รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

The Development of Science Camp Learning Activities Using STEM Education for Prathomsuksa 5 Students.

คงศักดิ์ วัฒนะโชติ

วัฒนาพร ดวงดีวงศ์

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้

กองทุนเพื่อการวิจัย

โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก โรงเรียนสาธิต “ พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ที่สนับสนุนการดำเนินงานวิจัย และดร.สมศิริ สิงห์ลพ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียด ถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบ รวมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ นอกจากนี้ ยังได้รับความอนุเคราะห์จากท่านผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ตลอดจนเพื่อนครูและนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2565 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าดำเนินการทำงานวิจัย ศึกษา ทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ และประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

คงศักดิ์ วัฒนะโชติ

วัฒนาพร ดวงดีวงศ์

ชื่องานวิจัย :	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
คำสำคัญ:	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้/ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา/ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา/ความคิดสร้างสรรค์/จิตวิทยาศาสตร์
ผู้วิจัย:	ผู้ช่วยศาสตราจารย์คงศักดิ์ วัฒนะโชติ, วัฒนาพร ดวงดีวงศ์
หน่วยงาน:	โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา
ปีงบประมาณ:	2565
ทุนอุดหนุนการวิจัย:	งบประมาณเงินรายได้ กองทุนเพื่อการวิจัย โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2565

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเข้าร่วมและหลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และเพื่อศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 72 คนโดยการรับสมัครนักเรียนตามความสนใจ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย กิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบประเมินวัดความคิดสร้างสรรค์และแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติค่าเฉลี่ยของคะแนน $\bar{X}$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และสถิติ t-test แบบ Dependentsample

ผลการวิจัยพบว่า

1.ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาได้คะแนนเฉลี่ย 2.71 มีระดับคุณภาพดีมาก

3. จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาทุกด้านได้คะแนนเฉลี่ย 4.35 มีจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี

Research Title: The Development of Science Camp Learning Activities Using STEM Education for Prathomsuksa 5 Students

Keywords: The Development of Learning Activities / Science Camp Learning Activities Using STEM Education /Scientific Problem Solving / Scientific Creativity / Scientific Mind

Author Researches: Kongsak. Wattanachod And Wattanapron Duangdeewong

Department: "Piboonbumpen" Demonstration School, Burapha University.

Research Scholarships sponsor: Budget Revenues, Research Fund, "Piboonbumpen" Demonstration School, Burapha University: Annual Budget 2022

Abstract

The research aims to study scientific problem solving ability for prathomsuksa5 students which compared the scientific problem solving ability before – after entered STEM Science camp and to study scientific mind after entered STEM Science camp for prathom suksa5 students. The sample are prathom suksa5 students in the second semester of the 2022 academic year at Piboonbumpen Demonstration School, Burapha University. The sample size are 72, using the purposive sampling method. The research instruments comprised a STEM science camp learning activity, a test of scientific problem solving ability, a test of creative thinking and a test of scientific mind. The statistics employed for data analysis were the mean ($\bar{x}$), standard deviation (*SD*) and dependent t-test.

The results of research were as follows:

1. The scientific problem solving ability of prathom suksa5 students after entered the camp was higher than before the camp at significance level of .05

2. After learning with the activities, the mean score of prathom suksa5 students according

to the ability level of scientific creativity toward STEM science camp learning activities (M=2.7) was at an excellent level.

3. After learning with the activities, the mean score of prathom suksa5 students according to the scientific mind toward STEM science camp learning activities (M=4.35) was at good level in all aspects.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

สารบัญ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ซ

สารบัญภาพ..... ญ

บทที่

1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 7

สมมติฐานการวิจัย..... 8

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 8

ขอบเขตของการวิจัย..... 8

กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 9

นิยามศัพท์เฉพาะ..... 10

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 15

ค่ายวิทยาศาสตร์..... 16

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา..... 20

ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา..... 32

ความคิดสร้างสรรค์..... 44

จิตวิทยาศาสตร์..... 60

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 69

3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 70

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... 70

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 70

การสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพเครื่องมือ..... 71

ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาค้นคว้า..... 78

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... 79

สารบัญ (ต่อ)

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 83

5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ..... 91

สรุปผลการวิจัย..... 91

อภิปรายผลการวิจัย..... 91

ข้อเสนอแนะ..... 95

เอกสารอ้างอิง..... 96

ภาคผนวก..... 98

ภาคผนวก ก..... 99

ภาคผนวก ข..... 106

ภาคผนวก ค..... 162

ประวัติย่อของผู้วิจัย..... 187

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันโลกเป็นยุคที่มีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว อันสืบเนื่องมาจากการใช้เทคโนโลยีเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ ของทุกภูมิภาคของโลกเข้าด้วยกัน กระแสการปรับเปลี่ยนทางสังคมที่เกิดขึ้นในโลกในศตวรรษที่ 21 เป็นโลกที่ไม่หยุดนิ่ง เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว คนที่จะอยู่ได้อย่างสอดคล้องกับสังคมในยุคใหม่ จึงต้องฝึกความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ซึ่งจริงแล้วมีอยู่ในความเป็นมนุษย์แต่การเรียนรู้และการฝึกฝนที่ดีจะช่วยให้แหลมคม ฉับไว และอดทน คนที่มีทักษะนี้สูงจะได้งานที่ดีกว่า ชีวิตที่ก้าวหน้ากว่า และจะทำประโยชน์ให้แก่สังคมแก่โลกได้ดีกว่า (วิจารณ์ พานิช, 2555 หน้า. 33) ซึ่งส่งผลต่อวิถีการดำรงชีพของสังคมอย่างทั่วถึง ครูจึงต้องมีความตื่นตัวและเตรียมพร้อมในการจัดการเรียนรู้เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียนมีทักษะสำหรับการออกไปดำรงชีวิตในโลกในศตวรรษที่ 21 ที่เปลี่ยนไปจากศตวรรษที่ 20 และ 19 โดยทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่สำคัญที่สุด คือ ทักษะการเรียนรู้ (Learning Skill) ที่ประกอบไปด้วย ความรู้ ความสามารถ และทักษะจำเป็น ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ซึ่งเป็นผลจากการปฏิรูปเปลี่ยนแปลงรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ตลอดจนการเตรียมความพร้อมด้านต่าง ๆ ที่เป็นปัจจัยสนับสนุนที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ดังกล่าว ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม จะเป็นตัวกำหนดความพร้อมของนักเรียนเข้าสู่โลกการทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในปัจจุบัน ได้แก่ ความริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรม การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา การสื่อสารและการร่วมมือ ดังนั้นทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) จึงเป็นทักษะพื้นฐานที่มนุษย์ในศตวรรษที่ 21 ทุกคนต้องเรียน เพราะโลกเปลี่ยนแปลงเร็วขึ้นเรื่อย ๆ และมีความซับซ้อนมากขึ้น คนที่ขาดในทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรมก็จะทำให้การดำเนินชีวิตไม่เป็นไปตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

จากการปฏิรูปการเรียนรู้ตามแนวทางพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้กำหนดแนวทางการจัดการศึกษาที่ยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษา ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ การจัดกระบวนการเรียนรู้ต้องผสมผสานสาระความรู้ต่าง ๆ ต้องมีลักษณะหลากหลายตามความเหมาะสมของแต่ละระดับ (สุพล วังสินธ์, 2545) ผู้เรียนจะต้องมี

ทักษะและกระบวนการ โดยเฉพาะทักษะทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดแก้ปัญหา และทักษะในการดำเนินชีวิต โดยมีผู้เรียนเป็นส่วนร่วมในการเรียนการสอน เน้นการฝึกทักษะกระบวนการคิด เมื่อผู้เรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐานต้องมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง ซึ่งทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาถือว่าเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่สุดของทักษะการคิดทั้งมวล และเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตในสังคม ในปัจจุบันบุคคลใดมีความสามารถในทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาที่ดี จะช่วยให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้ เพราะจะต้องมีพื้นฐานความรู้ดีและรู้จักคิดรู้จักแก้ปัญหาในหลายรูปแบบ ต้องติดตาม มองเห็นและรับรู้ปัญหาของสังคม และการที่จะแก้ปัญหาได้ จะต้องศึกษาปัญหา ศึกษาที่มาสาเหตุของปัญหา คิดค้นหาวิธีการแก้ไขด้วยวิธีการที่เหมาะสมที่สุด โดยการคิดหาวิธีการซึ่งอาจได้มาจากการศึกษาหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ทั้งแหล่งข้อมูลที่เป็นบุคคล ผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญ มีประสบการณ์หรือศึกษาจากแหล่งข้อมูลอ้างอิงเอกสารฐานข้อมูลต่าง ๆ ที่น่าเชื่อถือ แล้วจึงตัดสินใจและเลือกวิธีที่ดีที่สุดในการตัดสินใจแก้ปัญหา ผู้สอนหรือผู้ที่เกี่ยวข้องควรจัดประสบการณ์ สถานการณ์ กิจกรรมที่เหมาะสมเอื้อต่อการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน

ในปัจจุบันนี้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นเน้นการถ่ายทอดความรู้จากผู้สอนมากกว่าที่จะให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติอย่างเป็นระบบ จึงทำให้ผู้เรียนขาดทักษะกระบวนการคิดในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาแนวคิดในการจัดการศึกษาของไทยในปัจจุบันเปลี่ยนแปลงหลาย ๆ ด้านทั้งด้านคุณภาพและปริมาณ กล่าวคือ มีการเน้นคุณภาพความสามารถของผู้สอน ลดปริมาณ ความซับซ้อนของเนื้อหา มีการนำผลการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ด้านสมองและจิตวิทยาการเรียนรู้ของมนุษย์มาปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการศึกษาทุกระดับทั้งในการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน และอุดมศึกษา มีการศึกษาวิจัยและนำผลการวิจัยมาปรับเปลี่ยนการจัดการศึกษาให้มีคุณภาพมากขึ้น มีการจัดการประชุมเชิงวิชาการจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องเพื่อกระตุ้นให้นักการศึกษาได้เห็นความสำคัญและนำไปใช้เพื่อขับเคลื่อนนโยบายทางการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ในส่วนของผู้ปฏิบัติการ ได้แก่ ครูอาจารย์ ก็มีการปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนการสอนให้ความสำคัญและให้ผู้เรียนมีบทบาทมากขึ้นมีการใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนรูปแบบต่าง ๆ มาใช้เพื่อพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการคิด เช่น การจัดการสอนแบบบูรณาการ การสอนโดยใช้โครงงาน การสอนโดยใช้วิจัยเป็นฐาน ฯลฯ จากการปรับเปลี่ยนกระบวนทัศน์ในการจัดการศึกษาของไทยดังตัวอย่างที่กล่าวข้างต้นนี้ย่อมแสดงให้เห็นถึงความพร้อมของไทยและในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เป็นไปตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดจะต้องมีการจัดกิจกรรมหลากหลาย เพื่อพัฒนา

ศักยภาพและทักษะต่าง ๆ ของนักเรียนให้เต็มศักยภาพ ผู้ที่มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างฉับไวและเหมาะสม จะสามารถดำเนินชีวิตไปตามจุดหมายปลายทางได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งยังเป็น ผู้ที่ได้รับการยอมรับและเป็นที่เชื่อถือของสังคม การคิดจึงเป็นหนทางที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาของมนุษย์ จึงควรอย่างยิ่งที่จะต้องหันมาให้ความสนใจกันอย่างจริงจังเพื่อพัฒนาและเสริมสร้างทักษะความคิด ให้แก่เด็กและเยาวชน (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ, 2551, หน้า. 36-37) สิ่งสำคัญอย่างหนึ่งในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการแก้ปัญหา เนื่องจากการส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาโดยใช้ปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเป็นจุดเริ่มต้นของการแสวงหาความรู้ และกระตุ้นให้เกิดการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ จะสามารถให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา มีขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหาให้สามารถบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ได้ โดยพิจารณาจากเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน มีกิจกรรมหรือสิ่งเร้าให้นักเรียนมองเห็นปัญหา ครูแนะนำวิธีการวางแผนแก้ปัญหา เก็บรวบรวมข้อมูล และการประเมินผลให้นักเรียนเข้าใจ ส่งผลให้นักเรียนสามารถ ที่จะดำเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหา จนกระทั่งสรุปผลการแก้ปัญหาได้ (Sinthaphanon,et al, 2012, p.140) และความคิดสร้างสรรค์ก็นับว่าเป็นความสามารถที่สำคัญอย่างหนึ่ง ซึ่งมีคุณภาพมากกว่าความสามารถด้านอื่น ๆ และเป็นปัจจัยที่จำเป็นอย่างยิ่งในการส่งเสริมความเจริญก้าวหน้าของประเทศชาติ ประเทศใดก็ตามที่แสวงหาพัฒนา และดึงเอาศักยภาพเชิงสร้างสรรค์ของประชาชนในชาติออกมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้มากเท่าใด ก็ยิ่งมีโอกาสพัฒนาและเจริญก้าวหน้าได้มากเท่านั้น (อารี พันธ์มณี, 2557, หน้า 2) ผลการประเมินของนักเรียนไทยจากโครงการ PISA ในรอบที่ผ่าน ๆ มา สะท้อนว่าประเทศของเราจำเป็นต้องยกระดับคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างเร่งด่วนให้ทัดเทียมกับนานาชาติ เนื่องจากการประเมินผลทั้งในระดับประเทศและระดับนานาชาติ บ่งชี้ว่าการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในระดับโรงเรียนมีคุณภาพต่ำโดยเฉลี่ย ประกอบกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลก กระทรวงศึกษาธิการจึงวางนโยบายเพื่อยกระดับคุณภาพการศึกษาของประเทศให้สูงขึ้น และใช้คะแนน PISA เป็นตัวชี้วัด โดยมีเป้าหมายว่าภายในปี 2567 ผลการจัดอันดับการศึกษาไทยในการสอบ PISA ต้องอยู่ในอันดับที่สูงขึ้น ผลการประเมินวิทยาศาสตร์ของไทยตั้งแต่ PISA 2000 ถึง PISA 2018 พบว่า ผลการประเมินวิทยาศาสตร์ของไทยไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบผลการประเมินวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยต่างกลุ่มโรงเรียนกับประเทศ/เศรษฐกิจ ที่เข้าร่วมการประเมิน พบว่านักเรียนจากกลุ่มโรงเรียนเน้นวิทย์มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับเดียวกับกลุ่มประเทศ/เศรษฐกิจ ที่มีคะแนนวิทยาศาสตร์สูงสุดห้าอันดับแรก ทั้งนี้ ผลการประเมินวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยต่างกลุ่มโรงเรียน เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยของประเทศ และค่าเฉลี่ย OECD พบว่า 1. กลุ่มโรงเรียนที่มีคะแนนวิทยาศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศและค่าเฉลี่ย OECD มีสองกลุ่มโรงเรียน ได้แก่ กลุ่ม

โรงเรียนเน้นวิทย์ และกลุ่มโรงเรียนสาธิต 2. กลุ่มโรงเรียนที่มีคะแนนวิทยาศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศแต่ต่ำากว่าค่าเฉลี่ย OECD มีสองกลุ่มโรงเรียน ได้แก่ กลุ่มโรงเรียน สช. และกลุ่มโรงเรียน สพฐ. (มัธยมศึกษา) 3. กลุ่มโรงเรียนที่มีคะแนนวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศและค่าเฉลี่ย OECD มีสี่กลุ่มโรงเรียน ได้แก่ กลุ่มโรงเรียน กทม. กลุ่มโรงเรียน สพฐ. (ขยายโอกาส) กลุ่มโรงเรียน อปท. และกลุ่ม โรงเรียน สอศ. ซึ่งการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างโรงเรียนต่างกลุ่มโดยเปรียบเทียบแบบ Multiple Comparison ของนักเรียนจากแต่ละกลุ่ม ยังพบว่า กลุ่มโรงเรียนเน้นวิทย์มีคะแนนสูงกว่าทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มโรงเรียนสาธิตมีคะแนนสูงกว่าทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ต่ำกว่ากลุ่มโรงเรียนเน้นวิทย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับกลุ่มโรงเรียนอื่น ๆ และเมื่อพิจารณาตั้งแต่รอบการประเมินที่วิทยาศาสตร์เป็นการประเมินหลัก คือ PISA 2006 จนกระทั่ง ถึงการประเมินล่าสุด คือ PISA 2018 พบว่า แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงผลการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนไทยตามกลุ่มโรงเรียน สามารถสรุปได้ดังนี้ กลุ่มโรงเรียนที่มีแนวโน้มผลการประเมินวิทยาศาสตร์ลดลง ได้แก่ กลุ่มโรงเรียนสาธิต กลุ่มโรงเรียน อปท. และกลุ่มโรงเรียน สอศ. นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยต่างกลุ่มโรงเรียน พบว่า กลุ่มโรงเรียนเน้นวิทย์มีนักเรียนร้อยละ 99.9 และกลุ่มโรงเรียนสาธิตมีนักเรียนร้อยละ 95.2 ที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับ 2 ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 56 ค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิกOECD ร้อยละ 78 จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยร้อยละความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโรงเรียนสาธิต ยังมีค่าเฉลี่ยร้อยละน้อยเมื่อเทียบกับกลุ่มประเทศสมาชิก OECD และกลุ่มโรงเรียนเน้นวิทย์ (ผลการประเมินการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ PISA 2018, PISA THAILAND สถาบันส่งเสริมการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ: 193-198) ผลการประเมิน PISA ดังที่กล่าวมาสามารถบ่งชี้ได้ว่านักเรียนไทยยังต้องจำเป็นในการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์ ที่ต้องมุ่งเน้นพัฒนาความรู้ ทักษะด้านการคิดในการแก้ปัญหา การคิดอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งยังสามารถพัฒนาไปสู่สมรรถนะการคิดขั้นสูง การรวมพลังทำงานเป็นทีมได้ และยังสามารถปลูกฝังจิตวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับตัวของนักเรียนได้ เมื่อเกิดพัฒนาองค์ความรู้และทักษะขั้นพื้นฐานที่จำเป็นในการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างทั่วถึงแล้วนั้นก็จะทำให้ประเทศไทยมีความก้าวหน้าได้มากขึ้น

จากการศึกษา การค้นคว้า เอกสารงานวิจัยต่าง ๆ พบว่ากิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อีกรูปแบบหนึ่งที่มีคุณค่าที่จัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ขยายขอบเขตจากการทำกิจกรรมในห้องเรียน ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ สังเกตสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติในท้องถิ่นที่สำคัญ เป็นกิจกรรมที่เน้นกระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูง การแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และสร้างความรู้ด้วย

ตนเองจากการเรียนรู้ในกลุ่ม เป็นการฝึกทักษะทางสังคมในการทำงานร่วมกัน ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้เป็นเป้าหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับแนวปฏิรูปการเรียนรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นทักษะการคิดที่จำเป็นและมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของบุคคล ในสังคม เพราะการดำรงชีวิตในสังคมนั้น บุคคลจะต้องเผชิญกับปัญหาอยู่เสมอ ทั้งนี้เนื่องจากปัญหาเป็นกิจกรรม ที่เกิดขึ้นตลอดชีวิตของบุคคล บุคคลที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาและสามารถเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตได้อย่างเหมาะสม จะทำให้สามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข จึงจำเป็นที่บุคคลต้องเรียนรู้วิธีแก้ปัญหาเพื่อจะได้สามารถกระทำสิ่งต่าง ๆ ให้บรรลุจุดมุ่งหมายในการดำเนินชีวิต ซึ่งผู้ที่มีทักษะการคิดแก้ปัญหาจะสามารถเผชิญกับสภาวะสังคมที่สับสนวุ่นวายได้อย่างเข้มแข็ง (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2551, หน้า. 150) การจัดการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์จึงเป็นกิจกรรมหนึ่งที่ทำให้นักเรียนได้มารวมกลุ่มการเรียนรู้ร่วมกันในแหล่งการเรียนรู้และมีเวลาทำกิจกรรมทั้งทางวิชาการและกิจกรรมทางสังคมที่ในเวลาปกติไม่สามารถจัดได้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, หน้า. 2) ได้ให้ความเห็นว่าการจัดค่ายวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการสังเกต สำรวจและรวบรวมข้อมูล เรียนรู้จากแหล่งการเรียนรู้ธรรมชาติมนท้องถิ่นและชุมชน และยังเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิดระดับสูง ได้แก่ คิดแก้ปัญหา คิดวิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์ คิดริเริ่มสร้างสรรค์ และความสามารถในการตัดสินใจ นอกจากนี้วิธีการที่จะสามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเสริมสร้างกระบวนการคิดแก้ปัญหา มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และส่งผลต่อการเรียนที่มีประสิทธิภาพตลอดจนสร้างจิตวิทยาศาสตร์ที่ดีต่อการเรียนรู้ของนักเรียน คือการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวคิดที่น่าสนใจที่ผู้วิจัยใช้ในการจัดกิจกรรมด้วย กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ในปัจจุบัน การเรียนรู้เนื้อหาสาระวิชาต่าง ๆ ควรเป็นการเรียนจากการศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเองของนักเรียน โดยครูเป็นผู้แนะนำ และออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละคนสามารถประเมินความก้าวหน้าของการเรียนรู้ของตนเองได้ (วิจารณ์ พานิช, 2555, หน้า. 16) ประกอบกับเน้นพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนควบคู่กันไปด้วย การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะกระตุ้นการคิดของผู้เรียนนั้นกิจกรรมต้องมีความแปลกใหม่ ท้าทาย และน่าสนใจ กับสังคมปัจจุบัน การเรียนรู้และฝึกฝนทักษะต่าง ๆ ผ่านหุ่นยนต์ (Robot) เป็นกิจกรรมที่สามารถกระตุ้นทักษะการเรียนรู้ได้อย่างมาก และปัจจุบันได้เป็นที่ยอมรับว่าหุ่นยนต์เป็นเทคโนโลยีที่มีความสำคัญและมีบทบาทต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ เช่น หุ่นยนต์ช่วยในการเป็นพนักงานเสิร์ฟ หรือ หุ่นยนต์ในวงการแพทย์ เป็นต้น ซึ่งการเรียนรู้ในลักษณะนี้เป็นการเชื่อมโยงความรู้บูรณาการสาระต่าง ๆ สำหรับนักเรียนได้เป็นอย่างดี สร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีทัศคติที่ดีต่อ

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์จนนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆได้ และปัจจุบันกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ยังคงมีปัญหา เพราะที่ผ่านมายังเน้นการท่องจำเนื้อหามากกว่าการคิดวิเคราะห์และการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง กระบวนการเรียนการสอนที่เป็นอยู่ในปัจจุบันทำลายศักยภาพของเด็ก เพราะเน้นท่องจำเพียงอย่างเดียวไม่ได้พัฒนากระบวนการคิด เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่นคุณภาพการศึกษาของไทยยังด้อยกว่าทั้งในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และอุดมศึกษา (ชาญณรงค์ พรรุ่งไรจน์, 2546, หน้า 82-84) การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นแนวทางใหม่ในการจัดการศึกษาสายวิทยาศาสตร์ที่เน้นบูรณาการ การเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี จุดเด่นของสะเต็มศึกษา คือ เน้นบูรณการและนำไปใช้แก้ปัญหาด้วยกระบวนการใหม่ ๆ สร้างสรรค์สิ่งใหม่มุ่งฝึกฝนสร้างผู้เรียนให้เกิดทักษะในการนำองค์ความรู้ไปใช้ประโยชน์ สามารถเชื่อมโยงสู่การประกอบอาชีพรวมทั้งการดำเนินชีวิตอย่างมีคุณภาพในสังคมและเศรษฐกิจอนาคตซึ่งเป็นโลกแห่งการแข่งขันในอนาคต ซึ่งสะเต็มศึกษา มีจุดเริ่มต้นมาจากประเทศสหรัฐอเมริกา โดยพบว่าผลการทดสอบโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment หรือ PISA) และทดสอบด้านคณิตวิทยาศาสตร์ระดับสากล (Trends in International Mathematics and Science Study หรือ TIMSS) ของสหรัฐอเมริกานั้นต่ำกว่าหลายประเทศ คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความถดถอยของการจัดการศึกษาในปี ค.ศ. 2006 เมื่อเทียบกับปี ค.ศ. 2003 รวมทั้งรายงานของ Phi Delta Kappan ที่ ประเมินว่านักเรียนอเมริกันทำคะแนนได้ต่ำที่สุดในโจทย์แก้ปัญหา (Bellanca & Brandt, 2010; Dejarnette, 2012) นอกจากนั้นนักเรียนนักศึกษาที่สนใจเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ลดจำนวนลง ประชากรวัยทำงานทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมเองก็มีจำนวนน้อยลงเช่นกัน ในการนี้ ผลการศึกษาระบุว่าประชากรมีระดับคุณภาพที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกด้านวิทยาศาสตร์และกำลังทำงานนั้นส่วนใหญ่เป็นคนต่างชาติมากกว่าเป็นชาวอเมริกันเอง นั่นหมายถึงการขาดแคลนทรัพยากรมนุษย์ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านเศรษฐกิจตามมา ดังนั้นนโยบายการศึกษาแบบ สะเต็มศึกษา จึงเป็นแนวทางที่จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ โดยคาดหวังว่าจะช่วยยกระดับผลการทดสอบต่าง ๆ เช่น PISA ให้สูงขึ้น ส่งผลให้ประชากรมีคุณภาพและส่งผลให้สามารถแก้ปัญหาของชาติในด้านอื่น ๆ ได้ (Rachel, 2008) นอกจากประเทศสหรัฐอเมริกาแล้ว ในประเทศอื่น ๆ ต่างก็ตื่นตัวและให้ความสนใจสะเต็มศึกษา เช่นกัน อาทิในประเทศจีน อินเดีย ฯลฯ โดยในปี 2558 ประเทศจีนจะผลิตบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ STEM Degree ประมาณ 3.5 ล้านคน ซึ่งไม่รวมในระดับปริญญาโท และปริญญาเอก โดยจำนวนบัณฑิตที่จีนจะผลิตนั้นมีจำนวนเกินครึ่งของที่ทุกประเทศรวมกันผลิต ซึ่งแสดงถึงความสำคัญของสถานการณ์

สะเต็มศึกษา ในอนาคต ส่วนในประเทศไทยขณะนี้ภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง เช่น สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี (สสวท.) ก็ได้ให้ความสำคัญและศึกษาแนวทางเพื่อ จะได้ใช้ สะเต็มศึกษา ในการเรียนการสอนต่อไป

ทั้งนี้ โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา มีนโยบายแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาการจัดการศึกษาของปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 -2568 ที่มุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนมีศักยภาพในการใช้องค์ความรู้มีทักษะชีวิต มีคุณธรรมจริยธรรม เป็นนวัตกรด้วยการศึกษา เกิดการเรียนรู้เท่าเทียมการเปลี่ยนแปลงของโลก สร้างนักเรียนให้ใช้นวัตกรรมต่าง ๆ ที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้ทั้งในและนอกห้องเรียน การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจึงเหมาะสมต่อการนำมาใช้ในการเรียนกิจกรรมค่ายเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ สร้างนวัตกรรุ่นเยาว์พัฒนาคุณภาพทางการศึกษาอย่างยั่งยืน จากสภาพการดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามาใช้ในการเรียนกิจกรรมค่ายเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา มีความคิดสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ที่ดี ทั้งยังเป็นทางเลือกในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์และในรายวิชาอื่น ๆ ผู้วิจัยเห็นว่ากิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็ม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา เหมาะสำหรับเข้ามาช่วยในการพัฒนาผู้เรียนได้อย่างมีคุณภาพ

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเข้าร่วมและหลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

2. เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

3. เพื่อศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

สมมติฐานการวิจัย

1. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 คะแนนสอบหลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 คะแนนสอบหลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีระดับคุณภาพดีมาก

3. เพื่อศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีจิตวิทยาศาตร์ระดับมาก

ประโยชน์ที่จะได้รับ

ด้านวิชาการ ด้านนโยบาย ด้านเศรษฐกิจ/พาณิชย์ ด้านสังคมและชุมชน รวมถึงการเผยแพร่ในวารสาร จดสิทธิบัตร ฯลฯ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

ด้านวิชาการ

- ได้ความรู้จากการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์
- นักเรียนสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ในการทำกิจกรรม
- นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างชิ้นงาน
- นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ที่ดี

ด้านเศรษฐกิจ

- นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปสร้างสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมต่าง ๆ ได้
- นักเรียนสามารถสร้างชิ้นงานตามความคิดสร้างสรรค์เป็นการสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ

ด้านสังคม

- นักเรียนมีจิตทางวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปใช้ในการเรียนและการใช้ชีวิตประจำวัน

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

- วัสดุอุปกรณ์ต่างที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม ทำมาจากวัสดุที่ย่อยสลายยากอาจส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมได้

ขอบเขตการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 5 ห้องเรียน

จำนวน 160 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 100 คน รับสมัครนักเรียนตามความสมัครใจ

ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิจัยเรื่อง กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้แก่ เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ประกอบไปด้วยเนื้อหาย่อย จำนวน 4 กิจกรรมดังนี้

กิจกรรมที่ 1 เรื่อง จรวดขวดน้ำ เนื้อหา น้ำหนัก แรงต้านทาน แรงยก

กิจกรรมที่ 2 เรื่อง ไข่มหัศจรรย์ เนื้อหา แรงโน้มถ่วงของโลก แรงพยุงอากาศ

กิจกรรมที่ 3 เรื่อง รถยนต์ไฟฟ้า เนื้อหา วงจรไฟฟ้า การต่อเซลล์ไฟฟ้า

กิจกรรมที่ 4 เรื่อง หุ่นยนต์ไฟฟ้า เนื้อหา วงจรไฟฟ้า การต่อเซลล์ไฟฟ้า

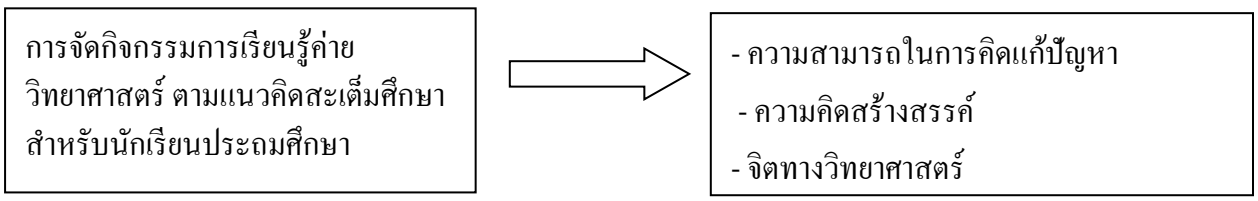
ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ : การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

ตัวแปรตาม : - ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
- ความคิดสร้างสรรค์
- จิตวิทยาศาสตร์

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้สามารถเสนอกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้



1. การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ ที่เกี่ยวข้อง (ถ้ามี)

การวิจัยเรื่อง กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับแนวคิดในการวิจัยประกอบด้วย

- หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
- ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
- ความคิดสร้างสรรค์
- จิตวิทยาศาสตร์
- เครื่องมือวัด

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ค่ายวิทยาศาสตร์ หมายถึง ค่ายวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ศึกษาภายในหรือภายนอกโรงเรียน เป็นการจัดประสบการณ์ตรงให้กับนักเรียนซึ่งบางประสบการณ์ไม่สามารถจัดในห้องเรียนได้มีกิจกรรม เช่น การทดลอง การสำรวจ การเล่นเกม และนันทนาการต่างๆวัตถุประสงค์ในการจัดค่ายวิทยาศาสตร์นั้นเป็นการเสริมประสบการณ์การเรียนรู้แก่ผู้เรียน ทั้งด้านความรู้กระบวนการ และจิตวิทยาศาสตร์ (สุทธิกัญจน์ ทิพยเกษร, 2554, หน้า. 1) กิจกรรมที่จัดขึ้นในค่ายวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ กิจกรรมวิชาการ เป็นกิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติหรือการแก้ปัญหาที่ประสบจากชีวิตจริง โดยกิจกรรมที่มีนั้นควรพิจารณาถึงความเหมาะสมในหลาย ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นความปลอดภัยเป็นเหตุการณ์ที่มีโอกาสประสบได้จริงในชีวิตประจำวัน เพื่อที่จะทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์อันเป็นประโยชน์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิตของตนได้และเป็นกิจกรรมที่ใช้พัฒนาความคิดในระดับสูง และกิจกรรมนันทนาการ เป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อความสนุกสนาน คลายเครียด ส่งเสริมความกล้าแสดงออก ความสามัคคีและความเป็นผู้นำ ควรเป็นกิจกรรมที่สร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างสมาชิกในค่าย และมีความสร้างสรรค์เพราะการเข้าค่ายนั้นนอกจากสาระแล้วนักเรียนควรมีความสุขด้วย (สุภาวรรณ คำพิลา, 2552)

ดังนั้น ค่ายวิทยาศาตร์ หมายถึง ค่ายที่เป็นกิจกรรมที่ศึกษาภายในหรือภายนอกโรงเรียนเน้นกิจกรรมที่สร้างสรรค์ให้เด็กมีกระบวนการคิดแบบวิทยาศาสตร์ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านการทดลองในรูปแบบที่หลากหลาย สนับสนุนและส่งเสริมให้เยาวชนได้พัฒนาความคิด สร้างสรรค์ ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ รวมทั้ง

พัฒนาหลักสูตรและกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จัดกิจกรรมส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ อย่างเต็มที่ ตามความถนัด ความสนใจและตามความสามารถของแต่ละบุคคล และส่งเสริมการเรียนรู้การทำงานร่วมกันเป็นทีม

2. สะเต็มศึกษาคือ แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ของสหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงรวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, หน้า. 3) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาคือ การผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีของผู้เรียน ผู้เรียนมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันได้ (ศูนย์สะเต็มศึกษา สสวท, มปป., หน้า. 3-5) ลักษณะที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการจัดการเรียนการเรียนรู้แบบสะเต็ม คือการผนวกกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียน สมาคมนักเทคโนโลยีและวิศวกรรมศึกษานานาชาติ (International Technology and Engineering Educators Association : ITEEA) ได้นำเสนอกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุปัญหา (Identify a challenge) 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore ideas) 3) การวางแผนและพัฒนา (Plan and develop) 4) การทดสอบและประเมินผล (Test and evaluate) และ 5) การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the solution) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557)

3. กิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง กิจกรรมเป็นการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เป็นหลักโดยมีการบูรณาการกับสาระการเรียนรู้บางส่วนของเทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนการสอนดังต่อไปนี้

3.1 กิจกรรมการนำเข้าสู่บทเรียน ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยทบทวนความรู้เดิมและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในการเรียนร้โดยครูผู้สอนพยายามพูดคุยกับนักเรียน เกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น ที่สอดคล้องกับชิ้นงานที่ครูจะให้นักเรียนออกแบบและเนื้อหาที่เรียนในกิจกรรมนั้นๆ

3.2 กิจกรรมพัฒนานักเรียน ครูจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ และเกิดทักษะปฏิบัติในขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามแนวติดของสะเต็ม ดังนี้

1. กำหนดปัญหาหรือความต้องการ ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้กำหนดปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหา วิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้ง คำถามหรือปัญหาที่เราระบุอาจประกอบด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหาผู้แก้ปัญหาต้อง พิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา หลังจากผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจปัญหาและสามารถกำหนดปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องผู้แก้ปัญหาอาจมีการดำเนินการดังนี้ (1) การรวบรวมข้อมูล คือการสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหาอย่างไร และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง (2) การค้นหาแนวคิด คือการค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ในขั้นตอนนี้ผู้แก้ปัญหาควรพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาและจดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มทุน ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. เลือกวิธีการแก้ปัญหา หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการ กำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต ทั้งนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องอ้างอิงถึงความรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ประเมิน ตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

4. ออกแบบวิธีการและปฏิบัติการ หลังจากที่ได้กำหนดเค้าโครงออกแบบวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

5. ทดสอบ และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน เป็นขั้นตอน

ทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

6. ประเมินผล หลังจากการพัฒนา ปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาต้องบันทึกผลการทดลองว่าชิ้นงานที่สร้างขึ้นมาแก้ปัญหาได้หรือไม่ และนักเรียนมีความพึงพอใจมากน้อยเพียงใดในชิ้นงานนั้นๆ

4. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา หมายถึง การแสดงออก ด้านพฤติกรรมความรู้และความคิด ที่ผู้เรียนได้นำมาใช้แก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดได้จากคะแนน การตอบคำถามแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ (Weir, 1974) วัดได้จากคะแนนการตอบคำถามแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาของเวียร์ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

4.1 ขั้นระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุประเด็นปัญหาที่สำคัญที่สุดภายในขอบเขตของสถานการณ์ที่กำหนดให้

4.2 ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากสถานการณ์

4.3 ขั้นการเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการหาวิธีการคิดแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา

4.4 ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถบอกได้ถึงผลที่เกิดจากการแก้ปัญหาตามวิธีที่เสนอรวมไปถึงข้อมูล หลักฐานที่ใช้ประกอบการพิจารณาแนวทางดังกล่าว

5. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน โดยผ่านการปฏิบัติจากขั้นตอนการเรียนแบบสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งลักษณะข้อสอบแบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 10 สถานการณ์โดยมีสถานการณ์ละ 4 ข้อคำถาม ตามขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ ขั้นระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ โดยให้ผู้เรียนตอบคำถามในขอบเขตข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่กำหนดให้ตามสถานการณ์เท่านั้น

6. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของแต่ละบุคคลในการแสดงออกทางด้านความคิดจิตนาการซึ่งเป็นกระบวนการทางสมองที่มีผลทำให้คิดได้กว้างไกลหลายแง่มุมทำให้เกิดความคิด

แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม ที่เห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ รอบตัวเกิดการเรียนรู้และเข้าใจ จนเกิดเป็นปฏิกิริยาตอบสนองให้เกิดความคิดเชิงจินตนาการ นำไปสู่การประดิษฐ์คิดค้นสิ่งแปลกใหม่เพื่อตอบสนองความต้องการหรือเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ทั้งในชีวิตประจำวัน การเรียนและการทำงาน โดยอาศัยประสบการณ์และความรู้ที่สั่งสมมา แบ่งองค์ประกอบตามแนวคิดของกิลฟอร์ด (Guilford) ได้ทั้งหมด 4 ด้านคือ

6.1 ความคล่องแคล่วในการคิด คือ ความสามารถของบุคคลในการหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีคำตอบในปริมาณที่มากในเวลาจำกัด

6.2 ความคิดยืดหยุ่นในการคิด คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง

6.3 ความคิดริเริ่ม คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดหาสิ่งแปลกใหม่และเป็นคำตอบที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น

6.4 ความคิดละเอียดลออ คือ ความสามารถในการกำหนดรายละเอียดของความคิดเพื่อบ่งบอกถึงวิธีสร้างและการนำไปใช้

7. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งลักษณะข้อสอบครอบคลุมด้านความคล่องแคล่วในการคิด ความคิดยืดหยุ่นในการคิด ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ เป็นแบบทดสอบ 2 ชุด แบ่งเป็นแบบทดลองก่อนเรียนและหลังเรียน ในแต่ละชุดมี 4 กิจกรรม

8. จิตทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมและลักษณะนิสัยของนักเรียนที่คาดหวังจะได้รับการพัฒนาโดยผ่ายกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ต้องเกิดจากความอยากรู้อยากเห็น ช่างสงสัย เมื่อสงสัยก็อยากทราบคำตอบ จึงคิดหาวิธีการที่จะทำให้ได้คำตอบนั้น ด้วยกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ประกอบไปด้วย 1) มีความอยากรู้อยากเห็น 2) มีใจกว้าง 3) มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง 4) มีความเพียรพยายาม 5) มีเหตุผล 6) มีความละเอียดรอบคอบก่อนการตัดสินใจ

9. แบบประเมินทดสอบวัดจิตทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง เครื่องมือสำหรับวัดพฤติกรรมและลักษณะนิสัยของนักเรียนที่คาดหวังจะได้รับการพัฒนาโดยผ่ายกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ต้องเกิดจากความอยากรู้อยากเห็น ช่างสงสัย เมื่อสงสัยก็อยากทราบคำตอบ จึงคิดหาวิธีการที่จะทำให้ได้คำตอบนั้น ด้วยกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้มาตราส่วนประเมินค่าของลิเกิร์ตโดยมีรายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ 5 ระดับเพื่อสำรวจพฤติกรรมการแสดงออกด้านวิทยาศาสตร์ 6 ด้าน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ค่ายวิทยาศาสตร์
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
    2.1แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
    2.2 ระดับการบูรณาการตามแนวสะเต็มศึกษา
    2.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
    2.4 การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
3. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
    3.1 ความหมายของความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
    3.2 กระบวนของความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
    3.3 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของบุคคล
    3.4 การวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
    3.5 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจท์ (Piaget's Theories of Intellectual Development)
4. ความคิดสร้างสรรค์
    4.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking)
    4.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
    4.3 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์
5. จิตวิทยาศาสตร์
    5.1 ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์
    5.2 ความสำคัญของจิตวิทยาศาสตร์
    5.3 องค์ประกอบของจิตวิทยาศาสตร์

1. ค่ายวิทยาศาสตร์

กิจกรรมในค่ายวิทยาศาสตร์ เน้นกิจกรรมที่สร้างสรรค์ให้เด็กมีกระบวนการคิดแบบวิทยาศาสตร์ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านการทดลองในรูปแบบที่หลากหลาย สนับสนุนและส่งเสริมให้เยาวชนได้พัฒนาความคิด สร้างสรรค์ ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ รวมทั้ง พัฒนาหลักสูตรและกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยให้มีความสอดคล้องกับ งานวิจัยและพัฒนาที่ สวทช.สนับสนุน เพื่อส่งเสริมและพัฒนาเด็กและเยาวชนตามความศักยภาพ ความสนใจ และความถนัดของแต่ละกลุ่ม ค่ายวิทยาศาสตร์ที่จัดโดยฝ่ายบริหารค่ายวิทยาศาสตร์นั้น สามารถจัดกิจกรรมได้ หลากหลายรูปแบบ เช่นค่ายพักค้างแรม 2-3 วัน หรือ เป็นค่ายระยะสั้นไป-กลับ หนึ่งวัน ที่จัดขึ้น ณ บ้านวิทยาศาสตร์สิรินธร โดยฝ่ายบริหารค่ายวิทยาศาสตร์ ได้มีการประสานความร่วมมือกับหน่วยงานและองค์กร ต่าง ๆ เช่น ศูนย์วิจัยแห่งชาติสวทช. มหาวิทยาลัย หน่วยงานการศึกษา หน่วยงานเอกชน และหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ในการจัดกิจกรรมส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้กับเด็กและ เยาวชน ผ่านรูปแบบค่ายวิทยาศาสตร์ดังกล่าวในด้านต่างๆ เช่น ค่ายที่สร้างความตระหนักทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี หรือค่ายที่มีความเข้มข้นทางวิชาการที่เป็นค่ายวิทยาศาสตร์แบบเชิงลึก เพื่อให้เยาวชนที่เข้า ร่วมกิจกรรมได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์นอกเหนือจากในห้องเรียน และมีความรู้ความเข้าใจในด้านดังกล่าว เพิ่มมากขึ้นตลอดจนได้พัฒนาศักยภาพของตนเองในด้านที่สนใจ ซึ่งจะเป็นการฝึกให้มีกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการก้าวเข้าสู่อาชีพนักวิทยาศาสตร์หรือนักวิจัยในอนาคต โดย แบ่งค่ายที่จัดออกเป็น สามกลุ่ม คือ ค่ายเฉพาะทาง ค่ายทั่วไปและค่ายหนึ่งวัน กิจกรรมในการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ ในการดำเนินการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ สิ่งที่ผู้ดำเนินการจัดค่ายควรให้ความสำคัญอย่างยิ่ง คือ เรื่องของเนื้อหากิจกรรม ซึ่งควรจัดเตรียมเนื้อหากิจกรรมสำหรับการเข้าค่ายวิทยาศาสตร์ไว้หลายลักษณะ ทั้งด้านกิจกรรมเพื่อการเตรียมความพร้อม กิจกรรมสำหรับการสร้างความคุ้นเคยและนันทนาการ กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน กิจกรรมการสร้างเสริมความรู้ในรูปแบบของฐานการเรียนรู้ทางวิชาการ การกำหนดเนื้อหากิจกรรมควรกำหนดตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และมีการวิเคราะห์องค์ประกอบของเนื้อหากิจกรรม เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่และเนื้อหา กิจกรรมด้วย ทั้งนี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมต่าง ๆ ตาม

กำหนดการการกำหนดเนื้อหากิจกรรม ผู้จัดค่ายควรคำนึงถึงความต้องการของกลุ่มเป้าหมายเป็นสำคัญแนวทางในการจัดกิจกรรม ซึ่งเป็นกิจกรรมหลัก ๆ ของการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มของกิจกรรมได้ 4 ประเภท ดังนี้

1. กิจกรรมเตรียมความพร้อม

เป็นการเตรียมความพร้อมของค่ายและคณะผู้จัดค่าย ความพร้อมของวิทยากร สื่อ เอกสารวิชาการแหล่งการเรียนรู้ ตลอดจนความพร้อมของผู้เข้าค่าย ควรมีการเตรียมความพร้อมตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1.1 ประชุมระดมความคิดเห็นจากผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ทั้งเจ้าหน้าที่ผู้ดำเนินงาน และคณะครูอาจารย์ จากสถานศึกษาที่มาจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ เพื่อวางแผน กำหนดรูปแบบวัตถุประสงค์ หลักสูตร งบประมาณ สถานที่จัดกิจกรรม และเรื่องอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ จนสามารถจัดทำเป็นโครงการที่ถูกต้องและสมบูรณ์

1.2 แต่งตั้งคณะกรรมการดำเนินงานกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ ฝ่ายต่าง ๆ เพื่อกำหนดหน้าที่ผู้รับผิดชอบในแต่ละกิจกรรม

1.3 รวบรวมข้อมูลวิชาการเพื่อจัดทำเอกสารทางวิชาการ สำหรับใช้เป็นใบกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบการจัดกิจกรรมฐานวิชาการต่าง ๆ รวมทั้งจัดเตรียมสื่อ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้กับฐานวิชาการ ดังนั้น วิทยากรที่รับผิดชอบในแต่ละฐาน จะต้องจัดเตรียมสิ่งเหล่านี้ให้พร้อม เพื่อให้ผู้เข้าค่ายได้รับประสบการณ์และความรู้จากฐานการเรียนรู้ต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุด

1.4 จัดเตรียมสถานที่สำหรับปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ เช่น สถานที่สำหรับใช้ทำกิจกรรม ฐานวิชาต่าง ๆ สถานที่รวมกลุ่มเพื่อเตรียมความพร้อม ที่รับประทานอาหาร บริเวณที่กางเต็นท์นอน สถานที่เหล่านี้ต้องจัดเตรียมให้พร้อมก่อนที่จะทำกิจกรรม

1.5 จัดหาวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อม ไม่ว่าจะเป็นวัสดุอุปกรณ์สำหรับการจัดกิจกรรมฐานวิชาการ หรือวัสดุอื่นใดที่ต้องจัดเตรียมเกี่ยวกับอาคารสถานที่โดยทั่วไป

1.6 ประสานงานกับเครือข่าย เพื่อช่วยให้การดำเนินงานกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ สำเร็จตามวัตถุประสงค์ เช่น ประสานขอความร่วมมือด้านยานพาหนะกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ขอความร่วมมือกับวัดหรือ อบต.ใกล้เคียง ในการยืมโต๊ะ เก้าอี้ และเต็นท์ ขอความร่วมมือเจ้าหน้าที่ตำรวจใน

การรักษาความปลอดภัย ขอความร่วมมือหน่วยงานเครือข่ายร่วมเป็นวิทยากร รวมทั้งประสานงานเครือข่ายที่เป็นแหล่งการเรียนรู้ไว้ให้พร้อม

1.7 ก่อนถึงกำหนดวันจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ ควรจัดให้มีการประชุมคณะกรรมการดำเนินงานอีกครั้งหนึ่ง เพื่อซักซ้อมความเข้าใจ และตรวจสอบความพร้อมในแต่ละด้าน ตลอดจนรับทราบปัญหาอุปสรรค และร่วมกันเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหา

1.8 ควรแจ้งให้ผู้เข้าค่ายทุกคนได้เตรียมความพร้อมในการเตรียมของใช้ส่วนตัวที่จำเป็น เช่น ยาประจำตัว รองเท้าผ้าใบ (สำหรับการออกกำลังกาย) ยาสีฟัน แปรงสีฟันสบู่ หวี กระจก แป้ง ผ้าเช็ดตัว ผ้าขาวม้า หรือผ้าถุง ปากกา / ดินสอ เสื้อผ้า ควรมีจำนวนพอดีกับระยะเวลา (ไม่มีเวลาซัก) ไฟฉาย ฯลฯ

1.9 ควรกำหนดข้อห้ามในการเข้าค่าย เพื่อแจ้งให้ผู้เข้าค่ายทราบ เช่น ไม่ควรใส่ หรือนำพาของมีค่าทุกชนิด เพราะอาจเกิดการสูญหาย หรือหลงลืม ห้ามพกพา นำพาอาวุธทุกชนิด หรือของผิดกฎหมายอื่น ๆ เข้าไปในปริมณฑลของการเข้าร่วมกิจกรรม ห้ามเสพ หรือจำหน่ายสารเสพติดทุกชนิด ห้ามเล่นการพนันทุกชนิด ห้ามส่งเสียงดังเอะอะ โวยวายลักษณะก้าวร้าว หรือก่อให้เกิดการทะเลาะวิวาท ห้ามดื่มสุรา และของมึนเมา

2. กิจกรรมสร้างเสริมความรู้

กิจกรรมสร้างเสริมความรู้ ซึ่งจัดในลักษณะของฐานการเรียนรู้ทางวิชาการ นับว่าเป็นหัวใจสำคัญของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดกิจกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ให้แก่ผู้เข้าค่ายให้ได้รับความรู้ประสบการณ์ และทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เป็นการให้ความรู้ในรูปแบบที่หลากหลาย การจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์แต่ละครั้งควรนำเสนอกิจกรรมการจัดฐานวิชาการไว้หลาย ๆ ฐาน เพื่อให้ผู้รับบริการสามารถเลือกฐานวิชาการให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายได้ตามความต้องการ แต่ละฐานวิชาควรทำแผนการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งมีลักษณะคล้ายแผนการสอน สำหรับใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประจำฐานวิชาการ เช่นสาระสำคัญ วัตถุประสงค์ ขอบข่ายเนื้อหา แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/วัสดุอุปกรณ์ การประเมินผล บันทึกผลการจัดกิจกรรมของวิทยากรประจำฐานภายหลังดำเนินการเสร็จสิ้น โดยแต่ละฐานการเรียนรู้นั้น มุ่งเน้นขั้นตอนของกิจกรรมที่มุ่งให้กลุ่ม เป้าหมายได้เรียนรู้ใน 5 ลักษณะ ตามแนวปฏิรูปการเรียนรู้ที่ยึด

ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง กล่าวคือ เรียนรู้ ด้วยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เรียนรู้ในลักษณะองค์รวม เรียนรู้จากการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ร่วมกับผู้อื่น เรียนรู้ด้วยการคิดและปฏิบัติจริง และเรียนรู้อย่างมีความสุข นอกจากนี้ ในแต่ละฐานวิชาการควรออกแบบ แบบบันทึกกิจกรรมและใบงาน เพื่อให้กลุ่มเป้าหมายได้ใช้บันทึกผลกิจกรรมการเรียนรู้และประเมินผลการเรียนรู้ฐานวิชาการต่าง ๆ รวมทั้งจัดทำใบความรู้ เพื่อให้ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม ตลอดจนกำหนดระยะเวลาในการทำกิจกรรมแต่ละฐานวิชาไว้ให้ชัดเจน เพื่อให้ผู้จัดค่ายเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม

3. กิจกรรมที่มีรูปแบบแน่นอน

กิจกรรมในการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ นอกเหนือจากกิจกรรมการเตรียมความพร้อม และกิจกรรมสร้างเสริมความรู้แล้ว ยังมีกิจกรรมหลัก ๆ อยู่อีกหลายกิจกรรม ซึ่งทุกครั้งที่มีการจัดค่ายควรจะต้องพิจารณาดำเนินการ กิจกรรมเหล่านี้มักจะมีรูปแบบที่แน่นอน แต่ก็สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมได้แก่

3.1 กิจกรรมรายงานตัว

3.2 กิจกรรมปฐมนิเทศ

3.3 กิจกรรมพิธีเปิดค่าย

3.4 กิจกรรมสร้างค่ายพักแรม

3.5 กิจกรรมออกกำลังกาย

3.6 กิจกรรมพัฒนาค่าย

3.7 กิจกรรมประเมินผล

3.8 กิจกรรมพิธีปิดค่าย

4. กิจกรรมเสริมด้านนันทนาการ

กิจกรรมเสริมด้านนันทนาการ เป็นกิจกรรมที่จัดให้มีขึ้นในการเข้าค่ายวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างความคุ้นเคยกันระหว่างสมาชิก การละลายพฤติกรรมของสมาชิกชาวค่าย การนำเข้าสู่บทเรียน และสร้างบรรยากาศให้เกิดความสนุกสนานระหว่างการเข้าค่าย แบ่งออกเป็น

4.1 กิจกรรมประเภทเกม กิจกรรมประเภทนี้ เป็นกิจกรรมที่มุ่งเน้นกระบวนการกลุ่ม สร้างความสนุกสนานเพลิดเพลิน ฝึกปฏิภาณไหวพริบ ใช้เป็นกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน วิทยากรจะต้อง

รู้จักเลือกใช้เกมให้เข้ากับบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ และให้เหมาะสมกับผู้เล่น หรืออาจจะนำเกมอื่น ๆ มาเสริมได้

4.2 กิจกรรมประเภทเพลง มีวัตถุประสงค์ดังนี้

- เพื่อสร้างความสนุกสนาน เพลิดเพลิน ทำให้คลายเครียด
- เพื่อให้เกิดความสนิทสนมคุ้นเคยกันระหว่างสมาชิก
- เพื่อสร้างบรรยากาศที่ดี
- เพื่อฝึกความกล้าแสดงออก (บางเพลงอาจมีท่าทางประกอบ)

2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา การทบทวนวรรณกรรมและศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตาม แนวทาง สะเต็มศึกษา พบแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้ ทฤษฎีการเรียนรู้ตาม แนวคอนสตรัคติวิสต์หรือทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivist theory) เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียน เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง จากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น (กมลฉัตร กล่อมอิ่ม, 2556) แนวคิดพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ จากแนวคิดที่เป็นรากฐานสำคัญซึ่งปรากฏจากรายงานของนักจิตวิทยาและนักการศึกษา คือ Jean Piaget ชาวสวิตเซอร์แลนด์และ Lev Vygotaky ชาวรัสเซีย ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ 1) กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive constructivist) และ 2) กลุ่มแนวคิด คอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivist) มีรายละเอียด ดังนี้(สุมาลี ชัยเจริญ, 2551) 1) กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive constructivist) มีรากฐานทาง ปรัชญาของทฤษฎี มาจากความพยายามที่จะเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ ด้วยกระบวนการที่พิสูจน์อย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็นทฤษฎีของเพียเจต์แบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ ช่วงอายุ (Ages) และล าดับขั้น (Stages) ผู้เรียนจะพัฒนาความสามารถทางการรู้คิด (Cognitive abilities) โดยการจัดการเรียนการสอนมีแนวคิดว่ามนุษย์เราต้อง “สร้าง” (Construct) ความรู้ด้วยตนเองโดย ผ่านทางประสบการณ์ซึ่งจะกระตุ้นให้ผู้เรียน สร้างโครงสร้างทางปัญญา หรือเรียกว่า สกีมา (Schemas) 2) กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivist) เป็นทฤษฎีที่มีรากฐาน มาจาก Vygotsky ได้เน้น เกี่ยวกับบริบทการเรียนรู้

ทางสังคม (Social context learning) ทฤษฎี พุทธิปัญญาของเพียเจต์ที่ใช้กันมาเป็นพื้นฐาน สำหรับการเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery learning)ซึ่งผู้สอนมีบทบาทค่อนข้างจำกัด ส่วนทฤษฎีของ Vygotsky เปิดโอกาสให้ครูหรือผู้เรียน ที่อาวุโสกว่าแสดงบทบาทในการเรียนรู้ของผู้เรียน

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีการอาศัยแนวคิดพื้นฐาน 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา และกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม โดยกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา มีแนวคิดมาจากเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมเข้ากับ ประสบการณ์ใหม่ โดยการลงมือกระทำหรือปฏิบัติแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง รวมไปถึงการนำไปสู่ การสร้างนวัตกรรม ที่บูรณาการผ่านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ส่วนกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม ผู้เรียน สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองจากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่าง กระตือรือร้น ซึ่งครูมีบทบาทในการจัดบริบทการเรียนรู้โดยตั้งคำถามที่ท้าทายความสามารถ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการสร้างความรู้ และให้ความช่วยเหลือผู้เรียนในทุก ๆ ด้าน

2.2 ระดับการบูรณาการตามแนวสะเต็มศึกษา

การนำแนวคิดแบบสะเต็มศึกษาลงสู่ภาคปฏิบัติในชั้นเรียน สามารถทำได้ในรูปแบบของการบูรณาการในด้านเนื้อหา ทักษะปฏิบัติการ กิจกรรมการเรียนรู้ หรือสามารถประยุกต์ความรู้ที่สามารถปฏิบัติได้ทั้งแบบแยกรายวิชา และแบบรวมรายวิชา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559) โดยมีรูปแบบการบูรณาการ ดังนี้

2.2.1 การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary) คือ การจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดการ ผสมผสานเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ (Knowledge) หรือเนื้อหา (Content) และทักษะ (Skill) ในแต่ละวิชาวางแผนการสอนและทำการสอนโดยครูเพียงคนเดียว ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่ นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาของสะเต็มแยกกัน โดยมีการจัดการเรียนรู้ดังนี้ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เป็นอยู่ทั่วไปที่ครูผู้สอนแต่ละวิชาต่าง จัดการเรียนรู้ให้แก่นักเรียนตามรายวิชาของตนเอง

2.2.2 การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary integration) คือ การนำ

เนื้อหาสาระของสองวิชาหรือหลาย ๆ วิชามาสัมพันธ์ให้เป็นเรื่องเดียวกันภายใต้หัวข้อเรื่อง “Theme” ที่เลือกในส่วนบูรณาการระหว่างวิชา สามารถจัดได้หลายลักษณะ การเรียนรู้แบบนี้ครูตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปต่างคนต่างสอนวิชาของตนเองแต่จะมาวางแผน ตัดสินใจร่วมกัน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีหัวข้อหลักของแต่ละวิชาร่วมกัน แต่การจัดการเรียน การสอนแยกกันในแต่ละรายวิชา ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงระหว่างวิชากับสิ่งที่อยู่รอบตัวได้ โดยครูทุกวิชามีการกำหนดหัวข้อร่วมกันและมีการอ้างอิงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้น ๆ ซึ่งช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาวิชาต่าง ๆ กับสิ่งที่อยู่รอบตัว

2.2.3 การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะอย่างน้อย 2 วิชา ร่วมกัน โดยเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของทุกวิชาเพื่อให้นักเรียนเห็นความสอดคล้องในการเรียน อีกทั้งกิจกรรมในรายวิชาที่เกี่ยวข้องจะต้องทำงานร่วมกันเพื่อให้เกิดความสมเหตุสมผลตามเนื้อหาหรือตัวบ่งชี้ที่ตรงกัน สุดท้ายนี้นักเรียนสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเองโดยเชื่อมโยงกับเนื้อหาหรือตัวชี้วัดจากวิชาอื่น ๆ

2.2.4 การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary) คือ ผู้สอนในรายวิชาต่าง ๆ จะมาร่วมกันสอนเป็นคณะ ร่วมกันวางแผน กำหนดหัวเรื่อง ให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะต่าง ๆ ของทั้ง 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อใช้แก้ไขปัญหาในชีวิตจริงระดับการบูรณาการที่อาจเกิดขึ้นในชั้นเรียนสะเต็มศึกษาสามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับ ดังภาพประกอบ 1

ภาพประกอบ 1 ระดับการบูรณาการตามแนวสะเต็มศึกษา

ที่มา : STEM lesson essentials (2013 : 73) อ้างถึงใน เขมวดี พงศานนท์ (2557)

สรุปได้ว่า การบูรณาการตามแนวสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการสาขาวิชาแตกต่างกันออกไป ซึ่งในแต่ละระดับการบูรณาการจะอยู่ภายใต้วิชาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวัน แบ่งเป็น 4 ระดับ ได้แก่ การบูรณาการภายในวิชาการบูรณาการแบบพหุวิทยากร การบูรณาการแบบสหวิทยาการและการบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา เพื่อให้เกิดความสมเหตุสมผลตามเนื้อหา สามารถทำได้ในรูปแบบของ การบูรณาการในด้านเนื้อหา ทักษะปฏิบัติการ กิจกรรมการเรียนรู้ หรือสามารถประยุกต์ความรู้ที่ สามารถปฏิบัติได้ทั้งแบบแยกรายวิชา และแบบรวมรายวิชา

2.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

ในปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลาแนวคิดเกี่ยวกับทักษะในศตวรรษที่ 21ซึ่งถือว่าเป็นยุคเทคโนโลยีสารสนเทศ เกิดการเปลี่ยนแปลงของโลกในหลาย ๆ ด้านทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคมอันนำไปสู่การปรับตัวเพื่อให้เกิดความสามารถในการแข่งขัน กิจกรรมเป็นวิธีการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงทุกวิชาเข้าด้วยกันเพื่อให้นักเรียนเห็นรูปแบบการเรียนรู้ที่สอดคล้องกัน นอกจากนี้กิจกรรมในวิชาต่าง ๆ จำเป็นต้องทำงานร่วมกันเพื่อให้เข้าใจตามสิ่งที่กำลังสอนและตัวบ่งชี้ใดที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหานั้น สุดท้ายผู้เรียนสามารถสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเองโดยเชื่อมโยงกับเนื้อหาและตัวชี้วัดในวิชาอื่น ๆ (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556)

สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหาและทำให้สิ่งต่าง ๆ เป็นไปได้ โดยมุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง ซึ่งทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีจะเป็นตัวช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้และทำสิ่งต่าง ๆ ได้ดีขึ้นและสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์มากขึ้นในอนาคต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559)

จากแนวคิดนี้สามารถเชื่อมโยงกับการจัดกิจกรรมการเรียน ในการบูรณาการความรู้ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับการคิดแก้ปัญหา ผ่านทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้การทำงานร่วมกัน มีการเชื่อมโยงประสบการณ์ความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ จนสามารถสร้างผลงานที่มีคุณภาพจากการลงมือปฏิบัติ ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาและแก้ปัญหาจากสภาพจริง ดังนั้นวิธีการสอนตามแนวสะเต็มศึกษาจึงเป็นเทคโนโลยี วิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ฝึกฝน สามารถคิดอย่างเป็นระบบและเป็นขั้นตอน ภายใต้คำแนะนำของครูผู้สอน ผู้เรียนสามารถพัฒนาศักยภาพในการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ในการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาและแก้ปัญหาจากสภาพจริง โดยคำนึงถึงบริบทแวดล้อมที่สัมพันธ์กับความเป็นจริง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียนโดย Vasquez, Sneider, & Comer (2013) ได้เสนอหลักการและแนวทางสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาประกอบไปด้วย 5 ประการ ดังนี้

1. การสอนที่มุ่งเน้นการบูรณาการ (Focus on integration) การบูรณาการระหว่างสาขาวิชา (Interdisciplinary approach) ตั้งแต่สองวิชาเข้าด้วยกันจะช่วยให้ผู้เรียนได้มองเห็นความสัมพันธ์ของแนวคิดต่าง ๆ ที่เป็นพื้นฐานและความเชื่อมโยงของข้อมูลรวมทั้งการประยุกต์ใช้ความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และมองปัญหาด้วยความคิดที่กว้างขึ้น เช่นในการสอนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์เป็นต้น

2. ทำให้เห็นความสัมพันธ์กับชีวิตจริง (Establish relevance) ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาควรให้ผู้เรียนรู้ว่าสิ่งที่ได้เรียนรู้มีประโยชน์หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างไร โดยพิจารณาจากคำถามต่าง ๆ เช่น ทำไมผู้เรียนต้องสนใจเรื่องนี้สิ่งนี้เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือสถานการณ์จริงอย่างไร เป็นต้น

3. มุ่งเน้นทักษะศตวรรษที่ 21 (Emphasize twenty-first-century skills) การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามุ่งพัฒนากำลังคนที่มีความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลการใช้ข้อมูลอย่างสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาความสามารถในการสื่อสารความคิดและแนวคิดอย่างมีประสิทธิภาพความสามารถในการทำงานเป็นทีม และการทำงานแบบร่วมมือกันรวมถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์การแก้ปัญหา และการมีความคิดสร้างสรรค์ซึ่งทักษะเหล่านี้เป็นทักษะศตวรรษที่ 21

4. ท้าทายผู้เรียน (Challenge your students) การจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดความท้าทายและเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้เกิดความต้องการที่จะเรียนรู้โดยต้องไม่ยากหรือง่ายเกินไปจนทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย

5. ผสมผสานเข้าด้วยกัน (Mix it up) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4วิชาจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า มีนักวิจัยและนักการศึกษาได้จัดการเรียนรู้ตามหลักการและแนวทางสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบต่าง ๆ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Learning) (พนิตธิดา รุ่งแจ้ง, 2557) ซึ่งช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะการสืบเสาะหาความรู้จนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้จากบริบทที่เป็นจริง โดยผู้เรียนได้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาหาข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแก้ไขปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอย่างซับซ้อนในชีวิตประจำวันและนอกจากนั้นยังมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering design process) และนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมาใช้ในการพัฒนาตัวแปรที่หลากหลายรวมถึงความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วย ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพราะเป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างและพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สามารถสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันโดยอาศัยความรู้ในเชิงบูรณาการและเหมาะกับการทำเป็นกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์หรือรูปแบบอื่น ๆ ได้

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ได้เสนอกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (Identify a challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน และจำเป็นต้องหาวิธีการ หรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore ideas) เป็นขั้นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ข้อดี และข้อด้อยรวมไปถึงความเหมาะสมเพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 3 การวางแผนและพัฒนา (Plan and develop) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาต้อง

กำหนดเป้าหมายและ ระยะเวลาในการ ดำเนินการให้ชัดเจนรวมถึงออกแบบ และพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมินผล (Test and evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา นำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น

ขั้นที่ 5 การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the solution) เป็นขั้นตอนที่หลังจากการพัฒนาปรับปรุงทดสอบ และประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ได้เสนอกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย 6ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Identify problem) เป็นขั้นตอนที่ครูนำเสนอสถานการณ์ตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน และจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นและระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

ขั้นที่ 2 รวบรวม ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related information search) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนศึกษาข้อมูล จากนั้นนักเรียนนำข้อมูลที่ได้ศึกษาไปใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา โดยครูกำหนดเงื่อนไขเบื้องต้นก่อนการมอบหมายงานให้นักเรียน

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนออกแบบวิธีการในการผลิตที่ตัวเองสนใจที่จะนำไปใช้ในการสร้างบรรจุภัณฑ์โดยต้องคำนึงถึงเงื่อนไขที่ได้กำหนดให้เพื่อได้ชิ้นงานที่ดีที่สุด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนร่วมกันวางแผนการดำเนินงาน แบ่งหน้าที่รับผิดชอบร่วมกันในกลุ่ม จากนั้นนักเรียนลงมือ ผลิตตามแผนที่ได้ตกลงกันไว้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการ แก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

(Testing, evaluation and design improvement) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำชิ้นงานที่ได้มาทดสอบประสิทธิภาพ นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดสอบที่ได้จากนั้นนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น หรือเสนอแนะ เพิ่มเติม เพื่อการปรับปรุงแก้ไขคุณภาพของชิ้นงาน

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนและครูร่วมกันจัดนิทรรศการเพื่อให้นักเรียนได้นำเสนอ โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

National Research Council (2012) ได้เสนอกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 6 ขั้น ได้แก่

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (Problem identification) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาและกำหนดแก้ปัญหา โดยตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related information search) เป็นขั้นตอนการรวบรวม ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ภายใต้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) เป็นขั้นตอนที่ต้องวางแผนการดำเนินงาน โดยมีการกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินงานอย่างชัดเจน

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development) เป็นขั้นตอนที่พัฒนาต้นแบบ (Prototype) ที่ได้ออกแบบไว้แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, evaluation and design improvement) เป็นขั้นที่ทดสอบและประเมินชิ้นงาน ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งใน กระบวนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็น

ขั้นที่ต้องนำเสนอผลงาน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนบูรณาการและสามารถเรียนรู้โดยผ่านการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ประสบ อย่างเป็นขั้นตอน โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงานใหม่ ๆ เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.4 การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษาได้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ผ่านการจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ ดังนี้

ราวรรณ์ ทิลานันท์ (2558) ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 6 จำนวน 22 คน ใช้เวลาในการทดลองจำนวน 18 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นระดับบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary integration) เมื่อนักเรียนได้เรียนในสาระเนื้อหาแล้ว ครูจะเป็นผู้กำหนดกรอบของปัญหากว้าง ๆ แล้วให้นักเรียนระบุวิธีการแก้ปัญหา หรือวิธีการศึกษาเอง เป็นการเรียนเนื้อหาเพื่อนำไปใช้ แล้วได้ชิ้นงานในรูปแบบโครงงานออกมา จำนวน 6 แผน ที่มีคุณภาพเหมาะสมมากที่สุดในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษา เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน ตามสาระการเรียนรู้ ซึ่งการดำเนินกิจกรรมนั้น มี 3 ระยะ ระยะที่ 1 เริ่มต้นโครงงาน ระยะที่ 2 การพัฒนาโครงงาน และระยะที่ 3 ขั้นสรุป แต่ละระยะ มีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมดังนี้

ระยะที่ 1 เริ่มต้นโครงงาน

ขั้นที่ 1 ขั้นจุดประกายความสนใจ เป็นขั้นตอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้โดยยึดผลการเรียนรู้เป็นหลัก ดำเนินกิจกรรมให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ และต้องการศึกษาค้นคว้า

ขั้นที่ 2 วางแผนกำหนดแนวทางการศึกษาเรียนรู้เป็นขั้นที่นักเรียนในแต่ละกลุ่ม

ร่วมกันกำหนดกรอบแนวทางการเรียนรู้บูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม โดยครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง

ระยะที่ 2 การพัฒนาโครงงาน

ขั้นที่ 3 ศึกษาเรียนรู้ตามขั้นตอนที่กำหนด นักเรียนในแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าหรือทดลองตามเค้าโครงของโครงงานจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายโดยใช้เทคโนโลยี บันทึกรวบรวมข้อมูล อภิปราย ใช้ความรู้คณิตศาสตร์คำนวณ สร้างกราฟ และสถิติ แปลผลจากข้อมูลและสรุปผลการศึกษา และครูผู้สอนติดตามการศึกษาค้นคว้าของนักเรียนแต่ละกลุ่มอย่างใกล้ชิด เพื่อให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทาง

ขั้นที่ 4 จัดทำรายงาน นักเรียนในแต่ละกลุ่มนำข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้ามารวบรวมจัดทำรายงานในรูปแบบต่าง ๆ เช่น รายงานโครงงาน แผนพับ แผนผัง Power point เป็นต้น

ระยะที่ 3 สรุป

ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงาน ให้นักเรียนออกมานำเสนอผลการศึกษาค้นคว้า หน้าชั้นเรียนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนผัง รายงานโครงงาน แผ่นพับ การทดลอง การสาธิต เป็นต้น ให้นักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้นำเสนอ บันทึกความรู้ที่ได้จากการนำเสนอ นักเรียนอธิบายและร่วมอภิปรายแสดงความ คิดเห็นเพิ่มเติมหรือเติมเต็มจากการนำเสนอโครงงาน เพื่อให้ได้องค์ความรู้ที่สมบูรณ์กระจ่าง หรือลึกซึ้งขึ้นหรือขยายกรอบความรู้ความคิดให้กว้างขึ้น ร่วมกันอภิปรายถึงการนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ หรือสถานการณ์ใหม่

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษามีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยมีคะแนนเฉลี่ย 33.77 คะแนน คะแนนด้านความคิดคล่องมีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด 13.77 คะแนน รองลงมาคือด้านความคิดยืดหยุ่น มีคะแนนเฉลี่ย 10.77 คะแนน และด้านความคิดริเริ่ม มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด 9.23 คะแนน ตามลำดับ

อับดุลยามีน หะยีขาเดร์ (2560) ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของพืชมีดอกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 48 คน ซึ่งมีการบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมและคณิตศาสตร์

โดยเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้ในภาคทฤษฎีมาใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกิดขึ้น โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 6 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงานเก็บข้อมูลโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ชีววิทยาจำนวน 30 ข้อ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ข้อ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่เตรียมไว้ซึ่งมีกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2559) ใช้ระยะเวลาในการวิจัย 18 ชั่วโมง โดยมีเนื้อหาบูรณาการที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

S: 1) เนื้อเยื่อพืช ได้แก่ เนื้อเยื่อเจริญ และ เนื้อเยื่อถาวร 2) โครงสร้างและหน้าที่ของราก ลำต้น และใบของพืช 3) การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช 4) การลำเลียงน้ำสารอาหาร และอาหารของพืช

T: การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์และการใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล

E: กระบวนการสร้างและออกแบบบรรจุภัณฑ์

M: การคำนวณปริมาณวัตถุดิบและสารที่เหมาะสมในการผลิตเส้นใย การใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอข้อมูล และรูปทรงเรขาคณิตที่ใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก

สุนทร ภูรีปรีชาเลิศ และคณะ (2563) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถด้านผลิตภาพสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตสังกัดมหาวิทยาลัยของรัฐแห่งหนึ่ง จำนวน 60 คน ห้องเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นคือ “PCAE–RF model” ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ระบุประเด็นปัญหา (Identify the problem : I) ขั้นที่ 2 สร้างสรรค์ผลงาน (Creation : C) ขั้นที่ 3 ประเมินผลผลิตภาพ (Assessment : A) ขั้นที่ 4 การสะท้อนความคิดอย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด

(Explicit–Reflective approach : ER) ขั้นที่ 5 ติดตาม ตรวจสอบ ปรับปรุง(Follow up : F) โดยขั้นตอนที่ 4 และขั้นตอนที่ 5 ทั้งสองกระบวนการช่วยสนับสนุนขั้นตอนที่ 1 2และ 3 ซึ่งเป็นขั้นตอนหลัก เนื่องจากการสะท้อนความคิดอย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนมีส่วนช่วยในการส่งเสริม ให้นักเรียนได้สะท้อนถึงความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์และการติดตาม ตรวจสอบปรับปรุง เป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้รับการ พัฒนากระบวนการสร้างชิ้นงานที่สอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อให้เกิดแนวทางในการพัฒนางานของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ได้ดังนี้ ด้านความคิดยืดหยุ่น ด้านความคิดริเริ่ม ด้านความคิดละเอียดลออ และความคิดคล่อง จากระดับดีไปน้อยตามลำดับ และนอกจากนั้นนักเรียนกลุ่มทดลองมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนทดลองและสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถด้านผลิตภาพหลังทดลอง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

จากการศึกษางานวิจัยสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสามารถแบ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้ได้หลายแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาและแสดงออกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ทางด้านขององค์ความรู้ความเชี่ยวชาญ และทักษะต่าง ๆ โดยอาจมีการผสมผสานทั้งกระบวนการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน การจัดการเรียนรู้สืบเสาะ 5 ขั้น ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้เพิ่มพูนความรู้ ทักษะกระบวนการและประสบการณ์ ตรงทางวิทยาศาสตร์ในสภาพแวดล้อมจริง และในงานวิจัยผู้วิจัยได้เลือกใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตามแนวคิดของ สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(2560) ดังนี้ ขั้นที่ 1. กำหนดปัญหาหรือความต้องการ ขั้นที่ 2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่4. ออกแบบวิธีการและปฏิบัติการ ขั้นที่5. ทดสอบ และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหา และ ขั้นที่ 6. ประเมินผล หลังจากการพัฒนา ปรับปปรุงแก้ไขชิ้นงานทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์ เหตุผลที่เลือกใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 6 ขั้น เพราะสามารถช่วยให้ผู้เรียนได้มีการฝึกทักษะในการคิดอย่างเป็นขั้นตอนไปจนถึงการที่ผู้เรียนจะได้นำเสนอแนวคิดวิธีในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นการต่อยอดความรู้ที่มีอยู่เดิมให้ขยายไปจนเกิดมุมมองใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหาได้อย่างครอบคลุม

3. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

3.1 ความหมายของความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

เพียเจท์ (Peaget. 1962, หน้า 120) ได้อธิบายถึงความสามารถในการคิดแก้ปัญหาตามทฤษฎีพัฒนาการในแง่ที่ว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเริ่มตั้งแต่เด็กอายุประมาณ 7 – 11 ปี เริ่มมีความคิดในการแก้ปัญหาแบบง่าย ๆ ภายในขอบเขตจำกัดต่อมาถึงระดับเมื่อเด็กอายุประมาณ 12 – 15 ปี เด็กมีความสามารถคิดหาเหตุผลดีขึ้นและสามารถคิดแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้

กาเย่ (Gagne. 1970, หน้า 63) ได้อธิบายความสามารถในการคิดแก้ปัญหาว่าเป็นรูปแบบของการเรียนรู้อย่างหนึ่ง ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไปโดยการเรียนรู้ประเภทหลักต้องอาศัยความสามารถในการมองเห็นลักษณะร่วมกันของสิ่งเร้า และใช้ลักการนั้นผสมผสานจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

เบิร์น, เอคสแตรนด์ และดอมโนสกี (Bourn, Ekstrand and Domnoski. 1971, หน้า 9) อธิบายความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการใช้ประสบการณ์เดิมจากประสบการณ์ทางตรงและทางอ้อม เป็นการแสดงความรู้ ความคิดของสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในปัจจุบัน โดยนำมาจัดเรียงลำดับใหม่เพื่อผลของความสำเร็จในจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่าง

กู๊ด (Good. 1973, หน้า 518) การคิดแก้ปัญหาเป็นแบบแผนหรือวิธีการดำเนินการซึ่งอยู่ในสภาวะยากลำบาก หรืออยู่ในสภาวะที่พยายามตรวจสอบข้อมูล ที่หามาได้ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐานและมีการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุมมีการรวบรวมเก็บข้อมูลจากการทดลอง เพื่อหาความสัมพันธ์ที่ทดแทนสมมติฐานนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่

ครูลิค และรูดนิค (Krulik &Rudnick. 1987, หน้า 6) ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาว่าเป็นกระบวนการที่บุคคลจะใช้ประสบการณ์ทักษะ ความรู้ที่ได้เรียนมาก่อนหน้ามาใช้เพื่อหาข้องสรุปเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ โยงกระบวนการเริ่มต้นตั้งแต่การมองเห็นปัญหาไปจนถึงการลงข้อสรุปได้มาจากการพิจารณาอย่างถี่ถ้วน และนักเรียนต้องวิเคราะห์ได้ว่าจะนำความรู้ที่ได้เรียนมาไปแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างไร

โซเดน (Soden. 1994, หน้า 27) กล่าวว่าความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นทักษะด้านการคิดเช่นเดียวกับการเรียนรู้ที่เป็นทักษะทางด้านความคิดด้วยเช่นกัน นักเรียนจะต้องเรียนรู้วิธีการที่จะกระทำกับข้อมูลใหม่ ๆ ที่ได้มาเพื่อการแก้ปัญหา และบุคคลที่จะเป็นผู้เรียนรู้ได้ดีนั้นจะต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ดีด้วย

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 15) ให้ความหมายการคิดแก้ปัญหาคือ ความสามารถทางสมองในการขจัดสภาวะความไม่สมดุลที่เกิดขึ้น โดยพยายามปรับตัวเองและสิ่งแวดล้อมให้ผสมผสานกลืนกลับเข้าสู้สภาวะสมดุลและสภาวะที่คาดหวัง

ทิศนา แขมมณี (2535 อ้างถึงในสมใจ มีสมวิทย์, 2547, หน้า 29) ได้กล่าวถึง กระบวนการสำคัญ ของครูที่จะช่วยเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดในการแก้ปัญหาดังนี้

1. การสังเกต/ การสงสัย

2. การอยากรู้คำตอบในเรื่องที่สงสัย

3. การแสวงหาคำตอบในเรื่องที่สงสัย

4. การคาดคะเนคำตอบในเรื่องที่สงสัยโดยเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิม การคิดให้เหตุผล การคิดริเริ่ม การใช้จินตนาการ

5. การรวบรวมข้อมูลในเรื่องที่สงสัย โดยวางแผนเก็บรวบรวมข้อมูล การแจกแจงข้อมูล การกำหนดแหล่งข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล

6. การพิจารณาข้อมูลและสรุปข้อมูลในเรื่องที่สงสัย โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบ การแยกแยะข้อมูล การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล การเชื่อมโยงข้อมูลการใช้เหตุผล การประเมินข้อมูลและการลงข้อสรุปข้อมูล

7. การทดสอบคำตอบในเรื่องที่สงสัย และสรุปผลการทดลอง

8. การสรุปคำตอบในเรื่องที่สงสัย และการอธิบายคำตอบ

สุวารี คงมั่น (2545, หน้า 11) ได้ให้ความหมายการแก้ปัญหา คือความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยความรู้ ความคิด การสังเกต ประสบการณ์เดิม การใช้หลักเกณฑ์ วิธีการและขั้นตอนมาใช้ในกรแก้ปัญหาที่ประสบหรือขจัดอุปสรรคให้หมดไปเพื่อบรรลุเป้าหมายที่ต้องการ

สุภามาส เทียนทอง (2553, หน้า 47) สรุปการแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการคิดหาแนวทางปฏิบัติเพื่อขจัดปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นให้หมดไปโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์มาช่วยแก้ปัญหานั้น ๆ

กอบวิทย์ พิริยะวัฒน์ (2554, หน้า 72) ได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการคิดแก้ปัญหา สรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ ประสบการณ์เดิม ความคิดของผู้เรียนแก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ใช้การคิดแก้ปัญหาเป็นกระบวนการหรือทักษะที่มีความสำคัญต่อมนุษย์ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตและยังเป็นพื้นฐานของการคิดทั้งมวล ดังนั้นการสอนการคิดแก้ปัญหาจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำ

เพื่อเตรียมเด็กและเยาวชนให้มีทักษะการคิดที่จำเป็นในการใช้ชีวิตในสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากข้อความที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ความสามารถทางสติปัญญา โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมเข้ามาช่วยในการคิดแก้ปัญหา มีการอาศัยข้อเท็จจริง ประกอบการสังเกต พิจารณาเลือกแนวทางที่เหมาะสมมีแบบแผนวิธีการดำเนินการหรือพฤติกรรมที่ต้องอาศัยความรู้ ความคิด มีวิธีการขั้นตอนที่ต้องอาศัยกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาที่พบเพื่อให้บรรลุเป้าหมายและจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

3.2 กระบวนของความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

3.2.1 องค์ประกอบของของความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหา ต้องอาศัยองค์ประกอบหลายอย่างที่จะช่วยในการแก้ปัญหาบรรลุได้ตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ นักการศึกษาได้กล่าวไว้หลายท่านดังนี้

จอห์นสัน และไรซิง (Johnson and Rising.1969, หน้า 107 – 110) ให้ความเห็นว่ากระบวนการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการทางสมองที่ซับซ้อน มีองค์ประกอบดังนี้

1. การมองเห็นภาพ (visualizing)
2. การจิตนาการ (imagining)
3. การจัดทำอย่างมีทักษะ (manipulation)
4. การวิเคราะห์ (analyzing)
5. การสรุปในเชิงนามธรรม (abstracting)
6. การเชื่อมโยงความคิด (association ideals)

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์ (2528, หน้า 260 - 261) กล่าวว่า ในการแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะสำเร็จหรือได้ผลดีขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่อไปนี้

1. ระดับความสามารถทางเชาว์ปัญญา ผู้มีระดับเชาว์ปัญญาสูงย่อมสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่าผู้มีระดับเชาว์ปัญญาต่ำ

2. การเรียนรู้การแก้ปัญหาได้สำเร็จรวดเร็ว เกิดจากการที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง สามารถจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ ได้อย่างถ่องแท้ เมื่อประสบปัญหาที่คล้ายคลึงกัน จะแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วถูกต้อง

3. การรู้จัดคิดอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งอาศัยสิ่งต่าง ๆ คือ

3.1 ข้อเท็จจริงและความรู้จากประสบการณ์เดิม

3.2 จุดมุ่งหมายในการคิดแก้ปัญหา

3.3 ระยะเวลา

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 24) กล่าวถึงลักษณะการคิดแก้ปัญหามีดังนี้

1. การแก้ปัญหา ต้องเป็นการกระทำที่มีจุดมุ่งหมาย การกระทำที่ขาดจุดมุ่งหมายไม่นับว่าเป็นการแก้ปัญหา

2. การแก้ปัญหามีวิธีการแก้ปัญหาหลายวิธี ผู้แก้ปัญหาจะต้องเลือกวิธีที่มีความเหมาะสมกับความต้องการและความสามารถของตน

3. วิธีการแก้ปัญหาแต่ละปัญหาอาจจะใช้วิธีการที่แตกต่างกัน จะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมปัจจัยหรือบริบทที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ๆ

4. การแก้ปัญหาจะต้องอาศัยการรู้แจ้งเห็นจริง คือ ในการแก้ปัญหาแต่ละครั้งนั้นจะต้องศึกษาปัญหาให้เข้าใจถ่องแท้เสียก่อนจึงจะสามารถแก้ปัญหานั้น ๆ ได้

5. การแก้ปัญหาเป็นการสร้างสรรค์ คือเมื่อแก้ปัญหานั้นได้สำเร็จจะต้องได้ความรู้ใหม่เกิดขึ้นและผู้แก้ต้องมีสติที่งอกงามขึ้นด้วย

6. ปัญหาที่นำมาแก้ต้องไม่เป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นประจำ เพราะกิจกรรมที่เกิดขึ้นเป็นประจำถือว่าไม่เป็นปัญหา

7. กระบวนการที่กระทำไปโดยไม่มีแบบแผน ไม่ถือว่าเป็นกระบวนการแก้ปัญหา

8. กิจกรรมที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาเดิมไม่ได้ ไม่ถือเป็นกระบวนการแก้ปัญหา

9. กิจกรรมที่ทำไปเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหา ไม่ถือเป็นกระบวนการแก้ปัญหา

10. การแก้ปัญหาย่อมประกอบด้วยการวิพากษ์ วิจารณ์ วิเคราะห์และสังเคราะห์

สรุปได้ว่า องค์ประกอบสำคัญและจำเป็นที่จะต้องนำมาใช้ในการคิดแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้น คือคุณลักษณะทางบุคลิกภาพ วุฒิภาวะ ประสบการณ์ และระดับปัญญา ซึ่งจะทำให้แต่ละบุคคลมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้แตกต่างกันไป

3.2.2 ขั้นตอนการคิดแก้ปัญหา

แนวคิดที่เกี่ยวกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาที่สำคัญ คือ

เพียร์สันและจอห์น ดิวอี้ (สุวิทย์ มูลคำ. 2547, หน้า 26 อ้างอิงจาก Pearson – John Dewey) ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการคิดแก้ปัญหาดังนี้

1. การกำหนดปัญหา

2. การตั้งสมมติฐาน

3. การค้นหาหลักฐานเพื่อทดสอบสมมติฐาน

4. การประเมินความถูกต้องของสมมติฐาน

5. การปรับปรุงแก้ไขสมมติฐานถ้าจำเป็น

6. การนำข้อสรุปไปประยุกต์ใช้กับปัญหาที่คล้ายคลึงกัน

บลูม (Bloom. 1956, หน้า 122) ได้เสนอว่าขั้นตอนการคิดแก้ปัญหามีอยู่ 6 ขั้น ดังนี้

1. เมื่อผู้เรียนพบปัญหาผู้เรียนจะคิดค้นหาสิ่งที่เคยพบเห็นและเกี่ยวข้องกับปัญหา

2. ผู้เรียนจะใช้ผลจากขั้นที่หนึ่งมาสร้างรูปแบบของปัญหาใหม่

3. การจำแนกแยกแยะปัญหา

4. การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา

5. การใช้ข้อสรุปของวิธีการมาแก้ปัญหา

6. ตรวจสอบผลที่ได้รับจากการแก้ปัญหา

กิลฟอร์ด (Guilford. 1971, หน้า 130) เห็นว่ากระบวนการคิดแก้ปัญหาประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

1. การเตรียมการ (*reparation) หมายถึงขั้นในการตั้งปัญหาหรือค้นหาว่าปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้นคืออะไร

2. การวิเคราะห์ปัญหา (analysis) หมายถึง ขั้นพิจารณาดูว่ามีสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหา หรือสิ่งใดไม่ใช่สาเหตุสำคัญของปัญหา

3. การเสนอแนวทางในการคิดแก้ปัญหา (production) หมายถึง การหาวิธีการคิดแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุปัญหาแล้วออกมาในรูปของวิธีการ สุดท้ายได้ผลลัพธ์ออกมา

4. การตรวจสอบผล (verification) หมายถึง ขั้นในการเสนอเกณฑ์ เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา ถ้าผลลัพธ์ยังไม่ถูกต้องก็ต้องมีการเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหาใหม่ จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุด

5. การนำไปประยุกต์ใหม่ (re - application) หมายถึง วิธีการคิดแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสหน้า เมื่อพบกับเหตุการณ์ที่คล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยประสบมาแล้วขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาของกิลฟอร์ดมีผู้ให้ความสนใจอย่างกว้างขวางและนักการศึกษาก็นำเอาขั้นตอนนี้ไปดัดแปลง เพื่อใช้ในการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการคิดแก้ปัญหา และการดัดแปลงปรับปรุงนั้นยังมีเค้าโครงส่วนใหญ่เหมือนเดิม

เวียร์ (weir. 1974, หน้า 16 - 18) ได้เสนอขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาไว้ 4 ลำดับคือ

1. ขั้นระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุประเด็นปัญหาที่สำคัญที่สุดภายในขอบเขตของสถานการณ์ที่กำหนดให้

2. ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากสถานการณ์

3. ขั้นการเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการหาวิธีการคิด

แก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา

4. ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถบอกได้ถึงผลที่เกิดจากการแก้ปัญหาตามวิธีที่เสนอรวมไปถึงข้อมูล หลักฐานที่ใช้ประกอบการพิจารณาแนวทางดังกล่าว

นอกจากนี้เวียร์ได้ให้หลักการแก้ปัญหา (Perception for Solution) 6 ประการซึ่งจะสามารถช่วยในการแก้ปัญหาได้ดังนี้

หลักการที่ 1 เริ่มต้นการวิเคราะห์ว่าปัญหาคืออะไร ทบทวนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งได้รูปแบบที่ครอบคลุมเรื่องทั้งหมด ต่อไปคือการแยกแยะปัญหาที่แท้จริงจากสิ่งที่เห็นได้ง่าย จากนั้นให้โยงปัญหาที่ใกล้ตัวเข้าปัญหาทั้งหมดซึ่งบางครั้งอาจเป็นเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้นที่แฝงอยู่ในปัญหา กล่าวโดยสรุปหลักการข้อนี้ก็คือการหาความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ย่อย ๆ ต่าง ๆ และความเหมาะสมในกลุ่มของเหตุการณ์นั้น ๆ

หลักการที่ 2 การตัดสินในการนิยามปัญหา ซึ่งหลักการข้อนี้จะคลี่คลายข้อสงสัยที่ติดอยู่ในใจ ซึ่งลักษณะของปัญหาส่วนใหญ่คือ เรื่องการให้ความหมายของคำ คือการให้ความหมายที่คำนึงถึงความเหมาะสมของข้อความมากกว่าความเป็นจริง หลีกเลี่ยงได้โดยระมัดระวังการนิยามความหมายของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

หลักการที่ 3 การเรียบเรียงเหตุการณ์ต่าง ๆ ของปัญหา

หลักการที่ 4 ถ้าพบว่าไม่มีทางหาคำตอบจากวิธีการเดิมให้หาวิธีการใหม่

หลักการที่ 5 หยุดเมื่อติดขัดหรือพบอุปสรรค

หลักการที่ 6 ปรึกษาปัญหากับผู้อื่น ซึ่งจะทำให้เกิดแง่คิดต่าง ๆ

จากการศึกษาขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์จะเห็นว่าได้พัฒนาขั้นตอนการแก้ปัญหามาจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

พาเนส (Panas. 1977อ้างอิงใน มานพ เถี้ยมแก้ว. 2545, หน้า 19) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้คือ

1. การเก็บข้อมูล (face finding) ได้แก่ การเก็บข้อมูลไว้สำหรับเตรียมการพิจารณาว่าอะไรคือปัญหา

2. การวิเคราะห์ปัญหา (problem finding) ได้แก่ การวิเคราะห์สถานการณ์สิ่งแวดล้อมข้อมูลต่าง ๆ ที่ให้ไว้ในขั้นแรก เพื่อจะได้ชี้ขาดว่าอะไรคือ ปัญหาอันแท้จริง

3. การระดมความคิด (idea finding) ได้แก่ การช่วยกันพิจารณาทุกแง่ทุกมุม เพื่อค้นหาว่ามีวิธีการ หรือความคิดอ่านอันใดที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

4. การทดสอบ (solution finding) ได้แก่ การพิจารณาค้นหาดูว่าจะใช้หนทางหรือวิธีการแก้ไข (Potential Solution) อันใดมาใช้แก้ปัญหาได้ อาศัยหลักเกณฑ์ในการประเมินผลการพิสูจน์และการทดสอบ

5. การยอมรับข้อเสนอ (acceptance finding) ได้แก่ การยอมรับข้อเสนอแนะและการวางแผนเพื่อนำข้อเสนอมาปฏิบัติจริง

จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) ได้เสนอวิธีการคิดแก้ปัญหาที่ปัจจุบันถือว่าเป็นวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ขั้นตอน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536, หน้า 4 - 5) ดังนี้

1. กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ปรากฏความยุ่งยากเกิดปัญหาขึ้น

2. จำกัดขอบเขตของปัญหาและนิยามความยุ่งยากเป็นขั้นของการสังเกต เก็บรวบรวมข้อเท็จจริงและหาสาเหตุเพื่อช่วยให้ปัญหาชัดเจน

3. เสนอแนวการแก้ปัญหา จากการเก็บรวบรวมข้อมูลข้างต้นทำให้สามารถเดาคำตอบเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น การเดาคำตอบนี้ต้องสอดคล้องกับข้อเท็จจริงที่เป็นสาเหตุของปัญหา

4. อนุมานเหตุผลในการแก้ปัญหาเป็นขั้นของการเก็บรวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้พิจารณาหาสาเหตุของปัญหาได้

5. ทดสอบสมมติฐาน เป็นขั้นของการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบดูว่า ข้อเท็จจริงที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลมาและวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวเชื่อถือได้หรือไม่

กรมวิชาการ (2540, หน้า 69 - 70) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 สังเกต ศึกษาข้อมูลรับรู้ ทำความเข้าใจ ตระหนักในปัญหา

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ อภิปรายแสดงความคิดเห็น แยกประเด็นปัญหา ลำดับความสำคัญ

ขั้นที่ 3 แสวงหาทางเลือกอย่างหลากหลาย ทดลอง ค้นคว้า ตรวจสอบ

ขั้นที่ 4 เก็บข้อมูล ประเมินทางเลือก ปฏิบัติตามแผน บันทึก รายงาน ตรวจสอบ

ขั้นที่ 5 สรุปด้วยการสังเคราะห์

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 28) ได้สรุปขั้นตอนของกระบวนการคิดแก้ปัญหาเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นการทบทวนปัญหาที่พบเพื่อทำความเข้าใจให้ถ่องแท้ในประเด็นต่าง ๆรวมทั้งการกำหนดขอบเขตของปัญหา

ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐานหรือหาสาเหตุของปัญหา เป็นการคาดคะเนคำตอบของปัญหาโดยใช้ความรู้และประสบการณ์ช่วยในการคาดคะเน รวมทั้งพิจารณาสาเหตุของปัญหาว่ามาจากสาเหตุอะไร หรือจะมีวิธีการแก้ปัญหาได้โดยวิธีใดบ้าง ซึ่งควรตั้งสมมติฐานไว้หลาย ๆ อย่าง

ขั้นที่ 3 วางแผนแก้ปัญหา เป็นการคิดหาวิธีการ เทคนิคเพื่อแก้ปัญหาและกำหนดขั้นตอนย่อยของการแก้ปัญหาไว้อย่างเหมาะสม

ขั้นที่ 4 เก็บรวบรวมข้อมูล เป็นการค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ตามแผนที่วางไว้ซึ่งข้อนี้จะเป็นขั้นตอนของการทดลองและลงมือแก้ปัญหาด้วย

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์ข้อมูลและทดสอบสมมติฐาน เป็นการนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์ วินิจฉัยว่ามีความถูกต้อง เที่ยงตรงและเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใด และทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

ขั้นที่ 6 สรุปผล เป็นการประเมินผลวิธีการแก้ปัญหาหรือตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ได้ผลดีที่สุด โดยอาจสรุปในรูปของหลักการที่จะนำไปอธิบายเป็นคำตอบตลอดจนนำความรู้ไปใช้

จากกระบวนการแก้ปัญหาที่กล่าวมานี้จะเห็นว่ามีขั้นตอนในการแก้ปัญหาหลายอย่างซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา และนำมาปฏิบัติเป็นแนวทางในการตัดสินใจแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์ เพราะเป็นขั้นตอนที่เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

3.3 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของบุคคล

ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของบุคคลเป็นส่วนประกอบที่สำคัญอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ซึ่งสามารถดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างถูกต้องมีความสุข แต่ความสามารถของแต่ละบุคคลนั้นย่อมมีความแตกต่างกันทำให้ผลจากการแก้ปัญหามีความแตกต่างกัน ดังที่ สโตลเบอร์ก (Stollberg. 1956, p 228) ได้ให้ความเห็นว่าปัญหาที่เกิดขึ้นและวิธีการคิดแก้ปัญหานั้นแต่ละคนย่อมมีลักษณะเฉพาะเป็นเอกัตบุคคล การคิดแก้ปัญหาจึงไม่เหมือนกัน การคิดแก้ปัญหาไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนและไม่เป็นไปตามลำดับ อาจจะสลับก่อนหรือหลัง ซึ่งบางครั้งขั้นตอนก็ไม่มี นอกจากนี้การคิดแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังนี้

1. ประสบการณ์ของแต่ละบุคคล
2. วุฒิภาวะทางสมอง
3. สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน
4. กิจกรรมและความสนใจของแต่ละที่มีต่อปัญหานั้น

มอร์แกน (Morgan. 1978, p 154 – 155) สรุปว่าวิธีการคิดแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้นแตกต่างกัน ทำให้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาแตกต่างกันด้วย ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังนี้

1. สติปัญญา (intelligence) ผู้มีสติปัญญาดี สามารถคิดแก้ปัญหาได้ดี
2. แรงจูงใจ (motivation) ในการทำให้เกิดแนวทางในการคิดแก้ปัญหา

3. ความพร้อม (readiness) ในการที่จะแก้ปัญหาใหม่ๆโดยทันทีทันใดจากประสบการณ์ที่มีมาก่อน

4. การเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม (functional fixedness)

จากที่กล่าวมา ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของบุคคลนั้นแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความรู้ อารมณ์ วุฒิภาวะทางสมอง ประสบการณ์ ความสนใจ สติปัญญา ความพร้อม แรงจูงใจ และสภาพแวดล้อม เพื่อที่จะนำไปสู่การหาวิธีการต่าง ๆ มาแก้ปัญหาที่พบและประสบ

3.4 การวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

การแก้ปัญหาเป็นความสามารถเฉพาะตัวของบุคคลที่จะแก้ปัญหาไปตามความสามารถของตน ดังนั้นการวัดความสารถในการคิดแก้ปัญหาจำเป็นต้องมีวิธีการที่ดีเพื่อให้ได้ผลที่ใกล้ความเป็นจริงมากทีสุดที่ ส.วาสนา ประวาลพฤกษ์ (2538, หน้า 48) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการทางความคิดที่สำคัญมากกระบวนการหนึ่ง ซึ่งหลักสูตรระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาในปัจจุบันจะเน้นผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกฝนแก้ปัญหาอยู่เสมอ อย่างไรก็ตามในการจัดการเรียนการสอน อาจจะยังไม่ได้เน้นให้ผู้เรียนในกระบวนการคิดเพื่อปัญหามาหนักมีวิธีการอย่างหนึ่งกระตุ้นให้นักเรียนได้ตื่นตัวคือการใช้แบบทดสอบไปกระตุ้นโดยใช้แบบทดสอบที่ให้นักเรียนคิดหาคำตอบเองเป็นข้อสอบที่ท้าทายความคิด แต่ค่อนข้างยาก โดยข้อสอบจะประกอบด้วยข้อคำถามที่ให้ผู้สอบพิจารณาคำตอบเองโดยจะต้องประยุกต์ความรู้จากแหล่งต่าง ๆ มาวางแผนเพื่อแก้ปัญหา ลักษณะของปัญหาจะเป็นปัญหาที่เลียนแบบปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน กล่าวคือจะต้องมีความสมจริงและเป็นไปได้ เพื่อให้การฝึกฝนนั้นมีสภาพคล้ายชีวิตจริงอันเป็นแนวทางการวัดที่เรียกว่าการวัดตามสภาพจริง (Authentic Performance Measurement) การสร้างข้อคำถามอาจทำได้โดยเสนอสถานการณ์ที่ประกอบด้วยข้อมูล และข้อจำกัดต่าง ๆ ให้นักเรียนพิจารณาแก้ปัญหาโดยพิจารณาแก้ปัญหาโดยพิจารณาตามความสมบรูณ์ของคำตอบในประเด็นนั้น ๆ ในแบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหานั้น จะเน้นความสามารถของนักเรียนในหัวข้อต่อไปนี้

1. ความเข้าใจ

2. กระบวนการ และกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา

3. การสื่อสารอย่างมีเหตุผลในการแก้ปัญหา

4. ความสามารถในการแก้ปัญหา

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหานั้นจะเน้นให้นักเรียนรู้จักปัญหา สามารถเข้าใจปัญหาและนำเอาปัญหานั้นเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุและดำเนินการแก้ปัญหาต่อไปได้อย่างมีแบบแผน

3.5 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจท์ (Piaget's Theories of Intellectual Development)

ฌอง เพียเจท์ (Jean Piaget) เป็นนักชีววิทยาชาว สวิสเซอร์แลนด์ แต่มีความสนใจศึกษาทางด้านจิตวิทยา โดยเฉพาะในด้านกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญาของเด็กตั้งแต่วัยแรกเกิดจนถึงวัยรุ่น เป็นบุคคลแรกที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นผู้ศึกษาพัฒนาการด้าน ความคิดมนุษย์อย่างเป็นระบบระเบียบ เพียเจท์เชื่อว่าโดยธรรมชาติแล้วมนุษย์ทุกคนมีความพร้อมที่จะมี ปฏิสัมพันธ์และปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่เกิด เพราะมนุษย์ทุกคนหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะต้องมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมซึ่งต้องมีการปรับตัวอยู่ตลอดเวลา ผลจากกระบวนการดังกล่าวจะทำให้มนุษย์เกิดพัฒนาการของเชาวน์ปัญญา จากความเชื่อดังกล่าว เพียเจท์จึงได้ ศึกษาพัฒนาการด้านสติปัญญาของเด็กอย่างละเอียดด้วยการสร้างสถานการณ์เพื่อสังเกตพฤติกรรมของบุตรสาว 3 คนของเขาเป็นระยะเวลานาน และได้ทำบันทึกไว้อย่างต่อเนื่อง ทำให้ได้ข้อสรุปว่าธรรมชาติของมนุษย์มีพื้นฐานติดตัวตั้งแต่กำเนิด 2 ชนิด คือ

1. การจัดและรวบรวม (organization) เป็นการจัดและรวบรวม กระบวนการต่างๆภายในให้เป็นระบบระเบียบอย่างต่อเนื่อง พร้อมกับมี การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาเพื่อให้เกิดภาวะสมดุลจากการมี ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม

2. การปรับตัว (adaptation) เป็นการปรับตัวเพื่อให้อยู่ในภาวะ สมดุลกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบ ด้วยกระบวนการ 2 อย่างคือ

2.1 การซึมซาบหรือดูดซึมประสบการณ์ (assimilation) หมายถึง การที่มนุษย์มีการซึมซาบ หรือดูดซึมประสบการณ์ใหม่เข้าสู่โครงสร้างของสติปัญญา (cognitive structure) หลังจากมีปฏิสัมพันธ์กับ สิ่งแวดล้อม

2.2 การปรับโครงสร้างทางเชาวน์ปัญญา (accommodation) หมายถึง การปรับเปลี่ยนโครงสร้างของเชาวน์ปัญญาที่มีอยู่แล้วให้เข้า กับสิ่งแวดล้อมใหม่ที่ได้เรียนรู้เพิ่มขึ้น

เพียเจท์กล่าวว่า การพัฒนาสติปัญญาและความคิดของมนุษย์ จะต้องอาศัยทั้งการจัดรวบรวมและการปรับตัวดังกล่าว ซึ่งลักษณะพัฒนาการที่เกิดขึ้นจะดำเนินอย่างค่อยเป็นค่อยไป ซึ่งจะแตกต่างกันใน แต่ละบุคคล โดยมีองค์ประกอบสำคัญที่เสริมพัฒนาการทางสติปัญญา 4 องค์ประกอบคือ (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2548 หน้า 50)

1. วุฒิภาวะ (maturation) คือการเจริญเติบโตทางด้านสรีรวิทยามีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาสติปัญญาและความคิด โดยเฉพาะเส้นประสาทและต่อมไร้ท่อ

2. ประสบการณ์ (experience) ประสบการณ์เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการพัฒนาด้านสติปัญญา เพราะเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นทุกครั้งที่บุคคล มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ทั้งประสบการณ์ที่เกิดจากการมี

ปฏิสัมพันธ์ กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติและประสบการณ์เกี่ยวกับการคิดหาเหตุผล และทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

3. การถ่ายทอดความรู้ทางสังคม (social transmission) คือ การที่บุคคลได้รับการถ่ายทอดความรู้ด้านต่าง ๆ จากบุคคลรอบข้าง เช่น พ่อแม่ ผู้ปกครอง ครู เป็นต้น

4. กระบวนการพัฒนาสมดุล (equilibration) คือการควบคุม พฤติกรรมของตนเองซึ่งอยู่ในตัวของแต่ละบุคคลเพื่อปรับสมดุลของ พัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดไปสู่ขั้นที่สูงกว่า

ขั้นการพัฒนาทางสติปัญญา

เพียเจท์ได้แบ่งขั้นพัฒนาการของเชาวน์ปัญญาออกเป็น 4 ขั้นคือ

1. ขั้นใช้ประสาทสัมผัสและกล้ามเนื้อ (sensorimotor period) อายุ 0-2 ปี เป็นขั้นพัฒนาการทางความคิดและสติปัญญาก่อนระยะเวลาที่ เด็กจะพูดเป็นภาษาได้ การแสดงถึงความคิดและสติปัญญาของเด็กวัยนี้ จะเป็นในลักษณะของการกระทำหรือการแสดงพฤติกรรมต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับการเคลื่อนไหว เป็นลักษณะของปฏิกิริยาสะท้อน เช่น การดูด การมอง การไขว่คว้า มีพฤติกรรมน้อยมากที่แสดงออกถึงความเข้าใจ เพราะเด็กยังไม่สามารถแยกตนเองออกจากสิ่งแวดล้อมได้ ตัวตน ของเด็กยังไม่ได้พัฒนาจนกว่าเด็กจะได้รับประสบการณ์ ทำให้ได้พัฒนาตัวตนขึ้นมาแล้ว เด็กจึงสามารถแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ได้จนกระทั่งเด็กอายุ ประมาณ 18 เดือน จึงจะเริ่มแก้ปัญหาด้วยตนเองได้บ้าง และรับรู้เท่าที่ สายตามองเห็น

2. ขั้นเริ่มมีความคิดความเข้าใจ (pre-operational period) อายุ 2-7 ปี เด็กวัยนี้เป็นวัยก่อนเข้าโรงเรียนและวัยอนุบาล ยังไม่สามารถ ใช้สติปัญญากระทำสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเต็มที่ ความคิดของเด็กวัยนี้ ขึ้นอยู่กับการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ ไม่สามารถใช้เหตุผล อย่างลึกซึ้งได้ วัยนี้เริ่มเรียนรู้การใช้ภาษา และสามารถใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ ได้ พัฒนาการวัยนี้แบ่งได้เป็น 2 ขั้นคือ

2.1 ขั้นกำหนดความคิดไว้ล่วงหน้า (preconceptual thought) อายุ 2-4 ปี ระยะนี้เด็กจะมีพัฒนาด้านการใช้ภาษา รู้จักใช้คำสัมพันธ์ กับสิ่งของ มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆได้แต่ยังไม่สมบูรณ์ ไม่มีเหตุผล คิดเอาแต่ใจตัวเอง อยู่ในโลกแห่งจินตนาการ ชอบเล่นบทบาท สมมติตามจินตนาการของตนเอง

2.2 ขั้นคิดเอาเอง (intuitive thought) อายุ 4-7 ปี ระยะนี้เด็กสามารถคิดอย่างมีเหตุผลขึ้น แต่การคิดยังเป็นลักษณะการรับรู้มากกว่าความเข้าใจ จะมีพัฒนาการรับรู้อย่าง รวดเร็ว สามารถเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้เป็นหมวดหมู่ ทั้งที่มีลักษณะคล้ายคลึงและแตกต่างกันลักษณะพิเศษของวัยนี้คือ เชื่อตัวเองโดยไม่ยอมเปลี่ยนความคิดหรือเชื่อในเรื่องการทรงภาวะเดิมของวัตถุ (conservation)

3. ขั้นใช้ความคิดอย่างมีเหตุผลเชิงรูปธรรม (concrete operational period) อายุ 7-11 ปี ระยะนี้เด็กจะมีพัฒนาการทางความคิดและสติปัญญาอย่าง รวดเร็ว สามารถคิดอย่างมีเหตุผล แบ่งแยกสิ่งแวดล้อมออกเป็น หมวดหมู่ ลำดับขั้น จัดเรียงขนาดสิ่งของ และเริ่มเข้าใจเรื่องการคงสภาพเดิม สามารถนำความรู้หรือประสบการณ์ในอดีตมาแก้ปัญหา เหตุการณ์ใหม่ๆได้ มีการถ่ายโยงการเรียนรู้ (transfer of learning) แต่ ปัญหาหรือเหตุการณ์นั้นจะต้องเกี่ยวข้องกับวัตถุหรือสิ่งที่เป็นรูปธรรม ส่วนปัญหาที่เป็นนามธรรมนั้นเด็กยังไม่สามารถแก้ได้

4. ขั้นใช้ความคิดอย่างมีเหตุผลเชิงนามธรรม (formal operational period) อายุ 11-15 ปี ขั้นนี้เป็นขั้นสูงสุดของพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิด ความคิดแบบเด็ก ๆ จะสิ้นสุดลง จะเริ่มคิดแบบผู้ใหญ่สามารถคิดแก้ปัญหาที่เป็นนามธรรมด้วยวิธีการหลากหลาย รู้จักคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์สามารถตั้งสมมติฐาน ทดลอง ใช้เหตุผล และทำงานที่ต้อง ใช้สติปัญญาอย่างสลับซับซ้อนได้ เพียเจท์กล่าวว่าเด็กวัยนี้เป็นวัยที่คิดเหนือไปกว่าสิ่งปัจจุบัน สนใจที่จะสร้างทฤษฎีเกี่ยวกับทุกสิ่งทุกอย่างและมีความพอใจที่จะคิดพิจารณาเกี่ยวกับสิ่งที่ไม่มีตัวตนหรือสิ่งที่เป็นนามธรรม นักจิตวิทยาเชื่อว่า การพัฒนาความเข้าใจจะพัฒนาไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งเข้าสู่วัยชรา “ เพียเจท์เชื่อว่าพัฒนาการของเชาวน์ปัญญามนุษย์จะดำเนินไปเป็นลำดับขั้น เปลี่ยนแปลงหรือข้ามขั้นไม่ได้”

การประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้

1. ผู้สอนต้องตระหนักให้ได้ว่าผู้เรียนแต่ละคนมีอัตรา พัฒนาการทางสติปัญญาที่แตกต่างกัน จึงไม่ควรเปรียบเทียบผู้เรียนกับ เพื่อนร่วมชั้น

2. ผู้สอนสามารถส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนได้ด้วยวิธีการดังนี้

2.1 ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นการแสดงเหตุผลมากกว่าการให้คำตอบ

2.2 ควรจะพูดให้น้อยลง และฟังให้มากขึ้น

2.3 ให้อิสระแก่ผู้เรียนในการเรียนรู้ การเลือกหัวข้อ รายงานหรือกิจกรรมต่าง ๆ

2.4 เมื่อผู้เรียนตอบคำถามหรือให้เหตุผลผิด ผู้สอน ควรถามคำถามหรือจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนได้ แก้ไขข้อผิดพลาดด้วยตนเอง

ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดของการสร้างองค์ความรู้ของเพียเจท์ (Piaget) จะหมายถึงการสร้างสถานการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดโครงสร้างความรู้ ความคิดใหม่ การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันเป็นกลไกสำคัญที่ทำให้เกิดการซึมซับของข้อมูลและสารสมเทศที่ได้รับเข้ากับความรู้เดิมเพื่อปรับเปลี่ยนโครงสร้างความรู้ ความคิด เกิดเป็นโครงสร้างความคิดใหม่ขึ้นที่เรียกว่าผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้เอง ซึ่งในวัยช่วงอายุ 11 – 15 ปี เด็กเริ่มคิดแบบผู้ใหญ่ สามารถคิดแก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรมด้วยวิธีการที่หลากหลายจึงเหมาะสมที่ผู้วิจัยจะนำเอากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น

ฐานและความสามารถในการคิดแก้ปัญหามาใช้พัฒนาความรู้ให้ผู้เรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้เกิดการเรียนรู้ผ่านสถานการณ์ต่างๆแล้วสร้างความรู้ใหม่ในการคิดแก้ปัญหาเหล่านั้นสามารถเข้าใจที่มาของปัญหา วิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ที่เกิดจากการเรียนรู้เองและนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน

4. ความคิดสร้างสรรค์

4.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking)

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลในการสร้างผลงานหรือสิ่งแปลกใหม่ (Torrance, 1962) เป็นลักษณะความคิดอเนกนัย (Divergent thinking) ที่สามารถคิดได้หลายทาง หลายแง่มุม เป็นการดัดแปลงปรับปรุงแก้ไขสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่ แล้วให้มีประสิทธิภาพดีกว่าเดิมหรือประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ที่ไม่ซ้ำของเดิมและเป็นการคิดที่ไม่ซ้ำ กับผู้อื่น (Guilford, 1967; ชาญณรงค์ พรรุ่งโรจน์, 2546) รวมถึงการคิดค้นแนวทางในการ แก้ปัญหาได้สำเร็จ เพื่อให้เกิดทางออกของปัญหาที่ดีที่สุด (Guilford, 1967) ซึ่งอาจจะเกิดจากการนำประสบการณ์ความรู้เดิมไปเชื่อมโยงกับประสบการณ์ใหม่ อาจออกมาในรูปของผลผลิตทาง ศิลปะ วรรณคดีวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการ (Torrance, 1962) นอกจากนี้ ชาญณรงค์ พรรุ่งโรจน์ (2543) ได้ให้ความหมายเพิ่มเติมว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถของสมองในการเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ รอบตัวเกิดการเรียนรู้และเข้าใจจนเกิดเป็นปฏิกิริยาตอบสนองให้เกิดความคิดเชิงจินตนาการนำไปสู่การสร้างสิ่งแปลกใหม่หรือเพื่อการแก้ปัญหาโดยอาศัยประสบการณ์และความรู้ที่สั่งสมมาความคิดสร้างสรรค์หากนำมาผสมผสานระหว่างทักษะและความรู้ต่าง ๆ จะเรียกว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific creativity) (Moravcsik, 1981) จากการศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้มีนักวิชาการและนักการศึกษาเกี่ยวกับ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างจากความคิดสร้างสรรค์มากนัก เพียงแต่ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการคิดของบุคคลเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาหรือพัฒนาสิ่งประดิษฐ์โดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Hu & Adey, 2002) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความคิดอเนกนัย (Divergent thinking) เช่นเดียวกับ ความคิดสร้างสรรค์ ที่เชื่อมโยงกับวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนของกระบวนการคิด และหาคำตอบอย่าง คล่องแคล่ว เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Madden et al., 2013; พนิตธิดา

รุ่งแจ้ง, 2557) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการตั้งสมมติฐานและทักษะการออกแบบโดยกระบวนการเหล่านั้นก่อให้เกิดผลผลิต ผลิตภัณฑ์ที่มีความแปลกใหม่ที่สอดคล้องกับบริบท (Hu & Adey, 2002; Sak & Ayas, 2013) ทั้งยังเป็นประโยชน์ต่อวิทยาศาสตร์สังคมและประเทศชาติ (Sak & Ayas, 2013) นอกจากนี้ Park (2011) ได้กล่าวเพิ่มเติมว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สามารถนำไปสู่การค้นพบหรือการออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์โดยผ่านแบบจำลอง 3 มิติ ประกอบด้วย 3 แกน ดังนี้ ความคิดสร้างสรรค์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหมายของความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดเพื่อที่ใช้ในการแก้ปัญหา หาคำตอบอย่างคล่องแคล่ว หลากหลายและแตกต่าง ผ่านการใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้แนวคิดหรือผลผลิตใหม่ ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้และเข้าใจจนเกิดเป็นปฏิกิริยาตอบสนองให้เกิดความคิดเชิงจินตนาการนำไปสู่การสร้างสิ่งแปลกใหม่หรือเพื่อการแก้ปัญหาโดยอาศัยประสบการณ์และความรู้ที่สั่งสมมา

4.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีองค์ประกอบไม่แตกต่างจากความคิดสร้างสรรค์มากนัก เนื่องจากเป็นความสามารถทางสมองที่มีพื้นฐานมาจากความคิดสร้างสรรค์ โดยผู้วิจัยขอนำเสนอองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ รายละเอียดดังนี้

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษามีนักวิชาการเสนอองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ไว้ 3 และ 4 องค์ประกอบดังนี้

Torrance (1962) เสนอองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ซึ่งมีลักษณะของการคิดพื้นฐานที่สำคัญไว้ 3 ประการดังนี้

1. ความคล่องแคล่วในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบได้ อย่างคล่องแคล่วรวดเร็วเพื่อให้ได้คำตอบจำนวนมากในเวลาที่จำกัด

2. ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการคิดคำตอบได้ หลายและแนวทางแก้ไขได้หลากหลายในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะการคิดที่แปลกใหม่และแตกต่างจากสิ่งที่มีอยู่ทั่วไป

Guilford (1967) ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ 4 ประการ ซึ่งได้รับอิทธิพลมาจากทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา ได้อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่สามารถคิดได้อย่างซับซ้อน และหลากหลายทิศทางประกอบด้วย

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ไม่ซ้ำกันกับความคิดของคนอื่น ๆ แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรืออาจจะเกิดจากการคิดของเดิมที่มีอยู่แล้วสามารถพลิกแพลงให้กลายเป็นสิ่งที่ต่างจากเดิมได้เป็นการนำเอาความคิดเก่ามาปรับปรุงแต่ง ผสมผสานเกิดเป็นความคิดใหม่ที่มีหลายระดับซึ่งอาจจะเกิดขึ้นครั้งแรกโดยไม่มีใครสอนหรือแม้แต่ความคิดนั้นจะมีผู้อื่นคิดไว้ก่อนแล้วก็ตาม

2. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน ภายในเวลาที่กำหนดแบ่งเป็น 4 ประเภท 2.1) ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word fluency) ความสามารถในการใช้ คำพูดได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ 2.2) ความคล่องแคล่วทางด้านการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ (Association fluency) ความสามารถในการคิดคำที่เหมือนหรือคล้ายกันมากที่สุดในเวลาที่กำหนด 2.3) ความคิดคล่องแคล่วทางการแสดงออก (Expressional fluency) ความสามารถในการใช้วลีและประโยคนำคำมารวมกันเพื่อให้ได้ข้อความที่ต้องการ และ 2.4) ความคิดคล่องในการคิด (Ideation fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดค้นสิ่งที่ ต้องการภายในเวลาที่กำหนด เช่น จงคิดหาประโยชน์ของก้อนอิฐให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง แบบของการคิดที่มีความหลากหลายแตกต่างกันออกไปโดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท 3.1) ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous flexibility) เป็นความสามารถ ที่พยายามคิดได้หลากหลายรูปแบบอย่างมีอิสระ และ 3.2) ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง (Adaptive flexibility) เป็นความสามารถในการจัดการความรู้หรือประสบการณ์ที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์และหลาย ๆ ด้าน ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา คนที่มีความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้ไม่ซ้ำ ซึ่งเป็นตัวส่งเสริมให้ความคิดคล่องมีความแตกต่างออกไป หลีกเลี่ยงการซ้ำซ้อนหรือเป็นการเพิ่มคุณภาพความคิดให้มากขึ้น ด้วยการแบ่งประเภทและการจัดหมวดหมู่

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถที่จะให้รายละเอียดหรือ ตกแต่งเพื่อความสมบูรณ์หรือปรับปรุงพัฒนาสิ่งที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

นักวิจัยและนักการศึกษา โดยได้มีการเสนอองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยอาศัยองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance (1962) และ Guilford (1967) เป็นพื้นฐาน ดังนี้

Hu & Adey (2002) และ Madden et al. (2013) กล่าวถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยประยุกต์มาจากองค์ประกอบของ Torrance (1992) แบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการบอกจำนวนของคำตอบ หรือการโต้ตอบของปัญหาได้ ภายในเวลาที่กำหนด โดยคำตอบต้องสอดคล้องกับบริบทและถูกต้อง

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการตอบได้หลายหมวดหมู่หรือหลายประเภท ศึกษาได้จากจำนวนของประเภท หรือจำนวนของหมวดหมู่ในการตอบคำถามที่แตกต่างกัน

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถในการตอบคำตอบที่สอดคล้องกับคำถาม ศึกษาได้จากการตอบข้อคำถามที่มีความโดดเด่นไม่ซ้ำใคร

ทัศนีย์ บุญเติม (2527) ได้เสนอองค์ประกอบของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการคิดแบบอเนกนัยนั้น จำแนกได้ 4 ลักษณะตามแนวของ Guilford คือ

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการนำเสนอแนวคิดให้ได้ปริมาณมาก

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการนำเสนอแนวคิดที่หลากหลายรูปแบบและทิศทาง

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการนำเสนอแนวคิดที่ต่างจากคนอื่น

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการเพิ่มเติมรายละเอียดให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

Park (2011) ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ 4 ประการดังนี้

1. ความคิดแบบอเนกนัย (Divergent thinking) คือ ความสามารถที่จะคิดทำสิ่งต่าง ๆได้หลายทาง ทำให้นำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่รวมถึงการคิดค้น พบวิธีการแก้ปัญหาได้ แบ่งเป็น 3 ประเภท

1.1 ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง จำนวนความคิดหรือผลิตภัณฑ์ทั้งหมดสามารถนับได้เพื่อประเมินความคล่องแคล่วในความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป แต่ในกรณีของวิทยาศาสตร์ความคิดสร้างสรรค์จะต้องเลือกความคิดหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้หรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.2 ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง จำนวนหมวดหมู่ของความคิดหรือสร้างแนวคิดที่แตกต่าง และการจำแนกประเภท ตามบริบททางวิทยาศาสตร์

1.3 ความคิดต่าง (Unusualness) หมายถึง ความคิดหรือผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างเมื่อเทียบกับความคิดของคนทั่วไป ตัวอย่างเช่น การคิดย้อนกลับ การเปลี่ยนสมมติฐานพื้นฐานหรือเงื่อนไขเป็นต้น

2. ความคิดแบบเอกนัย (Convergent thinking) เป็นการคิดทางเดียวเป็นกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งแคบ และมีทางเลือกน้อยจนได้วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด แบ่งเป็น 3 ประเภท

2.1 การสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง จำนวนความคิดหรือสิ่งประดิษฐ์ที่มีโครงสร้างหรือมีระเบียบ ตัวอย่างเช่น จำนวนแนวคิดรวมในแนวคิดหรือจำนวนฟังก์ชันที่รวมอยู่ในการประดิษฐ์ เป็นต้น สอดคล้องกับการสังเคราะห์ซึ่งแตกต่างจากความคิดคล่อง

2.2 การเชื่อมโยง (Coherency) หมายถึง ความคิดหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ต้องมีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ หรือสัมพันธ์กับหลักการทางวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หรือใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.3 ความเรียบง่าย (Simplicity) หมายถึง การทำให้เข้าใจง่ายผ่านภายในคำสั่งหรือระเบียบในบริบททางวิทยาศาสตร์ ค้นหาความสม่ำเสมอจากข้อมูลที่ซับซ้อน โดยการวาดตาราง กราฟ รูปแบบการประดิษฐ์ การแสดงรูปร่าง การแนะนำชื่อสัญลักษณ์หรือการแสดงเชิงคณิตศาสตร์ใหม่ นั้นสอดคล้องกับความเรียบง่าย

3. การคิดเชิงสัมพันธ์ (Associational thinking) เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ภายในเวลาที่กำหนด แบ่งเป็น 2 ประเภท

3.1 การใช้เหตุผลบนฐานของความคล้ายคลึงกัน (Similarity-based reasoning) หมายถึง การเชื่อมโยงระหว่างความคิดหรือผลิตภัณฑ์ และความคิดหรือผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ความคล้ายคลึงกันสามารถพบในคุณสมบัติที่มองเห็นได้ เช่น รูปร่าง สีลักษณะภายใน เช่น ความหนาแน่น การนำไฟฟ้า เป็นต้น หรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในความคิดหรือผลิตภัณฑ์เช่นการเปลี่ยนรูปพลังงาน หรือ การทำให้เสียงสูงขึ้นเมื่อมวลเพิ่มขึ้น เป็นต้น

3.2 การเชื่อมโยงโดยไม่มีความคล้ายคลึงกัน (Linking without similarity) หมายถึง การรวมหรือการเชื่อมต่อระหว่างความคิดหรือผลิตภัณฑ์อื่น ๆ แม้ว่าจะไม่มีความคล้ายคลึงกันอย่างชัดเจน

4. องค์ประกอบทั่วไปอื่น ๆ ของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (Other common elements of scientific creativity) แบ่งเป็น 3 ประเภท

4.1 ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ที่มีความแตกต่างจากบุคคลอื่น

4.2 ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดหรือผลิตภัณฑ์ที่มีรายละเอียดในบริบททางวิทยาศาสตร์ เช่น การวาดภาพอย่างละเอียดแนะทำตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมหรือสร้างการแสดงความคิดที่มีปริมาณคำอธิบายถือได้ว่าเป็นกิจกรรมที่มีเนื้อหา

4.3 คุณค่า (Value) หมายถึง ความคิดหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ ที่มีประโยชน์สำหรับชีวิตมนุษย์ธรรมชาติ หรือการแก้ปัญหาที่เป็นไปตามมาตรฐานทางจริยธรรม

จากการศึกษางานวิจัยสรุปได้ว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์มุ่งเน้นไปที่ความสามารถในการคิด และพฤติกรรมที่แสดงออกผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยความคิดนั้นต้องเป็นประโยชน์หรือสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งพบว่ามีผู้เสนอองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็น 3 องค์ประกอบ (Hu & Adey, 2002) ประกอบด้วย ความคิดคล่อง (fluency) ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) และความคิดริเริ่ม (originality) 4 องค์ประกอบ(กรมวิชาการ , 2544) โดยเพิ่มเติมความคิดละเอียดลออ (Elaboration) และมีงานวิจัยของ (Park, 2011) ได้มีการขยายองค์ประกอบเพิ่มเติมแต่ยังครอบคลุมองค์ประกอบทั้ง 4 องค์ประกอบตามที่กล่าวข้างต้น ซึ่ง

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ใน 4 องค์ประกอบตามแนวคิดของ (Guilford) 1.) ความคล่องแคล่วในการคิด 2.) ความคิดยืดหยุ่นในการคิด 3.) ความคิดริเริ่ม และ 4.) ความคิดละเอียดลออ เนื่องจากทั้ง 4 องค์ประกอบเกี่ยวข้องกับการใช้ความรู้ หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจินตนาการ เป็นองค์ประกอบที่ไม่มีความซับซ้อนมากนักเหมาะแก่การนำมาใช้สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

4.3 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น จัดการเรียนรู้แบบซิปปา การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน จัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นซึ่งแต่ละรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนการเรียนการสอนที่เป็นแบบแผนของการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการออกแบบโดยมีทฤษฎีการเรียนรู้เป็นพื้นฐาน เพื่อใช้เป็นแนวทางให้แก่ครูนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบการเรียนรู้นั้น รายละเอียดดังนี้

4.3.1 การจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น มีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์แบ่งออกเป็น 5 ขั้น (เพ็ญพักตร์ ช่วยพันธ์ และคณะ,2560) ประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 การเรียนรู้ระบุคำถาม (Learning to question) ในขั้นนี้นักเรียนจะเกิดความคิดสร้างสรรค์ในส่วนของความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่นเพราะนักเรียนจะต้องคิดปัญหาที่ตัวเองสนใจให้ได้มากที่สุดและมีความหลากหลายภายในเวลาที่กำหนด

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้แสวงหาสารสนเทศ (Learning to search) นักเรียนจะเกิดความคิดสร้างสรรค์ในส่วนของความคิดคล่องแคล่วความคิดยืดหยุ่นและความคิดละเอียดลออ เพราะนักเรียนทุกคนในกลุ่มจะต้องร่วมกันคิดประเด็นเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับหัวข้อโครงงานให้ครอบคลุมมากที่สุด

ขั้นที่ 3 การเรียนรู้เพื่อสร้างความรู้ (Learning to construct) เป็นขั้นตอนที่มีการเรียนรู้เพื่อสร้างองค์ความรู้ในขั้นนี้นักเรียนจะเกิดความคิดสร้างสรรค์ในส่วนของความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ เพราะนักเรียนจะต้องนำความรู้ที่ได้จากการแสวงหา

สารสนเทศมาเขียนและลงมือปฏิบัติ ทำให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ของตนเองขึ้นโดยมีความรู้ใหม่เกิดขึ้นจากพื้นฐานความรู้เดิม

ขั้นที่ 4 การสื่อสาร (Learning to communicate) การสื่อสารในขั้นนี้นักเรียนจะเกิดความคิดสร้างสรรค์ในส่วนของความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มเพราะนักเรียนจะต้องคิดวิธีการนำเสนอวิธีการที่หลากหลายและแปลกใหม่ไม่ซ้ำกลุ่มอื่นเพื่อให้เกิดความน่าสนใจ

ขั้นที่ 5 การตอบแทนสังคม (Learning to service) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในส่วนของความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออ เพราะนักเรียนจะต้องนำผลงานของตนเองไปตอบแทนสังคมด้วยวิธีการ ต่าง ๆ ที่หลากหลายและแปลกใหม่เพื่อดึงดูดความ สนใจของสังคมให้มากที่สุดในขั้นนี้นักเรียนจะสามารถเกิดความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างสมบูรณ์การจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น มีลักษณะที่สำคัญในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการในการระบุและแก้ไขปัญหาที่มีความหลากหลาย ผ่านการลงมือปฏิบัติตามหลักพื้นฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ที่นำไปสร้างชิ้นงาน ที่เกิดประโยชน์ต่อสังคม และข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น จากการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้ที่จะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้นั้นครูต้องคอยเน้นย้ำถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนซึ่งในการสอนแต่ละครั้งต้องใช้เวลาในการสอนมาก และในการจัดการเรียนรู้ที่จะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้นั้นครูต้องมีเทคนิคในการสร้างสถานการณ์ ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่สามารถทำให้นักเรียนสนใจจะทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย (เพ็ญพักตร์ ช่วยพันธ์ และคณะ, 2560)

4.3.2 จัดการเรียนรู้แบบซิปปา (CIPPA model) เป็นรูปแบบของการจัดการเรียนรู้ที่เสนอโดยทิศนา แขมมณี (2542) ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยผู้สอนเป็นผู้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน ศึกษา ค้นคว้า รวบรวมข้อมูล แลกเปลี่ยนความคิด และประสบการณ์ระหว่างกัน ผู้เรียนรู้จักสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ได้เรียนรู้กระบวนการคู่กับการปฏิบัติ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยชายูตี อับดุลราฮิม และคณะ (2557) ได้นำการเรียนรู้แบบซิปปา (CIPPA model) มาประยุกต์ใช้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วย 7 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทบทวนความรู้เดิม เป็นการช่วยให้ผู้เรียนจดจำข้อมูลที่ได้เรียนรู้ได้ดีขึ้น โดยเชื่อมโยงกับความรู้เดิม สามารถทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้สอน

ขั้นที่ 2 การแสวงหาความรู้ใหม่ เป็นการแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่องที่เรายังไม่มีจากแหล่งต่าง ๆ ครูสามารถช่วยค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องมากที่สุดเพื่อให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้

ขั้นที่ 3 การศึกษาทำความเข้าใจข้อมูล/ ความรู้ใหม่ และเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม เป็นกระบวนการทำความเข้าใจข้อมูลที่ได้เรียนรู้ อาจเกี่ยวข้องกับการใช้ความคิดและความคิดของผู้เรียน รวมถึงการทำงานร่วมกับผู้อื่น จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจข้อมูลได้ดีขึ้นและโดยอาศัยความรู้เดิม

ขั้นที่ 4 การแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจกับกลุ่ม เป็นขั้นที่ผู้เรียนใช้กลุ่มเพื่อตรวจสอบความรู้ของตนเองและเรียนรู้จากความคิดของผู้อื่น และยังพัฒนาความรู้และความเข้าใจด้วยการแบ่งปันความคิดกับผู้อื่น

ขั้นที่ 5 การสรุปและจัดระเบียบความรู้ เป็นขั้นสรุปความรู้เดิม ความรู้ใหม่ และความรู้ที่ได้รับทั้งหมด โดยการจัดระเบียบในลักษณะที่ทำให้ง่ายต่อการจดจำ

ขั้นที่ 6 การปฏิบัติ และ หรือการแสดงผลงาน หากข้อความรู้ได้เรียนรู้มาไม่มีการปฏิบัติเป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้แบ่งปันความรู้ความเข้าใจกับผู้อื่น ช่วยให้นักเรียนเสริมสร้างความเข้าใจและใช้ความคิดสร้างสรรค์ หากจำ เป็นต้องปฏิบัติตามข้อความของสิ่งที่ได้เรียนรู้ ขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นปฏิบัติ และยังมีการแสดงผลงานที่ได้ทำ

ขั้นที่ 7 การประยุกต์ใช้ความรู้เป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้เรียนฝึกฝนการนำความรู้ความเข้าใจของตนเองไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความชำนาญ เข้าใจดีขึ้น แก้ปัญหาได้ดีขึ้นและจดจำสิ่งต่าง ๆ เกี่ยวกับเรื่องนั้นได้

การจัดการเรียนรู้แบบซิปปา มีลักษณะที่สำคัญในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยนักเรียนเป็นผู้เรียนรู้และค้นพบความรู้ใหม่ด้วยตนเอง มุ่งเน้นการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ เข้ากับความรู้เดิมของนักเรียน เน้นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่ม ผู้สอนต้องใช้คำถามต่าง ๆ ให้เหมาะสม เพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปความรู้หรือแนวคิดหลักในกิจกรรมการเรียนรู้และนอกจากนั้นยังสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ที่หลากหลายได้และข้อจำกัดในการจัดการ

เรียนรู้แบบซิปปา ผู้เรียนจะต้องมีความรับผิดชอบในการทำกิจกรรมต่าง ๆร่วมกับผู้อื่น จึงจะทำให้ผลงานบรรลุเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ชายูตี อับดุลราฮิม และคณะ, 2557)

4.3.3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา 2 รูปแบบ ประกอบด้วย จัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 6 ขั้น และ 9 ขั้น มีการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้รูปแบบ 5 ขั้น ดังนี้

4.3.3.1 จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineeringdesign process) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้โดยการบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยเน้นที่ความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้เพื่อเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยอับดุลยามีน หะยีขาเดร์ และคณะ (2560) ได้จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 6 ขั้น ตามแนวทางของ National Research Council (2012) เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และได้อธิบายขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem identification) เป็นกระบวนการของการวิเคราะห์สถานการณ์และทำความเข้าใจกับข้อจำกัดของสถานการณ์นั้น ๆ เพื่อหาทางออกที่เป็นไปได้ และสร้างแผนหรือวิธีแก้ปัญหาเพื่อแก้ไขปัญหา ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างเป็นอิสระ เพื่อกระตุ้นนักเรียนระบุ ปัญหาให้ได้มากที่สุด อย่างหลากหลาย ไม่ซ้ำกับเพื่อนกลุ่ม อื่น ๆ ภายในระยะเวลาที่กำหนด

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related information search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและการประเมินความเป็นไปได้ โดยคำนึงถึงข้อดีและข้อจำกัดครูกำหนดเงื่อนไขเบื้องต้นก่อนการมอบหมายงานให้นักเรียน

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนออกแบบการสร้างชิ้นงาน โดยคำนึงถึงข้อจำกัดและเงื่อนไขที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 4 วางแผนและคำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, evaluation and design improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุง และพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอหลักการคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจ และได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

ศิรินนาถ ทับทิมใส (2563) ได้จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 6 ขั้น ตามแนวทางของ สสวท. (2560) ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางกาเรียนร เรื่องพลังงานความร้อน และได้อธิบายขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem identification) ในขั้นนี้นักเรียนต้องเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย ซึ่งสามารถวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา ซึ่งนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related information search) เป็นขั้นตอนที่รวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) เป็นขั้นตอนประยุกต์ใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผนและคำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development)เป็นขั้นตอนที่เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงาน แล้วลงมือสร้างชิ้นงานตามที่ได้ออกแบบและวางแผนไว้ได้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

(Testing, evaluation and design improvement) เป็นขั้นตอนที่ทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงาน โดยมีการประเมินผลโดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นขั้นตอนที่นำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงาน โดยนำเสนอให้เกิดความน่าสนใจให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

สุกัญญา เชื้อหลุบโพธิ์และคณะ (2019) ได้จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 6 ขั้น ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในวิชาฟิสิกส์ โดยใช้แนวคิดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem identification) เป็นที่นักเรียนต้องทำความเข้าใจและระบุข้อจำกัดและเงื่อนไขของสถานการณ์

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related information Search) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องสืบค้นและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาคิดวิเคราะห์ และหาแนวทางการแก้ไขปัญหาสถานการณ์

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงาน (ภายใต้งบประมาณที่มีอย่างจำกัด)

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, evaluation and design improvement) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องทดสอบประสิทธิภาพพร้อมกับประเมินชิ้นงาน และนำไปปรับปรุงพัฒนาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขั้น ที่ 6 นำเสนอการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจ

Alev & Emin (2016) ได้จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 9 ขั้น ตามแนวทางของ Householder & Hailey (2011) ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 98 คน โดยใช้แนวคิดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 9 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Defining the problem) เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาสถานการณ์ปัญหา ร่วมกันวิเคราะห์และระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 ศึกษาปัญหา (Determining the needs for the problem) เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มระบุความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา และนำข้อมูลไปใช้ในการออกแบบและวางแผนในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 พัฒนาวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ (Developing possible solution) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องนำข้อมูลที่ได้ทำการศึกษามาใช้ในการพัฒนาวิธีแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ โดยต้องคำนึงถึงเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด

ขั้นที่ 4 เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด (Choosing the best solution) เป็นขั้นที่สมาชิกภายในกลุ่มร่วมกันระดมความคิดเพื่อเลือกวิธีแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดพร้อมตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 สร้างชิ้นงาน (Making the prototype) เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการแก้ปัญหาที่ได้ออกแบบและวางแผนไว้ โดยต้องสร้างชิ้นงานที่อยู่ภายใต้เงื่อนไขและเวลาที่กำหนด

ขั้นที่ 6 ทดสอบและประเมินวิธีแก้ปัญหา/ชิ้นงาน (Testing and evaluating the solution) เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำชิ้นงานหรือวิธีแก้ปัญหามาทำการทดสอบหรือดำเนินการแก้ปัญหาตามที่วางแผนไว้ ภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดที่กำหนด

ขั้นที่ 7 นำเสนอวิธีแก้ปัญหา (Presenting the solution) เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานผลการดำเนินการแก้ไขปัญหา โดยมีการอภิปรายถึงข้อดี/ข้อด้อยของชิ้นงานรวมถึงปัญหาและอุปสรรค ตลอดจนแนวทางการแก้ไขปรับปรุง

ขั้นที่ 8 ปรับปรุงแก้ไข (Redesign/revise) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มต้อง

ปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานหรือวิธีแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และทำการทดสอบประเมินอีกครั้ง

ขั้นที่ 9 แก้ปัญหาตัดสินใจ (Completing the decision) เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปวิธีการแก้ปัญหาที่ปรับปรุงแล้ว และนำเสนอผลงาน

การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีลักษณะที่สำคัญในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ เกิดกระบวนการคิด และแก้ไขปัญหาที่หลากหลาย ภายใต้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยมีเงื่อนไขและความท้าทายตามสถานการณ์ที่กำหนด เพื่อให้เกิดชิ้นงานสำหรับใช้ในการแก้ปัญหา อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อจำ กัดในเรื่องข้อความไม่ชัดเจนเกี่ยวกับเวลาเนื่องจากเป็นการเรียนการสอนที่ใช้กิจกรรมเป็นฐาน ในบางขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้อาจจะต้องมีการยืดหยุ่นในเรื่องเวลา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความพร้อมของนักเรียน สถานที่ และวัสดุอุปกรณ์ และการออกแบบกิจกรรมสะเต็มให้สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียน สภาพแวดล้อมรอบโรงเรียน สภาพสังคม เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ใกล้ตัวกับผู้เรียน (อับดุลยามีน หะยีขาเดร์และคณะ, 2560)

1.3.3.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ 5 ขั้น จากงานวิจัยของ ภัสสร ติดมาและคณะ (2558) ได้นำการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาของ Schachter (2012) มาใช้ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education โดยการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ระหว่าง 4 วิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (Science : S) วิชาเทคโนโลยี (Technology : T) วิชาวิศวกรรมศาสตร์ (Engineer :E) และวิชาคณิตศาสตร์(Mathematics : M) ดังนี้

ขั้นตั้งคำถาม (Ask) โดยนักเรียนศึกษาข้อมูล หาคำตอบเพื่อเลือกอวัยวะที่จะสร้าง

ขั้นจินตนาการ (Imagine) ร่างออกแบบ รูปร่างของแบบจำลองอวัยวะหลาย ๆแบบเพื่อช่วยกันตัดสินใจเลือกแบบที่สวยงามเหมาะสม และใช้งบสร้างถูกที่สุด

ขั้นวางแผน (Plan) ระดมสมอง แบ่งงานในกลุ่มเลือกซื้อวัสดุจากครูมาสร้างแบบจำลองอวัยวะ

ขั้นสร้าง (Create) ลงมือสร้างแบบจำลองอวัยวะ

ขั้นปรับปรุง (Improve) ปรับปรุงชิ้นงานให้สมบูรณ์ขึ้น โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติและตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ 5 ขั้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่จัดกิจกรรมในแต่ละขั้นส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ โดยนักเรียนได้ฝึกการตอบคำถามในเวลาที่กำหนด และให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม โดยผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเองตามสภาพจริง ทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ 5 ขั้น จะมีข้อจำกัดเรื่องของเวลา เนื่องด้วยแต่ละกิจกรรมต้องใช้เวลานาน และขั้นในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่ชัดเจน

4.3.4 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น จากงานวิจัย ของพนิตธิดา รุ่งแจ้ง (2557) ได้นำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยสร้างเป็นชุดกิจกรรมมีลักษณะที่สำคัญในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ และแก้ไขปัญหาอย่างมีเหตุผล โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ย่อยจำนวน 7 ชุด แต่ละชุดกิจกรรมการเรียนรู้ย่อย ประกอบด้วย ชื่อชุดกิจกรรม คำชี้แจง จุดประสงค์การเรียน รู้เวลาที่ใช้ ใบความรู้ ใบกิจกรรม และแบบฝึกหัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แต่ละกิจกรรมยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการสร้างชิ้นงาน ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แบ่ง ออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน สำหรับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งนักเรียนจะได้ทำกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในขั้นขยายความรู้และขั้น ประเมินผล มีรายละเอียดดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยใคร่รู้และเกิดความอยากรู้อยากเห็นจากประเด็นปัญหาหรือเรื่องที่กำลังจะศึกษาโดยการใช้คำถามสถานการณ์หรือกรณีตัวอย่าง

2) ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นที่นักเรียนสำรวจตรวจสอบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือเรื่องที่กำลังจะศึกษาจากขั้นสร้างความสนใจ โดยทำกิจกรรมต่าง ๆ อย่างหลากหลายภายในชุดกิจกรรมการเรียนรู้

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาวิเคราะห์ สังเคราะห์ แปลผล อภิปรายและสรุปผลในรูปแบบต่าง ๆ ลงในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น บรรยายสรุป สร้างตาราง จัดทำผังความคิด เป็นต้น และนำเสนอ ผลการปฏิบัติกิจกรรม พร้อมทั้งสรุปความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม

4) ขั้นขยายความรู้ ขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนคิดและ ขยายกรอบความคิดของความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่ โดยให้นักเรียนนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปประยุกต์ใช้เชื่อมโยงกับสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ ตลอดจนเหตุการณ์และสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยการใช้คำถาม ตั้งประเด็นให้นักเรียนอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม ใช้กรณีตัวอย่างและทำกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เช่น การเขียนเล่าเรื่องเชิงสร้างสรรค์ การปั้น ดินน้ำมันสร้างเมืองจำลอง เป็นต้น

5) ขั้นประเมินผล ขั้นที่ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนว่าบรรลุตามที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยการใช้คำถาม ให้นักเรียนเล่นเกม ทำแบบฝึกหัด ภายในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และทำกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้5 ขั้นเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียน และเน้นกระบวนการหาความรู้ด้วยการค้นคว้าด้วยตนเองทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดที่หลากหลาย และแตกต่างจากเดิมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ได้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.3.5 การเรียนรู้แบบโครงงาน จากงานวิจัยของ ราวรรณ์ ทิลานันท์ (2558) ได้นำการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานมาใช้ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยครูจะเป็นผู้กำหนดกรอบของปัญหากว้าง ๆ แล้วให้นักเรียนระบุวิธีการแก้ปัญหา หรือวิธีการศึกษาเอง เป็นการเรียนเนื้อหาเพื่อนำไปใช้ แล้วได้ชิ้นงานในรูปแบบโครงงานออกมา จำนวน 6 แผน ที่มีคุณภาพเหมาะสมมากที่สุด ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษา เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานตามสาระการเรียนรู้ ซึ่งการดำเนินกิจกรรมนั้น มี 3 ระยะ ระยะที่ 1 เริ่มต้นโครงงาน ระยะที่ 2 การพัฒนาโครงงาน และระยะที่ 3 ขั้นสรุป

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถใช้เทคนิคหลากหลายรูปแบบนำมาผสมผสานกัน เน้นให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ได้ด้วยตนเองจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายโดยใช้เทคโนโลยีตามความสนใจของผู้เรียนหรือในกลุ่มอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอนอย่างต่อเนื่องซึ่งสามารถจะทำในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้โดยไม่จำกัดสถานที่ทำให้ได้ชิ้นงานที่แปลกใหม่ที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

สรุปได้ว่างานวิจัยที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ที่พบประกอบด้วย 5 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น จัดการเรียนรู้แบบซิปปา การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน จัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้5 ขั้นที่ปรากฏในชุดกิจกรรม ซึ่งมีลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เข้าใจสิ่งต่าง ๆ และกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถหาแนวทางในแก้ปัญหาที่อยู่รอบตัวได้ ซึ่งใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เน้นให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ได้ด้วยตนเองจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายโดยใช้เทคโนโลยีตามความสนใจของผู้เรียนหรือในกลุ่มอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง

5. จิตวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยได้นำเสนอไว้เป็นหัวข้อต่าง ๆ คือ ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์ ความสำคัญของจิตวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบของจิตวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมบ่งชี้คุณลักษณะของจิตวิทยาศาสตร์ ดังรายละเอียด ดังนี้

5.1 ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์

จิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind) จิตแบบวิทยาศาสตร์ (Scientific Mindedness) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitude Toward Science) ล้วนแต่เป็นคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกันซึ่งเกี่ยวกับการคิดหรือความเชื่อเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ซึ่งบางครั้งเรียกว่า เจตคติด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Attitude หรือ Cognitive Orientation) เจตคติทางวิทยาศาสตร์หรือ จิตวิทยาศาสตร์ (กรมวิชาการ.2546 :4) ได้มีนักวิชาการได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ไอเค็น และไอคิน (Aiken and Akin. 1969: 295-335) อธิบายความการใช้คำว่า “เจตคติ” ในสามด้าน คือ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อนักวิทยาศาสตร์ และเจตคติ ต่อวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ต่อมา คลอฟเฟอร์ ได้จัดจำแนกหมวดหมู่ของพฤติกรรมด้าน จิตพิสัยทางการศึกษา

วิทยาศาสตร์ออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ 1) การแสดงออกถึงเจตคติที่ดี ต่อวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ 2) การยอมรับเอาวิธีการสืบค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้เป็นวิธีคิด 3) การรับเอาเจตคติทางวิทยาศาสตร์มาใช้ 4) ความพึงพอใจในประสบการณ์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ 5) การพัฒนาความสนใจในวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และ 6) การพัฒนาความสนใจที่มุ่งไปสู่การประกอบอาชีพทางวิทยาศาสตร์หรือเกี่ยวของกับวิทยาศาสตร์ และในเวลาต่อมา การ์ดเนอร์ ได้จัดหมวดหมู่เจตคติออกเป็น 2 ประเภท โดยอาศัย แนวคิดของคลอฟเฟอร์ ประกอบด้วย เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitude Toward Science) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) โดยการ์ดเนอร์ได้ให้คำกำจัดความ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ไว้ว่าเป็นเจตคติที่เกี่ยวข้องกับความคิด ความรู้สึกความเชื่อ ค่านิยมที่บุคคลมีต่อวิทยาศาสตร์ (Osborne. 2003: 153; Citing Klopfer.1971; and Gardner. 1975.) ส่วนเจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้นเกี่ยวข้องกับลักษณะนิสัยการคิดแบบนักวิทยาศาสตร์หรือการแสดงออกถึงการมีจิตใจที่เป็นวิทยาศาสตร์ (Aiken and Akin. 1969: 295-335) และจากเอกสารที่เกี่ยวข้องในระยะต่อมา พบว่า มีการใช้ คำเรียกว่า จิตตนิสัยเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Habits of Mind) (Gauld.2005: p 292; AAAS. 1990: p 183) และจิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind) (Visser. 2000: Online) ในความหมายเช่นเดียวกบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และ สสวท.(2546ข: หน้า 14) ระบุถึงคุณลักษณะชี้บ่งจิตวิทยาศาสตร์ว่ามาจากทั้งเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

สุวัฒก์ นิยมค้า (2533 : หน้า 257) ได้กล่าวเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes) มิได้อยู่ในอาณาจักรของความรู้ ความคิดหรืออาณาจักรของทักษะการปฏิบัติ แต่มันอยู่ในอาณาจักรความรู้สึกและจิตใจ (Affective Domain) เจตคติทางวิทยาศาสตร์จะเป็นสิ่งฝังลึกอยู่ในจิตใจของนักวิทยาศาสตร์ทุกคนซึ่งมันจะมีอิทธิพลต่อความคิดการกระทำและการตัดสินใจของนักวิทยาศาสตร์ตลอดเวลาที่มีการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะคนเราเมื่อมีเจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างไรแล้วก็จะมีความโน้มเอียงที่จะทำอย่างนั้นออกมาโดยไม่คิดว่ามันจะเป็นการยุ่งยากหรือเสียเวลาหรือไม่ได้ค่าตอบแทนเท่าที่ควรก็ตาม

ไมตรี จันทร์ดาประดิษฐ์ (2537 : หน้า 24) กล่าวว่า จิตวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์ได้กระทำเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ ผู้มีจิตวิทยาศาสตร์นั้นจะมีลักษณะชอบค้นคว้าหาหลักความจริง มีเหตุผลเป็นผู้มีใจกว้างยอมรับผลงานหรือรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ไม่

รีบด่วนตัดสินใจหรือลงข้อสรุปเร็วเกินไปและไม่งมงายกับการเชื่อถือโชคลางหรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ใด ๆ ลักษณะสำคัญของบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้ 1) มีเหตุผล 2) มีความอยากรู้อยากเห็น 3) มีใจกว้าง 4) มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง 5) มีความเพียรพยายาม 6) มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

Honderich (1995) กล่าวว่า จิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind) หมายถึง การคิดที่อยู่บนพื้นฐานวิธี การทางวิทยาศาสตร์ และทรรศนะการมองโลกแบบ วิทยาศาสตร์ ดังนี้ วิทยาศาสตร์มีความสำคัญมากกว่าศิลปะในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับโลกหรือเหตุการณ์ที่ต้องการทำความเข้าใจ วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการทางปัญญาเพียงวิธีการเดียวที่ได้รับการยอมรับปัญหาทางปรัชญาเป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และควรจะจัดการได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ประวิตร ชูศิลป์ (2542 : 28) กล่าวถึง จิตวิทยาศาสตร์ ที่ยอมรับกันแพร่หลายและมักใช้อ้างอิงเสมอของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาคนหนึ่งแห่ง University of Wisconsin Milwaukee ชื่อ Richard E. Haney ที่ว่าพฤติกรรมทางด้านความรู้สึกที่เกิดขึ้นจากการฝึกฝนอบรมประกอบขึ้นด้วยคุณลักษณะทั้ง 8 ประการ ดังนี้ 1) ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) 2) ความมีเหตุมีผล (Rationality) 3) การไม่ด่วนสรุป (Suspended Judgment) 4) ความใจกว้าง (Open-Mindedness) 5) การมีวิจารณญาณ (Critical -Mindedness) 6) การไม่ถือตนเป็นใหญ่ (Objectivity) 7) ความซื่อสัตย์ (Honesty) 8) ความอ่อนน้อมถ่อมตน (Humility)

กรมวิชาการ. (2546 : 272) ได้กล่าวถึง จิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind / Scientific Attitudes) เป็นคุณลักษณะของบุคคลที่เกิดจากการศึกษาหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556 : 272) กล่าวว่า จิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind / Scientific Attitudes) เป็นคุณลักษณะนิสัยบุคคลที่เกิดจากการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ 1) ความสนใจใฝ่รู้ 2) ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ 3) ความซื่อสัตย์ 4) ประหยัด 5) ความใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 6) ความมีเหตุผล 7) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

สมจิต สวธนไพบูลย์และคณะ.(2546: 11) ได้กล่าวถึง จิตวิทยาศาสตร์ หมายถึงความรู้สึกนึกคิดของบุคคลที่มีต่อการคิดการกระทำและการตัดสินใจในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่

เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถปรากฏเป็นพฤติกรรมที่สำคัญ คือ ความสนใจใฝ่ รู้ความมุ่งมั่นรอบคอบ อดทนซื่อสัตย์ ความมีเหตุผล ความรับผิดชอบ ความใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่นและการร่วมกันทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

วาโร เพ็งสวัสดิ์ (2547 : 2) กล่าวว่า จิตแบบวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดเห็นความรู้สึก หรือ พฤติกรรมที่แสดงในทางบวก หรือในทางลบต่อเนื้อหาวิชา และกิจกรรมต่าง ๆ ทาง วิทยาศาสตร์ ผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์จะมีลักษณะเป็นผู้มีเหตุผล มีความอยากรู้อยากเห็นมีใจกว้าง มีความซื่อสัตย์ มีความเพียรพยายาม และมีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

เสน่ห์ ส ายต่างใจ (2547 : 2) กล่าวว่าจิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind) เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและการยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

สรุปได้ว่าจิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมและลักษณะนิสัยของนักเรียนที่คาดหวังจะได้รับการพัฒนาโดยผ่ายกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ต้องเกิดจากความอยากรู้อยากเห็น ช่างสงสัย เมื่อสงสัยก็อยากทราบคำตอบ จึงคิดหาวิธีการที่จะทำให้ได้คำตอบนั้น เจตคติทางวิทยาศาสตร์หรือจิตวิญญาณวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นตัวบ่งชี้ของคุณลักษณะของจิตวิทยาศาสตร์ที่บ่งบอกถึงคุณลักษณะที่ตกผลึกอยู่ในจิตใจ พร้อมที่แสดงออกเป็นพฤติกรรมตลอดเวลาในการแก้ไขปัญหาหรือใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

5.2 ความสำคัญของจิตวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนในสาระการเรียนรู้ที่มีความมุ่งหวังให้นักเรียนเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์หรือจิตวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในผู้เรียนนั้น ได้ให้ความสำคัญสำหรับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 มีการกำหนดจุดประสงค์ที่ตรงกับข้อหนึ่งว่า เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ เพราะฉะนั้นจึงเป็นหน้าที่โดยตรงของครูวิทยาศาสตร์ที่จะต้องพยายามปลูกฝังให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนมีแนวปฏิบัติดังต่อไปนี้

1) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์เพื่อการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยเน้นวิธีการ

เรียนรู้จากการทดลองให้นักเรียนมีโอกาสใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจะช่วยพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไปในเวลาเดียวกัน

2) การมอบหมายให้ทำกิจกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะทุกการทดลองควรให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มเพื่อฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น ฟังความคิดเห็นของคนอื่นฝึกความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และในขณะที่นักเรียทำการทดลองนั้นครู ต้องดูแลช่วยเหลือหรือให้ความช่วยเหลือบางอย่าง และได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขณะนั้นด้วย

3) การใช้คำถามหรือการสร้างสถานการณ์เป็นช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้ดี

4) ในขณะที่ทำการสอนควรนำหลักการจิตวิทยาการศึกษามาใช้ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้รับฝึกประสบการณ์หลาย ๆ ด้านหรือฝึกประสาทสัมผัสหลาย ๆ ทางได้แก่ กิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหว สถานการณ์ที่แปลกใหม่ เพื่อเร้าใจให้นักเรียนอยากเรียนรู้อยากเห็น การให้ความเอาใจใส่ของครู ฯลฯ เหล่านี้เป็นพลังสำคัญส่วนหนึ่งต่อการพัฒนาเจตคติได้

5) ในการสอนแต่ละครั้งพยายามสอดแทรกลักษณะของเจตคติแต่ละลักษณะตามความเหมาะสมของเนื้อหาบทเรียนและวัยของนักเรียนกับให้มีการพัฒนาลักษณะเจตคตินั้น ๆ ด้วย

6) นำตัวอย่างที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันซึ่งเป็นปัญหาสังคม เช่น ปัญหาการจราจรติดขัดในกรุงเทพฯ แล้วให้นักเรียนช่วยกันคิดเพื่อหาแนวทางแก้ไข้ปัญหาดังกล่าวจากการตั้งข้อสังเกตของนักเรียนเองหรือนักเรียนอาจจะประมวลจากประกาศของทางราชการหรือจากการสื่อสารมวลชนก็ได้ เพื่อฝึกแนวคิดของนักเรียน ครูควรเสนอกระบวนการแก้ไขปัญหา ได้แก่

6.1) กำหนดปัญหา

6.2) ตั้งสมมติฐานหลาย ๆ ข้อเพื่อหาคำตอบ

6.3) ทำการทดลอง

6.4) รวบรวมข้อมูล

6.5) จัดการทำและตีความหมายจากข้อมูล

6.6) สรุป

7) เสนอแนะแบบอย่างของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนอาจศึกษาหรือ เรียนแบบอย่างได้ เช่น นักวิทยาศาสตร์ ครู บิดา มารดา เพื่อนนักเรียน ฯลฯ เป็นต้น

นักการศึกษาได้ให้ความสำคัญของจิตวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

สุนีย์ เหมะประสิทธ์ (2543, หน้า 16-17)ได้รวบรวมความสำคัญของจิตวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ประการ ดังนี้

1) จิตวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับความพร้อมทางจิตใจ ถ้าเด็กมีจิตวิทยาศาสตร์ทางบวก เด็กจะรับรู้มโนคติ (Concept) เนื้อหาสาระ (Content) และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนบุคคลที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดีถ้าเด็กไม่พร้อม เด็กจะขาดความกล้าที่จะปฏิสัมพันธ์กับบุคคลหรือสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกบวิทยาศาสตร์

2) จิตวิทยาศาสตร์มิใช่สิ่งที่มีมากำเนิด นักจิตวิทยากล่าวว่า จิตวิทยาศาสตร์ สามารถเรียนรู้ได้และสามารถจัดประสบการณ์ให้เด็กเกิดจิตวิทยาศาสตร์นอกจากนี้จิตวิทยาศาสตร์ ของเด็กสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยอาศัยประสบการณ์ที่เพิ่มพูนขึ้น

3) จิตวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่พลวัต (Dynamic) อันเนื่องมาจากประสบการณ์ใหม่ก่อให้เกิดการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ด้านอารมณ์และรู้สึก และจิตวิทยาศาสตร์ด้านสติปัญญา ซึ่งทั้งสองส่วนนี้นำไปสู่การตัดสินใจและการประเมินคุณค่าของสิ่งนั้น ๆ

วิทยาศาสตร์จึงก่อให้เกิดพฤติกรรมเชิงบวกหรือบวกลบได้ ซึ่งขึ้นกบความพร้อมทางจิตใจ การได้รับประสบการณ์ต่าง ๆ ถ้าเด็กได้รับประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในเชิงบวกก็จะพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ได้

5.3 องค์ประกอบของจิตวิทยาศาสตร์

คุณลักษณะของจิตวิทยาศาสตร์ที่กล่าวไว้ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เป็นคุณลักษณะเดียวกันกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีผู้กล่าวถึงเรื่องนี้หลายท่าน ได้จำแนกคุณลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

เคอร์ดิส, เวลล์ และวิลเลี่ยม (วรวิทย์ ตันฑนะเทวินทร์. 2534: 27; อ้างอิงจาก Curtis, Well and William. 1960) ได้รวบรวมลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ไม่มีความเชื่อเกี่ยวกับโชคลาง ความลึกลับที่อธิบายไม่ได้

2. มีอุดมคติและความกระตือรือร้น อยากรู้เกี่ยวกับเหตุการณ์ทั่ว ๆ ไปที่เกิดขึ้นโดยชอบทดสอบความจริงที่เคยมีผู้ค้นคว้าไว้แล้วมีการสังเกตอย่างละเอียด ถี่ถ้วน

3. มีนิสัยรักความจริงและเชื่อในเหตุการณ์ที่ตนทดสอบ

4. มีนิสัยจะประมาณเหตุผลและมีความเชื่อมั่น ซื่อสัตย์ต่อหลักวิชาและเหตุผลเพียงพอในการกระทำ

5. ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เป็นผู้มีใจกว้างและยินดีที่จะทำการทดลองเพื่อพิสูจน์ความจริงได้เสมอ

วิคเตอร์ (สมจิต สวธนไพบูลย์ และคณ ะ.2546 :89; อ้างอิงม าจาก Victor.1980:17)

ได้กล่าวถึงลักษณะของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น
2. พยายามหาหลักฐานต่าง ๆ ที่เชื่อถือได้
3. มีใจกว้าง
4. มีความหนักแน่น
5. ไม่ตัดสินใจด้วยอารมณ์
6. ไม่ลงข้อสรุปเมื่อยังมีหลักฐานไม่เพียงพอ
7. เคารพในความคิดเห็นของผู้อื่น
8. ไม่เชื่อคำพูดที่ยังไม่มีข้อพิสูจน์
9. ไม่เชื่อโชคลาง
10. ยึดถือความจริง
11. เต็มใจที่จะตอบข้อซักถามของผู้อื่น

ฮานีย์ (เวียงงาม ปรีชาพานิชพัฒนา. 2539: 39; อ้างอิงจาก Haney.1969) ได้แบ่งเจตคติทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ลักษณะดังนี้

1. เจตคติที่ทำให้เกิดพฤติกรรมเยี่ยงวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1.1 ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) หมายถึงความพอใจที่เผชิญกับปัญหาใหม่ๆ เป็นคนที่มีลักษณะชอบซักถาม ชอบคิดและริเริ่มสิ่งใหม่ ๆ

1.2 ความมีเหตุผล (Rationality) เป็นตัวกาหนดแนวทางของพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ เพื่อหาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติโดยไม่มีสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่าง ๆ

1.3 การรู้จักพิจารณา (Suspended Judgement) หมายถึง การไม่รีบตัดสินใจโดยปราศจากข้อมูลสนับสนุนเพียงพอ

2. เจตคติเกี่ยวกับการยอมรับความคิดใหม่ ๆ มีดังนี้

2.1 ความใจกว้าง (Open-Mindedness) หมายถึง ความเต็มใจที่เปลี่ยนแปลงความคิดของตนเอง

2.2 การใช้ความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ (Critical- Mindedness) หมายถึง ความพยายามที่จะหาข้อมูลสนับสนุนหลักฐานอ้างอิงต่าง ๆ ก่อนที่จะยอมรับความคิดเห็นใด ๆ รู้จักโต้แย้ง และหาหลักฐานสนับสนุนความคิดเห็นของตน

2.3 การมีความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง การมีความถูกต้องเที่ยงตรงในการรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำข้อมูลโดยไม่ใช้ความคิดเห็นส่วนตัวเข้าไปเกี่ยวข้อง

2.4 ความซื่อตรง (Honesty) ความซื่อตรงในการรายงานผลการศึกษาหาความรู้

โดยปราศจากอคติหรืออิทธิพลอื่น ๆ

3. เจตคติเกี่ยวกับโลกทัศน์ของแต่ละบุคคล ได้แก่ การยอมรับในข้อจำกัดซึ่ง หมายถึง การยอมรับในข้อจำกัดของการแสวงหาความรู้ ความจริงที่ค้นพบในวันนี้อาจจะเปลี่ยนแปลงในวันหน้า

บรรทม เครือวัลย์ (2530 : 21-22)ได้นำคุณลักษณะของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของฮานีย์ ซึ่งมีลักษณะอยู่ทั้งหมด 8 ด้านมาวิเคราะห์รวมกบคุณลักษณะด้านการยอมรับข้อจำกัดของปัญญา สุขศรีงาม (2529 : 15) ที่ได้ให้ความหมายของการยอมรับข้อจำกดไว้ 4 ด้าน ไว้ดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) หมายถึง บุคคลที่มีลักษณะชอบซักถามชอบหาความรู้ชอบริเริ่ม และชอบสืบเสาะหาความรู้

2. ความมีเหตุผล (Rationality) หมายถึง บุคคลที่ชอบพิจารณาหาสาเหตุของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ ไม่เชื่อโชคลาง ใช้เหตุผล รอบคอบในการพิสูจน์สิ่งต่าง ๆ และการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

3. มีความรอบคอบในการตัดสินใจ (Suspending Judgement) หมายถึง บุคคลที่มีการรวบรวมหลักฐานที่เชื่อถือได้เพียงพอก่อนตัดสินใจหรือสรุปสิ่งต่าง ๆ

4. ความใจกว้าง (Open-Mindedness) หมายถึง บุคคลที่เต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดเห็นของตน และยอมรับความจริงที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีหลักฐานใหม่มาสนับสนุนที่ดีกว่า

5. มีความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ (Critical Mindedness) หมายถึง บุคคลที่มีความพยายามค้นหาหลักฐานหรือข้ออ้างอิงต่าง ๆ ก่อนที่จะยอมรับความคิดเห็นใด ๆ และรู้จักโต้แย้งและหาหลักฐานมาสนับสนุนความคิดเห็นของตนเอง

6. ความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง บุคคลที่มีความเที่ยงตรงในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูล และแปรความหมายข้อมูลต่าง ๆ

7. ความซื่อสัตย์ (Honesty) หมายถึง บุคคลที่มีการรายงานผลการทดลองการสังเกตอย่างมีสติด้วยความซื่อสัตย์

8. การยอมรับในข้อจำกัด (Humility) หมายถึงการยอมรับในข้อจำกัดต่าง ๆ ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม.2529 : 15) ซึ่งได้แก่

8.1 ข้อจำกัดในเรื่องวิธีการศึกษาแบบอุปนัย ซึ่งอาศัยการสรุปข้อมูลที่มีอยู่ถ้าข้อมูลที่มีมากพอและถูกต้อง การสรุปก็ถูกต้องและเชื่อถือได้

8.2 ข้อจำกัดเกี่ยวกับการวัด โดยยอมรับว่าในการวัดทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีความคลาดเคลื่อนอยู่เสมอ

8.3 ข้อจำกัดเกี่ยวกับเรื่องค่านิยมต่าง ๆ เช่น ความสวยงาม ความดี ความยุติธรรม ฯลฯ ซึ่งทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถสรุปได้

8.4 ข้อจำกัดเกี่ยวกับสิ่งศึกษาศึกษาในสิ่งที่สมมติชื่อขึ้นมาโดยอาศัยการกำหนดสมบัติของสิ่งเหล่านั้น จึงไม่ใช่สิ่งที่เป็นจริงอย่างสมบูรณ์

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ได้จำแนกองค์ประกอบของวิทยาศาสตร์ที่คาดหวังว่าจะได้รับการพัฒนาขึ้นในตัวนักเรียนโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ มีดังนี้

1) ความสนใจใฝ่ รู้

2) ความซื่อสัตย์

3) ความอดทน มุ่งมัน

4) ความมีใจกว้างยอมรับความคิดเห็น

5) ความคิดสร้างสรรค์

6) มีความสงสัยและกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ

7) ยอมรับเมื่อมีประจักษ์พยานหรือเหตุผลที่เพียงพอ

สุวัฒก์ นิยมค้า (2531 : หน้า 257) ได้กล่าวถึงลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์อาจจำแนกได้ 9 ข้อ ดังนี้

1. มีความอยากรู้อยากเห็น

2. ชอบสงสัยและชอบซักถาม

3. มีเหตุผล

4. มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น และเปลี่ยนแปลงความคิดเมื่อมีหลักฐานอื่นที่ดีกว่า

5. มีความซื่อสัตย์ ยึดถือความถูกต้องตามความเป็นจริง

6. มีความพยายามและอดทนในการหาคำตอบ

7. มีการพิจารณาอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจลงข้อสรุป

8. ไม่โอ้อวด

9. ไม่เชื่อสิ่งที่เหนือธรรมชาติ

สรุปได้ว่าการแบ่งลักษณะผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หรือจิตวิทยาศาสตร์นั้น ไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัววาจะแบ่งลักษณะใด ส่วนใหญ่มีความคล้ายคลึงกันมากต่างกันเฉพาะการจัดหมวดหมู่ของลักษณะเข้าด้วยกันหรือแยกกัน ซึ่งการพิจารณาการตัดสินการมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หรือจิตวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องอาศัยพฤติกรรมที่บ่งบอกลักษณะของเจตคติทางวิทยาศาสตร์เหล่านั้นด้วย ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกลักษณะของผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ที่สำคัญและจำเป็น

6 ด้าน คือ 1) มีความอยากรู้อยากเห็น 2) มีใจกว้าง 3) มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง 4) มีความเพียรพยายาม 5) มีเหตุผล 6) มีความละเอียดรอบคอบก่อนการตัดสินใจ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พิมพ์ใจ เกตุการณ์ (2558) ได้ศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ความสามารถในการแก้ปัญหา และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปี ที่ 6 โรงเรียนบ้านห้วยปราบ อำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปี ที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปี ที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปี ที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อาทิตยา ขาวพราย. (2562) ผลการวิจัยพบว่า หลักสูตรกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มี 8 องค์ประกอบ ได้แก่ หลักการของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตรกลุ่มเป้าหมาย ระยะเวลา โครงสร้างของหลักสูตร เนื้อหาและกิจกรรมค่ายตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมค่าย และการวัดและประเมินผล และผลการใช้หลักสูตร พบว่านักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมหลักสูตรค่ายวิทยาศาสตร์หลังเข้าค่ายสูงกว่าก่อนเข้าค่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพเครื่องมือ
4. ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาค้นคว้า
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 5 ห้องเรียน จำนวน 160 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน 72 คน โดยการรับสมัครนักเรียนที่สนใจเข้าค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยความสมัครใจ

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้ามี 4 ชนิดดังนี้

1. กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
2. แบบประเมินวัดความคิดสร้างสรรค์
3. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา
4. แบบประเมินวัดจิตวิทยาศาสตร์

การสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพเครื่องมือ

1. กิจกรรมการเรียนค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

1.1 การศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ประกอบด้วยการศึกษาค้นคว้า การวางแผนงาน การสังเกต การอภิปรายผลสะท้อนกลับสามารถนำมาปรับปรุงแก้ไขใช้กับกับกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

1.2 กำหนดแผนการดำเนินงานกำหนดวันเวลาสำหรับประชุมอาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.3 ประชุมเพื่อกำหนดจุดมุ่งหมายของกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดเต็มศึกษาศึกษาเอกสารหลักสูตรวิทยาศาสตร์งานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.4 นำเสนอกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยและอาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สรุปกิจกรรมการเรียนรู้มีกิจกรรมอะไรบ้าง รายละเอียดของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมวิธีการอุปกรณ์มีอะไรบ้างออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง

1.5 นำกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาให้ที่ปรึกษางานวิจัย ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นถึงความถูกต้องของเนื้อหาสาระ วิธีการทำกิจกรรมวัสดุอุปกรณ์ความปลอดภัยในการทำกิจกรรมและความเหมาะสมอื่น ๆ

1.6 ดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามที่ปรึกษางานวิจัยได้เสนอแนะได้กิจกรรมการเรียนรู้ 4 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

กิจกรรมที่ 1 กิจกรรมสร้างรถไฟฟ้า

กิจกรรมที่ 2 กิจกรรมสร้างหุ่นยนต์

กิจกรรมที่ 3 กิจกรรมสร้างจรวดขวดน้ำ

กิจกรรมที่ 4 กิจกรรมไข่มหัศจรรย์

1.7 ดำเนินการเตรียมอุปกรณ์และเอกสารกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

1.8 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไปทดลองกับโรงเรียนปากคลองโรงนาค ตำบลเสม็ด อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีเพื่อหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรมความเหมาะสมด้านเนื้อหาวัสดุอุปกรณ์วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ความสามารถของวิทยากร สถานที่ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละฐาน

โดยผู้วิจัยดำเนินการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้และเป็นวิทยากรตลอดเวลาที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้ทุกกิจกรรมจนเสร็จสิ้นกิจกรรม

1.9 เชิญที่ปรึกษางานวิจัยเข้าสังเกตสัมภาษณ์อาจารย์และนักเรียนขณะปฏิบัติการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโรงเรียนปากคลองโรงนาค

1.10 หลังจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์มีการประชุมอาจารย์กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยและอาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย (ดร.สมศิริ สิงห์ลพ) อภิปรายระดมความคิดเพื่อสรุปผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ทุก ๆ ฐานนำข้อเสนอแนะมาดำเนินการปรับปรุงแก้ไข

1.11 นำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาและประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้อง (IOC)

1.12 นำกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา

1.13 ประชุมสะท้อนผลโดยการอภิปรายร่วมกับอาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ปรึกษางานวิจัยและผู้เชี่ยวชาญ ประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาว่ามีจุดใดต้องแก้ไขปรับปรุงแก้ไขและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้ดียิ่งขึ้นจากนั้นนำกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ได้ผ่านการแก้ไขปรับปรุงแล้วไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในครั้งต่อไปกับนักเรียนโรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา

สรุปขั้นตอนการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหามีขั้นตอนสร้างดังนี้

1. ศึกษาตำราเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดแก้ปัญหาเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

2.สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก 10 สถานการณ์ สถานการณ์ปัญหาละ 4 ข้อ รวมเป็น 40 ข้อที่สอดคล้องกับลักษณะพฤติกรรมที่ต้องการวัดตามขั้นตอนของเวียร์ (Weir, 1974 อ้างถึงใน ปราณี หีบแก้ว, 2552, หน้า 32 – 33) มี 4 ขั้นตอนคือ 1. ขั้นระบบปัญหา 2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา 3. ขั้นเสนอวิธีแก้ปัญหา 4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์

3. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยเพื่อตรวจสอบความถูกต้องแล้วจึงนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

4. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับแนวทางการแก้ไขปัญหาของเวียร์ (Weir, 1974) ได้ค่า IOC = 0.97

5. นำผลประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและพิจารณาเรื่องแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.05 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, หน้า 117) ซึ่งค่าดัชนีสอดคล้องที่ได้คือ 0.97 ถือว่าใช้ได้

6. ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญดังต่อไปนี้

- ปรับแก้คำผิดและการใช้ภาษาให้ถูกต้องและเหมาะสม
- ปรับแก้ไขประโยคคำถามและตัวเลือกให้สมบูรณ์และชัดเจนมากขึ้น

7. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหามาจัดพิมพ์แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ไม่ใช่กลุ่มนักเรียนตัวอย่าง จำนวน 32 คน แล้วนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ไขปัญหามาตรวจให้คะแนนโดยให้ 1 คะแนนสำหรับข้อที่ถูกต้อง ให้ 0 คะแนนสำหรับข้อที่ตอบผิด หรือไม่ตอบหรือมากกว่าหนึ่งคำตอบ

8. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหามาตรวจสอบให้คะแนนแล้วนำมาวิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย (p) หาค่าอำนาจจำแนก (r) (พรรณี ลีกิจวัฒนะ, 2556, หน้า 115 – 119) โดยใช้การแบ่งกลุ่มสูงต่ำด้วยเทคนิค 33% (พรรณี ลีกิจวัฒนะ, 2556, หน้า 118) เนื่องจากมีจำนวนนักเรียน 32 คน ซึ่งมากกว่า 30 คน แต่ไม่ถึง 100 คน แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าจำแนกง่าย (p) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 -1.00 (พรรณี ลีกิจวัฒนะ, 2556, หน้า 115 – 119)

9. ดำเนินการคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 32 ข้อ ซึ่งค่าความยากง่าย (p) คือ 0.23 – 0.88 และค่าอำนาจจำแนก (r) คือ 0.27 - 0.80

10. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่คัดเลือกไว้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบโดยใช้สูตร K.R. 20 (Kuder Richardson 20) ได้ 0.83

11. จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา 8 สถานการณ์ปัญหา สถานการณ์ปัญหาและ 4 ข้อรวมเป็น 32 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการทำวิจัยต่อไป

3. แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์

เป็นแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ 4 ด้านได้แก่ ความคิดริเริ่มความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่นและความคิดละเอียดลออ แต่ละหัวข้อมี 3 ข้อย่อย รวม 12 ข้อโดยมีกระบวนการสร้างแบบประเมินวัดความคิดสร้างสรรค์ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินวัดความคิดสร้างสรรค์และเกณฑ์การตรวจให้คะแนน

2. ศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความคิดสร้างสรรค์เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบประเมินวัดความคิดสร้างสรรค์

3. สร้างแบบประเมินวัดความคิดสร้างสรรค์ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหากิจกรรมในค่ายวิทยาศาสตร์ได้แก่เนื้อหาจรวดขวดน้ำ ไข่มหัศจรรย์ รถยนต์ไฟฟ้าและการสร้างหุ่นยนต์ไฟฟ้าโดยออกแบบประเมินวัดความคิดสร้างสรรค์แต่ละกิจกรรมให้ครอบคลุมทั้ง 4 ด้านได้แก่ความคิดริเริ่มความคิดคล่องแคล่วความคิดยืดหยุ่นและความคิดและละเอียดลออใช้ประเมินทั้ง 4 กิจกรรมรวม 12 ข้อรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์ 3 ข้อ
2. ความคิดคล่องแคล่ว 3 ข้อ
3. ความคิดยืดหยุ่น 3 ข้อ
4. ความคิดละเอียดลออ 3 ข้อ

4. นำแบบประเมินวัดความคิดสร้างสรรค์ให้ที่ปรึกษางานวิจัยเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมและปรับแก้ตามความคิดเห็นของที่ปรึกษางานวิจัยที่นำเสนอ

5. นำแบบประเมินวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ผ่านการตรวจจากที่ปรึกษางานวิจัยเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) = 0.91 ของเนื้อหาความถูกต้องใช้เกณฑ์ค่า (IOC) 0.5 ขึ้นไปถือว่ามีความเที่ยงตรง (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 185) โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญดังนี้

ให้คะแนน + 1 คะแนน หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถวัดความคิดสร้างสรรค์

ให้คะแนน 0 คะแนน หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ได้

ให้คะแนน - 1 คะแนน หมายถึง แน่ใจว่าความคิดนั้นไม่สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ได้

นำแบบประเมินวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ได้จากการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) คัดเลือกแบบประเมินที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปถือว่าเป็นแบบประเมินที่มีความสอดคล้องและเที่ยงตรงด้านเนื้อหา

6. ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

7. สร้างเกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละด้านในแต่ละหัวข้อย่อย

8. แบบประเมินวัดความคิดสร้างสรรค์ กิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์เป็นข้อคำถามแบบมาตรส่วนประเมินค่า (Rating Scale) แสดงระดับความคิดสร้างสรรค์ 3 ระดับ คือ มาก ปานกลาง และน้อย

คะแนน	ระดับความคิดสร้างสรรค์
3	มาก
2	ปานกลาง
1	น้อย

เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนระดับความคิดสร้างสรรค์ มาจากเกณฑ์ของวิเชียร เกตุสิงห์ (2538, หน้า 9) เป็น 3 ระดับดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	ความหมายของระดับความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับ
2.34 – 3.00	มาก
1.67 – 2.33	ปานกลาง
1.00 – 1.66	น้อย

9. นำแบบประเมินวัดความคิดสร้างสรรค์ไปใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

10. นำคะแนนความคิดสร้างสรรค์มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับใช้สัมประสิทธิ์อัลฟ่า (α Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach)ได้ 0.70

4. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาตำราเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

2. สร้างแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการระบุคุณลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการได้รับการจัดการเรียนรู้ซึ่งครอบคลุมพฤติกรรมที่แสดงออกถึงจิตวิทยาศาสตร์ 6 ด้าน อันประกอบด้วย ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น ความอดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ความประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนตามมาตรวัดแบบ ลิเคิร์ท (Likert scale) 5 ระดับ จำนวน 30 ข้อ

3. นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยเพื่อตรวจสอบความถูกต้องแล้วจึงนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

4. นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านเพื่อประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์แต่ละข้อกับคุณลักษณะนิสัยด้านต่าง ๆ

5. นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยแล้วพิจารณาเลือกแบบว่าจิตวิทยาศาสตร์ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, หน้า 117) ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้องที่ได้คือ 0.80 - 1.00 ถือว่าใช้ได้

6. ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญดังต่อไปนี้

- ปรับแก้คำผิดและการใช้ภาษาให้ถูกต้องและเหมาะสม

7. นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์มาจัดพิมพ์แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพาที่ ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 37 คนแนะนำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์มาตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนตามมาตรวัดแบบ ลิเคิร์ท (Likert scale) 5 ระดับ

8. ประเภทข้อความที่นักเรียนมีพฤติกรรมหรือความรู้สึกตามคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์ในเชิงบวกมีความหมายและเกณฑ์ในการให้คะแนนดังนี้

5 หมายถึง	นักเรียนมีพฤติกรรมหรือความรู้สึกตามคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมากที่สุด
4 หมายถึง	นักเรียนมีพฤติกรรมหรือความรู้สึกตามคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก
3 หมายถึง	นักเรียนมีพฤติกรรมหรือความรู้สึกตามคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

2 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมหรือความรู้สึกตามคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับน้อย

1 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมหรือความรู้สึกตามคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของระดับพฤติกรรมหรือความรู้สึกตามคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์ คือ

ค่าเฉลี่ย	ความหมายของระดับคะแนนเฉลี่ยจิตวิทยาศาสตร์
1.00 – 1.49	น้อยที่สุด
1.50 – 2.49	น้อย
2.50 – 3.49	ปานกลาง
3.50 – 4.49	มาก
4.50 – 5.00	มากที่สุด

(บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 100 อ้างถึงใน อารีวรรณ คูหเพ็ญแสง, 2559 หน้า 80)

9. นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกไว้แล้ว มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับใช้สัมประสิทธิ์อัลฟ่า (α Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ได้ 0.93

10. จัดพิมพ์แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ผู้ศึกษาวิจัยได้เตรียมนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างโดยประกาศรับสมัครนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 72 คน

2. นัดประชุมนักเรียนให้เข้าใจถึงการเตรียมตัวในการปฏิบัติอย่างไรบ้างเมื่อมาเข้าอยู่ในค่ายนัดหมายวันเวลาสถานที่การแต่งกายอื่น ๆ

3. ทำการทดสอบก่อนเข้าค่าย (Pre - test) ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพและปรับปรุงแก้ไขแล้วตรวจให้คะแนนแล้วบันทึกคะแนนเก็บไว้เปรียบเทียบกับคะแนนหลังผ่านกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

4. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็ม 2 วัน

4.1 ประชุมเตรียมความพร้อมอาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ปรึกษางานวิจัยและผู้เชี่ยวชาญ แบ่งงานให้รับผิดชอบแต่ละกิจกรรมฐาน 4 กิจกรรมให้รับผิดชอบเตรียมอุปกรณ์สถานที่รับผิดชอบผู้วิจัยเตรียมเอกสารค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

4.2 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยดำเนินกิจกรรมร่วมกับอาจารย์ประจำฐานการเรียนรู้ผู้วิจัยดำเนินการให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์แต่ละกลุ่มศึกษาข้อบกพร่องหรือปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับอาจารย์และที่ปรึกษางานวิจัยและผู้เชี่ยวชาญ ตลอดการทำกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 2 วัน

4.3 ผู้วิจัยบันทึกข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิจัยนักเรียนที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 4 กิจกรรม 2 วัน

5. หลังจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์แล้วจึงทำการทดสอบหลังทำกิจกรรม (Post – test) ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

6. ประเมินวัดจิตวิทยาศาสตร์นักเรียนหลังผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

7. ประชุมสะท้อนผลปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับอาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และที่ปรึกษางานวิจัยและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพัฒนาปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยศึกษาดำเนินการจัดทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. หาค่าอำนาจจำแนกและหาค่าความยากง่าย

2. หาค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบทั้งฉบับ

3. ค่าสถิติ ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบประเมินวัดความคิดสร้างสรรค์และแบบประเมินวัดจิตวิทยาศาสตร์

4. วิเคราะห์แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาก่อนและหลังทำกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

5. วิเคราะห์แบบประเมินวัดความคิดสร้างสรรค์ขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์

6. วิเคราะห์แบบประเมินวัดจิตวิทยาศาสตร์หลังทำกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน ($\overline{X}$) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 306)

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

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) โดยใช้สูตร คือ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 307)

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

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละด้านยกกำลังสอง

$\left(\sum X\right)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม *IOC* (สมโภชน์ อเนกสุข, 2554, หน้า 102)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้เทคนิค 27% จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบของจุง เตห์ ฟาน (สมโภชน์ อเนกสุข, 2554, หน้า 113) การหาค่าความยากง่าย (P)

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

R แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบถูก

N แทน จำนวนผู้สอบทั้งหมด

การหาอำนาจจำแนก (r)

$$r = \frac{R_u}{N_u} - \frac{R_l}{N_l}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

R_u แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_l แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 1ของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson) คำนวณได้จากสูตร) สมโภชน์ อเนกสุข, 2554, หน้า 106)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S^2}\right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้สอบที่ตอบถูกได้คะแนน 1

q แทน สัดส่วนของผู้สอบที่ตอบผิดได้คะแนน 0

S^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนรายบุคคล

หาได้จาก $S^2 = \frac{\sum\left(X - \overline{X}\right)^2}{N}$

เมื่อ X แทน คะแนนสอบของแต่ละรายบุคคล

$\overline{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ยของผู้เข้าสอบทั้งหมด

N แทน จำนวนคนที่ทำข้อสอบ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample เพื่อทดสอบสมมติฐาน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2}{n-1}}} \qquad \text{และ} \quad \text{df} = n-1$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาแจกแจงแบบ t

D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

$\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการสอบก่อน-หลังเรียน

$\sum D^2$ แทน ผลรวมยกกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการสอบก่อน-หลังเรียน

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

2. ระดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายและการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ถูกต้องและเพื่อความสะดวกในการนำเสนอข้อมูลผู้วิจัยได้กำหนดความหมายสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน
p	แทน	ค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ระดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ลำดับการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยเปรียบเทียบคะแนนก่อนเข้าร่วมและหลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

3. จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	SD	t	p
คะแนนก่อนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์	72	21.44	5.55	15.62	.00
คะแนนหลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์	72	28.70	7.08		

*P < .05

จากตารางที่ 1 พบว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังทำกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ. 05

2. ผลการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านการทำกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ 4 กิจกรรมได้แก่ กิจการจรวดขวดน้ำ ไข่มหัศจรรย์ รถยนต์ไฟฟ้าและหุ่นยนต์ไฟฟ้า ในค่ายวิทยาศาสตร์นำผลงานของนักเรียนแต่ละกลุ่มมา

ให้คะแนนใน 4 ด้านได้แก่ความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ประเภทของความคิดสร้างสรรค์	*n*	$\bar{X}$	*SD*	ผลการประเมินระดับคุณภาพ
ความคิดริเริ่ม	72	2.70	0.49	มากที่สุด
ความคิดคล่องแคล่ว	72	2.76	0.41	มากที่สุด
ความคิดยืดหยุ่น	72	2.75	0.33	มากที่สุด
ความคิดละเอียดลออ	72	2.64	0.56	มากที่สุด
$\bar{X}$	72	2.71	0.45	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 นักเรียนที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาความคิดสร้างสรรค์ในด้านความคิดริเริ่มได้คะแนนเฉลี่ย $\bar{X}$ 2.70 ระดับคุณภาพมากที่สุด ด้านความคิดคล่องแคล่วได้คะแนนเฉลี่ย $\bar{X}$ 2.76 ระดับคุณภาพมากที่สุด ด้านความคิดยืดหยุ่นได้คะแนนเฉลี่ย $\bar{X}$ 2.75 ระดับคุณภาพมากที่สุด ด้านความคิดละเอียดลออได้คะแนนเฉลี่ย $\bar{X}$ 2.64 ระดับคุณภาพมากที่สุด นักเรียนที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดแสดงศึกษามีความคิดสร้างสรรค์เฉลี่ย $\bar{X}$ 2.71 ระดับคุณภาพมากที่สุด

3 จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาการศึกษา ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ด้านที่ 1	รายการ	$\bar{x}$	*SD*	ระดับคะแนนจิตวิทยาศาสตร์
1	ความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น			
	1. ยอมรับว่าการทดลองค้นคว้าจรวดขวดน้ำและการทดลองอื่นจะใช้เป็นวิธีการแก้ปัญหาได้	4.01	.92	มาก
	2. มีความใส่ใจและพอใจใคร่จะสืบเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์และปัญหาใหม่ๆอยู่เสมอ	4.35	.77	มาก
	3. มีความกระตือรือร้นต่อกิจกรรมจรวดขวดน้ำรถยนต์ไฟฟ้า หุ่นยนต์ไฟฟ้า	4.15	.98	มาก
	4. ชอบกิจกรรมทดลองค้นคว้าในค่ายกิจกรรมวิทยาศาสตร์	4.21	.87	มาก
	5. ชอบสนทนา ซักถาม ฟัง อ่านและอธิบายใบกิจกรรมที่ทำ เพื่อให้ได้รับความรู้เพิ่มขึ้น	4.14	.90	มาก
คะแนนเฉลี่ย	$\bar{x}$	4.17	.89	มาก
ด้านที่ 2	**ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่น อดทนและเพียรพยายาม**			
	6. ยอมรับผลการกระทำของตนเองทั้งที่เป็นผลดีและผลเสียต่อการออกแบบกิจกรรมการทดลอง	4.51	.58	มากที่สุด
	7. เห็นคุณค่าของความรับผิดชอบและความเพียรพยายามในการทำกิจกรรมการทดลอง ว่าเป็นสิ่งที่ควรปฏิบัติ	4.40	.68	มาก
	8. ทำงานที่ได้รับมอบหมายกิจกรรมต่างๆภายในค่ายให้สมบูรณ์ตามกำหนดและตรงต่อเวลา	3.96	.94	มาก
	9. เว้นการกระทำอันเป็นผลเสียหายต่อส่วนรวม เช่น เล่นหรือแกล้งเพื่อนขณะทำงาน	4.22	.96	มาก

	10. ทำกิจกรรมหรืองานเต็มความสามารถของนักเรียน	4.21	1.03	มาก
	11. ดำเนินการแก้ไขปัญหาที่อาจารย์ให้ทำจนกว่าจะได้คำตอบ	4.10	.93	มาก
	12. ไม่ท้อถอยในการทำงานกิจกรรมต่างๆในค่ายเมื่อมีอุปสรรคหรือล้มเหลว	4.35	.77	มาก
	13. มีความอดทนในการทำกิจกรรมต่างๆแม้การดำเนินการแก้ปัญหาจะยุ่งยากและใช้เวลา	4.18	.75	มาก
คะแนนเฉลี่ย	$\bar{x}$	4.24	.73	มาก
ด้านที่ 3	**ความมีเหตุผล**			
	14. ยอมรับในคำอธิบายของเพื่อนเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ	4.47	.839	มาก
	15. เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาและกิจกรรมการทดลองต่างๆ	4.51	.60	มากที่สุด
	16. พยายามอธิบายเหตุผลในการออกแบบการทดลองหรือการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล ไม่เชื่อโชคลางหรือคำทำนายที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้	4.21	.94	มาก
	17. อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นต่อการแก้ปัญหาหรือกิจกรรมการทดลองอย่างมีเหตุผล	4.29	1.06	มาก
	18 ในการแก้ปัญหาและการออกแบบกิจกรรมการทดลองหาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น	4.31	.81	มาก
	19. ตารางสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของผลการทดสอบที่ได้ทำการทดลอง	4.42	.81	มาก
	20. เสาะแสวงหาหลักฐาน ข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลองเพื่อสนับสนุนคำอธิบาย	4.51	.69	มากที่สุด

	21. รวบรวมข้อมูลจากการทดลองอย่างเพียงพอก่อนจะลงข้อสรุปผลการทดลอง	4.08	.83	มาก
คะแนนเฉลี่ย	$\bar{x}$	4.35	.82	มาก
ด้านที่ 4	**ความมีระเบียบและรอบคอบ**			
	22. ยอมรับว่าความมีระเบียบและรอบคอบในการแก้ปัญหาและการทำกิจกรรมในค่าย เป็นสิ่งที่มาประโยชน์	4.37	.65	มาก
	23. เห็นคุณค่าของความมีระเบียบและรอบคอบในการทำกิจกรรมในค่ายวิทยาศาสตร์	4.36	.71	มาก
	24. นำวิธีการหลายๆวิธีมาตรวจสอบผลหรือวิธีการทดลองในกิจกรรมต่างๆในค่ายวิทยาศาสตร์	4.46	.71	มาก
	25. มีการใคร่ครวญ ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์ในการออกแบบกิจกรรมต่าง ๆ ในค่ายวิทยาศาสตร์	4.33	.80	มาก
	26. มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำกิจกรรมทุกกิจกรรม	4.17	.75	มาก
	27. มีการวางแผนการทำกิจกรรมและจัดระบบการทำกิจกรรมเพื่อให้ทำกิจกรรมสำเร็จ	4.07	.86	มาก
	28. ตรวจสอบความเรียบร้อยของวัสดุอุปกรณ์หรือเครื่องมือก่อนการทำกิจกรรมและทำการทดลอง	4.21	.91	มาก
คะแนนเฉลี่ย	$\bar{x}$	4.28	.77	มาก
ด้านที่ 5	**ความซื่อสัตย์**			
	29. เสนอข้อมูลความจริงแม้จะเป็นผลการทดลองที่แตกต่างจากผู้อื่น			
	30. เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลจากการทดลองตามความจริง	4.56	.69	มากที่สุด

	31. บันทึกผลการทดลองหรือข้อมูลตามความเป็นจริง และไม่ใช้ความคิดเห็นของตนเองไปเกี่ยวข้อง	4.28	1.03	มาก
	32. ไม่แอบอ้างผลการทดลองของผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตนเอง	4.60	.79	มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	$\bar{X}$	4.70	.80	มากที่สุด
ด้านที่ 6	**ความใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็น และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น**			
	33. รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ของเพื่อนและข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลจากเพื่อนๆได้	4.57	.68	มากที่สุด
	34. ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเองและยอมรับการเปลี่ยนแปลง	4.31	.76	มาก
	35. รับฟังความคิดเห็นที่ตัวเองยังไม่เข้าใจและพร้อมที่จะทำความเข้าใจ	4.44	.66	มาก
	36. ยอมพิจารณาข้อมูลหรือแนวความคิดที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม	4.36	.89	มาก
คะแนนเฉลี่ย	$\bar{X}$	4.42	.75	มาก

จากตารางที่ 3 จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในด้านความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็นได้คะแนนเฉลี่ย $\bar{X}$ = 4.17 ระดับคะแนนจิตวิทยาศาสตร์ระดับมาก ด้านความรับผิดชอบความมุ่งมั่นอดทนและเพียรพยายามได้คะแนนเฉลี่ย $\bar{X}$ = 4.24 ระดับคะแนนจิตวิทยาศาสตร์ระดับมากด้านความมีเหตุผลได้คะแนนเฉลี่ย $\bar{X}$ = 4.35 ระดับคะแนนจิตวิทยาศาสตร์ระดับมากด้านความมีระเบียบและรอบคอบได้คะแนนเฉลี่ย $\bar{X}$ = 4.28 ระดับคะแนนจิตวิทยาศาสตร์ระดับมากด้านความซื่อสัตย์ได้คะแนนเฉลี่ย $\bar{X}$ = 4.70 ระดับคะแนนจิตวิทยาศาสตร์ระดับดี ด้านความใจกว้างร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นได้คะแนนเฉลี่ย $\bar{X}$ = 4.42 ระดับคะแนนจิตวิทยาศาสตร์ระดับมาก

ตารางที่ 4 จิตวิทยาศาสตร์โดยรวมในแต่ละด้านของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

จิตวิทยาศาสตร์	$\bar{x}$	*SD*	ระดับคะแนนจิตวิทยาศาสตร์
1. ด้านความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น	4.17	.89	มาก
2. ความรับผิดชอบความมุ่งมั่นอดทนและเพียรพยายาม	4.24	.75	มาก
3. ความมีเหตุผล	4.35	.82	มาก
4. ความมีระเบียบและรอบคอบ	4.28	.77	มาก
5. ความซื่อสัตย์	4.70	.80	มากที่สุด
6. ความใจกว้างร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	4.42	.75	มาก
คะแนนเฉลี่ย $\bar{x}$	4.35	.79	มาก

จากตารางที่ 4 จิตวิทยาศาสตร์โดยรวมในแต่ละด้านของนักเรียนที่ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาได้คะแนนเฉลี่ย $\bar{x}$ = 4.35 ระดับคะแนนจิตวิทยาศาสตร์ระดับมาก

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยเปรียบเทียบคะแนนก่อนเข้าร่วมกิจกรรมและหลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาและเพื่อศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยมีกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 72 คน รับสมัครนักเรียนตามความสนใจ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ กิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และแบบประเมินวัดจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งเครื่องมือทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัยผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญและนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างก่อนนำไปใช้จริง

สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาได้คะแนนเฉลี่ย 2.71 มีระดับคุณภาพดีมากที่สุด

3. จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 การเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาทุกด้านมีจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก

อภิปรายผล

จากการศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

1. ผลการศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 1 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แต่ละกิจกรรมได้ออกแบบโดยเน้นให้นักเรียนเกิดการคิด สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา รวบรวมข้อมูลแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เลือกวิธีการแก้ปัญหา ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา และนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน ผ่านกระบวนการเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ซึ่งนักเรียนได้รับการส่งเสริมให้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาในแต่ละขั้น โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ เป็นสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนสามารถระบุปัญหาและออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้หลากหลาย และแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เผชิญอยู่ ทำให้ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดทิศทางในการเรียนรู้ของตนเอง ได้ลงมือกระทำด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับอาทิตยา ขาวพราย (2562) ที่พัฒนาหลักสูตรกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ได้กล่าวว่า สถานการณ์ที่นำมาใช้ควรเป็นปัญหาที่มีแนวทางการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย เพื่อนักเรียนจะได้กำหนดปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้ ซึ่งในขั้นระบุปัญหาและขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหาจำเป็นต้องอาศัยมุมมองที่หลากหลายผ่านการระดมความคิดและร่วมกันลงข้อสรุปของสมาชิกในกลุ่มเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ดีที่สุดร่วมกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Lou et al. (2011) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวรรมเป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง และมีโอกาสทำงานเป็นกลุ่มเพื่อระดมความคิด สร้างมุมมองแปลกใหม่ที่สามารถแก้ปัญหาสถานการณ์ รวมไปถึงได้ออกแบบและพัฒนาชิ้นงานให้มีความหลากหลายโดยใช้ความรู้และกระบวนการวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับอภิญญา สิงโต (2563) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีขั้นตอนที่ส่งเสริม

ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้นำเอาสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และเป็นเรื่องใกล้ตัวของนักเรียน ทำให้นักเรียนใความสนใจในการคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ ครูจะเป็นเพียงผู้นำเสนอปัญหา ใช้คำถามกระตุ้น และคอยแนะนำเพื่อให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาสถานการณ์จากบัตรสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ และทำความเข้าใจปัญหา วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา แล้วร่วมกันระบุสาเหตุของปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์ นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องทำการรวบรวมศึกษาค้นคว้าข้อมูลแนวคิดในการแก้ปัญหา และพร้อมเลือกแนวทางวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด ประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อในการออกแบบชิ้นงานหรือการในการแก้ปัญหา

2. ผลการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาได้คะแนนเฉลี่ย 2.71 มีระดับคุณภาพดีมากที่สุด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 2 แสดงว่าการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาได้ฝึกกระบวนการคิดเพื่อให้ได้คำตอบที่มากที่สุดสะท้อนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้านของนักเรียนได้เป็นอย่างดี จากกิจกรรมฐานทั้ง 4 ฐานทำให้การสังเกตความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นักเรียนอธิบายขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนการเรียนรู้สะเต็มศึกษาได้ค่าเฉลี่ยมากที่สุดทั้ง 4 ด้าน สอดคล้องกับภัสสร ติดมา (2558) และ สุกัญญา เชื้อหลุบโพธิ์ (2561) ที่ได้กล่าวว่าการได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองโดยมีครูเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือ กระตุ้นคำถาม ทำให้นักเรียนได้ฝึกอธิบายถึงสิ่งหนึ่งสิ่งใดภายในเวลาที่กำหนด ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความคิดนั้นได้โดยประสบการณ์หรือความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ โดยขั้นระบุปัญหา นักเรียนจะได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ ระดมความคิดเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาและเสนอแนวทางที่หลากหลายภายในแต่ละกลุ่ม ส่วนความคิดริเริ่ม มีค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบกับความคิดสร้างสรรค์ด้านอื่น ๆ น้อยกว่า ทั้งนี้สังเกตได้จากการจัดกิจกรรมทั้ง 4 ฐาน นักเรียนส่วนใหญ่ในแต่ละกลุ่มไม่สามารถเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมมาใช้ในการสร้างชิ้นงานด้วยตนเอง ทำให้ไม่เกิดแนวคิดใหม่ ๆ ซึ่งเป็นสาเหตุของการสร้างผลงานที่ซ้ำ ๆ รูปแบบชิ้นคล้ายไม่ค่อยมีความแตกต่างกันกับกลุ่มอื่น ๆ และนักเรียนมีแนวคิดที่ไม่แตกต่างกันมาก จึงส่งผลให้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนแต่ละกลุ่มอาจไม่ได้แสดงความคิดริเริ่มมากนัก ดังจะเห็นได้จากการสังเกตการณ์การตอบของนักเรียนแต่ละกลุ่ม สอดคล้องกับ Yang et al. (2016) กล่าวว่าความคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถที่อาศัยการชี้แนะ หรือฝึกฝนอย่างต่อเนื่องจะสามารถทำให้นักเรียนมีความคิดวิเคราะห์ สถานการณ์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับสมรัก อินทวิมลศรี (2560) กล่าวว่า การพัฒนาคามคิดริเริ่มให้อยู่ในระดับสูงขึ้นนั้น จำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการฝึกฝนการคิดนานมากกว่า 8 สัปดาห์ ถึงแม้จะเป็นกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนที่ผ่านการคัดมาแล้วว่าเป็นนักเรียนที่มีสติปัญญาดีก็ตาม

3. ผลการศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 การเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาทุกด้านมีจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 3 แสดงว่าการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษานักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง กำหนดทิศทางในการเรียนรู้ของตนเอง ตั้งแต่การกำหนดปัญหา การทำความเข้าใจกับปัญหา การนำเสนอแผนการศึกษาค้าคว้า เลือกวิธีการแก้ปัญหาออกแบบวิธีการและปฏิบัติติการ ทดสอบ ปรับปรุง สรุปผลและประเมินผลงาน ซึ่งเป็นการกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น สร้างแรงจูงใจในการเรียน อีกทั้งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น แสวงหาความรู้จากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ และสร้างชิ้นงานได้อย่างอิสระตามความสนใจของนักเรียน ทำให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของการมีจิตวิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วยคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ด้านความสนใจหรือความอยากรู้อยากเห็น ความรับผิดชอบความมุ่มมั่นอดทนและเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ และความใจกว้างร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ทำนองเดียวกับผลการวิจัยของ Jitaree, et al. (2017, pp. 202-213) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้ STEM Education เพื่อเสริมสร้างการรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 และศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้น พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ใน 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการระบุคำถามทางวิทยาศาสตร์ ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และเช่นเดียวกับผลของการวิจัยของ Sangpharmsri, et al. (2015, p. 401) ที่ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไปสำหรับงานวิจัย

1. จากการวิจัยพบว่า การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จะได้ผลดีและประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ได้นั้น ครูผู้สอนต้องคอยกระตุ้น สร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียนเพื่อฝึกความสามารถในการคิดแก้ปัญหา การทำงานกลุ่ม เกิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ และทำให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้พัฒนาต่อไปได้

2. ในการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีการวางแผนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหา เวลาให้นักเรียนเรียนรู้ตามขั้นตอนนั้น ๆ ตามศักยภาพและสร้างบรรยากาศเพื่อกระตุ้นการอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. นำงานวิจัยการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ที่ได้พัฒนาแล้วไปใช้กับนักเรียนชั้นอื่นเพื่อทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. การนำหลักการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้เป็นกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นกิจกรรมเสริมในวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษา

3. ในการจัดกิจกรรมค่ายตามสะเต็มศึกษา กิจกรรมแต่ละกิจกรรมต้องใช้ระยะเวลาพอสมควร ครูผู้สอนควรปรับระยะเวลาให้มีความยืดหยุ่น และให้นักเรียนได้ปฏิบัติตามกิจกรรมให้ได้อย่างครบถูกทุกขั้นตอน

เอกสารอ้างอิง

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

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ. (2551). *กลยุทธ์พัฒนาการคิด ภูมิคุ้มกันในตนเอง*. กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).

ภัสสร ติดมา. (2558). *การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เรื่องระบบของร่างกายมนุษย์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วารสารราชพฤกษ์, 13(3), 71-76.

วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่21*. พิมพ์ครั้งที่1.กรุงเทพฯ :มูลนิธิสดศรีสฤษดิ์วงศ์.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). *การพัฒนาการคิด*. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิค พริ้นติ้ง

พิมพ์ใจ เกตุการณ์.(2558). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ความสามารถในการแก้ปัญหา และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปี ที่ 6*.วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562a). การประเมินด้านการอ่านของ PISA2018 เป็นอย่างไร. สืบค้นจาก https://pisathailand.ipst.ac.th/issue-2019-47/

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562b). เมื่อการอ่านกลับมาเป็นการประเมินหลักใน PISA 2018. สืบค้นจาก https://pisathailand.ipst.ac.th/issue-2019-44/

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557*). ความรู้เบื้องต้นสะเต็ม (พิมพ์ครั้งที่ 1)*.กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

สุกัญญา เชื้อหลุบโพธิ์, ธิติยา บงกชเพชร, และ ชมพูนุช วรางคณากูล. (2561). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์, 13(37), 119-132

สุพล วังสินธ์. (2545).*การบริหารโรงเรียนตามแนวทางปฏิรูปการศึกษา,* วารสารวิชาการ. 5(6) : 29-30.

สุภาวรรณ คำพิลา. (2552). *การจัดการเรียนรู้ด้วยค่ายวิทยาศาสตร์*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://portal.in.th/general - sci/pages/11591/. (วันที่ค้นข้อมูล : 14 กันยายน 2565).

อารี พันธุ์มณี(2557). *ฝึกให้คิดเป็น คิดให้สร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อาทิตยา ขาวพราย. (2562). *การพัฒนาหลักสูตรกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. วารสารราชภัฏเพชรบูรณ์สาร, 21(1), 55-62

อภิญญา สิงห์โต(2563). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วารสารมหาจุฬานาครทรรศน์

Bellanca, J., & Brandt, R. (2012). *21st Centuryskills rethinking how students learn*. Bloomington, Solution Tree Press

Jitaree, R., Uaiy, V., & Keawurai, W. (2017). *The development of instruction model based onconstructivist learning theory and stem education approach to enhance analysis thinking and scientific literacy for Mathayomsuksa 1 students*. Journal of Education Naresuan University, 19(2), 202-213. [in Thai]

Sinthapanon, S. (2015). *Learning management of modern teachers to improve the skills of learners in the 21st century.Bangkok* : 9119TechnicalPrintingLimited Partnership.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

หนังสือขอความอนุเคราะห์

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. รศ.ณัฏติยาภรณ์ หยกอุบล	ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน การสอนวิชาวิทยาศาสตร์
2. ดร.สมศิริ สิงห์ลพ	ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี
3. ดร.ศาณิตา ต่ายเมือง	ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี รองผู้อำนวยการฝ่าย วิชาการ
2. ดร.ภาสกร ภักดิ์ศรีแพง	ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี
4. ดร.กุลกาญจน์ สุวรรณรักษ์	ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับ ประถมศึกษาครูประจำการ วิทยาฐานะ ครูชำนาญการ พิเศษ

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
2. แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์
3. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์
4. แบบบันทึกการเรียนรู้

แบบทดสอบวัดความสามารถในคิดแก้ปัญหา

ชื่อ – นามสกุล.....เลขที่.....ห้อง.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบชุดนี้เป็นปรนัย ซึ่งประกอบไปด้วยสถานการณ์และคำถามให้ผู้เรียนตอบคำถามในขอบเขตข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่กำหนดให้ตามสถานการณ์เท่านั้น ผู้เรียนต้องตอบให้ครบทุกข้องคำถามในข้อๆหนึ่งจะตรวจให้คะแนนข้อละ 1 คะแนนเท่านั้น

2. แบบทดสอบมีทั้งหมด 10 สถานการณ์ ข้อคำถามทั้งหมด 40 ข้อ รวมคะแนนเต็ม 40 คะแนน ใช้เวลา 60 นาที

3. ให้ผู้เรียนกาเครื่องหมาย × ลงในกระดาษคำตอบโดยเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

4. พิจารณาให้รอบคอบก่อนที่จะตอบ หากมีข้อสงสัยให้ถามอาจารย์ผู้คุมสอบได้

5. เมื่อหมดเวลา ให้นักเรียนคืนแบบทดสอบและกระดาษคำตอบ

สถานการณ์ที่ 1 ใช้ตอบคำถามข้อ 1 - 4

เด็กชายซงจุงกิ และเพื่อนๆกำลังช่วยกันออกแบบและสร้างเครื่องมือเพื่อห่อหุ้มป้องกันไขไก่สดที่สามารถทำการทดลองเมื่อโยนไข่จากตึกชั้น 3 ลงสู่ชั้น 1 แล้วไข่ไก่สดไม่แตก พวกเขาได้ใช้อุปกรณ์ประกอบไปด้วย กระดาษหนังสือพิมพ์เหลือใช้ ไม้เสียบลูกชิ้น ยางรัดของ ถุงพลาสติก ฯลฯ ปรากฏว่า พวกเขาทำออกแบบโครงสร้างเป็นรูปทรงกลม โดยมีฐานเป็นไม้เสียบลูกชิ้น ห่อหุ้มไขไก่สดด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์และลุงพลาสติก เมื่อสร้างเครื่องมือเสร็จก็นำไปทำการทดลอง ปรากฏว่าไข่ไก่สดแตกมีของเหลวใสไหลออกมากจากเปลือกไข่ นักเรียนคิดว่าเราควรจะแก้ไขการทดลองนี้ได้อย่างไร

1. ปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้คืออะไร (ขั้นระบุปัญหา)

ก. โยนไข่ไก่สดแล้วแตก

ข. หนังสือพิมพ์ไม่ได้มาตรฐาน

ค. ระดับชั้นของตึกสูงเกินไป

ง. วัสดุอุปกรณ์ไม่เพียงพอต่อการสร้างเครื่องมือ

2. ถ้านักเรียนเป็นซงจุงกิและเพื่อนๆในกลุ่ม นักเรียนจะระบุถึงสาเหตุที่ทำให้ไข่ไก่แตกได้อย่างไร (ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุของปัญหา)

ก. เกิดจากการที่เลือกใช้วัสดุไม่ถูกต้องและเหมาะสม

ข. เกิดจากการเลือกทดลองโยนจากตึกที่มีความสูงเกินไป

ค. เกิดจากการออกแบบโครงสร้างที่ไม่เหมาะสมและไม่แข็งแรงมากพอ

ง. เกิดจากการที่ไข่ไก่ไม่ดีมีเปลือกแตกออกมาก่อนทำการทดลอง

3. หากนักเรียนเป็นซงจุงกิและเพื่อนๆในกลุ่ม นักเรียนจะปฏิบัติตนอย่างไรในสถานการณ์นี้ (ขั้นการเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา)

ก. ช่วยกันไปหาวัสดุอุปกรณ์อื่นๆ

ข. ไปถามคุณครูว่าเกิดอะไรขึ้นในขณะที่ช่วยกันทำอย่างเต็มที่

ค. เปลี่ยนไข่ไก่ใบใหม่แล้วเปลี่ยนระดับความสูงให้ลดลง

ง. ระดมความคิดกันภายในกลุ่มแล้วช่วยกันออกแบบเครื่องมือใหม่ให้เหมาะสมกับการทดลอง

4. ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร (ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์)

ก. ซงจุงกิและเพื่อนๆในกลุ่มสามารถใช้อุปกรณ์ได้ครบถ้วน

ข. ซงจุงกิและเพื่อนๆในกลุ่มสามารถได้รูปแบบเครื่องมือที่ห่อหุ้มไข่ไก่สดแล้วโยนไม่แตก

ค. ซงจุงกิและเพื่อนๆในกลุ่มจะได้ความคิดสร้างสรรค์และทำงานเป็นระเบียบ

ง. ซงจุงกิและเพื่อนๆในกลุ่มสามารถไปบอกกับคนอื่นๆได้ว่าพวกเราเก่งและทำการทดลองสำเร็จ

สถานการณ์ที่ 2 ใช้ตอบคำถามข้อ 5 - 8

เด็กหญิงนาบี และเพื่อนๆกำลังช่วยกันออกแบบและสร้างเครื่องมือเพื่อห่อหุ้มป้องกันไขไก่สดที่สามารถทำการทดลองเมื่อโยนไข่จากตึกชั้น 3 ลงสู่ชั้น 1 แล้วไข่ไก่สดไม่แตก พวกเขาได้ออกแบบโครงสร้างฐานเป็นรูปทรงกรวยและโครงสร้างด้านบนคล้ายร่มชูชีพ ทำให้ไข่ไก่ไม่แตกจริง แต่ในขณะที่กลุ่มของเด็กชายซงคังและเพื่อนๆนั้นก็ได้ทำการออกแบบโครงสร้างคล้ายคลึงกับกลุ่มของเด็กหญิงนาบี แต่เมื่อคุณครูได้ไปตรวจสอบโครงสร้างอย่างละเอียดถี่ถ้วน ผลปรากฏว่า กลุ่มของเด็กชายซงคังและเพื่อนๆประกอบโครงสร้างฐานรูปทรงกรวยไม่หนาแน่นทำให้เกิดแรงกระแทกกับพื้นจึงทำให้ไข่ไก่แตก

5. ปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้คืออะไร (ขั้นระบุปัญหา)

ก. แบบโครงสร้างของทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกัน

ข. แบบโครงสร้างของทั้ง 2 กลุ่มเหมือนกัน

ค. กลุ่มของเด็กหญิงนาบีและเพื่อนๆ โยนไข่ไก่ไม่แตก

ง. กลุ่มของเด็กชายซงคังและเพื่อนๆ โยนไข่ไก่แตก

6. ถ้านักเรียนเป็นซงคังและเพื่อนๆในกลุ่ม นักเรียนจะระบุถึงสาเหตุที่ทำให้ไข่ไก่แตกได้อย่างไร (ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุของปัญหา)

ก. เกิดจากการที่เลือกใช้วัสดุไม่ถูกต้องและเหมาะสม

ข. เกิดจากการเลือกทดลองโยนจากตึกที่มีความสูงเกินไป

ค. เกิดจากการออกแบบโครงสร้างที่ไม่เหมาะสมและไม่แข็งแรงมากพอ

ง. เกิดจากการที่ทั้งกลุ่มมีเชื่อว่าได้ออกแบบโครงสร้างทุกอย่างได้เหมือนกับกลุ่มของเด็กหญิงนาบี

7. หากนักเรียนเป็นซงคังและเพื่อนๆในกลุ่ม นักเรียนจะปฏิบัติตนอย่างไรในสถานการณ์นี้ (ขั้นการเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา)

ก. ช่วยกันไปหาวัสดุอุปกรณ์อื่นๆ

ข. ไปถามคุณครูว่าเกิดอะไรขึ้นในขณะที่ช่วยกันทำอย่างเต็มที่

ค. เปลี่ยนการออกแบบโครงสร้างรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากเดิม

ง. ช่วยกันออกแบบแก้ไขให้โครงสร้างมีความแข็งแรงทนทานต่อแรงกระแทกเมื่อตกถึงพื้น

8. ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร (ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์)

ก. ซงคังและเพื่อนๆในกลุ่มสามารถใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้อง

ข. ซงคังและเพื่อนๆในกลุ่มจะได้ความคิดสร้างสรรค์และสร้างผลงานชิ้นใหม่

ค. ซงคังและเพื่อนๆสามารถออกแบบโครงสร้างได้อย่างหนาแน่นลดแรงกระแทกกับพื้นไข่ไก่ไม่แตก

ง. ซงคังและเพื่อนๆในกลุ่มสามารถทำการทดลองสำเร็จและยังชนะกลุ่มของเด็กหญิงนาบีและเพื่อนๆ

สถานการณ์ที่ 3 ใช้ตอบคำถามข้อ 9 - 12

ในการทดลองยิงจรวดขวดน้ำโดยมีการสูบแรงดันอากาศขนาด 40 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ครูให้นักเรียนไปเติมน้ำที่เปรียบเสมือนกับเชื้อเพลิงจรวด โดยให้แต่ละกลุ่มเลือกเติมปริมาณน้ำเองโดยไม่ได้กำหนดปริมาณน้ำให้ แต่ต้องการให้จรวดขวดน้ำนั้นเคลื่อนที่ไปได้ไกลที่สุดโดยทำมุมเอียงจากฐานยิงที่ระดับเดียวกันคือ 45 องศา แต่ละกลุ่มเลือกเติมปริมาณน้ำดังนี้

กลุ่มที่ 1 เติมน้ำเต็มขวดภายในโครงสร้างของจรวดขวดน้ำ

กลุ่มที่ 2 เติมน้ำปริมาณ 1 ใน 3 ของขวด

กลุ่มที่ 3 เลือกที่จะไม่เติมน้ำ

9. ปัญหาสำคัญของการทดลองในสถานการณ์นี้คืออะไร (ขั้นระบุปัญหา)

ก. แบบโครงสร้างจรวดขวดน้ำ

ข. การเคลื่อนที่ของจรวดขวดน้ำ

ค. มุมเอียงจากฐานยิงจรวดไม่เท่ากัน

ง. แรงดันอากาศที่สูบเข้าไปในจรวดขวดน้ำ

10. ถ้านักเรียนเป็นสมาชิกในกลุ่มที่ 1 และ 3 นักเรียนจะระบุถึงสาเหตุที่ทำให้จรวดเคลื่อนที่ไปไม่ไกลได้อย่างไร (ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุของปัญหา)

ก. แบบโครงสร้างจรวดขวดน้ำของแต่ละกลุ่มแตกต่างกัน

ข. แรงดันอากาศที่สูบเข้าไปในจรวดน้ำแตกต่างกัน

ค. ปริมาณน้ำที่เติมลงไปในจรวดขวดน้ำไม่เท่ากัน

ง. มุมเอียงจากฐานยิงจรวดไม่เท่ากัน

11. หากนักเรียนเป็นสมาชิกในกลุ่มที่ 1 และ 3 นักเรียนจะปฏิบัติตนอย่างไรในสถานการณ์นี้ (ขั้นการเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา)

ก. ช่วยกันไปหาวัสดุอุปกรณ์อื่นๆมาดัดแปลงโครงสร้างจรวดใหม่

ข. ทดลองเติมปริมาณน้ำ1 ใน 3 ของขวด เหมือนกับกลุ่มที่ 2

ค. เปลี่ยนมุมเอียงจากฐานยิงจรวดขวดน้ำให้ลดลงในการทดลอง

ง. ช่วยกันออกแบบแก้ไขให้โครงสร้างมีความแข็งแรงทนทาน

12. ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร (ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์)

ก. นักเรียนและเพื่อนๆในกลุ่มจะได้ผลการทดลองที่สามารถทำให้จรวดขวดน้ำเคลื่อนที่ไปได้ไกลที่สุด

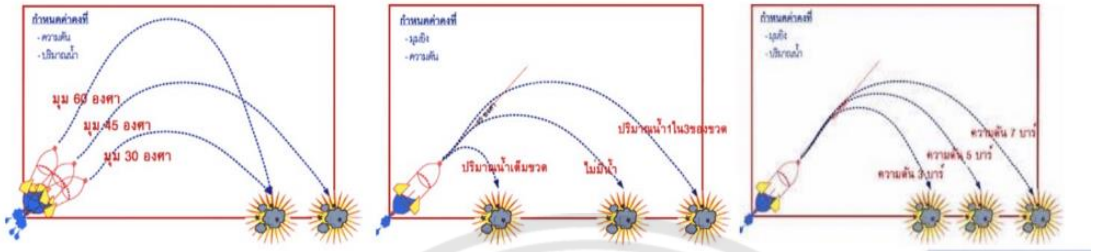
ข. นักเรียนและเพื่อนๆในกลุ่มจะพูดคุย สื่อสารและอธิบายการทดลองนี้กับคนอื่นๆได้

ค. นักเรียนและเพื่อนๆในกลุ่มจะได้ใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ได้อย่างครบถ้วน

ง. นักเรียนและเพื่อนๆในกลุ่มจะได้แสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์

สถานการณ์ที่ 4 ใช้ตอบคำถามข้อ 13 - 16

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการพุ่งขึ้นของจรวดขวดน้ำมีหลายปัจจัยเช่น ความดัน ปริมาณน้ำที่เติม มุมยิง รูปทรง



จากแผนภาพ ถ้านักเรียนต้องการออกแบบให้จรวดขวดน้ำเคลื่อนที่ได้นานและไกลที่สุดต้องทำอย่างไร

กลุ่มที่ 1 อธิบายว่าต้องเติมปริมาณน้ำ 1 ใน 3 ของขวด ตั้งมุมเอียงจากฐานยิง 45 องศา และสูบแรงดันอากาศที่ 5 บาร์

กลุ่มที่ 2 อธิบายว่าต้องเติมปริมาณน้ำ 1 ใน 3 ของขวด ตั้งมุมเอียงจากฐานยิง 45 องศา และสูบแรงดันอากาศที่ 7 บาร์

13. ปัญหาสำคัญของการทดลองในสถานการณ์นี้คืออะไร (ขั้นระบุปัญหา)

ก. แบบโครงสร้างจรวดขวดน้ำ

ข. มุมเอียงจากฐานยิงจรวดไม่เท่ากัน

ค. แรงดันอากาศที่สูบเข้าไปในจรวดขวดน้ำ

ง. การเคลื่อนที่ของจรวดขวดน้ำไกลและนานที่สุด

14. นักเรียนจะระบุถึงสาเหตุที่ทำให้จรวดขวดน้ำเคลื่อนที่ได้นานและไกลที่สุดต้องทำอย่างไร (ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุของปัญหา)

ก. แบบโครงสร้างจรวดขวดน้ำของแต่ละกลุ่มแตกต่างกัน

ข. แรงดันอากาศที่สูบเข้าไปในจรวดน้ำแตกต่างกัน

ค. ปริมาณน้ำที่เติมลงไปในจรวดขวดน้ำไม่เท่ากัน

ง. มุมเอียงจากฐานยิงจรวดไม่เท่ากัน

15. หากนักเรียนเป็นสมาชิกในกลุ่มที่ 1 และ 2 นักเรียนจะปฏิบัติตนอย่างไรในสถานการณ์นี้ (ขั้นการเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา)

ก. ทำการทดลองสูบแรงดันอากาศที่แตกต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองที่เกิดขึ้น

ข. ปรับเปลี่ยนและแก้ไขให้โครงสร้างจรวดขวดน้ำให้แข็งแรงทนทาน

ค. เปลี่ยนมุมเอียงจากฐานยิงจรวดขวดน้ำให้แตกต่างจากที่อธิบายไว้

ง. เปลี่ยนจากเติมปริมาณน้ำเป็นเติมสารอื่นๆแทนน้ำ

16. ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร (ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์)

ก. นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถทดลองทำให้จรวดขวดน้ำเคลื่อนที่ไปได้นานและไกลที่สุด

ข. นักเรียนแต่ละกลุ่มได้เห็นการยิงจรวดขวดน้ำในมุมเอียงที่แตกต่างกัน

ค. นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ปรับปริมาณน้ำที่เป็นเชื้อเพลงในการยิงจรวด

ง. นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทดลอง

สถานการณ์ที่ 5 ใช้ตอบคำถามข้อ 17 - 20

นนท์ได้สร้างรถของเล่นเซลล์แสงอาทิตย์ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ได้ในบริเวณที่มีแสงแดดได้แล้ว แต่เมื่อนนท์นำรถไปเล่นในบริเวณที่ไม่มีแสงแดดหรือแสงแดดน้อย ปรากฏว่ารถของนนท์ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้เลย นนท์จึงอยากจะสร้างรถของเล่นที่สามารถเก็บพลังงานจากแสงอาทิตย์เพื่อเอามาใช้ในกรณีที่ไม่มีแสงแดดหรือแสงแดดน้อยได้ นนท์จึงได้ออกแบบและสร้างรถของเล่นเซลล์แสงอาทิตย์โดยทำให้วงจรไฟฟ้าสำหรับรถไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในสามารถเลือกใช้แหล่งกำเนิดไฟฟ้าได้จากทั้งเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่ นอกจากนี้ยังต้องสามารถชาร์จไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ได้อีกด้วย

17. ปัญหาสำคัญของการทดลองในสถานการณ์นี้คืออะไร (ขั้นระบุปัญหา)

ก. รถไม่สามารถเคลื่อนที่ได้

ข. ไม่มีแสงแดดเพียงพอ

ค. การต่อวงจรไฟฟ้า

ง. แหล่งกำเนิดไฟฟ้า

18. ถ้านักเรียนคิดว่าสาเหตุของปัญหานี้เป็นอย่างไร (ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุของปัญหา)

ก. รถไม่สามารถเคลื่อนที่ได้

ข. ไม่มีแสงแดดเพียงพอ

ค. การต่อวงจรไฟฟ้า

ง. แหล่งกำเนิดไฟฟ้า

19. นักเรียนคิดว่านนท์มีวิธีการในแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร (ขั้นการเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา)

ก. นำรถไปแล่นในวันที่มีแสงแดดร้อนแรงตลอดทั้งวัน

ข. ทดลองโดยการเพิ่มจำนวนเซลล์แสงอาทิตย์ให้มีมากขึ้น

ค. ปรับเปลี่ยนไปใช้พลังงานจากแบตเตอร์รี่แทนเซลล์แสงอาทิตย์

ง. ออกแบบและสร้างรถของเล่นเซลล์แสงอาทิตย์โดยทำให้วงจรไฟฟ้าสำหรับรถไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในสามารถเลือกใช้แหล่งกำเนิดไฟฟ้าได้จากทั้งเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่

20. ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร (ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์)

ก. นนท์สามารถสร้างรถยนต์ไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

ข. นนท์ได้ออกแบบทดลองและปรับรูปแบบรถของเล่นเซลล์แสงอาทิตย์

ค. นนท์สามารถสร้างรถยนต์ไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานจากแบตเตอร์รี่

ง. นนท์สามารถออกแบบและสร้างรถของเล่นเซลล์แสงอาทิตย์ที่สามารถเลือกใช้แหล่งกำเนิดไฟฟ้าได้จากทั้งเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่ และชาร์จไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ได้

สถานการณ์ที่ 6 ใช้ตอบคำถามข้อ 21 - 24

ไข่หวานและเพื่อนช่วยกันสร้างรถของเล่นพลังงานไฟฟ้า ดังภาพ โดยใช้พลังงานจากถ่าน(แบตเตอร์รี่ 2 ก้อน) ในขณะเดียวกัน แพนเค้กและเพื่อนอีกกลุ่มก็ได้สร้างรถของเล่นพลังงานไฟฟ้าคล้ายๆกับของไข่หวานและเพื่อน แต่ใช้พลังงานจากถ่าน(แบตเตอร์รี่ 4 ก้อน) เมื่อทั้ง 2 กลุ่มนำมาทดลองให้รถของเล่นพลังงานไฟฟ้าเคลื่อนที่ ผลปรากฏว่ารถของเล่นของกลุ่มแพนเค้กและเพื่อนนั้นสามารถเคลื่อนที่ได้เร็วและนานกว่าของกลุ่มไข่หวานกับเพื่อน

21. ปัญหาสำคัญของการทดลองในสถานการณ์นี้คืออะไร (ขั้นระบุปัญหา)

ก. การออกแบบรถของเล่น

ข. รถของเล่นเคลื่อนที่ได้ต่างกัน

ค. การต่อวงจรไฟฟ้าในตัวรถของเล่น

ง. พลังงานจากถ่าน(แบตเตอร์รี่)ไม่เท่ากัน

22. นักเรียนคิดว่าสาเหตุของปัญหาที่ทำให้รถของไข่หวานเคลื่อนที่ต่างจากรถของแพนเค้กเป็นอย่างไร

(ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุของปัญหา)

ก. การออกแบบรถของเล่น

ข. รถของเล่นเคลื่อนที่ได้ต่างกัน

ค. การต่อวงจรไฟฟ้าในตัวรถของเล่น

ง. พลังงานจากถ่าน(แบตเตอร์รี่)ไม่เท่ากัน

23. นักเรียนคิดว่าไข่หวานกับเพื่อนจะมีวิธีการในแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร (ขั้นการเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา)

ก. ทดลองปรับโครงสร้างให้รถของเล่นโดยเพิ่มจำนวนถ่าน(แบตเตอร์รี่)

ข. ปรับเปลี่ยนไปใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์

ค. ทดลองปรับระบบล้อและเพลา

ง. ออกแบบโครงสร้างใหม่ทั้งหมด

24. ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร (ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์)

ก. ไข่หวานและเพื่อนจะได้รถของเล่นไฟฟ้ารูปแบบใหม่

ข. ไข่หวานและเพื่อนจะได้รถของเล่นไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ได้เร็วและนาน

ค. ไข่หวานและเพื่อนจะได้รถของเล่นไฟฟ้าที่มีโครงสร้างแปลกใหม่และสวยงาม

ง. ไข่หวานและเพื่อนจะได้รถของเล่นไฟฟ้าที่เปลี่ยนจากพลังงานแบตเตอร์รี่มาเป็นพลังงานแสงอาทิตย์

สถานการณ์ที่ 7 ใช้ตอบคำถามข้อ 25 - 28

ปัจจุบันโลกเรามักจะเจอกับปัญหาการใช้ทรัพยากรต่างๆอย่างสิ้นเปลื้อง อาทิเช่น น้ำมัน เชื้อเพลิง เป็นต้น มนุษย์เราเป็นตัวการสำคัญที่ใช้ทรัพยากรเหล่านั้นอย่างฟุ่มเฟือยและไม่เล็งเห็นคุณค่า ในเวลานี้เทคโนโลยีก็เข้ามามีบทบาทมีอิทธิพลกับชีวิตประจำวันและสร้างความเปลี่ยนแปลงให้กับโลกเป็นจำนวนมาก จะเห็นว่าหลากหลายบริษัทได้มีการพัฒนาออกแบบหุ่นยนต์ไฟฟ้าขึ้นมาเพื่อทดแทนการใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากน้ำมัน ทดแทนการใช้แรงงานจากคน หรือแม้กระทั่งช่วยคนทำงานที่ก่อให้เกิดอันตรายต่างๆได้ ดังนั้นคุณครูอิงฟ้า จึงอยากสร้างกิจกรรมที่สามารถพัฒนาให้นักเรียนได้มีความคิดพื้นฐานเกี่ยวกับด้านเทคโนโลยีและการใช้พลังงานทดแทนเหล่านั้น จึงได้ทำการออกแบบชุดของเล่น “หุ่นยนต์ไฟฟ้า” ที่มีอุปกรณ์หลักๆคือ แผ่นวงจร ตัวมอเตอร์ กล่องแบตเตอรี่ และชิ้นส่วนกระดาษแข็งสำหรับสร้างตัวหุ่นยนต์ให้กับนักเรียน และเมื่อกอแก้วกับเพื่อนๆได้ทำการศึกษา ได้มีความคิดเห็นตรงกันว่าเราน่าจะสามารถสร้างหุ่นยนต์ไฟฟ้าได้โดยสามารถนำเอาวัสดุเหลือใช้ต่างๆมาสร้างเป็นชิ้นส่วนตัวหุ่นยนต์เช่นกระดาษลัง กล่องกระดาษ ฯลฯ เป็นการช่วยลดปัญหาปริมาณขยะ และสามารถเข้าใจกลไกการทำงานของหุ่นยนต์

25. ปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้คืออะไร (ขั้นระบุปัญหา)

ก. เทคโนโลยีที่ทันสมัย

ข. การพัฒนาหุ่นยนต์ไฟฟ้า

ค. การใช้ทรัพยากรที่สิ้นเปลือง

ง. การช่วยลดปัญหาปริมาณขยะ

26. นักเรียนคิดว่าสาเหตุของปัญหานี้เป็นอย่างไร (ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุของปัญหา)

ก. มนุษย์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย

ข. มนุษย์เลือกใช้แต่พลังงานเชื้อเพลิง

ค. มนุษย์มักใช้พลังงานอย่างฟุ่มเฟือยไม่เห็นคุณค่า

ง. มนุษย์เลือกวัสดุใช้การช่วยลดปัญหาปริมาณขยะ

27. นักเรียนคิดว่ามีวิธีการในแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร (ขั้นการเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา)

ก. คุณครูสอนวิธีการใช้ทรัพยากรอย่างรู้คุณค่า

ข. คุณครูสอนวิธีการใช้นำเทคโนโลยีมาพัฒนาการเรียน

ค. คุณครูพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยี โดยสร้างชุดของเล่น หุ่นยนต์ไฟฟ้า

ง. คุณครูให้นักเรียนเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์จากขยะที่เลือกใช้เพื่อลดปัญหาโลกร้อนได้

28. ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร (ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์)

ก. กอแก้วและเพื่อนๆสามารถสร้างหุ่นยนต์ไฟฟ้าได้ และสามารถเข้าใจกลไกการทำงานของหุ่นยนต์

ข. กอแก้วและเพื่อนๆสามารถสร้างหุ่นยนต์ไฟฟ้าได้ และพัฒนาการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย

ค. กอแก้วและเพื่อนๆสามารถสร้างหุ่นยนต์ไฟฟ้าได้ และลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิง

ง. กอแก้วและเพื่อนๆสามารถสร้างหุ่นยนต์ไฟฟ้าได้ และนำไปสอนผู้อื่นได้

สถานการณ์ที่ 8 ใช้ตอบคำถามข้อ 29 - 32

ในการสร้างหุ่นยนต์ไฟฟ้าของเล่น 1 ตัว จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์และชิ้นส่วนต่างๆมากมาย อุปกรณ์แต่ละชนิดมีหน้าที่แตกต่างกันออกไปตามลักษณะ และวัตถุประสงค์ของการใช้งานในการสร้างหุ่นยนต์ไฟฟ้านี้ มีนักเรียนอยู่ 2 กลุ่มที่ทำการออกแบบโครงสร้างและสร้างหุ่นยนต์ไฟฟ้า เพื่อขับเคลื่อนผ่านสิ่งของที่กีดขวาง เมื่อสังเกตโครงสร้างของทั้ง 2 กลุ่มพบได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 สร้างขาของหุ่นยนต์ไฟฟ้า 2 โดยขาเป็นพลาสติกแข็งทั่วๆไป ใช้พลังงานไฟฟ้า 9 โวลต์

กลุ่มที่ 2 สร้างขาของหุ่นยนต์ไฟฟ้า 2 โดยขาเป็นพลาสติกแข็งที่หุ้มด้วยยาง ใช้พลังงานไฟฟ้า 9 โวลต์

เมื่อทำมาทดลองให้ขับเคลื่อนผ่านสิ่งของที่กีดขวาง ผลปรากฏว่า หุ่นยนต์ของกลุ่ม 2 สามารถขับเคลื่อนผ่านสิ่งกีดขวางได้ดีกว่ากลุ่มที่ 1 และสามารถทรงตัวได้ดีขนาดที่เคลื่อนที่

29. ปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้คืออะไร (ขั้นระบุปัญหา)

ก. การเคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวาง

ข. ขาของหุ่นยนต์ที่แตกต่างกัน

ค. การใช้พลังงานไฟฟ้าต่างกัน

ง. การออกแบบโครงสร้างขาของหุ่นยนต์

30. นักเรียนคิดว่าสาเหตุของปัญหานี้เป็นอย่างไร (ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุของปัญหา)

ก. การเคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวาง

ข. ขาของหุ่นยนต์ที่แตกต่างกัน

ค. การใช้พลังงานไฟฟ้าต่างกัน

ง. การออกแบบโครงสร้างขาของหุ่นยนต์

31. นักเรียนคิดว่ามีวิธีการในแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร (ขั้นการเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา)

ก. กลุ่ม 1 เปลี่ยนวัสดุ อุปกรณ์ในการออกแบบโครงสร้างใหม่

ข. กลุ่ม 1 เปลี่ยนวัสดุ อุปกรณ์ในการสร้างขาหุ่นยนต์ที่สามารถเพิ่มแรงเสียดทาน

ค. กลุ่ม 1 เพิ่มพลังงานไฟฟ้าที่มากกว่า 9 โวลต์เพื่อให้สามารถขับเคลื่อนผ่านสิ่งกีดขาวงได้

ง. กลุ่ม 1 เพิ่มพลังงานไฟฟ้าที่น้อย 9 โวลต์เพื่อให้สามารถขับเคลื่อนผ่านสิ่งกีดขาวงได้

32. ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร (ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์)

ก. กลุ่ม 1 จะได้หุ่นยนต์ไฟฟ้าที่ขาหุ่นยนต์มีแรงเสียดทานมากขึ้นช่วยในการเคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวาง

ข. กลุ่ม 1 จะได้หุ่นยนต์ไฟฟ้าที่ขาหุ่นยนต์มีแรงขับเคลื่อนได้รวดเร็วและแม่นยำ ทรงตัวได้ดี

ค. กลุ่ม 1 จะได้หุ่นยนต์ไฟฟ้าที่มีพลังงานฝนการขับเคลื่อนสูง ในกำลังไฟฟ้าไม่มาก

ง. กลุ่ม 1 จะได้หุ่นยนต์ไฟฟ้าที่ออกแบบใหม่ สวยงามกว่าเดิม

สถานการณ์ที่ 9 ใช้ตอบคำถามข้อ 33 - 36

ในช่วงนี้มีการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ภายในโรงเรียน โดยเฉพาะห้องป.5/5 เนื่องจากมีนักเรียนภายในห้องติดเชื้อโรคโควิด-19 แล้วไม่ได้สวมใส่หน้ากากอนามัยในขณะที่พูดคุยกับเพื่อนๆภายในห้อง อีก 3 วันต่อมา นักเรียนกลุ่มที่ไปพูดคุยกับนักเรียนที่ติดเชื้อโรคโควิด-19 ก็มีอาการเวียนหัว ไอแห้งๆ และมีไข้ เมื่อตรวจ ATK ผลปรากฏว่าติดเชื้อโรคโควิด-19

33. ปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้คืออะไร (ขั้นระบุปัญหา)

ก. มีอาการเวียนหัว ไอแห้งๆและมีไข้

ข. การไม่สวมใส่หน้ากากอนามัย

ค. การพูดคุยกันภายในห้อง

ง. การติดเชื้อโรคโควิด-19

34. นักเรียนคิดว่าสาเหตุของปัญหานี้เป็นอย่างไร (ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุของปัญหา)

ก. มีอาการเวียนหัว ไอแห้งๆและมีไข้

ข. การไม่สวมใส่หน้ากากอนามัย

ค. การพูดคุยกันภายในห้อง

ง. การติดเชื้อโรคโควิด-19

35. นักเรียนคิดว่ามีวิธีการในแก้ปัญหาในสถานการณ์ได้อย่างไร (ขั้นการเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา)

ก. กลับบ้านทานยารักษาโรคตามอาการที่พบและดูแลสุขภาพ

ข. ในขณะพูดคุยกันต้องสวมใส่หน้ากากอนามัยตลอดเวลา

ค. บอกให้เพื่อถอยห่างออกไปเกิน 2 เมตรขณะพูดคุยกัน

ง. รีบแจ้งอาจารย์ที่ปรึกษาว่ามีคนติดเชื้อโรคโควิด-19

36. ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร (ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์)

ก. อัตราการแพร่ระบาดของเชื้อโรคโควิด-19 จะลดลง

ข. นักเรียนที่ติดเชื้อโรคโควิด-19 จะหายป่วยเร็ว

ค. นักเรียนจะไม่ป่วย ไข้ และไอแห้งๆ

ง. สุขภาพร่างกายจะแข็งแรง ปลอดภัย

สถานการณ์ที่ 10 ใช้ตอบคำถามข้อ 37 - 40

โรงอาหารของโรงเรียนแห่งหนึ่ง มีที่ตั้งอยู่ใกล้ถังขยะ โต๊ะที่นั่งรับประทานอาหารของนักเรียนมีความสกปรกมาก มีแมลงวันบินต่อมจานอาหารที่วางอยู่นโต๊ะ ร้านค้าต่างๆที่ขายอาหารก็ไม่มีภาชนะคลุมอาหาร และนักเรียนส่วนมากก็ไม่ช่วยกันรักษาความสะอาด เมื่อรับประทานอาหารเสร็จแล้ว ไม่นำจานไปเก็บในที่จัดเตรียมไว้ให้ ทิ้งและวางไว้เรี่ยราว ปรากฏว่ามีนักเรียนภายในโรงเรียนนั้นเกิดอาการป่วยด้วยโรคท้องร่วงจำนวนมาก

37. ปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้คืออะไร (ขั้นระบุปัญหา)

ก. แมลงวันจำนวนมาก ข. โต๊ะรับประทานอาหารสกปรก

ค. ร้านค้าไม่มีภาชนะคลุมอาหาร ง. นักเรียนป่วยด้วยโรคท้องร่วงจำนวนมาก

38. นักเรียนคิดว่าสาเหตุของปัญหานี้เป็นอย่างไร (ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุของปัญหา)

ก. โรงอาหารอยู่ใกล้ถังขยะ

ข. นักเรียนไม่ช่วยกันรักษาความสะอาด

ค. ร้านค้าไม่มีภาชนะคลุมอาหารเพื่อป้องกันแมลงวัน

ง. นักเรียนป่วยด้วยโรคท้องร่วงจำนวนมากเพราะรับประทานอาหารสกปรก

39. นักเรียนคิดว่ามีวิธีการในแก้ปัญหาในสถานการณ์ได้อย่างไร (ขั้นการเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา)

ก. พ่นยาฆ่าแมลงวัน

ข. ย้ายถังขยะออกไปไกลจากโรงอาหาร

ค. ช่วยกันรักษาความสะอาดภายในโรงอาหาร

ง. รับประทานอาหารที่ปรุงสุกใหม่และสะอาด

40. ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร (ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์)

ก. ไม่มีแมลงวัน ข. โรงอาหารสะอาดเรียบร้อย

ค. ถังขยะอยู่ไกลโรงอาหาร ง. นักเรียนไม่ป่วยด้วยโรคท้องร่วง

เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในคิดแก้ปัญหา

1. ก	2. ค	3. ง	4. ข	5. ง	6. ค
7. ง	8. ค	9. ข	10. ค	11. ข	12. ก
13. ง	14. ข	15. ก	16. ก	17. ก	18. ข
19. ง	20. ง	21. ข	22. ง	23. ก	24. ข
25. ค	26. ค	27. ค	28. ก	29. ก	30. ข
31. ข	32. ก	33. ง	34. ข	35. ข	36. ก
37. ง	38. ข	39. ค	40. ง		

แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์

ที่	รายการประเมิน	ระดับให้คะแนน		
		3	2	1
1	**ความคิดริเริ่ม**			
	1.1 การคิดร่างแบบจำลองชิ้นงานที่สร้างขึ้นมีความแปลกใหม่ไม่ซ้ำกับกลุ่มอื่นๆ			
	1.2 มีการปรับปรุงพัฒนาเปลี่ยนแปลงให้ชิ้นงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานให้สูงขึ้น			
	1.3 ตั้งชื่อชิ้นงานได้มีความหมายและโดดเด่นไม่ซ้ำกับกลุ่มอื่นๆ			
2	**ความคิดคล่องแคล่ว**			
	2.1 ออกแบบจำลองชิ้นงานได้อย่างหลากหลายรูปแบบและรวดเร็วภายในเวลาที่กำหนด			
	2.2 สามารถแก้ไขปรับปรุงชิ้นงานหรือพัฒนาชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นภายในเวลาที่กำหนด			
	2.3 สามารถตั้งชื่อชิ้นงานได้มีความหมายและหลากหลายชื่อไม่ซ้ำกลุ่มอื่นๆในเวลาที่กำหนด			
3	**ความคิดยืดหยุ่น**			
	3.1 การคิดออกแบบชิ้นงานทำได้หลากหลายรูปแบบ หลากหลายแนวคิดและหลากหลายวิธี			
	3.2 เลือกใช้วัสดุที่มีอยู่จำกัดนำมาสร้างแบบจำลองได้อย่างหลากหลายชิ้นงานภายในงบประมาณที่จำกัด			
	3.3 นักเรียนบอกประโยชน์ของการนำเอาวัสดุเหลือใช้ต่างๆมาสร้างชิ้นงาน			
4	**คิดละเอียดลออ**			
	4.1 อธิบายขั้นตอนการสร้างชิ้นงานได้อย่างครบถ้วน ชัดเจน			

	4.2 สามารถสร้างชิ้นงานหรือประกอบชิ้นงานได้อย่างถูกต้องครบถ้วน			
	4.3 อธิบายหน้าที่ของวัสดุอุปกรณ์แต่ละชิ้นงานได้ว่างทำหน้าที่อะไรหรือมีสมบัติอย่างไร			

ระดับคุณภาพ

คะแนนรวม 27 – 36 หมายถึง ดีมาก

คะแนนรวม 18 – 26 หมายถึง ดี

คะแนนรวม 9 – 17 หมายถึง พอใช้

คะแนนรวม 0 – 8 หมายถึง ปรับปรุง

ผลการประเมิน ☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

สถาบันวิทยบริการ มหาวิทยาลัยบูรพา

ใบงานกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนว STEM

กิจกรรม สร้างจรวดขวดน้ำ

1. ความคิดริเริ่ม

1.1 นักเรียนออกแบบสร้างจรวดขวดน้ำจากวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้

1.2 นักเรียนตั้งชื่อชิ้นงาน (จรวดขวดน้ำ) ให้มีความหมายโดดเด่นไม่ซ้ำกับกลุ่มอื่นๆ

1.3 นักเรียนทำการทดลองปรับปรุง พัฒนาเปลี่ยนแปลงทำให้ชิ้นงาน (จรวดขวดน้ำ) เพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานให้สูงขึ้น (ยิงได้ไกลขึ้น) นักเรียนได้ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้างที่ทำให้ชิ้นงาน (จรวดขวดน้ำ) ยิงได้ไกลขึ้น

2. ความคิดคล่องแคล่ว

2.1 นักเรียนออกแบบชิ้นงาน (จรวดขวดน้ำ) ได้อย่างหลากหลายรูปแบบและรวดเร็วภายในเวลาที่กำหนด (จำนวนแบบจรวดขวดน้ำ)

2.2 นักเรียนสามารถแก้ไขปรับปรุงชิ้นงาน (จรวดขวดน้ำ) ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ภายในเวลาที่กำหนดให้

2.3 นักเรียนตั้งชื่อชิ้นงานได้มีความหมายและหลากหลายชื่อไม่ซ้ำกับกลุ่มอื่นๆในเวลาที่กำหนด

3. ความคิดยืดหยุ่น

3.1 นักเรียนบอกประโยชน์ของการนำวัสดุเหลือใช้ (ขวดน้ำ) มาสร้างจรวดขวดน้ำให้มากที่สุด

3.2 เลือกใช้วัสดุ (ขวดน้ำ) ที่มีอยู่อย่างจำกัด นำมาสร้างชิ้นงานอื่นๆนอกจากจรวดขวดน้ำเป็นอะไรได้อีก (ได้สร้างแบบจำลองชิ้นงานได้อย่างหลากหลาย) ภายในเวลาที่มีอยู่อย่างจำกัด

3.3 นักเรียนสามารถ ออกแบบ ชิ้นงาน ทำได้หลากหลายรูปแบบ หลากหลายแนวคิด และหลากหลายวิธี

4. คิดละเอียดลออ

4.1 นักเรียนสามารถสร้างชิ้นงาน (จรวดขวดน้ำ) หรือประกอบชิ้นงานได้อย่างถูกต้องครบถ้วน

4.2 นักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน (จรวดขวดน้ำ) ได้อย่างถูกต้องครบถ้วนชัดเจน

4.3 นักเรียนอธิบายหน้าที่ของวัสดุอุปกรณ์แต่ละชิ้นงานได้ว่ามีหน้าที่อะไร หรือมีสมบัติอย่างไร

ใบงานกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนว STEM

กิจกรรม ไข่มหัศจรรย์

1. ความคิดริเริ่ม

1.1 นักเรียนออกแบบสร้างไข่มหัศจรรย์จากวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้

1.2 นักเรียนตั้งชื่อชิ้นงาน (ไข่มหัศจรรย์) ให้มีความหมายโดดเด่นไม่ซ้ำกับกลุ่มอื่นๆ

1.3 นักเรียนทำการทดลองปรับปรุง พัฒนาเปลี่ยนแปลงทำให้ชิ้นงาน (ไข่มหัศจรรย์) เพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานให้สูงขึ้น (ไข่ไม่แตกเมื่อโยนจากที่สูง) นักเรียนได้ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้างที่ทำให้ชิ้นงาน (ไข่มหัศจรรย์) ไข่ไม่แตกเมื่อโยนจากที่สูง

2. ความคิดคล่องแคล่ว

2.1 นักเรียนออกแบบชิ้นงาน (ไข่มหัศจรรย์) ได้อย่างหลากหลายรูปแบบและรวดเร็วภายในเวลาที่กำหนด (จำนวนแบบไข่มหัศจรรย์)

2.2 นักเรียนสามารถแก้ไขปรับปรุงชิ้นงาน (ไข่มหัศจรรย์) ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ภายในเวลาที่กำหนดให้

2.3 นักเรียนตั้งชื่อชิ้นงานได้มีความหมายและหลากหลายชื่อไม่ซ้ำกับกลุ่มอื่นๆในเวลาที่กำหนด

3. ความคิดยืดหยุ่น

3.1 นักเรียนบอกประโยชน์ของการนำวัสดุเหลือใช้ (กระดาษหนังสือพิมพ์) มาสร้างไข่มหัศจรรย์ให้มากที่สุด

3.2 เลือกใช้วัสดุ (กระดาษหนังสือพิมพ์) ที่มีอยู่อย่างจำกัด นำมาสร้างชิ้นงานอื่นๆนอกจากไข่มหัศจรรย์เป็นอะไรได้อีก (ได้สร้างแบบจำลองชิ้นงานได้อย่างหลากหลาย) ภายในเวลาที่มีอยู่อย่างจำกัด

3.3 นักเรียนสามารถ ออกแบบ ชิ้นงาน ทำได้หลากหลายรูปแบบ หลากหลายแนวคิด และหลากหลายวิธี

4. คิดละเอียดลออ

4.1 นักเรียนสามารถสร้างชิ้นงาน (ไข่มหัศจรรย์) หรือประกอบชิ้นงานได้อย่างถูกต้องครบถ้วน

4.2 นักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน (ไข่มหัศจรรย์) ได้อย่างถูกต้องครบถ้วนชัดเจน

4.3 นักเรียนอธิบายหน้าที่ของวัสดุอุปกรณ์แต่ละชิ้นงานได้ว่ามีหน้าที่อะไร หรือมีสมบัติอย่างไร

ใบงานกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนว STEM

กิจกรรม รถยนต์ไฟฟ้า

1. ความคิดริเริ่ม

1.1 นักเรียนออกแบบสร้างรถยนต์ไฟฟ้าจากวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้

1.2 นักเรียนตั้งชื่อชิ้นงาน (รถยนต์ไฟฟ้า) ให้มีความหมายโดดเด่นไม่ซ้ำกับกลุ่มอื่นๆ

1.3 นักเรียนทำการทดลองปรับปรุง พัฒนาเปลี่ยนแปลงทำให้ชิ้นงาน (รถยนต์ไฟฟ้า) เพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานให้สูงขึ้น (เคลื่อนที่ได้ระยะทางที่ไกลและนาน) นักเรียนได้ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้างที่ทำให้ชิ้นงาน (รถยนต์ไฟฟ้า) เคลื่อนที่ได้ระยะทางที่ไกลและนาน

2. ความคิดคล่องแคล่ว

2.1 นักเรียนออกแบบชิ้นงาน (รถยนต์ไฟฟ้า) ได้อย่างหลากหลายรูปแบบและรวดเร็วภายในเวลาที่กำหนด (จำนวนแบบรถยนต์ไฟฟ้า)

2.2 นักเรียนสามารถแก้ไขปรับปรุงชิ้นงาน (รถยนต์ไฟฟ้า) ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นภายในเวลาที่กำหนดให้

2.3 นักเรียนตั้งชื่อชิ้นงานได้มีความหมายและหลากหลายชื่อไม่ซ้ำกับกลุ่มอื่นๆในเวลาที่กำหนด

3. ความคิดยืดหยุ่น

3.1 นักเรียนบอกประโยชน์ของการนำวัสดุเหลือใช้ (ฝากขวดน้ำพลาสติก ฯลฯ) มาสร้างรถยนต์ไฟฟ้าให้มากที่สุด

3.2 เลือกใช้วัสดุ (ฝากขวดน้ำพลาสติก ฯลฯ) ที่มีอยู่อย่างจำกัด นำมาสร้างชิ้นงานอื่นๆ นอกจากรถยนต์ไฟฟ้า เป็นอะไรได้อีก (ได้สร้างแบบจำลองชิ้นงานได้อย่างหลากหลาย) ภายในเวลาที่มีอยู่อย่างจำกัด

3.3 นักเรียนสามารถ ออกแบบ ชิ้นงาน ทำได้หลากหลายรูปแบบ หลากหลายแนวคิด และหลากหลายวิธี

4. คิดละเอียดลออ

4.1 นักเรียนสามารถสร้าง (รถยนต์ไฟฟ้า) หรือประกอบชิ้นงานได้อย่างถูกต้องครบถ้วน

4.2 นักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน (รถยนต์ไฟฟ้า) ได้อย่างถูกต้องครบถ้วนชัดเจน

4.3 นักเรียนอธิบายหน้าที่ของวัสดุอุปกรณ์แต่ละชิ้นงานได้ว่ามีหน้าที่อะไร หรือมีสมบัติอย่างไร

ใบงานกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนว STEM

กิจกรรม หุ่นยนต์ไฟฟ้า

1. ความคิดริเริ่ม

1.1 นักเรียนออกแบบสร้างหุ่นยนต์ไฟฟ้าจากวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้

1.2 นักเรียนตั้งชื่อชิ้นงาน (หุ่นยนต์ไฟฟ้า) ให้มีความหมายโดดเด่นไม่ซ้ำกับกลุ่มอื่นๆ

1.3 นักเรียนทำการทดลองปรับปรุง พัฒนาเปลี่ยนแปลงทำให้ชิ้นงาน (หุ่นยนต์ไฟฟ้า) เพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานให้สูงขึ้น (เคลื่อนที่ได้ระยะทางที่ไกลและนาน) นักเรียนได้ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้างที่ทำให้ชิ้นงาน (หุ่นยนต์ไฟฟ้า) เคลื่อนที่ได้ระยะทางที่ไกลและนาน

2. ความคิดคล่องแคล่ว

2.1 นักเรียนออกแบบชิ้นงาน (หุ่นยนต์ไฟฟ้า) ได้อย่างหลากหลายรูปแบบและรวดเร็วภายในเวลาที่กำหนด (จำนวนแบบหุ่นยนต์ไฟฟ้า)

2.2 นักเรียนสามารถแก้ไขปรับปรุงชิ้นงาน (หุ่นยนต์ไฟฟ้า) ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นภายในเวลาที่กำหนดให้

2.3 นักเรียนตั้งชื่อชิ้นงานได้มีความหมายและหลากหลายชื่อไม่ซ้ำกับกลุ่มอื่นๆในเวลาที่กำหนด

3. ความคิดยืดหยุ่น

3.1 นักเรียนบอกประโยชน์ของการนำวัสดุเหลือใช้ (กระดาษลัง กล่องลัง ฯลฯ) มาสร้างหุ่นยนต์ไฟฟ้าให้มากที่สุด

3.2 เลือกใช้วัสดุ (กระดาษลัง กล่องลัง ฯลฯ) ที่มีอยู่อย่างจำกัด นำมาสร้างชิ้นงานอื่นๆนอกจากหุ่นยนต์ไฟฟ้าเป็นอะไรได้อีก (ได้สร้างแบบจำลองชิ้นงานได้อย่างหลากหลาย) ภายในเวลาที่มีอยู่อย่างจำกัด

3.3 นักเรียนสามารถ ออกแบบ ชิ้นงาน ทำได้หลากหลายรูปแบบ หลากหลายแนวคิด และหลากหลายวิธี

4. คิดละเอียดลออ

4.1 นักเรียนสามารถสร้าง (หุ่นยนต์ไฟฟ้า) หรือประกอบชิ้นงานได้อย่างถูกต้องครบถ้วน

4.2 นักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน (หุ่นยนต์ไฟฟ้า) ได้อย่างถูกต้องครบถ้วนชัดเจน

4.3 นักเรียนอธิบายหน้าที่ของวัสดุอุปกรณ์แต่ละชิ้นงานได้ว่ามีหน้าที่อะไร หรือมีสมบัติอย่างไร

แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....ชั้น.....

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องว่างที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียน

ที่	รายการ	ความรู้สึก				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
	ความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น					
1	ยอมรับว่าการทดลองค้นคว้าจรวดขวดน้ำและการทดลองอื่นจะใช้เป็นวิธีการแก้ปัญหาได้					
2	มีความใส่ใจและพอใจใคร่จะสืบเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์และปัญหาใหม่ๆ อยู่เสมอ					
3	มีความกระตือรือร้นต่อกิจกรรมจรวดขวดน้ำรถยนต์ไฟฟ้า หุ่นยนต์ไฟฟ้า					
4	ชอบกิจกรรมทดลองค้นคว้าในค่ายกิจกรรมวิทยาศาสตร์					
5	ชอบสนทนา ซักถาม ฟัง อ่านและอธิบายใบกิจกรรมที่ทำเพื่อให้ได้รับความรู้เพิ่มขึ้น					
	ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่นอดทนและเพียรพยายาม					

6	ยอมรับผลการกระทำของตนเองทั้งที่เป็นผลดีและผลเสียต่อการออกแบบกิจกรรมการทดลอง					
7	เห็นคุณค่าของความรับผิดชอบและความเพียรพยายามในการทำกิจกรรมการทดลอง ว่าเป็นสิ่งที่ควรปฏิบัติ					
8	ทำงานที่ได้รับมอบหมายกิจกรรมต่างๆภายในค่ายให้สมบูรณ์ตามกำหนดและตรงต่อเวลา					
9	เว้นการกระทำอันเป็นผลเสียหายต่อส่วนรวม เช่น เล่นหรือแกล้งเพื่อนขณะทำงาน					
10	ทำกิจกรรมหรืองานเต็มความสามารถของนักเรียน					
11	ดำเนินการแก้ไขปัญหาที่อาจารย์ให้ทำจนกว่าจะได้คำตอบ					
12	ไม่ท้อถอยในการทำงานกิจกรรมต่างๆในค่ายเมื่อมีอุปสรรคหรือล้มเหลว					

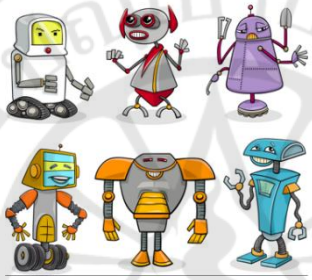
13	มีความอดทนในการทำกิจกรรมต่างๆแม้การดำเนินการแก้ปัญหาจะยุ่งยากและใช้เวลา					
	ความมีเหตุผล					
14	ยอมรับในคำอธิบายของเพื่อนเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ					
15	เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาและกิจกรรมการทดลองต่างๆ					
16	พยายามอธิบายเหตุผลในการออกแบบการทดลองหรือการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล ไม่เชื่อโชคลางหรือคำทำนายที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้					
17	อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นต่อการแก้ปัญหาหรือกิจกรรมการทดลองอย่างมีเหตุผล					
18	ในการแก้ปัญหาและการออกแบบกิจกรรมการทดลองหาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น					

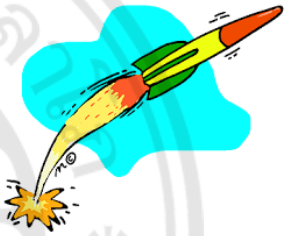
19	ตารางสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของผลการทดสอบที่ได้ทำการทดลอง					
20	เสาะแสวงหาหลักฐาน ข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลองเพื่อสนับสนุนคำอธิบาย					
21	รวบรวมข้อมูลจากการทดลองอย่างเพียงพอก่อนจะลงข้อสรุปผลการทดลอง					
	ความมีระเบียบและรอบคอบ					
22	ยอมรับว่าความมีระเบียบและรอบคอบในการแก้ปัญหาและการทำกิจกรรมในค่าย เป็นสิ่งที่มาประโยชน์					
23	เห็นคุณค่าของความมีระเบียบและรอบคอบในการทำกิจกรรมในค่ายวิทยาศาสตร์					
24	นำวิธีการหลายๆวิธีมาตรวจสอบผลหรือวิธีการทดลองในกิจกรรมต่างๆในค่ายวิทยาศาสตร์					
25	มีการใคร่ครวญ ไตร่ตรองพินิจพิเคราะห์ในการออกแบบกิจกรรมต่างๆในค่ายวิทยาศาสตร์					

26	มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำกิจกรรมทุกกิจกรรม					
27	มีการวางแผนการทำกิจกรรมและจัดระบบการทำกิจกรรมเพื่อให้ทำกิจกรรมสำเร็จ					
28	ตรวจสอบความเรียบร้อยของวัสดุอุปกรณ์หรือเครื่องมือก่อนการทำกิจกรรมและทำการทดลอง					
	ความซื่อสัตย์					
29	เสนอข้อมูลความจริงแม้จะเป็นผลการทดลองที่แตกต่างจากผู้อื่น					
30	เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลจากการทดลองตามความจริง					
31	บันทึกผลการทดลองหรือข้อมูลตามความเป็นจริงและไม่ใช้ความคิดเห็นของตนเองไปเกี่ยวข้อง					
32	ไม่แอบอ้างผลการทดลองของผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตนเอง					
	ความใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็น และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น					
33	รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ของเพื่อนและข้อโต้แย้งหรือ					

	ข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลจากเพื่อนๆได้					
34	ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเองและยอมรับการเปลี่ยนแปลง					
35	รับฟังความคิดเห็นที่ตัวเองยังไม่เข้าใจและพร้อมที่จะทำความเข้าใจ					
36	ยอมพิจารณาข้อมูลหรือแนวความคิดที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม					

STEM Education Science Camp





ค่าย วิทย์ ผลิต นวัตกร

วันที่ 18 – 19 มีนาคม พ.ศ. 2566

โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา

กำหนดการ
โครงการ “ค่ายวิทย์ ผลิตนวัตกร (สะเต็มศึกษา)”
ณ อาคารศูนย์การเรียนรู้เชาว์ มณีวงษ์ โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา
.....

วันเสาร์ที่ ๑๘ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๖

๐๗:๓๐ – ๐๘:๐๐ น. ลงทะเบียน
๐๘:๐๐ – ๐๘:๓๐ น. ปฐมนิเทศและพิธีเปิดโครงการ
๐๘:๓๐ – ๐๙:๐๐ น. กิจกรรมนันทนาการ
๐๙:๐๐ – ๑๐:๓๐ น. กิจกรรมฐานที่ ๑ ไข่มหัศจรรย์ โดยวิทยากรประจำฐาน (นักเรียนกลุ่ม ๑)
๑๐:๓๐ – ๑๐:.๔๕ น. พัก – รับประทานอาหารว่าง
๑๐:๔๕ – ๑๒:๐๐ น. กิจกรรมฐานที่ ๒ รถยนต์ไฟฟ้า โดยวิทยากรประจำฐาน (นักเรียนกลุ่ม ๒)
๑๒:๐๐ – ๑๓:๐๐ น รับประทานอาหารกลางวัน
๑๓:๐๐ – ๑๓:๓๐ น. กิจกรรมนันทนาการ
๑๓:๓๐ – ๑๔:๓๐ น. กิจกรรมฐานที่ ๑ ไข่มหัศจรรย์ โดยวิทยากรประจำฐาน (นักเรียนกลุ่ม ๒)
๑๔:๓๐ – ๑๔:๔๕ น. รับประทานอาหารว่าง
๑๔:๔๕ – ๑๕:๔๕ น. กิจกรรมฐานที่ ๒ รถยนต์ไฟฟ้า โดยวิทยากรประจำฐาน (นักเรียนกลุ่ม ๑)
๑๕:๔๕ – ๑๖:๓๐ น. สรุปกิจกรรมและนักเรียนเดินทางกลับบ้าน

วันอาทิตย์ที่ ๑๙ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๖

๐๘:๐๐ – ๐๘:๓๐ น. ลงทะเบียน
๐๘:๓๐ – ๐๙:๐๐ น. กิจกรรมนันทนาการ
๐๙:๐๐ – ๑๐:๓๐ น. กิจกรรมฐานที่ ๓ จรวดขวดน้ำ โดยวิทยากรประจำฐาน (นักเรียนกลุ่ม ๑)
๑๐:๓๐ – ๑๐:๔๕ น. พัก – รับประทานอาหารว่าง
๑๐:๔๕ – ๑๒:๐๐ น. กิจกรรมฐานที่ ๔ หุ่นยนต์ไฟฟ้า โดยวิทยากรประจำฐาน (นักเรียนกลุ่ม ๒)
๑๒:๐๐ – ๑๓:๐๐ น รับประทานอาหารกลางวัน
๑๓:๐๐ – ๑๓:๓๐ น. กิจกรรมนันทนาการ
๑๓:๓๐ – ๑๔:๓๐ น. กิจกรรมฐานที่ ๓ จรวดขวดน้ำ โดยวิทยากรประจำฐาน (นักเรียนกลุ่ม ๒)
๑๔:๓๐ – ๑๔:๔๕ น. รับประทานอาหารว่าง
๑๔:๔๕ – ๑๕:๔๕ น. กิจกรรมฐานที่ ๔ หุ่นยนต์ไฟฟ้า โดยวิทยากรประจำฐาน (นักเรียนกลุ่ม ๑)
๑๕:๔๕ – ๑๖:๓๐ น. สรุปกิจกรรม พร้อมเกียรติบัตร และนักเรียนเดินทางกลับบ้าน

โครงสร้างเอกสารประกอบการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION)

ค่ายวิทย์ ผลิตนวัตกร (สะเต็มศึกษา) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6

ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในคิดการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ และจิตทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้แก่ เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ประกอบไปด้วยเนื้อหาย่อย จำนวน 4 กิจกรรมดังนี้

ฐานกิจกรรมที่ 1 เรื่อง จรวดขวดน้ำ เนื้อหา น้ำหนัก แรงต้านทาน แรงยก

ฐานกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ไข่มหัศจรรย์ เนื้อหา แรงโน้มถ่วงของโลก แรงพยุงอากาศ

ฐานกิจกรรมที่ 3 เรื่อง รถยนต์ไฟฟ้า เนื้อหา วงจรไฟฟ้า การต่อเซลล์ไฟฟ้า

ฐานกิจกรรมที่ 4 เรื่อง หุ่นยนต์ไฟฟ้าเนื้อหา วงจรไฟฟ้า การต่อเซลล์ไฟฟ้า

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเข้าร่วมและหลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

2. เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเข้าร่วมและหลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

3. เพื่อศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

จัดกิจกรรมวิทย์ ผลิตนวัตกร (สะเต็มศึกษา) : ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในคิดการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ และจิตทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 วัน

คำนำ

สะเต็มศึกษา เป็นนวัตกรรม การเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพผ่านประสบการณ์ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) หรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based-Learning) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นสถานศึกษาในสังกัดโรงเรียนสาธิต "พิบูลบำเพ็ญ" มหาวิทยาลัยบูรพา มีบทบาทภารกิจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมมีความมุ่งมั่นที่จะส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ให้กับผู้รับเรียนทั้งในระบบและนอกระบบโรงเรียน ให้มีการพัฒนาทักษะ กระบวนการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา มีความคิดสร้างสรรค์ รวมทั้งเห็นความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้เอกสารฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ค่ายจัดเต็มกับสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมและพัฒนาตนเองและรู้จักการเชื่อมโยงกับชีวิตจริง ขอขอบคุณคณะทำงาน ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดทำเอกสารฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ และคาดว่าจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจ เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต่อไป

สารบัญ

	หน้า
กำหนดการค่าย	ก
โครงสร้างเอกสาร	ข
คำนำ	ค
สารบัญ	ง
สะเต็มศึกษา	จ
ใบงาน ฐานการเรียนรู้ที่ ๑ กิจกรรมที่ 1 เรื่อง จรวดขวดน้ำ	1
ใบงาน ฐานการเรียนรู้ที่ ๒ กิจกรรมที่ 2 เรื่อง ไข่มหัศจรรย์	4
ใบงาน ฐานการเรียนรู้ที่ ๓ กิจกรรมที่ 3 เรื่อง รถยนต์ไฟฟ้า	7
ใบงาน ฐานการเรียนรู้ที่ ๓ กิจกรรมที่ 4 เรื่อง หุ่นยนต์ไฟฟ้า	10

สะเต็มศึกษา

กิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง กิจกรรมเป็นการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เป็นหลักโดยมีการบูรณาการกับสาระการเรียนรู้บางส่วนของเทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนการสอนดังต่อไปนี้

1. กิจกรรมการนำเข้าสู่บทเรียน ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยทบทวนความรู้เดิม และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในการเรียนรู้โดยครูผู้สอนพยายามพูดคุยกับนักเรียน เกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น ที่สอดคล้องกับชิ้นงานที่ครูจะให้นักเรียนออกแบบและเนื้อหาที่เรียนในกิจกรรมนั้น ๆ

2. กิจกรรมพัฒนานักเรียน ครูจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ และเกิดทักษะปฏิบัติในขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดของสะเต็ม ดังนี้

1. กำหนดปัญหาหรือความต้องการ ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้กำหนดปัญหาตระหนักถึง
สิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหา วิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้ง คำถามหรือปัญหาที่เราระบุอาจประกอบด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหาผู้แก้ปัญหาต้อง พิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา หลังจากผู้แก้ปัญหาทำ ความเข้าใจปัญหา
และสามารถกำหนดปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องผู้แก้ปัญหาอาจมีการดำเนินการ ดังนี้ (๑) การรวบรวมข้อมูล คือการสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหาอย่างไร และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง (๒) การค้นหาแนวคิด คือการค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ในขั้นตอนนี้ผู้แก้ปัญหาควรพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาและจดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และ

หลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มทุน ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. เลือกวิธีการแก้ปัญหา หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไป คือ การนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการ กำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต ทั้งนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องอ้างอิงถึงความรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ประเมินตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

4. ออกแบบวิธีการและปฏิบัติตามการ หลังจากที่ได้กำหนดเค้าโครงออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

5. ทดสอบ และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน เป็นขั้นตอนทดสอบและ

ประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

6. ประเมินผล หลังจากการพัฒนา ปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาต้องบันทึกผลการทดลองว่าชิ้นงานที่สร้างขึ้นมาแก้ปัญหาได้หรือไม่ และนักเรียนมีความพึงพอใจมากน้อยเพียงใดในชิ้นงานนั้น ๆ

Stem Education กิจกรรมที่ 1 เรื่อง จรวดขวดน้ำ

กิจกรรมที่ 1 กำหนดปัญหา

สถานการณ์ปัญหา

จากสภาพสิ่งแวดล้อมที่มีขยะเหลือใช้ทิ้งจำนวนมากซึ่งก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมมากมาย เช่น พวกขวดน้ำพลาสติก พวกเราจะช่วยกันลดขยะโดยนำเอาขวดพลาสติกมาสร้างเป็นจรวดขวดน้ำ เพื่ออธิบายสมบัติทางกายภาพด้านความแข็งแรง สภาพยืดหยุ่น แรงโน้มถ่วงที่มีผลต่อวัตถุ หาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุและแรงเสียดทานต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ

กิจกรรมที่ 2 รวบรวมข้อมูลและเลือกวิธีการแก้ปัญหา

วิธีการที่ 1

.....

.....

.....

วิธีการที่ 2

.....

.....

.....

วิธีการที่ 3

.....

.....

.....

วิธีการที่ 4

.....

.....

.....

ตารางสรุปวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา และข้อดี ข้อเสียของแต่ละวิธี

วิธีการแก้ปัญหา	ข้อดี	ข้อเสีย
วิธีการที่ 1		
วิธีการที่ 2		
วิธีการที่ 3		

จากตารางวิเคราะห์วิธีการการแก้ปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหาที่ตัดสินใจเลือกคือ.....

.....

.....

.....

เพราะ

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 3 การออกแบบชิ้นงานและปฏิบัติการ

ขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน	วัสดุอุปกรณ์ - ขวดพลาสติก (ขวดโค้ก ขนาด 1.5 L) - คัตเตอร์ - กรรไกร - กระดาษกาวแลตซีน - ดินน้ำมัน - ฟิวเจอร์บอร์ด - ฐานยิงจรวด
ภาพร่างชิ้นงาน	

กิจกรรมที่ 4 ทดสอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 5 ประเมินผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 6 สรุปผล

.....

.....

.....

.....

.....

Stem Education กิจกรรมที่ 2 เรื่อง ไข่มหัศจรรย์

กิจกรรมที่ 1 กำหนดปัญหา

สถานการณ์ปัญหา

หนังสือพิมพ์เป็นวัสดุเหลือใช้ที่มีอยู่จำนวนมาก ถ้าสามารถนำมาใช้ใหม่ก็จะเป็นการลดจำนวนขยะที่จะเกิดขึ้น ไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม เราจะนำกระดาษหนังสือพิมพ์มาสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อใช้เป็นสื่อการสอนเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพด้านความแข็งแรงและสภาพยืดหยุ่นแรงโน้มถ่วงที่มีผลต่อวัตถุ หาแรงลัทธ์ของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุ และผลของแรงเสียดทานต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ

กิจกรรมที่ 2 รวบรวมข้อมูลและเลือกวิธีการแก้ปัญหา

วิธีการที่ 1

.....

.....

.....

วิธีการที่ 2

.....

.....

.....

วิธีการที่ 3

.....

.....

.....

วิธีการที่ 4

.....

.....

.....

.

5

ตารางสรุปวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา และข้อดี ข้อเสียของแต่ละวิธี

วิธีการแก้ปัญหา	ข้อดี	ข้อเสีย
วิธีการที่ 1		
วิธีการที่ 2		
วิธีการที่ 3		

จากตารางวิเคราะห์วิธีการการแก้ปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหาที่ตัดสินใจเลือกคือ.....

.....

.....

.....

เพราะ

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 3 การออกแบบชิ้นงานและปฏิบัติการ

ขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน	วัสดุอุปกรณ์ - ไข่ไก่ - กระดาษหนังสือพิมพ์

	- ไม้ตะเกียบ 2 คู่ - กระดาษกาว - กรรไกร - คัตเตอร์
ภาพร่างชิ้นงาน	

กิจกรรมที่ 4 ทดสอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 5 ประเมินผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 6 สรุปผล

.....

.....

.....

.....

.....

Stem Education กิจกรรมที่ 3 เรื่อง รถยนต์ไฟฟ้า

กิจกรรมที่ 1 กำหนดปัญหา

สถานการณ์ปัญหา

ในปัจจุบันพลังงานต่างๆในประเทศไทย โดยเฉพาะพลังงานเชื้อเพลิงเกิดการขาดแคลนและมีราคาสูง จึงมีการหาแหล่งพลังงานอื่นมาทดแทนเพื่อที่จะสามารถใช้ในชีวิตประจำวัน ดังนั้นการหาพลังงานทดแทนมาแทนพลังงานเชื้อเพลิงกำลังได้รับความนิยม เช่น การผลิตรถยนต์ไฟฟ้า รถจักรยานยนต์ไฟฟ้า ฯลฯ ซึ่งรถยนต์ไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงานให้มอเตอร์ไฟฟ้าหมุนเพื่อให้ล้อเคลื่อนที่ โดยมีแหล่งเก็บพลังงานไฟฟ้าหรือแบตเตอรี่ มีการต่อวงจรไฟฟ้าแบบวงจรปิดเพื่อให้เกิดการทำงานจนสร้างรถยนต์ไฟฟ้าแบบจำลองขนาดเล็กเป็นสื่อการสอนได้

กิจกรรมที่ 2 รวบรวมข้อมูลและเลือกวิธีการแก้ปัญหา

วิธีการที่ 1

.....

.....

วิธีการที่ 2

.....

.....

วิธีการที่ 3

.....

.....

วิธีการที่ 4

.....

.....

.....

ตารางสรุปวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา และข้อดี ข้อเสียของแต่ละวิธี

วิธีการแก้ปัญหา	ข้อดี	ข้อเสีย
วิธีการที่ 1		
วิธีการที่ 2		
วิธีการที่ 3		

จากตารางวิเคราะห์วิธีการการแก้ปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหาที่ตัดสินใจเลือกคือ.....

.....

.....

.....

เพราะ

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 3 การออกแบบชิ้นงานและปฏิบัติการ

ขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน	วัสดุอุปกรณ์ – มอเตอร์ – ชิ้นส่วนรถยนต์ – น็อต/ข้อต่อ – ลังถ่าน –ถ่าน – ไขควง – แผงโซล่าเซลล์
ภาพร่างชิ้นงาน	

กิจกรรมที่ 4 ทดสอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 5 ประเมินผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 6 สรุปผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Stem Education กิจกรรมที่ 4 เรื่อง หุ่นยนต์ไฟฟ้า

กิจกรรมที่ 1 กำหนดปัญหา

สถานการณ์ปัญหา

ในปัจจุบันวิทยาการหุ่นยนต์เป็นสาขาวิชาที่กำลังเติบโตอย่างรวดเร็วจากปัจจัยขับเคลื่อนทางเทคโนโลยีที่มีการเติบโตที่สูงในต้นศตวรรษที่ 21 มีการวิจัยหุ่นยนต์เพื่อจุดประสงค์ที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานในบ้าน, การใช้งานทางพาณิชย์ และการใช้งานทางการทหาร มีการสร้างหุ่นยนต์จำนวนมากเพื่อทำงานที่เป็นอันตรายสำหรับมนุษย์ อาทิเช่น การปลดชนวนระเบิด, การค้นหาผู้รอดชีวิตในซากปรักหักพังที่ไม่มั่นคง และการสำรวจซากเรือที่จมลงใต้ก้นสมุทร เป็นต้น ซึ่งหุ่นยนต์ไฟฟ้าเป็นการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าหมุนเพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่ โดยมีแหล่งเก็บพลังงานไฟฟ้าหรือแบตเตอรี่ มีการต่อวงจรไฟฟ้าแบบวงจรปิดเพื่อให้สามารถสร้างสิ่งประดิษฐ์หุ่นยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็กที่สามารถใช้งานได้จริงในชีวิตประจำวันและเป็นสื่อการสอนได้

กิจกรรมที่ 2 รวบรวมข้อมูลและเลือกวิธีการแก้ปัญหา

วิธีการที่ 1

.....

.....

วิธีการที่ 2

.....

.....

วิธีการที่ 3

.....

.....

วิธีการที่ 4

.....

ตารางสรุปวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา และข้อดี ข้อเสียของแต่ละวิธี

วิธีการแก้ปัญหา	ข้อดี	ข้อเสีย
วิธีการที่ 1		
วิธีการที่ 2		
วิธีการที่ 3		

จากตารางวิเคราะห์วิธีการการแก้ปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหาที่ตัดสินใจเลือกคือ.....

.....

.....

.....

เพราะ

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 3 การออกแบบชิ้นงานและปฏิบัติการ

ขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน	วัสดุอุปกรณ์ – มอเตอร์ – ชิ้นส่วนหุ่นยนต์ – น็อต/ขอต่อ – ลังถ่าน –ถ่าน – ไขควง – แผงโซล่าเซลล์
ภาพร่างชิ้นงาน	

กิจกรรมที่ 4 ทดสอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 5 ประเมินผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 6 สรุปผล

.....

.....

.....

.....

.....

^^บันทึกช่วยจำ^^

ภาคผนวก ค

1. ตารางแสดงการวิเคราะห์หาค่า IOC ของแบบทดสอบ
2. ตารางแสดงการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย(p)และค่าอำนาจจำแนก(r) แบบทดสอบวัดความสามารถในคิดแก้ปัญหา

แบบทดสอบวัดความสามารถในคิดแก้ปัญหา

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบชุดนี้เป็นปรนัย ซึ่งประกอบไปด้วยสถานการณ์และคำถามให้ผู้เรียนตอบคำถามในขอบเขตข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่กำหนดให้ตามสถานการณ์เท่านั้น ผู้เรียนต้องตอบให้ครบทุกข้องคำถามในข้อๆหนึ่งจะตรวจให้คะแนนข้อละ 1 คะแนนเท่านั้น

2. แบบทดสอบมีทั้งหมด 10 สถานการณ์ ข้อคำถามทั้งหมด 40 ข้อ รวมคะแนนเต็ม 40 คะแนน ใช้เวลา 60 นาที

3. ให้ผู้เรียนกาเครื่องหมาย × ลงในกระดาษคำตอบโดยเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

4. พิจารณาให้รอบคอบก่อนที่จะตอบ หากมีข้อสงสัยให้ถามอาจารย์ผู้คุมสอบได้

5. เมื่อหมดเวลา ให้นักเรียนคืนแบบทดสอบและกระดาษคำตอบ

โดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นคนพิจารณาข้อสอบว่า ข้อคำถามแต่ละข้อวัดได้ตรงตามที่ต้องการจะวัดด้านเนื้อหาหรือจุดประสงค์มากน้อยเพียงใดในแต่ละข้อ ให้ท่านโปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความสอดคล้องตามความคิดเห็นของท่าน โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้

ให้คะแนน +1 = ความสอดคล้อง หรือแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

ให้คะแนน 0 = ไม่แน่ใจ เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

ให้คะแนน -1 = ไม่สอดคล้อง หรือแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา หมายถึง การแสดงออก ด้านพฤติกรรมความรู้และความคิด ที่ผู้เรียนได้นำมาใช้แก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดได้จากคะแนน การตอบคำถามแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ (Weir, 1974) วัดได้จากคะแนนการตอบคำถามแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาของเวียร์ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

4.1 ขั้นระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุประเด็นปัญหาที่สำคัญที่สุดภายในขอบเขตของสถานการณ์ที่กำหนดให้

4.2 ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากสถานการณ์

4.3 ขั้นการเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการหาวิธีการคิดแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา

4.4 ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถบอกได้ถึงผลที่เกิดจากการแก้ปัญหาตามวิธีที่เสนอรวมไปถึงข้อมูล หลักฐานที่ใช้ประกอบการพิจารณาแนวทางดังกล่าว

สถานการณ์ที่ 1 ใช้ตอบคำถามข้อ 1 - 4

เด็กชายซงจุงกิ และเพื่อนๆกำลังช่วยกันออกแบบและสร้างเครื่องมือเพื่อห่อหุ้มป้องกันไขไก่สดที่สามารถทำการทดลองเมื่อโยนไข่จากตึกชั้น 3 ลงสู่ชั้น 1 แล้วไข่ไก่สดไม่แตก พวกเขาได้ใช้อุปกรณ์ประกอบไปด้วย กระดาษหนังสือพิมพ์เหลือใช้ ไม้เสียบลูกชิ้น ยางรัดของ ถุงพลาสติก ฯลฯ ปรากฏว่า พวกเขาทำออกแบบโครงสร้างเป็นรูปทรงกลม โดยมีฐานเป็นไม้เสียบลูกชิ้นห่อหุ้มไขไก่สดด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์และลุงพลาสติก เมื่อสร้างเครื่องมือเสร็จก็นำไปทำการทดลอง ปรากฏว่าไข่ไก่สดแตกมีของเหลวใสไหลออกมากจากเปลือกไข่ นักเรียนคิดว่าเราควรจะแก้ไขการทดลองนี้ได้อย่างไร

ข้อ	รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\sum$ R	IOC
1	ปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้คืออะไร (ขั้นระบุปัญหา) <u>ก. โยนไข่ไก่สดแล้วแตก</u> ข. หนังสือพิมพ์ไม่ได้มาตรฐาน ค. ระดับชั้นของตึกสูงเกินไป ง. วัสดุอุปกรณ์ไม่เพียงพอต่อการสร้างเครื่องมือ	1	0	1	1	1	4	0.8
2	ถ้านักเรียนเป็นซงจุงกิและเพื่อนๆในกลุ่ม นักเรียนจะระบุถึงสาเหตุที่ทำให้ไข่ไก่แตกได้อย่างไร (ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุของปัญหา) ก. เกิดจากการที่เลือกใช้วัสดุไม่ถูกต้องและเหมาะสม ข. เกิดจากการเลือกทดลองโยนจากตึกที่มีความสูงเกินไป <u>ค. เกิดจากการออกแบบโครงสร้างที่ไม่เหมาะสมและไม่แข็งแรงมากพอ</u> ง. เกิดจากการที่ไข่ไก่ไม่ดีมีเปลือกแตกออกมาก่อนทำการทดลอง	1	1	1	1	1	5	1
3	หากนักเรียนเป็นซงจุงกิและเพื่อนๆในกลุ่ม นักเรียนจะปฏิบัติตนอย่างไรในสถานการณ์นี้ (ขั้นการเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา) ก. ช่วยกันไปหาวัสดุอุปกรณ์อื่นๆ	1	1	0	1	1	4	0.8

	ข. ไปถามคุณครูว่าเกิดอะไรขึ้นในขณะที่ช่วยกันทำอย่างเต็มที่ ค. เปลี่ยนไข่ไก่ใบใหม่แล้วเปลี่ยนระดับความสูงให้ลดลง ง. ระดมความคิดกันภายในกลุ่มแล้วช่วยกันออกแบบเครื่องมือใหม่ให้เหมาะสมกับการทดลอง							
4	ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร (ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์) ก. ซงจุงกิและเพื่อนๆในกลุ่มสามารถใช้อุปกรณ์ได้ครบถ้วน ข. ซงจุงกิและเพื่อนๆในกลุ่มสามารถได้รูปแบบเครื่องมือที่ห่อหุ้มไข่ไก่สดแล้วโยนไม่แตก ค. ซงจุงกิและเพื่อนๆในกลุ่มจะได้ความคิดสร้างสรรค์และทำงานเป็นระเบียบ ง. ซงจุงกิและเพื่อนๆในกลุ่มสามารถไปบอกกับคนอื่นๆได้ว่าพวกเราเก่งและทำการทดลองสำเร็จ	1	1	1	1	1	5	1

สถานการณ์ที่ 2 ใช้ตอบคำถามข้อ 5 - 8

เด็กหญิงนาบี และเพื่อนๆกำลังช่วยกันออกแบบและสร้างเครื่องมือเพื่อห่อหุ้มป้องกันไข่ไก่สดที่สามารถทำการทดลองเมื่อโยนไข่จากตึกชั้น 3 ลงสู่ชั้น 1 แล้วไข่ไก่สดไม่แตก พวกเขาได้ออกแบบโครงสร้างฐานเป็นรูปทรงกรวยและโครงสร้างด้านบนคล้ายร่มชูชีพ ทำให้ไข่ไก่ไม่แตกจริง แต่ในขณะที่กลุ่มของเด็กชายซงคังและเพื่อนๆนั้นก็ได้ทำการออกแบบโครงสร้างคล้ายคลึงกับกลุ่มของเด็กหญิงนาบี แต่เมื่อคุณครูได้ไปตรวจสอบโครงสร้างอย่างละเอียดถี่ถ้วน ผลปรากฏว่า กลุ่มของเด็กชายซงคังและเพื่อนๆ ประกอบโครงสร้างฐานรูปทรงกรวยไม่หนาแน่นทำให้เกิดแรงกระแทกกับพื้นจึงทำให้ไข่ไก่แตก

ข้อ	รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\sum$ R	IOC
5	ปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้คืออะไร (ขั้นระบุปัญหา) ก. แบบโครงสร้างของทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกัน ข. แบบโครงสร้างของทั้ง 2 กลุ่มเหมือนกัน ค. กลุ่มของเด็กหญิงนาบีและเพื่อนๆ โยนไข่ไก่ไม่แตก <u>ง. กลุ่มของเด็กชายซงคังและเพื่อนๆ โยนไข่ไก่แตก</u>	1	1	1	1	1	5	1
6	ถ้านักเรียนเป็นซงคังและเพื่อนๆในกลุ่ม นักเรียนจะระบุถึงสาเหตุที่ทำให้ไข่ไก่แตกได้อย่างไร (ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุของปัญหา) ก. เกิดจากการที่เลือกใช้วัสดุไม่ถูกต้องและเหมาะสม ข. เกิดจากการเลือกทดลองโยนจากตึกที่มีความสูงเกินไป <u>ค. เกิดจากการออกแบบโครงสร้างที่ไม่เหมาะสมและไม่แข็งแรงมากพอ</u> ง. เกิดจากการที่ทั้งกลุ่มมีเชื่อว่าได้ออกแบบโครงสร้างทุกอย่างได้เหมือนกับกลุ่มของเด็กหญิงนาบี	1	1	1	1	1	5	1
7	หากนักเรียนเป็นซงคังและเพื่อนๆในกลุ่ม นักเรียนจะปฏิบัติตนอย่างไรในสถานการณ์นี้ (ขั้นการเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา)	1	1	1	1	1	5	1

	ก. ช่วยกันไปหาวัสดุอุปกรณ์อื่นๆ ข. ไปถามคุณครูว่าเกิดอะไรขึ้นในขณะที่ช่วยกันทำอย่างเต็มที่ ค. เปลี่ยนการออกแบบโครงสร้างรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากเดิม ง. ช่วยกันออกแบบแก้ไขให้โครงสร้างมีความแข็งแรงทนทานต่อแรงกระแทกเมื่อตกถึงพื้น							
8	ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร (ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์) ก. ซงคังและเพื่อนๆในกลุ่มสามารถใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้อง ข. ซงคังและเพื่อนๆในกลุ่มจะได้ความคิดสร้างสรรค์และสร้างผลงานชิ้นใหม่ ค. ซงคังและเพื่อนๆสามารถออกแบบโครงสร้างได้อย่างหนาแน่นลดแรงกระแทกกับพื้นไข่ไก่ไม่แตก ง. ซงคังและเพื่อนๆในกลุ่มสามารถทำการทดลองสำเร็จและยังชนะกลุ่มของเด็กหญิงนาบีและเพื่อนๆ	1	1	1	1	1	5	1

ในการทดลองยิงจรวดขวดน้ำโดยมีการสูบแรงดันอากาศขนาด 40 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ครูให้นักเรียนไปเติมน้ำที่เปรียบเสมือนกับเชื้อเพลิงจรวด โดยให้แต่ละกลุ่มเลือกเติมปริมาณน้ำเองโดยไม่ได้กำหนดปริมาณน้ำให้ แต่ต้องการให้จรวดขวดน้ำนั้นเคลื่อนที่ไปได้ไกลที่สุดโดยทำมุมเอียงจากฐานยิงที่ระดับเดียวกันคือ 45 องศา แต่ละกลุ่มเลือกเติมปริมาณน้ำดังนี้

กลุ่มที่ 1 เติมน้ำเต็มขวดภายในโครงสร้างของจรวดขวดน้ำ

กลุ่มที่ 2 เติมน้ำปริมาณ 1 ใน 3 ของขวด

กลุ่มที่ 3 เลือกที่จะไม่เติมน้ำ

สถานการณ์ที่ 3 ใช้ตอบคำถามข้อ 9 – 12

ข้อ	รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\sum$ R	IOC
9	ปัญหาสำคัญของการทดลองในสถานการณ์นี้คืออะไร (ขั้นระบุปัญหา) ก. แบบโครงสร้างจรวดขวดน้ำ ข. การเคลื่อนที่ของจรวดขวดน้ำ ค. มุมเอียงจากฐานยิงจรวดไม่เท่ากัน ง. แรงดันอากาศที่สูบเข้าไปในจรวดขวดน้ำ	1	1	1	1	1	5	1
10	ถ้านักเรียนเป็นสมาชิกในกลุ่มที่ 1 และ 3 นักเรียนจะระบุถึงสาเหตุที่ทำให้จรวดเคลื่อนที่ไปไม่ไกลได้อย่างไร (ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุของปัญหา) ก. แบบโครงสร้างจรวดขวดน้ำของแต่ละกลุ่มแตกต่างกัน ข. แรงดันอากาศที่สูบเข้าไปในจรวดน้ำแตกต่างกัน ค. ปริมาณน้ำที่เติมลงไปในจรวดขวดน้ำไม่เท่ากัน ง. มุมเอียงจากฐานยิงจรวดไม่เท่ากัน	1	1	1	1	1	5	1
11	หากนักเรียนเป็นสมาชิกในกลุ่มที่ 1 และ 3 นักเรียนจะปฏิบัติตนอย่างไรในสถานการณ์นี้ (ขั้นการเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา) ก. ช่วยกันไปหาวัสดุอุปกรณ์อื่นๆมาดัดแปลงโครงสร้างจรวดใหม่ ข. ทดลองเติมปริมาณน้ำ1 ใน 3 ของขวด เหมือนกับกลุ่มที่ 2 ค. เปลี่ยนมุมเอียงจากฐานยิงจรวดขวดน้ำให้ลดลงในการทดลอง ง. ช่วยกันออกแบบแก้ไขให้โครงสร้างมีความแข็งแรงทนทาน	1	1	0	1	1	4	0.8

12	ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร (ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์) <u>ก. นักเรียนและเพื่อนๆในกลุ่มจะได้ผลการทดลองที่สามารถทำให้จรวดขวดน้ำเคลื่อนที่ไปได้ไกลที่สุด</u> ข. นักเรียนและเพื่อนๆในกลุ่มจะพูดคุย สื่อสารและอธิบายการทดลองนี้กับคนอื่นๆได้ ค. นักเรียนและเพื่อนๆในกลุ่มจะได้ใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ได้อย่างครบถ้วน ง. นักเรียนและเพื่อนๆในกลุ่มจะได้แสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์	1	1	1	1	1	5	1

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการพุ่งขึ้นของจรวดขวดน้ำมีหลายปัจจัยเช่น ความดัน ปริมาณน้ำที่เติม มุมยิง รูปทรง

จากแผนภาพ ถ้านักเรียนต้องการออกแบบให้จรวดขวดน้ำเคลื่อนที่ได้นานและไกลที่สุดต้องทำอย่างไร

กลุ่มที่ 1 อธิบายว่าต้องเติมปริมาณน้ำ 1 ใน 3 ของขวด ตั้งมุมเอียงจากฐานยิง 45 องศา และสูบแรงดันอากาศที่ 5 บาร์

กลุ่มที่ 2 อธิบายว่าต้องเติมปริมาณน้ำ 1 ใน 3 ของขวด ตั้งมุมเอียงจากฐานยิง 45 องศา และสูบแรงดันอากาศที่ 7 บาร์

สถานการณ์ที่ 4 ใช้ตอบคำถามข้อ 13 – 16

ข้อ	**รายการประเมิน**	**ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ**						
		คน ที่ 1	คน ที่ 2	คน ที่ 3	คน ที่ 4	คน ที่ 5	$\sum$ R	IOC

13	ปัญหาสำคัญของการทดลองในสถานการณ์นี้คืออะไร (ขั้นระบุปัญหา) ก. แบบโครงสร้างจรวดขวดน้ำ ข. มุมเอียงจากฐานยิงจรวดไม่เท่ากัน ค. แรงดันอากาศที่สูบเข้าไปในจรวดขวดน้ำ <u>ง. การเคลื่อนที่ของจรวดขวดน้ำไกลและนานที่สุด</u>	1	1	1	1	1	5	1
14	นักเรียนจะระบุถึงสาเหตุที่ทำให้จรวดขวดน้ำเคลื่อนที่ได้นานและไกลที่สุดต้องทำอย่างไร (ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุของปัญหา) ก. แบบโครงสร้างจรวดขวดน้ำของแต่ละกลุ่มแตกต่างกัน <u>ข. แรงดันอากาศที่สูบเข้าไปในจรวดน้ำแตกต่างกัน</u> ค. ปริมาณน้ำที่เติมลงไปในจรวดขวดน้ำไม่เท่ากัน ง. มุมเอียงจากฐานยิงจรวดไม่เท่ากัน	1	1	1	1	1	5	1
15	หากนักเรียนเป็นสมาชิกในกลุ่มที่ 1 และ 2 นักเรียนจะปฏิบัติตนอย่างไรในสถานการณ์นี้ (ขั้นการเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา) <u>ก. ทำการทดลองสูบแรงดันอากาศที่แตกต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองที่เกิดขึ้น</u> ข. ปรับเปลี่ยนและแก้ไขให้โครงสร้างจรวดขวดน้ำให้แข็งแรงทนทาน ค. เปลี่ยนมุมเอียงจากฐานยิงจรวดขวดน้ำให้แตกต่างจากที่อธิบายไว้ ง. เปลี่ยนจากเติมปริมาณน้ำเป็นเติมสารอื่นๆแทนน้ำ	1	1	0	1	1	4	0.8
16	ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร (ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์) <u>ก. นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถทดลองทำให้จรวดขวดน้ำเคลื่อนที่ไปได้นานและไกลที่สุด</u>	1	1	1	1	1	5	1

นนท์ได้สร้างรถของเล่นเซลล์แสงอาทิตย์ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ได้ในบริเวณที่มีแสงแดดได้แล้ว แต่เมื่อนนท์นำรถไปเล่นในบริเวณที่ไม่มีแสงแดดหรือแสงแดดน้อย ปรากฏว่ารถของนนท์ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้เลย นนท์จึงอยากจะสร้างรถของเล่นที่สามารถเก็บพลังงานจากแสงอาทิตย์เพื่อเอามาใช้ในกรณีที่ไม่มีแสงแดดหรือแสงแดดน้อยได้ นนท์จึงได้ออกแบบและสร้างรถของเล่นเซลล์แสงอาทิตย์โดยทำให้วงจรไฟฟ้าสำหรับรถไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในสามารถเลือกใช้แหล่งกำเนิดไฟฟ้าได้จากทั้งเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่ นอกจากนี้ยังต้องสามารถชาร์จไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ได้อีกด้วย

ข. นักเรียนแต่ละกลุ่มได้เห็นการยิงจรวดขวดน้ำในมุมเอียงที่แตกต่างกัน

ค. นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ปรับปริมาณน้ำที่เป็นเชื้อเพลงในการยิงจรวด

ง. นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทดลอง

สถานการณ์ที่ 5 ใช้ตอบคำถามข้อ 17 – 20

ข้อ	รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\sum$R	IOC
17	ปัญหาสำคัญของการทดลองในสถานการณ์นี้คืออะไร (ขั้นระบุปัญหา) <u>ก. รถไม่สามารถเคลื่อนที่ได้</u> ข. ไม่มีแสงแดดเพียงพอ ค. การต่อวงจรไฟฟ้า ง. แหล่งกำเนิดไฟฟ้า	1	1	1	1	1	5	1
18	ถ้านักเรียนคิดว่าสาเหตุของปัญหานี้เป็นอย่างไร (ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุของปัญหา) ก. รถไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ <u>ข. ไม่มีแสงแดดเพียงพอ</u> ค. การต่อวงจรไฟฟ้า ง. แหล่งกำเนิดไฟฟ้า	1	1	1	1	1	5	1
19	นักเรียนคิดว่านนท์มีวิธีการในแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร (ขั้นการเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา)	1	1	1	1	1	5	1

	ก. นำรถไปแล่นในวันที่มีแสงแดดร้อนแรงตลอดทั้งวัน ข. ทดลองโดยการเพิ่มจำนวนเซลล์แสงอาทิตย์ให้มีมากขึ้น ค. ปรับเปลี่ยนไปใช้พลังงานจากแบตเตอร์รี่แทนเซลล์แสงอาทิตย์ ง. ออกแบบและสร้างรถของเล่นเซลล์แสงอาทิตย์โดยทำให้วงจรไฟฟ้าสำหรับรถไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในสามารถเลือกใช้แหล่งกำเนิดไฟฟ้าได้จากทั้งเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่							
20	ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร (ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์) ก. นนท์สามารถสร้างรถยนต์ไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ข. นนท์ได้ออกแบบทดลองและปรับรูปแบบรถของเล่นเซลล์แสงอาทิตย์ ค. นนท์สามารถสร้างรถยนต์ไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานจากแบตเตอร์รี่ ง. นนท์สามารถออกแบบและสร้างรถของเล่นเซลล์แสงอาทิตย์ที่สามารถเลือกใช้แหล่งกำเนิดไฟฟ้าได้จากทั้งเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่ และชาร์จไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ได้	1	1	1	1	1	5	1

ไข่หวานและเพื่อนช่วยกันสร้างรถของเล่นพลังงานไฟฟ้า ดังภาพ โดยใช้พลังงานจากถ่าน (แบตเตอร์รี่ 2 ก้อน) ในขณะเดียวกัน แพนเค้กและเพื่อนอีกกลุ่มก็ได้สร้างรถของเล่นพลังงานไฟฟ้าคล้ายๆกับของไข่หวานและเพื่อน แต่ใช้พลังงานจากถ่าน(แบตเตอร์รี่ 4 ก้อน) เมื่อทั้ง 2 กลุ่มนำมาทดลองให้รถของเล่นพลังงานไฟฟ้าเคลื่อนที่ ผลปรากฏว่ารถของเล่นของกลุ่มแพนเค้กและเพื่อนนั้นสามารถเคลื่อนที่ได้เร็วและนานกว่าของกลุ่มไข่หวานกับเพื่อน

สถานการณ์ที่ 6 ใช้ตอบคำถามข้อ 21 - 24

ข้อ	รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\sum$ R	IOC
21	ปัญหาสำคัญของการทดลองในสถานการณ์นี้คืออะไร (ขั้นระบุปัญหา) ก. การออกแบบรถของเล่น <u>ข. รถของเล่นเคลื่อนที่ได้ต่างกัน</u> ค. การต่อวงจรไฟฟ้าในตัวรถของเล่น ง. พลังงานจากถ่าน(แบตเตอร์รี่)ไม่เท่ากัน	1	1	1	1	1	5	1
22	นักเรียนคิดว่าสาเหตุของปัญหาที่ทำให้รถของไข่หวานเคลื่อนที่ต่างจากรถของแพนเค้กเป็นอย่างไร (ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุของปัญหา) ก. การออกแบบรถของเล่น ข. รถของเล่นเคลื่อนที่ได้ต่างกัน ค. การต่อวงจรไฟฟ้าในตัวรถของเล่น <u>ง. พลังงานจากถ่าน(แบตเตอร์รี่)ไม่เท่ากัน</u>	1	1	0	1	1	4	0.8

23	นักเรียนคิดว่าไข่หวานกับเพื่อนจะมีวิธีการในแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร (ขั้นการเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา) <u>ก. ทดลองปรับโครงสร้างให้รถของเล่นโดยเพิ่มจำนวนถ่าน(แบตเตอร์รี่)</u> ข. ปรับเปลี่ยนไปใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ ค. ทดลองปรับระบบล้อและเพลา ง. ออกแบบโครงสร้างใหม่ทั้งหมด	1	1	1	1	1	5	1
24	ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร (ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์) ก. ไข่หวานและเพื่อนจะได้รถของเล่นไฟฟ้ารูปแบบใหม่ <u>ข. ไข่หวานและเพื่อนจะได้รถของเล่นไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ได้เร็วและนาน</u> ค. ไข่หวานและเพื่อนจะได้รถของเล่นไฟฟ้าที่มีโครงสร้างแปลกใหม่และสวยงาม ง. ไข่หวานและเพื่อนจะได้รถของเล่นไฟฟ้าที่เปลี่ยนจากพลังงานแบตเตอร์รี่มาเป็นพลังงานแสงอาทิตย์	1	1	1	1	1	5	1

สถานการณ์ที่ 7 ใช้ตอบคำถามข้อ 25 - 28

ปัจจุบันโลกเรามักจะเจอกับปัญหาการใช้ทรัพยากรต่างๆอย่างสิ้นเปลื้อง อาทิเช่น น้ำมัน เชื้อเพลิง เป็นต้น มนุษย์เราเป็นตัวการสำคัญที่ใช้ทรัพยากรเหล่านั้นอย่างฟุ่มเฟือยและไม่เล็งเห็นคุณค่า ในเวลานี้เทคโนโลยีก็เข้ามามีบทบาทมีอิทธิพลกับชีวิตประจำวันและสร้างความเปลี่ยนแปลงให้กับโลกเป็นจำนวนมาก จะเห็นว่าหลากหลายบริษัทได้มีการพัฒนาออกแบบหุ่นยนต์ไฟฟ้าขึ้นมาเพื่อทดแทนการใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากน้ำมัน ทดแทนการใช้แรงงานจากคน หรือแม้กระทั่งช่วยคนทำงานที่ก่อให้เกิดอันตรายต่างๆได้ ดังนั้นคุณครูอิงฟ้า จึงอยากสร้างกิจกรรมที่สามารถพัฒนาให้นักเรียนได้มีความคิดพื้นฐานเกี่ยวกับด้านเทคโนโลยีและการใช้พลังงานทดแทนเหล่านั้น จึงได้ทำการออกแบบชุดของเล่น “หุ่นยนต์ไฟฟ้า” ที่มีอุปกรณ์หลักๆคือ แผ่นวงจร ตัวมอเตอร์ กล่องแบตเตอรี่ และชิ้นส่วนกระดาษแข็งสำหรับสร้างตัวหุ่นยนต์ให้กับนักเรียน และเมื่อกอแก้วกับเพื่อนๆได้ทำการศึกษา ได้มีความคิดเห็นตรงกันว่าเราน่าจะสามารถสร้างหุ่นยนต์ไฟฟ้าได้โดยสามารถนำเอาวัสดุเหลือใช้ต่างๆมาสร้างเป็นชิ้นส่วนตัวหุ่นยนต์เช่นกระดาษลัง กล่องกระดาษ ฯลฯ เป็นการช่วยลดปัญหาปริมาณขยะ และสามารถเข้าใจกลไกการทำงานของหุ่นยนต์

ข้อ	รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\sum$ R	IOC
25	ปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้คืออะไร (ขั้นระบุปัญหา) ก. เทคโนโลยีที่ทันสมัย ข. การพัฒนาหุ่นยนต์ไฟฟ้า <u>ค. การใช้ทรัพยากรที่สิ้นเปลือง</u> ง. การช่วยลดปัญหาปริมาณขยะ	1	1	1	1	1	5	1
26	นักเรียนคิดว่าสาเหตุของปัญหานี้เป็นอย่างไร (ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุของปัญหา) ก. มนุษย์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย ข. มนุษย์เลือกใช้แต่พลังงานเชื้อเพลิง <u>ค. มนุษย์มักใช้พลังงานอย่างฟุ่มเฟือยไม่เห็นคุณค่า</u> ง. มนุษย์เลือกวัสดุใช้การช่วยลดปัญหาปริมาณขยะ	1	1	1	1	1	5	1
27	นักเรียนคิดว่ามีวิธีการในแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร (ขั้นการเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา)	1	1	1	1	1	5	1

	ก. คุณครูสอนวิธีการใช้ทรัพยากรอย่างรู้คุณค่า ข. คุณครูสอนวิธีการใช้นำเทคโนโลยีมาพัฒนาการเรียน ค. คุณครูพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยี โดยสร้างชุดของเล่น หุ่นยนต์ไฟฟ้า ง. คุณครูให้นักเรียนเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์จากขยะที่เลือกใช้เพื่อลดปัญหาโลกร้อนได้							
28	ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร (ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์) ก. กอแก้วและเพื่อนๆสามารถสร้างหุ่นยนต์ไฟฟ้าได้และสามารถเข้าใจกลไกการทำงานของหุ่นยนต์ ข. กอแก้วและเพื่อนๆสามารถสร้างหุ่นยนต์ไฟฟ้าได้และพัฒนาการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย ค. กอแก้วและเพื่อนๆสามารถสร้างหุ่นยนต์ไฟฟ้าได้และลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิง ง. กอแก้วและเพื่อนๆสามารถสร้างหุ่นยนต์ไฟฟ้าได้และนำไปสอนผู้อื่นได้	0	1	1	1	1	4	0.8

สถานการณ์ที่ 8 ใช้ตอบคำถามข้อ 29 – 32

ในการสร้างหุ่นยนต์ไฟฟ้าของเล่น 1 ตัว จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์และชิ้นส่วนต่างๆมากมาย อุปกรณ์แต่ละชนิดมีหน้าที่แตกต่างกันออกไปตามลักษณะ และวัตถุประสงค์ของการใช้งานในการสร้างหุ่นยนต์ไฟฟ้านี้ มีนักเรียนอยู่ 2 กลุ่มที่ทำการออกแบบโครงสร้างและสร้างหุ่นยนต์ไฟฟ้า เพื่อขับเคลื่อนผ่านสิ่งของที่กีดขวาง เมื่อสังเกตโครงสร้างของทั้ง 2 กลุ่ม พบได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 สร้างขาของหุ่นยนต์ไฟฟ้า 2 โดยขาเป็นพลาสติกแข็งทั่วๆไป ใช้พลังงานไฟฟ้า 9 โวลต์

กลุ่มที่ 2 สร้างขาของหุ่นยนต์ไฟฟ้า 2 โดยขาเป็นพลาสติกแข็งที่หุ้มด้วยยาง ใช้พลังงานไฟฟ้า 9 โวลต์ เมื่อทำมาทดลองให้ขับเคลื่อนผ่านสิ่งของที่กีดขวาง ผลปรากฏว่า หุ่นยนต์ของกลุ่ม 2 สามารถขับเคลื่อนผ่านสิ่งกีดขวางได้

ข้อ	รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\sum$ R	IOC
29	ปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้คืออะไร (ขั้นระบุปัญหา) <u>ก. การเคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวาง</u> ข. ขาของหุ่นยนต์ที่แตกต่างกัน ค. การใช้พลังงานไฟฟ้าต่างกัน ง. การออกแบบโครงสร้างขาของหุ่นยนต์	1	1	1	1	1	5	1
30	นักเรียนคิดว่าสาเหตุของปัญหานี้เป็นอย่างไร (ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุของปัญหา) ก. การเคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวาง <u>ข. ขาของหุ่นยนต์ที่แตกต่างกัน</u> ค. การใช้พลังงานไฟฟ้าต่างกัน ง. การออกแบบโครงสร้างขาของหุ่นยนต์	1	1	1	1	1	5	1
31	นักเรียนคิดว่ามีวิธีการในแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร (ขั้นการเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา) ก. กลุ่ม 1 เปลี่ยนวัสดุ อุปกรณ์ในการออกแบบโครงสร้างใหม่ <u>ข. กลุ่ม 1 เปลี่ยนวัสดุ อุปกรณ์ในการสร้างขาหุ่นยนต์ที่สามารถเพิ่มแรงเสียดทาน</u> ค. กลุ่ม 1 เพิ่มพลังงานไฟฟ้าที่มากกว่า 9 โวลต์เพื่อให้สามารถขับเคลื่อนผ่านสิ่งกีดขาวงได้ ง. กลุ่ม 1 เพิ่มพลังงานไฟฟ้าที่น้อย 9 โวลต์เพื่อให้สามารถขับเคลื่อนผ่านสิ่งกีดขวางได้	1	1	1	1	1	5	1
32	ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร (ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์) <u>ก. กลุ่ม 1 จะได้หุ่นยนต์ไฟฟ้าที่ขาหุ่นยนต์มีแรงเสียดทานมากขึ้นช่วยในการเคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวาง</u>	1	1	1	1	1	5	1

ข. กลุ่ม 1 จะได้หุ่นยนต์ไฟฟ้าที่ขาหุ่นยนต์มีแรง
ขับเคลื่อนได้รวดเร็วและแม่นยำ ทรงตัวได้ดี
ค. กลุ่ม 1 จะได้หุ่นยนต์ไฟฟ้าที่มีพลังงานฝนการ
ขับเคลื่อนสูง ในกำลังไฟฟ้าไม่มาก
ง. กลุ่ม 1 จะได้หุ่นยนต์ไฟฟ้าที่ออกแบบใหม่ สวยงาม
กว่าเดิม

ในช่วงนี้มีการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ภายในโรงเรียน โดยเฉพาะห้อง ป.5/5 เนื่องจากมีนักเรียนภายในห้องติดเชื้อโรคโควิด-19 แล้วไม่ได้สวมใส่หน้ากากอนามัยในขณะที่พูดคุยกับเพื่อนๆภายในห้อง อีก 3 วันต่อมา นักเรียนกลุ่มที่ไปพูดคุยกับนักเรียนที่ติดเชื้อโรคโควิด-19 ก็มีอาการเวียนหัว ไอแห้งๆและมีไข้ เมื่อตรวจ ATK ผลปรากฏว่าติดเชื้อโรคโควิด-19

สถานการณ์ที่ 9 ใช้ตอบคำถามข้อ 33 – 36

ข้อ	รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\sum$ R	IOC
33	ปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้คืออะไร (ขั้นระบุปัญหา) ก. มีอาการเวียนหัว ไอแห้งๆและมีไข้ ข. การไม่สวมใส่หน้ากากอนามัย ค. การพูดคุยกันภายในห้อง <u>ง. การติดเชื้อโรคโควิด-19</u>	1	1	1	1	1	5	1
34	นักเรียนคิดว่าสาเหตุของปัญหานี้เป็นอย่างไร (ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุของปัญหา) ก. มีอาการเวียนหัว ไอแห้งๆและมีไข้ <u>ข. การไม่สวมใส่หน้ากากอนามัย</u> ค. การพูดคุยกันภายในห้อง ง. การติดเชื้อโรคโควิด-19	1	1	1	1	1	5	1

35	นักเรียนคิดว่ามีวิธีการในแก้ปัญหาในสถานการณ์ได้อย่างไร (ขั้นการเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา) ก. กลับบ้านทานยารักษาโรคตามอาการที่พบและดูแลสุขภาพ <u>ข. ในขณะพูดคุยกันต้องสวมใส่หน้ากากอนามัยตลอดเวลา</u> ค. บอกให้เพื่อถอยห่างออกไปเกิน 2 เมตรขณะพูดคุยกัน ง. รีบแจ้งอาจารย์ที่ปรึกษาว่ามีคนติดเชื้อโรคโควิด-19	1	1	1	1	1	5	1
36	ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร (ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์) <u>ก. อัตราการแพร่ระบาดของเชื้อโรคโควิด-19 จะลดลง</u> ข. นักเรียนที่ติดเชื้อโรคโควิด-19 จะหายป่วยเร็ว ค. นักเรียนจะไม่ป่วย ไข้ และไอแห้งๆ ง. สุขภาพร่างกายจะแข็งแรง ปลอดภัย	1	1	1	1	1	5	1

โรงอาหารของโรงเรียนแห่งหนึ่ง มีที่ตั้งอยู่ใกล้ถังขยะ โต๊ะที่นั่งรับประทานอาหารของนักเรียนมีความสกปรกมาก มีแมลงวันบินต่อมจานอาหารที่วางอยู่บนโต๊ะ ร้านค้าต่างๆที่ขายอาหารก็ไม่มีภาชนะคลุมอาหาร และนักเรียนส่วนมากก็ไม่ช่วยกันรักษาความสะอาด เมื่อรับประทานอาหารเสร็จแล้ว ไม่นำจานไปเก็บในที่จัดเตรียมไว้ให้ ทิ้งและวางไว้เรี่ยราว ปรากฏว่ามีนักเรียนภายในโรงเรียนนั้นเกิดอาการป่วยด้วยโรคท้องร่วงจำนวนมาก

สถานการณ์ที่ 10 ใช้ตอบคำถามข้อ 37 – 40

ข้อ	รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\sum$ R	IOC
37	ปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้คืออะไร (ขั้นระบุปัญหา) ก. แมลงวันจำนวนมาก ข. โต๊ะรับประทานอาหารสกปรก ค. ร้านค้าไม่มีภาชนะคลุมอาหาร <u>ง. นักเรียนป่วยด้วยโรคท้องร่วงจำนวนมาก</u>	1	1	1	1	1	5	1
38	นักเรียนคิดว่าสาเหตุของปัญหานี้เป็นอย่างไร (ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุของปัญหา) ก. โรงอาหารอยู่ใกล้ถังขยะ <u>ข. นักเรียนไม่ช่วยกันรักษาความสะอาด</u> ค. ร้านค้าไม่มีภาชนะคลุมอาหารเพื่อป้องกันแมลงวัน ง. นักเรียนป่วยด้วยโรคท้องร่วงจำนวนมากเพราะรับประทานอาหารสกปรก	1	1	1	1	1	5	1
39	นักเรียนคิดว่ามีวิธีการในแก้ปัญหาในสถานการณ์ได้อย่างไร (ขั้นการเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา) ก. พ่นยาฆ่าแมลงวัน ข. ย้ายถังขยะออกไปไกลจากโรงอาหาร <u>ค. ช่วยกันรักษาความสะอาดภายในโรงอาหาร</u> ง. รับประทานอาหารที่ปรุงสุกใหม่และสะอาด	1	1	1	1	1	5	1
40	ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร (ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์) ก. ไม่มีแมลงวัน ข. โรงอาหารสะอาดเรียบร้อย ค. ถังขยะอยู่ไกลโรงอาหาร <u>ง. นักเรียนไม่ป่วยด้วยโรคท้องร่วง</u>	1	1	1	1	1	5	1

X=0.97 ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์

ที่	รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\sum$ R	IOC
1	**ความคิดริเริ่ม**							
	1.1 การคิดร่างแบบจำลองชิ้นงานที่สร้างขึ้นมีความแปลกใหม่ไม่ซ้ำกับกลุ่มอื่นๆ	1	1	1	1	1	5	1
	1.2 มีการปรับปรุงพัฒนาเปลี่ยนแปลงให้ชิ้นงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานให้สูงขึ้น	1	1	1	1	1	5	1
	1.3 ตั้งชื่อชิ้นงานได้มีความหมายและโดดเด่นไม่ซ้ำกับกลุ่มอื่นๆ	1	1	1	1	1	5	1
2	**ความคิดคล่องแคล่ว**							
	2.1 ออกแบบจำลองชิ้นงานได้อย่างหลากหลายรูปแบบและรวดเร็วภายในเวลาที่กำหนด	1	1	1	1	1	5	1
	2.2 สามารถแก้ไขปรับปรุงชิ้นงานหรือพัฒนาชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นภายในเวลาที่กำหนด	1	1	0	1	1	4	0.8
	2.3 สามารถตั้งชื่อชิ้นงานได้มีความหมายและหลากหลายชื่อไม่ซ้ำกลุ่มอื่นๆในเวลาที่กำหนด	1	1	1	1	1	5	1
3	**ความคิดยืดหยุ่น**							
	3.1 การคิดออกแบบชิ้นงานทำได้หลากหลายรูปแบบหลากหลายแนวคิดและหลากหลายวิธี	1	1	1	1	1	5	1
	3.2 เลือกใช้วัสดุที่มีอยู่จำกัดนำมาสร้างแบบจำลองได้อย่างหลากหลายชิ้นงานภายในงบประมาณที่จำกัด	1	1	1	1	1	5	1
	3.3 นักเรียนบอกประโยชน์ของการนำเอาวัสดุเหลือใช้ต่างๆมาสร้างชิ้นงาน	1	0	1	1	1	4	0.8
4	**คิดละเอียดลออ**							
	4.1 อธิบายขั้นตอนการสร้างชิ้นงานได้อย่างครบถ้วน ชัดเจน	1	1	1	1	1	5	1
	4.2 สามารถสร้างชิ้นงานหรือประกอบชิ้นงานได้อย่างถูกต้องครบถ้วน	0	1	1	1	1	4	0.8
	4.3 อธิบายหน้าที่ของวัสดุอุปกรณ์แต่ละชิ้นงานได้ว่างทำหน้าที่อะไรหรือมีสมบัติอย่างไร	1	0	0	1	1	3	0.6
							x	0.91

ระดับคุณภาพ

คะแนนรวม 27 – 36 หมายถึง ดีมาก คะแนนรวม 18 – 26 หมายถึง ดี

คะแนนรวม 9 – 17 หมายถึง พอใช้ คะแนนรวม 0 – 8 หมายถึง ปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

ที่	รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	∑ R	IOC
	ความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น							
1	ยอมรับว่าการทดลองค้นคว้าจรวดขวดน้ำและการทดลองอื่นจะใช้เป็นวิธีการแก้ปัญหาได้	1	1	0	1	1	4	0.8
2	มีความใส่ใจและพอใจใคร่จะสืบเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์และปัญหาใหม่ๆอยู่เสมอ	1	1	1	1	1	5	1
3	มีความกระตือรือร้นต่อกิจกรรมจรวดขวดน้ำรถยนต์ไฟฟ้า หุ่นยนต์ไฟฟ้า	1	1	1	1	1	5	1
4	ชอบกิจกรรมทดลองค้นคว้าในค่ายกิจกรรมวิทยาศาสตร์	1	1	0	1	1	5	0.8
5	ชอบสนทนา ซักถาม ฟัง อ่านและอธิบายใบกิจกรรมที่ทำเพื่อให้ได้รับความรู้เพิ่มขึ้น	1	1	1	1	1	5	1
	ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่น อดทนและเพียรพยายาม							
6	ยอมรับผลการกระทำของตนเองทั้งที่เป็นผลดีและผลเสียต่อการออกแบบกิจกรรมการทดลอง	1	1	1	1	1	5	1
7	เห็นคุณค่าของความรับผิดชอบและความเพียรพยายามในการทำกิจกรรมการทดลอง ว่าเป็นสิ่งที่ควรปฏิบัติ	1	1	1	1	1	5	1
8	ทำงานที่ได้รับมอบหมายกิจกรรมต่างๆภายในค่ายให้สมบูรณ์ตามกำหนดและตรงต่อเวลา	1	1	1	1	1	5	1
9	เว้นการกระทำอันเป็นผลเสียหายต่อส่วนรวม เช่น เล่นหรือแกล้งเพื่อนขณะทำงาน	1	1	-1	1	1	3	0.6
10	ทำกิจกรรมหรืองานเต็มความสามารถของนักเรียน	1	1	1	1	1	5	1
11	ดำเนินการแก้ไขปัญหาที่อาจารย์ให้ทำจนกว่าจะได้คำตอบ	1	1	1	1	1	5	1
12	ไม่ท้อถอยในการทำงานกิจกรรมต่างๆในค่ายเมื่อมีอุปสรรคหรือล้มเหลว	1	1	1	1	1	5	1
13	มีความอดทนในการทำกิจกรรมต่างๆแม้การดำเนินการแก้ปัญหาจะยุ่งยากและใช้เวลา	1	1	1	1	1	5	1

	ความมีเหตุผล							
14	ยอมรับในคำอธิบายของเพื่อนเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ	1	1	1	1	1	5	1
15	เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาและกิจกรรมการทดลองต่างๆ	1	1	1	1	1	5	1
16	พยายามอธิบายเหตุผลในการออกแบบการทดลองหรือการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล ไม่เชื่อโชคลางหรือคำทำนายที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้	1	1	1	1	1	5	1
17	อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นต่อการแก้ปัญหาหรือกิจกรรมการทดลองอย่างมีเหตุผล	1	1	1	1	1	5	1
18	ในการแก้ปัญหาและการออกแบบกิจกรรมการทดลองหาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น	1	-1	1	1	1	3	0.6
19	ตารางสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของผลการทดสอบที่ได้ทำการทดลอง	0	0	1	1	1	3	0.6
20	เสาะแสวงหาหลักฐาน ข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลองเพื่อสนับสนุนคำอธิบาย	1	1	1	1	1	5	1
21	รวบรวมข้อมูลจากการทดลองอย่างเพียงพอก่อนจะลงข้อสรุปผลการทดลอง	1	1	0	1	1	4	0.8
	ความมีระเบียบและรอบคอบ							
22	ยอมรับว่าความมีระเบียบและรอบคอบในการแก้ปัญหาและการทำกิจกรรมในค่าย เป็นสิ่งที่มาประโยชน์	0	1	1	1	1	4	0.8
23	เห็นคุณค่าของความมีระเบียบและรอบคอบในการทำกิจกรรมในค่ายวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1
24	นำวิธีการหลายๆวิธีมาตรวจสอบผลหรือวิธีการทดลองในกิจกรรมต่างๆในค่ายวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1
25	มีการใคร่ครวญ ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์ในการออกแบบกิจกรรมต่างๆในค่ายวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1
26	มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำกิจกรรมทุกกิจกรรม	1	1	1	1	1	5	1
27	มีการวางแผนการทำกิจกรรมและจัดระบบการทำกิจกรรมเพื่อให้ทำกิจกรรมสำเร็จ	1	1	1	1	1	5	1
28	ตรวจสอบความเรียบร้อยของวัสดุอุปกรณ์หรือเครื่องมือก่อนการทำกิจกรรมและทำการทดลอง	1	1	1	1	1	5	1

	ความซื่อสัตย์							
29	เสนอข้อมูลความจริงแม้จะเป็นผลการทดลองที่แตกต่างจากผู้อื่น	1	1	1	1	1	5	1
30	เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลจากการทดลองตามความจริง	1	1	0	1	1	4	0.8
31	บันทึกผลการทดลองหรือข้อมูลตามความเป็นจริงและไม่ใช้ความคิดเห็นของตนเองไปเกี่ยวข้อง	1	1	1	1	1	5	1
32	ไม่แอบอ้างผลการทดลองของผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตนเอง	1	1	1	1	1	5	1
	ความใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็น และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น							
33	รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ของเพื่อนและข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลจากเพื่อนๆได้	1	1	1	1	1	5	1
34	ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเองและยอมรับการเปลี่ยนแปลง	1	1	1	1	1	5	1
35	รับฟังความคิดเห็นที่ตัวเองยังไม่เข้าใจและพร้อมที่จะทำความเข้าใจ	1	1	1	1	1	5	1
36	ยอมพิจารณาข้อมูลหรือแนวความคิดที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม	1	1	1	1	1	5	1

X=0.93

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

ค่าความยากง่าย(p)และค่าอำนาจจำแนก(r)

แบบแบบทดสอบวัดความสามารถในคิดแก้ปัญหา

ข้อที่	p	r
1	0.65	0.2
2	0.65	0.08
3	0.77	0.5
4	0.81	0.4
5	0.38	0.31
6	0.77	0.31
7	0.69	0.15
8	0.88	0.1
9	0.42	0.23
10	0.65	0.54
11	0.77	0.31
12	0.77	0.31
13	0.23	0.15
14	0.65	0.08
15	0.65	0.54
16	0.58	0.38
17	0.42	0.54
18	0.62	0.46
19	0.69	0.31
20	0.5	0.38

ข้อที่	p	r
21	0.27	-0.1
22	0.65	0.23
23	0.65	0.38
24	0.65	0.38
25	0.54	0.31
26	0.73	0.38
27	0.19	0.23
28	0.12	0.08
29	0.27	0.23
30	0.23	0.31
31	0.69	0
32	0.54	0.31
33	0.65	0.08
34	0.81	0.23
35	0.81	0.38
36	0.58	0.54
37	0.62	0.15
38	0.42	0.23
39	0.73	-0.08
40	0.46	0.15

ประวัติหัวหน้าโครงการวิจัย

1.ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาววัฒนาพร ดวงดีวงศ์

(ภาษาอังกฤษ) Miss. WATTANAPRON DUANDDEEWONG

2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

3. เวลาที่ใช้ทำวิจัย 2 ชั่วโมง / สัปดาห์

4. หน่วยงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา

หมายเลขโทรศัพท์ 097 – 248 – 7841

E – mail : wattanapornd@buu.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี กศ.บ. (การสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ปริญญาโท กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

ไม่มี

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย: ไม่มี

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย: ไม่มี

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ไม่มี

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ: ไม่มี

ประวัติผู้ร่วมโครงการวิจัย

1.ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) นายคงศักดิ์ วัฒนะโชติ

(ภาษาอังกฤษ) Mr.KONGSAK WATTANACHOTE

2. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตรจารย์

3. เวลาที่ใช้ทำวิจัย 2 ชั่วโมง / สัปดาห์

4. หน่วยงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา

หมายเลขโทรศัพท์ 061 - 149 - 5154

E – mail : kongsak@buu.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี กศ.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน

ปริญญาโท ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

- ด้านการบริหารงาน

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย: ไม่มี

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย: ไม่มี

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว:

7.3.1 การประเมินโครงการค่ายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. ISBN: =974 - 384 – 036 – 2

7.3.2 ผู้ร่วมวิจัยแหล่งทุนคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา . การประเมินหลักสูตรการศึกษาบัณฑิต (หลักสูตร 5 ปี) สาขาการสอนเคมี (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2554). คณะศึกษาศาตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

7.3.3 กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ทางทะเลและการอนุรักษ์โดยนวัตกรรมการศึกษาผ่านบทเรียน (Lesson Study)

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ไม่มี

ประมวลภาพกิจกรรม

ไฮดาซิ่น
เปเปอร์