได้เป็นการปฏิบัติที่ถูกต้องปลอดภัย หรือ ไม่ถูกต้องไม่ปลอดภัยในเวลาฝนตก เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น โดยครูอาจช่วยถามนำจนครบทุกคน

5. ครูให้เด็ก ๆ แต่ละคนมาติดภาพบนตารางบันทึกผล โดยแยกเป็นการปฏิบัติที่ถูกต้องปลอดภัย และการปฏิบัติตนที่ไม่ปลอดภัย และอธิบายว่าทำไมจึงคิดว่าเป็นการปฏิบัติที่ถูกต้องปลอดภัยหรือไม่ถูกต้อง โดยครูอาจช่วยถามนำ จนครบทุกคน

6. ครูกระตุ้นให้เด็ก ๆ ตั้งคำถามเกี่ยวกับการปฏิบัติตนที่ถูกต้องในขณะฝนตก

เด็ก ๆ ตั้งคำถาม เช่น

- ถ้าฝนตกเราจะทำอย่างไรไม่ให้เปียก
- หมวกจะทำให้ตัวเราไม่เปียกทั้งตัวได้ไหม

เด็ก ๆ ร่วมกันคาดคะเนคำตอบ เช่น

- เราจะสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ฝนตกแล้วไม่เปียกและสามารถจุคนได้หลายคน
- เราจะสร้างหมวกกันฝนที่จะทำให้เราไม่เปียกฝนได้ทั้งตัว

สัปดาห์ที่ 5

วันที่ 2 วันอังคาร

เรื่อง แข็งแรง ปลอดภัย ในฤดูฝน

จุดประสงค์

1. เพื่อให้นักเรียนออกแบบสิ่งประดิษฐ์ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นเสนอความคิดและร่างแบบ

1. เด็ก ๆ ทุกคนออกแบบความคิด ร่างแบบของตนเอง และนำเสนอความคิดการประดิษฐ์ เพื่อนำเสนอสิ่งมีชีวิตที่เด็ก ๆ สนใจ ให้ครูฟัง

2. ให้เด็ก ๆ จับกลุ่มทำสิ่งประดิษฐ์ กลุ่มละ 5 - 6 คน

3. เด็ก ๆ แต่ละกลุ่มร่างแบบการประดิษฐ์ เพื่อนำเสนอสิ่งมีชีวิตที่เด็ก ๆ สนใจ หลาย ๆ แบบ โดยการวาดภาพ 2 มิติ

สัปดาห์ที่ 5

วันที่ 3 วันพุธ

เรื่อง แข็งแรง ปลอดภัย ในฤดูฝน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักเรียนวางแผนการประดิษฐ์ชิ้นงานตามที่ตนเองออกแบบไว้

2. เพื่อให้นักเรียนลงความเห็นในการเลือกสิ่งประดิษฐ์ และอุปกรณ์ในการประดิษฐ์ได้

ขั้นที่ 3 ขั้นระดมความคิด

1. ครูให้เด็ก ๆ วางแผนสิ่งประดิษฐ์ของกลุ่มตนเอง ดังนี้

- กำหนดรูปแบบการนำเสนอสิ่งมี โดยการวาดภาพ 2 มิติ
- กำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์ โดยการร่วมกันคิดอุปกรณ์
- กำหนดขั้นตอนในการทำสิ่งประดิษฐ์ โดยให้เด็กๆ เล่าให้ครูฟัง พูดคุยกับครูว่าจะทำอย่างไร และครูจดบันทึกไว้

2. ครูและเด็ก ๆ ร่วมกันสรุปรูปแบบสิ่งประดิษฐ์ วัสดุอุปกรณ์ และขั้นตอนอีก 1 ครั้ง และให้เด็ก ๆ ช่วยกันหาอุปกรณ์ ถ้ายังขาดอุปกรณ์ ครูเตรียมอุปกรณ์ให้เด็ก ๆ เพิ่ม

สัปดาห์ที่ 5

วันที่ 4 วันพฤหัสบดี

เรื่อง แข็งแรง ปลอดภัย ในฤดูฝน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักเรียนสามารถประดิษฐ์ชิ้นงานตามที่ออกแบบไว้ได้
2. เพื่อให้นักเรียนนำเสนอชิ้นงานและแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน ๆ ได้

ขั้นที่ 4 ขั้นประดิษฐ์

1. ครูและเด็ก ๆ ทบทวนรูปแบบสิ่งประดิษฐ์ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ และขั้นตอนการทำสิ่งประดิษฐ์
2. เด็ก ๆ ร่วมกันทำสิ่งประดิษฐ์ตามแบบ และขั้นตอนที่กำหนดไว้ โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะ

ขั้นที่ 5 ขั้นปรับปรุง

1. ครูให้เด็ก ๆ ออกมานำเสนอชิ้นงานของกลุ่มตนเอง และครูกับเพื่อน ๆ ร่วมกันประเมินการออกแบบและการสร้างสิ่งประดิษฐ์ของแต่ละกลุ่ม และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งอาจเกิดปัญหา เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์ต่อไป

การประเมินผล

เครื่องมือ/วิธีการประเมิน

1. การสังเกต
2. การสอบถาม

แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย

หน่วย : ฝนจ๋า

สาระ : ธรรมชาติรอบตัว

วัตถุประสงค์

1. เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- ทักษะการสื่อความหมาย
- ทักษะการลงความเห็น
- ทักษะการพยากรณ์
2. เพื่อส่งเสริมและพัฒนาเด็กในด้านความคิดสร้างสรรค์

แนวคิดหลัก

การสังเกต ท้องฟ้าและอากาศรอบตัว ทำให้เราสามารถบอกสภาพอากาศได้ ขณะฝนตกอาจเกิดฟ้าร้อง ฟ้าแลบ และฟ้าผ่า หลังฝนตกอาจเกิดรุ้ง เราควรรู้จักการปฏิบัติตนให้เหมาะสมกับสภาพอากาศในขณะฝนตกเพื่อให้ร่างการแข็งแรงและปลอดภัย

เนื้อหา

เมื่ออากาศปลอดโปร่ง พบว่าท้องฟ้าเป็นสีฟ้า ไม่ค่อยมีเมฆ มีแดดจ้า รู้สึกแห้งและอาจมีลมพัดมาเบาๆ เมื่อฝนตก พบว่าท้องฟ้ามืดครึ้ม มีก้อนเมฆสีเทาเข้ม และมีหยดน้ำตกลงมา บางครั้งพบว่ามีลมพัดแรง มีเสียงฟ้าร้อง มองเห็นฟ้าแลบ และอาจมีฟ้าผ่า หลังฝนตก จะพบว่าอากาศเย็นและสิ่งที่อยู่ตามบริเวณต่างๆ เช่น พื้นดิน พื้นหญ้า จะเปียก บางครั้งเมื่อฝนตกไม่หนักหรือหลังฝนหยุดตกใหม่ๆ จะเห็นรุ้งบนท้องฟ้าในด้านตรงกันข้ามกับดวงอาทิตย์ ขณะที่มีฝนตก มีลมพัดแรง มีฟ้าแลบ ฟ้าร้องหรือฟ้าผ่า เราควรอยู่ให้ห่างจากต้นไม้ เสาไฟฟ้า และควรเข้าไปอยู่ในบ้าน หรือในสถานที่ที่ปลอดภัย ถ้าจำเป็นต้องออกนอกบ้าน ต้องกางร่มหรือสวมเสื้อกันฝน

ประสบการณ์สำคัญ

1. อธิบายเชื่อมโยงสาเหตุและเหตุผลที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์
2. การมีส่วนร่วมในการลงความคิดเห็นจากข้อมูลอย่างมีเหตุผล
3. การคาดเดาหรือการคาดคะเนสิ่งที่อาจเกิดขึ้นอย่างมีเหตุผล

กระบวนการจัดกิจกรรม

กระบวนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาปฐมวัย ดังนี้

กิจกรรมเสริมประสบการณ์

1. ขั้นนำ หมายถึง ร่วมกันแสดงความคิดเห็น

2. ขั้นสอน หมายถึง แนะนำอุปกรณ์ สร้างข้อตกลงในการสังเกต เด็กร่วมกันลงความคิดเห็น ตั้งสมมติฐาน และมีส่วนร่วมในการบันทึกผลโดยการวาดภาพประกอบ

3. ขั้นสรุป หมายถึง ร่วมกันอภิปรายเชื่อมโยงเหตุและผลที่เกิดขึ้น

กิจกรรมศิลปะสร้างสรรค์และเล่นตามมุม

1. แนะนำกิจกรรม/มุม

2. เลือกกิจกรรม

3. นำเสนอ

สัปดาห์ที่ 5

เรื่อง แข็งแรง ปลอดภัย ในฤดูฝน

จุดประสงค์

1. เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติตนได้เหมาะสม ในขณะฝนตก และพยากรณ์คำตอบจากคำถามของครู

กิจกรรมเสริมประสบการณ์

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ

1. ครูให้เด็ก ๆ นั่งเป็นวงกลมวงใหญ่ แตะสัมผัสร่างกาย 3 ส่วน เช่น หัว ไหล่ ขา ประกอบเนื้อเพลงฝนที่พูดเป็นคำคล้องจอง

ฝนตกลงมา	รีบหาที่หลบฝน
อย่ามัวซุกซน	เล่นน้ำฝนจะเป็นหวัดไป
ฝนตกพรำพรำ	ต้นไม้ ชื่นฉ่ำ ดูสดใส
แผ่กิ่งก้านไป	ชูช่อไสวงามตา

ขั้นที่ 2 ขั้นสอน

1. เด็กจับฉลากภาพอุปกรณ์กับฝน และเล่นบทบาทสมมติการใช้อุปกรณ์ตามภาพให้เพื่อนทายโดยเลือกภาพประกอบเหตุการณ์ฝนตก

2. เด็กร่วมสนทนาและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น และวิธีการแก้ปัญหาเมื่อฝนตกแต่เด็กไม่มีอุปกรณ์กันฝน

3. เด็กจัดกลุ่ม ๆ ละ 4 - 5 คน สนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหา และวาดภาพแสดงวิธีการแก้ปัญหาเมื่อฝนตกแต่เด็กไม่มีอุปกรณ์กันฝน และเลือกวิธีการแก้ปัญหา 1 วิธี มานำเสนอให้กลุ่มใหญ่ฟัง โดยครูคอยช่วยชี้แนะ

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป

เด็กและครูร่วมกันร้องเพลงและทำท่าทางประกอบเพลงหลบฝน

กิจกรรมศิลปะสร้างสรรค์

1. ครูและเด็กร่วมกันร้องเพลงเสียงฝน
2. ครูแนะนำกิจกรรมสร้างสรรค์ ประกอบด้วย

- วาดภาพอิสระด้วยสีเทียน
- วาดภาพอิสระด้วยสีโปสเตอร์
- ปั้นดินน้ำมัน

3. เด็กเลือกทำกิจกรรมสร้างสรรค์ 2 กิจกรรม ตามความสนใจ เมื่อทำผลงานเสร็จให้นำมาบรรยายให้ครูฟัง

4. เด็กนำผลงานออกมานำเสนอ ให้เพื่อนถามคำถามหรือแสดงความคิดเห็น

การประเมินผล

เครื่องมือ/วิธีการประเมิน

1. การสังเกต
2. การสอบถาม

ภาคผนวก ค

หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ที่ ศธ.๐๕๕๐.๙/ว ๑๒๔

สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
อ. พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา ๑๓๐๐๐

๑๐ พฤษภาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผศ.ดร.ศศิธร จันทมฤก

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ และแบบแสดงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวศิริเพ็ญ กิจกระจ่าง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาผลการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย" ภายใต้การควบคุมของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ดร.สุภัทรา คงเรือง และ ดร.อมรรัตน์ สนั่นเสียง

ในการนี้คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับการจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลพร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นตามแบบฟอร์มที่แนบมาพร้อมนี้แล้ว ทั้งนี้เพื่อนำผลที่ได้มาเป็นแนวทางปรับปรุงแก้ไขให้เครื่องมือมีคุณภาพและเหมาะสมกับการเก็บรวมรวบข้อมูลประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในโอกาสต่อไป

สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านรับเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ของนางสาวศิริเพ็ญ กิจกระจ่าง และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรนันท สุรชาตรี)
รองผู้อำนวยการสำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา

สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา
โทร/โทรสาร ๐-๓๕๓๒-๒๐๘๓

ที่ ศธ.๐๕๕๐.๙/ว ๑๒๔

สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
อ. พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา ๑๓๐๐๐

๑๐ พฤษภาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ดร.แสน สมนึก

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ และแบบแสดงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวศิริเพ็ญ กิจกระจ่าง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาผลการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย" ภายใต้การควบคุมของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ดร.สุภัทรา คงเรือง และ ดร.อมรรัตน์ สนั่นเสียง

ในการนี้คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับการจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลพร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นตามแบบฟอร์มที่แนบมาพร้อมนี้แล้ว ทั้งนี้เพื่อนำผลที่ได้มาเป็นแนวทางปรับปรุงแก้ไขให้เครื่องมือมีคุณภาพและเหมาะสมกับการเก็บรวมรวบข้อมูลประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในโอกาสต่อไป

สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านรับเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ของนางสาวศิริเพ็ญ กิจกระจ่าง และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรนันท สุรชาตรี)
รองผู้อำนวยการสำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา

สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา
โทร/โทรสาร ๐-๓๕๓๒-๒๐๘๓

ที่ ศธ.๐๕๕๐.๙/ว ๑๒๔

สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
อ. พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา ๑๓๐๐๐

๑๐ พฤษภาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน อาจารย์จิราภรณ์ มีสง่า

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ และแบบแสดงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวศิริเพ็ญ กิจกระจ่าง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาผลการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย" ภายใต้การควบคุมของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ดร.สุภัทรา คงเรือง และ ดร.อมรรัตน์ สนั่นเสียง

ในการนี้คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับการจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลพร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นตามแบบฟอร์มที่แนบมาพร้อมนี้แล้ว ทั้งนี้เพื่อนำผลที่ได้มาเป็นแนวทางปรับปรุงแก้ไขให้เครื่องมือมีคุณภาพและเหมาะสมกับการเก็บรวมรวบข้อมูลประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในโอกาสต่อไป

สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านรับเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ของนางสาวศิริเพ็ญ กิจกระจ่าง และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรนันท สุรชาตรี)
รองผู้อำนวยการสำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา

สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา
โทร/โทรสาร ๐-๓๕๓๒-๒๐๘๓

ที่ ศธ.๐๕๕๐.๙/ว ๑๒๔

สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
อ. พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา ๑๓๐๐๐

๑๐ พฤษภาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน นางมาริสา วงศ์สุกรรม

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ และแบบแสดงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวศิริเพ็ญ กิจกระจ่าง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาผลการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย" ภายใต้การควบคุมของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ดร.สุภัทรา คงเรือง และ ดร.อมรรัตน์ สนั่นเสียง

ในการนี้คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับการจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลพร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นตามแบบฟอร์มที่แนบมาพร้อมนี้แล้ว ทั้งนี้เพื่อนำผลที่ได้มาเป็นแนวทางปรับปรุงแก้ไขให้เครื่องมือมีคุณภาพและเหมาะสมกับการเก็บรวมรวบข้อมูลประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในโอกาสต่อไป

สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านรับเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ของนางสาวศิริเพ็ญ กิจกระจ่าง และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรนันท สุรชาตรี)
รองผู้อำนวยการสำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา

สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา
โทร/โทรสาร ๐-๓๕๓๒-๒๐๘๓

ที่ ศธ.๐๕๕๐.๙/ว ๑๒๔

สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
อ. พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา ๑๓๐๐๐

๑๐ พฤษภาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน นางกอบกุล บุญเรือง

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ และแบบแสดงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวศิริเพ็ญ กิจกระจ่าง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาผลการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย" ภายใต้การควบคุมของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ดร.สุภัทรา คงเรือง และ ดร.อมรรัตน์ สนั่นเสียง

ในการนี้คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับการจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลพร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นตามแบบฟอร์มที่แนบมาพร้อมนี้แล้ว ทั้งนี้เพื่อนำผลที่ได้มาเป็นแนวทางปรับปรุงแก้ไขให้เครื่องมือมีคุณภาพและเหมาะสมกับการเก็บรวมรวบข้อมูลประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในโอกาสต่อไป

สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านรับเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ของนางสาวศิริเพ็ญ กิจกระจ่าง และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรนันท สุรชาตรี)
รองผู้อำนวยการสำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา

สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา
โทร/โทรสาร ๐-๓๕๓๒-๒๐๘๓

ที่ ศธ ๐๕๕๐.๙ / ๑๔๖

สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
ถนนปรีดีพนมยงค์ ตำบลประตูชัย
อำเภอพระนครศรีอยุธยา
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ๑๓๐๐๐

๑๕ พฤษภาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านอ่างหิน

ด้วย นางสาวศิริเพ็ญ กิจกระจ่าง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาผลการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย" ภายใต้การควบคุมของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ดร.สุภัทรา คงเรือง และ ดร.อมรรัตน์ สนั่นเสียง ในการนี้นักศึกษาจำเป็นต้องขอเก็บข้อมูลจากนักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ ๓ ที่อยู่ในโรงเรียนที่ท่านรับผิดชอบ เพื่อดำเนินการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อความสมบูรณ์ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรนันท สุรชาตรี)
รองผู้อำนวยการสำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา

สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา
โทร/โทรสาร. ๐-๓๕๓๒-๒๐๘๓

โรงเรียนบ้านหนองตายอด
เลขที่รับ 542/62
วันที่ 28/พ.ค./62 เวลา 10.30
ลงชื่อ

ที่ ศธ. ๐๕๕๐.๙ /ว.๑๔๕

สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
ถนนปรีดีพนมยงค์ ตำบลประตูชัย
อำเภอพระนครศรีอยุธยา
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ๑๓๐๐๐

๑๙ พฤษภาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียน

ด้วย นางสาวศิริเพ็ญ กิจกระจ่าง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาผลการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย" ภายใต้การควบคุมของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ดร.สุภัทรา คงเรือง และ ดร.อมรรัตน์ สนั่นเสียง ในการนี้นักศึกษาจำเป็นต้องขอเก็บข้อมูลจากนักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ ๓ ที่อยู่ในโรงเรียนที่ท่านรับผิดชอบ เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อความสมบูรณ์ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความกรุณาจากท่าน และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.นริสานันท์ เตชสุระ)
ผู้อำนวยการสำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านหนองตายอด
☑ เพื่อทราบ
☑ พิจารณาสั่งการ
○ พิจารณาดำเนินการ
ด้วย มหาวิทยาลัยราชภัฏอยุธยา เรื่อง ขอความอนุเคราะห์นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลทำวิทยานิพนธ์ เห็นควรสั่ง ครูสำนวย
ลงชื่อ
28/พ.ค./62
สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา
โทร/โทรสาร ๐-๓๕๓๒-๒๐๘๓

- ทราบ
- เจ้าครูสำนวย เป็นผู้ประสานงานและอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลของนักศึกษาด้วย
29 พ.ค. 62

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล	นางสาวศิริเพ็ญ กิจกระจ่าง
วัน เดือน ปีเกิด	4 พฤศจิกายน พ.ศ. 2532
สถานที่เกิด	จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
ที่อยู่ปัจจุบัน	20/5 หมู่ 7 ตำบลแก้วฟ้า อำเภอบางซ้าย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครูผู้ช่วย
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนบ้านหนองตายอด อำเภอห้วยกระเจา จังหวัดกาญจนบุรี
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2539	ประถมศึกษา โรงเรียนวัดวังชะโด อำเภอบางซ้าย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
พ.ศ. 2545	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบางซ้ายวิทยา อำเภอบางซ้าย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
พ.ศ. 2551	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบางซ้ายวิทยา อำเภอบางซ้าย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
พ.ศ. 2554	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
พ.ศ. 2560	ประกาศนียบัตรวิชาชีพครู มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
พ.ศ. 2563	ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา