



การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



ปฐิมา ชุมร่า

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 "

ของ ปฎิมา ชุมร่า

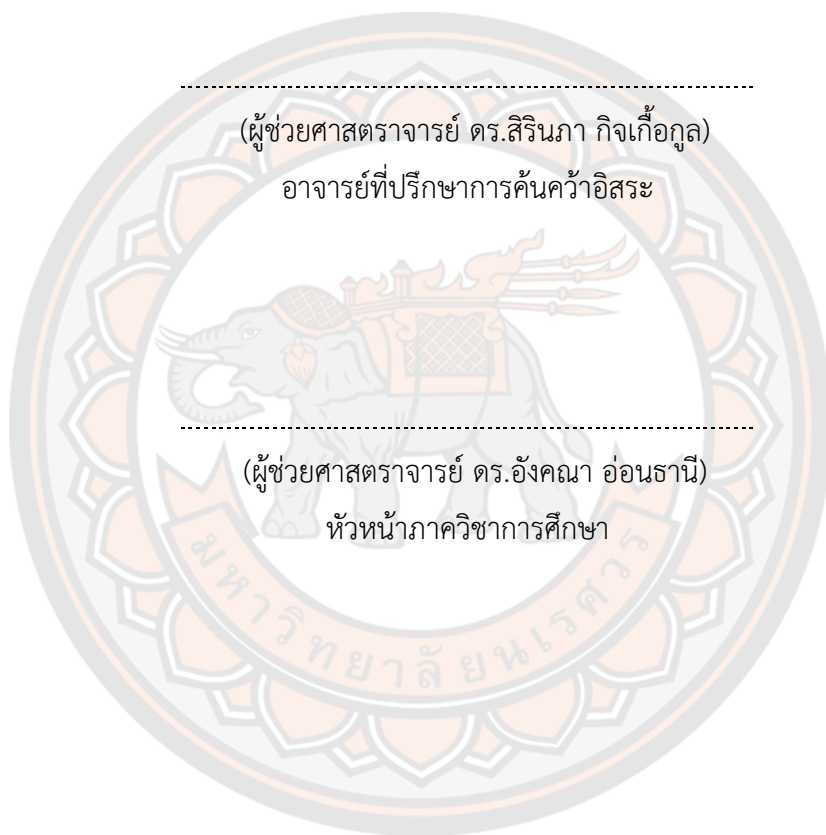
ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา



ชื่อเรื่อง	การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ผู้วิจัย	ปฎิมา ชุมร่า
ประธานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. วิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2565
คำสำคัญ	การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา, ทักษะการแก้ปัญหา

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และเพื่อศึกษาพัฒนาการทางทักษะการแก้ปัญหา ผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 43 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ และแบบสังเกตทักษะการแก้ปัญหา วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิเคราะห์เนื้อหา สถิติบรรยาย ความถี่ ร้อยละ และการตรวจสอบแบบสามเส้า

ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาได้ คือ การกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน การกำหนดภาระงานที่ทำภายในชั้นเรียน ได้แก่ การวางแผนและสร้างชิ้นงาน การทดสอบผลการแก้ปัญหา และการกระตุ้นให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้อย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้พฤติกรรมขั้นระบุปัญหาเป็นขั้นที่นักเรียนสามารถแสดงทักษะออกมาได้สูงที่สุด

Title	A STEM-BASED LEARNING APPROACH PROMOTING PROBLEM SOLVING SKILLS OF GRADE 6 STUDENTS IN THE ELECTRICAL TOPIC
Author	PATIMA CHUMRAM
Advisor	Assistant Professor Sirinapa Kijkuakul, Ph.D.
Academic Paper	M.Ed. Independent Study in Science Education, Naresuan University, 2022
Keywords	STEM Education, Problem solving skills

ABSTRACT

The purpose of this research was to study a STEM-based learning approach promoting problem solving skills in Grade 6 students in the electrical topic. The research participants were 43 students, and the research instruments included the lesson plans, the problem solving skills test, the problem-solving skills observation form, and the reflective journal. Content analysis, descriptive statistics, frequency, percentage, and triangulations were used to analyze the data.

The research results indicated that the ways to develop problem-solving skills were through applying situations related to everyday life and using challenging learning tasks that included planning and producing a piece of work, testing its results and effects, and encouraging students to evaluate their ideas with argumentation. The students continually improved their problem solving skills, and most students appeared to have the best problem solving skills in problem identification.

ประกาศคุณูปการ

การวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดีด้วยความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล อาจารย์ที่ปรึกษาการวิจัย ที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษา แนะนำ ให้ข้อคิดเห็นและแนวทางที่มีคุณค่าในการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งเสนอชี้แนะแนวทางในการทำงานวิจัยด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งตลอดมา ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้แก่ ดร.สุริยา ชาปุ๋ นางดุจดาว ทวีผล และนางประภาศรี คำสะอาด ที่ได้กรุณาตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยให้ข้อเสนอแนะต่างๆ เป็นอย่างดี และขอขอบพระคุณคณะผู้บริหารโรงเรียนทุกท่าน ตลอดจนครูอาจารย์ และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เหนือสิ่งอื่นใดขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และทุกคนในครอบครัวที่ห่วงใยและให้กำลังใจ ช่วยเหลือสนับสนุนการศึกษาแก่ผู้วิจัยมาด้วยดี

คุณประโยชน์ใดๆ อันพึงมีจากการวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแต่บิดา มารดา ครูอาจารย์และสถาบันการศึกษาที่ได้ให้การศึกษาที่ดีแก่ผู้วิจัยตลอดมา

ปฎิมา ชุมร่า

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
ประกาศคุุณุปการ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฌ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
คำถามวิจัย.....	4
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของงานวิจัย.....	5
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
การวิเคราะห์หลักสูตรตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560).....	11
สะเต็มศึกษา.....	19
ทักษะการแก้ปัญหา.....	34
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	42

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	47
รูปแบบการวิจัย.....	47
บริบทของการวิจัย.....	48
กลุ่มเป้าหมาย.....	49
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	49
การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	51
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	60
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	61
บทที่ 4 ผลวิจัย.....	64
ตอนที่ 1 ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหา เรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	64
การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่องวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย.....	74
ตอนที่ 2 การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	97
บทที่ 5 บทสรุป.....	116
สรุปผลการวิจัย.....	117
อภิปรายผลการวิจัย.....	121
ข้อเสนอแนะ.....	124
บรรณานุกรม.....	125
ภาคผนวก.....	131
ประวัติผู้วิจัย.....	204

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องไฟฟ้า.....	18
ตาราง 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดมุ่งหมายของการวิจัยกับเครื่องมือการวิจัย	50
ตาราง 3 การบูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์	52
ตาราง 4 แสดงลักษณะพฤติกรรมในแต่ละระดับของทักษะแก้ปัญหาตามกระบวนการ แก้ปัญหาของเวียร์ในใบกิจกรรม	56
ตาราง 5 แสดงลักษณะพฤติกรรมในแต่ละระดับของทักษะแก้ปัญหาตามกระบวนการ แก้ปัญหาของเวียร์ในแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา.....	58
ตาราง 6 แสดงผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องไฟฟ้า	85
ตาราง 7 แสดงผลการวิเคราะห์ทักษะการแก้ปัญหา ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม ศึกษา.....	98

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 แสดงการใช้เกมเปิดแผ่นป้ายในการจัดการเรียนรู้.....	67
ภาพ 2 นักเรียนช่วยกันสืบค้นความรู้เพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาฝุ่น PM2.5	68
ภาพ 3 แสดงตัวอย่างการประดิษฐ์เครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออน.....	70
ภาพ 4 แสดงตัวอย่างการทดสอบประเมินผลงาน	71
ภาพ 5 แสดงตัวอย่างปรับปรุงผลงาน.....	72
ภาพ 6 แสดงตัวอย่างการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา.....	79
ภาพ 7 แสดงตัวอย่างการทดสอบ ประเมินผล ชิ้นงาน.....	80
ภาพ 8 แสดงตัวอย่างการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน	80
ภาพ 9 นักเรียนทดลองต่อวงจรไฟฟ้า.....	86
ภาพ 10 การวางแผนดำเนินการแก้ปัญหา	87
ภาพ 11 นักเรียนแก้ไขปรับปรุงชิ้นงานของกลุ่มตนเอง	88
ภาพ 12 แผนภูมิแสดงร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาในชั้นระบุปัญหา แบ่งออกเป็นระดับสูง กลาง และต่ำ	99
ภาพ 13 แสดงตัวอย่างการระบุปัญหาที่ถูกต้อง.....	100
ภาพ 14 แสดงตัวอย่างการระบุปัญหาที่ไม่ถูกต้อง	100
ภาพ 15 ตัวอย่างการระบุปัญหาที่ถูกต้อง.....	101
ภาพ 16 แสดงตัวอย่างคำตอบการระบุปัญหาที่ถูกต้อง	101
ภาพ 17 แผนภูมิแสดงร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาในชั้นวิเคราะห์ ปัญหา.....	102
ภาพ 18 ภาพตัวอย่างการวิเคราะห์ปัญหาที่ถูกต้อง.....	103

ภาพ 19 ภาพแสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง.....	103
ภาพ 20 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ปัญหาที่ถูกต้อง	103
ภาพ 21 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ปัญหาที่ถูกต้อง	104
ภาพ 22 แผนภูมิแสดงร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาในชั้นเสนอวิธี แก้ปัญหาแบ่งออกเป็นระดับสูง กลาง และต่ำ.....	105
ภาพ 23 แสดงตัวอย่างการเสนอวิธีแก้ปัญหา	106
ภาพ 24 แสดงตัวอย่างการเสนอวิธีแก้ปัญหาที่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์.....	107
ภาพ 25 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ปัญหาที่ถูกต้อง	107
ภาพ 26 ตัวอย่างการเสนอวิธีแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง	108
ภาพ 27 ตัวอย่างการเสนอวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้อง.....	108
ภาพ 28 แผนภูมิแสดงร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาในชั้นเสนอวิธี แก้ปัญหาแบ่งออกเป็นระดับสูง กลาง และต่ำในชั้นตรวจสอบผลลัพธ์.....	109
ภาพ 29 แสดงตัวอย่างการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ถูกต้อง	109
ภาพ 30 แสดงตัวอย่างการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ไม่ถูกต้อง	110
ภาพ 31 แสดงตัวอย่างการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ถูกต้อง.....	110
ภาพ 32 ภาพแสดงตัวอย่างการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ถูกต้อง	111
ภาพ 33 ภาพแสดงตัวอย่างการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ไม่ถูกต้อง.....	111
ภาพ 34 แผนภูมิสรุปพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา ร้อยละจำนวนของนักเรียนที่มีทักษะ การแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์ในระดับสูง	114

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

ในปัจจุบันโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากมาย การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ล้วนมีผลมาจากอำนาจของเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาอย่างก้าวกระโดด ซาติมหาอำนาจทั่วโลกล้วนแข่งขันกันทางด้าน การเป็นผู้นำในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในโลกแห่งอนาคตอันใกล้นี้การประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงมีความจำเป็นอย่างมากสำหรับเยาวชนไทยซึ่งถือเป็นอนาคตของชาติ สิ่งที่สำคัญคือ การจัดการเรียนรู้ และเตรียมความพร้อมให้กับเยาวชนไทย ให้เป็นผู้ที่มีทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 องค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) กล่าวว่า ในสังคมสมัยใหม่ทุกชีวิตล้วนต้องแก้ปัญหาอันเกิดจากสังคม สิ่งแวดล้อม และเทคโนโลยี ผู้ที่สามารถปรับตัว เรียนรู้ กล้าที่จะ ทดลอง และหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งใหม่ๆจะเป็นผู้ที่ประสบความสำเร็จในโลกแห่งอนาคต จากการสำรวจทักษะสำหรับผู้ใหญ่ (PIAAC) ฉบับใหม่พบว่า พนักงาน 1 ใน 10 คนต้องเผชิญหน้ากับปัญหาที่ ซับซ้อนทุกวัน พวกเขาเหล่านั้นต้องใช้เวลาอย่างน้อย 30 นาทีในการแก้ปัญหาที่พบเจอใน ชีวิตประจำวัน ดังนั้นทักษะการแก้ปัญหาเป็นที่สำคัญอย่างมากในโลกศตวรรษที่ 21 (OECD, 2013 p.28)

นอกจากนั้นแล้วสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนด เป้าหมายการจัดการเรียนรู้ของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามมาตรฐานการศึกษา ขั้นพื้นฐานให้มีจุดเน้นในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา (Problem Solving) กล่าวคือ ทักษะการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย หรือปัญหาใหม่ โดยอาจใช้ ความรู้ ทักษะ วิธีการ และประสบการณ์ที่เคยเรียนรู้มาแล้ว หรือการสืบเสาะหาความรู้ด้วยวิธีการ ใหม่มาใช้แก้ปัญหา รวมถึงการซักถามเพื่อทำความเข้าใจมุมมองที่แตกต่างหลากหลายเพื่อให้ได้วิธี แก้ปัญหาที่ดียิ่งขึ้นกว่าเดิม อีกทั้งสถานบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังได้กำหนด คุณภาพของนักเรียนในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นักเรียน สามารถตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ คาดคะเนคำตอบหลากหลายแนวทาง สร้างสมมติฐานที่สอดคล้องกับคำถามหรือปัญหาที่จะสำรวจ ตรวจสอบ วางแผน และสำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และเทคโนโลยีสารสนเทศที่ เหมาะสม ในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ สุวิทย์ มูลคำ (2551, น. 16)

กล่าวว่า การคิดแก้ปัญหา เป็นทักษะที่สำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เพราะการดำเนินชีวิตของมนุษย์ต้องเผชิญกับปัญหาในการดำรงชีวิตทุกวัน ทักษะการแก้ปัญหาไม่ใช่การรู้จักแก้ปัญหาโดยใช้สติปัญญาเพียงอย่างเดียว แต่การแก้ปัญหายังรวมถึง ความรู้ความเข้าใจในสภาพของสังคม การดำเนินชีวิต การพัฒนาทัศนคติ วิธีคิด ซึ่งการจัดการศึกษาควรให้ความสำคัญ และควรเปิดโอกาสให้เยาวชนได้ฝึกทักษะนี้มากขึ้นด้วย ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ของครูในยุคปัจจุบันจึงควรกำหนดปัญหาหรือสถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันมาให้ผู้เรียนได้ทดลองหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพื่อปลูกฝังทักษะการแก้ปัญหาให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้พวกเขานำไปใช้ในในโลกแห่งอนาคตที่ต้องอาศัยทั้งความรู้และทักษะมากมายเพื่อให้เยาวชนเป็นผู้ที่ก้าวทันเทคโนโลยี สามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน และสามารถเป็นผู้สร้างนวัตกรรมได้อย่างสร้างสรรค์

ปัจจุบันสภาพจัดการศึกษาของประเทศไทยยังไม่เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา จากผลการประเมินโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ที่ริเริ่มโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาของประเทศต่าง ๆ ในการเตรียมความพร้อมให้เยาวชนมีศักยภาพหรือความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง การประเมินของ PISA ไม่เน้นการประเมินความรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน แต่เน้นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาในชีวิต ซึ่งจากผลการประเมิน PISA ของนักเรียนไทยที่มีอายุ 15 ปี พบว่ามีแนวโน้มของคะแนนลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ PISA 2012 และใน PISA 2015 มีผลประเมินทักษะการแก้ปัญหา ประกอบไปด้วย 4 กระบวนการ คือ การสำรวจและทำความเข้าใจปัญหา การนำเสนอและวิธีแก้ปัญหา การวางแผนหาวิธีการแก้ปัญหา และการติดตามสะท้อนความเห็น (สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2560) และจากผลการประเมินของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ., 2552) ด้านกระบวนการคิดแก้ปัญหา และคิดวิเคราะห์ของเด็กไทยอยู่แค่ระดับพอใช้เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังพบว่าผู้เรียนทุกคนจะถูกบ่อนข้อมูล หรือบ่อนชุดความคิดที่เหมือนกันจากครู การจัดการเรียนการสอนยังเป็นการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบเดิมคือครูเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ นักเรียนมีหน้าที่เพียงแค่นั่งฟังและตอบคำถามตามคำตอบที่อยู่ในใจของครู และยังไม่มีการระดมความคิด หรือร่วมกันสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ นอกจากนี้แล้วการแก้ปัญหายังเป็นเพียงแค่การทำแบบฝึกหัด และมีคำตอบที่ตายตัวอยู่ในหนังสือเรียน จึงทำให้ผู้เรียนไม่เกิดการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาย่างแท้จริง อีกทั้งปัญหาที่นำมาให้นักเรียนคิดยังไม่ใช่วิธีการที่อยู่ที่ใกล้ตัว หรือปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน จึงทำให้นักเรียนหมดความสนใจใฝ่รู้ ไม่ให้ความสำคัญเพราะนักเรียนมีคิดว่าปัญหานั้นเป็นปัญหาที่ไกลตัว และไม่มี ความเกี่ยวข้องกับตนเอง

ปัญหาเหล่านี้พบเห็นได้ทั่วไปการจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่ในประเทศไทย และพบในห้องเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประถมแห่งหนึ่งในจังหวัดชัยนาท จากการที่ผู้วิจัยสังเกตและสัมภาษณ์นักเรียนในชั้นเรียน พบว่า กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในอดีตไม่ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น เสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหา หรือช่วยกันระดมความคิดเห็นในการแก้ปัญหาแต่อย่างใด กลับเป็นเพียงแค่การนั่งเรียนแบบกลุ่มที่สมาชิกในกลุ่มทำแบบฝึกหัดในหนังสือของตนเองเท่านั้น นอกจากนี้แล้วนักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถหาคำตอบในแบบฝึกหัดของตน หรือหาวิธีการแก้ปัญหาในการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียนให้บรรลุตามวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลได้อีกด้วย

สาเหตุของปัญหานักเรียนขาดทักษะการแก้ปัญหาที่กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้น มาจากวิธีการจัดการเรียนการสอนของครูในอดีตที่เป็นการจัดการเรียนการสอนแบบบรรยายเนื้อหาตามในหนังสือเรียน จึงทำให้นักเรียนในชั้นเรียนขาดความกระตือรือร้นทางความคิด และขาดความพยายามที่จะหาคำตอบของปัญหาด้วยตนเอง นอกจากนี้บรรยากาศในชั้นเรียนยังขาดปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับเพื่อนนักเรียนด้วยกัน ซึ่งการขาดปฏิสัมพันธ์นี้ก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งของการขาดทักษะการแก้ปัญหา พนม พงษ์ไพบูลย์ (2552, หน้า 34) กล่าวว่า สภาพการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยนั้นยังเป็นลักษณะการจัดการเรียนการสอนที่ครูเป็นศูนย์กลางของการจัดการเรียนรู้ และในการทำการทดลองส่วนใหญ่ครูยังเป็นผู้ทำการทดลองให้นักเรียนสังเกตและบันทึกผลมากกว่าจะให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับ สถาบันวิจัยและพัฒนาประเทศไทย (2557, หน้า 3) ที่กล่าวว่า การจัดการศึกษาไทยยังไม่เป็นไปตามความต้องการของผู้เรียน ชุมชน สังคม ประเทศ นอกจากนี้แล้ววิกฤติที่สำคัญของการจัดการศึกษาของประเทศไทย คือ ความเครียดของผู้เรียน อันเนื่องมาจากเนื้อหาที่เรียนไม่มีความสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน ผู้เรียนต้องเรียนรู้ในเรื่องไกลตัว ไม่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน อีกทั้งการเรียนยังเน้นการท่องจำมากกว่าการได้ปฏิบัติลงมือทำด้วยตนเอง งานวิจัยที่ผ่านมาของสถาบันวิจัยเพื่อพัฒนาประเทศไทย ชี้ชัดว่าการจัดการศึกษาของประเทศไทยนั้นยังไม่เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 เท่าที่ควร ซึ่งการจัดกิจกรรมในห้องเรียนในรูปแบบดังกล่าวนี้ทำให้ผู้เรียนสนใจในเนื้อหาการเรียนน้อยลง เนื่องจากรูปแบบการจัดการเรียนการสอนไม่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ จึงควรใช้รูปแบบหรือวิธีการที่หลากหลายเน้นการจัดการเรียนการสอนตามสภาพจริง การเรียนรู้ร่วมกัน การเรียนรู้แบบกลุ่ม การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง และการเรียนรู้แบบบูรณาการ (กระทรวงศึกษาธิการ, กรมวิชาการ, 2544, หน้า 1 - 21)

Dejarnette (2550, หน้า 215) กล่าวว่า แนวทางในการพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหานั้นมีมากมายหลายวิธี แต่หนึ่งแนวทางที่มีความเหมาะสมและเข้ากับบริบทในการจัดการศึกษาในยุคนี้ คือ การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งการจัดการศึกษาในรูปแบบนี้จะเน้น

ให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน และเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัจจุบันได้ Bellanca & Brandt (2553, หน้า 272) กล่าวว่า การจัดการศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่มีการบูรณาการใน 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้าไว้ด้วยกันอย่างกลมกลืน กิจกรรมการเรียนการสอนจะมุ่งเน้นไปที่การในผู้เรียนแก้ปัญหาที่มีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันหรือในท้องถิ่นของผู้เรียน โดยจุดเริ่มต้นการจัดการศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษามาจาก ผลการทดสอบโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment หรือ PISA) ของประเทศสหรัฐอเมริกาที่มีผลคะแนนที่ตกต่ำ ซึ่งภายหลังจากประเทศสหรัฐอเมริกานำแนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาไปใช้ ผลพบว่าสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ ประเทศต่างทั่วโลก ๆ รวมถึงประเทศไทยจึงได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเนื่องจากการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิชาอย่างคงทน เกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ สามารถทำงานกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้ และนำไปสู่การนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้ในอนาคต สิริรักษา กิจเกื้อกูล (2558, หน้า 201) กล่าวว่าสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) โดยมีจุดเน้น คือ ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง สืบค้นข้อมูล เรียนรู้การแก้ปัญหา และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง จนเกิดเป็นองค์ความรู้ที่คงทนถาวร สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ต่อไปในอนาคต เพื่อใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ หรือสร้างผลผลิตใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม ประเทศชาติ และอาชีพของนักเรียนได้ต่อไป

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยได้เห็นถึงสภาพปัญหา จึงมีความสนใจที่จะจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้แนวทางการจัดกิจกรรมแบบสะเต็มศึกษา เพื่อฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา โดยครูผู้สอนจะมีหน้าที่เพียงผู้คอยดูแล สนับสนุน และให้คำปรึกษาตลอดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ นักเรียนเป็นผู้ที่สามารถนำความรู้และทักษะสำคัญที่ได้ในชั้นเรียนนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ต่อไปในอนาคต

คำถามวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ไฟฟ้าควรเป็นอย่างไร
2. นักเรียนมีการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ไฟฟ้าอย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการทางทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ขอบเขตของงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา โดยการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนประถมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง ปีการศึกษา 2564 ภาคเรียนที่ 2 ห้องเรียนปกติ ที่ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 43 คน เป็นนักเรียนชาย 23 คน เป็นนักเรียนหญิง 20 คน

ผู้วิจัยได้เลือกกระบวนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของชมück (Schmuck, 2006, pp. 8 -1 อ้างถึงใน สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2557, น. 149) มีขั้นตอนกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan)
2. ขั้นปฏิบัติ (Act)
3. ขั้นสังเกต (Observe)
4. ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หน่วยที่ 6 เรื่องแรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยมีขอบเขตด้านเนื้อหา ดังนี้

1. เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีครอบคลุมตัวชี้วัด ดังนี้

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว 2.3 ป 6/1 ระบุส่วนประกอบและบรรยายหน้าที่ ของแต่ละส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้า อย่างง่ายจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ว 2.3 ป 6/2 เขียนแผนภาพและต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

ว 2.3 ป 6/3 ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายวิธีการและผลของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

ว 2.3 ป 6/4 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม โดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ว 2.3 ป 6/5 ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน

ว 2.3 ป 6/6 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน โดยบอกประโยชน์ ข้อจำกัด และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอน และเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทันและมีจริยธรรม

ว 4.2 ป 6/1 ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา การอธิบายการทำงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์จากปัญหาอย่างง่าย

ว 4.2 ป 6/3 ใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ

ว 4.2 ป 6/4 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทำงานร่วมกันอย่างปลอดภัยเข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตนเคารพในสิทธิของผู้อื่น แจ้งผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูล หรือบุคคลที่ไม่เหมาะสม

3.เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ครอบคลุมตัวชี้วัด ดังนี้

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้ ตัวชี้วัด

ค 1.1 ป.6/1 เปรียบเทียบเรียงลำดับเศษส่วน และจำนวนคละจากสถานการณ์

ค 1.1 ป.6/8 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเศษส่วนและจำนวนคละ 2-3

ขั้นตอนต่าง ๆ

4.วิศวกรรมศาสตร์

กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์

สิ่งที่ศึกษา

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
2. ทักษะการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ขอบเขตด้านระยะเวลา

การวิจัยนี้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง

ข้อตกลงเบื้องต้น

งานวิจัยชิ้นนี้จัดทำขึ้นในสภาวะการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 จัดการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์ และไม่สามารถใช้ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ได้จึงจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนประจำชั้นอุปกรณ์ที่ให้นักเรียนใช้สืบค้นหาความรู้คือโทรศัพท์สมาร์ตโฟนของนักเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีการบูรณาการ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีจุดเน้นคือให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม และเรียนรู้การแก้ปัญหาด้วยตนเอง จนเกิดการเรียนรู้และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ (สสวท. 2557, หน้า 5) ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ต่อไปนี้

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน 3 ปัญหา คือ ปัญหาฝุ่น PM 2.5 การขาดแคลนพลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลในประเทศไทย การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้านโดยถ้าเครื่องใช้ไฟฟ้าเครื่องใดเครื่องหนึ่งเสีย เครื่องอื่นต้องยังสามารถใช้งานได้ และจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) โดยใช้ความรู้เรื่องแรงไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย และการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้าน เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราจะระบุดังกล่าวประกอบด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหาผู้แก้ปัญหามองพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) หลังจากผู้แก้ปัญหาคำถามหรือปัญหาในชีวิตประจำวัน 3 ปัญหา คือ ปัญหาฝุ่น PM 2.5 น้ำมันเชื้อเพลิงมีราคาที่สูงขึ้น การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้านโดยถ้าเครื่องใช้ไฟฟ้าเครื่องใดเครื่องหนึ่งเสีย เครื่องอื่นต้องยังสามารถใช้งานได้ และสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องผู้แก้ปัญหามีการดำเนินการ ดังนี้

2.1 การรวบรวมข้อมูล คือการสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหาอย่างไร และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง

2.2 การค้นหาแนวคิด คือการค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องแรงไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย และการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้าน แนวคิดหรือความรู้ทางคณิตศาสตร์ คือ เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน และผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ แนวคิดหรือความรู้ทางเทคโนโลยีเรื่องการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ การสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการ

แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในขั้นตอนนี้ผู้แก้ปัญหาควรพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาและจัดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการกำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือชิ้นงาน

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากยิ่งขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

ทักษะการแก้ปัญหา คือ ความสามารถในการวิเคราะห์ และทำความเข้าใจปัญหา รวมถึงการหาองค์ความรู้เพิ่มเติม เพื่อมาประกอบการตัดสินใจแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ที่กำหนดให้ แล้วเกิดกระบวนการคิดแก้ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหา ตามกระบวนการคิดแก้ปัญหาของเวียร์ (Weir) ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา คือ การที่ผู้แก้ปัญหาสามารถบอกปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่กำหนดให้ได้

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา คือ การที่ผู้แก้ปัญหาสามารถระบุสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่กำหนดให้ได้

ขั้นที่ 3 การเสนอวิธีแก้ปัญหา คือ การที่ผู้แก้ปัญหาสามารถหาวิธีการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหามากที่สุด แล้วสรุปออกมาในรูปสมมติฐาน หรือการคาดคะเนคำตอบ หรือเสนอรูปแบบการค้นคว้า หรือทดลองเพื่อหาคำตอบ

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ คือ การที่ผู้แก้ปัญหาสามารถอธิบายได้ว่า ผลที่เกิดขึ้นหลังจากการใช้วิธีการแก้ปัญหานั้นสอดคล้องกับปัญหาที่ระบุหรือไม่ หรือผลที่ได้จะเป็นอย่างไร และนำไปใช้ได้อย่างไร



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ไฟฟ้า ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งนำมาเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์หลักสูตรตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560)

- 1.1 ทำไม่ต้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
- 1.2 เรียนรู้อะไรในวิชาวิทยาศาสตร์
- 1.3 คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
- 1.4 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 1.5 คำอธิบายรายวิชา และตัวชี้วัดวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 1.6 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า

2. สะเต็มศึกษา

- 2.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
- 2.2 ความหมายของสะเต็มศึกษา
- 2.3 จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
- 2.4 กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
- 2.5 การบูรณาการสะเต็มในการจัดการเรียนรู้
- 2.6 การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
- 2.7 บทบาทของผู้สอน และบทบาทของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
- 2.8 การวัดและประเมินผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

3. ทักษะการแก้ปัญหา

- 3.1 ความหมายของทักษะการแก้ปัญหา
- 3.2 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหา
- 3.3 ขั้นตอนการแก้ปัญหา

- 3.4 การวัด และประเมินผลทักษะการแก้ปัญหา
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 4.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

การวิเคราะห์หลักสูตรตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560)

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้จัดทำมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) มีสาระสำคัญดังนี้

1. ทำไมต้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ความเป็นวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคน ทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผลคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ ใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รวมทั้งสามารถค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมินสารสนเทศ ประยุกต์ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณและความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

2. เรียนรู้อะไรในวิชาวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ 4 สาระ ดังนี้

2.1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

2.2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่พลังงาน และคลื่น

2.3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.4 เทคโนโลยี

เทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อมวิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

3. คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3.1 เข้าใจโครงสร้าง ลักษณะเฉพาะ การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่ การทำหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ของพืช และการทำงานของระบบย่อยอาหารของมนุษย์

3.2 เข้าใจสมบัติและการจำแนกกลุ่มของวัสดุ สถานะและการเปลี่ยนสถานะของสาร การละลายการเปลี่ยนแปลงทางเคมี การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และผันกลับไม่ได้ และการแยกสารอย่างง่าย

3.3 เข้าใจลักษณะของแรงโน้มถ่วงของโลก แรงลัพธ์ แรงเสียดทาน แรงไฟฟ้า และผลของแรงต่าง ๆ ผลที่เกิดจากแรงกระทำต่อวัตถุ ความดัน หลักการที่มีต่อวัตถุ วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ปรากฏการณ์เบื้องต้นของเสียงและแสง

3.4 เข้าใจปรากฏการณ์การขึ้นและตก รวมถึงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างปรากฏของดวงจันทร์ องค์ประกอบของระบบสุริยะ คาบการโคจรของดาวเคราะห์ ความแตกต่างของดาวเคราะห์

และดาวฤกษ์ การขึ้นและตกของกลุ่มดาวฤกษ์ การใช้แผนที่ดาว การเกิดอุปราคา พัฒนาการและประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ

3.5 เข้าใจลักษณะของแหล่งน้ำ วัฏจักรน้ำ กระบวนการเกิดเมฆ หมอก น้ำค้าง น้ำค้างแข็ง หยาดน้ำฟ้ากระบวนการเกิดหิน วัฏจักรหิน การใช้ประโยชน์หินและแร่ การเกิดซากดึกดำบรรพ์ การเกิดลมบก ลมทะเล มรสุมลักษณะและผลกระทบของภัยธรรมชาติ ธรณีพิบัติภัย การเกิดและผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจก

3.6 ค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพและประเมินความน่าเชื่อถือ ตัดสินใจเลือกข้อมูล ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารในการทำงานร่วมกัน เข้าใจสิทธิ และหน้าที่ของตนเคารพสิทธิของผู้อื่น

3.7 ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ คาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง สร้างสมมติฐานที่สอดคล้องกับคำถามหรือปัญหาที่จะสำรวจ ตรวจสอบ วางแผน และสำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสม ในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ

3.8 วิเคราะห์ข้อมูล ลงความเห็น และสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มาจากการสำรวจ ตรวจสอบในรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบได้อย่างมีเหตุผลและหลักฐานอ้างอิง

3.9 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น ในสิ่งที่จะเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามความสนใจของตนเอง แสดงความคิดเห็นของตนเอง ยอมรับในข้อมูลที่มีหลักฐานอ้างอิง และรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น

3.10 แสดงความรับผิดชอบด้วยการทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างมุ่งมั่น รอบคอบ ประหยัด ซื่อสัตย์งานลุล่วงเป็นผลสำเร็จ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

3.11 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้นและศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ

3.12 แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้ การดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

4. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับ สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ

ความหมายของประชากรปัญหา และผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสัตว์ และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กันรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว1.3 เข้าใจกระบวนการ และความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรมการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลัก และธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลง และการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ ระหว่างสสาร และพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

มาตรฐาน ว3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการคิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแลกซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว3.2 เข้าใจองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว4.2 เข้าใจ และใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหา ที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอน และเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

5. คำอธิบายรายวิชา และตัวชี้วัดวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

คำอธิบายรายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รหัสวิชา ว16101

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวนชั่วโมง 120 ชั่วโมง / ปี จำนวน 3 ชั่วโมง / สัปดาห์

จำนวน 3 หน่วยกิต

ศึกษาการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์ สารอาหาร การเลือกรับประทานอาหารให้ได้สารอาหาร ครบถ้วนในสัดส่วนที่เหมาะสม และปลอดภัยต่อสุขภาพ ระบบย่อยอาหาร การแยกสารผสมโดยการหยิบออก การร่อน การใช้แม่เหล็กดึงดูด การรินออก การกรอง และการตกตะกอน แรงแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งเกิดจากวัตถุที่ผ่านการขจัด การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม และการนำไปใช้ประโยชน์ การต่อหลอดไฟฟ้า แบบอนุกรม และแบบขนาน และการนำไปใช้ประโยชน์ การเกิดเงามืดเงามัว ปรากฏการณ์สุริยุปราคา และจันทรุปราคา เทคโนโลยีอวกาศ กระบวนการเกิดหินอัคนี หินตะกอน และหินแปร และวัฏจักรหิน ลักษณะ และสมบัติของหิน และแร่ การใช้ประโยชน์ของหิน และแร่ การเกิดซากดึกดำบรรพ์ และสภาพแวดล้อมในอดีตของซากดึกดำบรรพ์ การเกิดลมบก ลมทะเล และมรสุม ผลของมรสุมต่อการเกิดฤดูของประเทศไทย ลักษณะ และผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม แผ่นดินไหว สึนามิ การเกิด และผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจก การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการอธิบาย และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การออกแบบ การเขียนโปรแกรม และการตรวจหาข้อผิดพลาด การค้นหาข้อมูลในอินเทอร์เน็ตอย่างมีประสิทธิภาพ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการทำงานร่วมกัน

ใช้การสืบเสาะหาความรู้ สังเกต รวบรวมข้อมูล จัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล สร้างแบบจำลอง และอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารเบื้องต้นสามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นอธิบาย และออกแบบวิธีการ แก้ปัญหาโดยใช้เหตุผลเชิงตรรกะ เขียนโปรแกรมอย่างง่ายเพื่อแก้ปัญหา และตรวจหาข้อผิดพลาดของ โปรแกรม ค้นหาข้อมูลในอินเทอร์เน็ตอย่างมีประสิทธิภาพ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทำงานร่วมกัน

ตระหนักถึงคุณค่าของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ใช้ความรู้ และกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศร่วมกันอย่างปลอดภัย เข้าใจสิทธิ และหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของผู้อื่น มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม

ตัวชี้วัดวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ว1.2 ป.6/1 ระบุสารอาหาร และบอกประโยชน์ของสารอาหารแต่ละประเภทจากอาหารที่ตนเองรับประทาน

ว1.2 ป.6/2 บอกแนวทางในการเลือกรับประทานอาหารให้ได้สารอาหารครบถ้วน ในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย รวมทั้งความปลอดภัยต่อสุขภาพ

ว1.2 ป.6/3 ตระหนักถึงความสำคัญของสารอาหาร โดยการเลือกรับประทานอาหารที่มีสารอาหารครบถ้วน ในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย รวมทั้งปลอดภัยต่อสุขภาพ

ว1.2 ป.6/4 สร้างแบบจำลองระบบย่อยอาหาร และบรรยายหน้าที่ของอวัยวะในระบบย่อยอาหาร รวมทั้งอธิบายการย่อยอาหาร และการดูดซึมสารอาหาร

ว1.2 ป.6/5 ตระหนักถึงความสำคัญของระบบย่อยอาหาร โดยการบอกแนวทางในการดูแลรักษาอวัยวะ ในระบบย่อยอาหารให้ทำงานเป็นปกติ

ว2.1 ป.6/1 อธิบาย และเปรียบเทียบการแยกสารผสมโดยการหยิบออก การร่อน การใช้แม่เหล็กดึงดูด การรินออก การกรอง และการตกตะกอน โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ รวมทั้งระบุวิธีแก้ปัญหา ในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับการแยกสาร

ว2.2 ป.6/1 อธิบายการเกิดและผลของแรงไฟฟ้าซึ่งเกิดจากวัตถุที่ผ่านการขัดถู โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

ว2.3 ป.6/1 ระบุส่วนประกอบ และบรรยายหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ว2.3 ป.6/2 เขียนแผนภาพและต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

ว2.3 ป.6/3 ออกแบบการทดลอง และทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายวิธีการ และผลของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

ว2.3 ป.6/4 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม โดยบอกประโยชน์ และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ว2.3 ป.6/5 ออกแบบการทดลอง และทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสม ในการอธิบายการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม และแบบขนาน

ว2.3 ป.6/6 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม และแบบขนาน โดยบอกประโยชน์ข้อจำกัด และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ว2.3 ป.6/7 อธิบายการเกิดเงามืดเงามัวจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ว2.3 ป.6/8 เขียนแผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดเงามืดเงามัว

ว3.1 ป.6/1 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิด และเปรียบเทียบปรากฏการณ์สุริยุปราคา และจันทรุปราคา

ว3.1 ป.6/2 อธิบายพัฒนาการของเทคโนโลยีอวกาศ และยกตัวอย่างการนำเทคโนโลยีอวกาศมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน จากข้อมูลที่รวบรวมได้

ว3.2 ป.6/1 เปรียบเทียบกระบวนการเกิดหินอัคนี หินตะกอน และหินแปร และอธิบายวัฏจักรหินจากแบบจำลอง

ว3.2 ป.6/2 บรรยายและยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของหิน และแร่ในชีวิตประจำวันจากข้อมูลที่รวบรวมได้

ว3.2 ป.6/3 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดซากดึกดำบรรพ์ และคาดคะเนสภาพแวดล้อมในอดีตของซากดึกดำบรรพ์

ว3.2 ป.6/4 เปรียบเทียบการเกิดลมบก ลมทะเล และมรสุม รวมทั้งอธิบายผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมแบบจำลอง

ว3.2 ป.6/5 อธิบายผลของมรสุมต่อการเกิดฤดูของประเทศไทย จากข้อมูลที่รวบรวมได้

ว3.2 ป.6/6 บรรยายลักษณะ และผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม แผ่นดินไหวสึนามิ

ว3.2 ป.6/7 ตระหนักถึงผลกระทบของภัยธรรมชาติ และธรณีพิบัติภัย โดยนำเสนอแนวทางในการเฝ้าระวังและปฏิบัติตนให้ปลอดภัยจากภัยธรรมชาติ และธรณีพิบัติภัยที่อาจเกิดขึ้นในท้องถิ่น

ว3.2 ป.6/8 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก และผลของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิต

ว3.2 ป.6/9 ตระหนักถึงผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจก โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนเพื่อลดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดแก๊สเรือนกระจก

ว4.2 ป.2/1 ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการอธิบาย และออกแบบวิธีการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน

ว4.2 ป.2/2 ออกแบบและเขียนโปรแกรมอย่างง่ายเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ตรวจสอบข้อผิดพลาดของโปรแกรม และแก้ไข

ว4.2 ป.2/3 ใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ

ว4.2 ป.2/4 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทำงานร่วมกันอย่างปลอดภัย เข้าในสิทธิ และหน้าที่ของตนเคารพในสิทธิของผู้อื่น แจ้งผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูลหรือบุคคลที่ไม่เหมาะสม

รวมตัวชี้วัด 30 ตัวชี้วัด

6. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง ไฟฟ้า

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลง และการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสาร และพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตาราง 1 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องไฟฟ้า

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ว 2.3 ป 6/1 ระบุส่วนประกอบและบรรยายหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจากหลักฐานเชิงประจักษ์	- วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า แหล่งกำเนิดไฟฟ้า เช่น ถ่านไฟฉาย หรือแบตเตอรี่ ทำหน้าที่ให้พลังงานไฟฟ้า สายไฟฟ้าเป็นตัวนำไฟฟ้าทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างแหล่งกำเนิดไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าเข้าด้วยกัน เครื่องใช้ไฟฟ้ามีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานอื่น	-
ว 2.3 ป 6/2 เขียนแผนภาพและต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย	- เมื่อนำเซลล์ไฟฟ้าหลายเซลล์มาต่อเรียงกัน โดยให้ขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้าเซลล์หนึ่งต่อกับขั้วลบของอีกเซลล์หนึ่งเป็นการต่อแบบอนุกรม ทำให้มีพลังงานไฟฟ้าเหมาะสมกับเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น การต่อเซลล์ไฟฟ้าในไฟฉาย	-
ว 2.3ป 6/4 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมโดยบอกประโยชน์ และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	- การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมเมื่อถอดหลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งออกทำให้หลอดไฟฟ้าที่เหลือดับทั้งหมด ส่วนการต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน เมื่อถอดหลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งออกหลอดไฟฟ้าที่เหลือก็ยังคง	-
ว 2.3ป 6/5 ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายการต่อ		

ตาราง 1 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
หลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม และแบบขนาน	สว่างได้ การต่อหลอดไฟฟ้าแต่ละแบบสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น การต่อหลอดไฟฟ้าหลายดวงในบ้านจึงต้องต่อหลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งได้ตามต้องการ	-
ว 2.3 ป 6/7 อธิบายการเกิดเงามืดเงามัวจากหลักฐานเชิงประจักษ์	- เมื่อนำวัตถุทึบแสงมาบังแสงจะเกิดเงาบนฉากรับแสงที่อยู่ด้านหลังวัตถุ โดยเงามีรูปร่างคล้ายวัตถุที่ทำให้เกิดเงา เงามัวเป็นบริเวณที่มีแสงบางส่วนตกลงบนฉาก ส่วนเงามืดเป็นบริเวณที่ไม่มีแสงตกลงบนฉากเลย	-
ว 2.3 ป 6/8 เขียนแผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดเงามืดเงามัว		

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หลักสูตรและตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้แกนกลาง พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้ทราบว่า วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ ใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รวมทั้งสามารถค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมินสารสนเทศ และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน จนนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมใหม่ในอนาคต ซึ่งสอดคล้องกับทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนจะต้องมีทักษะ การสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความร่วมมือ การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทำให้ผู้วิจัยเกิดความสนใจที่จะพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาให้เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

สะเต็มศึกษา

1. ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

จุดเริ่มต้นของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง "สะเต็มศึกษา" (STEM Education) เริ่มต้นขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1980 โดยประเทศสหรัฐอเมริกาที่มีความต้องการที่จะเพิ่มขีดความสามารถในการ

แข่งขันกับต่างชาติ โดยการพัฒนานักเรียนให้มีความเข้มแข็งในด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกา (American Association for the Advancement of Science : AAAS) จึงได้สร้างโปรเจค 2061 ขึ้นมาในปี ค.ศ. 1985 เพื่อที่จะช่วยให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี สมาคมได้จัดพิมพ์หนังสือที่มีชื่อว่า วิทยาศาสตร์เพื่อพลเมืองอเมริกา (Science for All Americans) ขึ้นมาเพื่อส่งเสริมการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ จนกระทั่งต้นปี ค.ศ. 1990 หน่วยงานต่าง ๆ ในสหรัฐอเมริกา รวมทั้งสมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Science Teacher Association : NSTA) คณะกรรมการครูคณิตศาสตร์แห่งชาติ (Council National of Teachers of Mathematics) นักเรียน นักวิจัย เจ้าของธุรกิจ และอาจารย์ในมหาวิทยาลัย ต่างเรียกร้องให้มินิวัดกรรมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี ในยุคนั้น สถาบันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Science Foundation : NSF) ได้กำเนิดคำว่า SMET Education จนกระทั่งปี ค.ศ. 2001 Judlith A. Ramaley ผู้บริหารของ NSF ได้เปลี่ยนจากคำว่า SMET Education เป็นคำว่า STEM Education ซึ่งหมายถึงการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีการบูรณาการวิชาคณิตศาสตร์ วิชา วิศวกรรมศาสตร์ และวิชาเทคโนโลยีเข้าไว้เป็นหนึ่งศาสตร์การเรียนรู้ (สุรยศ ทรัพย์ประกอบ และคณะ, 2556)

จากผลการสอบระดับชาติ PISA (Programme for International Student Assessment) และ TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) ของประเทศสหรัฐอเมริกา แสดงให้เห็นถึงความถดถอยทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ รวมทั้งปัญหาการขาดความสนใจในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ ตลอดจนขาดความสนใจที่จะศึกษาต่อและประกอบอาชีพที่มีความเกี่ยวข้องเกี่ยวข้องทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ จึงทำให้เกิดแรงผลักดันให้เกิดเป็นการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของ STEM ขึ้น โดยรัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการพัฒนาการศึกษาตามแนวทาง STEM โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนนำความรู้ในสี่สาขาวิชาหลัก คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์มาใช้เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนานวัตกรรมให้มีความสอดคล้องกับสถานการณ์ของโลกในปัจจุบัน และให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และอยากประกอบอาชีพในสาขาที่เกี่ยวข้องต่อไปในอนาคต เพื่อนำไปสู่การแข่งขันในระดับโลกแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะพื้นฐานที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 (Breiner, 2012, อ้างอิงใน พลศักดิ์ แสงพรมศรี. 2558, หน้า 10)

ในประเทศไทย คณะกรรมการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีมติเห็นชอบให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ดำเนินโครงการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อให้เยาวชนไทยได้พัฒนาทักษะ

กระบวนการคิด วิเคราะห์ การแก้ปัญหา คิดสร้างสรรค์ รวมทั้งเห็นความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เกิดแรงบันดาลใจในการเรียนต่อในวิชาที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ต่อไปในอนาคต โดยมีแผนการปฏิบัติงาน ดังต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556, หน้า 5)

1. พ.ศ. 2556 ให้มีการจัดตั้งคณะทำงาน และศูนย์สะเต็มศึกษา หรือ STEM Acadamy ขึ้นใน 10 จังหวัด โดยแต่ละจังหวัดมีจำนวน 3 โรงเรียน รวม 30 โรงเรียน นอกจากนี้ยังมีการประชาสัมพันธ์สร้างเครือข่ายในหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาให้เกิดเป็นรูปธรรม

2. พ.ศ. 2557 ได้จัดให้มีการประเมินผลโครงการนำร่องสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาแผนแม่บท (Master Plan) และแผนที่นำทาง (Roadmap) ประกอบการยกย่องนโยบายแห่งชาติเสนอต่อรัฐบาลและเตรียมขยายผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาให้เกิดขึ้นในทุกจังหวัด

3. พ.ศ. 2558 มีการจัดตั้งศูนย์กลางกระจายสื่อการสอนผ่านทางอินเทอร์เน็ต หรือ ISTEM เพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และจัดตั้ง STEM Hall of Fame เพื่อยกย่องเชิดชูเกียรติ นักเรียน นักศึกษา ครูอาจารย์ ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และทูตสะเต็ม

จากการศึกษาความเป็นมาของแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาทำให้ทราบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีประเทศที่ใช้แนวทางนี้ในการจัดการเรียนการสอนมาเป็นเวลานาน รวมถึงประเทศไทยก็มีนโยบายส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานี้ก็เพื่อแก้ปัญหาผู้เรียนขาดความสนใจในการเรียน และการประกอบอาชีพที่มีความเกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ในอนาคต นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษายังมีความมุ่งหวังให้ผู้เรียนมีความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะจำเป็นในศตวรรษที่ 21 อีกด้วย

2. ความหมายของสะเต็มศึกษา

Gonzalez, & Kuenzi (2012, Page 21) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า หมายถึงการจัดการเรียนการสอนหรือการเรียนรู้ในสาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์รวมถึงการทำกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งที่เป็นทางการแบบกลุ่ม เช่น ในห้องเรียน และไม่เป็นทางการ เช่น โปรแกรมแบบฝึกหัด

โรเบิร์ต (Robert, 2013 อ้างอิงใน สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2557, หน้า 86) ได้อธิบายว่าสะเต็มศึกษา คือ วิธีการบูรณาการในสี่สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์

และคณิตศาสตร์ เข้าไว้ด้วยกัน การบูรณาการดังกล่าวทำได้โดยการจัดการเรียนรู้ที่ตั้งอยู่บนรากฐานของการปฏิบัติการออกแบบ (Design-Based) การแก้ปัญหา (Problem-solving) การค้นพบ (Discovery) และการสำรวจ (Exploratory Learning Strategies)

สุพรรณณี ชาญประเสริฐ (2557, หน้า 4) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการในสี่สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ และในขณะเดียวกันก็ต้องมีการบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน เช่น การคิดอย่างมีเหตุผลในเชิงตรรกะ รวมถึงทักษะของการเรียนรู้หรือการทำงานแบบร่วมมือ

ชลธิศ สมาหิต (2557, หน้า 1) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ไว้ว่าเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการความรู้ และทักษะกระบวนการของทั้ง 4 สาข ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำลักษณะธรรมชาติของแต่ละสาขามาจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะสำคัญ

รักพล ธนानูวงศ์ (2556) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาและทักษะที่มีการบูรณาการทั้ง 4 วิชา คือ วิชาวิทยาศาสตร์ (Science) คณิตศาสตร์ (Mathematics) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และเทคโนโลยี (Technology) ซึ่งทั้ง 4 วิชาเป็นวิชาที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21

พรทิพย์ ศิริภัทรราชัย (2556, หน้า 49) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นการสอนแบบบูรณาระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ ได้แก่วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่นและธรรมชาติของวิชา มาบูรณาการเข้าไว้ด้วยกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้ทุกในศาสตร์ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในการคิดแก้ปัญหา และการพัฒนานวัตกรรมใหม่ๆ

มนตรี จุฬาวัฒนพล (2556, หน้า 16) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ไว้ว่าเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่อนุบาล ประถมศึกษา มัธยมศึกษา ไปจนถึงระดับอาชีวศึกษา และอุดมศึกษา การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไม่ใช่แค่การท่องจำสูตรเพียงอย่างเดียว แต่สะเต็มศึกษาจะฝึกให้ผู้เรียน ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและสร้างทักษะต่างๆ และการวิเคราะห์ข้อค้นพบข้อความรู้ใหม่ ๆ ทำให้ผู้เรียนรู้จักนำองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์สาขาต่าง ๆ มาบูรณาการร่วมกันเพื่อแก้ปัญหาสำคัญ ๆ ที่พบในชีวิตจริงของผู้เรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, หน้า 3) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี แลคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาใน

ชีวิตประจำวัน รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 สาขาวิชาการ กับชีวิตจริงและการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทาง วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหา และการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้

อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556, หน้า 3) ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ในความเป็นจริง แล้วสะเต็มศึกษา จะรวมทั้ง 4 สาขาวิชาเข้าด้วยกันได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science:S) เทคโนโลยี (Technology:T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering:E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics:M) โดยทุกสาขาวิชามีความสำคัญเหมือนกัน และเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการศาสตร์ทั้งสี่ด้านเข้าด้วยกันเพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้าสิ่งต่าง ๆ การสร้างหรือพัฒนาสิ่งใหม่ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน โดยอาศัยการจัดการเรียนรู้ด้วยครูหลายสาขาร่วมมือกัน เพราะในการทำงานจริงนั้นต้องอาศัยความรู้หลายด้านมาช่วยในการทำงานทั้งสิ้น ไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วน ๆ และยังเป็นส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญในโลกโลกาภิวัตน์อีกด้วย ซึ่งในอดีต และปัจจุบันยังคงจัดการเรียนรู้ที่แยกออกจากกันอย่างชัดเจน

เขมวดี พงศานนท์ (2557) กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการทั้งการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Science Literacy) การรู้เรื่องเทคโนโลยี(Technology Literacy) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) และการรู้เรื่องวิศวกรรม (Engineering Literacy) เข้าไว้ด้วยกัน อย่างกลมกลืนโดยได้อธิบายความหมายแต่ละสาขาวิชาไว้ดังนี้

การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Science Literacy) หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ เห็นความสัมพันธ์เกี่ยวกับเนื้อหาในสาระวิชาวิทยาศาสตร์ และมีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ อันประกอบไปด้วยฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา โลก อวกาศ ดารา

การรู้เรื่องเทคโนโลยี(Technology Literacy) หมายถึง ความสามารถในการรู้ เข้าใจ และเข้าถึงเทคโนโลยี นอกจากนั้นยังต้องสามารถใช้งานเทคโนโลยีได้ถูกต้องอีกด้วย

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์เหตุ และผล ประยุกต์แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาสร้างคำอธิบาย หรือทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ หรือบริบทที่มีความแตกต่างกัน

การรู้เรื่องวิศวกรรม (Engineering Literacy) หมายถึง ความเข้าใจในการพัฒนา หรือ วิธีการได้มาของเทคโนโลยีโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และความสัมพันธ์ของวิชา วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์

สิรินภา กิจเกื้อกูล (หน้า 201, 2558) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็น การจัดการเรียนรู้โดยมีการบูรณาการใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์(Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) โดยการจัดการ เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานี้จะเน้นให้ผู้เรียนทุกคนปฏิบัติสร้างสรรค์ชิ้นงาน ใช้ทักษะต่างๆในการ ออกแบบ และคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ตามสถานการณ์ที่กำหนด

จากการศึกษาความหมายของสะเต็มศึกษาสามารถสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา คือ วิธีการ จัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการความรู้ และทักษะในสี่สาขาวิชา คือ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชา วิศวกรรมศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี และวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งนอกจากความรู้ในเนื้อหาวิชาแล้ว สะเต็ม ศึกษายังมีความมุ่งหมายให้ผู้เรียนเกิดทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไป ประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ต่อไป

3. จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, หน้า 4) ได้เสนอ จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดแก้ปัญหาในชีวิตจริง และ สร้างนวัตกรรมที่ใช้สะเต็มศึกษาเป็นพื้นฐาน

2. ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยความสุขและมองเห็นเส้นทางการประกอบอาชีพในอนาคต

3. ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงขึ้น

4. ผู้สอนสามารถออกแบบ และจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาได้อย่าง มั่นใจ

5. สสวท. ได้รูปแบบการจัดการศึกษาสะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงกับกลุ่มสาระอื่น ๆ ที่ เกี่ยวข้องเพิ่มพูนโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในบริบทที่ หลากหลายมีความหมาย และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

6. ประเทศไทยมีกำลังคนด้านสะเต็ม (STEM Workforce) ที่จะช่วยยกระดับ รายได้ของชาติให้สูงกว่าระดับรายได้ปานกลางในอนาคต

จากการศึกษาจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของสถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้ทราบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม ศึกษานั้นต้องการให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีทักษะการคิดขั้นสูง คือ คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดแก้ปัญหา ในชีวิตจริง มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงขึ้น เพิ่มพูนโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในบริบทที่หลากหลายมีความหมายและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง สามารถสร้างนวัตกรรมที่ ใช้สะเต็มเป็นพื้นฐาน จนนำไปสู่เส้นทางในการประกอบอาชีพในอนาคตที่จะช่วยยกระดับรายได้ของ ชาติให้สูงกว่าระดับรายได้ปานกลาง

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา คือการบูรณาการใน 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ The National Research Council of the National Academies (NCR) ร่วมกับ The National Science Teachers Association (NSTA) และ The America Association for the Advancement of Science (AAAS (2012 อ้างอิงใน สสวท., 2557, หน้า 4) กล่าวว่า ในขณะที่ผู้เรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาส นำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อแก้ไขปัญหา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วย องค์ประกอบ 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. การกำหนดปัญหา คือ การทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2.การพัฒนาแนวทางแก้ปัญหา คือ การรวบรวมข้อมูล และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหา และประเมินความเป็นไปได้ ข้อดี และข้อจำกัด

3.การลงมือปฏิบัติเพื่อหาแนวทางที่ดีที่สุดของการแก้ปัญหา คือ การกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

โดยการทำงานดังกล่าวนี้มีลักษณะเป็นวงจรที่ผู้แก้ปัญหสามารถย้อนกลับไปแก้ไขได้ International Technology and Engineering Educators Association (ITEEA) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา อ้างอิงใน สสวท., 2557, หน้า 4) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การระบุปัญหา (dentify a challenge) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน และจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราระบุอาจประกอบด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหา ผู้แก้ปัญหามองพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (explore ideas) หลังจากผู้แก้ปัญหทำความเข้าใจปัญหา และสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนที่ต่อไปคือการรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องผู้แก้ปัญหอาจมีการดำเนินการ ดังนี้

2.1 การรวบรวมข้อมูล คือ การสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหายังไง และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง

2.2 การหาแนวคิด คือการค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือ คณิตศาสตร์ หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง และสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ ในขั้นตอนนี้ผู้แก้ปัญหาควรมีการพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหา และจดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

2.3 การวางแผนและพัฒนา (plan and develop) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือการวางแผนการดำเนินงาน โดยผู้แก้ปัญหามีกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน ในขั้นตอนของการพัฒนา ผู้แก้ปัญหามีกำหนดแบบและพัฒนาด้านแบบ (prototype) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

2.4 การทดสอบและประเมินผล (test and evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบ และประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุง และพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

2.5 การนำเสนอผลลัพธ์ (present the solution) หลังจากการพัฒนาปรับปรุง ทดสอบ และประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหามีกำหนดนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่าย และน่าสนใจ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ สสวท. (2557, หน้า 5) การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ต้องอาศัยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหามีกำหนดถึงสิ่งที่ปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราระบุอาจประกอบด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหาผู้แก้ปัญหามีกำหนดพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) หลังจากผู้แก้ปัญหามีกำหนดเข้าใจปัญหา และสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือการรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องผู้แก้ปัญหามีกำหนดดำเนินการ ดังนี้

2.1 การรวบรวมข้อมูล คือการสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหายังไง และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง

2.2 การค้นหาแนวคิด คือการค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง และสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ในขั้นตอนนี้ผู้แก้ปัญหาควรพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหา และจัดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดี จุดอ่อน ความเหมาะสมกับเงื่อนไข และขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้วขั้นต่อไป คือ การนำความรู้ที่รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการกำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต ทั้งนี้ ผู้แก้ปัญหามustอ้างอิงถึงความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ประเมิน ตัดสินใจเลือก และใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นต่อไปก็คือการพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหามustกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมาย และระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญห หรือแก้ไขชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบ และประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบ และประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุง และพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบ และประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบ และประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหามustนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่าย และน่าสนใจ

จากการศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยจึงเลือกใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ของสถาบันส่งเสริมสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ สสวท. (2557, หน้า 5) มาใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้เรื่อง ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีทั้ง 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหา (Problem Identification)
2. รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information

Search)

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)
4. วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)
5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)
6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

5. การบูรณาการเพิ่มเติมในการจัดการเรียนรู้

เขมวดี พงศานนท์ (2557, หน้า 4-5) กล่าวว่า การนำแนวคิดเพิ่มเติมศึกษามารบูรณาการในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary) หมายถึง ครูจัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหา และทักษะปฏิบัติการของ 4 สาขาวิชาในสะเต็มศึกษาแยกกันเป็นวิชาทางวิทยาศาสตร์วิชาทางเทคโนโลยีวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาทางคณิตศาสตร์

2. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary) หมายถึง ครูจัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหาและทักษะปฏิบัติการของ 4 สาขาวิชาในสะเต็มศึกษาแยกกันเป็นวิชาทางวิทยาศาสตร์วิชาทางเทคโนโลยีวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์และวิชาทางคณิตศาสตร์แต่ได้มีการกำหนดหัวข้อหลักหรือหัวข้อเรื่องที่จะจัดการเรียนรู้เหมือนกัน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียน มองเห็นความเชื่อมโยงระหว่างกันได้

3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) หมายถึง ครูตั้งทีมขึ้นมาเพื่อช่วยกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อจัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหา และทักษะปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งการจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้เป็นการรวมกันมากกว่าหนึ่งสาขาวิชาของสะเต็มศึกษา ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นความเชื่อมโยง และความสัมพันธ์กันของวิชาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

4. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary) หมายถึง ผู้สอน ทั้ง 4 สาขาวิชาของสะเต็มศึกษา ร่วมมือกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะต่าง ๆ ของทั้ง 4 สาขาวิชาได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี วิชาวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาในชีวิตจริง และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง เช่น การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, หน้า 4-6) กล่าวถึงการบูรณาการเพิ่มเติมในการจัดการเรียนรู้ เป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. การบูรณาการภายในวิชา เป็นการบูรณาการเรียนรู้ที่ครูแต่ละวิชาจัดการเรียนรู้ที่ครูแต่ละวิชาจัดการเรียนรู้ตามรายวิชาแยกกัน

2. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีหัวข้อหลัก หรือ Theme ที่จะจัดการเรียนรู้เหมือนกัน แต่จัดการเรียนการสอนแยกกันในแต่ละรายวิชา ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงระหว่างวิชาได้

3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ในเนื้อหาสาระของสองวิชาขึ้นไป เพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้อง และเชื่อมโยงทักษะของแต่ละวิชาได้

4. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงวิชาวิทยาศาสตร์วิชาเทคโนโลยี วิชาวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง เพื่อให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ไปใช้ในชีวิตจริงโดยครูผู้สอนจะเป็นผู้ระบุปัญหาแล้วให้นักเรียนระบุปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา

จากการศึกษาการนำสะเต็มศึกษามาบูรณาการในการจัดการเรียนรู้ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้นเป็นการบูรณาการความรู้ใน 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เป็น 4 ระดับ ได้แก่ การบูรณาการภายในวิชา การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ การบูรณาการแบบสหวิทยาการ และการบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการนี้จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการแก้ปัญหา และสามารถนำทักษะที่เกิดจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงวิชาวิทยาศาสตร์วิชาเทคโนโลยี วิชาวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง เพื่อให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ไปใช้ในชีวิตจริงโดยครูผู้สอนจะเป็นผู้ระบุปัญหาแล้วให้นักเรียนระบุปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา

6. การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2558, หน้า 155-157) กล่าวว่า วิธีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามี 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกสาระการเรียนรู้หลัก (Select Central Standards) เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์หลักสูตร เลือกมาตรฐาน/ตัวบ่งชี้/สาระการเรียนรู้หลักของหลักสูตรสะเต็มศึกษาเพื่อให้ได้ขอบเขตของสาระการเรียนรู้แกนกลางหรือเนื้อหาหลัก และตัวบ่งชี้ที่บอกถึงจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเมื่อผู้สอนเลือกเนื้อหา/ตัวบ่งชี้/สาระการเรียนรู้ของสาขาวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นหลักเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็นำสาขาวิชาที่เหลือทั้งสามเป็นสาระการเรียนรู้เสริมหรือรอง เช่น เลือกเรื่องการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นหลัก ดังนั้น สาระการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีจะเป็นส่วนรอง

ขั้นที่ 2 เชื่อมโยงปัญหาชีวิตประจำวัน (Align with a Problem) เป็นการคิดเชื่อมโยงว่าสาระการเรียนรู้/เนื้อหาที่เลือกในขั้นที่ 1 สามารถมาอ้างอิงเข้ากับบริบทใด หรือปัญหาใดในสังคมได้บ้าง เช่น มลพิษสิ่งแวดล้อม ภัยพิบัติทางธรรมชาติพลังงานทดแทน เป็นต้น

ขั้นที่ 3 เลือกสาระการเรียนรู้รองที่สนับสนุนสาระการเรียนรู้หลัก (Support Central Standards with Supplemental Standards) เมื่อเลือกเนื้อหาหลักในขั้นที่ 1 และวิเคราะห์ที่เชื่อมโยงกับปัญหาในขั้นที่ 2 ได้แล้ว ในขั้นที่ 3 นี้ผู้สอนจะต้องเลือกเนื้อหา/ตัวบ่งชี้/สาระการเรียนรู้ในสาขาวิชาที่เหลือว่าจะมีสาระการเรียนรู้รองเรื่องใดช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้หลักที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1 ตัวอย่างสาระการเรียนรู้รอง อาทิ สาระเกี่ยวกับเรื่องโครงสร้างของโลก (วิทยาศาสตร์) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การแก้ปัญหา การพิสูจน์ และการสื่อสาร (คณิตศาสตร์)

ขั้นที่ 4 จัดการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมด (Instruct STEM Standards) ผู้สอนวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมดแล้วนำมาตั้งเป็น จุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ต้องยึดสาระการเรียนรู้หลักที่ได้จากขั้นที่ 1 เป็นสำคัญ สำหรับสาระการเรียนรู้รองให้จัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจเนื้อหา สามารถนำเนื้อหาเหล่านี้ไปใช้ให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้หลัก

ขั้นที่ 5 สนับสนุนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม (Engage Student Participation) ผู้สอนจัดกิจกรรมกลุ่มให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเช่น ตั้งคำถามที่นำไปสู่การออกแบบ และพัฒนาระบบเตือนภัยพิบัติที่จะช่วยให้ประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น สามารถหลีกเลี่ยงหรือหนีภัยพิบัติได้ทันเวลา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์การคิดแก้ปัญหา และได้ลงมือ

ขั้นที่ 6 แก้ไข/ปรับปรุงชิ้นงานการออกแบบ (Troubleshoot the Designs) ผู้สอนจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานการออกแบบ (เช่น ระบบเตือนภัยพิบัติ) หน้าชั้นเรียน จากนั้นกระตุ้นให้ผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ตั้งคำถามและให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับผลงานนั้น ซึ่งผู้เรียน จะต้องบันทึกข้อเสนอแนะของผู้สอนและเพื่อนไว้เพื่อการปรับปรุงแก้ไขผลงาน ในขั้นนี้ผู้เรียน จะได้ฝึกการคิดวิจารณ์ญาณควบคู่ไปด้วย

ขั้นที่ 7 ประเมินชิ้นงานการออกแบบ (Evaluate the Designs) หลังการปรับปรุงแก้ไขผลงานในขั้นที่ 6 ผู้สอนและผู้เรียน ดำเนินการตรวจให้คะแนนชิ้นงานตามประเด็นที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 8 นำเสนอผลงานขั้นที่สมบูรณ์ (Present Completed Projects) ในขั้นนี้ ผู้สอนจัดเตรียมสถานที่ หรือตู้แสดงผลงาน ให้ผู้เรียน นำผลงานแสดงต่อบุคคลทั่วไป อาทิ เพื่อน พ่อแม่ ปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์หลัก (ตามทีเลือกไว้ในขั้นที่ 1) ผนวกกับการได้ใช้ความรู้รอง (ทีเลือกไว้ในขั้นที่ 3) เพื่อการแก้ปัญหาในชีวิตจริง (ทีเชื่อมโยงไว้ในขั้นที่ 2) ผู้ปกครองครู อาจารย์และชุมชน การจัดแสดงอาจทำตอนท้ายปีการศึกษาหรือภาคเรียน โดยอาจวางแสดงไว้ตลอด

ภาคเรียนถัดไป ทั้งนี้เพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความภูมิใจและพยายามที่จะปรับปรุงผลงานในครั้งต่อไป

จากการศึกษาการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาทำให้ทราบว่า การออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้นมีขั้นตอนและกระบวนการอย่างชัดเจน ดังนี้ ในขั้นที่ 1 ผู้วิจัยเลือกสาระการเรียนรู้หลัก โดยมีการวิเคราะห์หลักสูตร เลือกมาตรฐาน/ตัวบ่งชี้/สาระการเรียนรู้หลักของหลักสูตร ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกเรื่องไฟฟ้า ขั้นที่ 2 ผู้วิจัยนำเรื่องที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เลือกมาจากในขั้นตอนที่ 1 มาเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน โดยผู้วิจัยเลือกปัญหาที่ใกล้ตัวของผู้เรียนทั้งหมด 3 ปัญหาคือ ฝุ่น PM2.5 เชื้อเพลิงมีราคาแพง และการต่อวงจรไฟฟ้าภายในบ้าน ขั้นที่ 3 ผู้วิจัยเลือกสาระการเรียนรู้รองที่สนับสนุนสาระการเรียนรู้หลักโดยการเลือกเนื้อหา/ตัวบ่งชี้/สาระการเรียนรู้ในสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ ว่าจะมีเรื่องใด หรือกิจกรรมใดมาช่วยสนับสนุนในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามที่เลือก และวางแผนไว้ทั้งหมด ขั้นที่ 5 ผู้วิจัยต้องสนับสนุนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ ลงมือปฏิบัติ สืบค้นข้อมูล วางแผน ออกแบบด้วยตนเองเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุทักษะการแก้ปัญหาดังที่ผู้วิจัยคาดหวังเอาไว้ ขั้นที่ 6 หลังจากที่ผู้เรียนได้นำเสนอแบบ หรือวิธีการในขั้นตอนที่ 5 แล้ว ผู้สอนต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนพิจารณาวิเคราะห์ หรือทดลองว่าแบบหรือวิธีการใช้ได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้ควรปรับแก้ไขอย่างไร ขั้นที่ 7 หลังจากที่ผู้เรียนได้ทำการปรับปรุงแก้ไขแบบ หรือวิธีการแล้ว ผู้สอนจึงประเมินชิ้นงานการออกแบบ โดยผู้สอนและผู้เรียนจะดำเนินการตรวจให้คะแนนชิ้นงานร่วมกัน ขั้นที่ 8 ผู้เรียนนำเสนอผลงานชิ้นที่สมบูรณ์ โดยผู้สอนจัดเตรียมสถานที่ หรือเวลาเพื่อที่จะให้ผู้เรียนได้นำผลงานของตน ต่อบุคคลทั่วไป อาทิเพื่อน ผู้ปกครอง

7. บทบาทของผู้สอน และบทบาทของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

บทบาทของผู้สอนและบทบาทผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, หน้า 7) ได้เสนอแนวทางเกี่ยวกับบทบาทของผู้สอนและบทบาทผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ไว้ดังนี้

1. บทบาทของผู้สอน

1.1 ผู้สอนต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้มีความน่าสนใจ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ

1.2 ผู้สอนต้องเตรียมพร้อมล่วงหน้าเป็นอย่างดี ในเรื่องความรู้ที่นำมาสอน ลำดับการถ่ายทอดความรู้ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้พร้อมสำหรับให้ผู้เรียนทำกิจกรรม

1.3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ต้องคอยตั้งคำถามที่สร้างความสนใจให้ผู้เรียน และนำไปสู่การอภิปรายข้อมูลได้ และต้องเป็นคำถามที่เหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละวัย

1.4 ผู้สอนต้องคอยตั้งคำถามที่นำไปสู่การคิด วิเคราะห์ เพื่อให้ผู้เรียนนำ ความรู้ที่ได้ไปสู่การแก้ปัญหา และสร้างสรรค์ผลงาน

1.5 ผู้สอนต้องมีความรู้ ความเข้าใจ ในข้อมูลของแต่ละสาขาวิชาที่นำมา บูรณาการเข้าด้วยกันได้

2. บทบาทของผู้เรียน

2.1 ผู้เรียนต้องทำงานร่วมกันเป็นทีม

2.2 ผู้เรียนต้องแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นกันในกลุ่ม และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

2.3 ผู้เรียนต้องเรียนรู้ปัญหา ฝึกคิด ฝึกแก้ปัญหา การวางแผน การศึกษา ข้อมูลการออกแบบ การคำนวณ ในระหว่างการจัดการเรียนรู้

2.4 ผู้เรียนต้องลงมือสืบค้นข้อมูล และปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง และนำ ความรู้ที่ได้มาใช้ประกอบการพิจารณาคัดเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหา และวิธีการในการแก้ไข ปัญหา

2.5 ผู้เรียนต้องฝึกสังเกต ตั้งคำถาม ลงมือทดสอบผลงานที่สร้างเอง และ ปรับปรุงผลงานให้ดีขึ้น

สรุป บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา คือ เป็นผู้เตรียม ข้อมูล อุปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ ให้พร้อม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้าและลงมือ ปฏิบัติจนเกิดการสร้างองค์ความรู้และทักษะสำคัญต่างๆด้วยตนเอง นอกจากนั้นแล้วผู้สอนยังต้อง คอยกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดทักษะกระบวนการต่าง ๆ ผ่านการตั้งคำถาม หรือกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อ สงสัยในสถานการณ์ปัญหาที่ผู้สอนนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ส่วนผู้เรียนจะต้องค้นคว้าข้อมูลจน เกิดเป็นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ อย่างกระตือรือร้นและตั้งใจ เพราะ ในแต่ละขั้นของกระบวนการจัดการเรียนรู้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการต่างๆจนเกิดการพัฒนาเป็นทักษะ สำคัญในศตวรรษที่ 21

8. การวัดและประเมินผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การวัดผลและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา จะเน้นไปที่การวัดและประเมินผล ในสภาพจริง ที่ผู้เรียนแสดงออกมาขณะทำกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งพฤติกรรมที่ผู้เรียนได้แสดง ออกมานี้สามารถสะท้อนถึงความรู้ ทักษะกระบวนการ และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลและประเมินผลยังเป็นข้อมูลที่มีคุณค่าต่อตัวผู้เรียนและตัวผู้สอน เพราะสะเต็มศึกษาเน้นการประเมินเพื่อพัฒนามากกว่าการตัดสินผลการเรียน ข้อมูลที่ได้จากการวัด

และประเมินผลจะทำให้ผู้สอนได้ทราบพัฒนาการและความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียน อีกทั้งผู้สอนจะได้ข้อมูลที่สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ของตนเองให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งแนวทางการวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา ลักษณะสำคัญของการประเมินจากสภาพจริง

1. การวัดและประเมินผลจะต้องผสมผสานไปกับการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนต้องประเมินผู้เรียนอย่างต่อเนื่องและใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย

2. เครื่องมือการวัดและประเมินผลจะต้องสามารถประเมินกระบวนการที่ซับซ้อนมากกว่าที่จะประเมินว่าผู้เรียนสามารถจดจำความรู้หรือเนื้อหาสาระอะไรได้บ้าง

3. เป็นการประเมินผลที่มุ่งเน้นไปที่ศักยภาพโดยรวมของผู้เรียน ทั้งด้านความรู้พื้นฐาน ความคิดระดับสูง ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร เจตคติ ทักษะในด้านต่าง ๆ และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

4. เป็นการประเมินที่ให้ความสำคัญต่อพัฒนาการของผู้เรียนมากกว่าการตัดสินผลการเรียน ข้อมูลที่ได้จากการประเมินสามารถนำมาใช้ในการวินิจฉัยผู้เรียนทั้งด้านจุดเด่นที่ควรส่งเสริมและจุดด้อยที่ควรได้รับการแก้ไข

5. ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนรู้ ผู้สอนสามารถนำข้อมูลจากการประเมินผลมาใช้ในการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ของตนเองได้ต่อไป

6. เป็นการประเมินที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม เช่น ให้ประเมินผลงานของตนเองเพื่อนำไปแก้ไขพัฒนา และปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

7. เป็นการประเมินที่ทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย และเพิ่มความเชื่อมั่นได้ว่าผู้เรียนจะสามารถนำความรู้และทักษะสำคัญที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้ในโลกแห่งอนาคต

ซึ่งวิธีการและแหล่งข้อมูลที่ใช้เพื่อให้การวัดและประเมินผลได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ผลการประเมินอาจจะได้มาจากแหล่งข้อมูลและวิธีการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. สังเกตการณ์แสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม
2. ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน
3. การสัมภาษณ์
4. บันทึกของผู้เรียน
5. การประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้เรียนและครู
6. การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ
7. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ
8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้ม

9. การทดสอบ

จากการศึกษาแนวทางการวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษาทำให้ทราบว่า การวัดและประเมินตามแนวทางสะเต็มศึกษานี้เป็นการวัดและประเมินผลผู้เรียนเพื่อการพัฒนาอย่างแท้จริง เพราะการวัดและประเมินผลนี้ให้ความสนใจกับทักษะกระบวนการ การนำไปใช้ของผู้เรียนมากกว่าการสนใจเพียงแค่ผู้เรียนจำอะไรที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนได้บ้าง อีกทั้งผู้สอนยังต้องใช้การประเมินที่หลากหลาย และทำการประเมินหลายครั้งในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ทำให้การประเมินมีความกลมกลืนไปกับการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนไม่รู้สึว่าตนเองกำลังถูกประเมินและสามารถแสดงออกให้ผู้สอนได้ถึงทักษะและศักยภาพภายในตัวของผู้เรียนได้อย่างเป็นธรรมชาติ ทำให้ผู้สอนสามารถนำข้อมูลไปปรับปรุงและพัฒนาการสอนของตนเอง ส่งเสริมจุดเด่นและพัฒนาจุดด้อยผู้เรียนได้อย่างเต็มศักยภาพ

ทักษะการแก้ปัญหา

1. ความหมายของทักษะการแก้ปัญหา

Good (1973: 63) กล่าวว่า ทักษะการแก้ปัญหา เป็นแบบแผนหรือวิธีดำเนินการซึ่งอยู่ในสถานะที่บุคคลมีความลำบาก ยุ่งยากและต้องพยายามโดยการหาข้อมูลหาข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐาน และตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ของสมมติฐานว่าเป็นจริงหรือไม่

Gagne (1977: 518) กล่าวว่า ทักษะการแก้ปัญหา เป็นรูปแบบของการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยความคิดรวบยอดเป็นพื้นฐานการเรียนรู้ เป็นการกระทำที่มีจุดมุ่งหมายเป็นการเลือกเอาวิธีการหรือกระบวนการที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่จุดมุ่งหมายที่ต้องการนั้นโดยอาศัยการหยั่งเห็น (Insight) ในปัญญอย่างถ่องแท้เสียก่อนจึงจะแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555, หน้า 29) ได้ให้ความหมายของทักษะการแก้ปัญหาไว้ว่า ทักษะการแก้ปัญหา คือ ทักษะหรือวิธีการต่างๆ ที่ถูกนำมาใช้ในกระบวนการคิด วิเคราะห์ และตัดสินใจเลือกหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาบนพื้นฐานของความรู้ ข้อมูล ความถูกต้อง ซึ่งในขั้นตอนของการวิเคราะห์จะมีความหมายรวมไปถึงการจัดลำดับ การเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่าง การประเมินและการตัดสินใจเลือกเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2555, หน้า 138) ได้กล่าวว่า ทักษะการแก้ปัญหา หมายถึง การที่ผู้แก้ปัญหำนำประสบการณ์เดิมที่เกิดจากการเรียนรู้ของตนมาใช้เป็นพื้นฐานการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ โดยมีขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลจะมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ ความสนใจ และสติปัญญา

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, หน้า 161) ได้กล่าวไว้ว่า ทักษะการแก้ปัญหา คือ การคลี่คลายช่องว่างระหว่างสิ่งที่เป็นจริงกับสิ่งที่ต้องการแก้ปัญหาให้แคบลง โดยใช้ขั้นตอนหรือวิธีการที่ถูกต้องเหมาะสมตามสถานการณ์ ทักษะแก้ปัญหา จึงเป็นกระบวนการคิดวิเคราะห์ที่ไตร่ตรองอย่างพินิจพิเคราะห์และพยายามหาหนทางที่จะคลี่คลายปัญหาเหล่านั้นให้ปรากฏ

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2565, หน้า 43) กล่าวว่าทักษะการแก้ปัญหา คือ การที่ผู้เรียนสามารถ แก้ไขปัญหาที่ไม่คุ้นเคยด้วยวิธีการเดิมและวิธีการใหม่ได้ และตั้งคำถามที่ช่วยสร้างความชัดเจนของปัญหาและนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่ดี เช่น หากผู้เรียนมีความจำเป็นที่จะต้องเดินทางด้วยรถไฟในช่วงเวลาที่มีการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส COVID-19 ผู้เรียนควรบอกได้ว่าตนเองควรต้องปฏิบัติตนอย่างไรเพื่อหลีกเลี่ยงและป้องกันการติดเชื้อ

จากการศึกษาความหมายของทักษะการแก้ปัญหา สรุปได้ว่า ทักษะการแก้ปัญหาคือ กระบวนการที่มีลำดับขั้นตอน ผู้แก้ปัญหาจะต้องอาศัยทักษะขั้นสูงอันเกิดจากมวลประสบการณ์ ความรู้ ความคิด มาพินิจพิจารณาปัญหาต่างๆและหาวิธีการแก้ไขที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาพบเจอ

2. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหา

จอห์น ดิวอี้ หนึ่งในนักปรัชญากลุ่มประสบการณ์นิยม (Experimentalism) ซึ่งมีความเชื่อว่า การอยู่รอดในธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต ขึ้นอยู่กับการปรับตัวตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตนั้น ความเชื่อนี้มาจากทฤษฎีของชาร์ลส์ ดาร์วิน (Charles Darwin) ที่ได้กล่าวไว้ว่าผู้ที่เหมาะสมที่สุดจะเป็นผู้อยู่รอด (The Survival of the Fittest) โดยความเชื่อจากทฤษฎีนี้เองที่ทำให้ จอห์น ดิวอี้ ยึดเอาเรื่อง "การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต" ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมมาเป็นแก่นสำคัญในการศึกษา ดิวอี้ กล่าวว่า มนุษย์ย่อมต้องเผชิญปัญหาอยู่ตลอดเวลาในการดำเนินชีวิต การฝึกให้มนุษย์รู้จักการแก้ปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวัน จึงเป็นสิ่งที่จำเป็น ส่วนวิธีหรือแนวทางในการแก้ปัญหานั้นขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของมนุษย์แต่ละคนที่มีความแตกต่างกันไปตามประสบการณ์ที่พบเจอ "ประสบการณ์" ตามความคิดของดิวอี้ แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ประสบการณ์ปฐมภูมิ (Primary experience) คือ ประสบการณ์ที่ไม่ได้เกิดจากความรู้อย่างเป็นกระบวนการตามธรรมชาติที่ยังไม่มีการไตร่ตรอง

2. ประสบการณ์ทุติยภูมิ (Secondary experience) คือ ประสบการณ์ที่เกิดจากความรู้อันเกิดจากการนำประสบการณ์ปฐมภูมิมาผ่านกระบวนการคิดไตร่ตรอง หรือเรียนอีกอย่างหนึ่งว่า เรียกอีกอย่างว่าประสบการณ์การ (Cognitive experience)

ด้วยแนวทางการเชื่อดังกล่าวนี้อาจเกิดการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบ Learning by doing ซึ่งเป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง และเป็นการจัดกิจกรรมในรูปแบบกลุ่ม ผู้สอนจะต้องให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติการเรียนรู้ด้วยประสบการณ์ตรง เช่น การเผชิญสถานการณ์จริง การตั้งคำถาม และการแก้ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติ แก้ปัญหาด้วยตนเอง และเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งผู้เรียนจะได้เรียนรู้ทั้งความรู้ทฤษฎีและทักษะที่เกิดจากการปฏิบัติตามแนวทางประชาธิปไตย ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนแก้ปัญหา เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิด และแก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ นอกจากนั้นแล้วการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้ยังเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการจัดการเรียนรู้ เช่น การจัดการเรียนรู้แบบโครงการ (Project-based learning)

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทำให้ทราบว่าแนวคิดนี้มาจากนักปรัชญากลุ่มประสบการณ์นิยม หนึ่งในนั้นคือ จอห์น ดิวอี้ ซึ่งมีความเชื่อว่าการที่มนุษย์จะอยู่รอดในธรรมชาติได้นั้น ขึ้นอยู่กับความสามารถในการปรับตัวให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม รวมทั้งความสามารถในการแก้ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในการดำรงชีวิตประจำวัน โดยวิธีการแก้ปัญหาหรือทักษะในการแก้ปัญหานั้นจะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ต่างๆ ที่เคยพบเจอมาในอดีต ด้วยแนวคิดนี้การฝึกให้มนุษย์ได้รู้จักแก้ปัญหาต่างๆที่มีความใกล้เคียงกับชีวิตประจำวัน จนเกิดเป็นทักษะในการแก้ปัญหาจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

3. ขั้นตอนการแก้ปัญหา

จอห์น ดิวอี้ (John Dewey, 1996 หน้า 36-39) ได้เสนอขั้นตอนการสอนแบบแก้ปัญหาที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา ในขั้นนี้ผู้สอน และผู้เรียน ร่วมกันกำหนดปัญหาโดยวิธีการต่าง ๆ เช่น ใช้คำถามนำเข้าสู่บทเรียน ใช้สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน หรือประสบการณ์ที่เคยเกิดขึ้นกับผู้เรียน แล้วตั้งปัญหา

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา เมื่อผู้สอน และผู้เรียนได้ปัญหาจากในขั้นที่ 1 แล้ว ผู้สอนจะให้ผู้เรียนได้คิดพิจารณาปัญหาดังกล่าว จากนั้นจะแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม และช่วยกันวิเคราะห์ปัญหา

ขั้นที่ 3 ตั้งสมมุติฐาน เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนคาดการณ์ว่าปัญหาดังกล่าวนั้น เกิดมาจากอะไร และจะมีวิธีการในการแก้ปัญหานั้นอย่างไร

ขั้นที่ 4 เก็บรวบรวมข้อมูล ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะร่วมมือในการศึกษาค้นคว้าความรู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหา หรือสถานการณ์ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์ข้อมูล เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะร่วมกันนำข้อมูลที่หามาได้ ไปทดลองมาวิเคราะห์ หรือสังเคราะห์ว่าสมมุติฐานที่ตั้งไว้มีความถูกต้องหรือไม่ และถ้าไม่ใช่คำตอบที่ถูกต้อง หรือวิธีการแก้ปัญหานั้นคืออะไร

ขั้นที่ 6 สรุปผล ในขั้นตอนนี้ผู้เรียน และผู้สอนจะร่วมกันสรุปผลที่ได้จากการเรียนรู้

บลูม (1956, หน้า 122 อ้างอิงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2553, หน้า 91-92) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหา 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เมื่อผู้เรียนพบกับปัญหา ผู้เรียนจะนึกถึงประสบการณ์ที่เคยพบเห็นและมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 2 ผู้เรียนจะใช้ประสบการณ์มาสร้างรูปแบบของปัญหาใหม่

ขั้นที่ 3 ผู้เรียนแยกแยะ และวิเคราะห์ปัญหา

ขั้นที่ 4 ผู้เรียนเลือกใช้แนวคิด ทฤษฎี หลักการ และวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ผู้เรียนได้วิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหา

เวียร์ (Weir, 1974, หน้า 18 อ้างอิงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2557, หน้า 71) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหามี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การระบุปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 การเสนอวิธีแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ และนำเสนอ

ทอแรนซ์ (Torrance, 1985 อ้างอิงใน Crabbe 1990, หน้า157) ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหามาตามแนวคิดของทอแรนซ์ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 การสรุปปัญหาและสาเหตุของปัญหา

ขั้นที่ 3 การหาวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 การประเมินวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 การหาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

ขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553, หน้า 97) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหา 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเสนอปัญหา อาจทำได้โดยการสื่อภาษาหรืออาจใช้วิธีการต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 การกำหนดขอบเขต และทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นที่ 3 การเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่คาดว่าจะสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้
โดยอาศัยหลักการ หรือทฤษฎีมาประกอบการอธิบาย

ขั้นที่ 4 การลงมือแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้เลือกไว้

ขั้นที่ 5 การประเมินและตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

จากการศึกษาขั้นตอนการแก้ปัญหาของนักการศึกษา ผู้วิจัยเลือกใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การระบุปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 การเสนอวิธีแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ และนำเสนอ

4. การวัด และประเมินผลทักษะการแก้ปัญหา

การวัดและประเมินผลทักษะการแก้ปัญหานั้นมีมากมายหลายรูปแบบ โดยแบบทดสอบแต่ละชนิดก็จะมีจุดเด่น และมีข้อจำกัดในการใช้งานที่แตกต่างกัน ผู้สอนจึงควรเลือกใช้แบบทดสอบให้มีความสอดคล้องและเหมาะสมกับผู้เรียน แบบทดสอบที่ใช้ประเมินทักษะการแก้ปัญหา มีดังต่อไปนี้

Charles, Lester and O'Daffer (1987) กล่าวถึง วิธีประเมินผลการแก้ปัญหา 4 วิธี ได้แก่ (1) การสังเกตและการถามคำถามนักเรียน (Observing and questioning) (2) การประเมินโดยใช้ข้อมูลจากการประเมินตนเองของนักเรียน (Using self-assessment data from students) (3) การให้คะแนนรูบรีค (Rubric scoring) และ (4) การใช้แบบทดสอบ (Using tests) แต่ละวิธีมีรายละเอียดดังนี้

วิธีที่ 1 การสังเกตและการถามคำถามนักเรียน เป็นวิธีการประเมินที่มีคุณค่ามาก สามารถใช้ประเมินในขณะที่นักเรียนแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลหรือแก้ปัญหาเป็นกลุ่มโดยครูจะประเมินในขณะที่ตรวจตราไปยังกลุ่มต่าง ๆ ขณะที่นักเรียนกำลังลงมือแก้ปัญหาในขณะที่ครูสังเกตและถามคำถามนักเรียนครูจะต้องบันทึกข้อมูลที่ได้อิงตรงประเด็นทันทีที่ได้ข้อมูล เครื่องมือที่ครูใช้ในการบันทึกข้อมูลประกอบด้วย แบบบันทึกผลการสังเกต (Comment Card) แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) และมาตรการประเมิน (Rating Scale)

วิธีที่ 2 การประเมินโดยใช้ข้อมูลจากการประเมินตนเองของนักเรียน เป็นวิธีการประเมินที่ใช้ในการประเมินผลการแก้ปัญหา การประเมินด้วยวิธีนี้จะได้รับประโยชน์มากน้อยแค่ไหน

ขึ้นอยู่กับสิ่งที่นักเรียนสะท้อนเกี่ยวกับความรู้สึก ความเชื่อ ความตั้งใจ รูปแบบการคิดและอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาออกมาอย่างน้อยและตรงตามความเป็นจริงแค่ไหน

วิธีที่ 3 การให้คะแนนแบบรูบริค เป็นการให้คะแนนที่ประเมินผลจากงานที่นักเรียนทำหรือพฤติกรรมที่แสดงออกมีการกำหนดคะแนน พร้อมระบุรายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของนักเรียนไว้อย่างชัดเจนและเป็นรูปธรรม ซึ่งการให้คะแนนแบบรูบริค นิยมใช้ในการประเมินงานเขียน มี 2 แบบ คือ การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ และการให้คะแนนแบบองค์รวมซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic Scoring) เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องประเมิน เช่น เมื่อต้องการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอาจแยกพิจารณาเป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา กลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา และการสรุปคำตอบของปัญหา ในการให้คะแนนจะกำหนดเกณฑ์ของคะแนนในแต่ละด้านแล้วรายงานผลโดยจำแนกเป็นด้านๆ และอาจสรุปรวมคะแนนทุกด้านด้วยก็ได้ การให้คะแนนแบบวิเคราะห์มักนำมาใช้ในการประเมินผลที่มีวัตถุประสงค์เพื่อวินิจฉัยหาจุดเด่นหรือจุดด้อยของนักเรียนในแต่ละด้านแล้วนำผลการประเมินที่ได้ไปส่งเสริมจุดเด่นหรือแก้ไขจุดด้อยเหล่านั้น การประเมินผลโดยให้คะแนนแบบวิเคราะห์จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อใช้ร่วมกับวิธีการประเมินผลอย่างอื่น เช่น การสังเกต และการใช้คำถาม

2. การให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic scoring) เป็นการให้คะแนนที่ประเมินผลงานของนักเรียน โดยการกำหนดระดับคะแนนพร้อมระบุรายละเอียดของผลงาน หรือพฤติกรรมของนักเรียนที่ควรมีเป็นภาพรวมของการทำงานทั้งหมด ไม่ต้องแยกแยะเป็นด้านๆ การให้คะแนนแบบองค์รวม มักนำมาใช้ในการประเมินผลที่มีวัตถุประสงค์เพื่อตัดสิน หรือสรุปผลการเรียนของนักเรียนเป็นการประเมินที่เหมาะสมสำหรับการประเมินที่มีพิสัยกว้างๆ และต้องการผลที่เป็นภาพรวมกว้างๆ การประเมินผลด้วยวิธีนี้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อใช้ร่วมกับวิธีการประเมินผลอย่างอื่น เช่น การสังเกต การใช้คำถาม

วิธีที่ 4 การใช้แบบทดสอบ แบบทดสอบที่ใช้ในการประเมินผลการแก้ปัญหา มี 2 ประเภท ได้แก่

1. แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple-choice test) แบบทดสอบชนิดเลือกตอบประกอบด้วยข้อคำถาม ซึ่งแต่ละข้อคำถามจะมีตัวเลือกหลายๆ ตัวเลือกให้นักเรียนเลือกที่คิดว่าถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว

2. แบบทดสอบชนิดเติมคำตอบ (Completion test) แบบทดสอบชนิดเติมคำตอบเป็นแบบทดสอบที่เว้นช่องว่างเอาไว้ให้เพื่อนักเรียนเติมคำ ตัวเลข ชุดของสัญลักษณ์ หรือประโยคที่คิดว่าถูกต้องลงในช่องว่าง

สถาบันทดสอบทางการศึกษา (2551, หน้า 54) เสนอเครื่องมือวัดทักษะในการแก้ปัญหา 4 ชนิด ดังนี้

1. ระบุปัญหา (Problem Recognition Tasks) คือ การที่ผู้สอนรวบรวมปัญหาต่าง ๆ เข้าเป็นหมวดหมู่ จากนั้นจึงนำเสนอผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความหลากหลายของปัญหาหน้าที่ของผู้เรียน คือ การระบุปัญหา
2. อะไร คือ หลักการ (What's the principles) หลังจากที่ผู้เรียนระบุปัญหาแล้วผู้เรียนต้องสามารถอธิบายได้ว่าจะนำเนื้อหาส่วนใด หรือทฤษฎีใดมาใช้ในการแก้ปัญหา
3. คิดแก้ปัญหาได้มาอย่างไร (Documented Problem Solutions) หลังจากที่ผู้เรียนแก้ปัญหาได้แล้ว ผู้เรียนจะต้องอธิบายว่าหาวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างไร
4. เทปเสียงและภาพ โดยการบันทึกเทปหรือวิดีโอเอาไว้ เพื่อผู้สอนจะนำมาวิเคราะห์ถึงวิธีการแก้ปัญหาของผู้เรียนต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) กล่าวว่า การสอบ PISA เป็นการดำเนินการโดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) เพื่อประเมินว่านักเรียนที่กำลังจะจบการศึกษาภาคบังคับมีความรู้และทักษะสำคัญที่จำเป็นต้องใช้ในการมีส่วนร่วมในสังคมปัจจุบันมากน้อยเพียงใด การสอบ PISA จึงเน้นให้ความสำคัญกับการอ่าน คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหา PISA ไม่ใช่ข้อสอบที่วัดความรู้ความจำแต่หากต้องการรู้ว่านักเรียนสามารถนำความรู้จากสิ่งที่ได้เรียนมาไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ๆ ได้มากน้อยเพียงใด การสร้างข้อทดสอบเพื่อวัดทักษะแก้ปัญหาของ PISA คือ การทดสอบด้วยข้อสอบการประเมินผลจากการปฏิบัติงาน ผลงานของผู้เรียน และการประเมินจากบริบทอื่นโดยมีสาระสำคัญดังต่อไปนี้

1. องค์ประกอบของข้อสอบมี 2 ส่วน คือ

1.1 สถานการณ์จะเป็นส่วนของข้อมูลที่ข้อสอบให้มาเพื่อใช้ในการตอบคำถาม โดยสถานการณ์จะมีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระของบทเรียนตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร รวมทั้งมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่องใกล้ตัว และสังคม สถานการณ์ควรมีลักษณะ ดังนี้

- 1.1.1 เหตุการณ์จริงหรือสถานการณ์จำลองที่ใกล้เคียงความจริง
- 1.1.2 ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน หรือประเด็นที่สังคมกำลังให้ความสนใจ
- 1.1.3 สถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับบทเรียน
- 1.1.4 เรื่องสมมติที่สามารถนำมาวิเคราะห์ แก้ปัญหา ให้ความ

คิดเห็น หรือแสดงความรู้สึกในเชิงวิทยาศาสตร์ได้

1.2 คำถามหรือปัญหา เป็นส่วนของคำสั่งที่ระบุให้ทราบว่าต้องการให้ผู้สอบทำอะไร โดยการคิดในเชิงวิทยาศาสตร์และนำความรู้ทักษะต่างๆที่ผู้เรียนมีเพื่อใช้แก้ปัญหา โดยคำถามส่วนใหญ่มีลักษณะปลายเปิดที่ให้ผู้เรียนมีอิสระทางความคิด รูปแบบคำถามหรือปัญหา ควรมีลักษณะ ดังนี้

1.2.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้

1.2.2 ใช้ภาษาที่เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน

1.2.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ อภิปราย แก้ปัญหา ตัดสินใจประเมินค่า และสร้างคำตอบได้อย่างสมเหตุผล

1.2.4 เนื้อหาของคำถามมีเหมาะสมกับผู้เรียนทุกคน

2. ลักษณะข้อสอบ มีหลายลักษณะ ได้แก่ เลือกตอบเลือกตอบแบบเชิงซ้อนเขียนตอบแบบสั้นปิด และเขียนตอบแบบอิสระ

2.1 ข้อสอบแบบเขียนตอบควรมีแนวการตอบ และเกณฑ์การให้คะแนน ด้วยเพื่อให้ผู้ตรวจคำตอบสามารถตรวจได้สะดวกและให้คะแนนได้ตรงกัน

2.1.1 แนวการตอบต้องเป็นหลักการหรือแนวคิดที่มีความเป็นไปได้

2.1.2 เกณฑ์การให้คะแนน เป็นเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นสำหรับการให้คะแนนโดยพิจารณาความถูกต้อง ครบถ้วนของคำตอบเป็นสำคัญ

2.2 เกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบแบบเขียนตอบลักษณะของเกณฑ์การให้คะแนนแบบเขียนตอบมี 2 รูปแบบ

2.2.1 เกณฑ์ให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic Scoring Guideline) ให้คะแนน โดยดูภาพรวมที่แสดงถึงความเข้าใจ การเกิดแนวคิดหลัก กระบวนการที่ใช้ และการสื่อความหมาย และแบ่งระดับคุณภาพของงานโดยเขียนอธิบายพฤติกรรมการแสดงออกในแต่ละระดับอย่างชัดเจน

2.2.2 เกณฑ์ให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Scoring Guideline) เป็นการให้คะแนนผลงานโดยแยกองค์ประกอบของผลงานออกเป็นด้านต่างๆ และอธิบายพฤติกรรมแสดงออกในแต่ละองค์ประกอบเป็นระดับข้อดี ของการให้คะแนนแบบนี้ คือ มีความเป็นปรนัยในการให้คะแนนมากขึ้น และสามารถกำหนดสัดส่วนของคะแนนตามความสำคัญได้

จากการศึกษาแนวทางการวัด และประเมินผลทักษะการแก้ปัญหา ผู้วิจัยจึงเลือกใช้แนวทางการวัดทักษะการแก้ปัญหาตามแนวทางของ PISA คือ องค์ประกอบของแบบวัดทักษะจะประกอบไปด้วย 2 ส่วน โดยส่วนแรกจะเป็นสถานการณ์ที่เป็นข้อมูลให้ผู้เรียน ซึ่งสถานการณ์จะมีลักษณะเป็นบริบทใกล้ตัว ภาษามีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน และมีความคล้ายคลึงกับเนื้อหาที่

ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ส่วนที่สองจะเป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนหาคำตอบหรือหาแนวทาง และวิธีการในการแก้ปัญหา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

นางนุช เอกตระกูล (2557) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรีเขตบางแค กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1 ห้องเรียน เนื้อหาที่ใช้ได้แก่ เรื่อง ไฟฟ้า เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน นักเรียนมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม เรียนรู้ด้วยความสนุกสนานโดยการลงมือปฏิบัติ รู้จักแก้ปัญหาโดยการสืบเสาะหาความรู้

จารีพร ผลมุล (2558) ได้ทำการศึกษาพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีศึกษา ชุมชนวังตะกอก จังหวัดชุมพร โดยงานวิจัยมีจุดประสงค์เพื่อ

1. เพื่อพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีศึกษา ชุมชนวังตะกอก จังหวัดชุมพร
2. เพื่อศึกษาการใช้หน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM ในประเด็นต่อไปนี้
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้
 - 2.2 ประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM

การวิจัยเป็นรูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experiment research) ใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ แบบวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ จำนวน 30 ข้อ ในการเก็บข้อมูล โดยนำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเมืองหลังสวน ปีการศึกษา 2557 จำนวน 33 คน ผู้วิจัยทำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้หน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เมื่อเสร็จสิ้นนักเรียนทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน แบบวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยทำการเก็บคะแนนหลังเรียนและคะแนนกิจกรรมระหว่างเรียนมาวิเคราะห์ประสิทธิภาพ และนำคะแนนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ และใช้สถิติ t-test for one sample เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้กับเกณฑ์ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และผ่านเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 นักเรียนมีจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมผ่านเกณฑ์ระดับดี ($x - 3.51$) และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ระดับดี ($x = 4.39$) และประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้แบบ STEAM กรณีศึกษาชุมชนวังตะกอก ที่ค่าเท่ากับ 81.65/78.33

ปาไลตา สุขสำราญ (2560) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2. เพื่อศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดย 2.1 เปรียบเทียบจิตวิทยาศาสตร์ 2.2 เปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหา 2.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น 2.4 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ดำเนินการวิจัยตามกระบวนการวิจัยและ ซึ่งผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาพบว่า 1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา มีจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา มีทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธนวรรณ ศรีวิบูลย์รัตน์ (2561) ได้ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เรื่อง งานและพลังงาน รายวิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. สร้างและประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เรื่อง งานและพลังงานรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มี

ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 และ 2. เพื่อทดลองใช้และศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดย 2.1 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหว่าก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 2.2 ศึกษาคุณภาพผลงานของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามกระบวนการของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) 1. ได้กิจกรรมการเรียนรู้และแผนประกอบการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 2 กิจกรรม ใช้เวลาทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ดังนี้ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน มีผลการประเมินการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในภาพรวมมีความเหมาะสมระดับมาก (S.D. = 0.53) และผลการประเมินแผนประกอบการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาภาพรวมมีความเหมาะสมระดับมาก ($X = 4.34$, S.D. = 0.64) และมีประสิทธิภาพ 79.06/78 ซึ่งผ่านเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ 2. ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 2.1 นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหลังเรียน ($X = 25.64$, S.D. = 2.34) สูงกว่า ก่อนเรียน ($x = 12.31$, S.D. = 2.78) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2.2 นักเรียนมีผลการประเมินคุณภาพผลงานของนักเรียนที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี

อภิญา สิงโต (2563) ได้ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 รูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งหลังจากที่ได้นำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาพบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

Diana (2012) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการใน 4 สาขาวิชา คือวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยใช้นักเรียนเกรด 3-8 เป็นกรณีศึกษาโดยให้นักเรียนทำโครงการในหัวข้อเรื่อง ดาวอังคารในจินตนาการ โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมเริ่มต้นด้วยการตรวจสอบพื้นฐาน ให้จินตนาการ ศึกษาค้นคว้าสำรวจตรวจสอบสร้างสรรค์ออกแบบโมเดล

ดาวอังคาร และแลกเปลี่ยนความคิดการออกแบบของตัวเองให้เพื่อน ๆ ผลการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้ส่งผลทำให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนความรู้ และทักษะกระบวนการจนนำไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันที่พบเจอ และสามารถนำเอาความรู้มาประยุกต์ใช้กับปัญหาใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นในอนาคตได้ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบนี้เป็นการเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้เพิ่มขึ้น และมีผลทดสอบในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นด้วย

Tawflk, A., Trueman, R.J., & Trueman, M.M. (2014) ได้ทำการศึกษาเรื่องการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน และ Service Learning ในรายวิชาชีววิทยา โดยทำการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่ไม่ใช่นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์ให้นักเรียนได้เรียนรู้หลักการและแนวคิดทางชีววิทยา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ แบบทดสอบก่อน-หลังเรียน และแบบทดสอบปลายภาคเรียน จากการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีคะแนนก่อนการจัดการเรียนรู้ 34.5% หลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา นักเรียนมีคะแนนสูงขึ้นเป็น 56.7% และผล t-test ยังแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาทำให้นักเรียนมีคะแนนสูงขึ้นอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Strimel (2014) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยผู้วิจัยได้นำประเด็นปัญหาในปัจจุบันมาใช้เป็นหัวข้อให้นักเรียนได้ศึกษา คือ เรื่องการขูดเจาะก๊าซธรรมชาติ โดยการจัดการเรียนการสอนจะมีทั้งหมด 4 หัวข้อย่อย ที่เกี่ยวข้องกับการขูดเจาะก๊าซธรรมชาติ ที่ผู้วิจัยเลือกหัวข้อนี้เนื่องจากประเด็นการขูดเจาะก๊าซธรรมชาติ มีความเกี่ยวข้องกับนักวิทยาศาสตร์ วิศวกร และอีกหลายอาชีพ อีกทั้งยังสามารถนำมาใช้เป็นปัญหาทางวิศวกรรมได้ จากผลการศึกษาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาดังกล่าวพบว่า สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาวิชาที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และยังทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของรายวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ และยังส่งผลให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการแก้ปัญหา ออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงาน ซึ่งสามารถต่อยอดนำไปพัฒนาเป็นนวัตกรรมใหม่ในอนาคตได้

Ceylen and Ozdilek (2015) ได้ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับเกรด 8 จากการศึกษพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพิ่มสูงขึ้นจาก 9.75 (SD=3.40) เป็น 23.25 (SD=2.89)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ สรุปได้ว่าการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม

ศึกษาที่มีการบูรณาการความรู้ใน 4 สาขาวิชา คือ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี วิชาวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับผู้เรียน หรือสถานการณ์วิทยาศาสตร์ที่กำลังเป็นประเด็นหรือผู้คนที่ความสนใจมาใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนจะต้องนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของผู้เรียนในอนาคต อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษายังเป็นการเพิ่มแรงจูงใจใฝ่รู้ให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ และช่วยให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งจะไปสู่การเลือกเรียนในสาขาที่มีความเกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ในอนาคต



บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยปฏิบัติการในครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ไฟฟ้า โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) เนื่องจากวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการวิจัยที่ช่วยในการแก้ปัญหา พัฒนา และปรับปรุง การจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัยผ่านการสืบเสาะหาความรู้และสะท้อนผล ซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียน และพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัยให้ดียิ่งขึ้นมีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. บริบทของการวิจัย
3. กลุ่มเป้าหมาย
4. เครื่องมือในการวิจัย
5. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล
8. ความน่าเชื่อถือของงานวิจัยเชิงคุณภาพ

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้รูปแบบการวิจัยของ ชมัค (Schmuck 2006, pp.8-12 อ้างอิงใน สิริินภา กิจเกื้อกุล, 2557, หน้า 149) ซึ่งมีขั้นตอนกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน โดยเริ่มต้นจากผู้วิจัยได้ทำการวางแผนการพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยศึกษาสภาพปัญหาในชั้นเรียนจากการจัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง โดยทำการสำรวจความสามารถของผู้เรียนในด้านความรู้ความเข้าใจ และด้านทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 โดยใช้การสังเกต และการสัมภาษณ์ พร้อมพิจารณาว่าผู้วิจัยควรที่จะพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของตนเองอย่างไรเพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 จากการสังเกต และการสัมภาษณ์พบว่า ผู้เรียนขาดความกล้าแสดงออก และไม่กล้าที่จะแสดง

ความคิดเห็นแม้ว่าคำถามหรือแบบฝึกหัดจะเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันก็ตาม นอกจากนั้นแล้วยังพบว่าผู้เรียนไม่สามารถตัดสินใจแก้ปัญหา หรือตัดสินใจเลือกแนวปฏิบัติที่มีความสอดคล้องกับสถานการณ์ที่โจทย์ให้มาได้ จากการสัมภาษณ์ทำให้ทราบว่าผู้เรียนซึ่งเป็นนักเรียนห้องปกติ การจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมาผู้เรียนได้มีโอกาสลงมือปฏิบัติด้วยตนเองน้อย ส่วนใหญ่จะเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายและให้ทำแบบฝึกหัด หลังจากทำแบบฝึกหัดแล้วครูก็จะเฉลยแบบฝึกหัดให้บนกระดาน ทำให้ผู้เรียนขาดปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้นเรียน และขาดปฏิสัมพันธ์กับครู แม้ว่าแบบฝึกหัดที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนจะเน้นทักษะในการแก้ปัญหาตามแนวทางของ สสวท. ก็ตามแต่พบว่าการจัดการเรียนการสอนยังไม่เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนรู้จักที่จะแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และคิดอย่างเป็นระบบ ผู้วิจัยจึงได้ทำการกำหนดจุดประสงค์ในการจัดการเรียนรู้ และศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อหาแนวทางปฏิบัติที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในชั้นเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จากนั้นจึงวิเคราะห์หลักสูตรสาระการเรียนรู้แกนกลางพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560) เพื่อทำการสร้าง และพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในวิจัย ศึกษาวิธีการวิจัย และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ ผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ได้ทำการศึกษา ค้นคว้าและออกแบบไว้ เรื่องไฟฟ้า จำนวน 12 ชั่วโมง นำไปจัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต ผู้วิจัยตรวจสอบตนเองขณะปฏิบัติการจัดการเรียนการสอนทดลองในขั้นที่ 2 เพื่อหาข้อบกพร่องของการจัดการเรียนรู้ และหาสาเหตุของปัญหา และดำเนินการแก้ไข ปัญหาอย่างรวดเร็ว โดยผู้วิจัยจะเปิดให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นหรือสะท้อนผล เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือการวิจัยมาทำการวิเคราะห์ และนำไปสู่การได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด นอกจากนั้นผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล ผู้วิจัยนำผลสรุปที่ได้จาก ขั้นตอนที่ 3 มาสะท้อนผลตัวเองและระดมความคิดกับผู้ที่มีประสบการณ์ เพื่อพิจารณาหาแนวทางการแก้ไขปัญหามาสามารถบรรลุเป้าหมายตามที่กำหนดไว้หรือไม่ และควรจะปรับหรือพัฒนาวิธีการจัดการเรียนการสอนอย่างไรให้ได้ผลดีกว่าเดิม เพื่อให้เหมาะสมกับบริบทผู้เรียนมากที่สุด และเริ่มดำเนินขั้นตอนที่ 1 ใหม่อีกครั้ง

บริบทของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เริ่มทำการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ณ โรงเรียนประถมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง เปิดสอนนักเรียนตั้งแต่ในระดับชั้นอนุบาล 1 จนถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีห้องเรียนประมาณ 65 ห้อง และมีจำนวนนักเรียนเฉลี่ยต่อห้องเรียนประมาณ 35 คน ซึ่งโรงเรียนแห่งนี้เป็นโรงเรียนที่มีความพร้อมในด้านสื่อการเรียนรู้ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะสำหรับนักเรียน และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลกับกลุ่มนักเรียนในห้องเรียนปกติ โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง และเนื่องด้วยสถานการณ์การแพร่ระบาดของของเชื้อไวรัสโควิด-19 จึงไม่สามารถจัดการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และใช้คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะสำหรับนักเรียนได้ การจัดการเรียนการสอนในครั้งนี้จึงจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนประจำชั้นที่มีคอมพิวเตอร์ประจำชั้นเรียนจำนวน 1 เครื่อง การสืบค้นข้อมูลทำโดยให้นักเรียนใช้สมาร์ทโฟนส่วนตัวเป็นสื่อการเรียนรู้

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 43 คน มีจำนวนนักเรียนชาย 23 คน และจำนวนนักเรียนหญิง 20 คน ซึ่งเป็นนักเรียนห้องละมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับกลางถึงต่ำ และมีนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้เรียนร่วมจำนวน 1 คน เนื่องจากนักเรียนเป็นนักเรียนห้องละ นักเรียนจึงไม่ค่อยมีโอกาสได้ร่วมกิจกรรมหรือค่ายที่มีความเกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร การเรียนส่วนใหญ่ นักเรียนจะได้เรียนในห้องประจำชั้นเรียนน้อยครั้งที่จะได้เรียนในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งกลุ่มนักเรียน โดยการความสะดวกและความสามารถของแต่ละคน ซึ่งตรวจสอบได้จากผลการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยได้ทำการสอนในภาคเรียนที่ 1 สำหรับช่วงเวลาของการดำเนินการวิจัยนี้ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย จะต้องเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์กับผู้วิจัยเป็นจำนวน 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ แบ่งตามจุดประสงค์ของการวิจัยดังนี้

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหา เรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 3 แผน ได้แก่เรื่อง

แรงไฟฟ้า	4	ชั่วโมง
วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย	4	ชั่วโมง
การต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน	4	ชั่วโมง

1.2 แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้

2.เพื่อศึกษาพัฒนาการทางทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 2.1 ใบกิจกรรมการเรียน
- 2.2 แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา
- 2.3 แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้
- 2.4 แบบสังเกตทักษะการแก้ปัญหา

ตาราง 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดมุ่งหมายของการวิจัยกับเครื่องมือการวิจัย

จุดมุ่งหมายของการวิจัย	ผู้ให้ข้อมูล	เครื่องมือ	ช่วงเวลาที่ใช้	การวิเคราะห์ข้อมูล
1.เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	1.ผู้วิจัย 2.ครูชำนาญการ	1.แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องไฟฟ้า 2.แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้	ขณะดำเนินกิจกรรมจัดการเรียนรู้	1.วิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis)
2.เพื่อศึกษาพัฒนาการทางทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	1.นักเรียน	1.ใบกิจกรรมการเรียน 2. แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา 3.แบบสังเกตทักษะการแก้ปัญหา	ขณะดำเนินกิจกรรมจัดการเรียนรู้และหลังดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง	1.เกณฑ์การประเมินแบบรูบิค 2.วิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis)

การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรมการเรียนรู้ และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา มีขั้นตอนการสร้างและพัฒนา ดังนี้

1.แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 3 แผน แผนที่ 1 เรื่องแรงไฟฟ้า แผนที่ 2 เรื่องวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย แผนที่ 3 เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าภายในบ้าน ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ เพื่อหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียน

ขั้นที่ 2 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในรายวิชาวิทยาศาสตร์เนื้อหาบทเรียนเรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ขั้นที่ 4 กำหนดเนื้อหาเรื่อง ไฟฟ้า จำนวน 3 เรื่อง ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน ได้แก่ แรงไฟฟ้า การต่อเซลล์ไฟฟ้า การต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้าน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้แผนละ 4 คาบ รวมระยะเวลาเรียนทั้งหมด 12 คาบเรียน ซึ่งแต่ละวงจรประกอบไปด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 มีทั้งหมด 1 แผนจัดการเรียนรู้ มีรายละเอียด ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แรงไฟฟ้า

วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีทั้งหมด 1 แผนจัดการเรียนรู้ มีรายละเอียด ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้า

วงจรปฏิบัติการที่ 3 มีทั้งหมด 1 แผนจัดการเรียนรู้ มีรายละเอียด ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้าน

โดยมีรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และการเลือกสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับในชีวิตประจำวันของนักเรียน เรื่องไฟฟ้า มาวิเคราะห์เนื้อหาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด

สะเต็มศึกษาทั้ง 3 แผนมีรายละเอียดของการบูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 การบูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้	สถานการณ์	วิทยาศาสตร์	เทคโนโลยี	วิศวกรรม	คณิตศาสตร์
แผนที่ 1	เลือกวัสดุที่จะนำมาใช้ให้ เกิดแรงไฟฟ้า	อธิบายและ ยกตัวอย่างการ เกิดแรงไฟฟ้า	ใช้อินเทอร์เน็ตใน การค้นหาข้อมูล อย่างมีประสิทธิภาพ	กระบวนการ การ ออกแบบ เชิง วิศวกรรม	เปรียบเทียบ เศษส่วน
แผนที่ 2	ออกแบบรถ พลังงาน ไฟฟ้า	ทดลองและ อธิบายการต่อ วงจรไฟฟ้าอย่าง ง่าย	ใช้อินเทอร์เน็ต ในการค้นหา ข้อมูลอย่างมี ประสิทธิภาพ รวบรวมข้อมูลใน การออกแบบ ชิ้นงานผ่านสถาน การจำลอง ใช้เหตุผลเชิงตรรกะ ในการอธิบายและ ออกแบบ	กระบวนการ การ ออกแบบ เชิง วิศวกรรม	บวก ลบ คูณ ทหาระคน ของเศษส่วน

แผนการจัดการเรียนรู้	สถานการณ์	วิทยาศาสตร์	เทคโนโลยี	วิศวกรรม	คณิตศาสตร์
แผนที่ 3	ออกแบบ	นำความรู้เรื่อง	วิธีการแก้ปัญหาที่	กระบวนการ	ตระหนักถึง
	วงจรการต่อ	การต่ออุปกรณ์	พบในชีวิตประจำวัน	การ	ความสมเหตุ
	อุปกรณ์ไฟฟ้า	ไฟฟ้าไปใช้		ออกแบบ	สม
	ภายในบ้าน	ประโยชน์		เชิง	ผลของ
		เขียนแผนภาพ		วิศวกรรม	คำตอบ
		แสดงการต่อ			
		อุปกรณ์ไฟฟ้า			
		ภายในบ้าน			

ขั้นที่ 5 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ทั้ง 3 ด้านได้แก่ ด้านความรู้ (K) ด้านทักษะ (P) และด้านคุณลักษณะ (A)

ขั้นที่ 6 ออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ขั้นที่ 7 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 8 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วย อาจารย์จากคณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาฟิสิกส์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ และนำมาปรับแก้ไขตามคำแนะนำ ดังนี้

1.แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องแรงไฟฟ้า สถานการณ์ปัญหาฝุ่น PM 2.5 ควรระบุสถานที่อย่างชัดเจน เช่น ที่บ้าน ที่โรงเรียน หรือที่โรงพยาบาล เพื่อให้นักเรียนเข้าใจบริบทของสถานการณ์มากยิ่งขึ้น

2.แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องแรงไฟฟ้า ครูควรมีตัวอย่างแหล่งการเรียนรู้ให้ผู้เรียน

3.แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน สถานการณ์ปัญหายังไม่ชัดเจน ควรปรับสถานการณ์ให้มีความชัดเจนและตีความได้ง่าย

ขั้นที่ 9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแล้วในขั้นที่ 8 เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาที่ใช้ในการสอน ดังนี้

1.แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องแรงไฟฟ้า สถานการณ์ปัญหาฝุ่น PM 2.5 ระบุสถานที่คือปัญหาฝุ่น PM 2.5 ในโรงเรียนที่วัดด้วยเครื่องวัดปริมาณฝุ่น PM 2.5 ที่ติดตั้งบริเวณตึกวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน

2.แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องแรงไฟฟ้า มีการจัดทำใบความรู้เรื่องแรงไฟฟ้า และยกตัวอย่างแหล่งการเรียนรู้ออนไลน์จำนวน 2 เว็บไซต์

3.แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน สถานการณ์ปัญหา คือ การวงจรไฟฟ้าที่ไม่เหมาะสมที่จะนำมาต่อในครัวเรือน จึงทำให้เมื่อมีหลอดไฟเสีย 1 หลอด เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นก็ดับไปด้วย

จากนั้นจึงนำแผนที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเก็บข้อมูลพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนต่อไป

2 แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้

แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้สะท้อนผล ได้แก่ผู้วิจัย และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาวิทยาศาสตร์ 1 ท่าน เพื่อสะท้อนผลถึงข้อดีและข้อที่ควรปรับปรุงและพัฒนาพัฒนาในการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไปของผู้วิจัยโดยใช้วิธีการเขียนอย่างอิสระภายใต้หัวข้อ ดังต่อไปนี้

- 2.1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนเป็นอย่างไร
- 2.2 ข้อดี ข้อเสียที่พบในการจัดการเรียนรู้
- 2.3 ข้อที่ควรปรับปรุง และพัฒนาที่พบในการจัดการเรียนรู้
- 2.4 นักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาหรือไม่
- 2.5 ปัญหาอุปสรรคที่พบในการจัดการเรียนรู้
- 2.6 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
- 2.7 สร้างแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ตามหัวข้อที่ได้กำหนดข้างต้น
- 2.8 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ปรึกษาความถูกต้อง เหมาะสม และความสมบูรณ์ของประเด็นที่ต้องการสะท้อน
- 2.9 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุง แก้ไข ความเหมาะสมของประเด็นที่ต้องการสะท้อนตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วไปใช้จริงเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ต่อไป

3. ไบกิจกรรมการเรียนรู้

ไบกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนในระหว่างการจัดการเรียนการสอน เรื่อง ไฟฟ้า โดยมีลักษณะเป็นข้อความแบบเขียนตอบที่นักเรียนทุกคนในกลุ่มต้องช่วยกันอธิบายด้วยการเขียนบรรยายหรือวิธีการอื่นที่ผู้สอนเป็นคนกำหนด โดยในคำถามภายในไบกิจกรรมแต่ละวงจรปฏิบัติการ จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับ ปัญหา สถานการณ์ เนื้อหา และพฤติกรรมของนักเรียน โดยดำเนินการสร้างและพัฒนาเครื่องมือตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาพฤติกรรมที่สามารถแสดงถึงทักษะการแก้ปัญหาจากงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 2 ศึกษาหลักการ และแนวทางการสร้างไบกิจกรรมการเรียนรู้ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 3 สร้างไบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้คำถามในลักษณะเขียนบรรยาย ไบกิจกรรมการเรียนรู้จะมีข้อความซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์ทั้ง 4 ขั้นตอน เช่น การระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ผู้วิจัยเป็นผู้กำหนด การออกแบบและวาดภาพจากองค์ความรู้ที่นักเรียนได้จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูล เป็นต้น

ขั้นที่ 4 กำหนดเกณฑ์ระดับทักษะการแก้ปัญหากับพฤติกรรมของนักเรียนในการทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ดังตารางที่ 4

ตาราง 4 แสดงลักษณะพฤติกรรมในแต่ละระดับของทักษะแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์โนไบกิจกรรม

ระดับ	สูง	กลาง	ต่ำ
กระบวนการแก้ปัญหา			
1. การระบุปัญหา	ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้องชัดเจน	ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมปานกลาง	ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจนหรือไม่มีการระบุปัญหา
2. การวิเคราะห์ปัญหา	ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้องชัดเจน	ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมปานกลาง	ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจนหรือไม่ระบุสาเหตุของปัญหา
3. การเสนอวิธีแก้ปัญหา	เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้องชัดเจน	เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมปานกลาง	เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจนหรือไม่เสนอวิธีแก้ปัญหา
4. การตรวจสอบผลลัพธ์	อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน	อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาได้ครอบคลุมปานกลาง	อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาได้ไม่ชัดเจนหรือไม่อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาไม่ได้

ขั้นที่ 5 นำใบกิจกรรมการเรียนรู้ เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบ ประกอบด้วย อาจารย์จากคณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการ

เรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาฟิสิกส์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและนำมาปรับปรุงแก้ไข ตามความเหมาะสมโดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.คำถามในใบกิจกรรมควรสั้น กระชับ เข้าใจง่าย เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

ขั้นที่ 6 ปรับปรุงแก้ไขใบกิจกรรมการเรียนรู้ตามคำแนะนำที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ คือ ปรับปรุงคำถามในใบกิจกรรมให้สั้น กระชับ เข้าใจง่าย เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน เช่น สาเหตุของปัญหานี้มาจากอะไร

ขั้นที่ 7 นำใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบมาปรับปรุงแก้ไขมาแล้วในขั้นตอนที่ 5 นำไปใช้จริง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ต่อไป

4. แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบอัตนัย โดยแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนที่เป็นสถานการณ์ และส่วนที่เป็นคำถาม ทั้งหมด 2 คือ 1) สถานการณ์เข้าค่ายพักแรมลูกเสือที่ด้านผจญภัยในควมมืด นักเรียนจะต้องใช้อุปกรณ์ที่ได้รับจากผู้บังคับบัญชามาประดิษฐ์เป็นไฟฉาย 2) สถานการณ์การต่อวงจรไฟฟ้าแบบผสมที่มีหลอดไฟในวงจรไม่ติดสองหลอด ซึ่งสถานการณ์แต่ละสถานการณ์มีคำถาม 4 ข้อย่อย ตามกระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์ 4 ขั้นตอน คือ 1) การตั้งปัญหา 2) การคิดวิเคราะห์ปัญหาขั้นที่ 3) การเสนอวิธีแก้ปัญหา 4) การตรวจสอบผลลัพธ์

ขั้นที่ 3 กำหนดเกณฑ์ระดับทักษะการแก้ปัญหากับพฤติกรรมของนักเรียนในการทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ดังตารางที่ 5

ตาราง 5 แสดงลักษณะพฤติกรรมในแต่ละระดับของทักษะแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์ในแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา

ระดับ	สูง	กลาง	ต่ำ
กระบวนการแก้ปัญหา			
1. การระบุปัญหา	ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้องชัดเจน	ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมปานกลาง	ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจนหรือไม่มีการระบุปัญหา
2. การวิเคราะห์ปัญหา	ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้องชัดเจน	ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมปานกลาง	ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจนหรือไม่ระบุสาเหตุของปัญหา
3. การเสนอวิธีแก้ปัญหา	เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้องชัดเจน	เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมปานกลาง	เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจนหรือไม่เสนอวิธีแก้ปัญหา
4. การตรวจสอบผลลัพธ์	อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน	อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาได้ครอบคลุมปานกลาง	อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาได้ไม่ชัดเจนหรืออธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาไม่ได้

ขั้นที่ 4 นำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจพิจารณา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและนำมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความเหมาะสม โดยพิจารณาสถานการณ์ปัญหา การใช้คำถาม ความถูกต้องด้านภาษา และความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา ตามกระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- + 1 เมื่อแน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
- 1 เมื่อแน่ใจว่ามีความไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนของบุญชม ศรีสะอาด (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 64)

ขั้นที่ 4 ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ คือ คำถามต้องสั้น กระชับ และสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย

ขั้นที่ 5 นำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาไปใช้ในการเก็บข้อมูล

5.แบบสังเกตทักษะการแก้ปัญหา

เป็นแบบสังเกตที่สังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียน ที่สังเกตเห็นจากการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนตั้งแต่วงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึงวงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยเป็นแบบสังเกตแบบตรวจสอบรายการ และการเขียนบรรยายลักษณะพฤติกรรมบ่งชี้ที่สังเกตเห็นได้โดยการสังเกตของผู้วิจัยมีวิธีการสร้างและพัฒนา ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรม

ขั้นที่ 2 กำหนดประเด็นที่จะสังเกตพฤติกรรมโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์ 4 ขั้นตอนคือ ขั้นระบุปัญหา ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นเสนอวิธีแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบผลลัพธ์

ขั้นที่ 3 สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 นำแบบสังเกตทักษะการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจพิจารณา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและนำมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความเหมาะสม โดยพิจารณาประเด็นที่ต้องการสังเกต และความสอดคล้องของกับทักษะการแก้ปัญหา ตามกระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ คือ ปรับแก้พฤติกรรมที่ต้องการสังเกตให้มีความชัดเจน

ขั้นที่ 5 ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญโดยปรับแก้พฤติกรรมที่ต้องการสังเกตให้มีความชัดเจน และในแบบสังเกตแบบตรวจสอบรายการหนึ่งข้อจะมีเพียงหนึ่งพฤติกรรม

ขั้นที่ 6 นำแบบสังเกตทักษะการแก้ปัญหาไปใช้ในการเก็บข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

หลังจากการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยเก็บข้อมูลตามระเบียบวิธีวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลทั้งหมด 3 วงจร ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 แรงไฟฟ้า

ขั้นที่ 1 ขั้นการวางแผน ผู้วิจัยศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จากนั้นทำการศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาและคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ตามขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ อีกทั้งยังสร้างเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลทั้ง 4 เครื่องมือ ได้แก่ 1) ใบกิจกรรมการเรียนรู้ 2) แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา 3) แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ และ 4) แบบสังเกตทักษะการแก้ปัญหา ตามขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

ขั้นที่ 2 ขั้นการปฏิบัติ ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 1 โดยใช้เวลาจำนวน 4 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที และทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์การสอนเรื่องไฟฟ้าโดยใช้แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 ขั้นการสังเกต ผู้วิจัยได้สังเกตผลการจัดการเรียนรู้โดยการเก็บข้อมูลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจะใช้เครื่องมือแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ใบกิจกรรม และแบบสังเกตทักษะการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล นักเรียนจะสะท้อนผลการเข้าร่วมการจัดการเรียนรู้โดยแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา และใบกิจกรรม จากนั้นผู้วิจัยทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยการนำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา และใบกิจกรรม มาทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว ผู้วิจัยจะพิจารณาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ พร้อมทั้งหาวิธีการแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 2 การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

ขั้นที่ 1 ขั้นการวางแผน ผู้วิจัยปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามผลการวิเคราะห์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และจัดเตรียมเครื่องมือเช่นเดียวกับวงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นที่ 2 ขั้นการปฏิบัติ ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 1 โดยใช้เวลาจำนวน 4 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที และทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์การสอนเรื่องไฟฟ้าโดยใช้แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 ขั้นการสังเกต ผู้วิจัยได้สังเกตผลการจัดการเรียนรู้โดยการเก็บข้อมูลการ

พัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจะใช้เครื่องมือแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ใบกิจกรรม และแบบสังเกตทักษะการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล ผู้วิจัยวิเคราะห์การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน เช่นเดียวกับขั้นสะท้อนผลใน วงจรปฏิบัติการที่ 1 และนำผลการวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ ที่ได้ ไปใช้จัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ต่อไป

วงจรปฏิบัติการที่ 3 การต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน

ขั้นที่ 1 ขั้นการวางแผน ผู้วิจัยปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามผลการวิเคราะห์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และจัดเตรียมเครื่องมือเช่นเดียวกับวงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นที่ 2 ขั้นการปฏิบัติ ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แผน ที่ 1 โดยใช้เวลาจำนวน 4 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที และทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ จากผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชา วิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์การสอนเรื่องไฟฟ้าโดยใช้แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 ขั้นการสังเกต ผู้วิจัยได้สังเกตผลการจัดการเรียนรู้โดยการเก็บข้อมูลการ พัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจะใช้เครื่องมือแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ใบกิจกรรม และแบบสังเกตทักษะการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล ผู้วิจัยวิเคราะห์การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน เช่นเดียวกับขั้นสะท้อนผลในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และนำผลการวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ ที่ได้ มาสรุปแนวทางที่เหมาะสมต่อการนำไปพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์

หลังจากเก็บข้อมูลในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยจะดำเนินการทดสอบ ทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยใช้แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา จากนั้นนำผลการทดสอบที่ได้มา วิเคราะห์ถึงการพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้มีวิธีการวิเคราะห์ตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพจากเครื่องมือที่เกี่ยวข้องโดย แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ส่วน ตามเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อปรับปรุง และแก้ไขการ จัดการเรียนรู้ของตนเองเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องไฟฟ้า โดยผู้วิจัยจะวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือที่มีลักษณะข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ที่มีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

- 1.1 อ่านเนื้อหา วิเคราะห์และตีความข้อมูลจากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้
- 1.2 ทำการใส่รหัสของข้อมูล เพื่อใช้ในการจัดกลุ่มข้อความจากแบบสะท้อนการ จัดการเรียนรู้

1.3 จากนั้นวิเคราะห์แยกข้อความที่อยู่ในหมวดเดียวกัน โดยระบุแหล่งที่มาของข้อมูลว่ามาจากเครื่องมือใด รวมทั้งรายละเอียดในเรื่อง วัน เวลา สถานที่ของข้อมูล

1.4 ทำการลงข้อสรุปเพื่อสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ สรุปผลออกมาเป็นความเรียงว่ามีข้อปรับปรุงแก้ไขอย่างไร เพื่อนำไปสู่แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ดี (Best practice)

2. ใบบัณฑิตกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ไฟฟ้า โดยผู้วิจัยจะวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อตีความและสรุปข้อมูลที่ได้ ว่านักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับทักษะการแก้ปัญหาหรือไม่ และสรุปเป็นระดับทักษะการแก้ปัญหามาตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนด

3. แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ผู้วิจัยจะวิเคราะห์หลังจากการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ที่มีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

3.1 อ่านเนื้อหา วิเคราะห์และตีความข้อมูลจากคำตอบของนักเรียน

3.2 ทำการใส่รหัสของข้อมูล เพื่อใช้ในการจัดกลุ่มระดับทักษะการแก้ปัญหามาตามกระบวนการแก้ปัญหของเวียร์ เป็นระดับ สูง กลาง และต่ำ ดังในภาคผนวก ง

3.3 ทำการลงข้อสรุประดับทักษะการแก้ปัญหามาตามนักเรียนรายบุคคล จากนั้นข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ความถี่ และร้อยละ เพื่อนำมาสรุปเป็นผลการวิจัยต่อไป

ความน่าเชื่อถือของงานวิจัยเชิงคุณภาพ

งานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ยืนยันความน่าเชื่อถือของงานวิจัย โดยการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีสามเส้า (Triangulation) ทั้ง 2 วิธี คือวิธีการตรวจสอบแบบ สามเส้าด้านเครื่องมือวิจัย (Method Triangulation) และวิธีการตรวจสอบแบบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูล (Source Triangulation) อีกทั้งยังใช้การตรวจสอบกับผู้เชี่ยวชาญ (Peer Debriding) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. วิธีการตรวจสอบแบบสามเส้าด้านเครื่องมือวิจัย จากงานวิจัย ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือจำนวน 2 เครื่องมือในการศึกษาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน ได้แก่ ใบบัณฑิตกรรมการเรียนรู้ซึ่งจะใช้เก็บข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาซึ่งจะใช้เก็บข้อมูลหลังจากที่ดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้ว จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์และพิจารณาถึงผลสรุปของการดำเนินงานว่าเครื่องมือทั้ง 2 เครื่องมือให้ข้อมูลในประเด็นที่ตรงกันหรือเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่

2. วิธีการตรวจสอบแบบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูล จากงานวิจัย ผู้วิจัยจะใช้แบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการจัดการเรียนรู้กับผู้ให้ข้อมูล 2 แหล่งด้วยกัน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์การสอนเรื่องไฟฟ้า และตัว

ผู้วิจัยเอง ในการเก็บรวบรวมข้อมูล จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์และพิจารณาถึงผลสรุปของการดำเนินงานว่าให้ข้อมูลในประเด็นที่ตรงกันหรือเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่



บทที่ 4

ผลวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาเรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 3 แผน แผนที่ 1 เรื่องแรงไฟฟ้า แผนที่ 2 เรื่องวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย และแผนที่ 3 เรื่องการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรมการเรียนรู้ แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา และแบบสังเกตทักษะการแก้ปัญหา จากนั้นผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ และนำเสนอผลการวิเคราะห์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ตามจุดมุ่งหมายของการศึกษา ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 2 ศึกษาพัฒนาการของทักษะการแก้ปัญหาเรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 1 ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

จากการศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องไฟฟ้า ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิจัยเรียงตามลำดับวงจรการปฏิบัติการสอนและการเก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งออกเป็น 3 วงจร ได้แก่ วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่องแรงไฟฟ้า วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่องวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย และวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน ดังนี้

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่องแรงไฟฟ้า

1.1 การเตรียมการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่องแรงไฟฟ้า ให้กับนักเรียน

จำนวน 43 คน โดยระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรม และเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 4 ชั่วโมง ในวันที่ 1- 4 มีนาคม พ.ศ. 2565 ซึ่งเป็นเวลาเรียนปกติของนักเรียน ผู้วิจัย และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีประสบการณ์การสอนในเรื่องไฟฟ้าจะทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ จากการสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนโดยใช้เครื่องมือ คือ แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ และสร้างเครื่องมือเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ตามที่ได้ศึกษา หลังจากนั้นผู้วิจัยส่งเครื่องมือทั้งหมดให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

ในส่วนการของเตรียมการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาทั้งในประเทศ และต่างประเทศ เพื่อให้ทราบแนวทางที่ถูกต้องในการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา และนำมาปรับประยุกต์ใช้ให้มีความเหมาะสมกับบริบทในชั้นเรียนของผู้วิจัย จากการศึกษาผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แผนที่ 1 เรื่อง แรงไฟฟ้า โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาคือหรือแก้ไข

ชิ้นงาน

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

โดยรายละเอียดในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนใช้ความรู้เรื่องแรงไฟฟ้ามาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน คือ ปัญหาฝุ่น PM 2.5 โดยครูยกสถานการณ์ฝุ่น PM 2.5 ที่วัดได้จากเครื่องวัดปริมาณฝุ่น PM2.5 ที่ติดตั้งไว้ที่สถานศึกษาใช้งานร่วมกับแอปพลิเคชันเซ็นเซอร์ฟอ์ออล พบว่าในบางวันมีปริมาณฝุ่น PM2.5 ที่เกินมาตรฐานและเป็นอันตรายต่อสุขภาพของครูและนักเรียน จากนั้นครูให้นักเรียนสืบค้นวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว และนำความรู้มาออกแบบเครื่องกำจัดฝุ่นพลังงานไอออน และให้นักเรียนนำเสนอว่าเครื่องกำจัดฝุ่นของกลุ่มตนเองสามารถกำจัดฝุ่นได้ เพราะหลักการทางวิทยาศาสตร์ใด

1.2 การดำเนินการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในวันที่ 1-4 มีนาคม พ.ศ. 2565 ตามที่ได้วางแผนไว้ พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรมและการแก้ปัญหาของผู้เรียน และวิธีการจัดการเรียนการ

สอนของผู้วิจัย โดยใช้แบบสังเกตทักษะการแก้ปัญหา และแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้สังเกตคือผู้วิจัย และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ ที่มีประสบการณ์การสอนเรื่องไฟฟ้า ผลการศึกษาแยกตามขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (30 นาที) เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเพื่อหาแนวทางปฏิบัติ วิธีการ หรือสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

ในการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยการตั้งคำถามว่า นักเรียนรู้จักหรือเคยได้ยินคำว่าฝุ่น PM2.5 หรือไม่ จากนั้นผู้วิจัยจึงเปิดคลิปวิดีโอข่าวเกี่ยวกับฝุ่น PM2.5 และค่าสถิติฝุ่น PM2.5 ที่วัดจากเครื่องวัดปริมาณฝุ่นที่ติดตั้งไว้ในบริเวณโรงเรียนในเวลาสองสัปดาห์และให้นักเรียนช่วยกันเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นในแต่ละวันใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน โดยใช้เกมเปิดแผ่นป้ายเพื่อสุ่มให้นักเรียนตอบคำถาม ดังนี้ ปัญหาในวิดีโอที่นักเรียนได้ดูคืออะไร สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร ฝุ่น PM2.5 จะส่งผลเสียต่อสุขภาพของนักเรียนอย่างไร นักเรียนจะมีวิธีการแก้ไขปัญหานี้ได้อย่างไร ผู้วิจัย และนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาที่กำหนดสถานการณ์มาให้

ระหว่างการจัดการเรียนรู้พบว่า ในขั้นที่ 1 ระบุปัญหา นักเรียนให้ความสนใจในการเรียนดี อาจเป็นเพราะปัญหาฝุ่น PM2.5 เป็นปัญหาใกล้ตัวของนักเรียน และนักเรียนเคยได้ยินปัญหานี้มาบ่อยครั้ง ในส่วนของการใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน โดยใช้เกมส์เปิดแผ่นป้ายนักเรียนบางคนยังไม่ค่อยกล้าตอบคำถาม หรือตอบแต่ใช้เวลานาน เนื่องจากนักเรียนบางคนยังไม่กล้าแสดงออก และยังไม่เคยชินกับการเรียนในรูปแบบที่ตนเองเป็นศูนย์กลางของการจัดการเรียนรู้ นักเรียนเคยชินกับการเรียนรู้แบบเดิมที่ตนเองมีหน้าที่ตั้งใจเรียน และตั้งใจฟังเนื้อหาต่าง ๆ ที่ครูถ่ายทอดให้ ในขั้นตอนนี้ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ได้อย่างถูกต้อง

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ จากผู้เชี่ยวชาญพบว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยใช้สถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียน และนักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาได้ง่าย มีการใช้สื่อวิดีโอ และค่าสถิติฝุ่น PM2.5 ที่วัดได้จากในโรงเรียนทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ เพราะเป็นสถานการณ์ที่ใกล้ตัว ทำให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ได้ การตั้งคำถามของผู้วิจัยยังไม่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจเท่าที่ควร และในส่วนของคำตอบคำถามโดยใช้เกมส์เปิดแผ่นป้ายนั้นในการสุ่ม ดังภาพที่ 1 แสดงการใช้เกมเปิดแผ่นป้ายในการจัดการเรียนรู้ จะมีโอกาสเจอทั้งนักเรียนที่กล้าแสดงออก กล้าแสดงความคิดเห็นมีความเป็นผู้นำ แต่ในการสุ่มในกิจกรรมครั้งนี้พบนักเรียนที่ไม่ค่อยกล้าแสดงออกมากกว่า ทำให้การจัดกิจกรรมมีช่วงที่ติดขัด เนื่องจากนักเรียนใช้เวลานานกว่าที่จะตอบคำถาม หรือนักเรียนบางคนไม่ยอมตอบคำถาม ผู้วิจัยควร

ใช้คำถามกระตุ้นเพิ่มเติม ให้กำลังใจ หรือให้ความรู้เกี่ยวกับประเด็นคำถามเพื่อให้ผู้เรียนกล้าที่จะตอบคำถาม

... การตั้งคำถามของผู้วิจัยยังไม่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 1 มีนาคม 2565)



ภาพ 1 แสดงการใช้เกมเปิดแผ่นป้ายในการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (30 นาที) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา หลังจากนั้นจึงประเมินความเป็นไปได้แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

ในการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 5-6 คน แบบคละความสามารถ คือ เก่ง กลาง อ่อน โดยดูจากผลคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ในปีการศึกษาที่ผ่านมา จากนั้นให้นักเรียนทำการแบ่งหน้าที่ตามความเหมาะสมและความสามารถของแต่ละบุคคล พร้อมระบุหน้าที่ของตนเองในใบกิจกรรม ผู้วิจัยให้สถานการณ์ปัญหา คือ บ้านหรือในห้องเรียนที่เป็นสภาวะปิดแต่ก็ยังพบว่ามีฝุ่น PM2.5 เข้ามาในบ้านหรือในห้องเรียนได้แม้จะปิดประตูและหน้าต่างทั้งหมดของอาคารแล้วก็ตาม ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้น และช่วยกันเสนอความคิดเห็นว่าจะแก้ไขปัญหาฝุ่น PM2.5 ในสถานการณ์ดังกล่าวอย่างไรมากลุ่มละ 3 วิธี และร่วมกันอภิปรายถึงแนวทางปัญหาที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเสนอในด้านความเป็นไปได้ ระยะเวลาในการดำเนินการ ข้อจำกัดของแต่ละวิธีการ ผู้วิจัยและนักเรียนช่วยกันสรุปปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด (เครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออน) ผู้วิจัยอธิบายเกณฑ์การให้คะแนน พร้อมทั้งให้คำถามประเด็นสำคัญว่า เครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออนมีหลักการการทำงานอย่างไร และให้นักเรียนแต่ละ

กลุ่มอ่านใบความรู้เรื่องแรงไฟฟ้า พร้อมทั้งร่วมกันสืบค้นข้อมูลแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออน โดยผู้วิจัยได้มีการแนะนำแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมให้นักเรียนได้ศึกษา และรวบรวมข้อมูล

ระหว่างการจัดการเรียนรู้พบว่า ผู้เรียนตื่นเต้นและให้ความสนใจกับการทำกิจกรรมแบบกลุ่มมาก หลังจากที่ผู้เรียนได้นั่งประจำกลุ่มของตนเองแล้วผู้เรียนก็พูดคุยกับเพื่อนในกลุ่ม และไม่ฟังเวลาที่ผู้วิจัยอธิบายขั้นตอนในการทำกิจกรรม ทำให้ในการทำกิจกรรมผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะเดินมาถาม หรือยกมือถามว่าในการทำกิจกรรมต้องทำอะไรบ้าง

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ จากผู้เชี่ยวชาญพบว่า ในการจัดกิจกรรมแบบกลุ่มนี้หลังจากที่นักเรียนไปนั่งประจำในกลุ่มของตนเองแล้ว ผู้วิจัยควรจะรอให้นักเรียนนั่งให้เรียบร้อย และหยุดพูดคุยกันก่อน หรืออาจใช้กิจกรรมกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน แล้วจึงค่อยอธิบายการทำกิจกรรมต่อไป

... ควรจะรอให้นักเรียนนั่งให้เรียบร้อยก่อน แล้วจึงค่อยอธิบายการทำกิจกรรมต่อไป

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 1 มีนาคม 2565)



ภาพ 2 นักเรียนช่วยกันสืบค้นความรู้เพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาฝุ่น PM2.5

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (30 นาที) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องนำความรู้ที่ได้รวบรวมมานำมาออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี

ในการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยพบทวนสถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งอธิบายอุปกรณ์ที่นักเรียนจะได้รับในการประดิษฐ์เครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออน นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาอภิปรายกันภายในกลุ่ม ตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม และความเพียงพอของข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการสร้างเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออน และหลักการการทำงานของเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออน หากข้อมูลที่มีอยู่ไม่เพียงพอให้นักเรียนหาข้อมูลเพิ่มเติม นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออนลงในกระดาษและนำเสนอแบบเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออน พร้อมทั้งหลักการในการทำงานของแต่ละกลุ่มได้ทำการสืบค้นมา ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายหลักการการทำงานของเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออน

ระหว่างการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถอธิบายหลักการการทำงานของเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออนได้ เพราะข้อมูลที่สืบค้นมายังไม่เพียงพอ และระยะเวลาในการทำกิจกรรมน้อยเนื่องจากนักเรียนมีกิจกรรมเลือกตั้งประธานนักเรียน จึงทำให้การจัดการกิจกรรมต้องยืดหยุ่นในเรื่องของระยะเวลา

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ จากผู้เชี่ยวชาญพบว่าเวลาในการทำกิจกรรมไม่เพียงพอ ทำให้ผู้เรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถสืบค้นหลักการการทำงานของเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออนได้ รวมถึงผู้เรียนยังไม่เคยทำกิจกรรมในลักษณะนี้ ผู้วิจัยจึงควรออกแบบกิจกรรมและระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมให้มีความเหมาะสม และมีความยืดหยุ่นหากการจัดการกิจกรรมไม่เป็นไปตามแผนที่ได้วางเอาไว้

... ออกแบบกิจกรรมและระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมให้มีความเหมาะสม และมีความยืดหยุ่น

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 2 มีนาคม 2565)

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (30 นาที) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมายและขั้นตอนการดำเนินงานให้ชัดเจน

ในการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดขั้นตอนย่อยในการประดิษฐ์เครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออนพร้อมลงเขียนลงในใบกิจกรรม หลังจากนั้น

นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันประดิษฐ์เครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออนตามขั้นตอนย่อยที่สมาชิกในกลุ่มช่วยกันกำหนดขึ้นมา

ระหว่างการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนไม่เข้าใจการกำหนดขั้นตอนย่อยในการประดิษฐ์เครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออน และไม่สามารถกำหนดขั้นตอนย่อยในการประดิษฐ์เครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออนได้ ผู้วิจัยจึงต้องอธิบายยกตัวอย่างการกำหนดขั้นตอนย่อยง่ายๆในชีวิตประจำวันมาเป็นตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนเข้าใจ

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ จากผู้เชี่ยวชาญพบว่านักเรียนไม่สามารถกำหนดขั้นตอนย่อยในการประดิษฐ์เครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออนได้ เพราะนักเรียนยังไม่มีประสบการณ์ในการทำกิจกรรมในลักษณะนี้ ผู้วิจัยควรที่จะอธิบายให้นักเรียนเข้าใจก่อนว่าการกำหนดขั้นตอนย่อยในการประดิษฐ์ หรือในการแก้ปัญหาคืออะไร และมีประโยชน์อย่างไร

... ถ้านักเรียนยังไม่มีประสบการณ์ในการทำกิจกรรม ควรอธิบายให้นักเรียนเข้าใจก่อน

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 2 มีนาคม 2565)



ภาพ 3 แสดงตัวอย่างการประดิษฐ์เครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออน

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน (60 นาที) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนปรับปรุงแก้ไขวิธีการ หรือชิ้นงาน จนมีผลลัพธ์หรือประสิทธิภาพตามต้องการ

ในการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออนเสร็จแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออนของ

ตนเอง มาทดสอบ โดยใช้วันรูปแทนฝุ่น PM2.5 ที่เกิดจากการเผาไหม้ และใช้เครื่องตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM2.5 มาใช้ในการวัดประสิทธิภาพ หากเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออนของนักเรียนกลุ่มใดไม่สามารถใช้งานได้ให้ปรับปรุงแก้ไขโดยมีเวลาปรับปรุงแก้ไข 15 นาที นักเรียนบันทึกวิธีการปรับปรุงแก้ไขในใบกิจกรรม แล้วนำมาทดสอบอีกครั้ง

ระหว่างการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนส่วนใหญ่จะสร้างชิ้นงานเสร็จพร้อมๆกันเกือบจะทุกกลุ่ม และนักเรียนทุกกลุ่มก็อยากที่จะนำเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออนของกลุ่มตนเองมาทดสอบ จึงทำให้เกิดความวุ่นวายในการจัดลำดับกลุ่มนักเรียนที่จะได้นำเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออนมาทดสอบก่อนหลัง และหลังจากที่นักเรียนทดสอบแล้วบางกลุ่มที่สำเร็จก็จะพูดคุยเสียงดัง หรือเดินไปมาดูกลุ่มอื่นรอบห้องเรียนทำให้เกิดความวุ่นวาย และเป็นการรบกวนกลุ่มเพื่อนที่ต้องปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ จากผู้เชี่ยวชาญพบว่าในช่วงเวลาที่นักเรียนแต่ละกลุ่มประดิษฐ์เครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออนเสร็จแล้ว นักเรียนบางกลุ่มที่ทำงานได้สำเร็จตามเป้าหมายก็เดินไปมาดูเพื่อนกลุ่มอื่น มีการหยอกล้อเพื่อน ซึ่งอาจทำให้เพื่อเสียกำลังใจ ผู้วิจัยการทดสอบเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออนอยู่หน้าห้องจึงทำให้ดูแลนักเรียนได้ไม่ทั่วถึง หลังจากให้นักเรียนประดิษฐ์ชิ้นงานสำเร็จแล้วผู้วิจัยควรให้นักเรียนนั่งอยู่ที่กลุ่มของตนเองก่อนและให้นักเรียนเดินมาทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออนที่ละกลุ่มตามลำดับ หากมีกลุ่มไหนต้องปรับปรุงแก้ไขผู้วิจัยควรให้คำแนะนำ

... หลังจากให้นักเรียนประดิษฐ์ชิ้นงานเสร็จควรให้นักเรียนนั่งประจำที่กลุ่มตนเองก่อน การทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานควรให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาทดสอบตามลำดับ (ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 3 มีนาคม 2565)



ภาพ 4 แสดงตัวอย่างการทดสอบประเมินผลงาน



ภาพ 5 แสดงตัวอย่างปรับปรุงผลงาน

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน (30 นาที) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องนำเสนอผลลัพธ์ของกรแก้ปัญหาต่อสาธารณชน โดยต้องนำเสนอในรูปแบบที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

ในการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้หลังจากที่แต่ละกลุ่มปรับแก้ชิ้นงานของตนเองจนมีประสิทธิภาพตามต้องการแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงานของตนเองหน้าชั้นเรียน

ระหว่างการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนยังไม่ค่อยกล้าแสดงออกในการนำเสนอชิ้นงานของตนเอง แม้ว่าชิ้นงานของตนเองจะสวยงามและประสบความสำเร็จก็ตาม อาจเป็นเพราะนักเรียนยังขาดความมั่นใจเนื่องจากนักเรียนเป็นนักเรียนห้องศิลปะ ในการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมาการแสดงออกทางความคิดเห็นหรือการพูดหน้าชั้นเรียนยังค่อนข้างน้อย ทำให้นักเรียนขาดประสบการณ์และขาดความมั่นใจ

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ จากผู้เชี่ยวชาญพบว่านักเรียนไม่ค่อยพูด ไม่ค่อยกล้าแสดงออก บางกลุ่มจะพูดก็ต่อเมื่อผู้วิจัยซักถาม คำตอบของนักเรียนคล้ายคลึงกัน ยังไม่แปลกใหม่ นำเสียงของนักเรียนยังไม่หนักแน่นแสดงถึงความไม่มั่นใจ ผู้วิจัยควรที่จะให้คำถามไว้ล่วงหน้า หรือให้แนวทางไว้ล่วงหน้าว่านักเรียนจะต้องออกมาตอบคำถาม หรือออกมานำเสนอในประเด็นไหนบ้าง เพื่อให้นักเรียนได้ซักซ้อมเตรียมตัวกับเพื่อนๆในกลุ่มมาก่อนซึ่งเป็นการช่วยลดความตื่นเต้น และช่วยสร้างความมั่นใจให้กับผู้เรียน

... ควรที่จะให้คำถามไว้ล่วงหน้า หรือให้แนวทางไว้ล่วงหน้าว่านักเรียนจะต้องออกมาตอบคำถาม

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 4 มีนาคม 2565)

1.3 สรุปผลการสะท้อนการจัดการเรียนรู้

ในขั้นตอนการสะท้อนผล ข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนผลมาจากเครื่องมือดังนี้ 1) แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ 2) แบบบันทึกกิจกรรม โดยการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มาจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้แก่ 1) ผู้วิจัย 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์การสอนเรื่องไฟฟ้า

ข้อดีในการจัดการเรียนรู้

1) สถานการณ์ที่นำมาใช้เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียน

2) ผู้วิจัยใช้รูปแบบการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้

3) กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้อย่างแท้จริง

4) ผู้เรียนได้มีโอกาสสืบค้นข้อมูล และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

ข้อบกพร่องในการจัดการเรียนรู้

1) ในช่วงการแบ่งกลุ่ม ผู้วิจัยควรให้นักเรียนนั่งประจำกลุ่มและรอให้นักเรียนอยู่ในสงบ เรียบร้อย และจึงค่อยดำเนินกิจกรรมต่อ เพราะนักเรียนส่วนใหญ่ตื่นตัวกับการทำกิจกรรมแบบกลุ่มทำให้มีการพูดคุยกันเสียงดัง

2) นักเรียนยังไม่มีประสบการณ์ และยังไม่เข้าใจวิธีการในการเขียนขั้นตอนการทำงาน ผู้วิจัยจึงควรยกตัวอย่างการทำงานง่ายๆ และให้นักเรียนตัวแทน หรือนักเรียนที่อาสาลองเขียนขั้นตอนการทำงาน เพื่อเป็นการเตรียมพร้อมนักเรียนก่อนการทำกิจกรรม

3) เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มระบุปัญหาจากสถานการณ์ ผู้วิจัยควรที่จะแสดงปัญหาของนักเรียนแต่ละกลุ่มให้เพื่อนๆ ได้ดู

4) ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมสั้นเกินไป และไม่ยืดหยุ่น

5) ในขั้นการทดสอบชิ้นงานเพื่อไม่ให้เกิดความวุ่นวายผู้วิจัยควรให้นักเรียนออกมาทดสอบชิ้นงานตามลำดับ และควรให้นักเรียนออกมาทั้งกลุ่มเพื่อร่วมกันหาแนวทางในการแก้ไขชิ้นงานร่วมกัน

6) นักเรียนบางกลุ่มไม่ให้ความสำคัญ และไม่สนใจในการเขียนขั้นตอนการทำงาน แต่จะประดิษฐ์ชิ้นงานให้เสร็จก่อน และจึงค่อยกลับมาเขียนขั้นตอนการทำงานในภายหลัง

การจัดการเรียนรู้ในวงจรที่หนึ่ง แสดงให้เห็นว่า ยังพบปัญหาในการดำเนินการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากนักเรียนยังคุ้นชินกับการจัดการเรียนรู้แบบครูเป็นศูนย์กลาง ทำให้นักเรียนยัง

ไม่ค่อยมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในกลุ่ม และกับครูเท่าที่ควร นักเรียนยังไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองว่าตนเองนั้นจะต้องเป็นผู้ที่ค้นคว้าความรู้ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนไม่ค่อยกล้าแสดงออก ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ไม่กล้าตอบคำถาม ในขั้นตอนการระบุปัญหานักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถระบุปัญหา และในส่วนของ การหาวิธีการแก้ปัญหาบางวิธีการของนักเรียนยังมีความเป็นไปได้ น้อย และยังไม่อาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์ ยังมีความวุ่นวายในช่วงของการออกมาทดลอง ชิ้นงานหน้าชั้นเรียน

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่องวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

2.1 การเตรียมการจัดการเรียนรู้

จากผลการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ใ้ให้ผู้วิจัยได้ทราบถึงแนวทางในการปรับปรุง และวางแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่องวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ใ้แก่นักเรียนจำนวน 43 คน โดยระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมและการเก็บรวบรวมข้อมูล คือวันที่ 7-10 มีนาคม 2565 จำนวนทั้งหมด 4 ชั่วโมง ซึ่งเป็นเวลาเรียนปกติของนักเรียนตามตารางเรียน ผู้วิจัยและครูประจำการที่มีประสบการณ์การสอนเรื่องไฟฟ้าจะทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้เครื่องมือคือแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้

โดยรายละเอียดในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เป็นกิจกรรมที่ใ้ให้นักเรียนใ้ความรู้เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายมาแก้ปัญหาการขาดแคลนเชื้อเพลิง และน้ำมันมีราคาแพง โดยการออกแบบและสร้างรถพลังงานไฟฟ้า โดยมีเงื่อนไขว่ารถพลังงานไฟฟ้าของนักเรียนจะต้องสามารถบรรทุกดินน้ำมันน้ำหนักที่ครูกำหนดใ้ได้ ผู้วิจัยได้เตรียมอุปกรณ์สำหรับการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย คอมพิวเตอร์ประจำห้องเรียน ชุดอุปกรณ์รถของเล่น มอเตอร์ ถ่านไฟฉาย ใ้กิจกรรมเรื่องวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

2.2 การดำเนินการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในระหว่างวันที่ 7-10 มีนาคม 2565 ตามที่ได้วางแผนไว้ พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาของผู้เรียน และวิธีการจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัย โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรม และแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้สังเกตคือผู้วิจัย และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์การสอนเรื่องไฟฟ้า ผลการศึกษาแยกตามขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (60 นาที) เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเพื่อหาแนวทางปฏิบัติ วิธีการ หรือสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

ในการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยอภิปรายสถานการณ์พลังงานของประเทศไทยโดยเฉพาะราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่ปรับตัวเพิ่มสูงขึ้น การขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งมีความพยายามหาแหล่งพลังงานอื่นมาทดแทนเพื่อใช้ในชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยใช้คำถามในการอภิปรายดังนี้ ยกตัวอย่างสิ่งของที่ต้องอาศัยน้ำมันเชื้อเพลิงในการทำงาน พลังงานที่จะสามารถนำมาทดแทนพลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงมีอะไรบ้าง ผู้วิจัยยกประเด็นเกี่ยวกับรถยนต์ที่ใช้ไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงาน พร้อมใช้รูปกลไกการทำงานของรถไฟฟ้ามาประกอบการอภิปราย โดยใช้คำถามดังนี้ รถไฟฟ้ามีกลไกการทำงานแตกต่างจากรถที่ใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงอย่างไร องค์ประกอบสำคัญของรถไฟฟ้าคืออะไร ข้อดีของรถไฟฟ้าเมื่อเทียบกับรถที่ใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นอย่างไร ผู้วิจัยชี้แจงประเด็นเกี่ยวกับการใช้แบตเตอรี่เพื่อเก็บพลังงานไฟฟ้าในรถยนต์ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของระยะเวลาการใช้งานที่จำกัดต่อการชาร์จไฟฟ้าแต่ละครั้ง ดังนั้น จึงต้องออกแบบรถยนต์ให้ใช้พลังงานที่มีอยู่ในแบตเตอรี่อย่างจำกัดในคัมค่าที่สุด ผู้วิจัยชี้แจงจุดประสงค์ของกิจกรรมว่านักเรียนจะได้สร้างรถของพลังงานไฟฟ้าของเล่น เพื่อให้วิ่งได้เร็วที่สุดโดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากถ่านไฟฉายที่มีอยู่อย่างจำกัด และทบทวนความรู้ที่เรียนมาแล้วเกี่ยวกับการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายโดยให้นักเรียนบอกวิธีการต่อวงจรไฟฟ้าให้หลอดไฟสว่างโดยใช้ถ่านไฟฉาย 1 ก้อน และหลอดไฟขนาด 2.5 V และใช้คำถามดังนี้ ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้ามีอะไรบ้าง การต่อวงจรไฟฟ้าแบบใดที่ทำให้หลอดไฟสว่าง เพราะเหตุใด วงจรปิดและวงจรเปิดต่างกันอย่างไร ผู้วิจัยนำเข้าสู่กิจกรรมว่านอกจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เราคุ้นเคย เช่น หลอดไฟที่ใช้ถ่านไฟฉายเพียงก้อนเดียวเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าแล้วยังมีอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ ที่ต้องอาศัยเซลล์ไฟฟ้าหรือถ่านไฟฉายหลายก้อนต่อกันเพื่อเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เช่น ของเล่นต่างๆ ครูนำตัวอย่างรถพลังงานไฟฟ้าของเล่นให้นักเรียนสังเกตโครงสร้าง ส่วนประกอบของรถว่ามีอะไรบ้าง ผู้วิจัยถามความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของรถพลังงานไฟฟ้าของเล่น โดยใช้คำถามดังนี้ การใช้ถ่านไฟฉายหลายก้อนต่อกันกับการใช้ถ่านไฟฉายก้อนเดียวจะทำให้เกิดผลต่อการทำงานของรถของเล่นแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร การต่อถ่านไฟฉายมากกว่า 1 ก้อน แบบใดที่ทำให้ได้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้น ปัจจัยใดบ้างในการสร้างรถของเล่นที่มีผลทำให้ของรถของเล่นเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด หากจะออกแบบรถของเล่นไฟฟ้าเพื่อแข่งขันว่ารถคันใดเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด จะต้องออกแบบรถของนักเรียนนักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่ารถคันใดเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด ผู้วิจัยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน คละความสามารถ และเพศ จากนั้นจึงแจกอุปกรณ์ประดิษฐ์รถพลังงานไฟฟ้าของเล่นให้นักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด โดยในขั้นนี้ผู้วิจัยอธิบายการทำงานของชิ้นส่วนต่าง ๆ และกำหนดปัญหาให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดังนี้ “ให้นักเรียนสร้างรถพลังงานไฟฟ้าของเล่น ให้วิ่งได้เร็วที่สุด โดยใช้ถ่านไฟฉาย

2 ก่อน และรถจะต้องรับน้ำหนักบรรทุกทุกดินน้ำมันที่ผู้วิจัยเตรียมไว้ให้ พร้อมทั้งชี้แจงเกณฑ์การให้คะแนนการออกแบบและสร้างรถของเล่น

ระหว่างการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีความสนใจในปัญหาอาจเป็นเพราะปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในปัจจุบัน และเป็นเรื่องใกล้ตัวของนักเรียน หลังจากที่ผู้วิจัยให้นักเรียนนั่งประจำกลุ่มของตนเองผู้วิจัยจะมีการเตรียมความพร้อมโดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตบมือเป็นจังหวะ แล้วจึงอธิบายสถานการณ์ปัญหาและขั้นตอนการทำกิจกรรม ทำให้นักเรียนทุกคนเข้าใจขั้นตอนการทำกิจกรรม แต่หลังจากที่ผู้วิจัยแจกอุปกรณ์ที่ให้นักเรียนใช้ในการสร้างรถพลังงานไฟฟ้า นักเรียนก็ตื่นเต้น และพูดคุยกันเสียงดัง บางคนก็เดินไปดูเพื่อนกลุ่มอื่นว่าได้อุปกรณ์เหมือนกับของตัวเองหรือไม่ และไม่ค่อนข้างสนใจฟังเกณฑ์การให้คะแนนเพราะนักเรียนอยากที่จะลงมือปฏิบัติ

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ จากผู้เชี่ยวชาญพบว่านักเรียนเริ่มคุ้นชินกับกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบนี้ บรรยากาศในห้องเรียนมีความเรียบร้อยขึ้น ผู้วิจัยใช้คำถามที่ตรงประเด็น นักเรียนเข้าใจปัญหา และสามารถระบุปัญหาได้ดีขึ้น ผู้วิจัยมีการใช้กิจกรรมการตบมือเข้าจังหวะมาเพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการทำกิจกรรม แต่ในช่วงการแจกอุปกรณ์นักเรียนมีความตื่นเต้นและอยากที่จะประดิษฐ์รถของเล่น มีการพูดคุยกับเพื่อนในกลุ่ม และกลุ่มข้างๆ ถึงรถของเล่นที่ตนเองจะสร้างทำให้นักเรียนบางคนไม่สนใจฟังคำชี้แจงและเกณฑ์การให้คะแนนของผู้วิจัย

... ผู้วิจัยใช้คำถามที่ตรงประเด็น นักเรียนเข้าใจปัญหา และสามารถระบุปัญหาได้ดีขึ้น

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 7 มีนาคม 2565)

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (30 นาที) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา หลังจากนั้นจึงประเมินความเป็นไปได้ แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

ในการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้รถเคลื่อนที่ได้เร็วเช่นเรื่องพลังงานไฟฟ้ารูปร่างและความสมดุลของตัวรถ แล้วนำมาอภิปรายกันในกลุ่มเพื่อนำไปออกแบบรถพลังงานไฟฟ้า

ระหว่างการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีความเตรียมพร้อมในการหาข้อมูลมากขึ้นกว่าการจัดการกิจกรรมในครั้งแรก นักเรียนเริ่มเรียนรู้จักหน้าที่ของตนเอง บางกลุ่มมีการแบ่งหน้าที่และทำงานตามหน้าที่ที่ตนเองรับมอบหมาย การสืบค้นมีความตรงประเด็นมากขึ้น มีการแสดงความ

คิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม เช่น ประเด็นน้ำหนักของกรณีผลต่อความเร็วในการเคลื่อนที่ ส่วนที่จะบรรทุกของต้องมีความมั่นคง เป็นต้น

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ จากผู้เชี่ยวชาญพบว่าในการจัดกิจกรรมครั้งนี้ นักเรียนเข้าใจบทบาทของตนเองมากขึ้น นักเรียนมีความพร้อมมากขึ้น มีการแบ่งหน้าที่ทำงานภายในกลุ่มได้ดีทำให้ในการจัดกิจกรรมในขั้นตอนนี้มีความสงบเรียบร้อย และผ่านไปด้วยดี นักเรียนใช้เวลาในการสืบค้นข้อมูลรวดเร็วขึ้นกว่าครั้งก่อน

... นักเรียนเข้าใจบทบาทของตนเองมากขึ้น มีการแบ่งหน้าที่ทำงานภายในกลุ่มได้ดี

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 8 มีนาคม 2565)

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (30 นาที) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องนำความรู้ที่ได้รวบรวมมานำมาออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี

ในการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวาดแบบรถและอธิบายการต่อวงจรไฟฟ้า พร้อมทั้งบรรยายการวัสดุและจำนวนที่ใช้ นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอโดยเริ่มจากนำเสนอว่ามีปัญหาหรือความต้องการอะไร แล้วมีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างไรซึ่งประกอบด้วยรูปแบบของรถของเล่นพร้อมทั้งรายละเอียดวัสดุที่ใช้

ระหว่างการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนกล้าแสดงออกมากขึ้น บางกลุ่มมีการเปลี่ยนเพื่อนที่จะมานำเสนอไม่ให้ซ้ำกับคนเดิมที่เคยนำเสนอมาแล้ว มีการชักชวนนำเสนอภายในกลุ่ม บางกลุ่มในขณะที่เพื่อนนำเสนอไม่ตั้งใจฟังเพราะกำลังเตรียมนำเสนอของกลุ่มตนเอง มีการพูดคุยกันภายในกลุ่มระหว่างที่เพื่อนกลุ่มอื่นนำเสนอ นักเรียนสามารถนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่มีความสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ จากผู้เชี่ยวชาญพบว่าการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ นักเรียนสามารถนำเสนอผลงานการออกแบบรถของกลุ่มตนเองได้ มีการเตรียมตัวก่อนที่จะนำเสนอ แต่ในขณะที่เพื่อนนำเสนออยู่นักเรียนบางกลุ่มยังมีการพูดคุยกัน ผู้วิจัยควรตั้งกฎกติกาตั้งแต่เริ่มแรกกว่าเวลาที่เพื่อนนำเสนอควรตั้งใจฟัง หรืออาจมีเวลาให้นักเรียนได้เตรียมตัวก่อนนำเสนอประมาณ 5 นาที นักเรียนสามารถนำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาก็เหมาะสมและมีความเป็นไปได้

... ควรตั้งกฎกติกาตั้งแต่เริ่มแรกกว่าเวลาที่เพื่อนนำเสนอควรตั้งใจฟัง หรืออาจมีเวลาให้นักเรียนได้เตรียมตัวก่อนนำเสนอประมาณ 5 นาที

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 8 มีนาคม 2565)

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (60 นาที) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมายและขั้นตอนการดำเนินงานให้ชัดเจน

ในการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนการทำงานก่อนลงมือสร้าง โดยผู้วิจัยมีการอธิบายว่าการวางแผนคืออะไร และจะเกิดประโยชน์อย่างไรต่อการทำงานของนักเรียน โดยมีการยกตัวอย่างการทำงานของวิศวกรในการวางแผนการสร้างอาคาร จากนั้นจึงให้นักเรียนสร้างรถพลังงานไฟฟ้าของเล่นโดยใช้วัสดุตามที่ได้ออกแบบภายในเวลา 1 ชั่วโมง ทั้งนี้นักเรียนทุกกลุ่มต้องเก็บเศษวัสดุเหลือใช้เพื่อนำไปประเมินความคุ้มค่าของวัสดุที่ใช้ไปขึ้นทดสอบ ประเมินผล

ระหว่างการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนสามารถวางแผน และระบุขั้นตอนการสร้างรถพลังงานไฟฟ้าได้ นักเรียนสามารถออกแบบรถพลังงานไฟฟ้าโดยใช้การวาดรูปร่างอย่างง่ายแต่ยังไม่มีการระบุขนาด และอัตราส่วน เนื่องจากผู้วิจัยไม่ได้เน้นให้นักเรียนใส่ขนาดและอัตราส่วนลงไป

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ จากผู้เชี่ยวชาญพบว่าการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ นักเรียนเขียนขั้นตอนการทำงานได้ ซึ่งต่างจากในครั้งแรกนักเรียนมีความมุ่งมั่น และตั้งใจในการทำกิจกรรมดี ผู้วิจัยมีการยกตัวอย่างการวางแผนการทำงานและบอกประโยชน์ของการวางแผนการทำงาน นักเรียนสามารถออกแบบ และวาดแบบของรถพลังงานไฟฟ้าของกลุ่มตนเองได้ แต่ยังมีขาดรายละเอียดบางอย่างไป เช่น ขนาด วัสดุที่จะใช้

... การยกตัวอย่างการวางแผนการทำงานและบอกประโยชน์ของการวางแผนการทำงาน

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 9 มีนาคม 2565)



ภาพ 6 แสดงตัวอย่างการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน (30 นาที) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนปรับปรุงแก้ไขวิธีการ หรือชิ้นงาน จนมีผลลัพธ์หรือประสิทธิภาพตามต้องการ

ในการจัดการเรียนรู้เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างรถพลังงานไฟฟ้าเสร็จแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำรถพลังงานไฟฟ้าของเล่นมาชั่งน้ำหนักโดยเรียงลำดับให้กลุ่มที่ทำเสร็จเป็นกลุ่มแรกได้ชั่งก่อน ผู้วิจัยตั้งหน่วยของเครื่องชั่งให้เป็นกิโลกรัม และให้นักเรียนช่วยกันแปลงหน่วยให้เป็นกรัม หลังจากนั้นให้นักเรียนทดสอบการทำงานของรถพลังงานไฟฟ้าในบริเวณที่ผู้วิจัยจัดเตรียมไว้ให้ หากรถไม่เคลื่อนที่ หรือเคลื่อนที่ช้าให้ปรับปรุงแก้ไขโดยมีเวลาปรับปรุงแก้ไข 30 นาทีนักเรียนบันทึกวิธีการปรับปรุงแก้ไขในใบกิจกรรม แล้วนำมาทดสอบอีกครั้ง หลังจากนั้นผู้วิจัยจัดแข่งขันโดยรถของเล่นไฟฟ้าของกลุ่มไหนเข้าเส้นชัยก่อนเป็นผู้ชนะ

ระหว่างการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีการทดสอบรถพลังงานไฟฟ้าอย่างเป็นระเบียบ หลังจากทีทดสอบแล้วมีการปรับแก้ไข นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนกันระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีความชื่นชอบในเรื่องนี้ก็มีการให้คำแนะนำเพื่อนๆเป็นอย่างดี นักเรียนมีการเขียนปัญหาที่พบและวิธีการแก้ไขลงในใบกิจกรรม

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ จากผู้เชี่ยวชาญพบว่าการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้การนำรถไปชั่งน้ำหนัก และการทดสอบประสิทธิภาพของรถไม่ยุ่งวาย เรียบร้อย นักเรียนมีการปรับปรุงแก้ไขจนรถสามารถวิ่งได้ และเขียนการปรับปรุงแก้ไขลงในใบกิจกรรมนักเรียนที่เก่งให้ความรู้และคำแนะนำเพื่อนได้ดี นักเรียนมีความตั้งใจที่จะปรับปรุงรถพลังงานไฟฟ้าของกลุ่ม

ตนเองให้ได้รับชัยชนะ บางกลุ่มเกิดปัญหาการวิ่งถอยหลังผู้วิจัยควรที่จะช่วยแก้ปัญหาให้นักเรียนให้ทัน หรือให้คำแนะนำแก่นักเรียนในทันที

... ผู้วิจัยควรที่จะช่วยแก้ปัญหาให้นักเรียนให้ทัน หรือให้คำแนะนำแก่นักเรียน
ในทันที

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 10 มีนาคม 2565)



ภาพ 7 แสดงตัวอย่างการทดสอบ ประเมินผล ชิ้นงาน



ภาพ 8 แสดงตัวอย่างการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน (30 นาที) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องนำเสนอผลลัพธ์ของกรแก้ปัญหาต่อสาธารณะชน โดยต้องนำเสนอในรูปแบบที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

ในการจัดกิจกรรมผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน และอธิบายในประเด็นต่อไปนี้

1) รถพลังงานไฟฟ้าของเล่นของกลุ่มเคลื่อนที่ได้เร็วตามที่ต้องการหรือไม่ อย่างไร

2) หลักการหรือปัจจัยใดที่กลุ่มนำมาพิจารณาในการสร้างรถให้วิ่งได้เร็วที่สุด และปัจจัยนั้นทำให้รถวิ่งได้เร็วตามที่ต้องการหรือไม่ อย่างไร

3) ถ้าจะปรับปรุงให้รถของเล่นวิ่งได้เร็วขึ้นอีก จะทำอย่างไร หลังจากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกันสรุปประเด็นและความรู้ที่ได้จากการสร้างรถพลังงานไฟฟ้าของเล่น โดยใช้คำถาม ดังนี้

- 1) การต่อวงจรไฟฟ้าในรถพลังงานไฟฟ้าของเล่นเป็นอย่างไร
- 2) การต่อเซลล์ไฟฟ้าให้มีพลังงานมากขึ้นทำได้อย่างไร และเรียกการต่อแบบนี้ว่าอย่างไร
- 3) การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมทำให้เกิดผลอย่างไรต่อการเคลื่อนที่ของรถ
- 4) ปัจจัยใดบ้างที่มีทำให้รถของเล่นไฟฟ้าวิ่งได้เร็ว และมีผลอย่างไร

ระหว่างการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนสามารถนำเสนอผลงาน และอธิบายในประเด็นต่างๆที่ผู้วิจัยถามได้ นักเรียนมีความมั่นใจในการพูดอภิปรายมากขึ้น

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ จากผู้เชี่ยวชาญพบว่าการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ นักเรียนสามารถนำเสนอผลงานของตนเอง นักเรียนสามารถตอบคำถามในประเด็นที่ผู้วิจัยถามได้ นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องการวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย และสามารถบอกส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้

... นักเรียนสามารถตอบคำถามในประเด็นที่ผู้วิจัยถามได้

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 10 มีนาคม 2565)

2.3 สรุปผลการสะท้อนการจัดการเรียนรู้

ในขั้นตอนการสะท้อนผล ข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนผลมาจากเครื่องมือดังนี้ 1) แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ 2) แบบบันทึกกิจกรรม โดยการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มาจาก

ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้แก่ 1) ผู้วิจัย 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์การสอนเรื่องไฟฟ้า

ข้อดีในการจัดการเรียนรู้

- 1) สถานการณ์ที่นำมาใช้เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียน
- 2) นักเรียนมีความคุ้นเคยกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเข้าใจบทบาทของตนเองในการเรียนรู้
- 3) ประเด็นคำถามมีความชัดเจน ทำให้นักเรียนสามารถระบุสาเหตุของปัญหาได้
- 4) ผู้วิจัยมีการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนในขณะเข้ากลุ่ม

ข้อบกพร่องในการจัดการเรียนรู้

- 1) ผู้วิจัยควรตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนด้วยใจหยาบๆ ก่อน เพราะนักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถคำนวณน้ำหนักได้อย่างถูกต้อง
- 2) ผู้วิจัยควรจะช่วยแก้ปัญหาให้นักเรียนให้ทัน หรือให้คำแนะนำแก่นักเรียนในทันที

การจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนเริ่มคุ้นชินกับการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา นักเรียนมีความสุข และเกิดแรงจูงใจใฝ่รู้ในการเรียนมากกว่าการเรียนแบบเดิม นักเรียนเข้าใจบทบาทของตนเองในการเรียน และมีการแบ่งหน้าที่กันทำภายในกลุ่มอย่างเหมาะสม นักเรียนสามารถระบุปัญหาได้ และใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ครูให้ได้

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่องการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้าน

3.1 การเตรียมการจัดการเรียนรู้

จากผลการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ใ้ให้ผู้วิจัยได้ทราบถึงแนวทางในการปรับปรุง และวางแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน ใ้แก่นักเรียนจำนวน 43 คน โดยระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมและการเก็บรวบรวมข้อมูล คือระหว่างวันที่ 14-17 มีนาคม 2565 จำนวนทั้งหมด 4 ชั่วโมง ซึ่งเป็นเวลาเรียนปกติของนักเรียนตามตารางเรียน ผู้วิจัยและครูประจำการที่มีประสบการณ์การสอนเรื่องไฟฟ้าจะทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้เครื่องมือคือแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้

โดยรายละเอียดในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 คือ ผู้วิจัยให้นักเรียนดูบ้านจำลอง 2 หลังซึ่งหลังที่ 1 ต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน หลังที่ 2 ต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม ผู้วิจัยลองเปลี่ยนหลอดไฟหนึ่งหลอดในบ้านทั้ง 2 หลัง ซึ่งหลอดไฟที่นำมาเปลี่ยนนั้นเป็นหลอดที่เสีย ปรากฏว่าบ้านหลังที่ 1 หลอดไฟดวงอื่นยังสามารถใช้งานได้ตามปกติ แต่บ้านหลังที่ 2 หลอดไฟดวงอื่นดับทั้งหมด ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนหาวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เรื่องการต่อหลอดไฟฟ้า

3.2 การดำเนินการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในระหว่างวันที่ 14-17 มีนาคม 2565 ตามที่ได้วางแผนไว้ พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาของผู้เรียน และวิธีการจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัย โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรม และแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้สังเกตคือผู้วิจัย และครูประจำการที่มีประสบการณ์การสอนเรื่องไฟฟ้า ผลการศึกษาแยกตามขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (60 นาที) เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเพื่อหาแนวทางปฏิบัติ วิธีการ หรือสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

ในการจัดกิจกรรมผู้วิจัยทบทวนความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย โดยการต่อเซลล์ไฟฟ้า 2 ก้อนแบบอนุกรม ผู้วิจัยเลือกตัวแทนนักเรียน 2-3 คน มาแข่งขันวาดรูปวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายบนกระดาน ซึ่งประกอบด้วยถ่านไฟฉาย 2 ก้อน สายไฟฟ้า 2 เส้น และหลอดไฟฟ้า 1 ดวง จากนั้นผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรม ดังนี้

1) ถ้าต่อถ่านไฟฉายอีกหลายก้อนเพิ่มเข้าไปในวงจรไฟฟ้าจะทำให้ใช้เวลาวาดรูปการต่อวงจรไฟฟ้ามากขึ้นกว่าเดิมหรือไม่ อย่างไร

2) เราจะมีวิธีสื่อสารเกี่ยวกับต่อวงจรไฟฟ้าได้ง่ายกว่านี้ได้หรือไม่ อย่างไร โดยผู้วิจัยยังไม่เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง

ผู้วิจัยให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ เรื่องการเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้า หลังจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นคำถามต่อไปนี้

1) การเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้ามีประโยชน์อย่างไร เพราะเหตุใด

2) สัญลักษณ์แต่ละแบบ แทนอุปกรณ์ไฟฟ้าใด

ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในสิ่งที่อยากรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้า จากนั้นร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุปว่าการเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าทำได้โดย

การเขียนสัญลักษณ์แทนรูปอุปกรณ์ต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้า เพื่อสื่อสารให้เข้าใจตรงกันได้ง่าย และสะดวก

ผู้วิจัยนำบ้านจำลองมาให้นักเรียนดู โดยภายในบ้านจำลองจะมีหลอดไฟขนาดเล็กจำนวน 5 หลอดแทนเครื่องใช้ไฟฟ้าในห้องต่างๆภายในบ้าน โดยในบ้านใช้เซลล์ไฟฟ้าคือ ถ่านไฟฉาย และเซลล์ผลไม้ เมื่อเปิดใช้งานหลอดไฟจะให้แสงสว่าง จากนั้นครูลองถอดหลอดไฟออก 1 หลอดจึงทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆในบ้านดับทั้งหลัง ผู้วิจัยถามนักเรียนว่าปัญหาของบ้านหลังนี้คืออะไร จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนช่วยกันอภิปรายว่าสาเหตุของปัญหานี้คืออะไร ผู้วิจัยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ระยะเวลา 5 คน ระยะเวลาและเพศ จากนั้นสมาชิกในกลุ่มช่วยกันสืบค้นเรื่องการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า

ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นคำถามต่อไปนี้

- 1) การต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถทำได้กี่แบบ อะไรบ้าง
- 2) นักเรียนคิดว่าการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งสองแบบมีความแตกต่างกันอย่างไร

ผู้วิจัยแจกอุปกรณ์การทำกิจกรรมบ้างพลังงานไฟฟ้า พร้อมทั้งอธิบายการทำกิจกรรม และให้สถานการณ์ปัญหาว่า ครูให้หลอดไฟจำนวน 5 หลอดแทนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้าน ให้นักเรียนออกแบบบ้านพร้อมคำนวณพื้นที่ใช้สอยภายในบ้าน และการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า พร้อมวาดแผนภาพแสดงการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า โดยมีเงื่อนไขว่า ถ้าเครื่องใช้ไฟฟ้าตัวใดตัวหนึ่งในบ้านเสียหรือดับเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆภายในบ้านจะต้องสามารถใช้งานได้

ระหว่างการจัดการเรียนรู้เมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนไปนั่งประจำกลุ่มของตนเอง ผู้วิจัยจะรอให้นักเรียนทุกคนนั่งอยู่ในความสงบก่อนจึงจะเริ่มดำเนินกิจกรรมต่อไป ในการแจกใบความรู้ ผู้วิจัยใช้การเดินแจกใบงานให้นักเรียนตามกลุ่ม โดยไม่ให้นักเรียนเดินออกมารับใบงานหน้าชั้นเรียน หลังจากที่ได้รับใบความรู้แล้วนักเรียนบางกลุ่มไม่สนใจใบงานผู้วิจัยจึงใช้วิธีการถามคำถาม และบอกนักเรียนว่าคำตอบจะอยู่ในใบความรู้ของนักเรียน หลังจากนักเรียนศึกษาใบงานผู้วิจัยให้นักเรียนสืบค้นเรื่องการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน นักเรียนสามารถสืบค้นได้ตรงประเด็นมีการบ้างหน้าที่กันสืบค้น มีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้ที่ได้สืบค้นกันภายในกลุ่ม นักเรียนสามารถหาวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้หลักความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ จากผู้เชี่ยวชาญพบว่านักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างเรียบร้อย ในส่วนของการศึกษาใบความรู้นักเรียนบางกลุ่มไม่ค่อยสนใจ ผู้วิจัยอาจจะเปลี่ยนเป็นการใช้สื่ออื่นๆแทน เช่น สื่อวิดีโอ หนังสือเรียน หรือเพิ่มใบความรู้จาก 2 ใบต่อ 1 กลุ่ม เป็น 1 ใบ ต่อ 1 คน ผู้เรียนสามารถระบุปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ได้

... อาจจะเปลี่ยนเป็นการใช้สื่ออื่นๆแทน เช่น สื่อวิดีโอ หนังสือเรียน หรือเพิ่ม
ใบความรู้จาก 2 ใบต่อ 1 กลุ่ม เป็น 1 ใบ ต่อ 1 คน

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 14 มีนาคม 2565)

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (30 นาที) เป็นขั้นตอนที่
นักเรียนจะต้องรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา หลังจากนั้นจึงประเมินความเป็นไปได้
แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

ในการจัดกิจกรรมผู้วิจัยให้นักเรียนทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า และนำมาอภิปราย
กันภายในกลุ่มว่าจะออกแบบวงจรการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างไร

ระหว่างการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนนักเรียนตื่นตัวกับการต่อวงจรไฟฟ้า และ
เนื่องจากหลอดไฟที่นักเรียนได้รับมีสีต่างๆกัน นักเรียนบางกลุ่มจึงเดินไปดูหลอดไฟของกลุ่มเพื่อนที่
ได้รับหลอดไฟสีแตกต่างจากกลุ่มของตนเอง แต่ก็ยังอยู่ในความสงบหลังจากที่ดูหลอดไฟของกลุ่ม
เพื่อนๆแล้วก็เดินกลับมายังกลุ่มของตนเอง นักเรียนมีการพูดคุยและอภิปรายกันภายในกลุ่มว่าควรที่จะ
ต่อหลอดไฟแบบไหนจึงเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง นักเรียนมีความสนใจว่าผลไม้ชนิดไหนอีกบ้าง
ที่สามารถนำมาทำเป็นเซลล์ไฟฟ้าได้ และผลไม้อื่นๆสามารถนำมาทำเป็นเซลล์ไฟฟ้าได้อย่างไร ครูจึงให้
นักเรียนสืบค้น และนำข้อมูลมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับเพื่อนๆกลุ่มอื่น

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ จากผู้เชี่ยวชาญพบว่านักเรียนทำ
กิจกรรมในขั้นตอนนี้ได้ดี นักเรียนบางคนเดินไปมาระหว่างกลุ่ม นักเรียนมีคำถามนอกเหนือจาก
ประเด็นคำถามของผู้วิจัย ผู้วิจัยให้นักเรียนสืบค้นความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถสืบค้นความรู้
เพื่อหาคำตอบในสิ่งที่สงสัย และสามารถอธิบายคำตอบให้เพื่อนๆในชั้นเรียนฟังได้

... นักเรียนมีคำถามนอกเหนือจากประเด็นคำถามของผู้วิจัย

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 15 มีนาคม 2565)



ภาพ 9 นักเรียนทดลองต่อวงจรไฟฟ้า

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (30 นาที) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องนำความรู้ที่ได้รวบรวมมานำมาออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี

ในการจัดกิจกรรมผู้วิจัยให้นักเรียนออกแบบวงจรการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าลงในกระดาษ และนำเสนอหน้าชั้นเรียน

ระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้สร้างกฎกติกาว่าในขณะที่เพื่อกลุ่มอื่นกำลังนำเสนอ นักเรียนต้องฟัง และให้เวลานักเรียนเตรียมตัวก่อนที่จะออกมานำเสนอ 5 นาที นักเรียนสามารถนำเสนอการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้ดี และมีการอ้างอิงโดยใช้ความรู้เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้า

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ จากผู้เชี่ยวชาญพบว่านักเรียนนำเสนอได้ดีขึ้นกว่าในครั้งแรก และครั้งที่สอง นักเรียนกลุ่มที่ยังไม่ได้นำเสนอที่ตั้งใจฟังสิ่งที่เพื่อนพูด ผู้วิจัยมีการสร้างกฎกติกาก่อนที่จะเริ่มทำกิจกรรม

... ผู้วิจัยมีการสร้างกฎกติกาก่อนที่จะเริ่มทำกิจกรรม

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 15 มีนาคม 2565)

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (30 นาที) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมายและขั้นตอนการดำเนินงานให้ชัดเจน

ระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยให้นักเรียนต่อวงจรไฟฟ้าตามที่ได้ออกแบบ โดยใช้อุปกรณ์ที่ครูแจกให้ภายในกลุ่ม นักเรียนมีการแบ่งหน้าที่ในการทำงาน จึงทำให้การจัดกิจกรรมใช้เวลาน้อยกว่าในวงรอบที่ 1 และ 2

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ จากผู้เชี่ยวชาญพบว่านักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรม ภายในกลุ่มมีการตกลงแบ่งหน้าที่กันอย่างเหมาะสม การทำกิจกรรมในครั้งนี้เสร็จก่อนเวลาที่ผู้วิจัยกำหนดให้ นักเรียนบางคนเดินไปมาระหว่างกลุ่มต่างๆ แต่ไม่ได้วุ่นเหมือนในการจัดกิจกรรมครั้งแรก

... การตกลงแบ่งหน้าที่กันอย่างเหมาะสม

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 16 มีนาคม 2565)



ภาพ 10 การวางแผนดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน (60 นาที) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนปรับปรุงแก้ไขวิธีการ หรือชิ้นงาน จนมีผลลัพธ์หรือประสิทธิภาพตามต้องการ

ระหว่างการจัดการเรียนรู้เมื่อนักเรียนต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าตามที่ได้ออกแบบไว้แล้ว ผู้วิจัยให้เวลานักเรียนทดสอบและปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน 15 นาที ในขั้นตอนนี้ นักเรียนก็ทำการ

ทดสอบและปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานกันภายในกลุ่มของตนเอง นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความรู้โดยการเดินดูชิ้นงานของเพื่อนกลุ่มอื่น นักเรียนสามารถนำความรู้มาปรับแก้ชิ้นงานของตนเองจนสำเร็จได้

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในชั้นตอนนี้ จากผู้เชี่ยวชาญพบว่านักเรียนมีความเคยชินกับการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบใหม่ ทำให้นักเรียนเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองในการเรียน และสามารถปฏิบัติตนได้อย่างเหมาะสม

... นักเรียนเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองในการเรียนและสามารถปฏิบัติตนได้อย่างเหมาะสม

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 16 มีนาคม 2565)



ภาพ 11 นักเรียนแก้ไขปรับปรุงชิ้นงานของกลุ่มตนเอง

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน (30 นาที) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องนำเสนอผลลัพธ์ของกรแก้ปัญหาต่อสาธารณชน โดยต้องนำเสนอในรูปแบบที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หลังจากที่แต่ละกลุ่มปรับแก้ชิ้นงานของตนเองจนมีประสิทธิภาพตามต้องการแล้ว ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงานของตนเองหน้าชั้นเรียนการดำเนินกิจกรรมเป็นไปอย่างเรียบร้อย นักเรียนเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเอง นักเรียนมีความกล้าแสดงออกมากขึ้น เมื่อมีข้อสงสัยนักเรียนกล้าที่จะยกมือถามและกล้าแสดงความคิดเห็น

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในชั้นตอนนี้ จากผู้เชี่ยวชาญพบว่า บรรยากาศในการจัดการเรียนรู้มีความเรียบร้อยดี นักเรียนสามารถนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้ มีการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มาประกอบวิธีการแก้ปัญหา

... นักเรียนสามารถนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้ มีการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มาประกอบวิธีการแก้ปัญหา

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 17 มีนาคม 2565)

3.3 สรุปผลการสะท้อนการจัดการเรียนรู้

ในขั้นตอนการสะท้อนผล ข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนผลมาจากเครื่องมือดังนี้ 1) แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ 2) แบบบันทึกกิจกรรม โดยการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มาจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้แก่ 1) ผู้วิจัย 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์การสอนเรื่องไฟฟ้า

ข้อดีในการจัดการเรียนรู้

- 1) ผู้วิจัยมีการใช้สื่อแบบจำลองบ้านที่มีการต่อวงจรไฟฟ้ามากระตุ้นความสนใจของผู้เรียน
- 2) ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และซักถามข้อสงสัยอื่นที่นอกเหนือจากประเด็นคำถาม
- 3) ผู้วิจัยมีการบอกเวลาในการทำกิจกรรม ทำให้นักเรียนสามารถบริหารเวลาได้ดี
- 4) กิจกรรมดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดี
- 5) ผู้วิจัยมีการตั้งกฎกติกาในการทำกิจกรรม ทำให้การทำกิจกรรมเป็นไปอย่างเรียบร้อย

ข้อบกพร่องในการจัดการเรียนรู้

- 1) นักเรียนไม่ค่อยสนใจสื่อการเรียนรู้ในรูปแบบใบงาน ผู้วิจัยควรปรับปรุงสื่อให้มีความน่าสนใจ

การจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 3 แสดงให้เห็นว่า ผู้วิจัยมีการใช้สถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียน มีการยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่นักเรียนเคยพบเจอ มีการใช้สื่อบ้านจำลองเพื่อให้นักเรียนมองเห็นภาพเป็นรูปธรรมและกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาได้อย่างถูกต้อง ผู้วิจัยให้นักเรียนนั่งอยู่ประจำกลุ่มผู้วิจัยเป็นผู้ที่เดินแจกใบงาน ทำให้ห้องเรียนเกิดความเรียบร้อย นักเรียนเกิดประเด็นสงสัยและมีการตั้งคำถามนอกเหนือจากประเด็นปัญหาที่ผู้วิจัยให้ ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สืบค้นความรู้ในประเด็นที่สงสัย และมีการให้นักเรียนอภิปรายให้เพื่อน

ฟัง นักเรียนสามารถสืบค้นความรู้เพื่อนำมาใช้ประกอบการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนสามารถคาดคะเนผลลัพธ์ที่เกิดจากการแก้ปัญหาด้วยวิธีที่เสนอโดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์



ตาราง 6 แสดงผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องไฟฟ้า

ขั้นตอนการ เรียนรู้	1	2	3	แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม ศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา
ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา	การตั้งคำถามของผู้วิจัยยังไม่ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความ สนใจ และในส่วนของ ตอบคำถามโดยใช้เกมส์เปิด แผนป้ายนำพบนักเรียนที่ไม่ ค่อยกล้าแสดงออกทำให้การ จัดกิจกรรมมีช่วงที่ติดขัด นักเรียนใช้เวลาานกว่าที่จะ ตอบคำถาม หรือนักเรียนบาง คนไม่ยอมตอบคำถาม ผู้วิจัย ควรใช้คำถามกระตุ้นเพิ่มเติม ให้กำลังใจ หรือให้ความรู้ เกี่ยวกับประเด็นคำถาม	นักเรียนเริ่มคุ้นชินกับกระบวนการ จัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็ม ศึกษา ผู้วิจัยใช้คำถามที่ตรง ประเด็น นักเรียนเข้าใจปัญหา และสามารถระบุปัญหาได้ชัดเจน ผู้วิจัยมีการใช้กิจกรรมเพื่อเตรียม ความพร้อมให้กับนักเรียน ในช่วง การแจกอุปกรณ์นักเรียนมีความ ตื่นต้นและอยากที่จะประดิษฐ์รถ ของเล่น มีการพูดคุยกับเพื่อนใน กลุ่ม นักเรียนบางคนไม่สนใจ ฟังคำชี้แจงและเกณฑ์การให้ คะแนน	นักเรียนสามารถปฏิบัติ กิจกรรมได้อย่างเรียบร้อย ในส่วนของทาสีศึกษาไป ความรู้มักเรียนบางกลุ่ม ไม่ค่อยสนใจ ผู้วิจัย อาจจะเปลี่ยนเป็นการใช้ สื่ออื่นๆแทน เช่น สื่อ วิดีโอ หนังสือเรียน หรือ เพิ่มใบความรู้จาก 2 ใบ ต่อ 1 กลุ่ม เป็น 1 ใบ ต่อ 1 คน ผู้เรียนสามารถระบุ ปัญหาในสถานการณ์ที่ ผู้วิจัยกำหนดให้ได้	ผู้วิจัยต้องใช้คำถามในการกระตุ้น นักเรียนให้ฝึกกระบวนการระบุปัญหา และสถานการณ์ที่ใช้จะต้องเป็น สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ใกล้ตัว นักเรียน ใช้สื่อที่เหมาะสมกับวัย และมี ความน่าสนใจ เช่น แอนิเมชัน เกมส์ เป็นต้น ผู้วิจัยควรมีการเตรียมความ พร้อมผู้เรียนก่อนที่จะทำกิจกรรม หาก นักเรียนใช้เวลาในการระบุปัญหา หรือ ตอบคำถามไม่ประเด็นต่างๆตามผู้วิจัย ควรกระตุ้นผู้เรียน ให้ความความรู้ เพิ่มเติม หรือถามแล้วเว้นระยะเวลา เพื่อให้ผู้เรียนได้คิดก่อน

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ขั้นตอนการ	1	2	3	แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบเพิ่มเติม
จัดการ	1	2	3	ศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา
เรียนรู้	1	2	3	
ขั้นที่ 2				เมื่อแบ่งกลุ่มแล้วผู้วิจัยควรรอให้นักเรียน
รวบรวม	ในการจัดกิจกรรมแบบ	ผู้วิจัยได้เห็นนักเรียนอยู่ในความ	นักเรียนทำกิจกรรมในขั้นตอน	พร้อมที่จะเรียนก่อนที่จะเริ่มทำกิจกรรม
ข้อมูลและ	กลุ่มนี้หลังจากที่นักเรียน	สงบจึงจะดำเนินการต่อใน	นี้ได้ดี นักเรียนบางคนเดินไป	ต่อไป ผู้วิจัยควรกระตุ้นให้นักเรียน
แนวคิดที่	ไปนั่งประจำในกลุ่มของ	ครั้งนี้นักเรียนเข้าใจบทบาทของ	มาระหว่างกลุ่ม นักเรียนมี	ค้นคว้าข้อมูล หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ
เกี่ยวข้อง	ตนเองแล้ว ผู้วิจัยควรจะ	ตนเองมากขึ้น นักเรียนมีความ	คำถามนอกเหนือจากประเด็น	การแก้ปัญหา หลังจากนั้นจึงนำแนวคิด
กับปัญหา	รอให้นักเรียนนั่งให้	พร้อมมากขึ้นในด้านอุปกรณ์	คำถามของผู้วิจัย ผู้วิจัยให้	หรือข้อมูลที่ได้มาพิจารณา โดยแนวคิด
	เรียบร้อย และหยุดพูดคุย	เทคโนโลยี มีการแบ่งหน้าที่	นักเรียนสืบค้นความรู้ด้วย	หรือข้อมูลนั้นจะต้องมีความน่าเชื่อถือ
	กันก่อน หรืออาจใช้	ทำงานภายในกลุ่มได้ดีทำให้ใน	ตนเอง นักเรียนสามารถ	และถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์ ซึ่งใน
	กิจกรรมกระตุ้นความ	การจัดกิจกรรมในขั้นตอนนี้มี	สืบค้นความรู้เพื่อหาคำตอบใน	ขั้นตอนนี้มีการใช้อุปกรณ์เทคโนโลยีใน
	สนใจของผู้เรียน แล้วจึง	ความสงบเรียบร้อย และผ่านไป	สิ่งที่สงสัย และสามารถ	การสืบค้น ผู้วิจัยควรจะสามารถ
	คอยอธิบายการทำ	ด้วยดี นักเรียนใช้เวลาในการ	อธิบายคำตอบให้เพื่อนๆในชั้น	พร้อมทำอุปกรณ์ก่อนที่จะทำกิจกรรม
	กิจกรรมต่อไป	สืบค้นข้อมูลรวดเร็วขึ้นกว่าครั้ง	เรียนฟังได้	
		ก่อน		

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ขั้นตอนการ เรียนรู้	วงจรปฏิบัติ			แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะสม ศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา
	1	2	3	
ขั้นที่ 3 ออกแบบ วิธีการ แก้ปัญหา	<p>นักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถอธิบายหลักการการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ออนได้ เพราะข้อมูลที่สืบค้นมายังไม่เพียงพอ และระยะเวลาในการทำกิจกรรมน้อยการจัดกิจกรรมต้องยืดหยุ่นในเรื่องของระยะเวลา ซึ่งในครั้งนี้นักเรียนยังไม่ค่อยแสดงออกมากนัก เพราะยังไม่เคยทำกิจกรรมในรูปแบบนี้มาก่อน</p>	<p>นักเรียนสามารถนำเสนอผลงานการออกแบบของกลุ่มตนเองได้ มีการเตรียมตัวก่อนนำเสนอ แต่ในขณะเพื่อนนำเสนอ นักเรียนบางกลุ่มยังมีการพูดคุยกัน ผู้วิจัยควรตั้งกฎกติกาตั้งแต่เริ่มแรกกว่าเวลาที่เพื่อนนำเสนอตั้งใจฟัง หรืออาจมีเวลาให้นักเรียนได้เตรียมตัวก่อนนำเสนอประมาณ 5 นาที นักเรียนสามารถนำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมและมีคุณภาพ</p>	<p>นักเรียนนำเสนอได้ดีขึ้นกว่าในครั้งแรก และครั้งที่สอง นักเรียนกลุ่มที่ยังไม่ได้นำเสนอที่ตั้งใจฟังสิ่งที่เพื่อนพูด ผู้วิจัยมีการสร้างกฎกติกาก่อนที่จะเริ่มทำกิจกรรม</p>	<p>ผู้วิจัยควรให้ความรู้ และให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา บางกิจกรรมที่นักเรียนใช้เวลานานผู้วิจัยควรมีคำแนะไว้ล่วงหน้า เพื่อที่จะจัดสรรเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรม กิจกรรมที่จะต้องมีการนำเสนอก่อนที่นักเรียนกลุ่มแรกจะเริ่มนำเสนอผู้วิจัยควรมีการสร้างกฎเกณฑ์ให้นักเรียนในห้องอยากที่จะร่วมกันปฏิบัติตาม ถ้านักเรียนกลุ่มไหนตั้งใจฟังเพื่อนครูจะมีคะแนนพิเศษให้เป็นการจูงใจ</p>

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ขั้นตอน	วงจรมติปฏิบัติที่	แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะ
การ	2	เต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการ
จัดการ	3	แก้ปัญหา
เรียนรู้	3	แก้ปัญหา
ขั้นที่ 4	นักเรียนเขียนขั้นตอนการทำงาน	ในบางกิจกรรมถ้านักเรียนต้องใช้
วางแผน	ได้ ซึ่งต่างจากในครั้งแรก	ความรู้ใหม่ หรือทักษะที่นักเรียนยัง
และ	นักเรียนมีความมุ่งมั่นและตั้งใจ	ไม่เคยฝึกฝนมาก่อน ผู้วิจัยจะต้องให้
ดำเนินการ	ในการทำกิจกรรมที่ ผู้วิจัยมีการ	ความรู้กับนักเรียน และมี การ
แก้ปัญหา	ยกตัวอย่างการวางแผนการ	ยกตัวอย่างง่าย ๆ ให้นักเรียนเข้าใจ
	ทำงานและบอกประโยชน์ของ	และสามารถนำไปใช้ได้ในการทำ
	การวางแผนการทำงาน นักเรียน	กิจกรรม
	สามารถออกแบบ และวาดแบบ	
	ของพลังงานไฟฟ้าของกลุ่ม	
	ตนเองได้ แต่ยังไม่สามารถเขียน	
	บางอย่างไป เช่น ขนาด วัสดุที่	
	จะใช้	

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติ			แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการ แก้ปัญหา
	1	2	3	
<p>ขั้นที่ 5</p> <p>ทดสอบ</p> <p>ประเมินผล</p> <p>และปรับปรุง</p> <p>แก้ไขวิธีการ</p> <p>แก้ไขปัญหา</p> <p>หรือแก้ไข</p> <p>ชิ้นงาน</p>	<p>ช่วงเวลาที่นักเรียนแต่ละกลุ่ม ประดิษฐ์เครื่องกำจัดฝุ่นด้วย ประจุไฟฟ้าไอออนเสร็จแล้ว</p> <p>นักเรียนบางกลุ่มที่เดินไปมาดู เพื่อนกลุ่มอื่น มีการหยอกล้อ เพื่อน ผู้วิจัยดูการทดสอบ เครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุ ไฟฟ้าไอออนอยู่หน้าห้องจึงทำ ให้ดูเล่นนักเรียนได้ไม่ทั่วถึง</p> <p>หลังจากที่นักเรียนประดิษฐ์ ชิ้นงานสำเร็จแล้วผู้วิจัยควรให้ นักเรียนนั่งอยู่ที่กลุ่มของ ตนเองก่อน</p>	<p>การนำรถไปแข่งนำหนัก และการ ทดสอบประสิทธิภาพของรถไม่ สวยงาม เรียบร้อยนักเรียนมีการ ปรับปรุงแก้ไขจนรถสามารถวิ่งได้ และเขียนการปรับปรุงแก้ไขลงใน ใบกิจกรรมนักเรียนที่เก่งใจความรู้ และคำแนะนำเพื่อนได้ดี นักเรียนมี ความตั้งใจที่จะปรับปรุงรถพลังงาน ไฟฟ้าของกลุ่มตนเองให้ได้รับชัย</p> <p>ชนะ บางกลุ่มเกิดปัญหาถ่วงถอย หลังผู้วิจัยควรที่จะช่วยแก้ปัญหาให้ นักเรียนให้ทัน หรือให้คำแนะนำแก่ นักเรียนในทันที</p>	<p>นักเรียนก็ทำการทดสอบ และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน กันภายในกลุ่มของตนเอง นักเรียนมีการแลกเปลี่ยน ความรู้โดยการเดินดูชิ้นงาน ของเพื่อนกลุ่มอื่น นักเรียน สามารถนำความรู้มาปรับแก้ ชิ้นงานของตนเองจนสำเร็จ ได้</p>	<p>ผู้วิจัยควรให้นักเรียนทุกคนใน กลุ่มมีส่วนร่วมในการทดสอบ ประเมินผล และหาวิธีการ ปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานของกลุ่ม ตนเอง นักเรียนจะสนุกสนานไป กับการได้ทดสอบสิ่งที่ตนเองสร้าง มา หาวิธีการปรับปรุง และจะเกิด ความเชื่อมั่นและภาคภูมิใจใน ตนเอง ผู้วิจัยอาจให้นักเรียนเข้า มามีส่วนร่วมในการประเมิน ชิ้นงานของเพื่อนในชั้นเรียนได้</p>

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะ เต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการ แก้ปัญหา
	1	2	3	
ขั้นที่ 6 นำเสนอ วิธีการ แก้ปัญหา ผล การแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน	นักเรียนไม่ค่อยพูด ไม่ค่อยกล้า แสดงออก บางกลุ่มจะพูดก็ ต่อเมื่อผู้วิจัยชี้คำถาม คำตอบของ นักเรียนคล้ายคลึงกัน ผู้วิจัยควรที่ จะให้คำถามไว้ล่วงหน้า หรือให้ แนวทางไว้ล่วงหน้าว่านักเรียน จะต้องออกมาตอบคำถาม หรือ ออกมานำเสนอในประเด็นไหน บ้าง เพื่อให้นักเรียนได้ชักข้อ เตรียมตัวกับเพื่อนๆในกลุ่มมา ก่อนซึ่งเป็นความช่วยเหลือความ ที่แน่นอน และช่วยสร้างความมั่นใจ ให้กับผู้เรียน	นักเรียนสามารถนำเสนอ ผลงานของตนเอง นักเรียน สามารถตอบคำถามในประเด็น ที่ผู้วิจัยถามได้ นักเรียนมี ความเข้าใจในเรื่องการ วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย และ สามารถบอกส่วนประกอบ ของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้	บรรยากาศในการจัดการ เรียนรู้มีความเรียบร้อยดี นักเรียนสามารถนำเสนอ วิธีการแก้ปัญหาได้ มีการให้ เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มา ประกอบวิธีการแก้ปัญหา	ผู้วิจัยมีการบอกประเด็นที่นักเรียน จะต้องนำมาเสนอ ในในการนำเสนอ ผู้วิจัยจะต้องมีการสรุปกิจกรรม และ องค์ความรู้ที่นักเรียนได้ในการทำ กิจกรรมแต่ละขั้นตอน พร้อมทั้งต้อง พูดคุย ชักถามนักเรียนเพื่อทำให้ ทราบว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งนี้ๆ นักเรียนได้รับความรู้ มากกว่าน้อยเพียงใด และเพื่อเป็นการ ป้องกันไม่ให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ คลาดเคลื่อน หรืออาจจะเสริม ความรู้ต่อยอดในเนื้อหาที่มีความ เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องไฟฟ้า ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้ว ผลพบว่าในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ไม่สามารถจัดการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามที่ได้วางแผนไว้ได้ เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 จึงทำให้ต้องปรับเปลี่ยนสถานที่การจัดการเรียนรู้เป็นจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนประจำชั้น ซึ่งไม่มีอุปกรณ์อำนวยความสะดวกและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพียงพอเหมือนในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงต้องมีการปรับเปลี่ยนกิจกรรมตามสถานการณ์ดังกล่าว ซึ่งผู้วิจัยได้อนุญาตให้นักเรียนใช้โทรศัพท์มือถือในการสืบค้นข้อมูล ปัญหาคือผู้ปกครองบางส่วนยังไม่เข้าใจในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และประโยชน์ที่นักเรียนจะได้รับจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

เมื่อได้จัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องไฟฟ้า ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการที่มีการปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19แล้ว สามารถสรุปได้ว่าสถานการณ์ที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาควรเป็นสถานการณ์ในชีวิตประจำวันของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ สถานการณ์ต้องไม่ซับซ้อน เข้าใจง่าย และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้สึกว่าเขาสามารถแก้ไขปัญหามาจากสถานการณ์นั้นได้จริง และอยากที่จะหาวิธีเพื่อแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น ครูควรที่จะอธิบายรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เข้าใจอย่างชัดเจน เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจถึงประโยชน์ที่จะเกิดกับตนเอง และปฏิบัติตนอย่างเหมาะสมในการทำกิจกรรม ซึ่งแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้มีแนวทางดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ครูควรใช้คำถามในการกระตุ้นนักเรียนให้ได้ฝึกกระบวนการระบุปัญหา โดยอาจสมมุติปัญหาบางอย่างไม่ซับซ้อนก่อนเพื่อให้นักเรียนรู้สึกคุ้นชินกับการที่ต้องตอบคำถาม จากนั้นจึงนำเข้าสู่สถานการณ์ปัญหาที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยสถานการณ์ปัญหาที่ใช้จะต้องเป็นสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวัน ใกล้ตัวนักเรียน ควรใช้สื่อที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน โดยสื่อต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน และมีความน่าสนใจ เช่น สื่อการ์ตูนแอนิเมชัน เกมส์ วิดีโอ เป็นต้น ผู้วิจัยควรมีการเตรียมความพร้อมผู้เรียนก่อนที่จะเริ่มทำกิจกรรม ควรใช้คำถามที่มีความน่าสนใจ ภาษาที่ใช้ต้องไม่ซับซ้อน สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย หลังจากถามคำถามครูควรเว้นระยะเวลาให้ผู้เรียนได้คิดไตร่ตรอง หรือสืบค้นข้อมูลก่อนที่จะตอบคำถาม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในตนเองมากขึ้นและกล้าที่จะตอบคำถาม

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ในขั้นตอนนี้เมื่อแบ่งกลุ่มนักเรียนแล้วครูควรรอให้นักเรียนพร้อมที่จะเรียนก่อนที่จะเริ่มทำกิจกรรมต่อไป เพราะนักเรียนจะให้ความสนใจกับการที่ตนเองได้ทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกับเพื่อนๆ

มีการพูดคุยกับเพื่อนๆ ครูควรอธิบายหน้าที่ของหัวหน้ากลุ่ม รองหัวหน้ากลุ่ม สมาชิก และเลขานุการ ให้นักเรียนได้เข้าใจ เพื่อนักเรียนจะสามารถนำความรู้ไปแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มได้อย่างเหมาะสม เพราะนักเรียนในวัยนี้ยังไม่เข้าใจหน้าที่ต่างๆ ของสมาชิกกลุ่ม จากการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนส่วนใหญ่จะเลือกปฏิบัติหน้าที่ต่างๆ ในกลุ่มตามความชอบ หรืออาจเลือกหัวหน้ากลุ่มคือเพื่อสนิทหรือเพื่อนที่ตนเองชอบไม่ใช่ตามความเหมาะสมกับบทบาทหน้าที่ที่ควรจะเป็นตามนัดและความสามารถของแต่ละบุคคล ครูควรมีการกระตุ้นให้นักเรียนค้นคว้าหาข้อมูล หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาอย่างเพียงพอ หลังจากนั้นจึงแนะนำให้นักเรียนได้คิดพิจารณาว่าแนวคิดหรือข้อมูลที่ตนเองได้สืบค้นมานั้น มีความน่าเชื่อถือ และมีความถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่อย่างไร

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ก่อนที่นักเรียนจะดำเนินการออกแบบวิธีแก้ปัญหาครูควรให้ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา หรือยกตัวอย่างขั้นตอนการแก้ปัญหาต่างๆ ไม่ซับซ้อนให้นักเรียนได้เข้าใจก่อน และควรมีการอธิบายถึงความสำคัญของการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาว่าจะเกิดประโยชน์อย่างไรในการสร้างชิ้นงานของนักเรียน บางกิจกรรมที่นักเรียนใช้เวลานานครูควรมีการคาดคะเนไว้ล่วงหน้า เพื่อที่จะจัดสรรเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรม กิจกรรมที่จะต้องมีการนำเสนอก่อนที่นักเรียนกลุ่มแรกจะเริ่มนำเสนอผู้วิจัยควรมีการสร้างกฎเกณฑ์ ให้นักเรียนในห้องยกที่จะร่วมกันปฏิบัติตาม เช่น ถ้านักเรียนกลุ่มไหนตั้งใจฟังเพื่อนครูจะมีคะแนนพิเศษให้เป็นรางวัล

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนต้องเขียนขั้นตอนการทำงาน จากการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนในวัยนี้ส่วนใหญ่จะยังไม่เข้าใจการเขียนขั้นตอนการทำงานนักเรียนจะเลือกที่จะลงมือปฏิบัติก่อนแล้วจึงนำขั้นตอนหรือกระบวนการที่ตนเองได้ปฏิบัติไปแล้วนั้นมาเขียนขั้นตอนการทำงานในภายหลัง หรือบางกลุ่มจะเขียนขั้นตอนการทำงานไปพร้อมๆ กับการลงมือปฏิบัติ ซึ่งในการเขียนขั้นตอนการทำงานนี้ นักเรียนต้องใช้ความรู้ใหม่ หรือทักษะที่นักเรียนยังไม่เคยฝึกฝนมาก่อน คือ การวางแผนขั้นตอนการทำงาน ครูจะต้องให้ความรู้กับนักเรียน และมีการยกตัวอย่างง่าย ๆ ให้นักเรียนเข้าใจก่อน เพื่อให้ นักเรียนทุกคนมีความรู้และสามารถนำไปใช้ได้ในการทำกิจกรรมได้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน

ครูควรให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการทดสอบ ประเมินผล และหาวิธีการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานของกลุ่มตนเอง นักเรียนจะรู้สึกสนุกสนานไปกับการได้ทดสอบสิ่งที่ตนเองสร้างขึ้น หากไม่เป็นไปตามที่คาดหวังหรือที่วางแผนเอาไว้ นักเรียนต้องหาวิธีการปรับปรุงแก้ไขงานชิ้นงานของตนประสบความสำเร็จ ซึ่งในขั้นตอนนี้ นอกจากความสนุกสนานแล้วนักเรียนจะเกิดความเชื่อมั่น และภาคภูมิใจในตนเอง โดยผู้วิจัยอาจให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในการประเมินชิ้นงานของตนเอง และของเพื่อนๆ ในชั้นเรียนได้

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

ครูต้องบอกประเด็นที่นักเรียนจะต้องมานำเสนอ ในการนำเสนอครูจะต้องมีการสรุปกิจกรรม และองค์ความรู้ที่นักเรียนได้ในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอน พร้อมทั้งต้องพูดคุย ซักถามนักเรียนเพื่อทำให้ทราบว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งนั้นๆ นักเรียนได้รับองค์ความรู้มากน้อยเพียงใด และเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน หรืออาจจะเสริมความรู้ต่อยอดในเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน

ตอนที่ 2 การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 โดยนำเสนอผลการวิจัยที่ได้จากการประเมินทักษะการแก้ปัญหา โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

1. ทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องไฟฟ้า
2. ทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องไฟฟ้า

1. ทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องไฟฟ้า

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาเรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 3 แผน แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตทักษะการแก้ปัญหา ใบกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามกระบวนการคิดแก้ปัญหาของเวียร์ (Weir) ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา คือ การที่ผู้แก้ปัญหาสามารถบอกปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่กำหนดให้ได้

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา คือ การที่ผู้แก้ปัญหาสามารถระบุสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่กำหนดให้ได้

ขั้นที่ 3 การเสนอวิธีแก้ปัญหา คือ การที่ผู้แก้ปัญหาสามารถหาวิธีการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหามากที่สุด แล้วสรุปออกมาในรูปสมมติฐาน หรือการคาดคะเนคำตอบ หรือเสนอรูปแบบการค้นคว้า หรือทดลองเพื่อหาคำตอบ

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ คือ การที่ผู้แก้ปัญหาสามารถอธิบายได้ว่า ผลที่เกิดขึ้นหลังจากการใช้วิธีการแก้ปัญหานั้นสอดคล้องกับปัญหาที่ระบุหรือไม่ หรือผลที่ได้จะเป็นอย่างไร และนำไปใช้ได้อย่างไร

ผู้วิจัยนำผลการวิจัยที่ได้มาวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ผลที่ได้เป็นดังตารางที่ 7

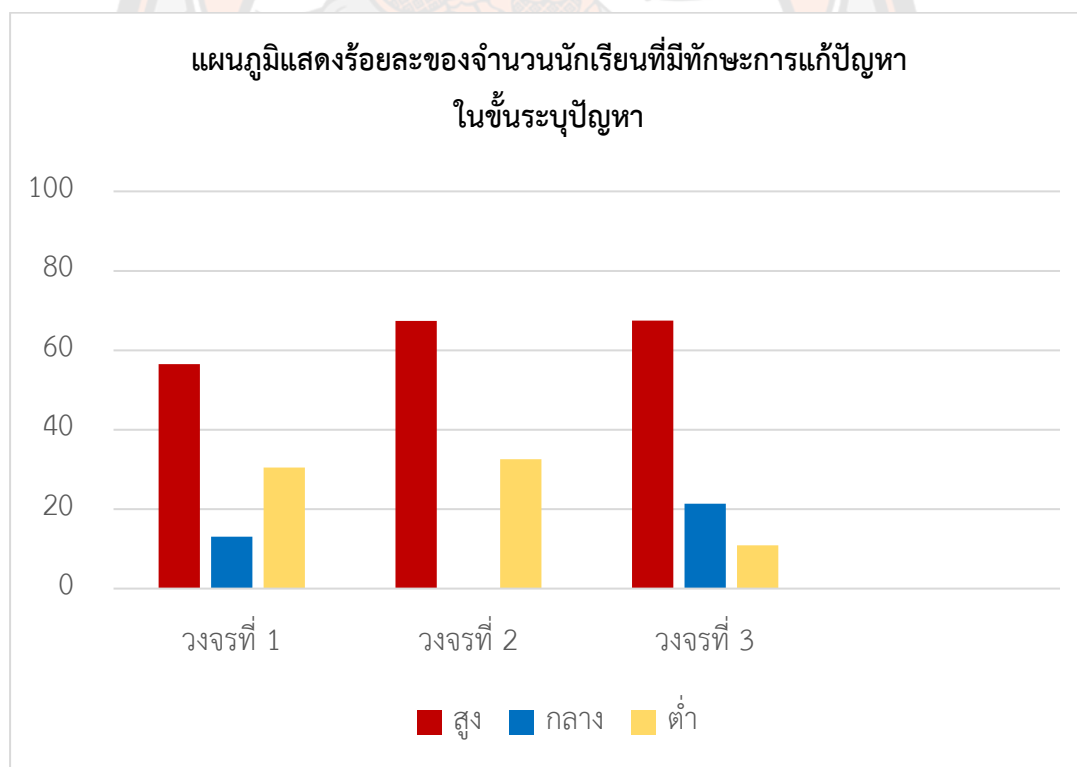
ตาราง 7 แสดงผลการวิเคราะห์ทักษะการแก้ปัญหา ด้วยการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา

กระบวนการคิด	ร้อยละของจำนวนนักเรียน (N=43)									
	แก้ปัญหของ เวียร์ (Weir)	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3		
		สูง	กลาง	ต่ำ	สูง	กลาง	ต่ำ	สูง	กลาง	ต่ำ
ขั้นที่ 1 การระบุ ปัญหา	56.52	13.04	30.44	67.39	-	32.60	67.44	21.73	10.86	
ขั้นที่ 2 การ วิเคราะห์ปัญหา	23.91	36.95	39.14	43.47	23.91	32.60	56.54	32.60	10.86	
ขั้นที่ 3 การ เสนอวิธี แก้ปัญหา	16.30	16.30	67.39	67.41	10.86	21.73	67.41	21.73	10.86	
ขั้นที่ 4 การ ตรวจสอบ ผลลัพธ์	16.30	16.30	67.39	23.91	43.47	32.62	89.14	-	10.86	

จากตารางที่ 7 แสดงผลการวิเคราะห์ทักษะการแก้ปัญหา ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องไฟฟ้า แสดงร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ พบว่า นักเรียนมีกระบวนการคิดแก้ปัญหาในชั้นที่ 1 การระบุปัญหามากที่สุด รองลงมาคือ ชั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา ชั้นที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ และชั้นที่ 3 การเสนอวิธีแก้ปัญหาเป็นชั้นที่มีคะแนนน้อยที่สุด เมื่อพิจารณาทักษะการแก้ปัญหา ตามกระบวนการคิดแก้ปัญหา ของเวียร์ (Weir) แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 ชั้นการระบุปัญหา

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาเรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 3 แผน แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสังเกตทักษะการแก้ปัญหา จากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละวงจรปฏิบัติการปฏิบัติ แสดงผลดังต่อไปนี้



ภาพ 12 แผนภูมิแสดงร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาในชั้นระบุปัญหาแบ่งออกเป็นระดับสูง กลาง และต่ำ

จากแผนภูมิพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีพัฒนาการทางทักษะการแก้ปัญหาในชั้นการระบุปัญหาดีขึ้นตามลำดับ และแสดงตัวอย่างดังนี้

ชั้นระบุปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ในชั้นระบุปัญหานี้ ผู้วิจัยจะให้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนคือปัญหาฝุ่น PM 2.5 ที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้คนในยุคปัจจุบัน จากการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ได้ในระดับสูง เนื่องจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นสถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน รองลงมาคือ ในระดับต่ำ เนื่องจากนักเรียนยังไม่คุ้นชินกับรูปแบบการเรียน และนักเรียนอาจจะยังไม่ให้ความสำคัญกับการตอบคำถาม เพราะนักเรียนยังเคยชินกับการเรียนในรูปแบบเดิม คือการรอครูมาเฉลยคำตอบ เมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนตอบคำถามนักเรียนจึงไม่สามารถตอบได้อย่างตรงประเด็น และลำดับสุดท้าย คือ ระดับกลาง นักเรียนที่อยู่ในระดับกลางส่วนใหญ่มีความเข้าใจปัญหาในสถานการณ์ แต่ยังไม่สามารถระบุให้ตรงประเด็นได้ นักเรียนจะตอบคำตอบที่เป็นภาพรวมแบบกว้าง และมีความใกล้เคียงกับปัญหา ดังแสดงในภาพ 13 ตัวอย่างการระบุปัญหาที่ถูกต้อง และภาพ 14 ตัวอย่างการระบุปัญหาที่ไม่ถูกต้อง

ตอนที่ 2 จากสถานการณ์จงตอบคำถามต่อไปนี้

1.ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

คือ.....มลพิษทางอากาศที่เกิดจากควันรถ ท่อไอเสียหรือ ฝุ่นป่าสกปรกที่
ที่มีผู้ตรวจวัดขณะนี้ทำให้ทางหลวงเลนเกิดมลพิษที่เริ่มกว่า PM 2.5

ภาพ 13 แสดงตัวอย่างการระบุปัญหาที่ถูกต้อง

ตอนที่ 2 จากสถานการณ์จงตอบคำถามต่อไปนี้

1.ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

ปัญหา ระบบทางเดินหายใจ

ภาพ 14 แสดงตัวอย่างการระบุปัญหาที่ไม่ถูกต้อง

ชั้นระบุปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ในชั้นระบุปัญหานี้ ผู้วิจัยจะให้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในปัจจุบัน คือ ปัญหาราคาน้ำมันที่พุ่งสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาในชั้นระบุปัญหาเพิ่มสูงขึ้นกว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่เริ่มคุ้นชินกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ นักเรียนสามารถระบุปัญหาได้ชัดเจนสอดคล้องกับสถานการณ์มากขึ้น ดังแสดงในภาพ 15

ตอนที่ 2 จากสถานการณ์จงตอบคำถามต่อไปนี้

1.ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

น้ำมันมีราคาแพง

ภาพ 15 ตัวอย่างการระบุปัญหาที่ถูกต้อง

ชั้นระบุปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 3

ในชั้นระบุปัญหานี้ ผู้วิจัยจะให้สถานการณ์ปัญหาโดยยกตัวอย่างสถานการณ์ที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวัน เช่น หลอดไฟในห้องเรียนที่เคยเสีย 1 หลอดทำไมหลอดอื่นถึงยังสว่างอยู่ หลังจากนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนดูบ้านจำลองสองหลังที่ต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยวงจรแบบอนุกรม และแบบขนาน ผู้วิจัยทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เสียลงไปในวงจรพบว่าบ้านจำลองที่ต้องวงจรแบบอนุกรมเครื่องใช้ไฟฟ้าอันดับทั้งหมด ผู้วิจัยให้นักเรียนแก้ปัญหาดังกล่าว ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นี้ พบว่านักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาชั้นระบุปัญหาในระดับสูงมีจำนวนเท่ากับในวงจรปฏิบัติการที่ 2 แต่นักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาในชั้นระบุปัญหาในระดับต่ำมีพัฒนาการที่ดีขึ้นกว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ตามลำดับ นักเรียนสามารถระบุปัญหาได้ตรงกับสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ได้อย่างตรงประเด็น

จากสถานการณ์จงตอบคำถามต่อไปนี้

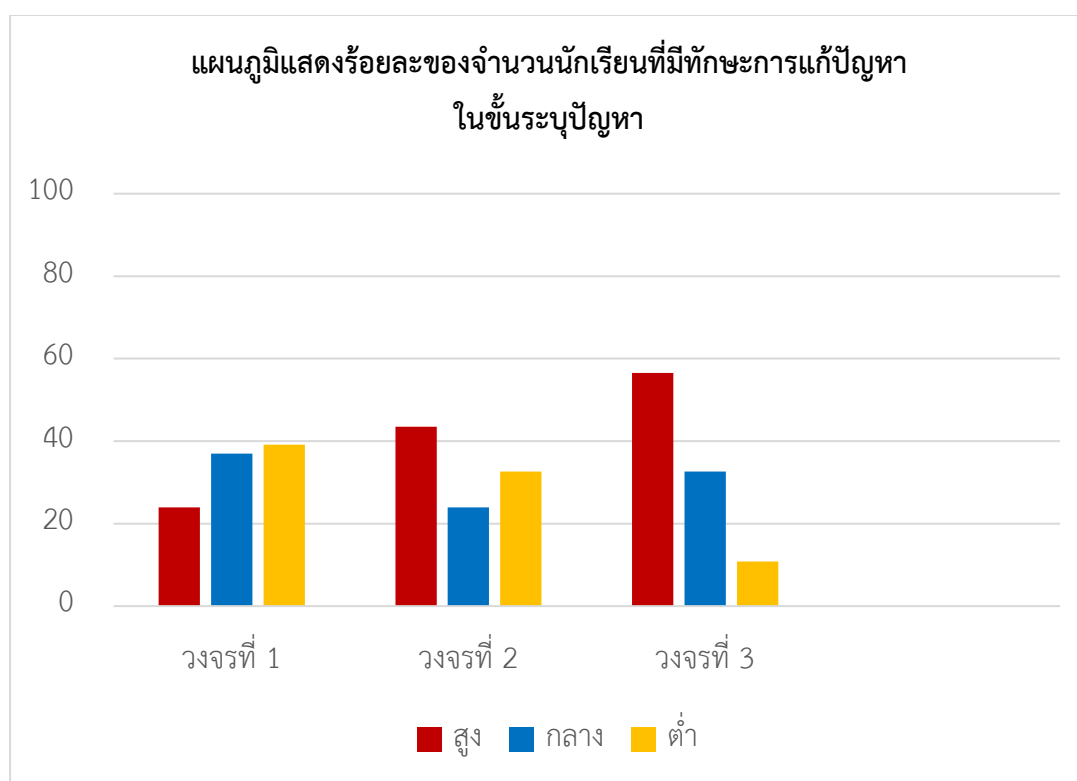
1.ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

เมื่อมีหลอดไฟที่เสียในวงจรที่เสียแล้วไฟที่อื่นจะดับไปด้วย

ภาพ 16 แสดงตัวอย่างคำตอบการระบุปัญหาที่ถูกต้อง

1.2 ชั้นวิเคราะห์ปัญหา

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาเรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 3 แผน แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ไปกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละวงจรการปฏิบัติ แสดงผลดังต่อไปนี้



ภาพ 17 แผนภูมิแสดงร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาในชั้นวิเคราะห์ปัญหา แบ่งออกเป็นระดับสูง กลาง และต่ำ

ชั้นวิเคราะห์ปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ในชั้นวิเคราะห์ปัญหานี้ ผู้วิจัยจะให้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนคือปัญหาฝุ่น PM 2.5 ที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของคนในยุคปัจจุบัน จากการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ได้ เนื่องจากนักเรียนยังไม่คุ้นชินกับรูปแบบการเรียนรู้ที่ตนเองเป็นศูนย์กลางของการจัดการเรียนรู้ อีกทั้งนักเรียนยังไม่เคยใช้อุปกรณ์สื่อสารในการสืบค้นหาข้อมูลระหว่างในเวลาเรียนจึง

ทำให้ข้อมูลที่นักเรียนสืบค้นมาได้ยังไม่เพียงพอที่จะนำมาสรุปว่าปัญหาที่ผู้วิจัยให้ นั้นมาจากสาเหตุอะไร

2.สาเหตุของปัญหานี้มาจากอะไร

อันดับที่ 1. ได้มีรถชนกัน 13% ที่นักดนตรี 7%
การผลิตไฟฟ้า 9% เมาเม 54% อุทกสงกรรม 13%

ภาพ 18 ภาพตัวอย่างการวิเคราะห์ปัญหาที่ถูกต้อง

2.สาเหตุของปัญหานี้มาจากอะไร

ปลุกไฟไม่ให้เกิดคนคนที่เกิดนี้
หนึ่งทำตัวแล้วจะลงมือให้คนคนที่ไหน
ใช้เครื่องมือทั้งหมดไปต่อคนคนที่

ภาพ 19 ภาพแสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง

ขั้นวิเคราะห์ปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ในขั้นวิเคราะห์ปัญหานี้ ผู้วิจัยจะให้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในปัจจุบัน คือ ปัญหาราคาน้ำมันที่พุ่งสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนมีความพร้อมในการเรียนมากขึ้น นักเรียนมีพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในขั้นวิเคราะห์ปัญหาดีขึ้น ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นี้พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ในระดับสูง และมีนักเรียนที่อยู่ในเกณฑ์ระดับต่ำจำนวนน้อยลงกว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1

2.สาเหตุของปัญหานี้มาจากอะไร

ศรัทธาจากน้ำหนักน้อยอย่างจำกัดเกิดภาวะความ ใช้ซ้ำในการผลิต
และงานส่ง

ภาพ 20 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ปัญหาที่ถูกต้อง

ขั้นวิเคราะห์ปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 3

ในขั้นวิเคราะห์ปัญหานี้ ผู้วิจัยจะให้สถานการณ์ปัญหาโดยยกตัวอย่างสถานการณ์ที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวัน เช่น หลอดไฟในห้องเรียนที่เคยเสีย 1 หลอดทำไมหลอดอื่นถึงยังสว่างอยู่ หลังจากนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนดูบ้านจำลองสองหลังที่ต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยวงจรแบบอนุกรมและแบบขนาน ผู้วิจัยทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เสียลงไปในวงจรพบว่าบ้านจำลองที่ต่อวงจรแบบอนุกรมเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นดับทั้งหมด ผู้วิจัยให้นักเรียนหาสาเหตุของปัญหาดังกล่าว ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นี้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในขั้นวิเคราะห์ปัญหาได้ดีขึ้นตามลำดับ นักเรียนสามารถวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาได้ นอกจากนี้แล้วนักเรียนยังสามารถสืบค้นข้อมูลที่ต้องการทราบเพิ่มเติมเพื่อมาประกอบการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาได้

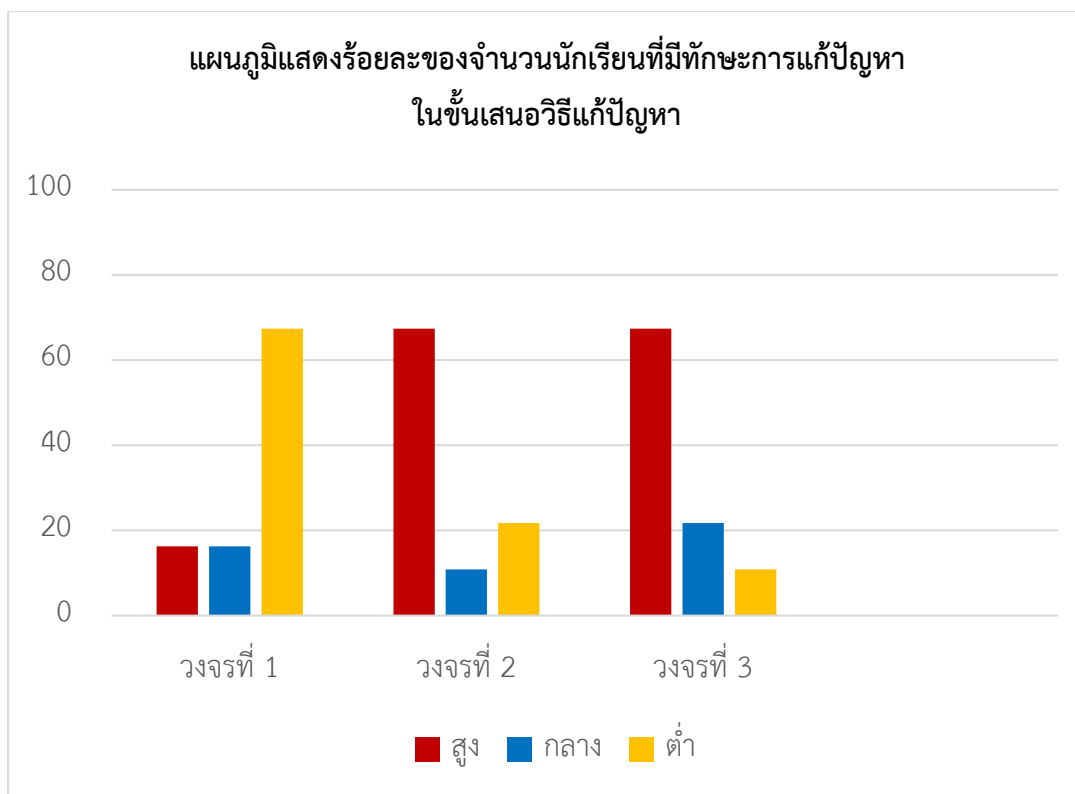
2.สาเหตุของปัญหานี้มาจากอะไร

การต่อหลอดไฟในลักษณะนี้เป็นการอนุกรม

ภาพ 21 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ปัญหาที่ถูกต้อง

1.3 ขั้นเสนอวิธีแก้ปัญหา

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาเรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 3 แผน แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละวงจรการปฏิบัติ แสดงผลดังต่อไปนี้



ภาพ 22 แผนภูมิแสดงร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาในชั้นเสนอวิธีแก้ปัญหา แบ่งออกเป็นระดับสูง กลาง และต่ำ

ชั้นเสนอวิธีแก้ปัญหาในวงจรถัดปฏิบัติการที่ 1

ในชั้นเสนอวิธีแก้ปัญหานี้ ผู้วิจัยจะให้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนคือปัญหาฝุ่น PM 2.5 ที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้คนในยุคปัจจุบัน จากการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถเสนอวิธีแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้ และนักเรียนจะเสนอวิธีแก้ปัญหามาตามประสบการณ์ที่เคยประสบพบเจอ เพราะนักเรียนยังไม่สามารถวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาได้อย่างถูกต้อง

3.นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร

วิธีการแก้ปัญหา	ข้อดี	ข้อจำกัด
วิธีที่ 1 ลดการใช้รถยนต์	ทำให้ไม่เกิดมลพิษ จากท่อไอเสีย	ไม่สามารถบอกให้คนอื่น อื่นทำตามได้
วิธีที่ 2 การใช้เครื่องกำจัดฝุ่น	ช่วยลดมลพิษ	ราคาแพง
วิธีที่ 3 ลดการเผาขยะ	ลดมลพิษ	ไม่สามารถบอกให้คนอื่น อื่นทำตามได้

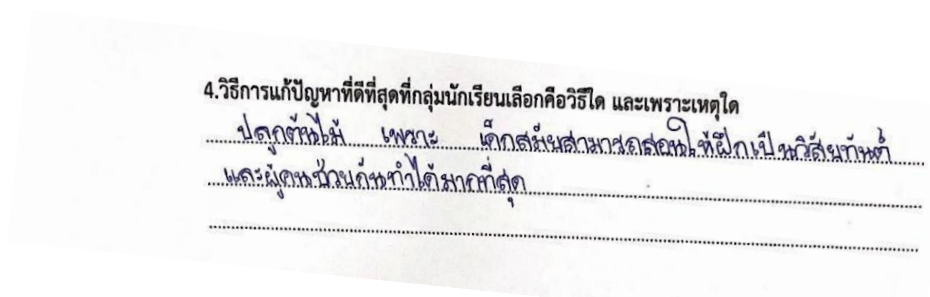
4.วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดที่กลุ่มนักเรียนเลือกคือวิธีใด และเพราะเหตุใด

เลือกวิธีที่ 2 เพราะ เป็นวิธีที่เหมาะสมในการกำจัดฝุ่นในท้อง
เรือน และเป็นวิธีการที่รวดเร็ว

ภาพ 23 แสดงตัวอย่างการเสนอวิธีแก้ปัญหา

3.นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร

วิธีการแก้ปัญหา	ข้อดี	ข้อจำกัด
วิธีที่ 1 ลดการเผาวัสดุที่พิษ	ลดพิษและมลพิษ ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม	ผู้คนที่อาจจะไม่สนใจ ทำตามได้
วิธีที่ 2 ปลูกต้นไม้	ลดมลพิษและช่วย กันดูดซับไอเสีย	ใช้เวลานานในการเจริญ เติบโตจนสามารถ
วิธีที่ 3 ล้างถนน	ลดพิษบนถนน	ผลดีที่เห็นจะน้อย น้ำที่ล้างออกไปจะไหลลง



ภาพ 24 แสดงตัวอย่างการเสนอวิธีแก้ปัญหาที่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์

ชั้นเสนอวิธีแก้ปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ในขั้นวิเคราะห์ปัญหานี้ ผู้วิจัยจะให้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในปัจจุบัน คือ ปัญหาราคาน้ำมันที่พุ่งสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในชั้นเสนอวิธีแก้ปัญหาดีขึ้นมากกว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาก เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่สามารถวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาได้

2. สาเหตุของปัญหานี้มาจากอะไร

การที่พ่อครัวในร้านเลี้ยงไก่เป็นการอันตราย

ภาพ 25 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ปัญหาที่ถูกต้อง

ชั้นเสนอวิธีแก้ปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 3

ในชั้นเสนอวิธีปัญหานี้ ผู้วิจัยจะให้สถานการณ์ปัญหาโดยยกตัวอย่างสถานการณ์ที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวัน เช่น หลอดไฟในห้องเรียนที่เคยเสีย 1 หลอดทำไมหลอดอื่นถึงยังสว่างอยู่ หลังจากนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนดูบ้านจำลองสองหลังที่ต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยวงจรแบบอนุกรมและแบบขนาน ผู้วิจัยทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เสียลงไปในวงจรพบว่าบ้านจำลองที่ต่อวงจรแบบอนุกรมเครื่องใช้ไฟฟ้าอันดับทั้งหมด ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นี้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในชั้นหาวิธีแก้ปัญหาได้ดีขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่มีผลคะแนนอยู่ในระดับสูงเท่ากับในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับต่ำน้อยกว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 2

3.นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร

หมัดตำแห่นที่สมดุลและจัดวางให้ดี

ภาพ 26 ตัวอย่างการเสนอวิธีแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง

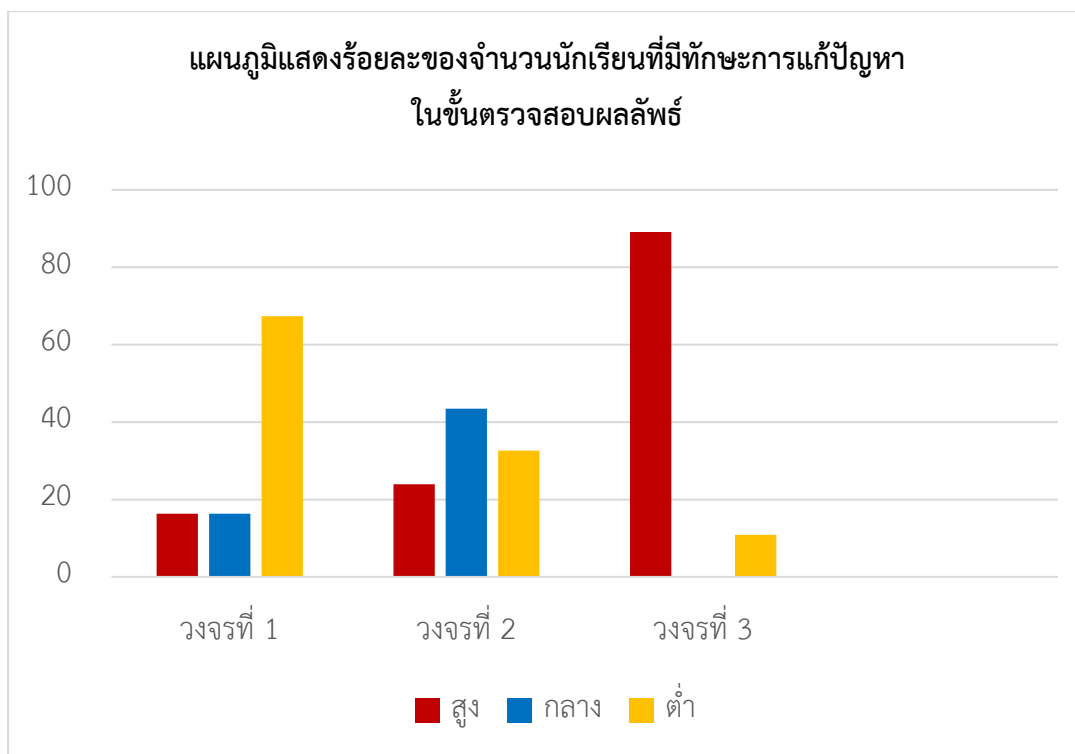
3.นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร

เปลี่ยนชนิดไฟหรือไฟฟ้านบนขนาบนก

ภาพ 27 ตัวอย่างการเสนอวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

1.4 ตรวจสอบผลลัพธ์

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาเรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 3 แผน แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละวงจรการปฏิบัติ แสดงผลดังต่อไปนี้



ภาพ 28 แผนภูมิแสดงร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาในชั้นเสนอวิธีแก้ปัญหา แบ่งออกเป็นระดับสูง กลาง และต่ำในชั้นตรวจสอบผลลัพธ์

ชั้นตรวจสอบผลลัพธ์ในวงจรถวายปฏิบัติการที่ 1

ในชั้นตรวจสอบผลลัพธ์ ผู้วิจัยจะให้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนคือปัญหาฝุ่น PM 2.5 ที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้คนในยุคปัจจุบัน จากการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถคาดคะเนผลลัพธ์ที่เกิดจากการแก้ปัญหาได้ เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถเสนอวิธีแก้ปัญหาให้เหมาะสมกับสถานการณ์ได้

5.นักเรียนคิดว่าถ้าแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่ได้ในข้อที่ 3 จะเกิดผลลัพธ์อย่างไร

ลดฝุ่น PM 2.5 ได้ดีกว่าวิธีอื่น ๆ จะทำให้สิ่งแวดล้อมสะอาด

ภาพ 29 แสดงตัวอย่างการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

5.นักเรียนคิดว่าถ้าแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่ได้ในข้อที่ 3 จะเกิดผลลัพธ์อย่างไร

.....

ภาพ 30 แสดงตัวอย่างการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ไม่ถูกต้อง

ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ในขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ ผู้วิจัยจะให้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในปัจจุบัน คือ ปัญหาราคาน้ำมันที่พุ่งสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ดีขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการแก้ปัญหาในขั้นตรวจสอบผลลัพธ์อยู่ในระดับกลาง

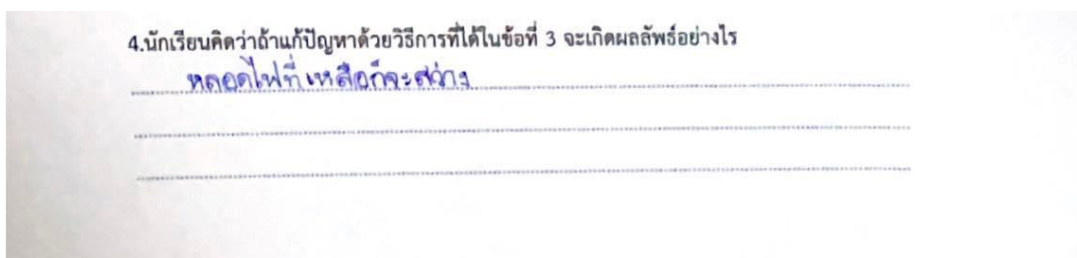
4.นักเรียนคิดว่าถ้าแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่ได้ในข้อที่ 3 จะเกิดผลลัพธ์อย่างไร

.....

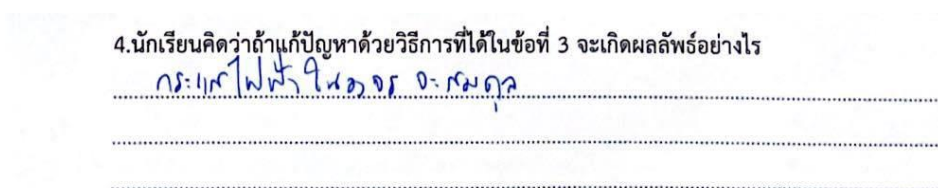
ภาพ 31 แสดงตัวอย่างการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

ในขั้นตรวจสอบผลลัพธ์นี้ ผู้วิจัยจะให้สถานการณ์ปัญหาโดยยกตัวอย่างสถานการณ์ที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวัน เช่น หลอดไฟในห้องเรียนที่เคยเสีย 1 หลอดทำไมหลอดอื่นถึงยังสว่างอยู่ หลังจากนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนดูบ้านจำลองสองหลังที่ต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยวงจรแบบอนุกรมและแบบขนาน ผู้วิจัยทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เสียลงไปในวงจรพบว่าบ้านจำลองที่ต่อวงจรแบบอนุกรมเครื่องใช้ไฟฟ้าอันดับทั้งหมด ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นี้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการแก้ปัญหาในขั้นตรวจสอบผลลัพธ์อยู่ในระดับสูง เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่สามารถเสนอวิธีแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสมกับสถานการณ์ จึงนำไปสู่การตรวจสอบผลลัพธ์ที่ถูกต้อง



ภาพ 32 ภาพแสดงตัวอย่างการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ถูกต้อง



ภาพ 33 ภาพแสดงตัวอย่างการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ไม่ถูกต้อง

2. ทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

การนำเสนอในหัวข้อนี้ ผู้วิจัยจะนำเสนอผลของการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องไฟฟ้า ที่ได้จากการใช้แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาที่สร้างตามกระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์ จำนวน 2 สถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์จะเป็นคำถามแบบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ โดยนักเรียนจะได้ทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้ว นักเรียนจะทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเรื่องไฟฟ้าเป็นรายบุคคล เมื่อเสร็จสิ้นการทำแบบวัดทักษะผู้วิจัยจะทำการตรวจด้วยวิธีเชิงคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้นำไปทำการวิเคราะห์ผลต่อไปดังตารางที่ 8

ตาราง 8 แสดงผลการวิเคราะห์ระดับทักษะการแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์หลังการจัดการเรียนรู้

กระบวนการคิดแก้ปัญหาของ เวียร์	ร้อยละของจำนวนนักเรียนตามระดับทักษะการแก้ปัญหา		
	สูง	กลาง	ต่ำ
1.ขั้นระบุปัญหา	81.39%	11.62%	6.52%
2.ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	58.13%	18.60%	20.93%
3.ขั้นเสนอวิธีแก้ปัญหา	67.44%	25.58%	13.95%
4.ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์	55.81%	23.25%	20.94%

จากการวิเคราะห์ผลการตรวจแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาหลังจากการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาในขั้นระบุปัญหาสูงที่สุดคิดเป็นร้อยละ 81.39 รองลงมานักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาในขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหาคิดเป็นร้อยละ 67.44 นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาในขั้นวิเคราะห์ปัญหาคิดเป็นร้อยละ 58.13 และนักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาในขั้นตรวจสอบผลลัพธ์คิดเป็นร้อยละ 55.81 โดยในแต่ละขั้นมีรายละเอียดดังนี้

1.ขั้นระบุปัญหา

ผู้วิจัยได้ตรวจแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนมีคะแนนดังรายละเอียดในตารางที่ 7 โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ในระดับสูง คือ ร้อยละ 81.39 นักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับกลางร้อยละ 11.62 และนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับต่ำร้อยละ 6.52 โดยมีตัวอย่างดังต่อไปนี้

... ไม่สามารถเดินทางไปยังจุดนัดพบตามภารกิจที่ผู้บังคับบัญชากำหนดให้ได้

(นักเรียนเลขที่ 23, แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา, 21 มีนาคม 2565)

... หลอดไฟ A และหลอดไฟ B ไม่ติด

(นักเรียนเลขที่ 30, แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา, 21 มีนาคม 2565)

2.ขั้นวิเคราะห์ปัญหา

ผู้วิจัยได้ตรวจแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนมีคะแนนดังรายละเอียดในตารางที่ 7 โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ในระดับสูง คือ

ร้อยละ 58.13 นักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับกลางร้อยละ 18.60 และนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับต่ำร้อยละ 20.93 โดยมีตัวอย่างดังต่อไปนี้

... ไปเข้าค่ายลูกเสือมีภารกิจคือต้องเดินทางไปยังจุดนัดพบในเวลากลางคืน ผู้บังคับบัญชาไม่ได้ให้นำไฟฉายไป จึงไม่สามารถเดินทางไปยังจุดนัดพบได้

(นักเรียนเลขที่ 31, แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา, 21 มีนาคม 2565)

... หลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งระหว่าง A หรือ B เสีย เพราะต่อกันแบบอนุกรม

(นักเรียนเลขที่ 33, แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา, 21 มีนาคม 2565)

3. ชั้นเสนอวิธีแก้ปัญหา

ผู้วิจัยได้ตรวจแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนมีคะแนนดังรายละเอียดในตารางที่ 7 โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ในระดับสูง คือ ร้อยละ 67.44 นักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับกลางร้อยละ 25.58 และนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับต่ำร้อยละ 13.95 โดยมีตัวอย่างดังต่อไปนี้

... ประดิษฐ์หลอดไฟเอง นำถ่านไฟฉายมาต่อเข้ากับสายไฟ นำสายไฟด้านที่สองมาต่อเข้ากับหลอดไฟ LED

(นักเรียนเลขที่ 43, แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา, 21 มีนาคม 2565)

... ลองนำหลอดไฟ A หรือ B ไปทดสอบว่าหลอดไหนเสีย แล้วเปลี่ยนหลอดไฟ หรือต่อวงจรแบบขนานแทน

(นักเรียนเลขที่ 20, แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา, 21 มีนาคม 2565)

4. ชั้นตรวจสอบผลลัพธ์

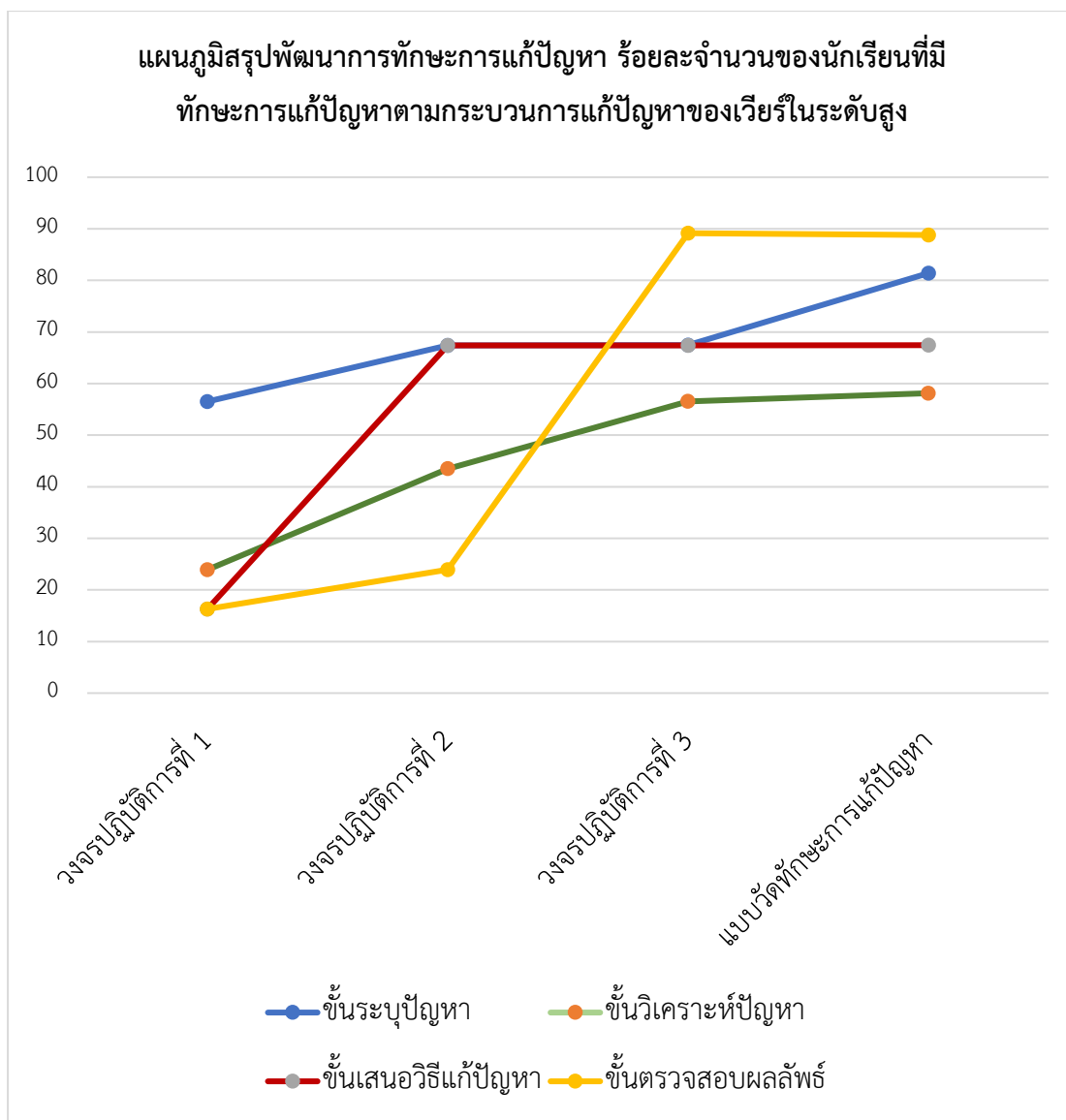
ผู้วิจัยได้ตรวจแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนมีคะแนนดังรายละเอียดในตารางที่ 7 โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ในระดับสูง คือ ร้อยละ 55.81 นักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับกลางร้อยละ 23.25 และนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับต่ำร้อยละ 20.94 โดยมีตัวอย่างดังต่อไปนี้

... ถ้าทำสำเร็จจะมีแสงไฟ ทำให้สามารถทำภารกิจไปถึงจุดนัดพบได้

(นักเรียนเลขที่ 43, แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา, 21 มีนาคม 2565)

... ถ้าแก้ไขปัญหามาตามข้อที่ 3 ได้หลอดไฟทุกดวงจะติด

(นักเรียนเลขที่ 28, แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา, 21 มีนาคม 2565)



ภาพ 34 แผนภูมิสรุปพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา ร้อยละจำนวนของนักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์ในระดับสูง

จากภาพที่ 34 แผนภูมิสรุปพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา ร้อยละจำนวนของนักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์ในระดับสูง พบว่า การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน ตามกระบวนการคิดแก้ปัญหาของเวียร์ทั้ง 4 ชั้น คือ ชั้นระบุปัญหา ชั้นวิเคราะห์ปัญหา ชั้นเสนอวิธีแก้ปัญหา และชั้นตรวจสอบผลลัพธ์ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจะมีพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาสูงขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาในชั้นระบุปัญหาสูงที่สุด ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า

นักเรียนมีพัฒนาการในทุกขั้นตอนดีขึ้น และชั้นเสนอวิธีแก้ปัญหาให้นักเรียนที่มีความสามารถอยู่ในระดับสูงเท่ากับชั้นระบุปัญหา ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีพัฒนาการในทุกขั้นตอนดีขึ้นกว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยชั้นตรวจสอบผลลัพธ์เป็นชั้นที่นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับสูงมากที่สุด หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาครบทั้ง 3 วงจร ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา หลังจากตรวจวิเคราะห์แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาแล้วพบว่า นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาในชั้นระบุปัญหาสูงขึ้นกว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ส่วนในขั้นตอนวิเคราะห์ปัญหา เสนอวิธีแก้ปัญหา และตรวจสอบผลลัพธ์ นักเรียนมีระดับทักษะใกล้เคียงกับในวงจรปฏิบัติการที่ 3



บทที่ 5

บทสรุป

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา และศึกษาการพัฒนาการทางทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

นักเรียนผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ของโรงเรียนประถมแห่งหนึ่งในจังหวัดชัยนาท จำนวน 43 คน ประกอบด้วยนักเรียนชาย 23 คน และนักเรียนหญิง 20 คน ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาเรื่องไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 3 แผน ได้แก่เรื่อง แรงไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย และการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน 2) แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ 3) ใบกิจกรรมการเรียนรู้ 4) แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา 5) แบบสังเกตทักษะการแก้ปัญหา การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ ระยะเวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง ในระหว่างการดำเนินการวิจัยผู้วิจัยสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ โดยใช้เครื่องมือวิจัย จากนั้นจึงทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในวงจรปฏิบัติการต่อไป เมื่อผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้ว ผู้วิจัยจึงดำเนินการทดสอบทักษะการแก้ปัญหา โดยใช้แบบวัดทักษะการแก้ปัญหตามกระบวนการแก้ไข้ปัญหาของเวียร์ ข้อสอบเป็นรูปแบบอัตนัย 2 สถานการณ์ คำถามสถานการณ์ละ 4 ข้อ และตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เพื่อตอบคำถามวิจัย โดยสรุปผลการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

1. ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

สำหรับในขั้นตอนนี้ครูต้องใช้คำถามในการกระตุ้นนักเรียนให้ได้ฝึกกระบวนการระบุปัญหา โดยอาจสมมุติปัญหาต่างๆไม่ซับซ้อนก่อนเพื่อให้นักเรียนรู้สึกคุ้นชินกับการที่ต้องตอบคำถาม จากนั้นจึงนำเข้าสู่สถานการณ์ปัญหาที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยสถานการณ์ปัญหาที่ใช้จะต้องเป็นสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวัน ใกล้ตัวนักเรียน และมีความเป็นรูปธรรม คำถามที่ใช้ควรเป็นคำถามที่ตรงประเด็น และเข้าใจง่าย ยกตัวอย่างเช่น จากสถานการณ์นี้ปัญหาที่นักเรียนต้องแก้ไขคืออะไร สื่อที่ใช้ควรเป็นสื่อที่มีความน่าสนใจเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน โดยสื่อต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน เช่น สื่อการ์ตูนแอนิเมชัน เกมส์ วิดีโอ เป็นต้น ผู้วิจัยควรมีการเตรียมความพร้อมผู้เรียนก่อนที่จะเริ่มทำกิจกรรม หลังจากถามคำถามครุควรเว้นระยะเวลาให้ผู้เรียนได้คิดไตร่ตรอง หรือสืบค้นข้อมูลก่อนที่จะตอบคำถาม

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

สำหรับในขั้นตอนนี้เมื่อแบ่งกลุ่มนักเรียนแล้วครุควรรอให้นักเรียนพร้อมที่จะเรียนก่อนที่จะเริ่มทำกิจกรรมต่อไป เพราะนักเรียนจะให้ความสนใจกับการที่ตนเองได้ทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกับเพื่อนๆ มีการพูดคุยกับเพื่อนๆ ครุควรอธิบายหน้าที่ของหัวหน้ากลุ่ม รองหัวหน้ากลุ่ม สมาชิก และเลขานุการ อย่างชัดเจนเพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจ และนักเรียนจะสามารถนำความรู้ไปแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มได้อย่างเหมาะสม ครุควรมีการกระตุ้นให้นักเรียนค้นคว้าหาข้อมูล หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาย่างเพียงพอ หลังจากนั้นจึงแนะนำให้นักเรียนได้คิดพิจารณาว่าแนวคิดหรือข้อมูลที่ตนเองได้สืบค้นมานั้น มีความน่าเชื่อถือ และมีความถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่อย่างไร

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

สำหรับในขั้นตอนนี้ก่อนที่นักเรียนจะดำเนินการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาครุควรให้ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา หรือยกตัวอย่างขั้นตอนการแก้ปัญหาต่างๆไม่ซับซ้อนให้นักเรียนได้เข้าใจก่อน และควรมีการอธิบายถึงความสำคัญของการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาว่าจะเกิดประโยชน์อย่างไรในการสร้างชิ้นงานของนักเรียน บางกิจกรรมที่นักเรียนใช้เวลานานครุควรมีการคาดคะเนไว้ล่วงหน้า เพื่อที่จะจัดสรรเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรม กิจกรรมที่จะต้องมีการนำเสนอก่อนที่นักเรียนกลุ่มแรกจะเริ่มนำเสนอผู้วิจัยควรมีการสร้างกฎเกณฑ์ให้นักเรียนในห้องอยากที่จะร่วมกันปฏิบัติตาม เช่น ถ้านักเรียนกลุ่มไหนตั้งใจฟังเพื่อนครูจะมีคะแนนพิเศษให้เป็นรางวัล

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

สำหรับในขั้นตอนนี้หลังจากที่นักเรียนได้ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาแล้ว นักเรียนจะต้องมากำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานว่าในการที่จะสร้างชิ้นงานเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหานั้น นักเรียนจะมีขั้นตอนในการสร้างชิ้นงานอย่างไรบ้าง ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนต้องใช้ความรู้ใหม่ หรือทักษะที่นักเรียนยังไม่เคยฝึกฝนมาก่อน คือ การวางแผนขั้นตอนการทำงาน ครูจะต้องให้ความรู้กับนักเรียน และมีการยกตัวอย่างง่ายๆ ให้นักเรียนเข้าใจก่อน เพื่อให้ทุกคนมีความรู้และสามารถนำไปใช้ได้ในการทำกิจกรรมได้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน

สำหรับในขั้นตอนนี้ ครูควรให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการทดสอบ ประเมินผล และหาวิธีการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานของกลุ่มตนเอง นักเรียนจะรู้สึกสนุกสนานไปกับการได้ทดสอบสิ่งที่ตนเองสร้างขึ้นมา หากไม่เป็นไปตามที่คาดหวังหรือที่วางแผนเอาไว้ นักเรียนต้องหาวิธีการปรับปรุงแก้ไขงานของตนเองประสบความสำเร็จ ซึ่งในขั้นตอนนี้ นอกจากความสนุกสนานแล้ว นักเรียนจะเกิดความเชื่อมั่นและภาคภูมิใจในตนเอง โดยผู้วิจัยอาจให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในการประเมินชิ้นงานของตนเองและของเพื่อนๆ ในชั้นเรียนได้

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

สำหรับในขั้นตอนนี้ ครูต้องบอกประเด็นที่นักเรียนจะต้องมานำเสนอ ในการนำเสนอครูจะต้องมีการสรุปกิจกรรม และองค์ความรู้ที่นักเรียนได้ในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอน พร้อมทั้งต้องพูดคุย ซักถามนักเรียนเพื่อทำให้ทราบว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งนั้นๆ นักเรียนได้รับองค์ความรู้มากน้อยเพียงใด และเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน หรืออาจจะเสริมความรู้อย่างย่อในเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน

ข้อค้นพบเพิ่มเติม

1. ในขั้นระบุปัญหาสถานการณ์ปัญหาที่นำมาใช้ต้องเป็นสถานการณ์ที่ใกล้ตัวผู้เรียนเหมาะสมกับวัย ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาได้ง่าย
2. การแบ่งกลุ่มผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา นอกเหนือจากระดับผลการเรียนแล้ว ครูผู้สอนควรที่จะพิจารณาจากความสามารถของผู้เรียนด้วย ในกลุ่มเดียวกับครูควรคละนักเรียนที่มีความสามารถหลากหลาย เช่น กลุ่มที่ 1 มีนักเรียนที่มีความสามารถในการวาดภาพ คิดคำนวณ ออกแบบ และพูดนำเสนอ เป็นต้น
3. เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาต้องมีการบูรณาการใน 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการใช้เทคโนโลยีสืบค้นข้อมูลนั้น ครูควรมีการสำรวจอุปกรณ์เทคโนโลยีที่ต้องการใช้กับจำนวนของผู้เรียนก่อนทำการจัดการเรียนการสอน

4. จากข้อค้นพบในข้อที่ 3 ถ้าหลังจากสำรวจแล้วพบว่านักเรียนบางคนหรือบางกลุ่มมีความพร้อมในด้านอุปกรณ์เทคโนโลยี เช่น นักเรียนบางคนมีสมาร์ทโฟน คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก หรือแท็บเล็ตส่วนตัว ครูควรที่จะจัดกลุ่มโดยในหนึ่งกลุ่ม ให้มีนักเรียนที่มีอุปกรณ์เทคโนโลยีอย่างน้อย 1 คน

5. จากการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนจะเสนอวิธีการแก้ปัญหาจากประสบการณ์ที่เคยเรียนรู้ นักเรียนในชั้นเรียนทุกคนมีประสบการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลายและแตกต่างกัน ในชั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหานี้ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเสนอวิธีการแก้ปัญหามาให้ได้มากที่สุด เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันกับเพื่อนๆ และใช้เป็นแนวทางในการหาวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด และเหมาะสมกับสถานการณ์ที่สุด

6. ในกระบวนการทำงานกลุ่มนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา มักจะมักจะกำหนดบทบาทหน้าที่การทำงานในกลุ่มตามความชอบของตนเองและเพื่อนๆ ครูจะต้องอธิบายให้นักเรียนมีความเข้าใจว่าบทบาทหน้าที่การทำงานกลุ่มมีอะไรบ้าง และแต่ละบทบาทหน้าที่นั้นมีหน้าที่หรือมีแนวทางปฏิบัติอย่างไร โดยอาจอธิบายประกอบตัวอย่างเป็นนิทานที่ใช้ภาษาง่ายๆ เป็นรูปธรรม และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

7. การเขียนขั้นตอนการทำงานพบว่านักเรียนยังขาดความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนนี้นักเรียนส่วนใหญ่มักจะลงมือทำชิ้นงานก่อน แล้วจึงค่อยเขียนขั้นตอนการทำงานที่หลัง ครูผู้สอนจึงควรอธิบายพร้อมทั้งยกตัวอย่างขั้นตอนการทำงานง่ายๆ น่าสนใจ ภาษาที่ใช้เข้าใจง่าย เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจ

8. ในการทดสอบและประเมินชิ้นงาน ครูควรให้นักเรียนออกมาทดสอบชิ้นงานพร้อมกันทั้งกลุ่ม เพื่อให้สมาชิกในกลุ่มทุกคนช่วยกันพิจารณาว่าชิ้นงานเป็นไปตามที่คาดหวังหรือไม่ และต้องดำเนินการปรับปรุงแก้ไขอย่างไร

9. จากการสังเกตพบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาช่วยพัฒนานักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ได้ เพราะรูปแบบการเรียนรู้เป็นการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติ เมื่อนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้มีโอกาสได้ปฏิบัติจริงทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม นักเรียนสามารถทำความเข้าใจเนื้อหาวิชา และนำไปสู่การพัฒนาเป็นความรู้ที่คงทนได้

2. ศึกษาการพัฒนาการทางทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การศึกษาพัฒนาการทางทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

1. พัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องไฟฟ้า

2. พัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องไฟฟ้า

พัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องไฟฟ้า

จากการศึกษาพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องไฟฟ้า สรุปผลการศึกษาพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในชั้นระดับปัญหาอยู่ในระดับสูง นักเรียนสามารถบอกปัญหาหรือระบุปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันและผู้วิจัยกำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง ในขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ในขั้นนี้เป็นขั้นที่เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แล้วนักเรียนมีผลคะแนนอยู่ในระดับต่ำในวงจรปฏิบัติการที่ 1 แต่หลังจากที่นักเรียนเริ่มคุ้นชินกับการเรียนในรูปแบบสะเต็มศึกษาแล้วนักเรียนก็มีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามลำดับในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการแก้ปัญหาขั้นวิเคราะห์ปัญหาอยู่ในระดับสูง นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการค้นคว้ามาระบุสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาจากสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง ชี้เสนอวิธีแก้ปัญหา พบว่า ในขั้นนี้นักเรียนมีผลคะแนนอยู่ในระดับต่ำที่สุดในทุกขั้นตอนของวงจรปฏิบัติการที่ 1 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามลำดับ และนักเรียนส่วนใหญ่มีผลคะแนนในขั้นการเสนอวิธีแก้ปัญหาอยู่ในระดับสูง นักเรียนสามารถหาวิธีการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหามากที่สุด ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ ในขั้นนี้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 อยู่ในระดับสูงเนื่องจากนักเรียนสามารถเสนอวิธีแก้ปัญหาในขั้นที่ 3 ได้ถูกต้องและมีความเป็นไปได้ เหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์ จึงนำไปสู่การตรวจสอบผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

พัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องไฟฟ้า

จากการศึกษาพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องไฟฟ้า พบว่า ในชั้นระดับปัญหานักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ในระดับสูง คือร้อยละ 81.39 นักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับกลางร้อยละ 11.62 และนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับต่ำร้อยละ 6.52 ขั้นวิเคราะห์ปัญหานักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ในระดับสูง คือร้อยละ 58.13 นักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับกลางร้อยละ 18.60 และนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับต่ำร้อยละ 20.93 ชี้เสนอวิธีวิธีแก้ปัญหาให้นักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ในระดับสูง คือร้อยละ 67.44 นักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับกลางร้อยละ 25.58 และนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับต่ำร้อยละ 13.95 และขั้นตรวจสอบผลลัพธ์นักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ในระดับสูง คือร้อยละ

55.81 นักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับกลางร้อยละ 23.25 และนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับต่ำร้อยละ 20.94

ข้อค้นพบเพิ่มเติม

1. ทักษะการแก้ปัญหาในชั้นระบุปัญหาเป็นขั้นที่นักเรียนมีระดับความสามารถสูงที่สุด เนื่องจากในชั้นตอนนี้มีในชั้นการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
2. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในระดับประถมศึกษา ครูควรให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง และเนื้อหาที่นำมาใช้ในการสอนควรเป็นรูปธรรมนักเรียนสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย เช่น เรื่องไฟฟ้า เรื่องหิน เป็นต้น
3. จากการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้นี้พบว่าการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ตามกระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์ทั้ง 4 ขั้นตอน คือ ชั้นระบุปัญหา ชั้นวิเคราะห์ปัญหา ชั้นเสนอวิธีแก้ปัญหา และชั้นตรวจสอบผลลัพธ์ แต่ละชั้นมีความสำคัญเท่าๆ กัน ผู้สอนควรที่จะพิจารณาพัฒนาการของผู้เรียนทุกขั้นตอน และนำมาปรับปรุงการสอนของตนเองในครั้งต่อไป
4. จากการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้นี้พบว่าทักษะการแก้ปัญหา ตามกระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์ขั้นที่นักเรียนปฏิบัติไม่ได้และทำให้นักเรียนไม่สามารถไปต่อในขั้นต่อไปได้ คือ ชั้นวิเคราะห์ปัญหา ผู้สอนจึงควรให้นักเรียนช่วยกันหาความรู้หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และให้ผู้เรียนร่วมอภิปรายเพื่อให้ผู้เรียนทุกคนได้ความรู้หรือแนวคิดที่หลากหลายเพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ปัญหาได้ต่อไป
5. จากการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้นี้พบว่าทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนเกิดจากประสบการณ์ที่ผู้เรียนเคยพบเจอ หรือการที่ผู้เรียนได้นำความรู้ที่ตนเองมีมาประยุกต์ในการแก้ปัญหา ดังนั้น ผู้สอนควรที่จะหาสถานการณ์ในชีวิตประจำวันมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน และสถานการณ์ที่ใกล้ตัวผู้เรียนที่สุดก็จะเป็นสถานการณ์ที่ดี
6. บางครั้งนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาฯยังไม่สามารถเขียนตอบ หรือเขียนอธิบายเป็นประโยคยาวๆ ได้ ผู้สอนอาจมีการปรับกิจกรรมให้ใช้การวาดภาพประกอบแทนการเขียน
7. หลังจากการจัดการเรียนรู้ทุกครั้งผู้สอนควรที่จะสอบถามหรือซักชวนให้ผู้เรียนร่วมอภิปรายความรู้ที่ได้รับจากการเรียนในแต่ละครั้ง เพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นของผู้เรียน และป้องกันไม่ให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน

อภิปรายผลการวิจัย

จากการดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถอภิปรายผลการวิจัย ได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19

1.1 ชั้นระบุปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องสามารถบอกปัญหา หรือระบุปัญหาจาก สถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่ครูกำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง ครูต้องใช้คำถามในการกระตุ้นนักเรียนให้ ได้ฝึกกระบวนการระบุปัญหา โดยอาจสมมุติปัญหาง่ายๆไม่ซับซ้อนก่อนเพื่อให้นักเรียนรู้สึกคุ้นชินกับ การที่ต้องตอบคำถาม จากนั้นจึงนำเข้าสู่สถานการณ์ปัญหาที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดย สถานการณ์ปัญหาที่ใช้จะต้องเป็นสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวัน ใกล้ตัวนักเรียน ควรใช้สื่อที่มี ความเกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน โดยสื่อต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน และมีความน่าสนใจ เช่น สื่อการ์ตูนแอนิเมชัน เกมส์ วิดีโอ เป็นต้น ผู้วิจัยควรมีการเตรียมความพร้อม ผู้เรียนก่อนที่จะเริ่มทำกิจกรรม ควรใช้คำถามที่มีความน่าสนใจ ภาษาที่ใช้ต้องไม่ซับซ้อน สามารถทำ ความเข้าใจได้ง่าย หลังจากถามคำถามครุควรเว้นระยะเวลาให้ผู้เรียนได้คิดไตร่ตรอง หรือสืบค้นข้อมูล ก่อนที่จะตอบคำถาม ซึ่งสอดคล้องกับ พัทธดนย์ อุดมสันติ (2560) กล่าวว่า ชั้นระบุปัญหาเป็นขั้นที่ ผู้วิจัยควรมุ่งเน้นให้นักเรียนได้พบเจอกับปัญหาที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้สถานการณ์มา เป็นตัวกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนอยากที่จะใช้ความรู้ที่ตนเองมีหรือความรู้ที่ได้จาก การค้นคว้ามาใช้ในการแก้ปัญหา

1.2 ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นขั้นที่หลังจากนักเรียน สามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องแล้ว นักเรียนจะต้องรวบรวม ข้อมูล หรือสืบค้นข้อมูลเพื่อมาใช้ในการหาวิธีการแก้ปัญหาโดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ว่าวิธีนั้นๆ จะสามารถนำมาแก้ไขปัญหานั้นได้จริงหรือไม่ โดยในขั้นตอนนี้ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลที่ เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นๆอย่างเพียงพอ ซึ่งสอดคล้องกับ กฤษลดา ชูสินคุณาวุฒิ (2557) กล่าวว่า ชั้น รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจะเน้นให้นักเรียนเป็นผู้ที่สืบค้นข้อมูลเพื่อหาวิธีการ แก้ปัญหา โดยข้อมูลที่ได้นั้นนักเรียนจะต้องพิจารณาถึงความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูล ด้วย

1.3 ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา หลังจากทีนักเรียนเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่ เหมาะสมที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาแล้ว นักเรียนจะต้องนำแนวคิดหรือวิธีการนั้นมาออกแบบวิธีการหรือ ชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา สอดคล้องกับ อภิญญา สิงโต (2563) กล่าวว่า ขั้นตอนออกแบบวิธีการ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดค้น และหาวิธีต่างๆที่จะนำมาแก้ปัญหตาม เงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งนักเรียนจะต้องมีการพิจารณาถึงข้อดี ข้อจำกัดต่างๆแล้วจึงตัดสินใจว่าวิธีใดเป็น วิธีที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

1.4 ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ในขั้นตอนนี้ครูจะต้องกำหนดขั้นตอน ย่อยในการทำงาน หรือในการสร้างชิ้นงานที่จะมาแก้ปัญหา

1.5 ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องทดสอบ และประเมินชิ้นงานของตนเอง และถ้าชิ้นงานของนักเรียนไม่เป็นไปตามที่วางแผนเอาไว้ นักเรียนจะต้องหาวิธีแก้ปัญห และปรับปรุงชิ้นงานของตนเองให้มีประสิทธิภาพตามต้องการ สอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554) กล่าวว่า ในขั้นตอนการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหหรือแก้ไขชิ้นงานนี้ นักเรียนจะต้องทดสอบชิ้นงานของตนเอง เพื่อหาจุดบกพร่องและทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ชิ้นงานมีคุณภาพตามที่ต้องการ

1.6 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญห ผลการแก้ปัญห หรือชิ้นงาน หลังจากที่นักเรียนพัฒนาปรับปรุงชิ้นงานจนมีประสิทธิภาพตามต้องการแล้วนักเรียนจะต้องนำเสนอชิ้นงานของตนเองด้วยข้อมูลที่เข้าใจง่าย สอดคล้องกับ Morgan, Capraro and Capraro (2013) ที่กล่าวว่า ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้นำองค์ความรู้ของนักเรียนมาสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และนำเสนออย่างสมเหตุสมผล

2. พัฒนาการทักษะการแก้ปัญหของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องไฟฟ้า พบว่านักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมแต่ละขั้นของกระบวนการแก้ปัญห ตามกระบวนการแก้ปัญหของเวียร์ได้เป็นอย่างดี และแสดงออกเพิ่มมากขึ้นในแต่ละรอบวงจรปฏิบัติการ เนื่องจากกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีส่วนช่วยในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหของนักเรียน ในการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ใช้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องของนักเรียน นักเรียนจึงสามารถทำความเข้าใจปัญหาได้ง่าย และสามารถระบุปัญหาได้ถูกต้องตรงกับสถานการณ์ ซึ่งสอดคล้องกับอธิภิญญา สิงโต (2563) กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ใช้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวัน จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหตามขั้นตอน คือ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การเสนอวิธีแก้ปัญห และการตรวจสอบผลลัพธ์ สิริรักษา กิจเกื้อกูล (2558, หน้า 201) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีการบูรณาการเนื้อหาใน 4 วิชาหลัก เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคนมีทักษะในการออกแบบ และคิดหาวิธีแก้ปัญหได้ อีกทั้งยังมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปาลิตา สุขสำราญ (2560) เรื่องการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาพบว่านักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อาทิตย์ ฉิมกุล (2559) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญห และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนที่ได้เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหหลังเรียนเท่ากับ 76.35 จัดอยู่ในระดับดีมาก

จากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีกระบวนการและขั้นตอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา โดยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานำสถานการณ์ในชีวิตประจำวันมาให้ให้นักเรียนได้คิดหาวิธีแก้ปัญหา ซึ่งการใช้สถานการณ์ในชีวิตประจำวันนั้นจะทำให้ผู้เรียนเกิดความท้าทาย มีความกระตือรือร้นอยากที่จะหาวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะต้องใช้ความรู้ที่ได้สืบค้นมา และทักษะที่มีทั้งหมดเพื่อนำไปสู่การคิดออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ออกแบบสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหา และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เข้าใจง่าย นอกจากทักษะการแก้ปัญหาแล้วสิ่งที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษายังทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ในการเรียนที่สนุกสนาน ตื่นเต้น ท้าทาย ได้ทำงานเป็นทีมกับเพื่อนๆ และเกิดเจตคติที่ดีในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการทำวิจัยในครั้งต่อไป มีรายละเอียดดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

1.1 ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ก่อนที่จะดำเนินการจัดการเรียนรู้ ครูควรชี้แนะแนวทางในการทำกิจกรรม ประโยชน์ในการทำกิจกรรม บทบาทหน้าที่ของครู และบทบาทหน้าที่ของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน ป้องกันความสับสนอันอาจจะก่อให้เกิดการการเรียนรู้ที่ไม่เต็มประสิทธิภาพ

1.2 ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ครูควรใช้สถานการณ์ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาได้ง่าย และเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจใฝ่รู้

1.3 ในการจัดการเรียนรู้ครูควรจัดเตรียมข้อมูลที่ถูกต้องน่าเชื่อถือ และสะดวกต่อการสืบค้นของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลได้ง่าย อีกทั้งยังเป็นการช่วยแก้ปัญหาในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลได้ หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลไม่เพียงพอ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในระดับชั้นอื่นๆ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการใน 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะด้านต่างๆ และได้รับความรู้ที่เกิดจากการสร้างองค์ความรู้ของตนเอง

2.2 ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่นๆเพิ่มเติม เช่น เจตคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นต้น

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ, กรมวิชาการ. (2544). *เอกสารการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- กฤษลดา ชูสินคุณาวุฒิ. (กันยายน-ตุลาคม 2557). รอบรู้เทคโนโลยี: กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมคืออะไร?, *สสวท.*, 42(190), 37.
- เขมวดี พงศานนท์. (2557). STEM EDUCATION. ใน *การประชุมนิเทศผู้รับทุนโครงการ สกวค. ระดับปริญญาโททางการศึกษา (ประเภท Premium) ปีการศึกษา 2557 ณ โรงแรมเอวัน เดอะรอยัล ครุส พัทยา จังหวัดชลบุรี*. กรุงเทพฯ: สกวค.
- จารีพร ผลมูล. (2558). *การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีศึกษา ชุมชนวัดตะกอก จังหวัดชุมพร (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาโท)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชลธิป สมานีโต. (2557). *เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ การจัดการกิจกรรมบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์สำหรับปฐมวัย*. กรุงเทพฯ: สมาคมอนุบาลแห่งประเทศไทย.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). *การจัดการเรียนรู้แนวใหม่*. นนทบุรี: สหมิตรพรินติ้ง แอนด์พับลิชชิง.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2557). *ศิลปะการสอนเพื่อผู้เรียนในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนวรรณ ศรีวิบูลย์รัตน์. (2561). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เรื่อง งานและพลังงาน รายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท)*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- นงนุช เอกตระกูล. (2557). *ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education*. สืบค้น 2 มิถุนายน 2560, จาก http://swis.act.ac.th/html_edu/act/temp_emp_research/2204.pdf.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). *การพัฒนาการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 5)* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ 9119 เทคนิคพรินติ้ง.
- ปาไลตา สุขสำราญ. (2560). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท)*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

- พนม พงษ์ไพบูลย์. (2552). *สร้างชาติด้วยการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 33(2), 49.
- พลศักดิ์ แสงพรหมศรี. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พัทธดนย์ อุดมสันติ. (2560). การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แสงและทัศนูปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- มนตรี จุฬาวัดนทล. (2556). *สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม (STEM Education Thailand and STEM Ambassadors)*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- รักษพล ธนานวงศ์. (2556). เรียนรู้สภาวะโลกร้อนด้วย STEM Education แบบบูรณาการ. *สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)*, 41(182).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). สื่อการเรียนรู้กระตุ้นต่อมคิด. *นิตยสาร สสวท.*, 40(175), 11-12.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *เอกสารจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *เอกสารจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *เอกสารประกอบการอบรมการพัฒนาการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ร่วมกับ ORGANISATION for ECONOMIC COOPERATION and DEVELOPMENT (OECD). *สรุปผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์การ อ่าน และคณิตศาสตร์*. สืบค้น 31 กรกฎาคม 2564, จาก <http://pisathailand.ipst.ac.th/pisa/reports/pisa2015summaryreport/>.

- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2551). *สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2550*. สืบค้น 1 มิถุนายน 2562, จาก <https://www.niets.or.th/th/>
- สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. (2557). *การจัดทำยุทธศาสตร์การปฏิรูปการศึกษาขั้นพื้นฐานให้เกิดความรับผิดชอบ*. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI).
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). *การจัดการเรียนวิทยาศาสตร์ ทิศทางสำหรับครูสตรวรษที่ 21*. เพชรบูรณ์: จุลติสการพิมพ์.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). *สะเต็มศึกษา (ตอนที่ 2): การบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 17(3), 154–160.
- สุคนธ์ สินธพานนท์, วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์ และพรณี สินธพานนท์ (2555). *พัฒนาทักษะการคิดตามแนวปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ: เทคนิคพรินติ้ง.
- สุรยศ ทรัพย์ประกอบ, ชาตรี ฝ่ายคำตา, และพจนารถ สุวรรณจจิ. (2556). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (Science, Technology, Engineering and Mathematics, (STEM))*. ใน *รายงานการดำเนินโครงการ "การพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEM"*. กรุงเทพฯ: โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์.
- สุพรรณิ ขาญประเสริฐ . (2557). *สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2551). *กลยุทธ์...การสอนคิดแก้ปัญหา (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน). *รายงานการประเมินคุณภาพภายนอกระดับขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2549 2553*. สืบค้น 15 พฤษภาคม 2564, จาก <http://www.onesqa.or.th/>
- อภิญา สิงห์โต. (2563). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท)*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2556). *สะเต็มศึกษากับพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา*. กรุงเทพฯ: สมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

- อาทิตย์ ฉิมกุล. (2559). ผลของการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Bellanca, J., & Brandt, R. (2010). *21 * Century Skills: Rethinking How Students Learn*. Bloomington. IN: Solution Tree Press.
- Charles, R., Lester, F., & O'Daffer, P. (1987). The analytic scoring scale. *How to evaluate progress in problem-solving*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Crabbe, E. (1990). Biodiesel production from crude palm oil and evaluation of butanol extraction and fuel properties. *Process Biochemistry*, 37, 65-71.
- Ceylan, S., & Ozdilek, Z. (2015). *Improving a sample lesson plan for secondary science courses within the STEM Education*. Turkey: Uludag University.
- Dejamette. (2012). America's children providing early exposure to STEM (science, technology, engineering and math) initiatives. *Education*, 133(1), 77-84.
- Dewey, J. (1976). *Moral Principle in Education*. Boston: Houghton Mifflin Co.
- Diana, L.R. (2012). *Integrated STEM education through project-based*. Retrieved December 2, 2021, from <http://www.rondout.kny.us/common/pages/DisplayFile.aspx?itemId=1646697>
- Gagne, R. M. (1977). *The conditions of learning* (3rd ed.). New York: Holt, Rinehart, and Winston.
- Gonzalez, H.B., & Kuenzi, J.J. (2012). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer*. Washington, DC: Congressional Research Service.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of Education*. New York: McGraw-Hill Book.
- Morgan, J.R., Capraro, M.M., & Caprara, R.M. (2013). *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and Mathematics (STEM) approach*. Rotterdam: Sense.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2013). *PISA 2015 draft collaborative problem solving framework*. Paris: OECD.

- Tseng, K., Chang, C., Lou, S., & Chen, W. (2011). Attitudes toward Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) in a Project-based Learning (PBL) Environment. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23(1), 87-102.
- Schmuck, R. A. (2006). *Practical Action Research For Change*. Thousand Oaks, California: Corwin Press.
- Strimel, G. (2014). Shale gas extraction: Drilling into current issues and making STEM connections. *Resource in Technology and Engineer*, (12), 16-24
- Tawflk, A., Trueman, R.J., & Trueman, M.M. (2014). Engaging non-scientists in STEM through Problem-based Learning and service learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 8, 2.
- Weir, J. J. (1974). Problem solving is everybody's Problem. *The Science Teacher*, 41(4), 16-18.





ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยนครพนม



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย งานวิชาการ โทร. ๘๘๒๗

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๐๒๒๔ วันที่ ๒๖ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน ดร.สุรียา ซาปุ่น

ด้วย นางสาวปัทมา ชุมร่า รหัสประจำตัว ๖๓๐๙๐๖๐๒ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา
วิทยาศาสตร์ศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การจัดการ
เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖
ในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
การศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้
ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้
ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความ
อนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาคุดม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๐๒๒๔

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๒๖ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขออนุมัติคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน คุณตุจดาว ทวีผล

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

๒. เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นางสาวปฎิมา ชุมร่า รหัสประจำตัว ๖๓๐๙๐๖๐๒ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา
วิทยาศาสตร์ศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การจัดการ
เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖
ในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
การศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร พิจารณาแล้วเห็นว่า
ท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไข
เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่า
คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ



ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๐๒๒๔



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๒๖ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน คุณประภาศรี คำสะอาด

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

๒. เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นางสาวปฎิมา ชุมร่า รหัสประจำตัว ๖๓๐๙๐๖๐๒ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา
วิทยาศาสตร์ศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การจัดการ
เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖
ในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
การศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกุล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร พิจารณาแล้วเห็นว่า
ท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไข
เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่า
คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

ภาคผนวก ข แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 1 คำชี้แจง โปรดพิจารณาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และลงความคิดเห็นว่ามีความเหมาะสมสอดคล้องในด้านต่างๆ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างระดับความคิดเห็น ตามความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมี 5 ระดับ ดังนี้

- 5 คะแนน หมายถึง มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 คะแนน หมายถึง มีระดับความเหมาะสมมาก
- 3 คะแนน หมายถึง มีระดับความเหมาะสมปานกลาง
- 2 คะแนน หมายถึง มีระดับความเหมาะสมน้อย
- 1 คะแนน หมายถึง มีระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	1	2	3	4	5
ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
1.ขั้นระบุปัญหา					
1.1 ส่งเสริมการระบุปัญหาจากสถานการณ์					
1.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนระบุเงื่อนไขและข้อจำกัดของปัญหา					
2.ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา					
2.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์					
2.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการแก้ปัญหา					
2.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนระบุขอบเขตของปัญหา					
2.4 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	1	2	3	4	5
3.ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา					
3.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนออกแบบชิ้นงานในการแก้ปัญหา					
3.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้ข้อมูลในการออกแบบชิ้นงาน หรือแนวทางในการแก้ปัญหา					
4.ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา					
4.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดวางแผนขั้นตอนในการสร้างชิ้นงานในการแก้ปัญหา					
4.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา					
5.ชั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน					
5.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการทดสอบชิ้นงานหรือแนวทางแก้ปัญหา					
5.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการปรับปรุงแก้ไขพัฒนาชิ้นงานหรือแนวทางแก้ปัญหา					
5.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการบันทึกข้อมูลผลการทดสอบชิ้นงานหรือแนวทางเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา					
6.ชั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา					
6.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำเสนอข้อมูลวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่เข้าใจง่าย					
6.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองและผู้อื่น					
7. การจัดกิจกรรม					
7.1 จัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนของกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา					
7.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา					
7.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้					

ภาคผนวก ค แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริม
ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถ
ในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

โปรดพิจารณากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิด
แก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และลงความคิดเห็นว่ามีความเหมาะสม สอดคล้องใน
ด้านต่างๆ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างระดับความคิดเห็น ตามความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมี
5 ระดับ ดังนี้

- 5 คะแนน หมายถึง มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 คะแนน หมายถึง มีระดับความเหมาะสมมาก
- 3 คะแนน หมายถึง มีระดับความเหมาะสมปานกลาง
- 2 คะแนน หมายถึง มีระดับความเหมาะสมน้อย
- 1 คะแนน หมายถึง มีระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	1	2	3	4	5
1. ส่วนนำของแผนการจัดการเรียนรู้					
- ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)					
- สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และตัวชี้วัดมีความสอดคล้องกัน					
2. สาระสำคัญ					
- สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
- มีความถูกต้องชัดเจนเข้าใจง่าย					
- เนื้อหาความรู้จดจำได้ดี					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	1	2	3	4	5
3. จุดประสงค์การเรียนรู้					
- สอดคล้องกับตัวชี้วัด มาตรฐานการเรียนรู้					
- ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา					
- พฤติกรรมที่ระบุสามารถวัดและประเมินผลได้					
- มีความชัดเจน เข้าใจง่าย					
4. สาระการเรียนรู้					
- สอดคล้องกับสาระสำคัญ					
- ตรงตามสาระการเรียนรู้หลักสูตรแกนกลาง					
- ส่งเสริมทักษะแก้ปัญหา					
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
- สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
- สอดคล้องกับใบกิจกรรม					
- กิจกรรมเป็นไปตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา					
- การจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา					
- ระยะเวลาเหมาะสมกับกิจกรรม					
- กิจกรรมเหมาะสมกับวัย และความสามารถของผู้เรียน					
6. สื่อ และแหล่งการเรียนรู้					
- สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
- ส่งเสริมให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้					
- เหมาะสมกับวัย และความสามารถของผู้เรียน					
- ปลอดภัยกับนักเรียน					
7. การวัดและประเมินผล					
- สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
- เครื่องมือที่ใช้วัดสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
- เกณฑ์การประเมินผลสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					

ภาคผนวก ง ตารางแสดงรหัสการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อใช้ในการจัดกลุ่มระดับทักษะการแก้ปัญหา
ตามกระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์ เป็นระดับสูง กลาง และต่ำ

ทักษะ	รหัส	พฤติกรรม
1.ระบุปัญหา	DP1 (สูง)	ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้องชัดเจน
	DP2 (กลาง)	ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมปานกลาง
	DP3 (ต่ำ)	ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจน หรือไม่มีการระบุปัญหา
2.วิเคราะห์ปัญหา	AP1 (สูง)	ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้อง ชัดเจน
	AP2 (กลาง)	ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ ครอบคลุมปานกลาง
	AP3 (ต่ำ)	ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจน หรือไม่ระบุสาเหตุของปัญหา
3.เสนอวิธี แก้ปัญหา	SP1 (สูง)	เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้องชัดเจน
	SP2 (กลาง)	เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุม ปานกลาง
	SP3 (ต่ำ)	เสนอวิธีแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจน หรือไม่เสนอวิธีแก้ปัญหา
4.ตรวจสอบ ผลลัพธ์	RP1 (สูง)	อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน
	RP2 (กลาง)	อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาได้ครอบคลุมปาน กลาง
	RP3 (ต่ำ)	อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาได้ไม่ชัดเจน หรืออธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาไม่ได้

ภาคผนวก จ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง
ไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

วิชา วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า

เรื่อง แรงไฟฟ้า

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

ผู้สอน นางสาวปัทมา ชุมร่า

จำนวนเวลาที่สอน 4 คาบ

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหา ที่พบในชีวิตจริง อย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

มาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

ตัวชี้วัดวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

ว 2.2 ป.6/1 อธิบายการเกิดและผลของ แรงไฟฟ้าซึ่งเกิดจากวัตถุที่ผ่านการขจัดดู โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

ว 2.4 ป.6/3 ใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ

ว 2.4 ป.6/4 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทำงานร่วมกันอย่างปลอดภัย เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตนเองเคารพในสิทธิของผู้อื่นแจ้งผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูลหรือบุคคลที่ไม่เหมาะสม

ตัวชี้วัดคณิตศาสตร์

ค.1.1 ป.6/1 เปรียบเทียบ เรียงลำดับเศษส่วนและจำนวนคละจากสถานการณ์ต่างๆ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดแรงไฟฟ้าได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายผลของแรงไฟฟ้าระหว่างวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าได้

ด้านทักษะ (P)

1. นักเรียนสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ฝุ่น PM 2.5 ได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์ฝุ่น PM 2.5 ได้
3. นักเรียนสามารถเสนอวิธีแก้ปัญหาในสถานการณ์ฝุ่น PM 2.5 ได้
4. นักเรียนสามารถคาดคะเนผลลัพธ์ที่เกิดจากการแก้ปัญหาของสถานการณ์ฝุ่น PM 2.5 ได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน

4.สาระสำคัญ

แรงไฟฟ้าเป็นแรงระหว่างประจุไฟฟ้า เกิดขึ้นจากการถูวัตถุบางชนิด โดยแรงไฟฟ้าเป็นแรงไม่สัมผัสซึ่งมีทั้งแรงดูดและแรงผลัก การถูวัตถุบางชนิดทำให้เกิดการถ่ายโอนประจุไฟฟ้าระหว่างวัตถุที่ถูกัน ทำให้วัตถุไม่เป็นกลางทางไฟฟ้า หรือมีประจุไฟฟ้ารวมเป็นบวกหรือลบ แรงไฟฟ้ามีทั้งแรงดูดและแรงผลัก แรงดูดเกิดจากวัตถุที่มีประจุคนละชนิดกันเข้าใกล้กัน แรงผลักเกิดจากวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันเข้าใกล้กัน

กรอบการบูรณาการ

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี	วิศวกรรมศาสตร์
แรงไฟฟ้ามีทั้งแรงดูดและแรงผลัก แรงดูดเกิดจากวัตถุที่มีประจุคนละชนิดกันเข้าใกล้กัน แรงผลักเกิดจากวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันเข้าใกล้กัน	เปรียบเทียบ และเรียงลำดับจำนวนที่เป็นทศนิยมจากข้อมูลที่ได้รับในสถานการณ์ปัญหา	ใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล เช่น โทรศัพท์มือถือ คอมพิวเตอร์ และแท็บเล็ต เพื่อนำไปออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่มีการระบุปัญหา รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา วางแผนดำเนินการแก้ปัญหา ทดสอบประเมินปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน และการนำเสนอชิ้นงาน

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (30 นาที) เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเพื่อหาแนวทางปฏิบัติ วิธีการ หรือสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยการตั้งคำถามว่านักเรียนรู้จักหรือเคยได้ยินคำว่าฝุ่น PM2.5 หรือไม่ (แนวคำตอบ นักเรียนตอบตามประสบการณ์ของตนเอง รู้จัก/ไม่รู้จัก, เคยได้ยิน/ไม่เคยได้ยิน)

2. ครู เปิด คลิป วิดีโอ ข่าว เกี่ยว กับ ฝุ่น PM2.5 (<https://www.youtube.com/watch?v=P7MBAsGytco>)



จากนั้นครูให้นักเรียนดูข้อมูลสถิติฝุ่น PM2.5 ที่วัดจากเครื่องวัดปริมาณฝุ่นที่ติดตั้งไว้ในบริเวณโรงเรียน ในเวลาสองสัปดาห์ และให้นักเรียนช่วยกันเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นในแต่ละวัน

3. ครูชักชวนนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ปัญหา ระบุปัญหา และหาข้อสรุปของปัญหา เกี่ยวกับฝุ่น PM2.5 โดยครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน โดยใช้เกมเปิดแผ่นป้ายเพื่อสุ่มให้นักเรียนตอบคำถามคำถามละ 5 คน ดังนี้

3.1 ปัญหาในวิดีโอที่นักเรียนได้ดูคืออะไร (แนวคำตอบ ฝุ่น PM2.5, ฝุ่นที่เป็นอันตราย)

3.2 สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร (แนวคำตอบ ควันพิษ, การเผาขยะ, โรงงานอุตสาหกรรม, การคมนาคม)

3.3 ฝุ่น PM2.5 จะส่งผลเสียต่อสุขภาพของนักเรียนอย่างไร (แนวคำตอบ ส่งผลเสียต่อระบบหายใจ, ทำให้เกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ)

3.3 นักเรียนจะมีวิธีการแก้ไขปัญหานี้ได้อย่างไร (แนวคำตอบ ไม่เผาขยะ, ใช้เชื้อเพลิงให้น้อยลง, ปลูกต้นไม้)

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาที่ครูได้กำหนดสถานการณ์มาให้

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (30 นาที) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา หลังจากนั้นจึงประเมินความเป็นไปได้ แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

5. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 5-6 คน แบบคณะกรรมการ คือ เก่ง กลาง อ่อน โดยดูจากผลคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ในปีการศึกษาที่ผ่านมา จากนั้นให้นักเรียนทำการแบ่งหน้าที่ตามความสามารถของแต่ละบุคคลพร้อมระบุหน้าที่ของตนเองในใบกิจกรรม

6. ครูให้สถานการณ์ปัญหา คือ บ้านหรือในห้องเรียนที่เป็นสภาวะปิดแต่ก็ยังพบว่ามีฝุ่น PM2.5 เข้ามาในบ้านหรือในห้องเรียนได้แม้จะปิดประตูและหน้าต่างทั้งหมดของอาคารแล้วก็ตาม

7. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้น และช่วยกันเสนอความคิดเห็นว่าจะแก้ไขปัญหามลพิษ PM2.5 ในสถานการณ์ดังกล่าวอย่างไรมากที่สุด 3 วิธี

8. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงแนวทางปัญหาที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเสนอในด้านความเป็นไปได้ ระยะเวลาในการดำเนินการ ข้อจำกัดของแต่ละวิธีการ

9. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด (**เครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออน**)

10. ครูอธิบายเกณฑ์การให้คะแนน พร้อมทั้งให้คำถามประเด็นสำคัญว่า เครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออนมีหลักการการทำงานอย่างไร

11. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านใบความรู้เรื่องแรงไฟฟ้า และสืบค้นข้อมูลแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออน

12. ครูแนะนำแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมให้นักเรียนได้รวบรวมข้อมูล

12.1 <https://proj14.ipst.ac.th/p6/p6-sci-book2/>

12.2 <http://www.sut.ac.th/2012/news/detail/1/news20191212>

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (30 นาที) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องนำความรู้ที่ได้รวบรวมมานำมาออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี

13. ครูทบทวนสถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งอธิบายอุปกรณ์ที่นักเรียนจะได้รับในการประดิษฐ์เครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออน

14. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาอภิปรายกันภายในกลุ่มตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม และความเพียงพอของข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการสร้างเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออน และหลักการการทำงานของเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออน หากข้อมูลที่มีอยู่ไม่เพียงพอให้นักเรียนหาข้อมูลเพิ่มเติม

15. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออนลงในกระดาษ

16. ครูให้แต่ละกลุ่มนำเสนอแบบเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออน พร้อมทั้งหลักการในการทำงานที่แต่ละกลุ่มได้ทำการสืบค้นมา

17. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายหลักการการทำงานของเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออน

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (30 นาที) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมายและขั้นตอนการดำเนินงานให้ชัดเจน

18. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดขั้นตอนย่อยในการประดิษฐ์เครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออนพร้อมลงเขียนลงในใบกิจกรรม

19. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันประดิษฐ์เครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออนตามขั้นตอนย่อยที่สมาชิกในกลุ่มช่วยกันกำหนดขึ้นมา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน (60 นาที) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนปรับปรุงแก้ไขวิธีการ หรือชิ้นงาน จนมีผลลัพธ์หรือประสิทธิภาพตามต้องการ

20. เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออนเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออนของตนเอง มาทดสอบ โดยใช้ควันทูบแทนฝุ่น PM2.5 ที่เกิดจากการเผาไหม้ และครูใช้เครื่องตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM2.5 มาใช้ในการวัด

ประสิทธิภาพ ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องวัดปริมาณฝุ่นก่อนและหลังการใช้เครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออน หากเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออนของนักเรียนกลุ่มใดไม่สามารถใช้งานได้ให้ปรับปรุงแก้ไขโดยมีเวลาปรับปรุงแก้ไข 15 นาที นักเรียนบันทึกวิธีการปรับปรุงแก้ไขในใบกิจกรรม แล้วนำมาทดสอบอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน (30 นาที) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องนำเสนอผลลัพธ์ของกรแก้ปัญหาต่อสาธารณะชน โดยต้องนำเสนอในรูปแบบที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

21. หลังจากในแต่ละกลุ่มปรับแก้ชิ้นงานของตนเองจนมีประสิทธิภาพตามต้องการแล้ว ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงานของตนเองหน้าชั้นเรียน

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

- 7.1.1 หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เล่ม 2
- 7.1.2 ใบกิจกรรม เรื่อง ฝุ่น PM2.5 ภัยร้ายไซดัจฉิ
- 7.1.3 วิดีโอข่าวฝุ่น PM2.5
- 7.1.4 ใบความรู้ เรื่องแรงไฟฟ้าระหว่างประจุ

7.2 แหล่งการเรียนรู้

- 7.2.1 อินเทอร์เน็ต

8. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดแรงไฟฟ้าได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายผลของแรงไฟฟ้าระหว่างวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าได้	- ตรวจใบกิจกรรม	- แบบประเมินใบกิจกรรม	- ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ระดับดีขึ้นไป
ด้านทักษะ (P) 1. นักเรียนสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ฝุ่น PM 2.5 ได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์ฝุ่น PM 2.5 ได้ 3. นักเรียนสามารถเสนอวิธีแก้ปัญหาในสถานการณ์ฝุ่น PM 2.5 ได้ 4. นักเรียนสามารถคาดคะเนผลลัพธ์ที่เกิดจากการแก้ปัญหาของสถานการณ์ฝุ่น PM 2.5 ได้	- ตรวจใบกิจกรรม - ประเมินชิ้นงาน - ตรวจแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา - สังเกตทักษะการแก้ปัญหา	- แบบประเมินใบกิจกรรม - แบบประเมินชิ้นงาน - แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหา - แบบสังเกตทักษะการแก้ปัญหา	- ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ระดับดีขึ้นไป

จุดประสงค์	วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านคุณลักษณะ (A) 1.นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน	-สังเกตพฤติกรรม	-แบบสังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วม	- ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ระดับดีขึ้นไป



บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการจัดการเรียนรู้

1.1 ด้านพุทธิพิสัย

.....

.....

.....

.....

1.2 ด้านทักษะพิสัย

.....

.....

.....

.....

1.3 ด้านจิตพิสัย

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ไขปัญหา

.....

.....

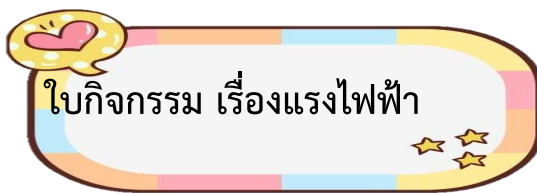
.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวปัทมา ชุมร่า)

ผู้สอน



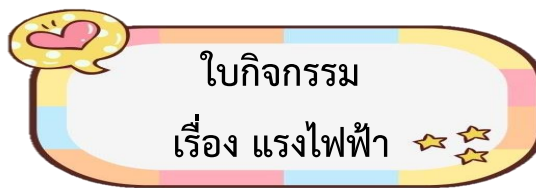
ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

ตอนที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนขีดเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และขีดเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่ผิด

- 1. แรงไฟฟ้าเกิดจากการนำวัตถุมาขัดถูกันทำให้เกิดการถ่ายเทประจุไฟฟ้า
- 2. เมื่อนำวัตถุที่มีประจุบวกเหมือนกันเข้าใกล้กันจะเกิดแรงผลัก
- 3. เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าบวกกับวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าลบเข้าใกล้กันจะเกิดแรงผลัก
- 4. ประเภทของวัสดุที่ใช้ทำวัตถุมีผลต่อการเกิดแรงไฟฟ้า
- 5. ในฤดูร้อนเป็นช่วงเวลาที่ร่างกายเกิดแรงไฟฟ้าได้มากที่สุด
- 6. วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า คือ วัตถุที่มีประจุบวกและประจุลบเท่ากัน
- 7. แรงไฟฟ้าเป็นแรงสัมผัส เพราะ เกิดจากการนำวัตถุสองชนิดมาขัดถูกัน
- 8. แรงไฟฟ้าสามารถเกิดขึ้นเองได้ตามธรรมชาติ
- 9. วัสดุทุกชนิดสามารถทำให้เกิดแรงไฟฟ้าได้เหมือนกันหมด
- 10. วัตถุที่มีจำนวนประจุไฟฟ้าบวกและลบในตัวเองไม่เท่ากัน จะแสดงอำนาจไฟฟ้าตามชนิดประจุที่มีมากกว่า





ชื่อกลุ่ม.....

สมาชิกกลุ่มประกอบด้วย (หัวหน้า,รองหัวหน้า,สมาชิก,สมาชิก,เลขานุการ)

ชื่อ - สกุล	หน้าที่

ตอนที่ 2 จากสถานการณ์จงตอบคำถามต่อไปนี้

1.ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

.....

.....

.....

.....

2.สาเหตุของปัญหานี้มาจากอะไร

.....

.....

.....

.....

3.นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร

วิธีการแก้ปัญหา	ข้อดี	ข้อจำกัด
วิธีที่ 1
วิธีที่ 2
วิธีที่ 3

4.วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดที่กลุ่มนักเรียนเลือกคือวิธีใด และเพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

5.นักเรียนคิดว่าถ้าแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่ได้ในข้อที่ 3 จะเกิดผลลัพธ์อย่างไร

.....

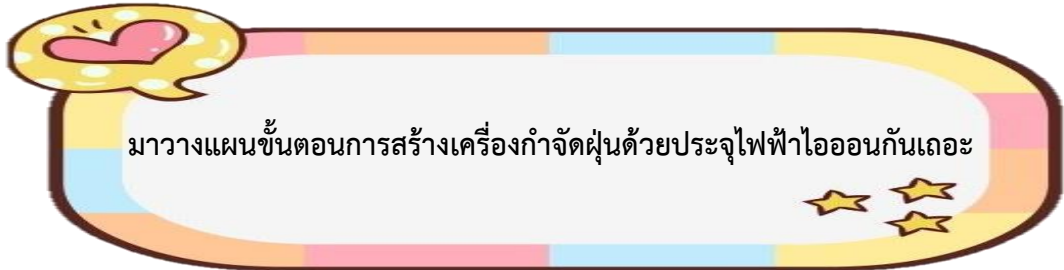
.....

.....

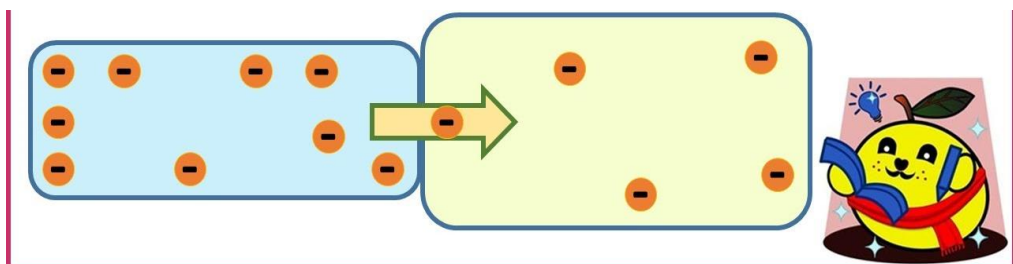
.....

.....

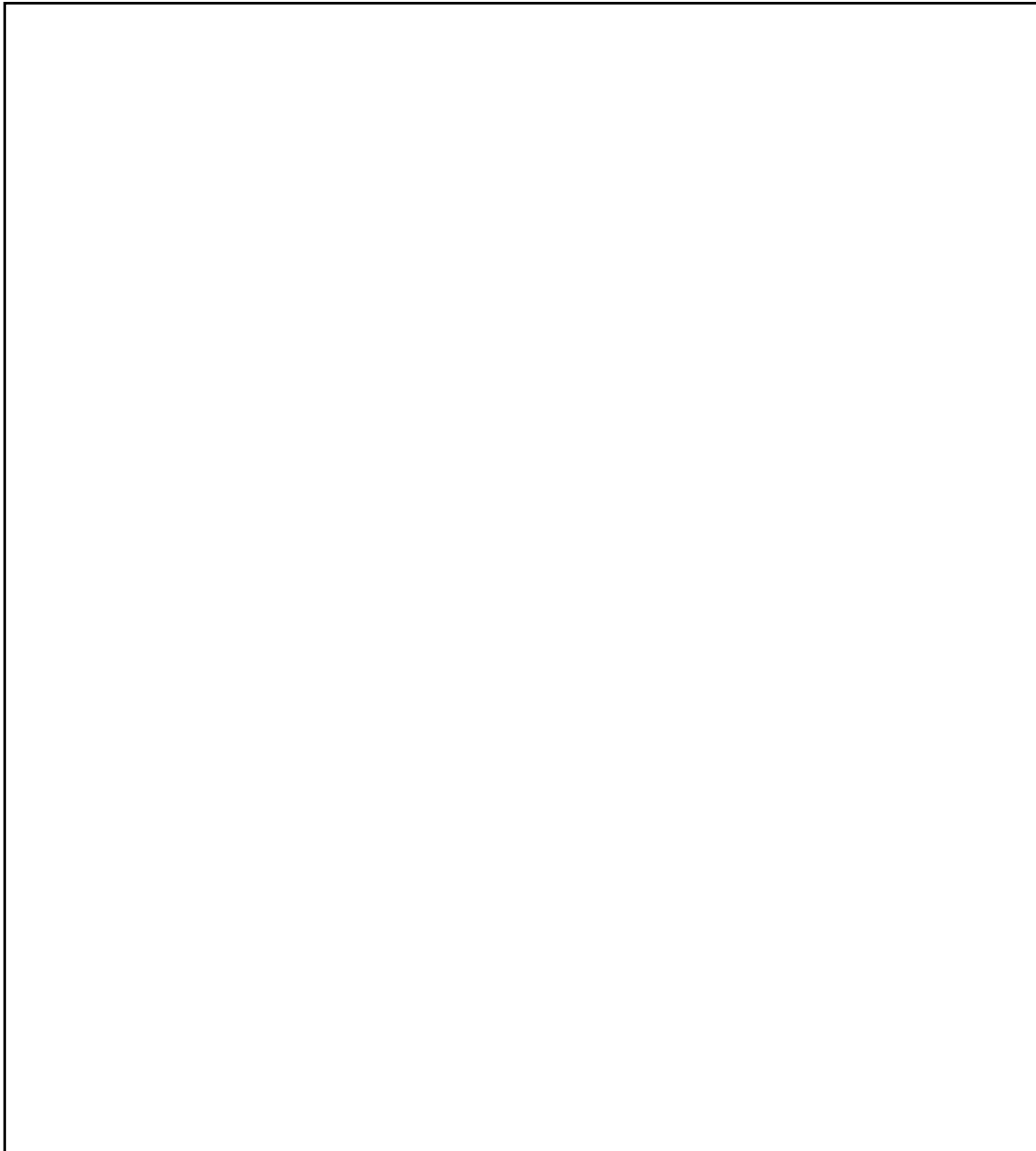
ให้นักเรียนร่วมกันกำหนดขั้นตอนการสร้างเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออน และ ร่วมกัน ออกแบบ พร้อมบันทึกผลหลังจากการสร้างชิ้นงาน และบอกวิธีปรับปรุงชิ้นงานของแต่ละกลุ่ม



A large empty rectangular box for drawing or writing.



มาออกแบบเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออนกันเถอะ





1. หลังจากที่เราสร้างเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออนไปแล้วนั้น เป็นไปตามแผนที่วางไว้หรือไม่
ผลเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาที่พบระหว่างการลงมือสร้างเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออน

.....

.....

.....

.....

.....

3. วิธีแก้ปัญหา หรือปรับปรุงเครื่องกำจัดฝุ่นด้วยประจุไฟฟ้าไอออน

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการเรียน

ที่	รายการประเมิน	เกณฑ์ประเมิน			
		3	2	1	0
1	การมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น				
2	การมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม				
3	การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น				
4	ความสนใจในการทำกิจกรรม				
5	ความตั้งใจในการทำงาน				
รวม					

ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดี พอใช้ ปรับปรุง

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
12 – 15 คะแนน	ดีมาก
8 – 11 คะแนน	ดี
4 – 7 คะแนน	พอใช้
1 – 3 คะแนน	ปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนประเมินผลพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการเรียน

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3	2	1	0
1.การมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น	มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นทุกครั้ง	มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นบางครั้ง	มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นน้อย	ไม่มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น
2.การมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม	มีส่วนร่วมในการตอบคำถามทุกครั้ง	มีส่วนร่วมในการตอบคำถามบางครั้ง	มีส่วนร่วมในการตอบคำถามน้อย	ไม่มีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
3.การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	ยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนทุกครั้ง และเสนอความคิดเห็นของตนเองอย่างสุภาพ	ยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนบางครั้ง และเสนอความคิดเห็นของตนเองอย่างสุภาพ	ยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนบางครั้ง แต่แสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างไม่เหมาะสม	ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนและแสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างไม่เหมาะสม
4.ความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม	มีความสนใจการทำกิจกรรม และทำงานเสร็จตามที่ได้รับมอบหมายก่อนเวลาที่กำหนด	มีความสนใจการทำกิจกรรม และทำงานเสร็จตามที่ได้รับมอบหมายทันเวลาที่กำหนด	มีความสนใจการทำกิจกรรม และทำงานเสร็จตามที่ได้รับมอบหมายช้ากว่าเวลาที่กำหนด	ไม่มีความสนใจการทำกิจกรรม และทำงานไม่เสร็จ
5.ความร่วมมือในการทำงาน	มีส่วนร่วมและให้ความร่วมมืออย่างเต็มที่ในการทำกิจกรรม	มีส่วนร่วมและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม	มีส่วนร่วมและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นบางครั้ง	ไม่มีส่วนร่วมและไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม

แบบบันทึกพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการเรียน

นักเรียนชั้น.....

กลุ่มเลขที่

คู่

คี่

ที่	ชื่อ - สกุล	ระดับพฤติกรรม			
		3	2	1	0
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					

แบบประเมินชิ้นงาน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	3	2	1	0
1.ความสมบูรณ์ของชิ้นงาน				
2.ชิ้นงานสามารถแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดได้				
3.เวลาในการประดิษฐ์ชิ้นงาน				
4.ความคิดสร้างสรรค์				
5.การนำเสนอชิ้นงาน				
รวม				

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดี พอใช้ ปรับปรุง

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
12 – 15 คะแนน	ดีมาก
8 – 11 คะแนน	ดี
4 – 7 คะแนน	พอใช้
1 – 3 คะแนน	ปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินชิ้นงาน

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3	2	1	0
1.ความสมบูรณ์ของชิ้นงาน	เหมือนกับแบบที่ร่าง ชิ้นงานมีความสมบูรณ์เรียบร้อย	เหมือนกับแบบที่ร่าง ชิ้นงานมีความสมบูรณ์	คล้ายกับแบบที่ร่าง ชิ้นงานมีความสมบูรณ์	ไม่เหมือนกับแบบที่ร่าง และชิ้นงานไม่สมบูรณ์
2.ชิ้นงานสามารถแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดได้	สามารถนำไปแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ได้	สามารถนำไปแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ได้แต่ต้องปรับปรุงเล็กน้อย	สามารถนำไปแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ได้แต่ต้องปรับปรุงอีกมาก	ไม่สามารถนำไปแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ได้ และต้องประดิษฐ์ชิ้นงานใหม่
3.เวลาในการประดิษฐ์ชิ้นงาน	ประดิษฐ์ชิ้นงานเสร็จก่อนเวลาที่กำหนด	ประดิษฐ์ชิ้นงานเสร็จทันเวลาที่กำหนด	ประดิษฐ์ชิ้นงานเสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนด	ชิ้นงานไม่มี ความคืบหน้า
4.ความคิดสร้างสรรค์	ชิ้นงานมีความสร้างสรรค์ สวยงาม และเหมาะสม	ชิ้นงานมีความสร้างสรรค์ สวยงาม	ชิ้นงานมีความสร้างสรรค์	ชิ้นงานมีความ ไม่มีความคิดสร้างสรรค์ และทำตามเพื่อน
5.การนำเสนอชิ้นงาน	นำเสนอได้ คล่องแคล่ว มั่นใจ	นำเสนอได้ คล่องแคล่ว	นำเสนอได้ คล่องแคล่ว แต่อาจมีข้อผิดพลาดบ้าง	นำเสนอได้ ตืดขัด ไม่ราบรื่น หรือไม่สามารถนำเสนอได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

วิชา วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า

เรื่อง วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

ผู้สอน นางสาวปฎิมา ชุมร่า

จำนวนเวลาที่สอน 4 คาบ

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหา ที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

มาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค.1.1 ป.6/1 เปรียบเทียบ เรียงลำดับเศษส่วนและจำนวนคละจากสถานการณ์ต่างๆ

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

2. ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ว 2.3 ป6/1 ระบุส่วนประกอบและบรรยายหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ว 2.4 ป6/3 ใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ

ตัวชี้วัดคณิตศาสตร์

ค 1.1 ป6/2 เปรียบเทียบ และเรียงลำดับ เศษส่วนและทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง

ค 2.1 ป6/2 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับน้ำหนักที่มีการเปลี่ยนหน่วยและเขียนในรูปทศนิยม

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. ระบุส่วนประกอบและบรรยายหน้าที่ของส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้
2. อธิบายวิธีการและผลการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมได้
3. อธิบายการนำความรู้ของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมไปใช้ประโยชน์ได้

ด้านทักษะ (P)

1. นักเรียนสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์การขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิงได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์การขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิงได้
3. นักเรียนสามารถบอกวิธีแก้ปัญหาในสถานการณ์การขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิงได้
4. นักเรียนสามารถคาดคะเนผลลัพธ์ที่เกิดจากการแก้ปัญหาของสถานการณ์การขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิงได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. นักเรียนสามารถทำงานเป็นกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้

4. สาระสำคัญ

วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบไปด้วย เซลล์ไฟฟ้า สายไฟ และอุปกรณ์ไฟฟ้า แบตเตอรี่เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่ต่อกันเพื่อเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า การต่อเซลล์ไฟฟ้ามากกว่า 1 เซลล์แบบอนุกรมจะทำให้มีพลังงานไฟฟ้ามากขึ้น การออกแบบบรรดพลังงานไฟฟ้าให้เคลื่อนที่ได้ต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น น้ำหนักรวมของรถขนาดรูปทรงของรถ และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสืบค้นและนำเสนอข้อมูล

กรอบการบูรณาการ

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี	วิศวกรรมศาสตร์
วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบไปด้วย เซลล์ไฟฟ้า สายไฟ และอุปกรณ์ไฟฟ้า	-เปรียบเทียบ และ เรียงลำดับจำนวนที่เป็นทศนิยมจากข้อมูลที่ได้รับ - หาคำตอบของ น้ำหนักที่มีการเปลี่ยนหน่วยและเขียนในรูปทศนิยม	ใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล เช่น โทรศัพท์มือถือ คอมพิวเตอร์ และ แท็บเล็ต	กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่มีการระบุปัญหา รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา วางแผน ดำเนินการแก้ปัญหา ทดสอบประเมิน

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี	วิศวกรรมศาสตร์
			ปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน และการนำเสนอ ชิ้นงาน

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

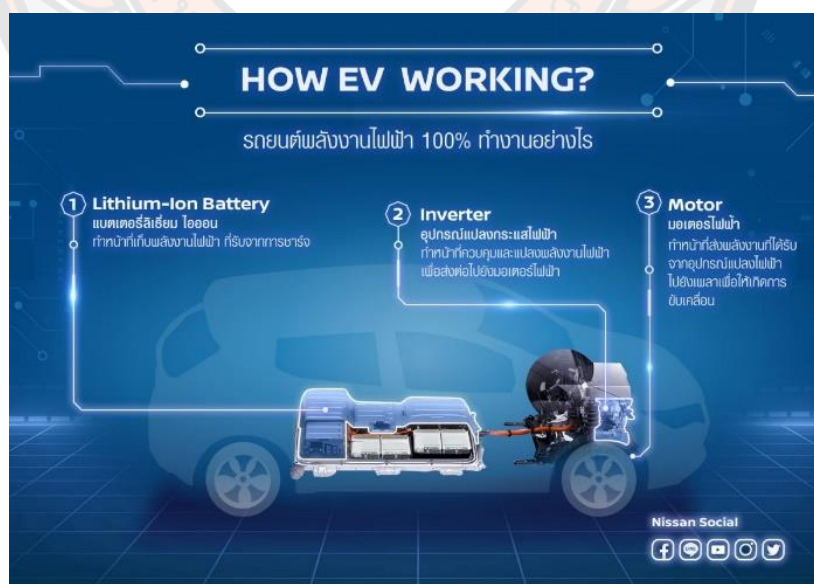
ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (60 นาที)

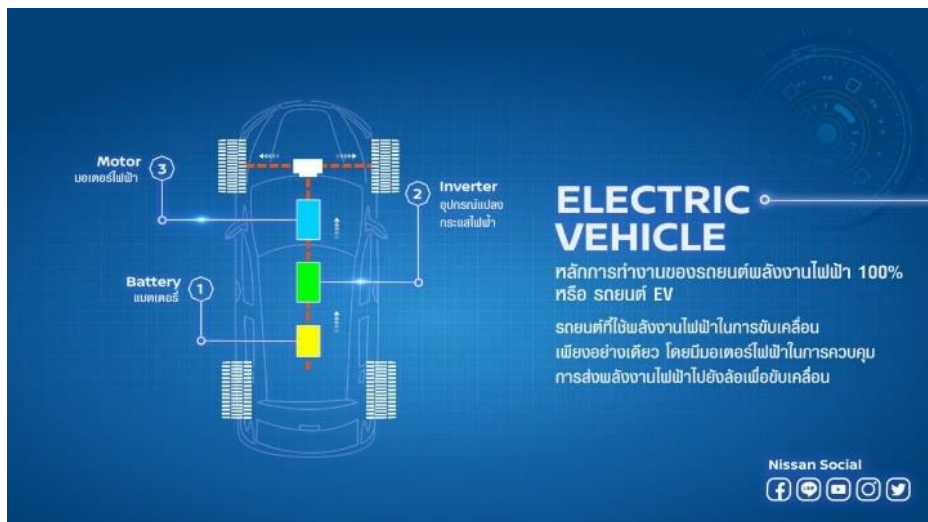
1. ครูอภิปรายสถานการณ์พลังงานของประเทศไทยโดยเฉพาะการขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งมีความพยายามหาแหล่งพลังงานอื่นมาทดแทนเพื่อใช้ในชีวิตรประจำวัน ดังนั้น การหาพลังงานทดแทนมาพลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังได้รับความนิยมในปัจจุบัน ครูอาจใช้คำถามในการอภิปรายดังนี้

1.1 ยกตัวอย่างสิ่งของที่ต้องอาศัยน้ำมันเชื้อเพลิงในการทำงาน (แนวคำตอบรถยนต์ รถจักรยานยนต์, รถยนต์, เรือ)

1.2 พลังงานที่จะสามารถนำมาทดแทนพลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงมีอะไรบ้าง (แนวคำตอบ นักเรียนอาจตอบได้หลากหลาย เช่น ไบโอดีเซล, ไฟฟ้า, พลังงานชีวมวล)

2. ครูยกประเด็นเกี่ยวกับรถยนต์ที่ใช้ไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงาน ครูนำอภิปรายการทำงานของรถไฟฟ้าพร้อมใช้รูปกลไกการทำงานของรถไฟฟ้ามาประกอบการอภิปราย





โดยอาจใช้คำถามดังนี้

2.1) รถไฟฟ้ามีกลไกการทำงานแตกต่างจากรถที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงอย่างไร (แนวคำตอบ รถไฟฟ้าใช้ไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงานให้มอเตอร์ไฟฟ้าหมุนเพื่อทำให้อัตราการเคลื่อนที่ได้ส่วนรถที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงใช้การเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงทำให้เพลาล้อรถเคลื่อนที่ได้)

2.2) องค์ประกอบสำคัญของรถไฟฟ้าคืออะไร (แนวคำตอบ แหล่งเก็บพลังงานไฟฟ้าหรือแบตเตอรี่เพื่อเก็บพลังงานไฟฟ้าจากการชาร์จกับไฟฟ้าที่ใช้น้ำมัน และมอเตอร์ไฟฟ้า)

2.3) ข้อดีของรถไฟฟ้าเมื่อเทียบกับรถที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นอย่างไร (แนวคำตอบ รถไฟฟ้าไม่ปล่อยมลพิษ เชื้อเพลิงราคาถูกกว่าน้ำมัน)

3) ครูชี้แจงประเด็นเกี่ยวกับการใช้แบตเตอรี่เพื่อเก็บพลังงานไฟฟ้าในรถยนต์ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของระยะเวลาใช้งานที่จำกัดต่อการชาร์จไฟฟ้าแต่ละครั้ง ดังนั้น จึงต้องออกแบบรถยนต์ให้ใช้พลังงานที่มีอยู่ในแบตเตอรี่อย่างจำกัดในคุ้มค่าที่สุด

4) ครูชี้แจงจุดประสงค์ของกิจกรรมว่านักเรียนจะได้สร้างรถของพลังงานไฟฟ้าของเล่นเพื่อให้ง่ายที่สุดโดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากถ่านไฟฉายที่มีอยู่อย่างจำกัด ครูทบทวนความรู้ที่เรียนมาแล้วเกี่ยวกับการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายโดยให้นักเรียนบอกวิธีการต่อวงจรไฟฟ้าให้หลอดไฟสว่างโดยใช้ถ่านไฟฉาย 1 ก้อน และหลอดไฟขนาด 2.5 V และครูอาจใช้คำถามดังนี้

4.1) ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้ามีอะไรบ้าง (แนวคำตอบ แหล่งกำเนิดไฟฟ้าสายไฟและหลอดไฟ)

4.2) การต่อวงจรไฟฟ้าแบบใดที่ทำให้หลอดไฟสว่าง เพราะเหตุใด (แนวคำตอบ การต่อวงจรแบบปิดโดยต่อสายไฟกับขั้วบวกของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ปลายอีกด้านหนึ่งของสายไฟต่อเข้ากับหลอดไฟ ในขณะที่สายไฟอีกเส้นหนึ่งต่อกับขั้วลบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ปลายอีกด้านหนึ่งต่อเข้ากับหลอดไฟ ทำให้มีเส้นทางครบวงจร กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ครบรอบ)

4.3) วงจรปิดและวงจรเปิดต่างกันอย่างไร (แนวคำตอบ วงจรปิดเป็นวงจรที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ครบเส้นทางอุปกรณ์ไฟฟ้าจะทำงานได้แต่วงจรเปิดนั้น กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไม่ครบเส้นทาง ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าไม่สามารถทำงานได้)

5) ครูนำเข้าสู่กิจกรรมว่านอกจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เราคุ้นเคย เช่น หลอดไฟที่ใช้ถ่านไฟฉายเพียงก้อนเดียวเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าแล้วยังมีอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ ที่ต้องอาศัยเซลล์ไฟฟ้าหรือถ่านไฟฉายหลายก้อนต่อกันเพื่อเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เช่น ของเล่นต่างๆ ครูนำตัวอย่างรถพลังงานไฟฟ้าของเล่นให้นักเรียนสังเกตโครงสร้าง ส่วนประกอบของรถว่ามีอะไรบ้าง

6) ครูถามความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของรถพลังงานไฟฟ้าของเล่น โดยอาจใช้คำถามดังนี้

6.1) การใช้ถ่านไฟฉายหลายก้อนต่อกันกับการใช้ถ่านไฟฉายก้อนเดียวจะทำให้เกิดผลต่อการทำงานของรถของเล่นแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร (แนวคำตอบ ขึ้นอยู่กับความคิดของนักเรียน)

6.2) การต่อถ่านไฟฉายมากกว่า 1 ก้อน แบบใดที่ทำให้ได้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้น (แนวคำตอบ ขึ้นอยู่กับความคิดของนักเรียน)

6.3) ปัจจัยใดบ้างในการสร้างรถของเล่นที่มีผลทำให้ของรถของเล่นเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด (แนวคำตอบ คำตอบมีได้หลากหลาย เช่น น้ำหนักและรูปทรงรถของเล่น ,จำนวนถ่านไฟฉาย และวิธีการต่อถ่านไฟฉาย)

6.4) หากจะออกแบบรถของเล่นไฟฟ้าเพื่อแข่งขันว่ารถคันใดเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุดจะต้องออกแบบรถของนักเรียนอย่างไร (แนวคำตอบ ขึ้นอยู่กับความคิดของนักเรียน)

6.5) นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่ารถคันใดเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด (แนวคำตอบ สามารถทดสอบได้หลายวิธี เช่น ปล่อยรถพร้อมกันแล้วดูว่ารถคันใดเข้าเส้นชัยก่อน หรือ ปล่อยรถและจับเวลาที่ละคันว่าจากจุดเริ่มต้นจนถึงเส้นชัยใช้เวลาเท่าไร รถคันไหนใช้เวลาน้อยที่สุดแสดงว่าเร็วที่สุด)

7) ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน คละความสามารถ และเพศ จากนั้นครูแจกอุปกรณ์ประดิษฐ์รถพลังงานไฟฟ้าของเล่นให้นักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด เพื่อประกอบโครงช่วงล่างของรถซึ่งประกอบด้วย มอเตอร์ไฟฟ้าล้อเพลลาและเฟือง โดยในขั้นนี้ครูอาจต้องอธิบายการทำงานของชิ้นส่วนต่าง ๆ

8) ครูกำหนดปัญหาให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดังนี้ “ให้นักเรียนสร้างรถพลังงานไฟฟ้าของเล่นให้วิ่งได้เร็วที่สุด โดยใช้ถ่านไฟฉาย 2 ก้อน และรถจะต้องรับน้ำหนักบรรทุกทุกดินน้ำมันที่ครูเตรียมไว้ให้ 3 (ครูพิจารณาระหว่างจำนวนดินน้ำมันกับรถของเล่นที่ใช้ในกิจกรรมตามความเหมาะสม)

9) ครูชี้แจงเกณฑ์การให้คะแนนการออกแบบและสร้างรถของเล่น โดยมีหัวข้อในการพิจารณา 4 หัวข้อ คือ ความเร็วของรถ และการนำเสนอข้อมูล

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (30 นาที)

10) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้รถเคลื่อนที่ได้เร็วเช่นเรื่องพลังงานไฟฟ้ารูปทรงและความสมดุลของตัวรถ แล้วนำมาอภิปรายกันในกลุ่มเพื่อนำไปออกแบบรถ

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (30 นาที)

11) ครูให้แต่ละกลุ่มวาดแบบรถและอธิบายการต่อวงจรไฟฟ้า พร้อมทั้งบรรยายการวัสดุและจำนวนที่ใช้

12) ครูให้แต่ละกลุ่มนำเสนอโดยเริ่มจากนำเสนอว่ามีปัญหาหรือความต้องการอะไร แล้วมีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างไรซึ่งประกอบด้วยรูปแบบของรถของเล่นพร้อมทั้งรายละเอียดวัสดุที่ใช้

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (60 นาที)

13) ครูแจกอุปกรณ์ตามที่กำหนดให้

14) ครูให้แต่ละกลุ่มวางแผนการทำงานก่อนลงมือสร้าง จากนั้นจึงสร้างรถพลังงานไฟฟ้าของเล่นโดยใช้วัสดุตามที่ได้ออกแบบภายในเวลา 1 คาบ ทั้งนี้ให้นักเรียนทุกกลุ่มต้องเก็บเศษวัสดุเหลือใช้เพื่อนำไปประเมินความคุ้มค่าของวัสดุที่ใช้ไปขึ้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน (30 นาที)

15) เมื่อสร้างเสร็จแล้ว แต่ละกลุ่มนำรถพลังงานไฟฟ้าของเล่นมาซึ่งน้ำหนักโดยครูตั้งหน่วยของเครื่องซึ่งให้เป็นกิโลกรัม และให้นักเรียนช่วยกันแปลงหน่วยให้เป็นกรัม หลังจากนั้นให้นักเรียนทดสอบการทำงาน หากรถไม่เคลื่อนที่ หรือเคลื่อนที่ช้าให้ปรับปรุงแก้ไขโดยมีเวลาปรับปรุงแก้ไข 30 นาทีที่นักเรียนบันทึกวิธีการปรับปรุงแก้ไขในใบกิจกรรม แล้วนำมาทดสอบอีกครั้ง

16) ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มประเมินวัสดุเหลือใช้เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับใช้ประเมินชิ้นงานตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

17) ครูจัดแข่งขันโดยรถของเล่นไฟฟ้าของกลุ่มไหนเข้าเส้นชัยก่อนเป็นผู้ชนะ

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน (30 นาที)

18) ครูให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน และอธิบายในประเด็นต่อไปนี้

18.1) รถพลังงานไฟฟ้าของเล่นของกลุ่มเคลื่อนที่ได้เร็วตามที่ต้องการหรือไม่อย่างไร

18.2) หลักการหรือปัจจัยใดที่กลุ่มนำมาพิจารณาในการสร้างรถให้วิ่งได้เร็วที่สุดและปัจจัยนั้นทำให้รถวิ่งได้เร็วตามที่ต้องการหรือไม่ อย่างไร

18.3) ถ้าจะปรับปรุงให้รถของเล่นวิ่งได้เร็วขึ้นอีก จะทำอย่างไร

19) ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปประเด็นและความรู้ที่ได้จากการสร้างรถพลังงานไฟฟ้าของเล่น โดยครูใช้คำถาม ดังนี้

19.1) การต่อวงจรไฟฟ้าในรถพลังงานไฟฟ้าของเล่นเป็นอย่างไร (แนวคำตอบ ต่อถ่านไฟฉายเข้ากับแผ่นโลหะที่ติดอยู่กับมอเตอร์ไฟฟ้า ทำให้ครบวงจรมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานได้)

19.2) การต่อเซลล์ไฟฟ้าให้มีพลังงานมากขึ้นทำได้อย่างไร และเรียกการต่อแบบนี้ว่าอย่างไร (แนวคำตอบ ต่อเซลล์ไฟฟ้าโดยให้ขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้าต่อกับขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้าอีกอันหนึ่งเรียงกันไป เรียกว่าการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม)

19.3) การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมทำให้เกิดผลอย่างไรต่อการเคลื่อนที่ของรถ (แนวคำตอบ มีพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ทำให้รถเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น)

19.4) ปัจจัยใดบ้างที่มีทำให้รถของเล่นไฟฟ้าวิ่งได้เร็ว และมีผลอย่างไร (แนวคำตอบ น้ำหนักของแบตเตอรี่ พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ รูปร่างของรถของเล่นความสมดุลของตัวรถ)

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. คอมพิวเตอร์ประจำห้องเรียนจำนวน 1 เครื่อง
2. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เล่ม 2

7. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1. ระบุส่วนประกอบและบรรยายหน้าที่ของส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้ 2. อธิบายวิธีการและผลการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมได้ 3. อธิบายการนำความรู้ของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมไปใช้ประโยชน์ได้	- ตรวจใบกิจกรรม กิจกรรม	- ใบกิจกรรม	- ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป
ด้านทักษะ (P) 1. นักเรียนสามารถระบุปัญหาของสถานการณ์การขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิงได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์การขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิงได้	- ตรวจใบกิจกรรม - ประเมินชิ้นงาน - ตรวจแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา - สังเกตพฤติกรรม การแก้ปัญหา	- แบบประเมินใบกิจกรรม - แบบประเมินชิ้นงาน - แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหา	- ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ระดับดีขึ้นไป

จุดประสงค์	วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
<p>3. นักเรียนสามารถบอกวิธีแก้ปัญหาในสถานการณ์การขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิงได้</p> <p>4. นักเรียนสามารถคาดคะเนผลลัพธ์ที่เกิดจากการแก้ปัญหาของสถานการณ์การขาดแคลน</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบกิจกรรม - ประเมินชิ้นงาน - ตรวจสอบแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา - สังเกตพฤติกรรม 	<ul style="list-style-type: none"> - แบบประเมินใบกิจกรรม - แบบประเมินชิ้นงาน - แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหา 	<ul style="list-style-type: none"> - ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ระดับดีขึ้นไป
<p>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)</p> <p>1. นักเรียนสามารถทำงานเป็นกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม 	<ul style="list-style-type: none"> - แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม 	<ul style="list-style-type: none"> - ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ระดับดีขึ้นไป

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1.ผลการจัดการเรียนรู้

1.1 ด้านความรู้ (K)

.....

.....

.....

.....

1.2 ด้านทักษะ (P)

.....

.....

.....

.....

1.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

.....

.....

.....

.....

2.ปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

3.แนวทางแก้ไขปัญหา

.....

.....

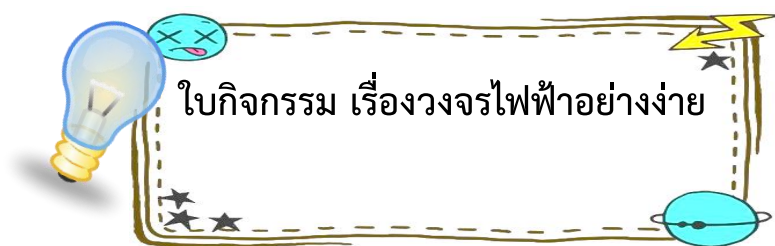
.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวปัทมา ชุมรัมย์)

ผู้สอน



ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

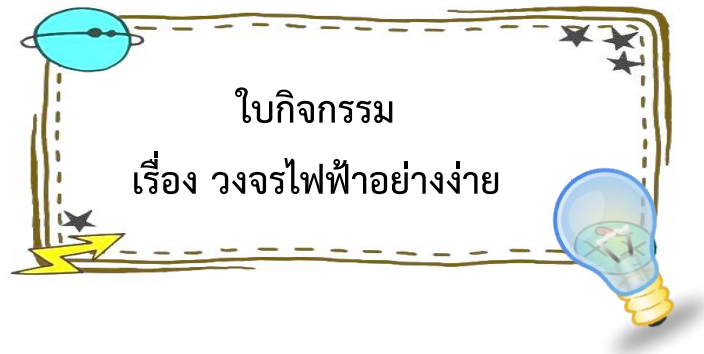
ตอนที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนขีดเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และขีดเครื่องหมาย ✗

หน้าข้อความที่ผิด

- 1. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม เป็นการนำขั้วไฟฟ้าที่ต่างกันมาต่อเข้าด้วยกัน
- 2. การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม จะมีทิศทางเดียวกันตลอดทั้งวงจร
- 3. การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม เป็นการต่อ เซลล์ไฟฟ้าแบบเรียงต่อกัน
- 4. วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ สายไฟ เซลล์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้า
- 5. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม เป็นการนำขั้วไฟฟ้าที่ต่างกันมาต่อเข้าด้วยกัน
- 6. หากใช้ถ่านไฟฉายจำนวน 3 ก้อน หลอดไฟในวงจรจะสว่างเท่ากับการใช้ ถ่านไฟฉาย 2 ก้อน
- 7. วงจรไฟฟ้า คือ การต่อสายไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าให้เกิดเส้นทางการไหลของกระแสไฟฟ้า
- 8. ถ้าสายไฟฟ้าไม่เชื่อมโยงกัน จะทำให้หลอดไฟไม่สว่าง เพราะสายไฟฟ้าเป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า
- 9. นำเชือกใส่แทนสายไฟฟ้า สามารถทำให้หลอดไฟสว่างได้
- 10. วงจรปิด คือ วงจรไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไม่ครบวงจร





ชื่อกลุ่ม.....

สมาชิกกลุ่มประกอบด้วย (หัวหน้า,รองหัวหน้า,สมาชิก,สมาชิก,เลขานุการ)

ชื่อ - สกุล	หน้าที่

ตอนที่ 2 จากสถานการณ์จงตอบคำถามต่อไปนี้

1.ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

.....

.....

.....

.....

2.สาเหตุของปัญหานี้มาจากอะไร

.....

.....

.....

.....

3.นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร

วิธีการแก้ปัญหา	ข้อดี	ข้อจำกัด
วิธีที่ 1
วิธีที่ 2
วิธีที่ 3

4.วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดที่กลุ่มนักเรียนเลือกคือวิธีใด และเพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

5.นักเรียนคิดว่าถ้าแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่ได้ในข้อที่ 3 จะเกิดผลลัพธ์อย่างไร

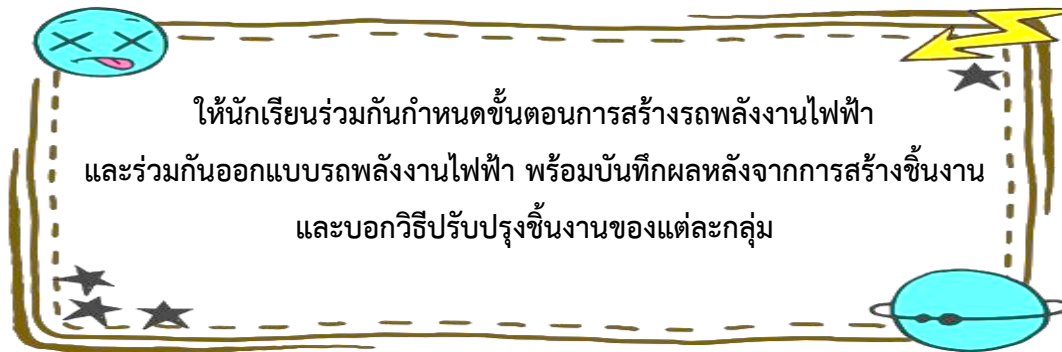
.....

.....

.....

.....

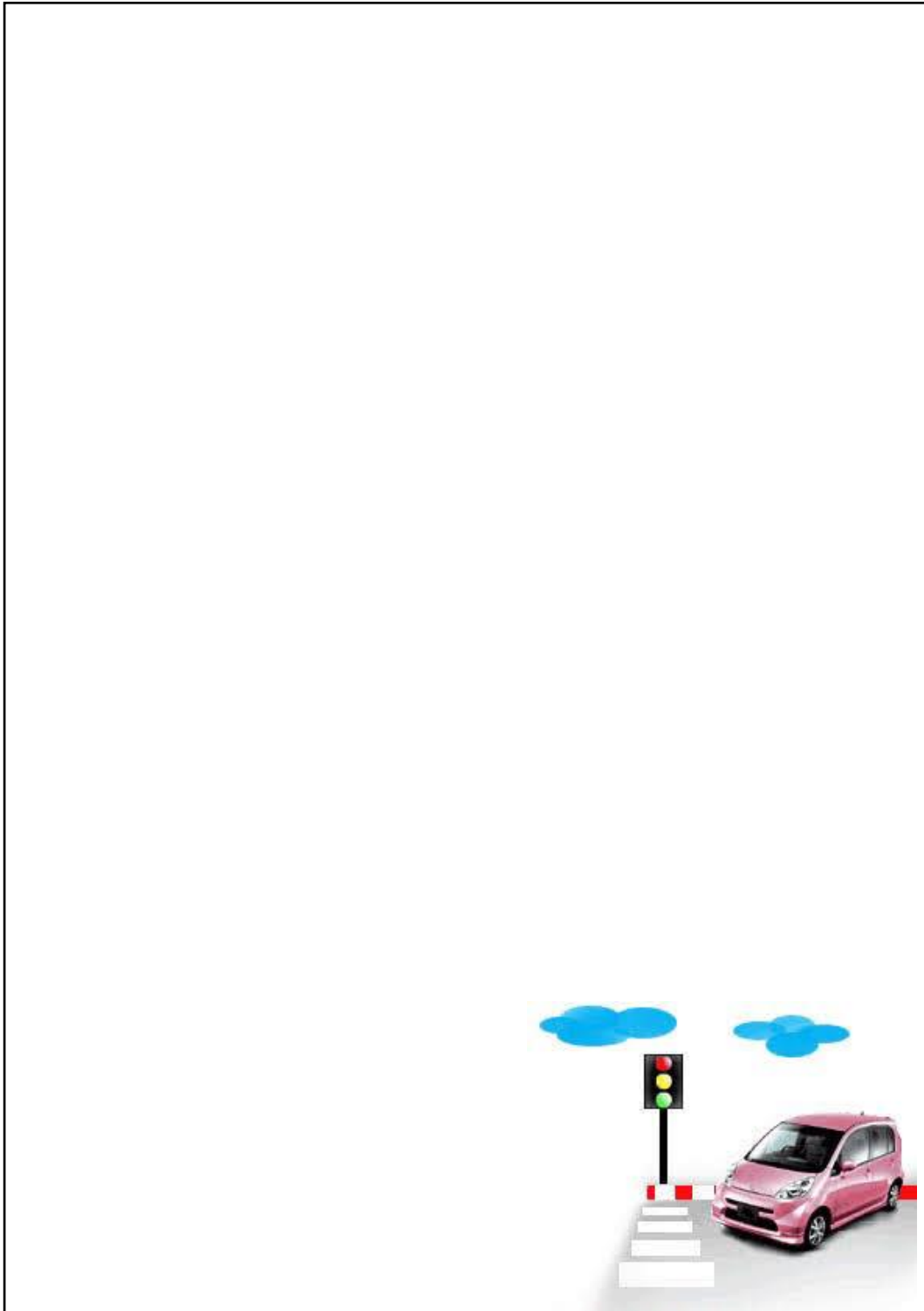
.....



มาวางแผนขั้นตอนการสร้างรถพลังงานไฟฟ้ากันเถอะ



A large empty rectangular box for planning the steps of building an electric car.





1. หลังจากที่เราสร้างรถพลังงานไฟฟ้าไปแล้วนั้น เป็นไปตามแผนที่วางไว้หรือไม่ ผลเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาที่พบระหว่างการลงมือสร้างรถพลังงานไฟฟ้า

.....

.....

.....

.....

.....

3. วิธีแก้ปัญหา หรือปรับปรุงรถพลังงานไฟฟ้า

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ชื่อกลุ่ม.....ชั้น.....

ที่	รายการประเมิน	เกณฑ์ประเมิน			
		3	2	1	0
1	ความเหมาะสมของคณะทำงาน				
2	ความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย				
3	การจัดลำดับขั้นตอนการทำงาน				
4	การบริหารเวลาในการทำงาน				
5	ความร่วมมือในการทำงาน				
รวม					

ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดี พอใช้ ปรับปรุง

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
12 – 15 คะแนน	ดีมาก
8 – 11 คะแนน	ดี
4 – 7 คะแนน	พอใช้
1 – 3 คะแนน	ปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนประเมินผลพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3	2	1	0
1.ความเหมาะสมของคณะทำงาน	สามารถจัดตั้งคณะทำงานได้อย่างเหมาะสมทุกตำแหน่ง	สามารถจัดตั้งคณะทำงานได้อย่างเหมาะสม 3 ตำแหน่ง	สามารถจัดตั้งคณะทำงานได้อย่างเหมาะสม 2 ตำแหน่ง	ไม่สามารถจัดตั้งคณะทำงานได้อย่างเหมาะสม
2.ความรับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	ทุกคนมีหน้าที่และรับผิดชอบหน้าที่ของตนเอง	มีผู้มีหน้าที่แต่ไม่รับผิดชอบ 1 คน	มีผู้มีหน้าที่แต่ไม่รับผิดชอบ 2 คน	มีผู้มีหน้าที่แต่ไม่รับผิดชอบมากกว่า 2 คน
3.การจัดลำดับขั้นตอนการทำงาน	- คัดเลือกและเตรียมข้อมูลได้เหมาะสม - มีการวางแผนการทำงานได้เหมาะสม - มีการปฏิบัติตามแผน	ขาด 1 ขั้นตอนหรือไม่ชัดเจน	ขาด 2 ขั้นตอนหรือไม่ชัดเจน	- ไม่สามารถคัดเลือกและเตรียมข้อมูลได้ - ไม่มีการวางแผนการทำงาน - ไม่มีการปฏิบัติตามแผน
4.การบริหารเวลาในการทำงาน	เสร็จก่อนกำหนดและงานมีคุณภาพ	เสร็จตามกำหนดและงานมีคุณภาพ	เสร็จไม่ทันกำหนดและงานมีคุณภาพ	เสร็จไม่ทันกำหนดและงานไม่มีคุณภาพ
5.ความร่วมมือในการทำงาน	ทุกคนมีส่วนร่วมและให้ความร่วมมืออย่างเต็มที่	80% ของกลุ่มมีส่วนร่วมและให้ความร่วมมือ	60% ของกลุ่มมีส่วนร่วมและให้ความร่วมมือ	40% ของกลุ่มมีส่วนร่วมและให้ความร่วมมือ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

วิชา วิทยาศาสตร์
 หน่วยการเรียนรู้ที่
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
 ผู้สอน นางสาวปัทมา ชุมร่า

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เรื่อง การต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน
 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564
 จำนวนเวลาที่สอน 4 คาบ

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหา ที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

มาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

2. ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ว 2.3 ป.6/3 ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายวิธีการและผลของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

ว 2.3 ป.6/4 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม โดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ว 2.3 ป.6/5 ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและขนาน

ว 2.3 ป.6/6 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน โดยบอกประโยชน์ ข้อจำกัด และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ตัวชี้วัดคณิตศาสตร์

ค. 2.1 ป.4/3 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

3.สาระสำคัญ

การต่อวงจรแบบขนาน เป็นการนำเซลล์ไฟฟ้ามาต่อในวงจรไฟฟ้า โดยนำปลายขั้วของไฟฟ้าที่เป็นขั้วเดียวกันมาต่อรวมกันที่จุดใดจุดหนึ่ง แล้วจึงนำไปต่อกับขั้วอีกขั้วหนึ่งของจุด ๆ หนึ่ง ซึ่งเป็นการต่อความต่างศักย์ของไฟฟ้าที่คร่อมกันอยู่ นอกจากนี้การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลได้หลายทิศทาง ซึ่งจะสามารถแยกผ่านอุปกรณ์ในแต่ละอย่างที่สามารถทำได้ ตัวอย่างเช่น หากจะต่อหลอดไฟฟ้าต่างๆภายในบ้าน ตามห้องต่างๆ แต่ถ้าหากไฟดวงใดดวงหนึ่งภายในบ้านเกิดความชำรุดเสียหาย ไฟดวงอื่น ๆ ภายในบ้านหรือในห้องต่างๆ ก็ยังคงติดอยู่

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายวิธีการและผลของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน
2. อธิบายการประยุกต์ใช้และข้อจำกัดของการต่อ หลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานในชีวิตประจำวัน

ด้านทักษะ (P)

1. นักเรียนสามารถระบุปัญหาของสถานการณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านได้ที่กำหนดให้ได้
3. นักเรียนสามารถบอกวิธีแก้ปัญหาในสถานการณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านได้
4. นักเรียนสามารถคาดคะเนผลลัพธ์ที่เกิดจากการแก้ปัญหาของสถานการณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ในเนื้อหาที่เรียน

5. สารการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี	วิศวกรรมศาสตร์
- การต่อหลอดไฟฟ้า ซึ่งเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างหนึ่งภายในบ้าน วงจรไฟฟ้ามีการต่อทั้งแบบอนุกรมและแบบขนาน	- หาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม	- การค้นหาข้อมูลเรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าทั้งแบบอนุกรมและแบบขนานอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการค้นหาข้อมูลที่ได้ตรงตามความต้องการในเวลาที่ต้องการในเวลาที่เหมาะสม รวดเร็ว จากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ หลายแหล่ง และข้อมูลมีความสอดคล้องกัน - การใช้เทคนิคการค้นหาขั้นสูง เช่น การใช้ตัวดำเนินการการระบุรูปแบบของข้อมูลหรือชนิดของไฟล์	- กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

1) ครูทบทวนความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย โดยการต่อเซลล์ไฟฟ้า 2 ก้อนแบบอนุกรม ครูอาจเลือกตัวแทนนักเรียน 2-3 คน มาแข่งขันวาดรูปวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายบนกระดาน ซึ่งประกอบด้วยถ่านไฟฉาย 2 ก้อน สายไฟฟ้า 2 เส้น และหลอดไฟฟ้า 1 ดวง ครูตัดสินผู้ชนะที่วาดรูปได้ถูกต้องและรวดเร็วที่สุด จากนั้นครูใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรม ดังนี้

1.1) ถ้าต่อถ่านไฟฉายอีกหลายก้อนเพิ่มเข้าไปในวงจรไฟฟ้าจะทำให้ใช้เวลาวาดรูปการต่อวงจรไฟฟ้ามากขึ้นกว่าเดิมหรือไม่ อย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ เช่น ใช้เวลาวาดมากกว่าเดิม)

1.2) เราจะมีวิธีสื่อสารเกี่ยวกับต่อวงจรไฟฟ้าได้ง่ายกว่านี้ได้หรือไม่ อย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ) ครูยังไม่เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง

2) ครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ เรื่องการเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้า หลังจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นคำถามต่อไปนี้

- 2.1) การเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้ามีประโยชน์อย่างไร เพราะเหตุใด
- 2.2) สัญลักษณ์แต่ละแบบ แทนอุปกรณ์ไฟฟ้าใด
- 3) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในสิ่งที่อยากรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้า จากนั้นร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุปว่าการเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าทำได้โดยการเขียนสัญลักษณ์แทนรูปอุปกรณ์ต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้า เพื่อสื่อสารให้เข้าใจตรงกันได้ง่าย และสะดวก
- 4) ครูถามนักเรียนว่าที่บ้านของนักเรียนเคยเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับหรือไม่ (นักเรียนตอบคำถามตามประสบการณ์ที่ตนเองเคยพบเจอ) ครูจึงถามนักเรียนต่อว่าที่บ้านนักเรียนเคยมีเครื่องใช้ไฟฟ้าเสียหรือไม่ และถ้าเคยผลเป็นอย่างไร (นักเรียนตอบคำถามตามประสบการณ์ที่ตนเองเคยพบเจอ) ครูถามต่อว่า และเหตุการณ์ไฟฟ้าดับกับเครื่องใช้ไฟฟ้าเสียมีความแตกต่างกันอย่างไร (นักเรียนตอบคำถามตามความคิดอย่างอิสระ) ครูถามนักเรียนว่าทำไมเวลาเครื่องใช้ไฟฟ้าเครื่องใดเครื่องหนึ่งเสียไฟฟ้าในบ้านจึงยังใช้งานได้อยู่ (นักเรียนตอบคำถามตามความคิดอย่างอิสระ) ครูยังไม่เฉลยคำตอบ
- 5) ครูนำบ้านจำลองมาให้ให้นักเรียนดู โดยใช้เหตุการณ์นี้เป็นสถานการณ์ปัญหา โดยภายในบ้านจำลองจะมีหลอดไฟขนาดเล็กจำนวน 5 หลอดแทนเครื่องใช้ไฟฟ้าในห้องต่างๆภายในบ้าน โดยในบ้านใช้เซลล์ไฟฟ้าคือ ถ่านไฟฉาย และเซลล์ผลไม้ เมื่อเปิดใช้งานหลอดไฟจะให้แสงสว่าง จากนั้นครูลองถอดหลอดไฟออก 1 หลอดจึงทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆในบ้านดับทั้งหลัง ครูถามนักเรียนว่าปัญหาของบ้านหลังนี้คืออะไร (นักเรียนตอบคำถามตามความคิดอย่างอิสระ)
- 6) จากนั้นครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายว่าสาเหตุของปัญหานี้คืออะไร ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน คละความสามารถและเพศ จากนั้นครูให้สมาชิกในกลุ่มช่วยกันสืบค้นเรื่องการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า
- 7) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นคำถามต่อไปนี้
- 7.1) การต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถทำได้กี่แบบ อะไรบ้าง
- 7.2) นักเรียนคิดว่าการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งสองแบบมีความแตกต่างกันอย่างไร
- 8) ครูแจกอุปกรณ์การทำกิจกรรมข้างพลังงานไฟฟ้า พร้อมทั้งอธิบายการทำกิจกรรม และให้สถานการณ์ปัญหาว่า ครูให้หลอดไฟจำนวน 5 หลอดแทนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้าน ให้นักเรียนออกแบบบ้านพร้อมคำนวณพื้นที่ใช้สอยภายในบ้าน และการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า พร้อมวาดแผนภาพแสดงการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า โดยมีเงื่อนไขว่า ถ้าเครื่องใช้ไฟฟ้าตัวใดตัวหนึ่งในบ้านเสียหรือดับเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆภายในบ้านจะต้องสามารถใช้งานได้

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

9) ครูให้นักเรียนทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า และนำมาอภิปรายกันภายในกลุ่มว่าจะออกแบบวงจรการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างไร

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

10) ครูให้นักเรียนออกแบบวงจรการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าลงในกระดาษ และนำเสนอหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

11) นักเรียนทดลองต่อวงจรไฟฟ้าตามที่ได้ออกแบบ โดยใช้อุปกรณ์ที่ครูแจกให้ภายในกลุ่ม

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน

12) เมื่อนักเรียนต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าตามที่ได้ออกแบบไว้แล้วครูให้เวลานักเรียนทดสอบและปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน 15 นาที

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

13) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานของแต่ละกลุ่มหน้าชั้นเรียน และอธิบายประเด็นต่อไปนี้

- 14.1) นักเรียนเลือกใช้การต่อวงจรไฟฟ้าแบบใด เพราะเหตุใด
- 14.2) การต่อวงจรไฟฟ้าทั้งสองแบบมีข้อดี และข้อเสียแตกต่างกันอย่างไร
- 14.3) จากกิจกรรมนี้นักเรียนค้นพบอะไรบ้างในการต่อวงจรไฟฟ้า

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. คอมพิวเตอร์ประจำห้องเรียนจำนวน 1 เครื่อง
2. ใบความรู้เรื่องการเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้า
3. ใบกิจกรรม
4. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เล่ม 2

8. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1. อธิบายวิธีการและผลของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน 2. อธิบายการประยุกต์ใช้และข้อจำกัดของการต่อ หลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานในชีวิตประจำวัน	- ตรวจใบกิจกรรม	- แบบประเมินใบกิจกรรม	- ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ระดับดีขึ้นไป

จุดประสงค์	วิธีการวัดและ	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดและ
------------	---------------	---------------	----------------

	ประเมินผล	และ ประเมินผล	ประเมินผล
<p>ด้านทักษะ (P)</p> <p>1. นักเรียนสามารถระบุปัญหาของสถานการณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านดับได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน</p>	<p>- ตรวจใบกิจกรรม</p> <p>- ประเมินชิ้นงาน</p> <p>- ตรวจแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา</p> <p>- สังเกตทักษะการแก้ปัญหา</p>	<p>- แบบประเมินใบกิจกรรม</p> <p>- แบบประเมินชิ้นงาน</p> <p>- แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหา</p> <p>- แบบสังเกตทักษะการแก้ปัญหา</p>	<p>- ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ระดับดีขึ้นไป</p>
<p>ด้านทักษะ (P)</p> <p>เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านดับได้กำหนดให้ได้</p> <p>3. นักเรียนสามารถบอกวิธีแก้ปัญหาในสถานการณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านดับได้</p> <p>4. นักเรียนสามารถคาดคะเนผลลัพธ์ที่เกิดจากการแก้ปัญหาของสถานการณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านดับได้</p>	<p>- ตรวจใบกิจกรรม</p> <p>- ประเมินชิ้นงาน</p> <p>- ตรวจแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา</p> <p>- สังเกตทักษะการแก้ปัญหา</p>	<p>- แบบประเมินใบกิจกรรม</p> <p>- แบบประเมินชิ้นงาน</p> <p>- แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหา</p> <p>- แบบสังเกตทักษะการแก้ปัญหา</p>	<p>- ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ระดับดีขึ้นไป</p>

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1.ผลการจัดการเรียนรู้

1.1 ด้านพุทธิพิสัย

.....

.....

.....

.....

1.2 ด้านทักษะพิสัย

.....

.....

.....

.....

1.3 ด้านจิตพิสัย

.....

.....

.....

.....

2.ปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

3.แนวทางแก้ไขปัญหา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวปัทมา ชุมร่า)

ผู้สอน

ใบงาน เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าภายในบ้าน

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนขีดเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และขีดเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่ผิด

- 1. การต่อหลอดไฟต้นคริสต์มาส ควรต่อแบบขนานจะดีที่สุด
- 2. การต่อเครื่องใช้ภายในบ้าน เป็นการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน
- 3. ถ้าหากนำหลอดไฟมาต่อจำนวน 5 ดวง พบว่าการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนานจะทำให้ความสว่าง ของหลอดไฟ มีความสว่างมากกว่า การต่อแบบอนุกรม
- 4. การต่อวงจรแบบขนาน จะมีลักษณะการต่อวงจร เป็นแถวยาวเรียงกันไปเรื่อย ๆ โดยมีการนำขั้วบวกไปต่อกับขั้วลบเสมอ
- 5. เมื่อนำการต่อวงจรทั้งแบบอนุกรมและแบบขนานเข้าไปในวงจรเดียวเรียกว่า การต่อวงจรแบบผสม
- 6. การต่อวงจรไฟฟ้าภายในบ้านต้องต่อแบบขนาน เพราะจะทำให้อุปกรณ์เครื่องใช้ภายในบ้าน ได้รับความต่างศักย์เท่ากัน
- 7. การต่อหลอดไฟแบบขนานจะทำให้มีอายุการใช้งานนานกว่าแบบอนุกรม
- 8. การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนานจะทำให้กระแสไฟฟ้าแบ่งออกเป็นหลายทาง
- 9. การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน ความต่างศักย์ของไฟฟ้าจะคร่อมกันอยู่
- 10. หากต่อหลอดไฟแบบขนาน จำนวน 3ดวง หากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งเสียหายก็จะส่งผลทำให้ ดวงไฟที่เหลือดับไปด้วย



ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าภายในบ้าน

ชื่อกลุ่ม.....

สมาชิกกลุ่มประกอบด้วย (หัวหน้า,รองหัวหน้า,สมาชิก,สมาชิก,เลขานุการ)

ชื่อ - สกุล	หน้าที่

จากสถานการณ์จงตอบคำถามต่อไปนี้

1.ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

2.สาเหตุของปัญหานี้มาจากอะไร

.....

.....

.....

.....

.....

3.นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร

วิธีการแก้ปัญหา	ข้อดี	ข้อจำกัด
วิธีที่ 1
วิธีที่ 2
วิธีที่ 3

4.วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดที่กลุ่มนักเรียนเลือกคือวิธีใด และเพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

5.นักเรียนคิดว่าถ้าแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่ได้ในข้อที่ 3 จะเกิดผลลัพธ์อย่างไร

.....

.....

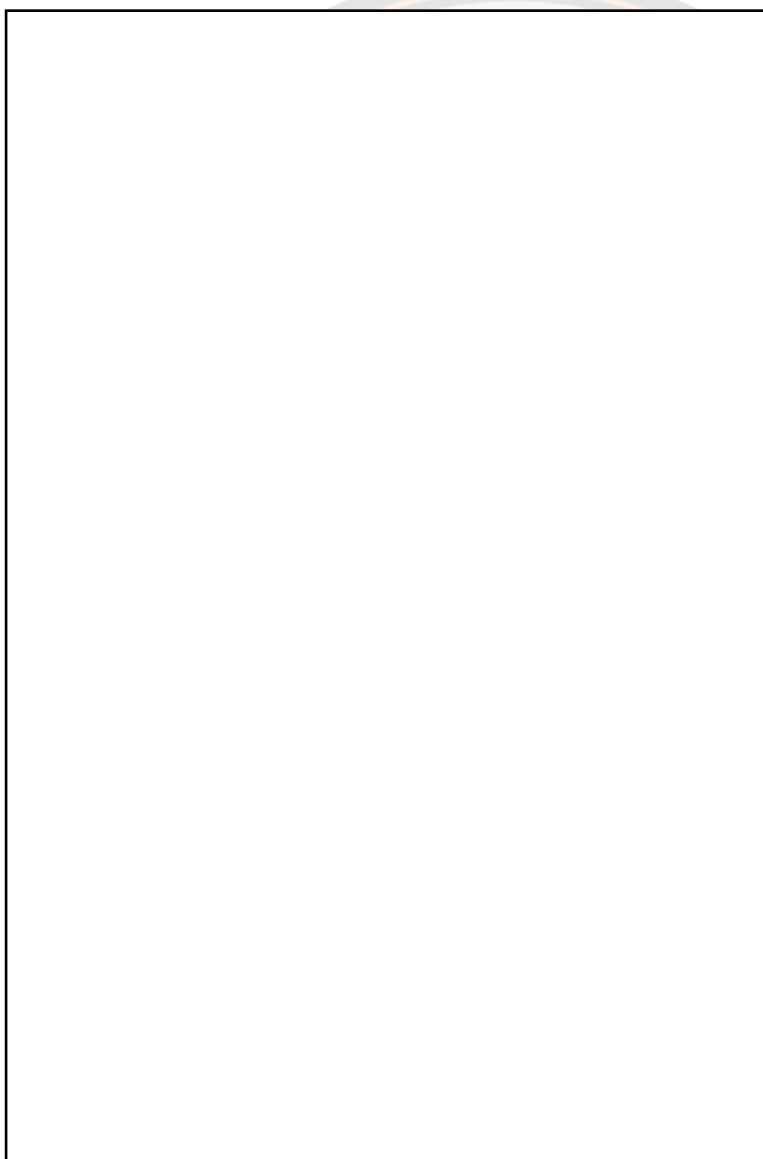
.....

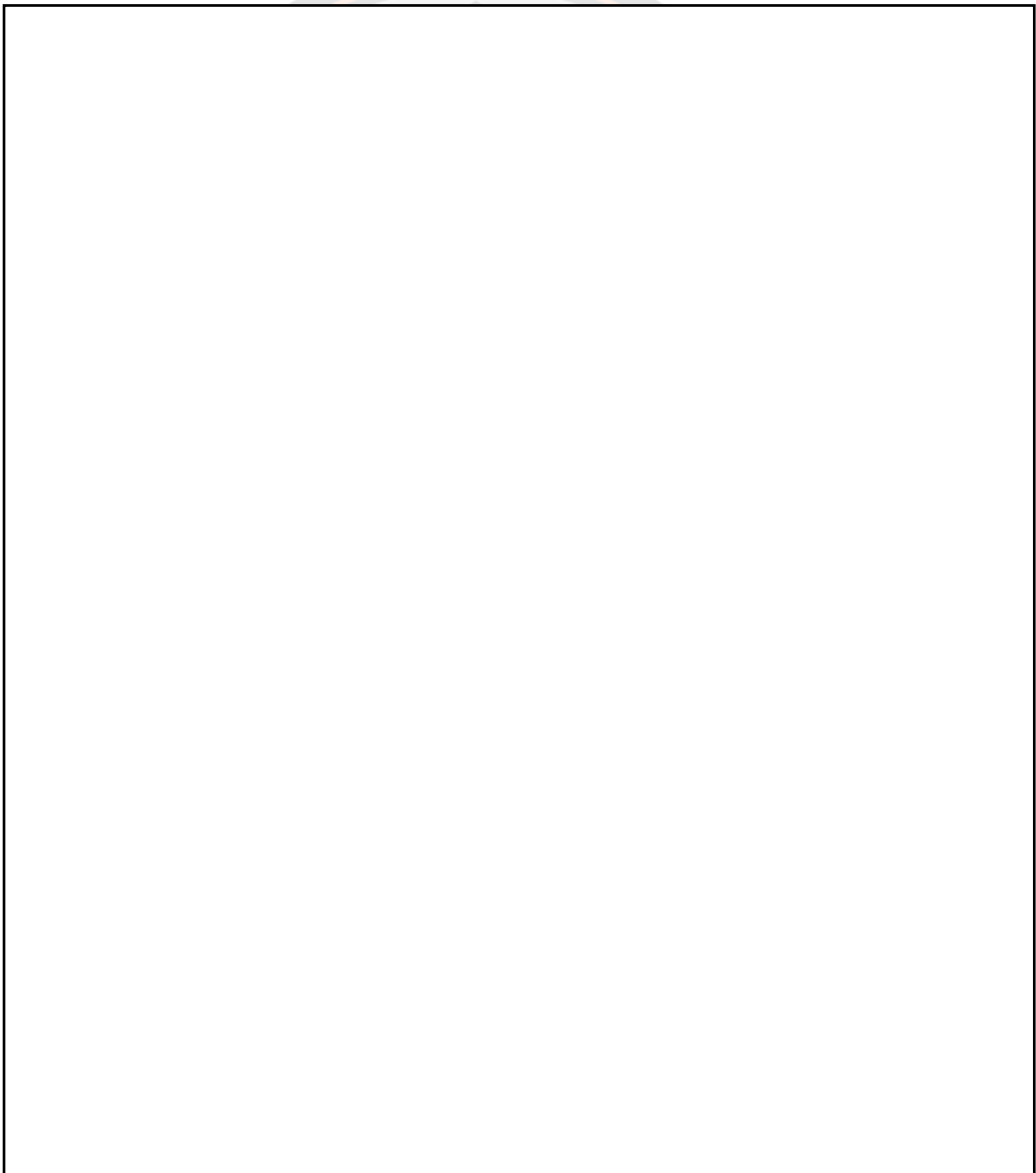
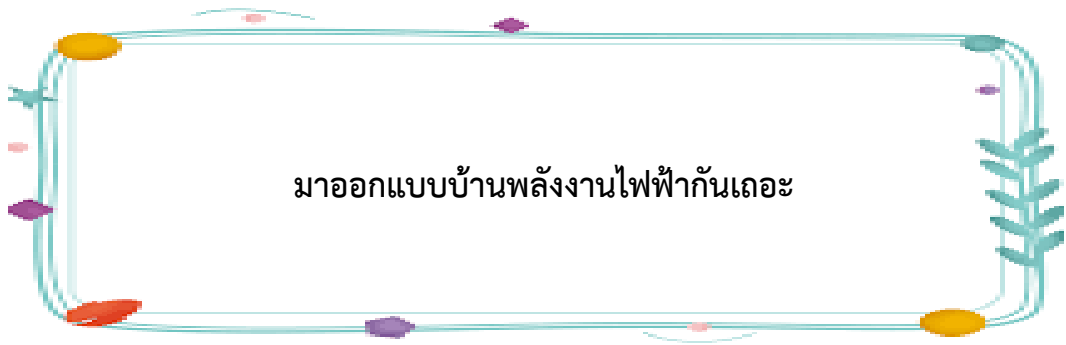
.....

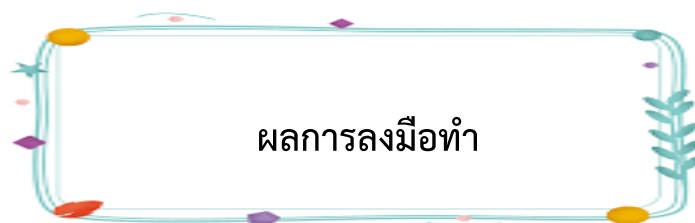
.....

ให้นักเรียนร่วมกันกำหนดขั้นตอนการสร้างบ้านพลังงานไฟฟ้า
และ ร่วมกันออกแบบบ้านพลังงานไฟฟ้า พร้อมบันทึกผล
หลังจากการสร้างชิ้นงาน และบอกวิธีปรับปรุงชิ้นงานของแต่ละกลุ่ม

มาวางแผนขั้นตอนการสร้างบ้านพลังงานไฟฟ้ากันเถอะ







1. หลังจากที่เราสร้างบ้านพลังงานไฟฟ้าไปแล้วนั้น เป็นไปตามแผนที่วางไว้หรือไม่ ผลเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาที่พบระหว่างการลงมือสร้างบ้านพลังงานไฟฟ้า

.....

.....

.....

.....

.....

3. วิธีแก้ปัญหา หรือปรับปรุงบ้านพลังงานไฟฟ้า

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินพฤติกรรมความรับผิดชอบในการทำงาน

รายการประเมิน	ระดับการปฏิบัติ			
	3	2	1	0
1. มีความรับผิดชอบในหน้าที่การงาน				
2. ตั้งใจและเอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย				
3. ทำงานด้วยความเพียรพยายาม				
4. รู้จักแก้ปัญหาในการทำงานเมื่อมีอุปสรรค				
5. อดทนเพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย				
รวม				

ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดี พอใช้ ปรับปรุง

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
10 – 12 คะแนน	ดีมาก
7 – 9 คะแนน	ดี
4 – 6 คะแนน	พอใช้
1 – 3 คะแนน	ปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนประเมินผลพฤติกรรมกรรมการมีส่วนร่วมในการเรียน

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3	2	1	0
1.มีความ รับผิดชอบใน การทำงาน	มีความรับผิดชอบ ในการทำงาน และทำงานได้ อย่างสมบูรณ์	มีความรับผิดชอบ ในการทำงาน	มีความรับผิดชอบ ในการทำงานน้อย	ไม่มีมีความ รับผิดชอบใน การทำงาน
2.ตั้งใจและเอา ใจใส่ต่อการ ปฏิบัติหน้าที่ที่ ได้รับมอบหมาย	ตั้งใจและเอาใจใส่ ต่อการปฏิบัติ หน้าที่ที่ได้รับ มอบหมายอย่าง ดีเยี่ยม	ตั้งใจและเอาใจใส่ ต่อการปฏิบัติ หน้าที่ที่ได้รับ มอบหมายอย่าง ดี	ตั้งใจและเอาใจใส่ ต่อการปฏิบัติ หน้าที่ที่ได้รับ มอบหมาย	ไม่ตั้งใจและไม่ เอาใจใส่ต่อการ ปฏิบัติหน้าที่ที่ ได้รับมอบหมาย
3.ความตรงต่อ เวลาในการ ทำงาน	ทำงานเสร็จก่อน เวลาที่กำหนด	ทำงานเสร็จ ทันเวลาที่กำหนด	ทำงานเสร็จช้า กว่าเวลาที่กำหนด	ทำงานไม่เสร็จ หรือไม่ทำ
4.รู้จักแก้ปัญหา ในการทำงาน เมื่อมีอุปสรรค	แก้ปัญหาในการ ทำงานเมื่อมี อุปสรรคได้อย่าง เหมาะสม	แก้ปัญหาในการ ทำงานเมื่อมี อุปสรรคได้	แก้ปัญหาในการ ทำงานเมื่อมี อุปสรรคได้ บางครั้ง	ไม่สามารถ แก้ปัญหาในการ ทำงานเมื่อมี อุปสรรคได้

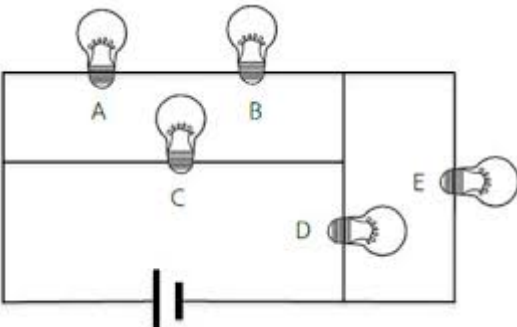
ภาคผนวก จ แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า สำหรับ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง ตอนที่ 1 โปรดพิจารณาแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6 ต่อไปนี้ว่า มีความสอดคล้องกับความคิดเห็นของท่านมากน้อยเพียงใด โดยเขียน
เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่กำหนดไว้ตามความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

จุดประ สงค์	สถานการณ์และคำถาม	ความสอดคล้อง																																									
		+1	0	-1																																							
	<p>สถานการณ์ที่ 1</p> <p>หากนักเรียนเข้าค่ายพักแรมลูกเสือ ยุวกาชาด โดยมี ภารกิจในฐานะผจญภัยให้นักเรียนเดินทางเข้าไปในป่า บริเวณหลังโรงเรียน เพื่อไปยังยังจุดนัดพบ โดยไปเป็น หมู่ หมู่ละ 8 คน แต่ผู้บังคับบัญชาไม่ได้ให้นำไฟฉายติด ตัวไปแต่มีอุปกรณ์ให้นักเรียนแต่ละหมู่ ดังนี้</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ลำดับ</th> <th>รายการ</th> <th>จำนวน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>ถ่าน (ขนาด PP3)</td> <td>1 ก้อน</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>กรรไกร</td> <td>1 อัน</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>ปืนกาว</td> <td>1 อัน</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>สายไฟ</td> <td>1 ชุด</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>คัตเตอร์</td> <td>1 อัน</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>กระดาษสี</td> <td>1 ชุด</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>เทปใส</td> <td>1อัน</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>ดินน้ำมัน</td> <td>1ก้อน</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>กระดาษแก้วสีขาว</td> <td>2 ก้อน</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>ถ้วยกระดาษ</td> <td>1 อัน</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>ฟิวเจอร์บอร์ด</td> <td>1 อัน</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>หลอดไฟ LED</td> <td>4 ดวง</td> </tr> </tbody> </table>	ลำดับ	รายการ	จำนวน	1	ถ่าน (ขนาด PP3)	1 ก้อน	2	กรรไกร	1 อัน	3	ปืนกาว	1 อัน	4	สายไฟ	1 ชุด	5	คัตเตอร์	1 อัน	6	กระดาษสี	1 ชุด	7	เทปใส	1อัน	8	ดินน้ำมัน	1ก้อน	9	กระดาษแก้วสีขาว	2 ก้อน	10	ถ้วยกระดาษ	1 อัน	11	ฟิวเจอร์บอร์ด	1 อัน	12	หลอดไฟ LED	4 ดวง			
ลำดับ	รายการ	จำนวน																																									
1	ถ่าน (ขนาด PP3)	1 ก้อน																																									
2	กรรไกร	1 อัน																																									
3	ปืนกาว	1 อัน																																									
4	สายไฟ	1 ชุด																																									
5	คัตเตอร์	1 อัน																																									
6	กระดาษสี	1 ชุด																																									
7	เทปใส	1อัน																																									
8	ดินน้ำมัน	1ก้อน																																									
9	กระดาษแก้วสีขาว	2 ก้อน																																									
10	ถ้วยกระดาษ	1 อัน																																									
11	ฟิวเจอร์บอร์ด	1 อัน																																									
12	หลอดไฟ LED	4 ดวง																																									

จุดประสงค์	สถานการณ์และคำถาม	ความสอดคล้อง		
		+1	0	-1
สามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ (ชั้นระบุปัญหาเพื่อความสามารถในการระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้)	1.จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ปัญหาคืออะไร			
สามารถระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ (ชั้นวิเคราะห์ปัญหาเป็นความสามารถในการระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดปัญหา โดยพิจารณาจากข้อเท็จจริงของสถานการณ์ที่กำหนดให้)	2.จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ สาเหตุของปัญหามีอะไรบ้าง			
สามารถเสนอวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ (ชั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหาเป็นความสามารถใน	3.นักเรียนคิดว่าจะมีการแก้ปัญหาหรือป้องกันการเกิดปัญหานี้ได้อย่างไรบ้าง			

จุดประสงค์	สถานการณ์และคำถาม	ความสอดคล้อง		
		+1	0	-1
การหาวิธีการ แก้ปัญหาให้ตรงกับ สาเหตุของปัญหา หรือเสนอข้อมูล เพิ่มเติม)				
สามารถระบุผลที่ เกิดจากวิธีการ แก้ปัญหา (ขั้น ตรวจสอบผลลัพธ์ เป็นความสามารถ ในการอธิบายผลที่ เกิดขึ้นหลังจาก การดำเนินการ แก้ปัญหานั้นว่า สอดคล้องกับ ปัญหาที่ระบุไว้ หรือไม่ และผลที่ เกิดขึ้นควรเป็น อย่างไร)	4. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหา ผลที่คาดว่าจะ เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาคือจะเป็นอย่างไรบ้าง			
	สถานการณ์ที่ 2 			

จุดประสงค์	สถานการณ์และคำถาม	ความสอดคล้อง		
		+1	0	-1
สามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ (ชั้นระบุปัญหาเป็นความสามารถในการระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้)	1.จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ปัญหาคืออะไร			
สามารถระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ (ชั้นวิเคราะห์ปัญหาเป็นความสามารถในการระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดปัญหา โดยพิจารณาจากข้อเท็จจริงของสถานการณ์ที่กำหนดให้)	2.จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ สาเหตุของปัญหามีอะไรบ้าง			
สามารถเสนอวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ (ชั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหาเป็นความสามารถใน	3.นักเรียนคิดว่าจะมีการแก้ปัญหาหรือป้องกันการเกิดปัญหานี้ได้อย่างไรบ้าง			

จุดประสงค์	สถานการณ์และคำถาม	ความสอดคล้อง		
		+1	0	-1
การหาวิธีการ แก้ปัญหาให้ตรงกับ สาเหตุของปัญหา หรือเสนอข้อมูล เพิ่มเติม)				
สามารถระบุผลที่ เกิดจากวิธีการ แก้ปัญหา (ชั้น ตรวจสอบผลลัพธ์ เป็นความสามารถ ในการอธิบายผลที่ เกิดขึ้นหลังจาก การดำเนินการ แก้ปัญหานั้นว่า สอดคล้องกับ ปัญหาที่ระบุไว้ หรือไม่ และผลที่ เกิดขึ้นควรเป็น อย่างไร)	4. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหา ผลที่คาดว่าจะ เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาจะเป็นอย่างไรบ้าง			

ภาคผนวก ฉ แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเรื่องไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา เรื่องไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง

1. แบบวัดทักษะชุดนี้เป็นแบบอัตนัยประกอบด้วยสถานการณ์และตัวคำถามให้ตอบในขอบเขตข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่กำหนดให้ตามสถานการณ์
2. แบบวัดทักษะมีทั้งหมด 2 สถานการณ์ ข้อคำถาม 8 ข้อ
3. เวลาในการทำแบบวัดทักษะ 50 นาที
4. เมื่อหมดเวลาให้คืนแบบทดสอบและกระดาษคำตอบนี้
5. ห้ามขีดเขียนข้อความใดๆ ลงในแบบวัดทักษะ

สถานการณ์ที่ 1

หากนักเรียนเข้าค่ายพักแรมลูกเสือ ยุวกาชาด โดยมีภารกิจในฐานะผจญภัยให้นักเรียนเดินทางเข้าไปในป่าบริเวณหลังโรงเรียน เพื่อไปยังยังจุดนัดพบ โดยไปเป็นหมู่ หมู่ละ 8 คน แต่ผู้บังคับบัญชาไม่ได้ให้นำไฟฉายติดตัวไปแต่มีอุปกรณ์ให้นักเรียนแต่ละหมู่ ดังนี้

ลำดับ	รายการ	จำนวน
1	ถ่าน (ขนาด PP3)	1 ก้อน
2	กรรไกร	1 อัน
3	ปืนกาว	1 อัน
4	สายไฟ	1 ชุด
5	คัตเตอร์	1 อัน
6	กระดาษสี	1 ชุด
7	เทปใส	1อัน
8	ดินน้ำมัน	1ก้อน
9	กระดาษแก้วสีขาว	2 ก้อน
10	ถ้วยกระดาษ	1 อัน
11	ฟิวเจอร์บอร์ด	1 อัน
12	หลอดไฟ LED	4 ดวง

คำถาม

1.จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ปัญหา คืออะไร

.....

.....

.....

.....

2.จากสถานการณ์ที่กำหนดให้สาเหตุของปัญหามีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

3.นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการแก้ปัญหาหรือป้องกันปัญหานี้ได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

4.จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาคือจะเป็นอย่างไรบ้าง

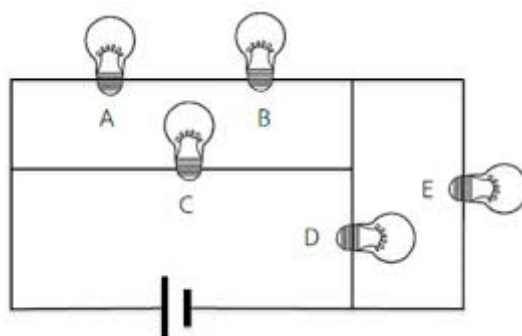
.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2



น้องนิต และเพื่อนๆช่วยกันต่อวงจรไฟฟ้าเพื่อใช้ประดับโต๊ะจับฉลากของขวัญในงานปีใหม่ เป็นวงจรดังรูป แต่หลังจากที่ต่อไปแล้วนั้น น้องนิตและเพื่อนพบว่าหลอดไฟ A และ B ไม่ติด แต่หลอดไฟดวงอื่นๆกลับติดทั้งหมด เมื่อน้องนิตนำหลอดไฟ A และ B ไปเปลี่ยนที่ร้านขายอุปกรณ์ไฟฟ้า คนขายบอกว่าหลอดไฟเสียเพียงแค่ดวงเดียว

คำถาม

1.จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ปัญหา คืออะไร

.....

.....

.....

.....

2.จากสถานการณ์ที่กำหนดให้สาเหตุของปัญหามีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

3.นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการแก้ปัญหาหรือป้องกันปัญหานี้ได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

4. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาจะเป็นอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....



ภาคผนวก ข แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างทักษะการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของเวียร์
กับพฤติกรรมที่ต้องการสังเกต

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างทักษะการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของเวียร์
กับพฤติกรรมที่ต้องการสังเกต

คำชี้แจง ตอนที่ 1 โปรดพิจารณาแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างทักษะการแก้ปัญหาตาม
ขั้นตอนของเวียร์ กับพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตต่อไปนี้ว่า มีความสอดคล้องกับความคิดเห็นของท่าน
มากน้อยเพียงใด โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่กำหนดไว้ตามความคิดเห็นของท่านมาก
ที่สุด

- +1 เมื่อแน่ใจว่าพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์
0 เมื่อไม่แน่ใจว่าพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์
+1 เมื่อแน่ใจว่าพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตไม่สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์

กระบวนการแก้ปัญหา ของเวียร์	พฤติกรรมที่สังเกต	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	-1
1.การระบุปัญหา	- ตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด - ระบุปัญหาที่สำคัญจากสถานการณ์ที่ กำหนด			
2.การวิเคราะห์ปัญหา	- ระบุสาเหตุของปัญหาได้หลากหลายจาก สถานการณ์ที่กำหนด - วิธีการคัดเลือกสาเหตุของปัญหาได้อย่าง แท้จริง			
3.เสนอวิธีแก้ปัญหา	- เสนอวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย - เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม			
4.การตรวจสอบ ผลลัพธ์	- ตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา - บอกผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในการใช้วิธีการ แก้ปัญหาที่เลือก			

ภาคผนวก ข แบบสังเกตทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า

แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า

ชื่อกลุ่ม.....ชั้น.....

กระบวนการแก้ปัญหา ของเวียร์	พฤติกรรมที่สังเกต	ผลการสังเกต		
		มาก	ปานกลาง	น้อย
1.การระบุปัญหา	- ตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด - ระบุปัญหาที่สำคัญจากสถานการณ์ที่กำหนด			
2.การวิเคราะห์ปัญหา	- ระบุสาเหตุของปัญหาได้ หลากหลายจากสถานการณ์ที่กำหนด - วิธีการคัดเลือกสาเหตุของปัญหาได้ อย่างแท้จริง			
3.เสนอวิธีแก้ปัญหา	- เสนอวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย - เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม			
4.การตรวจสอบผลลัพธ์	- ตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา - บอกผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในการใช้ วิธีการแก้ปัญหาที่เลือก			

บันทึก

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

กระบวนการ แก้ปัญหา	ระดับคะแนน		
	มาก	ปานกลาง	น้อย
1.การระบุปัญหา	สามารถระบุปัญหาที่สำคัญได้ถูกต้อง และระบุสาเหตุหลักของปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน	สามารถระบุปัญหาที่สำคัญได้ถูกต้อง หรือระบุสาเหตุหลักของปัญหาได้ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง	ไม่สามารถระบุปัญหาที่สำคัญได้ถูกต้อง และไม่สามารถระบุสาเหตุหลักของปัญหาได้ถูกต้อง หรือไม่เขียน
2.การวิเคราะห์ปัญหา	สามารถระบุวิธีการแก้ปัญหา และวางแผนขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และสมบูรณ์	สามารถระบุวิธีการแก้ปัญหา และวางแผนขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์	ไม่สามารถระบุวิธีการแก้ปัญหาและวางแผนขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง หรือไม่เขียน
3.การเสนอวิธีการแก้ปัญหา	สามารถดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ได้ถูกต้องและสมบูรณ์	สามารถดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์	สามารถดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ได้ถูกต้องหรือไม่เขียน
4.การตรวจสอบผลลัพธ์	สามารถประเมินเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดได้ถูกต้อง และสมบูรณ์	สามารถประเมินเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดได้ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์	ไม่สามารถประเมินเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดได้ถูกต้อง หรือไม่เขียน



ประวัติผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยพระนคร

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	ปฎิมา ชุมร่ำ
วัน เดือน ปี เกิด	8 เมษายน 2536
ที่อยู่ปัจจุบัน	3 หมู่ 3 ตำบลบ้านกล้วย อำเภอเมืองฯ จังหวัดชัยนาท 17000
ที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนอนุบาลชัยนาท 53 ถนนพรหมประเสริฐ ตำบลบ้านกล้วย อำเภอเมืองฯ จังหวัดชัยนาท 17000
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครู ค.ศ.1
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2559 กศ.บ. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยพะเยา

