การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต

วงค์ณภา แก้วไกรษร
นันทรัตน์ แก้วไกรษร

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย
จากสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

ในโครงการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมแลกเป้า สพฐ. ปีงบประมาณ 2561

เรื่อง การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อ หุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต

ผู้วิจัย นายวงค์ณภา แก้วไกรษร และนางนันทรัตน์ แก้วไกรษร

สถานศึกษา โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 20

ปีที่ศึกษา 2561

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้จุดมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ 2) ศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ 3) ศึกษาความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 20 ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต จำนวน 3 แผน 2) แบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ จำนวน 20 ข้อ ความเชื่อมั่น (α) เท่ากับ 0.96 3) แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ จำนวน 30 ข้อ ค่าความเชื่อมั่น (α) เท่ากับ 0.84 4) แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต จำนวน 10 ข้อ ค่าความเชื่อมั่น (α) เท่ากับ 0.88 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติ Wilcoxon Matched Pairs Signed-Ranks

ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 2) นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังจัดกิจกรรมการการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต โดยภาพรวมอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.52, S.D. = 0.65) 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต โดยภาพรวมอยู่ในระดับ มาก ($\overline{X}$ = 4.32, S.D. = 0.54)

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก นายธวัชพงษ์ รู้บุญ ผู้อำนวยการโรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา นายคมสันต์ ถานกางสุ่ย อดีตผู้อำนวยการโรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา ผศ.ดร.โชคชัย ยืนยง ตำแหน่ง อาจารย์ประจำ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น นายสืบศักดิ์ สวัสดิ์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี โรงเรียนมัธยมวานรนิวาส สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 นางศุภร ไชยขันธ์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนบ้านดุงวิทยา นางรุ่งนภาลัย ราชภักดี ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนพิบูลย์รักษ์พิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 20 นายจตุรงค์ กมลเลิศ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนกมลาไสย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาข้อเสนอแนะและช่วยเหลือ ตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ อันเป็นประโยชน์ยิ่งสำหรับงานวิจัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้ ในโครงการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมแลกเป้า สพฐ. ปีงบประมาณ 2561

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณะครูและบุคลากรทุกคน ตลอดจนนักเรียนโรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 20 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดียิ่ง ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

คุณค่าและประโยชน์ของงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องสักการบูชาพระคุณบิดามารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้มีส่วนสำคัญในการประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้วางรากฐานการดำเนินชีวิตและการศึกษาที่ดีมีคุณภาพแก่ผู้วิจัย จนประสบความสำเร็จตลอดมา

วงค์ณภา แก้วไกรษร
นันทรัตน์ แก้วไกรษร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
คำถามการวิจัย	2
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
สมมติฐานการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	3
ความหมายหรือนิยามศัพท์เฉพาะ	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	6
การจัดกิจกรรมชุมนุมในสถานศึกษา	8
กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	9
การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้	14
ทักษะการคิดสร้างสรรค์	15
เจตคติทางวิทยาศาสตร์	19
ความพึงพอใจ	21
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	24
กรอบแนวคิดงานวิจัย	28
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	29
ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย	29
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	29
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	30
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	31
การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	31
รูปแบบและระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	37
การเก็บรวบรวมข้อมูล	38
การวิเคราะห์ข้อมูล	39
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	39

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	42
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	42
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	42
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	43
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	47
สรุปผลการวิจัย	47
อภิปรายผล	47
ข้อเสนอแนะ	49
บรรณานุกรม	50
ภาคผนวก	53
ภาคผนวก ก	54
ภาคผนวก ข	61
ภาคผนวก ค	72
ภาคผนวก ง	78
ภาคผนวก จ	123
ประวัติย่อของผู้วิจัย	131

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงแบบแผนการทดลองแบบ One Group Pre-test Post-test Design	37
2	แสดงปฏิทินการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต ชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้	37
3	วิเคราะห์ผลการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต จากผลการทำแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	43
4	ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต ก่อนเรียนและหลังเรียน	43
5	แสดงเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ หลังจัดกิจกรรม การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ ทางเลือกแห่งอนาคต	44
6	แสดงความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต	45
7	แสดงผลการประเมินคุณภาพและความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อ หุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคตชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้	62
8	ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (t) เป็นรายข้อของแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้	63
9	แสดงค่าความเที่ยงตรงโครงสร้างของแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ จำนวน 25 ข้อ	64
10	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนรวมของแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้	65
11	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อของแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้	67
12	ค่าความเที่ยงตรงของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้	69

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	ค่าอำนาจจำแนก (t) เป็นรายข้อของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้	70
14	ค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้	71
15	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามองค์ประกอบการคิด 3 องค์ประกอบ	73
16	การเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	74
17	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อ การเรียนรู้ หลังจัดกิจกรรม การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต	76

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	11
2	กรอบแนวคิดการวิจัย: การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต	28

บทที่ 1
บทนำ

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

โลกในศตวรรษที่ 21 เป็นโลกที่ไม่หยุดนิ่ง เกิดการเปลี่ยนแปลงรวดเร็ว คนที่จะอยู่ได้อย่างสอดคล้องกับสังคมในยุคใหม่จึงต้องฝึกความสร้างสรรค์และนวัตกรรม ซึ่งที่จริงมีอยู่แล้วในความเป็นมนุษย์แต่การเรียนรู้และการฝึกฝนที่ดีจะช่วยให้แหลมคม ฉับไว และอดทน คนที่มีทักษะนี้สูงจะได้งานที่ดีกว่า ชีวิตก้าวหน้ากว่า และจะทำประโยชน์ให้แก่สังคมและแก่โลกได้ดีกว่า (วิจารณ์ พานิช, 2555: 33) การจัดการศึกษาศตวรรษที่ 21 จึงต้องมีการพัฒนาเพื่อให้สอดคล้องกับภาวะความเป็นจริง ผู้เรียนจะต้องมีทักษะเพื่อดำรงชีวิตในโลกแห่งอนาคตที่ได้เกิดกระแสการเปลี่ยนแปลงทางสังคมส่งผลต่อวิถีการดำรงชีวิตอย่างทั่วถึง การจัดการเรียนรู้เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียนก้าวสู่ศตวรรษที่ 21 นั้นต้องส่งเสริมให้นักเรียน มีทักษะการเรียนรู้ (Learning Skill) ที่ประกอบด้วย ความรู้ ความสามารถ และทักษะจำเป็น ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม จึงเป็นตัวกำหนดความพร้อมของนักเรียนเข้าสู่โลกการทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในปัจจุบัน ได้แก่ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรม การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา การสื่อสารและการร่วมมือ ดังนั้น ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) จึงเป็น ทักษะพื้นฐานที่มนุษย์ในศตวรรษที่ 21 ทุกคนต้องเรียน เพราะโลกจะยิ่งเปลี่ยนแปลงเร็วขึ้นเรื่อย ๆ และมีความซับซ้อนซ่อนเงื่อนมากขึ้น คนที่อ่อนแอในทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรมจะเป็นคนที่ตามโลกไม่ทัน เป็นคนอ่อนแอ ชีวิตก็จะยากลำบาก

ปัจจุบันการเรียนรู้เนื้อหาสาระวิชาต่าง ๆ ควรเป็นการเรียนจากการศึกษาค้นคว้าเองของนักเรียน โดยครูเป็นผู้ช่วยแนะนำ และออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละคนสามารถประเมินความก้าวหน้าของการเรียนรู้ของตนเองได้ (วิจารณ์ พานิช, 2555: 16) ประกอบกับเน้นพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนควบคู่กัน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะกระตุ้นการคิดของผู้เรียนนั้นกิจกรรมต้องมีความแปลกใหม่ ท้าทาย และน่าสนใจ กับสังคมปัจจุบัน การศึกษาเรียนรู้และฝึกฝนทักษะต่าง ๆ ผ่านหุ่นยนต์ (Robots) เป็นกิจกรรมที่สามารถกระตุ้นทักษะการเรียนรู้ได้อย่างมาก และปัจจุบันได้เป็นที่ยอมรับว่าหุ่นยนต์เป็นเทคโนโลยีที่มีความสำคัญและมีบทบาทต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ เช่น หุ่นยนต์ช่วยในการเป็นพนักงานเสิร์ฟ หรือหุ่นยนต์ในวงการแพทย์ เป็นต้น หุ่นยนต์เป็นเครื่องจักรกลชนิดหนึ่งที่สามารถทำงานตามความต้องการหรือสั่งการของมนุษย์ ปฏิบัติงานแทนมนุษย์ได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม รวมทั้งในงานที่เสี่ยงอันตรายที่มนุษย์ไม่สามารถทำได้ หุ่นยนต์สามารถทำงานอย่างอัตโนมัติด้วยหุ่นยนต์เอง หรือควบคุมจากมนุษย์อีกที หุ่นยนต์จึงเป็นสื่อเรียนรู้อีกชนิดหนึ่งที่สามารถเป็นตัวกลางใน การเชื่อมโยงความรู้บูรณาการสาระต่าง ๆ สำหรับนักเรียนได้เป็นอย่างดี และยังสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์จนนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ได้

จากการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง สร้างความท้าทายในการเรียนรู้ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ ที่น่าสนใจ และมีการบูรณการศาสตร์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน ส่งผลต่อการพัฒนากระบวนการคิดสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์

ต่าง ๆ ของผู้เรียน สามารถนำความรู้ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริงควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา นักเรียนจะได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และได้นำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยาเป็นโรงเรียนมัธยมขนาดเล็กประจำตำบล ที่ขาดโอกาสใน การเรียนรู้เทคโนโลยีที่หลากหลาย ขาดโอกาสทางการศึกษาเพื่อกระตุ้นการฝึกทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรมใหม่ ๆ ทัดเทียมกับโรงเรียนขนาดใหญ่ ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญต่อการเตรียมความพร้อมของการดำรงชีวิตในสังคมโลกอนาคต จากสภาพดังกล่าว โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา จึงได้จัดตั้งชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้มีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการประดิษฐ์หุ่นยนต์ การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ตลอดจนการพัฒนาให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล มีระบบ มีระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ ทำให้สามารถวางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญในการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งผู้วิจัยเชื่อว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จะเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์และออกแบบวิธีการหาความรู้เพื่อแก้ปัญหาด้วยตนเอง ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง รู้จักการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ อันจะนำไปสู่กระบวนการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

2. คำถามการวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต ส่งผลให้นักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ มีทักษะการคิดสร้างสรรค์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นอย่างไร

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

3.1 เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้

3.2 เพื่อศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้

3.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้

4. สมมติฐานการวิจัย

4.1 นักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต มีทักษะการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4.2 นักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับ มากที่สุด

4.3 นักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต มีความพึงพอใจหลังเรียนอยู่ในระดับ มาก

5. ขอบเขตของการวิจัย

การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ดังนี้

5.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนโรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 20 ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 234 คน

5.2 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 20 ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 30 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต จำนวน 3 แผน จำนวนเวลาเรียน 10 ชั่วโมง

5.3.2 แบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ จำนวน 20 ข้อ

5.3.3 แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ จำนวน 30 ข้อ

5.3.4 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต จำนวน 10 ข้อ

5.4 ตัวแปรที่ศึกษา

5.4.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต

5.4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

5.4.2.1 ทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้

5.4.2.2 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้

5.4.2.3 ความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้

5.5 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาที่จัดกิจกรรมชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 6 ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาย่อย จำนวน 3 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 เรื่อง สนุกกับหุ่นยนต์

กิจกรรมที่ 2 เรื่อง หุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต

กิจกรรมที่ 3 เรื่อง LABBOY ROBOT

5.6 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาในการวิจัยครั้งนี้ใช้เวลา 12 ชั่วโมง สัปดาห์ละ 1 ชั่วโมง รวม 12 สัปดาห์ โดยทดสอบก่อนเรียน 1 ชั่วโมง ทำการเรียนการสอน 10 ชั่วโมง และทดสอบหลังเรียน 1 ชั่วโมง ระหว่างวันที่ 17 กรกฎาคม 2561 ถึงวันที่ 2 ตุลาคม 2561

6. ความหมายหรือนิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา หมายถึง แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้สอนกำหนดไว้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้บรรลุตามผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต โดยที่บูรณาการ 4 วิชาด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นระบุปัญหา (2) ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (3) ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (4) ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (5) ขั้นทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข และ (6) ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โดยได้กำหนดแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน จำนวนเวลาเรียน 10 ชั่วโมง

6.2 ทักษะการคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่จะคิดได้คล่องแคล่วหลายทิศหลายทาง หรือคิดได้หลายคำตอบ คิดยืดหยุ่น และคิดริเริ่ม มีความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ โดยมีสิ่งเร้าเป็นตัวกระตุ้นทำให้เกิดความคิดใหม่ต่อเนื่องกันไปซึ่งทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ หาได้จากผลรวมของคะแนนความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม โดยใช้แบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์

6.3 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อความคิด การกระทำและการตัดสินใจในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สร้างและเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ปรากฏให้เห็นเป็นพฤติกรรม ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความละเอียดรอบคอบ ความซื่อสัตย์ และใจกว้างเต็มใจรับฟังความคิดเห็นใหม่ๆ

6.4 ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบใจ สนใจ กระตือรือร้น ในการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ การแสดงออก และพฤติกรรมการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ ตามแนวทาง สะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้

7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การวิจัยครั้งนี้มีประโยชน์ ดังนี้

7.1 กิจกรรมการเรียนรู้พัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อ หุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต เป็นนวัตกรรมที่สามารถนำไปเป็นแบบอย่างในการพัฒนาทักษะด้านอื่นๆ ของนักเรียนได้

7.2 นักเรียนสามารถบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้โดยใช้หุ่นยนต์เป็นสื่อ

7.3 นักเรียนสามารถสร้างและประกอบหุ่นยนต์อย่างสร้างสรรค์ได้

7.4 นักเรียนมีทักษะเบื้องต้นและองค์ความรู้พื้นฐานของการประกอบหุ่นยนต์

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. การจัดกิจกรรมชุมนุมในสถานศึกษา
3. กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
4. ทักษะการคิดสร้างสรรค์
5. เจตคติทางวิทยาศาสตร์
6. ความพึงพอใจ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
8. กรอบแนวคิดงานวิจัย

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.1 วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

1.2 หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญดังนี้

1.2.1 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้

1.2.2 เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ คุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชนที่ประชาชน ทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ

1.2.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา ให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

1.2.4 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้เวลาและการจัดการเรียนรู้

1.2.5 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

1.2.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบและตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้และประสบการณ์

1.3 จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐานดังนี้

1.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

1.3.2 มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

1.3.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

1.3.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

1.3.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

1.4 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ดังนี้

1.4.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสารมีวัฒนธรรม ในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยน ข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล และความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

1.4.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

1.4.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสม บนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

1.4.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้ง

ต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

1.4.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

1.5 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทย และพลโลก ดังนี้

1.5.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

1.5.2 ซื่อสัตย์สุจริต

1.5.3 มีวินัย

1.5.4 ใฝ่เรียนรู้

1.5.5 อยู่อย่างพอเพียง

1.5.6 มุ่งมั่นในการทำงาน

1.5.7 รักความเป็นไทย

1.5.8 มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้ สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตน

2. การจัดกิจกรรมชุมนุมในสถานศึกษา

กิจกรรมชุมนุม เป็นกิจกรรมนักเรียนที่สถานศึกษาสนับสนุนให้ผู้เรียนรวมกลุ่มกันจัดขึ้นตามความสนใจ ความถนัด ความสามารถของผู้เรียน เพื่อเติมเต็มศักยภาพของผู้เรียนตามเจตนารมณ์ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.1 ความหมายกิจกรรมชุมนุม

ชุมนุม หมายถึง การรวมกลุ่มของผู้เรียนที่มีความสนใจ ความถนัดในเรื่องเดียวกันและร่วมปฏิบัติกิจกรรมให้บรรลุวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาความรู้ ทักษะ ประสบการณ์ของตนเองให้เต็ม

2.2 หลักการของกิจกรรมชุมนุม

กิจกรรมชุมนุม มีหลักการที่สำคัญดังนี้

2.2.1 เป็นกิจกรรมที่เกิดจากการสร้างสรรค์และออกแบบกิจกรรมของผู้เรียนตามความสมัครใจ

2.2.2 เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนร่วมกันทำงานเป็นทีม ช่วยกันคิด ช่วยกันทำ และช่วยกันแก้ปัญหา

2.2.3 เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพของผู้เรียน

2.2.4 เป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน รวมทั้งบริบทของสถานศึกษาและท้องถิ่น

2.3 วัตถุประสงค์ของกิจกรรมชุมนุม

วัตถุประสงค์ของกิจกรรมชุมนุม มีดังนี้

2.3.1 เพื่อให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมตามความสนใจ ความถนัด และความต้องการของตน

2.3.2 เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ให้เกิดประสบการณ์ทั้งทางวิชาการและวิชาชีพตามศักยภาพ

2.3.3 เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้เวลาให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและส่วนรวม

2.3.4 เพื่อให้ผู้เรียนทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ตามวิถีประชาธิปไตย

2.4 แนวทางการจัดกิจกรรมชุมนุม

การจัดกิจกรรมชุมนุม ชมรมของสถานศึกษา สามารถปรับใช้ได้ตามความเหมาะสมกับบริบทและสภาพของสถานศึกษา ดังนี้

2.4.1 สถานศึกษาบริหารการจัดการให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมได้หลากหลาย ทั้งรูปแบบภายในหรือภายนอกห้องเรียน และระยะเวลาการจัดกิจกรรม เช่น กิจกรรมระยะเวลา 1 ภาคเรียน กิจกรรมระยะเวลา 1 ปีการศึกษา และกิจกรรมระยะเวลามากกว่า 1 ปีการศึกษา

2.4.2 กรณีสถานศึกษามีการจัดตั้งชุมนุมอยู่แล้ว สถานศึกษาควรสำรวจความสนใจของผู้เรียนในการเลือกเข้าร่วมชุมนุม

2.4.3 กรณีที่สถานศึกษายังไม่มีการจัดตั้งชุมนุม ควรให้ผู้เรียนร่วมกันจัดตั้งชุมนุมและเชิญครูเป็นที่ปรึกษา โดยร่วมกันดำเนินกิจกรรมชุมนุม ตามระเบียบปฏิบัติที่สถานศึกษากำหนด

2.4.4 ครูที่ปรึกษากระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการถอดประสบการณ์แลกเปลี่ยนเรียนรู้และเผยแพร่กิจกรรม

3. กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

3.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหา ในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงงานที่บูรณาการการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผนวกกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรม เพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และนำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 5 ประการ ดัง ได้แก่ (1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ และทักษะของวิชาที่เกี่ยวข้องในสะเต็มศึกษาในระหว่างการเรียนรู้ (2) มีการท้าทายผู้เรียนให้ได้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด (3) มีกิจกรรมกระตุ้นการเรียนรู้แบบแอกทีฟ (active learning) ของผู้เรียน (4) ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ผ่านการทำกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดให้ และ (5) สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือการประกอบอาชีพในอนาคต

3.2 องค์ประกอบ 4 วิชาของสะเต็มศึกษา

ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีความเกี่ยวข้องกับวิชาการหรือวิทยาการที่เป็นหลัก 4 วิชาด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบวิชาการทั้ง 4 กับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของประเทศไทย พบว่า สะเต็มศึกษามีความเกี่ยวข้องกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ 3 กลุ่มสาระฯ ได้แก่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

ดังนั้น เมื่อครูหรือนักการศึกษาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาจึงต้องคำนึงถึงธรรมชาติของวิชาการทั้ง 4 เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ใน 3 กลุ่มสาระฯ ที่กล่าวข้างต้น รวมถึงตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลางซึ่งถูกกำหนดขึ้นให้สอดคล้องกับความสามารถในการรับรู้ของนักเรียนแต่ละระดับชั้นในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี นั้น มีเป้าหมายหลักในการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (science literate) ผู้รู้คณิตศาสตร์ (math literate) และผู้รู้เทคโนโลยี (technology literate) ซึ่งเป้าหมายของการเรียนรู้ในวิชาการที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย

3.2.1 เป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหา (หลัก กฎ และทฤษฎี) วิชาวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และโลก อวกาศ ดาราศาสตร์) สามารถเชื่อมโยงความเกี่ยวเนื่องเนื้อหาระหว่างสาระวิชา และมีทักษะในการปฏิบัติการเชิงวิทยาศาสตร์ มีทักษะในการคิดที่เป็นเหตุเป็นผล สามารถค้นหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

3.2.2 เป้าหมายของการสอนคณิตศาสตร์ คือการพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์ ให้เหตุผลและการประยุกต์แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ ภายใต้บริบทที่แตกต่างกัน รวมถึงตระหนักถึงบทบาทของคณิตศาสตร์และสามารถใช้คณิตศาสตร์ช่วยในการวินิจฉัยและการตัดสินใจที่ดี

3.2.3 เป้าหมายของการสอนเทคโนโลยี คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีความเข้าใจ และความสามารถในการใช้งาน จัดการ และเข้าถึงเทคโนโลยี (กระบวนการหรือสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์)

3.2.4 เป้าหมายของการสอนวิศวกรรมศาสตร์ คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะในออกแบบและสร้างเทคโนโลยีโดยประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า

3.3 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วย องค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่

3.3.1 ระบุปัญหา (Problem Identification) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราระบุอาจประกอบด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหาผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

3.3.2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) หลังจากผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือการรวบรวมข้อมูล

และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องผู้แก้ปัญหาอาจมีการดำเนินการ ดังนี้

3.3.2.1 การรวบรวมข้อมูล คือการสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหาอย่างไร และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง

3.3.2.2 การค้นหาแนวคิด คือการค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาควรพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาและจดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มทุน ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3.3.3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไป คือ การนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการ กำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต ทั้งนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องอ้างอิงถึงความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ ประเมิน ตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

3.3.4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

3.3.5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

3.3.6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุง ทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

ภาพที่ 1 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

3.4 การบูรณาการในสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการ ที่ใช้ความรู้และทักษะในด้านต่างๆ ผ่านการทำกิจกรรม (activity based) หรือ การทำโครงงาน (project based) ที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ดังกล่าวนี้ จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร ซึ่งทักษะดังกล่าวนี้เป็น ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนพึงมี นอกจากนี้ผู้เรียนยังได้ความรู้แบบองค์รวมที่สามารถนำไปเชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ผู้สอนทั้งหลายอาจจะมีความกังวลกับการนำสะเต็มศึกษาเข้าสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน เนื่องจากไม่ทราบว่าจะมีแนวปฏิบัติหรือวิธีการดำเนินการอย่างไรบ้าง ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตามแนวทางของสสวท. นั้น เน้นรูปแบบของการบูรณาการซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้สอนคุ้นเคยกันเป็นอย่างดี เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษา พุทธศักราช 2542 มุ่งเน้นให้มีการจัดการเรียนรู้แบบองค์รวม โดยมีการบูรณาการความคิดรวบยอด กระบวนการจัดการเรียนรู้ และทักษะด้านต่างๆ ให้เหมาะสมกับแต่ละระดับการศึกษา รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการจะช่วยลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาวิชาต่างๆ สามารถยืดหยุ่น เวลาในการจัดการเรียนรู้ได้แหล่งเรียนรู้ และผู้เรียนได้เรียนในสิ่งที่ตนเองสนใจเพิ่มขึ้น

บูรณาการ (Integration) หมายถึงการนำศาสตร์สาขาวิชาต่างๆ ที่มีเนื้อหาสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันมาจัดประสบการณ์การเรียนรู้ในลักษณะของการผสมผสานเข้าด้วยกัน เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการและสภาพชีวิตจริงของผู้เรียน

การบูรณาการสามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น การบูรณาการเนื้อหา (Integration of subject areas) การบูรณาการกระบวนการเรียนรู้ (Integration of learning process) และการบูรณาการเป้าหมายของการเรียนรู้ (Integration of learning outcome) เป็นต้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.4.1 การบูรณาการเนื้อหา เป็นการนำเนื้อหาของสาระต่าง ๆ หรือระหว่างกลุ่มสาระมาสัมพันธ์เกี่ยวข้อง เชื่อมโยงเป็นเรื่องเดียวกัน โดยอาจกำหนดหัวข้อหรือหัวเรื่องเป็นประเด็นปัญหา แล้วนำเนื้อหาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับหัวเรื่อง หรือหัวข้อนั้นมาผสมผสานกันโดยใช้ทักษะต่างๆ เข้ามาเชื่อมโยงเพื่อให้ผู้เรียนได้ความรู้ ทักษะ และเจตคติตามที่ต้องการ

3.4.2 การบูรณาการกระบวนการเรียนรู้ เป็นการนำรูปแบบและวิธีการต่างๆ ของการถ่ายทอดความรู้ของผู้สอนมาผสมผสานเข้าด้วยกันในการจัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียน หรือการจัดให้ผู้เรียนได้สามารถแสวงหาความรู้จากกระบวนการและวิธีการต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ โดยผู้สอนอาจกำหนดหัวข้อหรือหัวเรื่องเป็นประเด็นในการศึกษา แล้วดูว่าในประเด็นที่จะศึกษานั้นมีเนื้อหาอะไรบ้างและแต่ละเนื้อหาจะสอนด้วยวิธีใด

3.4.3 การบูรณาการเป้าหมายของการเรียนรู้ เป็นการบูรณาการที่ยึดเป้าหมายของการเรียนรู้เป็นหลัก โดยผู้สอนอาจกำหนดหัวข้อหรือหัวเรื่องเป็นประเด็นในการศึกษา แล้วดูว่าในประเด็นที่จะศึกษานั้นมีเป้าหมายที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับอะไร จากนั้นก็นำเนื้อหาต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันกับประเด็นที่จะศึกษานั้นมาผสมผสานเชื่อมโยงกัน โดยมีเป้าหมายของการเรียนรู้เป็นเรื่องเดียวกันจากที่กล่าวมาแล้วนั้นผู้สอนสามารถเลือกรูปแบบการบูรณาการไปใช้ได้ตามความเหมาะสมของเนื้อหา หรือตามสภาพแวดล้อมและความสอดคล้องที่เป็นจริงในโรงเรียน โดยสิ่งที่ควรคำนึงจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อผู้เรียนมีดังนี้

3.4.3.1 จัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ให้มากที่สุด

3.4.3.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ร่วมทำงานกลุ่มด้วยตนเอง โดยจัดกิจกรรมต่างๆ ให้หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำงานด้วยกัน

3.4.3.3 จัดประสบการณ์ตรงให้แก่ผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นจริงที่เกิดขึ้นจริงในชีวิต และสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

3.4.3.4 จัดบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความกล้าในการแสดงออก โดยผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นในกลุ่ม และในชั้นเรียนสม่ำเสมอ เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้เรียนในการกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นของตนเองออกมา

3.4.3.5 ปลูกฝังจิตสำนึก ค่านิยม และจริยธรรม ที่ถูกต้องและดีงาม โดยสอดแทรกในกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแยกแยะความถูกต้องและดีงามในการดำรงชีวิตในสังคมได้

3.5 แนวทางการนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

การนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน สามารถดำเนินการได้ 3 แนวทางได้แก่

3.5.1 จัดกิจกรรมสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องของแต่ละรายวิชาภายในคาบเรียน ซึ่งกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่จะนำเข้าไปสอดแทรกในคาบเรียนนั้น มักจะเป็นกิจกรรมที่มีจำนวนชั่วโมงที่เหมาะสมที่จะสามารถจัดกิจกรรมได้เสร็จสิ้นภายในคาบเรียน โดยผู้สอนแต่ละรายวิชาอาจพิจารณาจากตัวชี้วัดของกิจกรรมนั้นๆ เป็นเกณฑ์ หรือพิจารณาจากจุดประสงค์ของกิจกรรมก็ได้ว่าเกี่ยวข้องกับเนื้อหาใดบ้าง จากนั้นเมื่อถึงคาบของการเรียนการสอน ในเนื้อหานั้นๆ ก็สามารถนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาเข้าไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

3.5.2 จัดกิจกรรมไว้ในรายวิชาเลือกเสรีของกลุ่มวิชาต่างๆ โดยการสอนในรูปแบบนี้อาจทำได้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาพิเศษ หรือการทำโครงงาน เป็นต้น รูปแบบการสอนโดยวิธีนี้เหมาะสำหรับกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมค่อนข้างมากหรือมีความซับซ้อนและยาก และมีข้อดีที่ทางผู้สอนสามารถจัดหาอาจารย์ที่ปรึกษาให้แก่ผู้เรียนได้ครอบคลุมในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อให้คำแนะนำในการแก้ปัญหา หรือออกแบบ และสร้างชิ้นงานของผู้เรียนได้

3.5.3 จัดกิจกรรมไว้ในกลุ่มกิจกรรมนอกห้องเรียนต่างๆ เช่น ชุมนุม ชมรม ค่าย ซึ่งรูปแบบการจัดกิจกรรมแบบนี้มักเป็นกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่มีหัวข้อหรือหัวเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาต่างๆ เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อมการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การสร้างนวัตกรรมที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ของส่วนรวมการจัดกิจกรรมโดยวิธีนี้มีข้อดีที่ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมได้ตลอดเวลาและต่อเนื่อง

อย่างไรก็ตามการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการนี้มุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางด้านการเรียนผ่านการใช้ทักษะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการศึกษาค้นคว้า คิดค้น และแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนเป็นผู้ให้คำปรึกษาและต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในการช่วยกันขับเคลื่อนให้การเรียน การสอน ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีก้าวไปข้างหน้าต่อไป

4. การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ จะสามารถช่วยให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุเป้าหมาย เป็นการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานขึ้นมาสำหรับทดสอบหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

4.1 การกำหนดประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ หากแผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพถึงระดับเกณฑ์แล้ว แผนการจัดการเรียนรู้นั้นจะมีคุณค่าเหมาะที่นำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การกำหนดมาตรฐานให้มีคุณค่าเท่าใดนั้น ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยปกติเนื้อหา ที่เป็นความรู้ความจำ มักกำหนดไว้ที่ 80/80 , 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะอาจตั้งไว้ต่ำกว่า เช่น 75/75 เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ไม่ควรกำหนดต่ำกว่านี้ เพราะกำหนดไว้เท่าใดมักจะได้ผลเท่านั้น และในการทดสอบหาประสิทธิภาพ เพื่อการกำหนดประสิทธิภาพทุกครั้ง ควรที่จะมีการตั้งเกณฑ์ไว้ให้ชัดเจน เพื่อเป็นดัชนีวัดประสิทธิภาพที่เชื่อถือไว้ การตั้งเกณฑ์การทดสอบนี้ อาจทำได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเกณฑ์ความก้าวหน้า และส่วนที่เป็นเกณฑ์ประสิทธิภาพ

4.1.1 เกณฑ์ความก้าวหน้า หมายถึง การใช้แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อเปรียบเทียบค่าความรู้ในตัวผู้เรียน สมมติฐานที่นำมาใช้ คือ ก่อนการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ผู้เรียนมีขีดความสามารถในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนในระดับหนึ่ง และเมื่อมีการผ่านกระบวนการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แล้ว จะมีขีดความสามารถในการทำแบบทดสอบหลังเรียนได้สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งค่าความแตกต่างนี้จะสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ว่า ทำให้ผู้เรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นเพียงใด อย่างไรก็ตาม คุณภาพของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ที่นำมาใช้ต้องเป็นที่น่าเชื่อถือได้เช่นเดียวกับผลของความแตกต่างที่ออกมาจึงจะเป็นที่ยอมรับได้

4.1.2 เกณฑ์การหาประสิทธิภาพ โดยใช้มาตรฐานในการตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพ ในที่นี้หมายถึง การกำหนดค่าของ E_1 / E_2 ว่าควรมีค่าเป็นเท่าใด สำหรับเกณฑ์การหาประสิทธิภาพที่ตั้งขึ้นนั้น

E_1 หมายถึง คะแนนที่ได้จากผลการทำกิจกรรมหรือแบบฝึกหัดต่าง ๆ ในช่วงของการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

E_2 หมายถึง คะแนนที่ผู้เรียนทำได้จากการทดสอบหลังเรียน เป็นการตรวจสอบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้นมานี้ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

4.2 กำหนดเกณฑ์โดยการทดสอบทางสถิติ ซึ่งทำได้โดยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ แล้วหาค่าความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียน จากนั้นจึงทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนว่ามีความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียน จากนั้นจึงทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 ถือว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ต่อได้

4.3 การกำหนดระดับประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นกำหนดเกณฑ์ที่ยอมรับได้ 3 ระดับ ดังนี้

4.3.1 ระดับ “สูงกว่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าเกิน 2.5 ขึ้นไป

4.3.2 ระดับ “เท่ากับเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าไม่เกิน 2.5

4.3.3 ระดับ “ต่ำกว่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5 ซึ่งถือว่ายังมีประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับได้

4.4 วิธีประเมินประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

การประเมินประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ สามารถประเมินได้ 2 วิธี ดังนี้

4.4.1 ประเมินโดยอาศัยเกณฑ์ การประเมินประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เป็นการตรวจสอบหรือประเมินประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 (90/90 Standard) เป็นเกณฑ์ประเมินสำหรับเนื้อหาประเภทความรู้ความจำ และใช้เกณฑ์มาตรฐาน 80/80 สำหรับเนื้อหาที่เป็นทักษะความหมายของตัวเลขและเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าว มีความหมายดังนี้ 90 ตัวแรก หมายถึง ค่าร้อยละของประสิทธิภาพในด้านกระบวนการของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยผลของการปฏิบัติภารกิจต่าง ๆ เช่น งานและแบบฝึกของผู้เรียน โดยนำคะแนนที่ได้จากการวัดผลภารกิจทั้งหลาย ทั้งรายบุคคลและกลุ่มย่อยทุกชิ้นมารวมกันและคำนวณค่าร้อยละเฉลี่ย ส่วน 90 ตัวหลังนั้น หมายถึง คะแนนจากการทดสอบหลังเรียน (Post-test) ของผู้เรียนทุกคน นำมาคำนวณหาค่าร้อยละเฉลี่ยก็จะได้ค่าตัวเลขทั้งสอง เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานต่อไป

การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานนั้น จันทร์ฉาย เตมิยาคาร (2533 : 30) เสนอว่าการกำหนดเกณฑ์จะเป็นเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความเหมาะสม แต่โดยปกติเนื้อหา ที่เป็นความรู้มักจะต้องกำหนดไว้ที่ 80/80, 85/85, 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ คือ 70/70 หรือ 75/75 ทั้งนี้หลังจากประเมินประสิทธิภาพแล้ว ผลลัพธ์ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งเอาไว้มีข้อแม้ว่าต้องไม่ต่ำกว่าเกณฑ์เกินกว่า 2.5

4.4.2 ประเมินโดยไม่ได้ตั้งเกณฑ์ไว้ล่วงหน้า เป็นการประเมินด้วยการเปรียบเทียบผลการสอบของผู้เรียน ภายหลังจากที่เรียนจากแผนการจัดการเรียนรู้ นั้นแล้ว (Post-test) สูงกว่าก่อนเรียน (Pre-test) อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ หากผลการเปรียบเทียบพบว่า ผู้เรียนได้คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ก็แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้นั้นมีประสิทธิภาพ

สำหรับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต ผู้วิจัยได้ประเมินโดยไม่ได้ตั้งเกณฑ์ไว้ล่วงหน้า เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่เป็นความรู้ความเข้าใจ รวมทั้งการฝึกทักษะ การปฏิบัติกิจกรรมและร่วมกันแก้ปัญหาสถานการณ์การต่างๆ ด้วยความสามารถอย่างเต็มศักยภาพ

5. ทักษะการคิดสร้างสรรค์

5.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ไว้หลายท่าน ดังนี้

อารี พันธ์มณี (2537 : 25) ได้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอเนกนัย อันนำไปสู่การคิดพบสิ่งแปลกใหม่ด้วยการคิดดัดแปลง ปรุงแต่งจากความคิดเดิมผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งต่างๆ ตลอดจนวิธีการคิด ทฤษฎีหลักการได้สำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้มิใช่เพียงแต่คิดในสิ่งที่เป็นไปได้ หรือสิ่งที่เป็นเหตุผล เพียงอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่คิดจินตนาการก็เป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่จะก่อให้เกิดความแปลกใหม่ แต่ต้องควบคู่กันไปกับ

ความพยายามที่จะสร้างความคิดฝันหรือจินตนาการให้เป็นไปได้หรือเรียกว่าเป็นจินตนาการประยุกต์นั้นเอง จึงจะทำให้เกิดผลงาน

สมศักดิ์ ภู่วิภาดาวรรธณ์ (2537 : 56) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ 2 ลักษณะ คือ ความคิดสร้างสรรค์เป็นเรื่องที่สลับซับซ้อน ยากแก่การให้คำจำกัดความที่แน่นอนตายตัว และ ถ้าพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ในเชิงผลงาน ผลงานนั้นต้องแปลกใหม่และมีคุณค่า

สมพร หลิมเจริญ (2537 : 13) ได้ให้ความหมายของ ความคิดสร้างสรรค์ ว่า กระบวนการทางสมองของบุคคลที่แสดงออกในลักษณะของความสามารถในการคิดได้อย่างหลากหลายหลายทิศทาง มีความสามารถในการเชื่อมโยงสัมพันธ์ มีจินตนาการ มรการแสดงออกทางด้านจิตใจและบุคลิกภาพ อันจะนำไปสู่การคิดปัญหาที่แปลกใหม่ หรือ ประดิษฐ์คิดค้นสิ่งแปลกใหม่

Guilford (1956 : 128) ได้ศึกษาเรื่องความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งกล่าวไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. ความคล่องแคล่วในการคิด คือ ความสามารถของบุคคลในการหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีคำตอบในปริมาณที่มากในเวลาจำกัด

2. ความคิดยืดหยุ่นในการคิด คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง

3. ความคิดริเริ่ม คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดหาสิ่งแปลกใหม่และเป็นคำตอบที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น

4. ความคิดละเอียดลออ คือ ความสามารถในการกำหนดรายละเอียดของความคิดเพื่อบ่งบอกถึงวิธีสร้างและการนำไปใช้

หลักความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด มุ่งไปที่ความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้ รวดเร็ว กว้างขวาง และมีความคิดริเริ่ม ถ้ามีสิ่งเร้ามากระตุ้นให้เกิดความคิดนั้นๆ สิ่งเร้าที่จะมากระตุ้นให้เกิดความคิด มีอยู่ 4 ชนิด ได้แก่ รูปภาพ สัญลักษณ์ ภาษา และพฤติกรรม

กิลฟอร์ด กล่าวโดยสรุปว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถด้านสมองที่จะคิดได้หลายแนวทางหรือคิดได้หลายคำตอบ เรียกว่า การคิดแบบอเนกนัย

Torrance (1962 : 16) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดสร้างสรรค์ผลิตผล หรือสิ่งแปลกๆ ใหม่ๆ ที่ไม่รู้จักมาก่อน ซึ่งสิ่งต่างๆ เหล่านี้อาจจะเกิดจากการรวมความรู้ต่างๆ ที่ได้รับจากประสบการณ์แล้วเชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่ๆ สิ่งที่เกิดขึ้นแต่ไม่จำเป็นสิ่งสมบูรณ์อย่างแท้จริง ซึ่งอาจออกมาในรูปของผลผลิตทางศิลปะ วรรณคดี วิทยาศาสตร์

Wallach and Kogan (1965 : 13-20) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า หมายถึงความคิดโยงสัมพันธ์ (Association) คนที่มีความคิดสร้างสรรค์ คือ คนที่สามารถจะคิดอะไรได้อย่างสัมพันธ์เป็นลูกโซ่

สรุปได้ว่า ทักษะการคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่จะคิดได้คล่องแคล่ว หลายทิศหลายทาง หรือคิดได้หลายคำตอบ คิดยืดหยุ่น และคิดริเริ่ม มีความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ โดยมีสิ่งเร้าเป็นตัวกระตุ้นทำให้เกิดความคิดใหม่ต่อเนื่องกันไป

5.2 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

Davis (กรมวิชาการ. 2544 : 6-7 ; อ้างอิงจาก Davis. 1973) ได้รวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ของนักจิตวิทยาที่ได้กล่าวถึงทฤษฎีของความคิดสร้างสรรค์ โดยแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ 4 กลุ่ม

5.2.1 ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงจิตวิเคราะห์ นักจิตวิทยาทางจิตวิเคราะห์หลายคน เช่น ฟรอยด์ และคริส ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นผลมาจากความขัดแย้งภายในจิตใต้สำนึกระหว่างแรงขับทางเพศ (Libido) กับความรู้สึกรับผิดชอบทางสังคม (Social conscience) ส่วน คูไบ และรัค ซึ่งเป็นนักจิตวิทยาแนวใหม่ กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์นั้นเกิดขึ้นระหว่างการรู้สติกับจิตใต้สำนึก ซึ่งอยู่ในขอบเขตของจิตส่วนที่เรียกว่า จิตก่อนสำนึก

5.2.2 ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงพฤติกรรมนิยม นักจิตวิทยากลุ่มนี้มีแนวความคิดเกี่ยวกับเรื่องความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ โดยเน้นที่ความสำคัญของการเสริมแรง การตอบสนองที่ถูกต้องกับสิ่งเร้าเฉพาะหรือสถานการณ์ นอกจากนี้ยังเน้นความสัมพันธ์ทางปัญญา คือการโยงความสัมพันธ์จากสิ่งเร้าหนึ่งไปยังสิ่งเร้าต่างๆ ทำให้เกิดความคิดใหม่ หรือสิ่งใหม่เกิดขึ้น

5.2.3 ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงมานุษยนิยม นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้มีแนวคิดว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่มนุษย์มีติดตัวมาตั้งแต่เกิด ผู้ที่สามารถนำความคิดสร้างสรรค์ออกมาใช้ได้คือผู้ที่มีสัจการแห่งตน คือรู้จักตนเอง พอใจตนเอง และใช้ตนเองเต็มตามศักยภาพของตนมนุษย์จะสามารถแสดงความคิดสร้างสรรค์ของตนเองมาได้อย่างเต็มที่นั้นขึ้นอยู่กับการสร้างสภาวะหรือบรรยากาศที่เอื้ออำนวย ได้กล่าวถึงบรรยากาศที่สำคัญในการสร้างสรรค์ว่า ประกอบด้วยความปลอดภัยในเชิงจิตวิทยา ความมั่นคงของจิตใจ ความปรารถนาที่จะเล่นความคิดและการเปิดกว้างที่จะรับประสบการณ์ใหม่

5.2.4 ทฤษฎีอูต้า (AUTA) ทฤษฎีนี้เป็นรูปแบบของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวบุคคล โดยมีแนวคิดว่าความคิดสร้างสรรค์นั้นมีอยู่ในมนุษย์ทุกคนและสามารถพัฒนาให้สูงขึ้นได้ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ตามรูปแบบอูต้าประกอบด้วย

5.2.4.1 การตระหนัก (Awareness) คือ ตระหนักถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อตนเอง สังคม ทั้งในปัจจุบันและอนาคต และตระหนักถึงความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในตนเองด้วย

5.2.4.2 ความเข้าใจ (Understanding) คือ มีความรู้ ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในเรื่องราวต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

5.2.4.3 เทคนิควิธี (Techniques) คือ การรู้เทคนิคในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทั้งที่เป็นเทคนิคส่วนบุคคล และเทคนิคที่เป็นมาตรฐาน

5.2.4.4 การตระหนักในความจริงของสิ่งต่างๆ (Actualization) คือ การรู้จักหรือตระหนักในตนเอง พอใจในตนเอง และพยายามใช้ตนเองและพยายามใช้ตนเองเต็มศักยภาพ รวมทั้งการเปิดกว้างรับประสบการณ์ต่างๆ โดยมีการปรับตัวได้อย่างเหมาะสม การตระหนักถึงเพื่อนมนุษย์ด้วยกัน การผลิตผลงานด้วยตนเอง และมีความคิดที่ยืดหยุ่นเข้ากับทุกรูปแบบของชีวิต

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์นี้ได้รับอิทธิพลมาจากทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 62) ซึ่งเชื่อว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้อย่างซับซ้อน กว้างไกล หลายทิศทาง หรือที่เรียกว่า คิดอเนกนัย (Divergent thinking) ซึ่ง

ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม (Originality) ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดละเอียดลออ(Elaboration)

5.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

Guilford (1967 : 145-151) ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ไม่ซ้ำกันกับความคิดของคนอื่น และแตกต่างจากความคิดธรรมดา ความคิดริเริ่มอาจเกิดจากการคิดจากเดิมที่มีอยู่แล้วให้แปลกแตกต่างจากที่เคยเห็น หรือสามารถพลิกแพลงให้กลายเป็นสิ่งที่ไม่เคยคาดคิด ความคิดริเริ่มอาจเป็นการนำเอาความคิดเก่ามาปรุงแต่งผสมผสานจนเกิดเป็นของใหม่ ความคิดริเริ่มมีหลายระดับซึ่งอาจเป็นความคิดครั้งแรกที่เกิดขึ้นโดยไม่มีใครสอนแม้ความคิดนั้นจะมีผู้อื่นคิดไว้ก่อนแล้วก็ตาม

2. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน โดยแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

2.1 ความคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว

2.2 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านการโยงสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ภายในเวลาที่กำหนด

2.3 ความคล่องแคล่วทางด้านการแสดงออก (Expression Fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค กล่าวคือ สามารถที่จะนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

2.4 ความคล่องแคล่วในการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดค้นสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด เช่น ใช้คิดหาประโยชน์ของก้อนอิฐให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนดซึ่งอาจเป็น 5 นาที หรือ 10 นาที

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ประเภทหรือแบบของการคิดแบ่งออกเป็น

3.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous Flexibility) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดได้หลายทางอย่างอิสระ ตัวอย่างของคนที่มีความคิดยืดหยุ่นในด้านนี้จะคิดได้ว่าประโยชน์ของหนังสือพิมพ์มีอะไรบ้าง ความคิดของผู้ที่ยืดหยุ่นสามารถจัดกลุ่มได้หลายทิศทางหรือหลายด้าน เช่น เพื่อรู้ข่าวสาร เพื่อโฆษณาสินค้า เพื่อธุรกิจ ฯลฯ ในขณะที่คนที่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์จะคิดได้เพียงทิศทางเดียว คือ เพื่อรู้ข่าวสาร เท่านั้น

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางด้านการดัดแปลง (Adaptive Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการดัดแปลงความรู้ หรือประสบการณให้เกิดประโยชน์หลายๆ ด้าน ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา ผู้ที่มีความยืดหยุ่นจะคิดดัดแปลงได้ไม่ซ้ำกัน

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดเป็นขั้นตอน สามารถอธิบายให้เห็นภาพชัดเจน หรือเป็นแผนงานที่สมบูรณ์ขึ้น ความคิดละเอียดลออจัดเป็นรายละเอียดที่นำมาตกแต่ง ขยายความคิดครั้งแรกให้สมบูรณ์ขึ้น

อารี รังสินันท์ (2527 : 24-34) อธิบายองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้โดยสรุปดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่แตกต่างความคิดธรรมดาหรือความคิดง่ายๆ ความคิดริเริ่มที่เรียกว่า Wild Idea เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ความคิดริเริ่มเป็นลักษณะความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก เป็นความคิดที่จำเป็นต้องอาศัยจินตนาการผสมกับเหตุผลแล้วหาทางทำให้เกิดผลงาน ผู้ที่มีความคิดริเริ่มเป็นคนกล้าคิด กล้าแสดงออก พร้อมทั้งกับทดลองทดสอบความคิดนั้นอยู่เสมอ

2. ความคล่องตัว หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันเมื่อตอบปัญหาเรื่องเดียวกันความคล่องในการคิดนี้มีความสำคัญต่อการแก้ปัญหาหลายๆ วิธี และต้องการนำวิธีการเหล่านั้นมาทดลองจนกว่าจะพบวิธีการที่ถูกต้อง

3. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ประเภท หรือแบบของความคิด แบ่งออกเป็น

3.1 ความคิดยืดหยุ่น ที่เกิดขึ้นทันที เป็นความสามารถในการคิดอย่างอิสระให้ได้คำตอบหลายแนวทางในขณะที่คนทั่วไปจะคิดได้แนวทางเดียว

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง เป็นความสามารถในการดัดแปลง ของสิ่งเดียวให้เกิดประโยชน์หลายด้าน

4. ความคิดละเอียดลออ เป็นลักษณะของความพยายามในการใช้ความคิด และประสานความคิดต่างๆ เข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดความสำเร็จ

ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด (Guilford. 1956 : 53) ได้แบ่งสมรรถภาพทางสมองออกเป็น 3 มิติ คือ

1. เนื้อหาที่คิด (Content) หมายถึง สิ่งเร้าหรือข้อมูลต่างๆ ที่สมองรับเข้าไปคิดมี 4 ประเภท ได้แก่ ภาพ สัญลักษณ์ ภาษา และพฤติกรรม

2. วิธีการคิด (Operation) หมายถึง ลักษณะกระบวนการทำงานของสมองแบบต่างๆ มี 5 แบบ ได้แก่ ความรู้ความเข้าใจ ความจำ การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) การคิดแบบอเนกนัย และการประเมินผล

3. ผลของการคิด (Product) เป็นผลของกระบวนการจัดกระทำของความคิดกับข้อมูลเนื้อหา ผลิตผลของความคิดออกมาเป็นรูปแบบต่างๆ การแปลงรูป และการประยุกต์จากแบบทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ดนี้

6. เจตคติทางวิทยาศาสตร์

6.1 ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายท่านให้ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542:12) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด การกระทำในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์จะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหาอื่นๆเพื่อศึกษาหาความรู้ให้ได้ผลดี

ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 12) ได้สรุปความหมายของเจตคติไว้ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความหมายแตกต่างไปจากความหมายของเจตคติที่รับรู้กันโดยทั่วไปซึ่งเน้นการแสดงออกในลักษณะที่มีทิศทางเป็นบวก เป็นกลาง หรือเป็นลบ แต่เจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นค่านิยมที่เป็นเครื่องกำกับพฤติกรรมหรือการแสดงออกของบุคคลที่เกื้อกูลต่อการทำงานหรือการแสวงหาความรู้เยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ แต่เมื่อเทียบเคียงกับเจตคติทางพุทธ เจตคติทางวิทยาศาสตร์มีขอบเขตที่แคบกว่า

กล่าวคือ เป็นเจตคติที่ใช้แสวงหาความรู้บริสุทธิ์ แต่ไม่ถึงขั้นที่จะเป็นจริยธรรมเพื่อการดำเนินชีวิตให้ดีงาม เหมือนจริยธรรม

ศิริภรณ์ เม่นมั่น (2543:57) ได้ให้ความหมาย เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงออก ทางด้านจิตใจที่เอื้อต่อการสืบเสาะหาความรู้ อันได้แก่ การเป็นคนมีเหตุผล มีความยากรู้อยากเห็น มีความซื่อสัตย์ มีความเพียรพยายาม มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

สมปรารถนา วงศ์บุญหนักและคณะ (2543:16) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวกำกับ ความคิด การกระทำ การตัดสินใจในการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์

บุญฤดี แซ่ล้อ (2545:42) ได้ให้ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า หมายถึง การคิด การกระทำ ความรู้สึกนึกคิดและการตัดสินใจในการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

สายใจ ดิเรกศิลป์ (2545:52) ได้ให้ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง ความรู้สึก ท่าที ความคิดเห็นหรือความโน้มเอียงทางจิตใจของบุคคลที่มีต่อวิชากิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ความรู้ วิธีการ หลักการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการปฏิบัติงานและในการดำรงชีวิตประจำวัน

อาภาพร สิงหราช (2545:6) ได้ให้ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อการคิด การกระทำและการตัดสินใจในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็นเป็นพฤติกรรม ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความซื่อสัตย์และความมีใจกว้างเต็มใจยอมรับฟังความคิดเห็นใหม่ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 149) กล่าวไว้ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกของบุคคลต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ความรู้สึกดังกล่าว ได้แก่ ความพอใจ ความศรัทธาและซาบซึ้ง เห็นคุณค่าและประโยชน์ ตระหนักในคุณและโทษ ความตั้งใจเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ การเลือกใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณภาพโดยใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย

รัตติยา รัตนอุดม (2547 อ้างถึงใน ปริชาติ เบ็ญจวรรณ์, 2551:18) กล่าวสรุปว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อความคิด การกระทำและการตัดสินใจ ใน การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็นเป็นพฤติกรรมได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ ความซื่อสัตย์ และใจกว้างเต็มใจรับฟังความคิดเห็นใหม่ๆ

ทวิทชัย สุดชาฎา (2549:38) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะนิสัยของบุคคล ที่เกิดจากประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นตัวกำหนดการคิดการกระทำ การตัดสินใจ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นลักษณะที่นำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้

สรุปได้ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อความคิด การกระทำและการตัดสินใจในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สร้างและเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ปรากฏให้เห็นเป็นพฤติกรรม ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความละเอียดรอบคอบ ความซื่อสัตย์ และใจกว้างเต็มใจรับฟังความคิดเห็นใหม่ๆ

7. ความพึงพอใจ

7.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ หรือความพอใจ ตรงกับคำภาษาอังกฤษว่า “Satisfaction” นักวิชาการหลายท่านให้ความหมายของความพึงพอใจ ไว้ดังนี้

จิราวรรณ กันติศาฤทธิ (2554: 71) กล่าวถึง ความพึงพอใจว่า เป็นความรู้สึกชอบพอใจ หรือความโน้มเอียงที่บุคคลมีต่องานที่ตนปฏิบัติอยู่ มีต่อวัตถุ แนวความคิดหรือประสบการณ์หรือกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งอันนำไปสู่ความเต็มใจที่จะปฏิบัติภารกิจนั้น ๆ ให้บรรลุตามเป้าหมาย ซึ่งความพอใจอาจใช้เวลานาน หรือเป็นเพียงความรู้สึกชั่วครู่ก็ได้

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2546: 114) กล่าวถึง ความพึงพอใจว่า หมายถึง ความรู้สึกรวมของบุคคลที่มีต่อการทำงานในทางบวก เป็นความสุขของบุคคลที่เกิดจากการปฏิบัติงาน และได้รับผลตอบแทน คือ ผลเป็นที่พึงพอใจ ทำให้บุคคลเกิดความรู้สึกกระตือรือร้น มีความมุ่งมั่นที่จะทำงาน

นฤดี นามโนรินท์ (2556: 73) กล่าวถึงความพึงพอใจว่า หมายถึง ความรู้สึกชอบหรือพอใจของบุคคลที่มีต่อกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการได้รับการตอบสนองความต้องการทางด้านวัตถุและด้านจิตใจในสิ่งที่ตนเองพอใจหรือเป็นไปตามเป้าหมายที่ตนเองต้องการ

สุปานี วังกานนท์ (2558: 39) กล่าวถึงความพึงพอใจว่า หมายถึง ความรู้สึกทางอารมณ์ที่ดี ที่ชอบ ที่พอใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งที่ได้รับการตอบสนองซึ่งตรงกับสิ่งที่คาดหวังและความพึงพอใจของแต่ละบุคคลย่อมแตกต่างกัน

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ เป็นความรู้สึกส่วนบุคคลในทางบวกที่ได้รับการตอบสนองความต้องการทางร่างกายและจิตใจ ดังนั้นหากการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจ การเรียนรู้จะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ครูสามารถถ่ายทอดความรู้ได้ดีขึ้นครูจึงควรพัฒนาเทคนิค สื่อการสอน เพื่อเร้าความสนใจจากนักเรียน เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดียิ่งขึ้นอีกด้วย

7.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

จิราวรรณ กันติศาฤทธิ (2554: 72-73) กล่าวว่า ความพึงพอใจของมนุษย์ไม่หยุดนิ่งอยู่กับที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ตามสภาพการทำงาน และปัจจัยต่าง ๆ หลายประการสิ่งจูงใจเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญมาก ถ้าองค์กรหรือหน่วยงานใดมีแรงจูงใจมาก บุคคลก็ย่อมเกิดความพึงพอใจในการทำงานซึ่งความพึงพอใจในการทำงานนั้นเป็นพฤติกรรมที่ดีของความต้องการองค์กร หรือหน่วยงาน การสร้างแรงจูงใจเพื่อให้เกิดความพึงพอใจนั้นมีผู้ทำการศึกษาและกำหนดทฤษฎีไว้มากมาย แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงดังนี้

ทฤษฎีของพอร์เตอร์และลอเลอร์ (Porter and Lawler Model) เป็นกลุ่มทฤษฎีกระบวนการที่เน้นเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความพอใจกับผลการปฏิบัติงาน ซึ่งประกอบด้วยปัจจัย ที่เป็นตัวแปรสำคัญ ดังนี้

1. ความพยายาม (Effort) ได้แก่ ความพยายามที่คนแสดงออกสืบเนื่องมาจากแรงกระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจที่เกิดกับเขา ขีดจำกัดของความพยายามจะสูงหรือต่ำ มากหรือน้อยเพียงใดย่อมขึ้นอยู่กับความเชื่อมั่น หรือแรงปรารถนาของบุคคลนั้น ๆ ซึ่งแต่ละคนมีความต้องการที่แตกต่างกัน

2. ผลการปฏิบัติงาน (Performance) ได้แก่ ผลการปฏิบัติงานที่ปรากฏสืบเนื่องมาจากการใช้ความพยายามของตน

3. ผลตอบแทน (Rewards) เป็นตัวแปรที่ก่อให้เกิดความพึงพอใจซึ่งผลตอบแทนดังกล่าวสืบเนื่องมาจากผลการปฏิบัติงาน ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า ผลการปฏิบัติงานมีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจ

4. ความพอใจ (Satisfaction) เป็นความรู้สึกหรือสำนึกที่มีอยู่ในตัวบุคคลอันเป็นผลสืบเนื่องมาจากการเรียนรู้ การใช้เหตุผล การทำความเข้าใจ และการตัดสินใจ ในสิ่งที่เกี่ยวข้องกับตนและสภาพแวดล้อม

สรุปได้ว่า ความพึงพอใจมีผลต่อการปฏิบัติงานที่ประสบผลสำเร็จ ซึ่งความพึงพอใจนั้นเกิดจากการมีผลตอบแทน และค่าตอบแทนที่ได้ย่อมมาจากผลงานการปฏิบัติที่ดีมีประสิทธิภาพ

ทฤษฎีความต้องการตามลำดับขั้นของมาสโลว์ (Hierarchy of Needs) ซึ่งมีพื้นฐานอยู่บนความคิดว่า การตอบสนองแรงขับเป็นเพียงหลักการเดียวที่มีความสำคัญที่สุด ซึ่งอยู่เบื้องหลังพฤติกรรมของมนุษย์ โดยมีหลักการที่สำคัญเกี่ยวกับแรงจูงใจ เน้นลำดับขั้นความต้องการ มาสโลว์ มีความเชื่อว่ามนุษย์มีแนวโน้มที่จะมีความต้องการสิ่งใหม่ในระดับที่สูงขึ้นแรงจูงใจมาจากความต้องการพฤติกรรมมุ่งไปสู่การสนองต่อความพอใจ มาสโลว์ แบ่งความต้องการพื้นฐานของมนุษย์เป็น 5 ระดับ ดังนี้

1. ความต้องการทางสรีระ (Physiological Needs) หมายถึง ความต้องการพื้นฐานของร่างกาย ซึ่งเป็นแรงจูงใจในการดำรงชีวิต ได้แก่ ความต้องการอาหาร น้ำ อากาศ เครื่องนุ่งห่ม

2. ความต้องการความมั่นคงปลอดภัย (Safety Needs) หมายถึง ความต้องการความมั่นคง ความปลอดภัยทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ

3. ความต้องการความรักและเป็นส่วนหนึ่งของหมู่คณะ (Love and Belonging Needs) หมายถึง ความต้องการที่จะเป็นที่รัก และต้องการที่จะมีสัมพันธภาพที่ดีกับผู้อื่น

4. ความต้องการที่จะรู้สึกว่าตนเองมีค่า (Esteem Needs) หมายถึง ความปรารถนาที่จะได้รับความเคารพยกย่องทั้งจากตนเองและผู้อื่น รู้สึกว่าตนมีคุณค่า มีความสามารถ มีเกียรติ มีตำแหน่ง หน้าที่การงานที่ดี

5. ความต้องการที่จะรู้จักตนเองตามสภาพที่แท้จริงและพัฒนาศักยภาพของตน (Self-actualization Needs) หมายถึง ความต้องการที่จะรู้จักและเข้าใจตนเองตามสภาพที่แท้จริง เพื่อพัฒนาชีวิตของตนเองให้สมบูรณ์ (Self-fulfillment)

มาสโลว์ ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับความต้องการของมนุษย์ไว้ ดังนี้

1. มนุษย์มีความต้องการอยู่เสมอ

2. ความต้องการที่ได้รับการตอบสนองแล้วจะไม่เป็นสิ่งจูงใจของพฤติกรรมนั้นๆ อีกต่อไป

3. ความต้องการของมนุษย์จะเรียงกันเป็นลำดับขั้น ตามความสำคัญ ซึ่ง มาสโลว์ตั้งข้อสังเกตเกี่ยวกับความต้องการตามลำดับขั้นไว้ ดังนี้

3.1 การกระทำเป็นสิ่งสำคัญที่เกิดจากความต้องการที่ยังไม่บรรลุความสำเร็จ ทุกคนต้องการความสำเร็จ ไม่ว่าจะมีแรงจูงใจหรือไม่ก็ตาม

3.2 คนจะจัดระบบเพื่อตอบสนองความต้องการโดยเริ่มจากสิ่งที่เป็นพื้นฐานที่สุดและพัฒนาเป็นลำดับขั้นตอนตามความสำคัญ เมื่อความต้องการระดับต่ำได้รับ การตอบสนองแล้ว บุคคลก็จะให้ความสนใจกับความต้องการในระดับสูงต่อไป โดยไม่มีวันสิ้นสุด

3.3 ความต้องการพื้นฐานต้องมาก่อนความต้องการอื่น

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2546: 115-116) กล่าวถึงทฤษฎี ERG (ERG Theory: Existence Relatedness Growth Theory) ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ เคลย์ตันอัลเดอร์เฟอร์(Clayton Alderfer) พัฒนามาจากทฤษฎีความต้องการตามลำดับขั้นของมาสโลว์ โดยให้ข้อเสนอเกี่ยวกับ ความต้องการพื้นฐาน 3 อย่าง ดังนี้

1. ความต้องการดำรงชีวิต (Existence needs) เป็นความต้องการ ที่จะตอบสนองเพื่อให้มีชีวิตอยู่ต่อไป ได้แก่ ความต้องการอาหาร น้ำ ที่พักอาศัย ความปลอดภัยทางร่างกาย

2. ความต้องการมีสัมพันธภาพกับคนอื่น (Relatedness needs) เป็นบทบาทที่ซับซ้อนเกี่ยวกับคนและความพึงพอใจ การปฏิสัมพันธ์กันในสังคม นำมาสู่เรื่องเกี่ยวกับอารมณ์ การเคารพนับถือ การยอมรับ และความต้องการเป็นเจ้าของ

3. ความต้องการความเจริญก้าวหน้า (Growth needs) เป็นความต้องการสูงสุด เช่น ได้รับการยกย่อง ประสบความสำเร็จในชีวิต ความเจริญก้าวหน้า ซึ่งต้องใช้ความสามารถอย่างเต็มที่ ความต้องการนี้ประกอบด้วย การท้าทาย อิสรภาพของตนเองที่จะทำให้ความสามารถนั้นเป็นจริงได้ ความต้องการในทฤษฎี ERG ไม่จำเป็นต้องเป็นไปตามลำดับขั้น บุคคลอาจเกิดความต้องการในระดับสูงได้ โดยไม่จำเป็นต้องได้รับการสนองตอบต่อความต้องการขั้นพื้นฐานและความพึงพอใจที่มาจากความต้องการจะเพิ่มมากขึ้น

จากทฤษฎีความพึงพอใจที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น เมื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ความรู้สึกต่อผลการปฏิบัติงานที่เกิดขึ้นระหว่างเรียนหรือหลังเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดความภาคภูมิใจ ความมั่นใจ ได้รับการยกย่องจากเพื่อนนักเรียนครูหรือบุคคลอื่น ทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจต่อสิ่งที่ได้รับ ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยการใช้เครื่องมือวัดระดับความพึงพอใจที่ผู้เรียนมีต่อการจัดการเรียนรู้

7.3 การวัดความพึงพอใจ

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2546: 138-140) กล่าวถึงการวัดความพึงพอใจ ซึ่งวัดตามจุดมุ่งหมายของการวัด สามารถแบ่งการวัดความพึงพอใจไดหลายลักษณะ ดังนี้

1. การแบ่งแบบวัดตามลักษณะข้อความที่ถาม แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1.1 แบบสำรวจปรนัย เป็นแบบวัดที่มีคำถามและคำตอบที่ให้เลือกตอบ โดยที่ผู้ตอบตอบคำถามตามความรู้สึกและความคิดเห็นของตนเอง เป็นข้อมูลที่มีการวิเคราะห์เชิงปริมาณ

1.2 แบบสำรวจเชิงพรรณนา เป็นแบบสอบถามที่ผู้ตอบ ตอบด้วยคำพูดและข้อเขียนของตนเอง เป็นแบบสัมภาษณ์หรือคำถามปลายเปิด ให้ผู้ตอบตอบโดยอิสระ เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ

2. การแบ่งแบบวัดตามคุณลักษณะของงาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

2.1 แบบวัดความพึงพอใจงานโดยทั่วไป เป็นแบบวัดที่วัดความพึงพอใจของบุคคลที่มีความสุขอยู่กับงานโดยส่วนรวม ตัวอย่างแบบวัดชนิดนี้ ได้แก่ แบบวัดของแฮคแมนและโอลแฮม

(Hackman and Oldham. 1975 ; อ้างถึงใน ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. 2546 : 138) ซึ่งมี ข้อคำถามเพียง 5 ข้อเป็นลักษณะแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า มีข้อ 2 และข้อ 5 เป็นคำถามนิเสธ

2.2 แบบวัดความพึงพอใจเฉพาะเกี่ยวกับงาน เป็นการวัดความพึงพอใจ ในแต่ละด้าน ได้แก่ แบบวัดของแฮคแมนและโอลแฮม แบบสอบถามเป็นมาตราส่วนประมาณค่า มีข้อความเกี่ยวกับความพึงพอใจในการทำงาน 5 ด้าน ได้แก่ ด้านรายได้ ความมั่นคงในงาน มิตรสัมพันธ์ ผู้บังคับบัญชา และความก้าวหน้า

สรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจสามารถแบ่งได้ตามลักษณะของข้อความที่ถาม คือ แบบปรนัยหรือแบบพรรณนา และสามารถแบ่งตามคุณลักษณะของงาน คือ ลักษณะงานทั่วไป และลักษณะงานเฉพาะ ซึ่งการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต ได้ใช้การวัดความพึงพอใจแบบปรนัยหรือวิธีการใช้แบบสอบถาม

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กชพรรณ เภสัชชา (2560: 70-71) ได้สร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนในองค์การบริหารส่วนจังหวัดมหาสารคาม กลุ่มตัวอย่าง 722 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำหรับวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้าน ความคิดคล่องแคล่ว ด้านความคิดยืดหยุ่น และด้านความคิดริเริ่ม มีจำนวน 8 ข้อ 2) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้านความตรงเชิงเนื้อหา มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 -1.00 มีความอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .39-.71 มีความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ .86 และมีความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน เท่ากับ 0.81 3) เกณฑ์ปกติของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ 5 ระดับ ได้แก่ ระดับสูงมาก ระดับสูง ระดับปานกลาง ระดับต่ำ และระดับต่ำมาก

เกรียงศักดิ์ วิเชียรสร้าง (2560: 83) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคุระบุรีชัยพัฒนาพิทยาคม อำเภอคุระบุรี จังหวัดพังงา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 14 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนรวม 30 คน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 24 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ดำเนินการทดลองตามรูปแบบ กลุ่มเดียววัดหลายครั้งแบบอนุกรมเวลา (The One-Group Pretest-Posttest Time-Series Research Design) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การหาค่าคะแนนพัฒนาการ (Growth Score) การทดสอบค่าทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (t-test dependent group) และ Repeated ANOVA Test ผลการวิจัยพบว่า 1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยวิชาเคมีหลังการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคะแนนพัฒนาการทางการเรียนวิชาเคมีเฉลี่ยร้อยละ 54.67 ซึ่งมีพัฒนาการระดับสูง 2. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่าง

มีนัยทางสถิติที่ระดับ .01 3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด

สุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์ (2559: 79-88) ได้ศึกษาเพื่อพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ โรงเรียนคณะราษฎร์บำรุง ปทุมธานี อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ซึ่งได้มาจากวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 35 คน ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้แผนการทดลองแบบ One – Group Pretest Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการทางสถิติแบบ t – test Dependent Samples ผลการวิจัยพบว่า 1) หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 82.35/84.10 ตามเกณฑ์ 80/80 2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ราวรรณ์ ทิลานันท์ (2558: 10-106) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผมสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษา ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และศึกษาความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 22 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษา จำนวน 6 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีคะแนนเฉลี่ย 33.77 คะแนน คะแนนด้านความคิดคล่องมีคะแนนเฉลี่ย 13.77 คะแนน ด้านความคิดยืดหยุ่น มีคะแนนเฉลี่ย 10.77 คะแนน และด้านความคิดริเริ่มมีคะแนน เฉลี่ย 9.23 คะแนน ตามลำดับ

นัสรินทร์ บือซา (2558: 64-69) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่5/1 กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 39 คน ซึ่งได้จากวิธีสุ่มอย่างง่ายด้วยการ จับสลาก (Simple Random Sampling) โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 18 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มี

ขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบวัดความ พึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบบันทึกภาคสนามและแบบสัมภาษณ์ ซึ่งดำเนินการทดลองแบบกลุ่มทดลองหนึ่งกลุ่มวัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One group Pretest-Posttest Design) วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน(t-test dependent group) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนพัฒนาการร้อยละ 41.03 อยู่ในระดับต้น ร้อยละ 30.77 อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 20.51 อยู่ในระดับสูง และร้อยละ 7.69 อยู่ในระดับสูงมาก นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) อยู่ในระดับมาก

บุญณิตา จิตรีเชาว์ (2560: 144-150) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้แบบฝึกทักษะความคิดสร้างสรรค์ในวิชาโครงงานคอมพิวเตอร์ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยใช้แบบฝึกทักษะความคิดสร้างสรรค์ ในวิชาโครงงานคอมพิวเตอร์ ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 – 3/3 โรงเรียนวัดเขมาภิรตาราม อำเภอเมืองนนทบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 3 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด 94 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอน เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แผนการฝึกทักษะ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ที่มีค่าความยากง่ายของข้อสอบ เท่ากับ 0.23 – 0.55 ค่าอำนาจจำแนก 0.35 – 0.53 และค่าความเที่ยงของข้อสอบอัตนัย เท่ากับ 0.80 และ แบบฝึกทักษะความคิดสร้างสรรค์ในวิชาโครงงานคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 81.50/82.94 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ผลการวิจัย พบว่า ค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.5106 คิดเป็นร้อยละ 51.06 และคะแนนหลังการฝึกทักษะนักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยหลักการฝึกทักษะเท่ากับ 47.50 คิดเป็นร้อยละ 79.20 ซึ่งเพิ่มขึ้นจากคะแนนเฉลี่ยก่อนการฝึก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 34.50 คิดเป็นร้อยละ 57.50 โดยคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยการคิดเป็นร้อยละ 50.69

วนิดา หล้าอ่อน (2554: 91-92) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง บรรยากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย คือ 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง บรรยากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและ หลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องบรรยากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อ การเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง บรรยากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาค้นคว้า พบว่า 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง บรรยากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 จำนวน 4 ชุด โดยมี 6 องค์ประกอบ คือ 1) คำชี้แจง 2) คำแนะนำสำหรับครู 3) แผนการจัดการเรียนรู้ 4) คำแนะนำสำหรับนักเรียน 5) สื่อการเรียนรู้ 6) การประเมิน การจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความ

สนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ ขั้นประเมิน พบว่า มีความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก และ มีประสิทธิภาพ 76.65/75.46 2) นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง บรรยากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง บรรยากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ประยงค ประจงไสย (2551: 79) ได้ศึกษาผมสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมพหุปัญญาด้านความเข้าใจในธรรมชาติ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 คน ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design และการวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for Dependent Samples ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมพหุปัญญาด้านความเข้าใจในธรรมชาติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมพหุปัญญาด้านความเข้าใจในธรรมชาติมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความอยากรู้อยากเห็นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปิยวรรณ มัธยมนันทน์ (2558: 43-44) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีม ผมสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจโดยใช้ชุดกิจกรรมตามแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง สภาพสมดุล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 34 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินการปฏิบัติงานผู้เรียน แบบประเมินตนเองของนักเรียนในการทำงานร่วมกันเป็นทีม แบบวัดความพึงพอใจ ชุดกิจกรรมตามแนวการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง สมดุล ค่าสถิติในการวิจัย คือ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบค่าที แบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test) และค่าความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผมสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.65 อยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมตามแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ช่วยเพิ่มความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง สภาพสมดุล

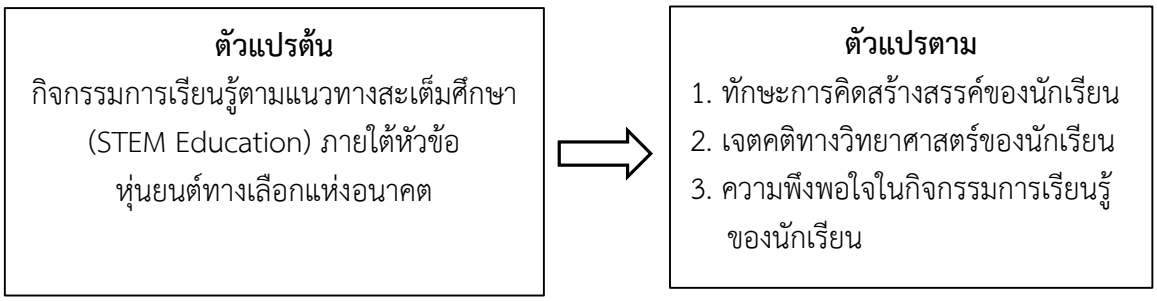
อัญชุลี หลอดคำ (2555: 48-50) ได้ศึกษาการเพิ่มผลสัมฤทธิ์การเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง การแยกสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนของความรู้และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง การแยกสาร จำนวน 5 กิจกรรม 12 ชั่วโมง กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนาทุ่ง อำเภอห้วยทับทัน จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 33 คน เครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกสารและแบบสำรวจเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ($\overline{X}$ =14.24) สูงกว่าก่อนเรียน ($\overline{X}$ =7.73) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อทดสอบความคงทนของความรู้หลังเรียนผ่านไปแล้ว 30 วัน ($\overline{X}$ =14.09) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นอกจากนี้ นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียน

วิทยาศาสตร์หลังเรียน ($\overline{X}$ =89.00) สูงกว่าก่อนเรียน ($\overline{X}$ =77.76) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

อุไรวรรณ หาญวงค์ (2540: 46-47) ได้สร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 3 ฉบับ ประกอบด้วย แบบวัดความคิดอเนกนัยที่ใช้ภาพเป็นเนื้อหา แบบวัดความคิดอเนกนัยที่ใช้ภาษาเป็นเนื้อหา และแบบวัดความคิดอเนกนัยที่ใช้สัญลักษณ์เป็นเนื้อหา ฉบับละ 25 ข้อ โดยยึดทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดเป็นหลักในการสร้าง ทำการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสามัญศึกษา จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 100 คน ผลการวิจัยพบว่า แบบวัดความคิดอเนกนัยที่ใช้ภาพเป็นเนื้อหา มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับปานกลาง (α =0.68) มีความยากง่ายในระดับปานกลาง (p = 0.388) ค่าอำนาจจำแนก มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 แบบวัดความคิดอเนกนัยที่ใช้ภาษาเป็นเนื้อหา มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับปานกลาง (α= 0.71) มีความยากง่ายในระดับปานกลาง (p=0.456) ค่าอำนาจจำแนก มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และแบบวัดความคิดอเนกนัยที่ใช้สัญลักษณ์เป็นเนื้อหา มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับปานกลาง (α= 0.71) มีความยากง่ายในระดับปานกลาง (p = 0.402) ค่าอำนาจจำแนก มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

9. กรอบแนวคิดงานวิจัย

การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย: การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและดำเนินการวิจัยตามหัวข้อดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย
2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย
3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
6. รูปแบบและระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย
7. การเก็บรวบรวมข้อมูล
8. การวิเคราะห์ข้อมูล
9. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนโรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 20 ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 234 คน

1.2 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 20 ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 30 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาที่จัดกิจกรรมชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 6 ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาย่อย จำนวน 3 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 เรื่อง สนุกกับหุ่นยนต์
กิจกรรมที่ 2 เรื่อง หุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต
กิจกรรมที่ 3 เรื่อง LABBOY ROBOT

3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 จากการศึกษาเอกสาร ตำรา หนังสือต่างๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ไดนำผลการศึกษามาเป็นแนวทางในการกำหนดขั้นตอนการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งมี 6 ขั้นตอน คือ ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ออกแบบแผนการทดลอง สร้างเครื่องมือ ทดลองใช้เครื่องมือ เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลและอภิปรายผล มีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ผู้วิจัยศึกษาคนควา รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิด หลักการเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมชุมนุมในสถานศึกษา กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความพึงพอใจ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากหนังสือ เอกสาร ตำรา บทความทางวิชาการ และงานวิจัย

3.1.2 ออกแบบแผนการทดลอง ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pre-test Post-test Design (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538: 216)

3.1.3 การสร้างเครื่องมือ ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต แบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยผ่านผู้เชี่ยวชาญ ด้านการจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ด้านเนื้อหาและหุ่นยนต์ ด้านแผนการจัดการเรียนรู้ ด้านหลักสูตรและการสอน และด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาและความถูกต้องตามหลักวิชาการ ความสอดคล้องของข้อคำถามภาษาที่ใชของเครื่องมือที่ใชในการวิจัย

3.1.4 ทดลองใช้เครื่องมือ ผู้วิจัยได้ทดลองใช้เครื่องมือในการวิจัยกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายเพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ได้เครื่องมือวิจัยที่สมบูรณ์

3.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยให้นักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ทดสอบก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Pre-test) โดยใช้แบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน แล้วดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต เป็นเวลา 10 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ชั่วโมง ตามตารางสอนชั่วโมงกิจกรรมชุมนุม เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จเรียบร้อยแล้ว ทำการทดสอบหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Post-test) โดยใช้แบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนฉบับเดียวกันกับทดสอบก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำแบบประเมินโดยใช้แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน นำผลการทดสอบก่อน และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งได้จากการทำแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ผลการประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และการประเมินความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ไปหาค่าทางสถิติเบื้องต้นเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

3.1.6 สรุปและอภิปรายผล ผู้วิจัยไดนำผลการวิเคราะห์มาแปลผล อภิปรายผล ตรวจสอบผลการทดลองกับสมมติฐานการวิจัย อภิปรายผล ให้ขอเสนอแนะ และพิมพ์รายงานฉบับสมบูรณ์

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต จำนวน 3 แผน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สนุกกับหุ่นยนต์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง หุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง LABBOY ROBOT

4.2 แบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ จำนวน 20 ข้อ

4.3 แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ จำนวน 30 ข้อ

4.4 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต จำนวน 10 ข้อ

5. การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1 แผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

5.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักการ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง การจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ แหล่งการเรียนรู้ การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้

5.1.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และแนวทางการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน

5.1.3 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แนวทางการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)

5.1.4 ดำเนินการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต จำนวน 3 แผน

5.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบ เนื้อหา จุดประสงค์ กิจกรรมการวัดผลประเมินผล ความถูกต้องและความเหมาะสม ซึ่งผู้เชี่ยวชาญ มีจำนวน 5 คน ประกอบด้วย

5.1.5.1 ผศ.ดร.โชคชัย ยืนยง ตำแหน่ง อาจารย์ประจำ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ผู้เชี่ยวชาญด้านงานวิจัย และการจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)

5.1.5.2 นางศุภร ไชยขันธ์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนบ้านดุงวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 20 ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

5.1.5.3 นายสืบศักดิ์ สวัสดิ์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี โรงเรียนมัธยมวานรนิวาส สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและหุ่นยนต์

5.1.5.4 นางรุ่งนภาลัย ราชภักดี ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนพิบูลย์รักษ์พิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 20 ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้และและการจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)

5.1.5.5 นายจตุรงค์ กมลเลิศ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนกมลาไสย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

5.1.6 ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพและความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ในแต่ละข้อเป็นมาตรส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ท (Likert) โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
ระดับ 4 หมายถึง เหมาะสมมาก
ระดับ 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
ระดับ 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย
ระดับ 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ดำเนินการแปลผลโดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนน 4.51 – 5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด
คะแนน 3.51 – 4.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก
คะแนน 2.51 – 3.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง
คะแนน 1.51 – 2.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย
คะแนน 1.00 – 1.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการประเมินคุณภาพและความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ชุดนี้ มีค่าเฉลี่ย 4.73 มีความเหมาะสมมากที่สุด

5.1.7 ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้มีความถูกต้องและความเหมาะสมยิ่งขึ้น นำไปใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย นักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ จำนวน 30 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ต่อไป

5.2 การสร้างแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้

แบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของ อุไรวรรณ หาญวงค์ (2540:64-71) มาปรับปรุงแก้ไข โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

5.2.1 ศึกษาทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด พร้อมทั้งศึกษาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ดและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.2.2 สร้างแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ ตามแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของ อุไรวรรณ หาญวงค์ (2540:64-71) เป็นแบบวัดความคิดอเนกนัยที่ใช้ภาพเป็นเนื้อหา ได้แก่ ความคิดอเนกนัยภาพแบบหน่วย (Divergent production of Figural Units: DFU) ความคิดอเนกนัยภาพแบบกลุ่ม (Divergent production of Figural Classes : DFC) และความคิดอเนกนัยภาพแบบระบบ (Divergent production of Figural Systems : DFS) รวม

25 ข้อ ซึ่งแบบวัดมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูง (IOC) เท่ากับ 0.80 – 1.00 ความเชื่อมั่น (α) เท่ากับ 0.68 ค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ .250 - .688 และค่าอำนาจจำแนก มีค่า t ตั้งแต่ 11.92 – 24.39

ตัวอย่างแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์

(1) แบบวัดความคิดอเนกนัยภาพแบบหน่วย (DFU) ลักษณะของแบบวัดเป็นการร่างภาพ (Sketches) โดยกำหนดรูปภาพมาให้ 1 รูป แล้วให้นักเรียนร่างภาพจากรูปที่กำหนดให้ เป็นภาพที่มีความหมายทางด้านวิทยาศาสตร์มาให้มากที่สุด พร้อมทั้งบอกว่าเป็นภาพอะไร ดังตัวอย่าง

(0) รูปที่กำหนดให้

ตัวอย่างภาพคำตอบ

เซลล์เม็ดเลือดแดง

เซลล์คุม

รอก

ฯลฯ

(2) แบบวัดความคิดอเนกนัยภาพแบบกลุ่ม (DFC) ลักษณะของแบบวัดเป็นแบบการจัดกลุ่มของภาพตามลักษณะต่างๆ (Multiple Grouping of Figures) โดยจะกำหนดรูปภาพทางด้านวิทยาศาสตร์มาให้ 6 รูป แล้วให้นักเรียนหารูปที่มีลักษณะร่วมกันทางด้านวิทยาศาสตร์ อย่างน้อย 3 รูป มาให้มากที่สุด พร้อมทั้งบอกเหตุผลประกอบ ดังตัวอย่าง

(0) ภาพตัวอย่างที่กำหนดให้

ก ข ค ง จ ฉ

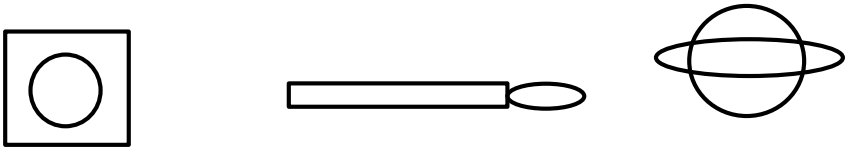
ตัวอย่างคำตอบ

รูปที่มีลักษณะร่วม	เหตุผล
1. ~~ก~~ ข ค ~~ง~~ ~~จ~~ ฉ	**เป็นพืชเหมือนกัน**
2. ก ~~ข~~ ~~ค~~ ง จ ~~ฉ~~	**เป็นสัตว์เหมือนกัน**
3. ~~ก~~ ~~ข~~ ~~ค~~ ~~ง~~ ~~จ~~ ~~ฉ~~	**ต้องการอาหารเพื่อดำรงชีวิต**
ฯลฯ	

(3) แบบวัดความคิดอเนกนัยภาพแบบระบบ (DFS) ลักษณะของแบบวัดเป็นการจัดทำสิ่งของ (Making Objects) โดยแต่ละข้อจะกำหนดรูปภาพมาให้ 4 รูป แล้วให้นักเรียนเอารูปเหล่านั้นตั้งแต่ 2 รูป ขึ้นไป มาประกอบกันให้เป็นรูปที่มีความหมายทางด้านวิทยาศาสตร์มาให้มากที่สุด พร้อมทั้งบอกชื่อรูปภาพแต่ละรูปด้วยว่าเป็นรูปอะไร ดังตัวอย่าง

(0) ภาพตัวอย่าง

ตัวอย่างคำตอบ



จานหลุม **แท่งคนสาร** **ดาวเสาร์** **ฯลฯ**

เกณฑ์การให้คะแนนตามลักษณะการคิดแต่ละองค์ประกอบ มีดังนี้

1) คะแนนความคิดคล่องแคล่ว หมายถึง คะแนนที่ได้จากการนับจำนวนคำตอบทั้งหมดที่แตกต่างกัน ให้คำตอบละ 1 คะแนน โดยไม่คำนึงว่าคำตอบเหล่านั้นจะซ้ำกับคำตอบของคนอื่นหรือไม่

2) คะแนนความคิดยืดหยุ่น ให้คะแนนโดยนับจากจำนวนกลุ่มหรือจำนวนทิศทางของคำตอบ คือ นำคำตอบทั้งหมดที่ให้คะแนนความคล่องแคล่วไปแล้ว มาจัดกลุ่มหรือทิศทางใหม่ คำตอบเป็นคำตอบทิศทางเดียวกัน หรือความหมายอย่างเดียวกันก็จัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน เมื่อจัดเรียงเรียบร้อยแล้ว ให้นับจำนวนกลุ่มให้กลุ่มละ 2 คะแนน

3) คะแนนความคิดริเริ่ม ให้คะแนนตามสัดส่วนของความถี่ของคำตอบ ซึ่งผู้วิจัยได้ยึดเกณฑ์ของครอบเลย์ (Cropley, 1966) แล้วนำความถี่ของคำตอบไปคำนวณค่าร้อยละเพื่อเปรียบเทียบให้คะแนน คำตอบใดที่กลุ่มตัวอย่างตอบซ้ำกันมากๆ ก็ได้คะแนนน้อยหรือไม่ได้เลย ถ้าคำตอบซ้ำกับคนอื่นน้อยหรือไม่ซ้ำคนอื่นเลยก็จะได้คะแนนมากขึ้น

คำตอบซ้ำกัน	12.01 % ขึ้นไป	ได้	0	คะแนน
คำตอบซ้ำกัน	6.01 – 12.00 %	ได้	1	คะแนน
คำตอบซ้ำกัน	3.01 – 6.00 %	ได้	2	คะแนน
คำตอบซ้ำกัน	1.01 – 3.00 %	ได้	3	คะแนน
คำตอบซ้ำกัน	0.01 – 1.00 %	ได้	4	คะแนน

4) คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ในแต่ละข้อ หาได้จากผลรวมของคะแนนความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

5) คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ หาได้จากผลรวมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แต่ละข้อ จำนวน 20 ข้อ

5.2.3 นำแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ ที่ได้ไปทดลองกับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1- 6 โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา ที่ไม่ได้เรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 40 คน

5.2.4 คัดเลือกแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ ไว้จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ .250 - .688 และค่าอำนาจจำแนกมีค่า t ตั้งแต่ 11.92 – 24.39

5.2.5 นำแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ที่ได้ มาหาค่าความเชื่อมั่นและ โดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา (Coefficient Alpha : α) ซึ่งแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ มีค่าความเชื่อมั่น 0.96

5.2.6 จัดพิมพ์และสำเนาแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว เพื่อใช้เป็นแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์นำไปใช้ทดสอบจริงกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายต่อไป

5.3 การสร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้สร้างตามแนวคิดของเจมส์ ดับบลิว วิลสัน (Jame W.Wilson, 1971) ซึ่งเป็นแบบวัดความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน ของผู้เรียน คือ ด้านพุทธิปัญญา (Cognitive Component) ด้านความรู้สึกต่อการเรียนรู้ (Affective Component) และด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบวัดเจตคติทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ตามขั้นตอนต่อไปนี้

5.3.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติ วิธีการวัดเจตคติ และการสร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

5.3.2 สร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นข้อความเชิงบวก และข้อความเชิงลบ จำนวน 45 ข้อ ในแต่ละข้อเป็นมาตรส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ท (Likert) โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

	ข้อความเชิงบวก	ข้อความเชิงลบ
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5	1
เห็นด้วย	4	2
ไม่แน่ใจ	3	3
ไม่เห็นด้วย	2	4
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1	5

5.3.3 ผู้วิจัยนำแบบวัดเจตคติทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ครอบคลุมข้อความภาษาและสำนวนที่ใช้ ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมกับแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 คน

5.3.4 ผู้วิจัยคัดเลือกข้อความที่ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันว่าใช้ได้จำนวน 3 ใน 5 คนของผู้เชี่ยวชาญ ทำการปรับปรุงแก้ไข ได้ข้อความที่นำไปสร้างเป็นแบบวัดเจคติทาง

วิทยาศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ ไป นำไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1- 6 ภาคเรียนที่1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา ซึ่งไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย จำนวน 80 คน

5.3.5 คัดเลือกข้อความจากแบบวัดเจตคติทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ตรงตามเกณฑ์ จำนวน 30 ข้อ จาก 40 ข้อ แบบวัดเจตคติทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีค่า IOC ระหว่าง 0.80 - 1.00 ค่าอำนาจจำแนกมีค่า t ตั้งแต่ 1.814 – 5.812 และวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบวัด โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาของ Cronbach (α-Coefficient) (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558: 183) มีค่าความเชื่อมั่น (α) เท่ากับ 0.84

5.3.6 ผู้วิจัยนำแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมาย นักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ จำนวน 30 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โดยแบบวัดมีค่าความเชื่อมั่น (α) เท่ากับ 0.88

5.4 การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) และศึกษาการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจจากตำราและเอกสารของสมนึก ภัททิยธนี มีลำดับการสร้างดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2551: 36-42)

5.4.1 ศึกษาความพึงพอใจและสร้างแบบประเมิน จำนวน 15 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยกำหนดระดับคะแนนของความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ คือ

ระดับ 5	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจมากที่สุด
ระดับ 4	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจมาก
ระดับ 3	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจน้อย
ระดับ 1	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

กำหนดเกณฑ์ การแปลความหมาย ดังต่อไปนี้

ระดับ 4.51-5.00	หมายถึง	พอใจระดับมากที่สุด
ระดับ 3.51-4.50	หมายถึง	พอใจระดับมาก
ระดับ 2.51-3.50	หมายถึง	พอใจระดับปานกลาง
ระดับ 1.51-2.50	หมายถึง	พอใจระดับน้อย
ระดับ 1.00-1.50	หมายถึง	พอใจระดับน้อยที่สุด

5.4.2 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นทั้ง 15 ข้อ เสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความเหมาะสมของข้อความที่แสดงความพึงพอใจและภาษาที่ใช้ ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมที่ใช้ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

5.4.3 ปรับปรุงแบบสอบถามความพึงพอใจและคัดเลือกแบบสอบถามเหลือ 10 ข้อ แล้วนำไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1- 6 โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา ซึ่งไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย จำนวน 40 คน

5.4.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาของ Cronbach (α-Coefficient) (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558: 183) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ 0.88

6. รูปแบบและระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pre-test Post-test Design (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538: 216) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงแบบแผนการทดลองแบบ **One Group Pre-test Post-test Design**

กลุ่ม	Pre –test	Treatment	Post-test
ทดลอง	T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการศึกษาค้นคว้า

T_1 หมายถึง การทดสอบก่อนเรียน

X หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต

T_2 หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยคือ อยู่ระหว่าง เดือน เมษายน พ.ศ. 2561 ถึง เดือน มีนาคม พ.ศ. 2562 โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ทดสอบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียน ใช้เวลา 1 ชั่วโมง
2. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต ใช้เวลา 10 ชั่วโมง จำนวน 10 วัน
3. ทดสอบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ หลังเรียน ใช้เวลา 1 ชั่วโมง
4. ประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน

ตารางที่ 2 แสดงปฏิทินการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต ชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ ระหว่างวันที่ 17 กรกฎาคม 2561 ถึงวันที่ 2 ตุลาคม 2561

ว/ด/ป	เวลา	กิจกรรม	จำนวนชั่วโมง	แผนที่
22 พ.ค. 61	14.40 น.-15.40 น.	ปฐมนิเทศ	1	-
29 พ.ค. 61	14.40 น.-15.40 น.	อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	1	-
5 มิ.ย. 61	14.40 น.-15.40 น.	อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น (ต่อ)	1	-
12 มิ.ย. 61	14.40 น.-15.40 น.	อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น (ต่อ)	1	-

ตารางที่ 2 แสดงปฏิทินการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต ชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ ระหว่างวันที่ 17 กรกฎาคม 2561 ถึงวันที่ 2 ตุลาคม 2561 (ต่อ)

ว/ด/ป	เวลา	กิจกรรม	จำนวนชั่วโมง	แผนที่
19 มิ.ย. 61	14.40 น.-15.40 น.	อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น (ต่อ)	1	-
26 มิ.ย. 61	14.40 น.-15.40 น.	อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น (ต่อ)	1	-
3 ก.ค. 61	14.40 น.-15.40 น.	อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น (ต่อ)	1	-
10 ก.ค. 61	14.40 น.-15.40 น.	ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา	1	-
17 ก.ค. 61	14.40 น.-15.40 น.	ทดสอบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียน	1	-
24 ก.ค. 61	14.40 น.-15.40 น.	สนุกกับหุ่นยนต์	1	1
31 ก.ค. 61	14.40 น.-15.40 น.	สนุกกับหุ่นยนต์ (ต่อ)	1	1
7 ส.ค. 61	14.40 น.-15.40 น.	สนุกกับหุ่นยนต์ (ต่อ)	1	1
14 ส.ค. 61	14.40 น.-15.40 น.	หุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต	1	2
21 ส.ค. 61	14.40 น.-15.40 น.	หุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต (ต่อ)	1	2
28 ส.ค. 61	14.40 น.-15.40 น.	หุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต (ต่อ)	1	2
4 ก.ย. 61	14.40 น.-15.40 น.	หุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต (ต่อ)	1	2
11 ก.ย. 61	14.40 น.-15.40 น.	LABBOY ROBOT	1	3
18 ก.ย. 61	14.40 น.-15.40 น.	LABBOY ROBOT (ต่อ)	1	3
25 ก.ย. 61	14.40 น.-15.40 น.	LABBOY ROBOT (ต่อ)	1	3
2 ต.ค. 61	14.40 น.-15.40 น.	ทดสอบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์หลังเรียน	1	-

7. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยด้วยตนเอง ระหว่าง เดือนเมษายน พ.ศ. 2561 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2562 โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

7.1 ผู้วิจัยค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน รวมถึงวิธีการวัดและประเมินผล

7.2 ทดสอบก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Pre-test) โดยใช้แบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

7.3 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต กับนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ เป็นเวลา 10 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ชั่วโมง ตามตารางสอนชั่วโมงกิจกรรมชุมนุม

7.4 เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต เรียบร้อยแล้ว ทำการทดสอบหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Post-test) โดยใช้แบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนฉบับเดียวกันกับทดสอบก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

7.5 ทำแบบประเมินหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน

7.6 นำผลการทดสอบก่อน และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งได้จากการทำแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ไปหาค่าทางสถิติเบื้องต้น

7.7 นำผลการประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และการประเมินความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ไปหาค่าทางสถิติเบื้องต้น

8. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

8.1 วิเคราะห์ทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต โดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบ Wilcoxon Matched Pairs Signed-Ranks

8.2 วิเคราะห์เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

8.3 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือก แห่งอนาคต โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

9. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

9.1 สถิติพื้นฐาน

9.1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) คำนวณโดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2553: 124) ดังนี้

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

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

9.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553: 126)

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

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนนแต่ละตัว

N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

Σ แทน ผลรวม

9.2 สถิติทดสอบการเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต โดยใช้สถิติทดสอบ Wilcoxon Matched Pairs Signed-Ranks (อรุณ จิรวัฒน์กุล, 2558: 250-252) ดังนี้

$$Z = \frac{T - \frac{N(N+1)}{4}}{\sqrt{\frac{N(N+1)(2N+1)}{24}}}$$

เมื่อ Z แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

N แทน จำนวนกลุ่มเป้าหมาย

T แทน ผลรวมของลำดับกลุ่ม

9.3 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

9.3.1 การทดสอบหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ โดยใช้สูตรดัชนีค่าความสอดคล้อง IOC (สมนึก ภัททิยธนี, 2549: 220) โดยใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหาหรือระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

ΣR แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

9.3.2 การหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก โดยใช้ t-test ของทักษะการคิดสร้างสรรค์แต่ละข้อ (อ้างถึงใน อุไรวรรณ หาญวงค์, 2540, หน้า 31) ดังนี้

9.3.2.1 ค่าความยากง่ายของแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์จากสัดส่วนระหว่างค่าฐานนิยมกับค่ามัธยมฐาน ของพื้นที่ใต้โค้งปกติ ณ จุดมัธยฐาน

9.3.2.2 ค่าอำนาจจำแนกแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์แต่ละข้อ โดยใช้ กลุ่มสูง - กลุ่มต่ำ 25 % และทดสอบความแตกต่างโดยใช้ t-test (อ้างถึงใน อุไรวรรณ หาญวงค์, 2540, หน้า 31)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} - \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าอำนาจจำแนก

$\bar{X}_1$, $\bar{X}_2$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

S_1^2, S_2^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

n_1 , n_2 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

9.3.3 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต โดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของ Cronbach (α-Coefficient) (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558: 183) ดังนี้

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right)$$

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

k แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

$\sum S_i^2$ แทน ผลรวมของความแปรปรวนของแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย
$\overline{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
Z	แทน	สถิติทดสอบที่ใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤตเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
* *	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 วิเคราะห์ผลการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต จากผลการทำกิจกรรมและแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ตอนที่ 2 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ หลังจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต

ตอนที่ 3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 วิเคราะห์ผลการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต จากการทำกิจกรรมและผลการทำแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ปรากฏผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 วิเคราะห์ผลการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต จากผลการทำแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

องค์ประกอบการคิด	คะแนนเฉลี่ย $(\overline{X})$ ความคิดสร้างสรรค์		
	ก่อนเรียน (Pre-Test)	หลังเรียน (Post-Test)	ผลต่าง
คิดคล่องแคล่ว	46.90	56.77	9.87
คิดยืดหยุ่น	34.07	36.07	2.00
คิดริเริ่ม	21.03	23.33	2.30
รวม	**102.00**	**116.17**	**14.17**

จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต มีคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์เฉลี่ย $(\overline{X})$ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้ง 3 ด้าน และองค์ประกอบการคิดด้านความคิดคล่องแคล่ว มีผลต่างของคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต ก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์	N	$\overline{X}$	Mean Rank	Sum of Ranks	Z	Sig.(2-tyailed)
ก่อนเรียน	30	102.0	14.37	431	-4.78	.000
หลังเรียน	30	116.17				

** อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ Z = +2.58 และ -2.58)

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต มีคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 2 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ หลังจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต

ตารางที่ 5 แสดงเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ หลังจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ ทางเลือกแห่งอนาคต

เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	N	**ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)**	**ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)**
เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเฉลี่ย	30	4.52	0.65

จากตารางที่ 5 พบว่า นักเรียนชุมนุมวิทยาศาสตร์ ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต โดยรวมมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.52, S.D. = 0.65)

ตอนที่ 3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต

ตารางที่ 6 แสดงความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต

ข้อที่	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1	กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ เหมาะสมกับนักเรียน	4.23	0.50	มาก
2	กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเอง ทำให้มีทักษะในการแสวงหาความรู้	4.03	0.67	มาก
3	กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนฝึกทักษะการแก้ปัญหา	4.20	0.55	มาก
4	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำกิจกรรม ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.00	0.53	มาก
5	กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนกล้าแสดงออกมากขึ้น	4.40	0.50	มาก
6	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถในการคิดของนักเรียน	4.07	0.52	มาก
7	กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนกระตือรือร้นต่อการเรียน	4.63	0.49	มากที่สุด
8	กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น มีน้ำใจและช่วยเหลือกัน	4.57	0.50	มากที่สุด
9	กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.37	0.61	มาก
10	กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสนุกสนานและมีความสุขกับการเรียนรู้	4.67	0.48	มากที่สุด
เฉลี่ย		**4.32**	**0.54**	**มาก**

จากตารางที่ 6 พบว่า นักเรียนชุมนุมวิทยาศาสตร์ ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต โดยรวมมีความพึงพอใจ อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.32, S.D. = 0.54) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด 3 ข้อ เรียงอันดับค่าเฉลี่ย คือ กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสนุกสนานและมีความสุขกับการเรียนรู้ ($\overline{X}$ = 4.67, S.D. = 0.48) ช่วยให้นักเรียนกระตือรือร้นต่อการเรียน ($\overline{X}$ = 4.63, S.D. = 0.49) และช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น มีน้ำใจและช่วยเหลือกัน มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.57,

S.D. = 0.50) ส่วนระดับความพึงพอใจที่ค่าเฉลี่ยน้อยสุด คือ กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเองทำให้มีทักษะในการแสวงหาความรู้ อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.03, S.D. = 0.67)

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต ผู้วิจัยได้สรุปผลการศึกษา อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ตามลำดับดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษา เรื่อง การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1.1 นักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

1.2 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ หลังจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต มีคะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.52 อยู่ในระดับ มากที่สุด

1.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต มีคะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.32 อยู่ในระดับ มาก

2. อภิปรายผล

2.1 ผลการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 แสดงว่า กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต สามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ ทั้งนี้ เพราะผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง สร้างความท้าทายในการเรียนรู้ โดยนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นระบุปัญหา (2) ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (3) ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (4) ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (5) ขั้น

ทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข และ (6) ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน จึงส่งผลต่อการพัฒนากระบวนการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ เกรียงศักดิ์ วิเชียรสร้าง (2560: 83) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยวิชาเคมีหลังการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับ นัสรินทร์ บือซา (2558: 64-69) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 สอดคล้องกับ ราวรรณ์ ทิลานันท์ (2558: 10-106) ได้ศึกษาความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และสอดคล้องกับ สุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์ (2559: 79-88) ได้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต มีคะแนนเฉลี่ย 4.52 อยู่ในระดับ มากที่สุด สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ธีระ ช้างแดง (2559: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาลักษณะชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ในชั่วโมงกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง มีเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต มีคะแนนเฉลี่ย 4.32 อยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ นัสรินทร์ บือซา (2558: 64-69) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) อยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ของเกรียงศักดิ์ วิเชียรสร้าง (2560: 83) ที่ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับ ปิยวรรณ มัธยมนันทน์ (2558: 43-44) ได้ศึกษาความพึงพอใจโดยใช้ชุดกิจกรรมตามแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง สภาพสมดุล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมตามแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ทำให้ช่วยเพิ่มความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง สภาพสมดุล

ด้วยเหตุผลการศึกษาที่กล่าวมา สามารถกล่าวสนับสนุนได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต ช่วยเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ อยากมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งเป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม โดยการเรียนรู้จากการได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองอย่าสม่ำเสมอ สังเกตได้จากนักเรียนที่มีความสนใจในการเรียนน้อย ได้ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมไปในทางที่ดีคือ มีความสนใจสิ่งที่ได้เรียนในชั่วโมงมากขึ้น และพยายามมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ ทำงานส่งมากขึ้น รวมทั้งให้ความร่วมมือในการเรียนกับเพื่อนร่วมชั้นดีขึ้น

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการศึกษาไปใช้

3.1.1 เนื่องจากผลการวิจัย แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนสูงขึ้น จึงควรนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

3.1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 6 นักเรียนจึงมีความแตกต่างระหว่างบุคคล ดังนั้น ครูจึงต้องวางแผนและเตรียมความพร้อมในการจัดกิจกรรม และคอยให้คำแนะนำระหว่างการจัดกิจกรรม เพื่อให้การดำเนินกิจกรรมเป็นไปอย่างราบรื่น

3.1.3 การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนต้องอาศัยเวลา ดังนั้น ครูจึงต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาและส่งเสริมอย่างต่อเนื่อง

3.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

3.2.1 ควรทำวิจัยเพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อเน้นและส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ด้านอื่นๆ เช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะการอ้างเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นต้น ซึ่งอาจจะช่วยพัฒนาผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิผล

3.2.2 ควรมีการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในสาระ และมาตรฐานการเรียนรู้อื่นๆ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพ

บรรณานุกรม

กชพรรณ เภสัชชา. (2560). **การสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

เกรียงศักดิ์ วิเชียรสร้าง. (2560). **ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

จิราวรรณ กันติศาฤทธิ. (2554). **การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

ทิวัตถ์ มณีโชติ. (2549). **การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

ทิศนา แขมมณี. (2551). **ศาสตร์การสอน:องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. (2553). **ศาสตร์การสอน.** กรุงเทพ ฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทับทิม บุญเหลือ. (2554). **การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสารสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ณัฐสิตา สมสมัย. (2556). **ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วงจรไฟฟ้า โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

ธีระ ช้างแดง. (2559). **การศึกษาลักษณะชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) ในชั่วโมงกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น**. การประชุมวิชาการระดับชาติ “การยกระดับคุณภาพการศึกษาวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ปีพุทธศักราช 2559” ณ โรงแรมปริ๊นซ์พาเลซ กรุงเทพมหานคร. 3-4 กันยายน 2559. หน้า 157-167.

นพคุณ แดงบุญ. (2552). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์**. สารนิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

นฤดี นามโนรินทร์. (2556). **การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง บรรยากาศ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

นัสรินทร์ บือซา. (2558). **ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). **การวิจัยเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญณิตา จิตรีเชาว์. (2560). **การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้แบบฝึกทักษะความคิดสร้างสรรค์ในวิชาโครงงานคอมพิวเตอร์.** วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2560, หน้าที่ 144-150.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2535). **ระเบียบวิจัยทางสังคมศาสตร์**. กรุงเทพ ฯ : B&B Publishing.

ประโรม แสงแก้ว. (2553). **การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง พลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

ประยงค ประจงไสย. (2551). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความอยากรู้ อยากเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมพหุปัญญาความเข้าใจในธรรมชาติ**. สารนิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2546). **จิตวิทยาการศึกษา**. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือเสริมกรุงเทพ.

ปิยวรรณ มัธยมนันทน์ (2558: 43-44). **การพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีมของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สภาพสมดุล โดยใช้กิจกรรมตามแนวการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

เผชิญ กิจระการ. (2544). **การหาค่าดัชนีประสิทธิผล**. มหาสารคาม : ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: สำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา.

มาเรียม นิลพันธุ์. (2558). **วิธีวิจัยทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 9. นครปฐม: ศูนย์วิจัยและพัฒนาทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ราวรรณ์ ทิลานันท์. (2558). **การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา. (2561). **หลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2561)**. โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี.

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

_____. (2543). **เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.

วนิดา หล้าอ่อน. (2554). **การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง บรรยากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์. (2559). **การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.** ปริญญานิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุปาณี วังกานนท์. (2555). **การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาการคิดวิเคราะห์ตามหลักการของ Marzano สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

อรุณ จิรวัฒน์กุล. (2558). **สถิติทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ เพื่อการวิจัย**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: วิทยพัฒน์.

อุไรวรรณ หาญวงค์. (2540). **การสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวัดและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อัญชุลี หลอดคำ. (2555). **การเพิ่มผลสัมฤทธิ์การเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง การแยกสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาอุบลราชธานี.

Cropley, A.J. (1966). “Creative and Intelligence”. **The British Journal of Educational Psychology**. 36, November, 261-262.

Guilford. J.P. (1971). **The Analysis of Intelligence**. New York : McGraw-Hill Book Co.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผู้เชี่ยวชาญ

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

1. ผศ.ดร.โชคชัย ยืนยง ตำแหน่ง อาจารย์ประจำ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ผู้เชี่ยวชาญด้านงานวิจัยและการจัดกิจกรรมแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)
2. นางศุภร ไชยขันธ์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนบ้านดุงวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 20 ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล
3. นายสืบศักดิ์ สวัสดิ์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี โรงเรียนมัธยมวานรนิวาส สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและหุ่นยนต์
4. นางรุ่งนภาลัย ราชภักดี ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนพิบูลย์รักษ์พิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 20 ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้และและการจัดกิจกรรมแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)
5. นายจตุรงค์ กมลเลิศ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนกมลาไสย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

ที่ ศธ ๐๔๒๕๐.๒๒/ว๑๐๘

โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา
อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี
๔๑๑๙๐

๒๕ พฤษภาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำงานวิจัย

เรียน ผศ.ดร.โชคชัย ยืนยง

ด้วย นายวงค์ณภา แก้วไกรษร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ และคณะ โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย โครงการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมแลกเป้า สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปี ๒๕๖๑ เรื่อง **การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้ หัวข้อ หุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต**

ดังนั้น โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ให้ท่านได้เป็นผู้ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำงานวิจัย และเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ครั้งนี้ด้วย หวังว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(นายคมสันต์ ถานกางสุ่ย)
ผู้อำนวยการโรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา

กลุ่มบริหารวิชาการ
โทร. ๐๘๓-๙๘๘๕๗๙๙

ที่ ศธ ๐๔๒๕๐.๒๒/ว๑๐๘

โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา
อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี
๔๑๑๙๐

๒๕ พฤษภาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำงานวิจัย

เรียน นางศุภร ไชยขันธ์

ด้วย นายวงค์ณภา แก้วไกรษร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ และคณะ โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย โครงการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมแลกเป้า สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปี ๒๕๖๑ เรื่อง **การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้ หัวข้อ หุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต**

ดังนั้น โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ให้ท่านได้เป็นผู้ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำงานวิจัย และเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ครั้งนี้ด้วย หวังว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(นายคมสันต์ ถานกางสุ่ย)
ผู้อำนวยการโรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา

กลุ่มบริหารวิชาการ
โทร. ๐๘๓-๙๘๘๕๗๙๙

ที่ ศธ ๐๔๒๕๐.๒๒/ว๑๐๘

โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา
อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี
๔๑๑๙๐

๒๕ พฤษภาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำงานวิจัย

เรียน นายสืบศักดิ์ สวัสดิ์

ด้วย นายวงค์ณภา แก้วไกรษร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ และคณะ โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย โครงการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมแลกเป้า สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปี ๒๕๖๑ เรื่อง **การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้ หัวข้อ หุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต**

ดังนั้น โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ให้ท่านได้เป็นผู้ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำงานวิจัย และเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ครั้งนี้ด้วย หวังว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(นายคมสันต์ ถานกางสุ่ย)
ผู้อำนวยการโรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา

กลุ่มบริหารวิชาการ
โทร. ๐๘๓-๙๘๘๕๗๙๙

ที่ ศธ ๐๔๒๕๐.๒๒/ว๑๐๘

โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา
อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี
๔๑๑๙๐

๒๕ พฤษภาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำงานวิจัย

เรียน นางรุ่งนภาลัย ราชภักดี

ด้วย นายวงค์ณภา แก้วไกรษร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ และคณะ โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย โครงการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมแลกเป้า สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปี ๒๕๖๑ เรื่อง **การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้ หัวข้อ หุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต**

ดังนั้น โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ให้ท่านได้เป็นผู้ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำงานวิจัย และเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ครั้งนี้ด้วย หวังว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(นายคมสันต์ ถานกางสุ่ย)
ผู้อำนวยการโรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา

กลุ่มบริหารวิชาการ
โทร. ๐๘๓-๙๘๘๕๗๙๙

ที่ ศธ ๐๔๒๕๐.๒๒/ว๑๐๘

โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา
อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี
๔๑๑๙๐

๒๕ พฤษภาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำงานวิจัย

เรียน นายจตุรงค์ กมลเลิศ

ด้วย นายวงค์ณภา แก้วไกรษร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ และคณะ โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย โครงการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมแลกเป้า สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปี ๒๕๖๑ เรื่อง **การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้ หัวข้อ หุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต**

ดังนั้น โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ให้ท่านได้เป็นผู้ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำงานวิจัย และเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ครั้งนี้ด้วย หวังว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(นายคมสันต์ ถานกางสุ่ย)
ผู้อำนวยการโรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา

กลุ่มบริหารวิชาการ
โทร. ๐๘๓-๙๘๘๕๗๙๙

ภาคผนวก ข

- การประเมินคุณภาพและความเหมาะสม แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อ หุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต ชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้
- ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้
- ค่าความเที่ยงตรง ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้
- ค่าความเที่ยงตรง และค่าความเชื่อมั่น ของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้

ตารางที่ 7 แสดงผลการประเมินคุณภาพและความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อ หุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต ชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้

รายการประเมิน	ผลการประเมินคุณภาพและความเหมาะสม			
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	รวมเฉลี่ย
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้	5.00	4.90	4.90	**4.93**
2. สาระสำคัญ	4.80	4.80	4.80	**4.80**
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	4.65	4.65	4.75	**4.68**
4. เนื้อหา	4.73	4.67	4.67	**4.69**
5. กิจกรรมการเรียนรู้	4.73	4.70	4.63	**4.69**
6. สื่อการเรียนรู้	4.65	4.65	4.60	**4.63**
7. การวัดผลประเมินผล	4.87	4.87	4.73	**4.82**
รวมเฉลี่ย	**4.76**	**4.73**	**4.71**	**4.73**

ตารางที่ 8 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (t) เป็นรายข้อของแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (t)
1	.500	15.62***
2	.333	11.92***
3	.333	18.47***
4	.273	23.03***
5	.429	15.77***
6	.500	21.59***
7	.688	13.74***
8	.429	16.92***
9	.500	14.70***
10	.400	24.39***
11	.273	18.72***
12	.500	14.70***
13	.500	13.36***
14	.250	19.41***
15	.375	16.66***
16	.250	19.79***
17	.500	16.91***
18	.250	19.41***
19	.273	16.86***
20	.273	17.09***

*** $p \leq .001$

ค่าระดับความยากง่าย (p) ตั้งแต่ .250 - .688

ตารางที่ 9 แสดงค่าความเที่ยงตรงโครงสร้างของแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ จำนวน 25 ข้อ (จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน จำแนกเป็นรายข้อ)

ข้อ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
11	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
12	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
13	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
14	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
15	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
16	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
17	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
18	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
19	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
20	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
21	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
22	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
23	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
24	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
25	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนรวมของแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้

คนที่	คะแนนที่นักเรียนได้ (X)	X^2
1	106	11236
2	102	10404
3	96	9216
4	106	11236
5	102	10404
6	114	12996
7	105	11025
8	106	11236
9	104	10816
10	104	10816
11	106	11236
12	99	9801
13	103	10609
14	105	11025
15	103	10609
16	101	10201
17	104	10816
18	104	10816
19	105	11025
20	100	10000
21	100	10000
22	103	10609
23	104	10816
24	99	9801
25	104	10816
26	100	10000
27	103	10609
28	104	10816
29	104	10816
30	89	7921
31	105	11025
32	108	11664

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนรวมของแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ (ต่อ)

คนที่	คะแนนที่นักเรียนได้ (X)	X^2
33	102	10404
34	101	10201
35	105	11025
36	100	10000
37	101	10201
38	100	10000
39	109	11881
40	105	11025
รวม	$\sum X = 4121$	**425153**

การคำนวณหาความแปรปรวนของคะแนนรวม

$$\sum S_t^2 = \frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n^2}$$

$$= \frac{40(425153) - (4121)^2}{40^2}$$

$$= \frac{17006120 - 16982641}{1600}$$

$$\sum S_t^2 = 14.67$$

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อของแบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้

ข้อที่	$X-\bar{X}$	$(X-\bar{X})^2$	S_i^2
1	2.16	4.65	0.19
2	2.11	4.46	0.17
3	2.06	4.23	0.02
4	1.98	3.91	0.03
5	1.73	3.00	0.02
6	1.91	3.65	0.07
7	1.98	3.91	0.06
8	1.72	2.97	0.07
9	1.66	2.74	0.01
10	1.69	2.85	0.03
11	1.64	2.70	0.02
12	1.96	3.82	0.02
13	1.34	1.81	0.03
14	1.31	1.72	0.07
15	1.44	2.09	0.03
16	1.34	1.81	0.03
17	1.74	3.04	0.09
18	1.46	2.12	0.06
19	1.52	2.32	0.11
20	1.52	2.32	0.12
รวม	**34.27**	**60.12**	$\sum S_i^2$ **= 1.25**

ผลรวมของความแปรปรวนของแต่ละข้อ

$$S_i^2 = \frac{\sum(X-\bar{X})^2}{n-1}$$

$$\sum S_i^2 = 1.25$$

การคำนวณค่าความเชื่อมั่น

$$\alpha = \frac{k}{k\text{-}1}\left(1\text{-}\frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right)$$

$$\alpha = \frac{20}{20\text{-}1}\left(1 - \frac{1.25}{14.67}\right)$$

$$\alpha = 1.05\ (1\text{-}\ 0.085)$$

$$\alpha = 0.96$$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (Reliability) เท่ากับ 0.96

ตาราง 12 ค่าความเที่ยงตรงของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้

ข้อ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					∑R	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
7	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
11	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
12	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
13	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
14	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
15	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
16	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
17	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
18	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
19	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

ตารางที่ 12 ค่าความเที่ยงตรงของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ (ต่อ)

ข้อ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
20	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
21	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
22	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
23	1	1	0	1	1	4	0.8	ใช้ได้
24	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
25	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
26	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
27	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
28	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
29	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
30	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

การคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left(1-\frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right)$$

$$\alpha = \frac{30}{30-1}\left(1-\frac{0.013}{0.068}\right)$$

$$\alpha = 1.034\left(1-0.19\right)$$

$$\alpha = 0.84$$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับ (Reliability) เท่ากับ 0.84

ตารางที่ 13 ค่าอำนาจจำแนก (t) เป็นรายข้อของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (t)
1	5.068
2	4.994
3	4.058
4	2.792
5	2.994
6	2.508
7	2.483
8	2.196
9	2.106
10	3.785
11	4.471
12	4.058
13	3.627
14	5.812
15	2.413
16	5.536
17	2.626
18	4.498
19	1.974
20	3.859
21	5.121
22	4.096
23	2.538
24	4.172
25	3.933
26	5.357
27	3.290
28	2.008
29	1.814
30	3.324

ตารางที่ 14 ค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้

ข้อ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

การคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left(1-\frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right)$$

$$\alpha = \frac{10}{10-1}\left(1-\frac{0.012}{0.058}\right)$$

$$\alpha = 1.11\ (1-0.21)$$

$$\alpha = 0.88$$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ (Reliability) เท่ากับ 0.88

ภาคผนวก ค

- คะแนนการวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ ก่อนและหลังจัดกิจกรรม การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต
- ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ หลังจัดกิจกรรม การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต

ตารางที่ 15 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามองค์ประกอบการคิด 3 องค์ประกอบ

คนที่	คิดคล่องแคล่ว		คิดยืดหยุ่น		คิดริเริ่ม		รวม	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	49	59	38	38	20	21	107	118
2	47	53	36	38	19	22	102	113
3	44	56	34	34	20	22	98	112
4	49	56	32	34	21	23	102	113
5	48	56	34	36	22	22	104	114
6	47	58	36	38	32	33	115	129
7	48	57	34	34	22	41	104	132
8	46	54	36	36	24	25	106	115
9	48	55	34	34	22	22	104	111
10	47	58	34	36	22	23	103	117
11	47	59	34	36	22	24	103	119
12	47	63	34	34	20	22	101	119
13	48	57	34	36	19	21	101	114
14	45	53	36	38	22	23	103	114
15	47	59	34	38	21	22	102	119
16	47	59	32	34	18	21	97	114
17	46	54	36	36	19	24	101	114
18	47	55	34	38	21	22	102	115
19	46	55	34	36	21	22	101	113
20	47	57	34	38	20	21	101	116
21	46	57	32	34	20	23	98	114
22	46	57	34	36	21	21	101	114
23	47	56	34	38	21	23	102	117
24	46	55	36	38	20	22	102	115
25	47	55	34	36	21	26	102	117
26	49	58	30	32	20	22	99	112
27	46	56	34	38	22	24	102	118
28	50	57	32	36	20	21	102	114

ตารางที่ 15 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามองค์ประกอบการคิด 3 องค์ประกอบ (ต่อ)

คนที่	คิดคล่องแคล่ว		คิดยืดหยุ่น		คิดริเริ่ม		รวม	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
29	45	60	34	36	22	22	101	118
30	45	59	32	36	17	20	94	115
รวม	**1407**	**1703**	**1022**	**1082**	**631**	**700**	**3060**	**3485**
เฉลี่ย ($\overline{X}$)	**46.90**	**56.77**	**34.07**	**36.07**	**21.03**	**23.33**	**102.00**	**116.17**

ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์			อันดับที่	
	หลัง	ก่อน	ผลต่าง	บวก	ลบ
1	118	107	11	4	-
2	113	102	11	4	-
3	112	98	14	16	-
4	113	102	11	4	-
5	114	104	10	3	-
6	129	115	14	16	-
7	132	104	28	30	-
8	115	106	9	2	-
9	111	104	7	1	-
10	117	103	14	16	-
11	119	103	16	22	-
12	119	101	18	28	-
13	114	101	13	10	-
14	114	103	11	4	-
15	119	102	17	25	-
16	114	97	17	25	-
17	114	101	13	10	-
18	115	102	13	10	-
19	113	101	12	8	-

ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ต่อ)

คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์			อันดับที่	
	หลัง	ก่อน	ผลต่าง	บวก	ลบ
20	116	101	15	19	-
21	114	98	16	22	-
22	114	101	13	10	-
23	117	102	15	19	-
24	115	102	13	10	-
25	117	102	15	19	-
26	112	99	13	10	-
27	118	102	16	22	-
28	114	102	12	8	-
29	118	101	17	25	-
30	115	94	21	29	-
				431	**0**

จากตาราง N = 30 และ T = 0 แทนค่าลงในสูตร

$$Z = \frac{T - \frac{N(N+1)}{4}}{\sqrt{\frac{N(N+1)(2N+1)}{24}}}$$

$$= \frac{0 - \frac{30(30+1)}{4}}{\sqrt{\frac{30(30+1)(2(30)+1)}{24}}}$$

$$= \frac{-\frac{930}{4}}{\sqrt{2,363.75}}$$

$$= -4.78$$

** อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ Z = +2.58 และ -2.58)

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ หลังจัดกิจกรรม การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต

คนที่	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
1	4.20	0.60
2	4.10	0.70
3	4.77	0.42
4	4.67	0.47
5	4.67	0.47
6	4.57	0.56
7	4.77	0.42
8	4.67	0.54
9	4.73	0.51
10	4.80	0.48
11	4.80	0.40
12	4.73	0.44
13	4.70	0.46
14	4.67	0.47
15	4.23	0.72
16	4.23	0.72
17	4.83	0.37
18	4.13	0.81
19	4.43	0.76
20	4.00	0.86
21	4.70	0.46
22	4.60	0.61
23	4.67	0.54
24	4.13	0.85
25	4.33	0.70
26	4.00	0.73
27	4.03	0.80
28	4.77	0.42

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ หลังจัดกิจกรรม การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต (ต่อ)

คนที่	**ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)**	**ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)**
29	4.87	0.34
30	4.90	0.30
ค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X}$)	**4.52**	**0.65**

ภาคผนวก ง

- แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อ หุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต ชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้
- แบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
- แบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
- แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต
- แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต

แบบประเมินคุณภาพและความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ
แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)
ภายใต้หัวข้อ หุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต ชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้
****

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ／ลงในช่องระดับการประเมินตามรายการประเมิน เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุง พัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป โดยเกณฑ์การประเมินมีดังนี้

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
4 หมายถึง เหมาะสมมาก
3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
2 หมายถึง เหมาะสมน้อย
1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ 1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนสมบูรณ์และเหมาะสม 1.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้					
2. สาระสำคัญ 2.1 สาระสำคัญในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ถูกต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหา 2.2 สาระสำคัญบ่งชี้ถึงความคิดรวบยอดของเนื้อหา 2.3 สาระสำคัญเขียนได้ใจความ กะทัดรัด ไม่สับสน					
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ 3.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนถูกต้องครอบคลุมเนื้อหาสาระ 3.2 จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนานักเรียนด้านความรู้ ทักษะและเจตคติ 3.3 จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดและประเมินได้ 3.4 จุดประสงค์การเรียนรู้เรียงลำดับพฤติกรรมจากง่ายไปยาก					
4. เนื้อหา 4.1 เนื้อหาในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความถูกต้องตรงตามหลักวิชาการ 4.2 เนื้อหามีความเหมาะสมกับวัยและความสนใจของผู้เรียน 4.3 เนื้อหามีความทันสมัย ชัดเจน ไม่สับสน และตรวจสอบได้					

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
5. กิจกรรมการเรียนรู้ 5.1 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสม สอดคล้องจุดประสงค์และสาระการเรียนรู้ 5.2 กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลาย น่าสนใจ และกระตุ้นให้อยากเรียนรู้ 5.3 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ 5.4 ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมต่อการเรียนในเนื้อหาแต่ละแผน 5.5 กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง 5.6 กิจกรรมการเรียนรู้เสริมสร้างความรู้ ความคิด เจตคติ ทักษะ และค่านิยม					
6. สื่อการเรียนรู้ 6.1 สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 6.2 สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ 6.3 สื่อการเรียนรู้มีความหลากหลาย 6.4 สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับความสามารถและวัยของผู้เรียน					
7. การวัดผลประเมินผล 7.1 การวัดและประเมินผลครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ 7.2 เกณฑ์ที่ใช้วัดและประเมินผลชัดเจนและเข้าใจง่าย 7.3 การวัดและประเมินผลหลากหลาย และเน้นการประเมินตามสภาพจริง					

แบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

(แบบวัดความคิดอเนกนัยที่ใช้ภาพเป็นเนื้อหา)

คำชี้แจงในการทำแบบวัด

1. ให้เขียน ชื่อ-นามสกุล เลขที่ ชั้น ลงในการกระดาษคำตอบ ทั้ง 4 แผ่น ให้เรียบร้อย
2. แบบวัดฉบับนี้ มี 3 ตอน รวม 20 ข้อ เวลาในการทำแต่ละข้อได้กำหนดไว้ในแบบวัด และให้เวลาทบทวน 5 นาที รวมใช้เวลาในการทำแบบวัด ทั้งหมด 45 นาที ให้ทำทุกข้อ
3. แบบวัดมีลักษณะดังนี้ คือ

ตอนที่ 1 ข้อ 1 - 7 เป็นแบบการร่างภาพ (ข้อละ 2 นาที)

แต่ละข้อจะกำหนดรูปภาพมาให้ 1 รูป แล้วให้นักเรียนร่างภาพจากรูปที่กำหนดให้ เป็นภาพที่มีความหมายทางด้านวิทยาศาสตร์มาให้มากที่สุด พร้อมทั้งบอกว่าเป็นภาพอะไร ดังตัวอย่าง

(1) รูปที่กำหนดให้

ตัวอย่างภาพคำตอบ

เซลล์เม็ดเลือดแดง

เซลล์คุม

รอก

ฯลฯ

ตอนที่ 2 ข้อที่ 8 - 14 เป็นแบบการจัดกลุ่มของภาพตามลักษณะต่างๆ (ข้อละ 2 นาที)

แต่ละข้อจะกำหนดรูปภาพทางด้านวิทยาศาสตร์มาให้ 6 รูป แล้วให้นักเรียนหารูปที่มีลักษณะร่วมกันทางด้านวิทยาศาสตร์ อย่างน้อย 3 รูป มาให้มากที่สุด พร้อมทั้งบอกเหตุผลประกอบ ดังตัวอย่าง

(1) ภาพตัวอย่างที่กำหนดให้

ก **ข** **ค** **ง** **จ** **ฉ**

ตัวอย่างคำตอบ

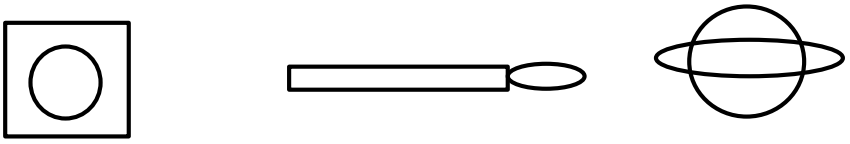
รูปที่มีลักษณะร่วม	เหตุผล
1. ~~ก~~ ข ค ~~ง~~ ~~จ~~ ฉ	เป็นพืชเหมือนกัน
2. ก ~~ข~~ ~~ค~~ ง จ ~~ฉ~~	เป็นสัตว์เหมือนกัน
3. ~~ก~~ ~~ข~~ ~~ค~~ ~~ง~~ ~~จ~~ ~~ฉ~~	ต้องการอาหารเพื่อดำรงชีวิต
ฯลฯ	

ตอนที่ 3 ข้อ 15 - 20 เป็นแบบการจัดทำสิ่งของ (ข้อละ 2 นาที)

แต่ละข้อจะกำหนดรูปภาพมาให้ 4 รูป แล้วให้นักเรียนเอารูปเหล่านั้นตั้งแต่ 2 รูป ขึ้นไป มาประกอบกันให้เป็นรูปที่มีความหมายทางด้านวิทยาศาสตร์มาให้มากที่สุด พร้อมทั้งบอกชื่อรูปภาพแต่ละรูปด้วยว่าเป็นรูปอะไร ดังตัวอย่าง

(1) ภาพตัวอย่าง

ตัวอย่างคำตอบ

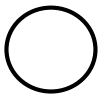


จานหลุม **แท่งคนสาร** **ดาวเสาร์** **ฯลฯ**

4. ถ้ามีข้อสงสัยให้ถามผู้ดำเนินการสอบให้เข้าใจ เพราะเมื่อเริ่มทำข้อสอบแล้วจะไม่มีโอกาสซักถามอีก

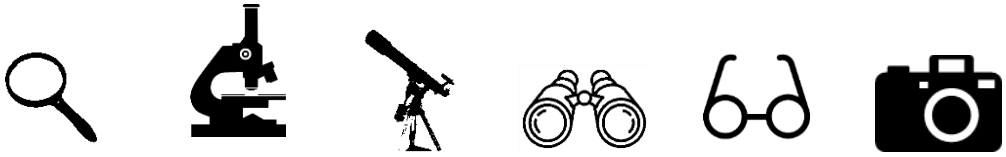
แบบวัดความคิดอเนกนัยที่ใช้ภาพเป็นเนื้อหา

ข้อ 1 - 7 รูปภาพที่กำหนด

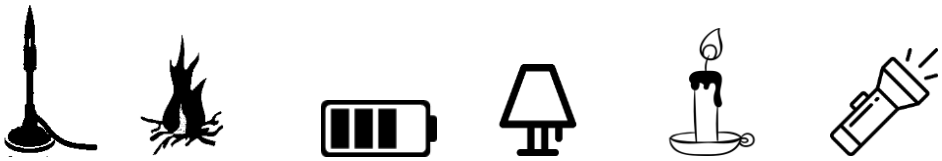
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
						

ข้อ 1.	**ข้อ 2.**
ข้อ 3.	**ข้อ 4.**
ข้อ 5.	**ข้อ 6.**
ข้อ 7.	

ข้อ 8 - 14 รูปภาพที่กำหนด

8	 ก ข ค ง จ ฉ

รูปที่มีลักษณะร่วม	เหตุผล
1. ก ข ค ง จ ฉ	
2. ก ข ค ง จ ฉ	
3. ก ข ค ง จ ฉ	
4. ก ข ค ง จ ฉ	

9	 ก ข ค ง จ ฉ

รูปที่มีลักษณะร่วม	เหตุผล
1. ก ข ค ง จ ฉ	
2. ก ข ค ง จ ฉ	
3. ก ข ค ง จ ฉ	
4. ก ข ค ง จ ฉ	

10	 ก ข ค ง จ ฉ

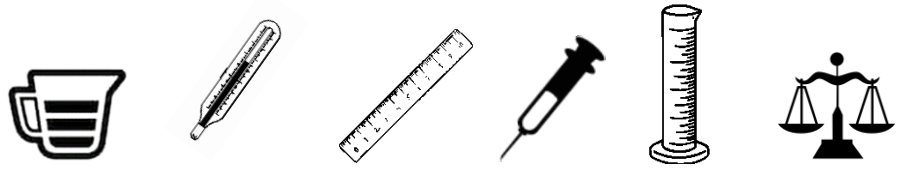
รูปที่มีลักษณะร่วม	เหตุผล
1. ก ข ค ง จ ฉ	
2. ก ข ค ง จ ฉ	
3. ก ข ค ง จ ฉ	
4. ก ข ค ง จ ฉ	

11	 ก ข ค ง จ ฉ

รูปที่มีลักษณะร่วม	เหตุผล
1. ก ข ค ง จ ฉ	
2. ก ข ค ง จ ฉ	
3. ก ข ค ง จ ฉ	
4. ก ข ค ง จ ฉ	

12	 ก ข ค ง จ ฉ

รูปที่มีลักษณะร่วม	เหตุผล
1. ก ข ค ง จ ฉ	
2. ก ข ค ง จ ฉ	
3. ก ข ค ง จ ฉ	
4. ก ข ค ง จ ฉ	

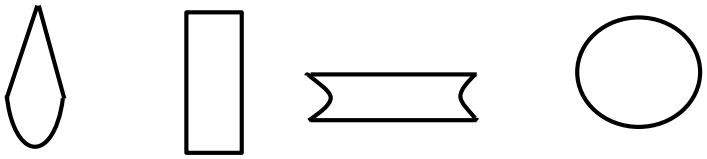
13	 ก ข ค ง จ ฉ

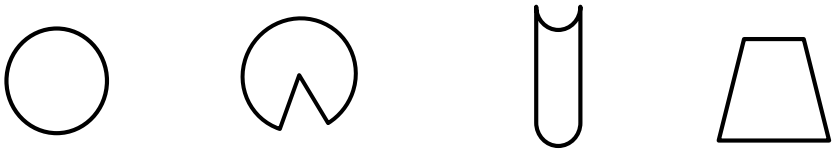
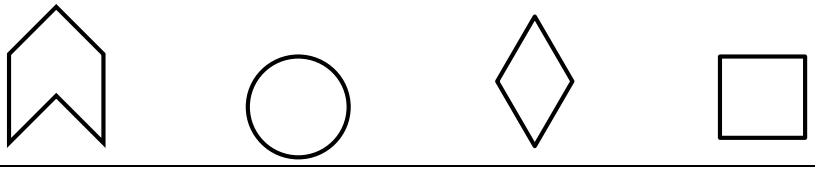
รูปที่มีลักษณะร่วม	เหตุผล
1. ก ข ค ง จ ฉ	
2. ก ข ค ง จ ฉ	
3. ก ข ค ง จ ฉ	
4. ก ข ค ง จ ฉ	

14	ก ข ค ง จ ฉ

รูปที่มีลักษณะร่วม	เหตุผล
1. ก ข ค ง จ ฉ	
2. ก ข ค ง จ ฉ	
3. ก ข ค ง จ ฉ	
4. ก ข ค ง จ ฉ	

ข้อ 15 – 20 รูปภาพที่กำหนด

15	
16	

17	
18	
19	
20	

แบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์

1. แบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ต้องการสอบถามความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต

2. แบบประเมินเจตคติฉบับนี้ไม่มีคำตอบใดถูกหรือผิด เนื่องจากความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละคนแตกต่างกัน และไม่มีผลต่อการเรียนของนักเรียน ดังนั้นขอให้นักเรียนตอบแบบประเมินให้ตรงกับความคิดเห็น หรือความรู้สึกของนักเรียนให้มากที่สุด

3. การตอบแบบประเมินเจตคติฉบับนี้ ให้นักเรียนอ่านข้อความในช่องข้อความอย่างละเอียดแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนซึ่งมี 5 ระดับ คือ

เห็นด้วยอย่างยิ่ง หมายถึง นักเรียนมีความคิดเห็นสอดคล้องกับข้อความนั้น*มากที่สุด*
เห็นด้วย หมายถึง นักเรียนมีความคิดเห็นสอดคล้องกับข้อความนั้น *มาก*
ไม่แน่ใจ หมายถึง นักเรียน*ไม่แน่ใจ*ว่ามีความคิดเห็นสอดคล้องกับข้อความนั้นหรือไม่
ไม่เห็นด้วย หมายถึง นักเรียนมีความคิดเห็น*ขัดแย้ง*กับข้อความนั้น *มาก*
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง หมายถึง นักเรียนมีความคิดเห็น*ขัดแย้ง*กับข้อความนั้น *มากที่สุด*

ดังตัวอย่างข้างล่างนี้

ข้อที่	**ข้อความ**	**ระดับความคิดเห็น**				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
0	วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องใกล้ตัวเรา		✓			

ความหมาย

ข้อ 0 นักเรียนมีความรู้สึก*เห็นด้วย*ว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องใกล้ตัวเรา

แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนพิจารณาข้อความแต่ละข้อความแล้วให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง ที่ตรงกับความคิดเห็น หรือความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ เพียงข้อละหนึ่งระดับเท่านั้น

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	คนที่เรียนวิทยาศาสตร์เก่งมักเป็นคนที่ไม่ยืดหยุ่น ตรงทื่อเหมือนไม้บรรทัด					
2	การเรียนวิทยาศาสตร์ทำให้ฉันเข้าใจอะไรยากขึ้น					
3	วิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดอ่านและทำงานอย่างมีระเบียบแบบแผน					
4	การเรียนวิทยาศาสตร์ทำให้เราเป็นคนมีเหตุผล รู้จักแก้ปัญหา					
5	วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนแล้วสนุกสนานเพลิดเพลิน					
6	เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ยากกว่าวิชาอื่น					
7	เรียนวิทยาศาสตร์ ช่วยให้ฉันแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ดีขึ้น					
8	การเรียนวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญในการประกอบอาชีพในอนาคต					
9	วิทยาศาสตร์ช่วยฝึกให้คนรู้จักแก้ปัญหาต่างๆ ได้ง่ายขึ้น					
10	ความรู้ที่ได้จากการเรียนวิทยาศาสตร์ สามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้ดี					
11	ฉันชอบทำกิจกรรมในวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่ากิจกรรมในวิชาอื่นๆ					
12	ฉันชอบศึกษาและติดตามอ่านหนังสือหรือวารสารที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์					
13	ฉันรู้สึกไม่สบายใจที่ทำคะแนนสอบวิชาวิทยาศาสตร์ได้น้อย					
14	ฉันภูมิใจเมื่อตอบปัญหาวิทยาศาสตร์ได้					
15	ฉันรู้สึกเครียดเมื่อต้องตอบคำถามในห้องเรียน					

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
16	การเรียนวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดความเครียด เพราะต้องขบคิดปัญหา					
17	ฉันสนุกกับการร่วมกิจกรรมต่าง ๆ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์					
18	ฉันรู้สึกประหม่าหรือกลัวเมื่อครูให้ตอบคำถามวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน					
19	ฉันรู้สึกง่วงนอนทุกครั้งในขณะเรียนวิชาวิทยาศาสตร์					
20	การสอนที่ครูใช้ทำให้บรรยากาศในการเรียนวิทยาศาสตร์เคร่งเครียด					
21	ฉัน ซักถามทันทีเมื่อเกิดข้อสงสัย					
22	ฉันยินดีที่จะทำกิจกรรมที่ครูแนะนำให้ทำเป็นพิเศษ					
23	แม้กิจกรรมในการเรียนรู้จะมาก ฉันก็ตั้งใจทำให้เสร็จทันเวลา					
24	เมื่อเวลาว่างฉัน เลือกที่จะอ่านหนังสืออื่นมากกว่าการอ่านหนังสือวิทยาศาสตร์					
25	ฉันเลือกที่ทำการบ้านวิชาอื่นมากกว่าจะทำวิชาวิทยาศาสตร์					
26	ฉันมักจะหลีกเลี่ยงเมื่อครูหรือเพื่อนแนะนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ๆ					
27	กิจกรรมในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่น่าเบื่อ					
28	ฉันจะอาสาสมัครกับเพื่อนๆ ทุกครั้ง ที่มีการทดลอง					
29	ฉันจะอ่านบทเรียนวิทยาศาสตร์มาล่วงหน้าก่อนถึงชั่วโมงเรียน					
30	ฉันจะเตรียมอุปกรณ์การเรียนให้พร้อมทุกครั้งที่มีการเรียนวิทยาศาสตร์					

แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต ชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา

****

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความพึงพอใจที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน โดยมีระดับความพึงพอใจ ดังนี้

5 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ**มากที่สุด**
4 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ**มาก**
3 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ**ปานกลาง**
2 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ**น้อย**
1 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ**น้อยที่สุด**

ที่	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1	กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ เหมาะสมกับนักเรียน					
2	กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเอง ทำให้มีทักษะในการแสวงหาความรู้					
3	กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนฝึกทักษะการแก้ปัญหา					
4	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำกิจกรรม ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
5	กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนกล้าแสดงออกมากขึ้น					
6	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถในการคิดของนักเรียน					
7	กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนกระตือรือร้นต่อการเรียน					
8	กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น มีน้ำใจและช่วยเหลือกัน					
9	กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้					
10	กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสนุกสนานและมีความสุขกับการเรียนรู้					

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

ชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ **จำนวน 20 ชั่วโมง**
เรื่อง สนุกกับหุ่นยนต์ **เวลา 3 ชั่วโมง**

สาระที่ 4 เทคโนโลยี
มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด ม.1/1 อธิบายแนวคิดหลักการเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันและวิเคราะห์สาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี

ตัวชี้วัด ม.1/2 คาดการณ์แนวโน้มเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้นโดยพิจารณาจากสาเหตุ หรือปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและวิเคราะห์เปรียบเทียบตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อชีวิตสังคม และสิ่งแวดล้อม

สาระสำคัญ

“หุ่นยนต์” ในภาษาอังกฤษคือคำว่า “โรบอท” (robot) มีรากศัพท์มาจากภาษาเช็ก ซึ่งความหมายว่า “ทาสผู้รับใช้” หุ่นยนต์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะการใช้งาน คือ 1) หุ่นยนต์ชนิดที่ติดตั้งอยู่กับที่ (fixed robot) เป็นหุ่นยนต์ที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปไหนได้ด้วยตัวเอง มีลักษณะเป็นแขนกล สามารถขยับและเคลื่อนไหวได้เฉพาะแต่ละข้อต่อ ภายในตัวเองเท่านั้น มักนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม 2) หุ่นยนต์ชนิดที่เคลื่อนที่ได้ (mobile robot) หุ่นยนต์ประเภทนี้จะแตกต่างจากหุ่นยนต์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ เพราะสามารเคลื่อนที่ไปไหนมาไหนได้ด้วยตัวเอง โดยการใช้ล้อหรือการใช้ขา เช่น หุ่นยนต์สำรวจดาวอังคาร ขององค์การนาซ่า

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อศึกษาวิวัฒนาการของเทคโนโลยีหุ่นยนต์ใน อดีต ปัจจุบัน และอนาคต
2. เพื่อศึกษาประเภทและลักษณะของหุ่นยนต์

สาระการเรียนรู้

1. วิวัฒนาการของเทคโนโลยีหุ่นยนต์
2. ประเภทและลักษณะของหุ่นยนต์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
   2.1 การคิดวิเคราะห์
   2.2 การคิดสร้างสรรค์

3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
   3.1 กระบวนการทำงานกลุ่ม
4. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

1. ร่วมกันสนทนาซักถามนักเรียนว่า วันที่ 2 กุมภาพันธ์ของทุกปี เป็นวันสำคัญอย่างไร (วันนักประดิษฐ์ เพื่อเฉลิมพระเกียรติและเผยแพร่พระเกียรติคุณ และเพื่อให้ประชาชนเจริญรอยตามเบื้องยุคลบาท รวมทั้งปลูกฝัง เสริมสร้าง และส่งเสริม ให้เยาวชนไทยให้มีทุนทางสังคมของความเป็นนักประดิษฐ์ คิดค้น พัฒนา และส่งเสริมนักประดิษฐ์ให้ร่วมมือร่วมใจในการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม ความเจริญ และความมั่นคงของประเทศชาติ) ถามนักเรียนว่า “พระบิดาแห่งการประดิษฐ์ไทย” คือใคร (หากนักเรียนไม่ทราบอนุญาตให้นักเรียนสืบค้นจากสมาร์ทโฟนได้ ซึ่งพระบิดาแห่งการประดิษฐ์ไทย คือ พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช (ร.9)) และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในพระอัจฉริยะภาพของพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ด้านเทคโนโลยีวิทยาศาสตร์ ที่ทรงได้รับการสดุดีเทิดพระเกียรติ เป็นผลงานที่ทรงคุณค่าและมีประโยชน์อย่างยิ่งแก่ประชาชน โดยใช้ PowerPoint เรื่อง สนุกกับหุ่นยนต์ สไลด์ที่ 1-5 ประกอบการสนทนา

2. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ ภาระงาน/ชิ้นงาน และเกณฑ์การประเมินผลตามกิจกรรม

3. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 6 คน โดยแต่ละกลุ่มคละระดับชั้นคละระดับความรู้ความสามารถ เก่ง ปานกลาง อ่อน และแบ่งหน้าที่รับผิดชอบดังนี้

   3.1 หัวหน้า (Leader) ทำหน้าที่เป็นผู้นำในการดำเนินกิจกรรม อ่านคำชี้แจง มอบหมายงานสมาชิกให้ทำด้วยความสามัคคี

   3.2 ผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) ทำหน้าที่รับ/ส่ง ดูแลรักษาอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรม

   3.3 ผู้บันทึก (Recorder) ทำหน้าที่บันทึกผลที่ได้จากการทำกิจกรรม

   3.4 ผู้นำเสนอ (Presenter) ทำหน้าที่นำเสนอผลการอภิปรายกลุ่มที่ได้จากการทำกิจกรรม

4. นักเรียนทำกิจกรรม “หุ่นยนต์บังคับมือ” โดยจัดชุดหุ่นยนต์บังคับมือ จำนวน 3 แบบ ให้นักเรียนสังเกต แล้วสนทนาเกี่ยวกับหลักการทำงานของหุ่นยนต์บังคับมือและวัสดุที่นำมาใช้ ซึ่งทำมาจากเศษไม้อัด หรือไม้ไผ่ที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น จากนั้นร่วมกันแสดงความคิดเห็นตามประเด็นต่อไปนี้

   4.1 ก่อนที่จะมีสิ่งประดิษฐ์ “หุ่นยนต์บังคับมือ” นักเรียนคิดว่าผู้ประดิษฐ์มีแนวคิดหรือปัญหาอย่างไร (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลาย)

   4.2 มีหลักการใดบ้างที่เกี่ยวข้อง (การเปลี่ยนพลังงาน)

   4.3 นักเรียนจะออกแบบหุ่นยนต์บังคับมือลักษณะอื่นได้หรือไม่ อย่างไร (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลาย)

5. ร่วมกันสรุปผลการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนตามประเด็น ประกอบ PowerPoint เรื่อง สนุกกับหุ่นยนต์ สไลด์ที่ 6-10 ซึ่งจะเห็นได้ว่า “หุ่นยนต์บังคับมือ” ที่นักเรียนเห็น เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่

เกี่ยวข้องกับหลักการวิทยาศาสตร์ (Science) เรื่องการเปลี่ยนพลังงาน ซึ่งหุ่นยนต์บังคับมือจัดเป็นเทคโนโลยี (Technology) ที่เกิดจากการประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการประดิษฐ์สิ่งของต่างๆ โดยใช้หลักวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) เกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนารูปร่าง และใช้หลักคณิตศาสตร์ (Mathematics) ในเรื่องรูปทรงเรขาคณิต และการวัด สอดคล้องกับแนวคิดสะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education : STEM)

ชั่วโมงที่ 2

1. ร่วมกันทบทวนเกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์หุ่นยนต์บังคับมือ เพื่อกระตุ้นและเชื่อมความสัมพันธ์กับเนื้อหาการเรียนรู้

2. นักเรียนทำกิจกรรม “หุ่นยนต์...ไต่ราว” โดยจัดชุดหุ่นยนต์...ไต่ราว จำนวน 1 ชุด ให้นักเรียนสังเกต แล้วสนทนาเกี่ยวกับหลักการทำงานของหุ่นยนต์...ไต่ราว และวัสดุที่นำมาใช้ ซึ่งทำมาจากเศษไม้อัด หรือไม้ไผ่ที่หาง่ายในท้องถิ่น จากนั้นร่วมกันทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการเชิงวิศวกรรมศาสตร์ 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification)

1.1 ครูกำหนดสถานการณ์ ดังนี้

“ณ หมู่บ้านแห่งหนึ่ง เกิดสถานการณ์ภัยธรรมชาติอย่างหนัก คนในหมู่บ้านมีความต้องการอพยพย้ายถิ่นฐานออกจากหมู่บ้าน แต่เส้นทางออกจากหมู่บ้านถูกตัดขาด ในฐานะที่นักเรียนเป็นกำลังหลักสำคัญของหมู่บ้าน จึงต้องหาวิธีข้ามฝั่งเพื่อออกจากหมู่บ้านให้ได้อย่างปลอดภัย” จากสถานการณ์ดังกล่าวให้นักเรียน ระดมความคิดเพื่อแก้ปัญหา ตามเงื่อนไขที่กำหนดคือใช้อุปกรณ์ชุดหุ่นยนต์...ไต่ราว ในการแก้ปัญหา

1.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสถานการณ์ที่กำหนด ในประเด็นต่อไปนี้

1.2.1 ปัญหาจากสถานการณ์คืออะไร (จะมีวิธีข้ามฝั่งเพื่อออกจากหมู่บ้านได้อย่างไร)

1.2.2 เงื่อนไขจากสถานการณ์นี้คืออะไร (อุปกรณ์ที่ใช้คือชุดหุ่นยนต์...ไต่ราว)

1.2.3 หลักการหรือแนวทางที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหานี้คืออะไร (พิจารณาจากชุดหุ่นยนต์...ไต่ราว ได้แก่ หลักการของมอเตอร์ หลักการทำงานของไดนาโม หลักการสร้างแบบจำลอง เป็นต้น เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลาย)

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

2.1 นักเรียนสืบค้นข้อมูล ร่วมกันศึกษาและอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

- หลักการทำงานของมอเตอร์ และไดนาโม (ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง มอเตอร์และไดนาโม หรือสืบค้นทางอินเตอร์เน็ต)
- สมบัติของวัสดุ (ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง สมบัติของวัสดุ หรือสืบค้นทางอินเตอร์เน็ต)
- การเคลื่อนที่ 1 มิติ (ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง การเคลื่อนที่ 1 มิติ หรือสืบค้นทางอินเตอร์เน็ต)

2.2 ร่วมกันอภิปรายและสรุปประเด็นความรู้ โดยใช้ PowerPoint เรื่อง สนุกกับหุ่นยนต์ สไลด์ที่ 11-13 ตามแนวทางต่อไปนี้

- มอเตอร์และไดนาโม มีหลักการทำงานอย่างไร (มอเตอร์ เป็นอุปกรณ์เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ส่วนไดนาโมเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า)

- วัสดุมีสมบัติอย่างไรและควรเลือกใช้วัสดุอย่างไร (วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติบางอย่างคล้ายคลึงกัน และมีสมบัติบางอย่างแตกต่างกัน สมบัติของวัสดุมีหลายอย่าง เช่น ความแข็ง ความเหนียว การนำความร้อน การนำไฟฟ้า ความยืดหยุ่น เป็นต้น ดังนั้น การนำวัสดุมาใช้ผลิตเป็นสิ่งของ จึงต้องพิจารณาจากสมบัติของวัสดุ เพื่อคุณภาพตามที่ต้องการ)

- การเคลื่อนที่ 1 มิติ มีลักษณะอย่างไร (การเคลื่อนที่หนึ่งมิติหรือการเคลื่อนที่แนวเส้นตรงคือ การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งอย่างต่อเนื่องตามเวลาที่ผ่านไป มีจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้าย โดยก่อให้เกิดทิศทางและระยะทาง)

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

3.1 นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบวิธีการที่จะทำให้หุ่นยนต์...ไต่ราว เคลื่อนที่จากฝั่งหนึ่งไปยังอีกฝั่งหนึ่ง โดยใช้ชุดกิจกรรมหุ่นยนต์...ไต่ราว และใช้วัสดุที่กำหนดให้เท่านั้น (ใบกิจกรมที่ 1.1 เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์)

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนการทำงานและดำเนินการตามแบบที่ได้ร่วมกันคิดออกแบบวิธีการที่จะให้หุ่นยนต์...ไต่ราว เคลื่อนที่จากฝั่งหนึ่งไปยังอีกฝั่งหนึ่ง ตามที่ได้ออกแบบไว้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)

5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์...ไต่ราว โดยประกอบตำแหน่งหุ่นยนต์ตามที่ออกแบบไว้แล้ว แล้วทำการปั่นไดนาโมเพื่อสร้างกระแสไฟฟ้าจนหุ่นยนต์เกิดการเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้ายของราวที่กำหนด

5.2 นักเรียนสามารถปรับปรุงแก้ไขหุ่นยนต์ให้มีการเคลื่อนที่เร็วขึ้น และทำการแข่งขันกันในแต่ละกลุ่มโดยกลุ่มที่ ใช้เวลาในการเคลื่อนจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้ายน้อยที่สุด จะเป็นผู้ชนะ

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

6.1 นักเรียนนำเสนอและร่วมกันอภิปรายแนวคิดและวิธีการออกแบบหุ่นยนต์...ไต่ราว ตลอดจนวิธีการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน

6.2 ร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างหุ่นยนต์...ไต่ราว

3. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายตามแนวทางต่อไปนี้

3.1 จากการทำกิจกรรมการปั่น “หุ่นยนต์...ไต่ราว” นักเรียนคิดว่ากิจกรรมนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในเรื่องอะไรได้บ้าง (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลาย)

3.2 นักเรียนจะสามารถนำหลักการสร้าง “หุ่นยนต์...ไต่ราว” นี้ออกแบบหุ่นยนต์ลักษณะอื่นได้หรือไม่ อย่างไร (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลาย)

4. ร่วมกันสรุปผลการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนตามประเด็น ประกอบ PowerPoint เรื่อง สนุกกับหุ่นยนต์ สไลด์ที่ 14-15 ซึ่งจะเห็นได้ว่า “หุ่นยนต์...ไต่ราว” ที่นักเรียนเห็น เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับหลักการวิทยาศาสตร์ (**Science**) เรื่องการเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นเทคโนโลยี (**Technology**) ที่สร้างมาจากเลียนแบบการไต่ราวของมนุษย์เพื่อเคลื่อนที่ไปฝั่งตรงข้าม โดย

ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ (**Engineering**) ในการออกแบบและพัฒนารูปร่างเพื่อการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ และใช้หลักคณิตศาสตร์ (**Mathematics**) ในเรื่องรูปทรงเรขาคณิต และการวัดมาออกแบบการสร้างและประกอบหุ่นยนต์

ชั่วโมงที่ 3

1. ร่วมกันทบทวนเกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์หุ่นยนต์...ไต่ราว เพื่อกระตุ้นและเชื่อมความสัมพันธ์กับเนื้อหาการเรียนรู้
2. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ ภาระงาน/ชิ้นงาน และเกณฑ์การประเมิน
3. นักเรียนจัดกลุ่มเช่นเดิม มอบหมายหน้าที่ภายในกลุ่ม ได้แก่ หัวหน้ากลุ่ม เลขานุการ ผู้อำนวยความสะดวก ผู้นำเสนอ จากนั้น สมาชิกผู้ทำหน้าที่ผู้อำนวยความสะดวกรับกระดาษ A4 จากครูมากกว่าจำนวนสมาชิกในกลุ่ม 1 แผ่น
4. นักเรียนชมวีดิทัศน์ เรื่อง “เทคโนโลยี หุ่นยนต์ จากอดีต ปัจจุบัน และอนาคต” โดยระหว่างที่ชมให้เขียนคำสำคัญ (Keywords) ที่ได้รับชมจากวีดิทัศน์ลงในกระดาษ A4 จำนวน 1 แผ่น เมื่อชมวีดิทัศน์จบสมาชิกในกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์และสรุปเนื้อหา เกี่ยวกับเทคโนโลยีหุ่นยนต์ จากอดีต ปัจจุบัน และอนาคต
5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายตามแนวทางต่อไปนี้

    5.1 เทคโนโลยีหุ่นยนต์ ในอดีตมีลักษณะอย่างไร (เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างด้วยเครื่องจักรกลเพื่อช่วยงานที่มนุษย์ไม่สามารถทำได้)

    5.2 เทคโนโลยีหุ่นยนต์ปัจจุบันมีลักษณะอย่างไร (เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม)

    5.3 เทคโนโลยีหุ่นยนต์ในอนาคตมีลักษณะอย่างไร (เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่มีรูปร่างและการทำงานคล้ายสิ่งมีชีวิต)
6. นักเรียนแสดงความคิดเห็นประเด็นที่ว่า เทคโนโลยีหุ่นยนต์มีความเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันของนักเรียนอย่างไร (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลาย)
7. นักเรียนและครูร่วมแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับพฤติกรรมการทำงานกลุ่มและให้ข้อแนะนำสำหรับพฤติกรรมที่ควรปรับปรุงในคราวต่อไป

กิจกรรมเสนอแนะ

-

สื่อ/นวัตกรรม และแหล่งการเรียนรู้

1. หุ่นยนต์บังคับมือ จำนวน 3 แบบ (ครูจัดเตรียมไว้ล่วงหน้า)
2. ชุดหุ่นยนต์...ไต่ราว
3. วีดิทัศน์ เรื่อง เทคโนโลยี หุ่นยนต์ จากอดีต ปัจจุบัน และอนาคต ที่มา https://www.youtube.com/watch?v=mnuWVxvVUiY
4. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง มอเตอร์และไดนาโม
5. ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง สมบัติของวัสดุ
6. ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง การเคลื่อนที่ 1 มิติ

7. ใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์
8. คอมพิวเตอร์
9. ห้องคอมพิวเตอร์
10. เครื่องฉายภาพ (Projector)
11. สไลด์ PowerPoint เรื่อง สนุกกับหุ่นยนต์

การวัดผลและประเมินผล

ชิ้นงาน/ภาระงาน	**วิธีประเมิน**	**เครื่องมือประเมิน**	**เกณฑ์การประเมินผล**
1. ใบกิจกรรมที่ 1.1	ตรวจใบกิจกรรมที่ 1.1	แบบตรวจใบกิจกรรมที่ 1.1	ระดับ 3 ขึ้นไป
2. คุณลักษณะ	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	ระดับ 2 ขึ้นไป

ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง มอเตอร์และไดนาโม

มอเตอร์ คือ เครื่องกลที่ใช้สำหรับเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า ออกมาเป็นพลังงานกล ส่วนประกอบที่สำคัญของมอเตอร์

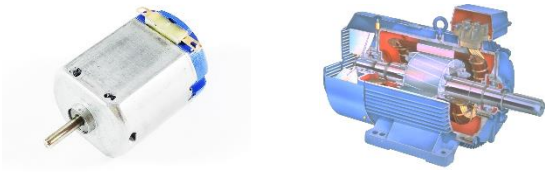
1. ขั้วแม่เหล็ก N และ S ซึ่งทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็ก ในมอเตอร์ ขั้วแม่เหล็ก อาจเป็นแม่เหล็กถาวร หรืออาจทำจากแม่เหล็กไฟฟ้าก็ได้ ในมอเตอร์ เรียกขั้วแม่เหล็ก N และ S นี้ว่า สเตเตอร์ (Stator)

2. ขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature) ซึ่งหมุนได้รอบตัว เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าไป ใน ขดลวดอาร์เมเจอร์ ที่วางอยู่ในสนามแม่เหล็ก จะทำให้เกิดแรงกระทำต่อขดลวด แล้วเกิดโมเมนต์คู่ควบ หมุนขดลวดอาร์เมเจอร์

3. วงแหวนผ่าซีก หรือ Commutator เป็นส่วนประกอบสำคัญ ที่จะทำให้กระแสที่ไหล ผ่านขดลวดอาร์เมเจอร์ ไหลในทิศที่ทำให้เกิดโมเมนต์คู่ควบ หมุนขดลวดอาร์เมเจอร์ในทิศเดียวกันตลอดเวลา

4. แปรงคาร์บอน ทำหน้าที่สัมผัสเบาๆ กับ Commutator โดยที่แปรงทั้งสองอยู่กับที่ และ ใช้สำหรับต่อกับวงจรไฟฟ้า

ลักษณะของมอเตอร์นั้น คล้ายไดนาโม แต่มีส่วนที่สำคัญคือ แหวนครึ่งซีก เพื่อทำหน้าที่ บังคับให้กระแสวิ่งอยู่ทางเดียว ถ้าไม่มีแหวนครึ่งซีกแล้ว ขดลวดจะพลิกกลับไปมา

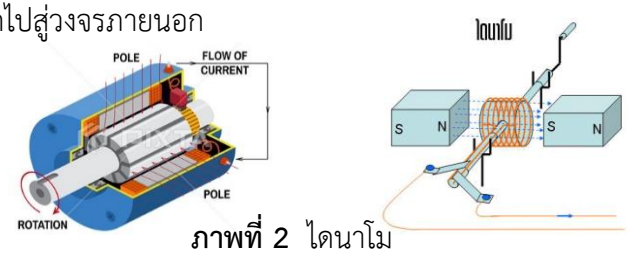


ภาพที่ 1 DC มอเตอร์

ไดนาโม คือ "เครื่องมือเปลี่ยนพลังงานกล เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยหลักการ เหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า" สิ่งที่ช่วยจ่ายกระแสออกเป็นกระแสตรงหรือสลับ คือ วงแหวน มีอยู่ 2 ชนิด

1. วงแหวนลื่น (Slip Rings) เป็นวงแหวนทองแดงวงกลม มีหน้าที่จ่ายกระแสสลับจาก ขดลวดอาร์เมเจอร์ ออกไปสู่วงจรภายนอก ใช้กับไดนาโมกระแสสลับ

2. วงแหวนแยก (Split Rings) เป็นวงแหวนผ่าซีก แต่ละซีกต่ออยู่กับปลายขดลวด อาร์เมเจอร์แต่ละข้าง วงแหวนชนิดนี้มักเรียกว่า Commutator มีหน้าที่เปลี่ยนกระแสสลับจากขดลวดอาร์เมเจอร์ เป็นกระแสตรง ใช้กับไดนาโม กระแสตรง วงแหวนแต่ละข้างจะเป็น Slip Rings หรือ Commutator ก็ตาม จะมีแท่งคาร์บอน ซึ่งต่ออยู่กับวงจรภายนอก มาแตะสัมผัสอยู่กับวง แหวน เรียกว่า แปรง (Brush) เพื่อรับไฟฟ้าจากอาร์เมเจอร์ ออกไปสู่วงจรภายนอก



ภาพที่ 2 ไดนาโม

ที่มา : http://deawphysics.blogspot.com/2010/10/blog-post.html

ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง สมบัติของวัสดุ

วัสดุ คือ สิ่งที่นำมาทำสิ่งของเครื่องใช้ต่างๆ วัสดุรอบตัวเรามีทั้งวัสดุธรรมชาติ ซึ่งได้มาจากสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต เช่น ไม้ ขนสัตว์ ไยไหม เปลือกหอย ดินเหนียว หิน ทราย และวัสดุสังเคราะห์ เช่น พลาสติก เส้นใยสังเคราะห์

สมบัติของวัสดุ มีดังต่อไปนี้

1. ความยืดหยุ่น

ความยืดหยุ่น หมายถึง ลักษณะที่วัตถุนั้นสามารถกลับคืนรูปร่างทรงเดิมได้ หลังจากแรงที่มากระทำต่อวัตถุหยุดกระทำต่อวัตถุนั้น วัสดุแต่ละชนิดมีสภาพยืดหยุ่นไม่เท่ากัน บางชนิดต้องออกแรงมากๆ สภาพยืดหยุ่นยังคงอยู่ แต่บางชนิดเมื่อออกแรงมากเกินไปก็หมดสภาพยืดหยุ่นได้ ส่วนวัสดุที่เราออกแรงกระทำแล้ว วัสดุเกิดการเปลี่ยนรูปร่างหรือขนาด แต่เมื่อหยุดออกแรง วัสดุไม่คืนสภาพเดิม เราเรียกวัสดุนั้นว่า วัสดุไม่มีความยืดหยุ่น เช่น ดินน้ำมัน ไม้ แผ่นพลาสติก กระดาษ

2. ความแข็งของวัสดุ

ความแข็ง หมายถึง ความทนทานต่อกรตัดและการขูดขีด วัสดุที่มีความแข็งมากจะทนทานต่อการขูดขีดมาก เช่น ตะปูกับไม้ เมื่อเราเอาตะปูไปขูดกับไม้ จะพบว่า ไม้เกิดรอย นั้นแสดงว่า วัสดุใดที่เกิดรอยจะมีความแข็งน้อยกว่าวัสดุที่ไม่เกิดรอย แสดงว่า ตะปูมีความแข็งมากกว่าไม้

3. ความเหนียวของวัสดุ

ความเหนียวหมายถึง ความสามารถในการรับน้ำหนักของวัสดุ ดึงขาดยาก ถ้าเราทำการพิจารณาด้านความเหนียวสามารถทำได้ 2 วิธี คือ ความสามารถในการดึงเป็นเส้น และความสามารถในการตีเป็นแผ่นบางได้

4. การนำความร้อนของวัสดุ

การนำความร้อน หมายถึง การถ่ายเทพลังงานความร้อนจากอนุภาคหนึ่งสู่อนุภาคหนึ่ง และถ่ายทอดกันไปเรื่อยๆ ภายในเนื้อของวัตถุ วัสดุแต่ละชนิดสามารถนำความร้อนได้แตกต่างกัน วัสดุที่นำความร้อนได้ดีจะถ่ายเทพลังงานความร้อนได้เร็ว และมาก เมื่อวัสดุชนิดนั้นได้รับความร้อนที่บริเวณใดบริเวณหนึ่ง จะถ่ายโอนความร้อนไปสู่บริเวณอื่นด้วย วัสดุบางชนิดไม่นำความร้อน เราจึงสามารถจำแนกสมบัติการนำความร้อนของวัสดุได้ 2 ประเภท คือตัวนำความร้อน และฉนวนความร้อน

5. การนำไฟฟ้า

การนำไฟฟ้า หมายถึง สมบัติยอมให้ประจุไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ และสามารถแสดงอำนาจไฟฟ้าออกมา ซึ่งวัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติการนำไฟฟ้าที่แตกต่างกัน ดังนี้

ตัวนำไฟฟ้า วัสดุที่ยอมให้ประจุไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ ได้แก่ โลหะต่างๆ เช่น ทองแดง เงิน เหล็ก อะลูมิเนียม

ตัวนำไฟฟ้าที่ดีที่สุด คือ เงิน (แต่ไม่นิยม เพราะราคาแพง)

อโลหะที่สามารถนำไฟฟ้าได้ คือ แกรไฟต์

ฉนวนไฟฟ้าวัสดุที่ไม่ยอมให้ประจุไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหรือผ่านได้น้อยมาก เช่น ไม้ แก้ว กระดาษ ยาง พลาสติก

(**ที่มา** : https://kruinntrpp.wordpress.com/)

ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง การเคลื่อนที่ 1 มิติ

การเคลื่อนที่ (Motion) หมายถึง ขบวนการอย่างหนึ่งที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งอย่างต่อเนื่องตามเวลาที่ผ่านไป โดยมีปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ ได้แก่ ระยะทาง การกระจัด อัตราเร็ว ความเร็ว อัตราเร่ง และความเร่ง

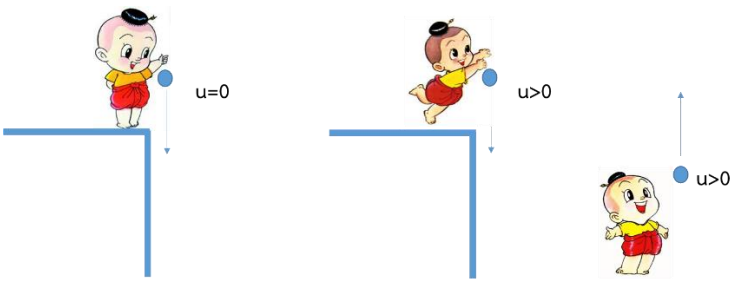
การเคลื่อนที่ 1 มิติ หรือการเคลื่อนที่แนวตรง หมายถึง การเคลื่อนที่ของวัตถุตามแนวเส้นตรง โดยไม่ออกจากแนวเส้นตรงของการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่แนวตรง แบ่งได้เป็น 2 กรณี คือ การเคลื่อนแนวตรงตามแนวราบ และการเคลื่อนที่แนวตรงตามแนวดิ่ง

1. การเคลื่อนแนวตรงตามแนวราบ เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุขนานกับพื้นโลก เช่น รถยนต์ที่กำลังแล่นอยู่บนถนน

ภาพที่ 1 การเคลื่อนแนวตรงตามแนวราบ

2. การเคลื่อนที่แนวตรงตามแนวดิ่ง เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกอย่างอิสระภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกเพียงแรงเดียว การเคลื่อนที่ลักษณะนี้จะไม่คิดแรงต้านของอากาศ การตกอย่างอิสระวัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งค่าหนึ่ง เรียกว่า ความเร่งโน้มถ่วง (Gravitational acceleration) เขียนแทนด้วย g ซึ่งมีค่า g = 9.80665 m/s^2 แต่ใช้ค่าประมาณ 9.8 หรือ 10 m/s^2 ในการคำนวณ ลักษณะของการเคลื่อนที่มี 3 ลักษณะ

2.1) ปล่อยลงในแนวดิ่งด้วยความเร็วต้นเท่ากับศูนย์ (u=0)
2.2) ปาลงในแนวดิ่งด้วยความเร็วต้น (u>0)
2.3) ปาขึ้นในแนวดิ่งด้วยความเร็วต้น (u>0)



ภาพที่ 2 การเคลื่อนแนวตรงตามแนวดิ่ง

ใบกิจกรมที่ 1.1
เรื่อง การออกแบบวิธีการสร้างหุ่นยนต์...ไต่ราว

คำชี้แจง ให้แต่ละกลุ่มออกแบบรูปแบบและวิธีการเพื่อที่จะให้หุ่นยนต์ไต่ราวสามารถเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้ายที่ใช้เวลาในการเคลื่อนที่น้อยที่สุด จากนั้นเลือกรูปแบบและวิธีการที่ตรงกับความต้องการมากที่สุด

แบบสังเกตพฤติกรรม

ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 **ชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้**

กลุ่มที่.....

คำชี้แจง แบบสังเกตพฤติกรรมฉบับนี้ใช้สำหรับครูประเมินพฤติกรรมนักเรียนตามรายการสังเกต โดยมีระดับคะแนน 4 ระดับตามเกณฑ์การให้คะแนนที่แนบมา

ที่	ชื่อ – สกุล	รายการสังเกต		รวม
		มีวินัย (3)	ใฝ่เรียนรู้ (3)	
1				
2				
3				
4				
5				
6				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรม

รายการพฤติกรรม	ระดับคะแนน
ใฝ่เรียนรู้	
- เข้าเรียนตรงเวลา สนใจฟังคำแนะนำของครูผู้สอนด้วยความตั้งใจ มีความกระตือรือร้น ในการทำกิจกรรม ซักถามและศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม	3
- เข้าเรียนตรงเวลา สนใจฟังคำแนะนำของครูผู้สอนด้วยความตั้งใจ มีความกระตือรือร้น ในการทำกิจกรรม	2
- เข้าเรียนค่อนข้างช้า ฟังคำแนะนำของครูผู้สอนโดยต้องตักเตือนเป็นบางครั้ง ไม่กระตือรือร้นในการทำกิจกรรม	1
- เข้าเรียนช้า ไม่ฟังคำแนะนำของครูผู้สอน มีการตักเตือนบ่อยครั้ง ไม่กระตือรือร้นในการทำกิจกรรม	0
มุ่งมั่นในการทำงาน	
- ตั้งใจและรับผิดชอบ ด้วยความพยายามและอดทนทำงานจนสำเร็จ ภายในเวลาที่กำหนด เป็นแบบอย่างที่ดี	3
- ตั้งใจและรับผิดชอบ ด้วยความพยายามและอดทนทำงานจนสำเร็จ ช้ากว่ากำหนด 1 วัน	2
- ตั้งใจและรับผิดชอบ ด้วยความพยายามและอดทนทำงานจนสำเร็จ โดยต้องตักเตือนบ้าง ช้ากว่ากำหนด 2-3 วัน	1
- ไม่ตั้งใจทำงาน ต้องตักเตือนบ่อยครั้ง ไม่ส่งงานที่รับผิดชอบ	0

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

ชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ **จำนวน 20 ชั่วโมง**
เรื่อง หุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต **เวลา 4 ชั่วโมง**

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด ม.2/1 คาดการณ์แนวโน้มเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้นโดยพิจารณาจากสาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและวิเคราะห์เปรียบเทียบตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อชีวิตสังคม และสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด ม.3/1 วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่นโดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ รวมทั้งประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์ สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยี

สาระสำคัญ

การเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมรอบตัวเราในปัจจุบันและอนาคตมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา สิ่งเหล่านี้มักแทนที่ด้วยเทคโนโลยีล้ำสมัย เกิดนวัตกรรมใหม่ๆขึ้นมาอย่างรวดเร็ว ซึ่งหุ่นยนต์ก็เป็นนวัตกรรมใหม่ที่เป็นทางเลือกหนึ่งทำนำมาแทนที่สิ่งต่างในชีวิตประจำวันเราอย่างปฏิเสธไม่ได้ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวล้วนมีอิทธิต่อการดำรงชีวิตอย่างยิ่ง การเปลี่ยนแปลงในโลกอนาคตไม่ใช่แค่เทคโนโลยี แต่รวมถึงการเปลี่ยนทางสังคม วัฒนธรรม และ เศรษฐกิจ

ปัจจุบันนี้วิทยาการหุ่นยนต์ได้ก้าวหน้าไปมาก หุ่นยนต์เริ่มที่จะมีความคิดตัดสินใจเองได้ จากฐานความรู้ที่มีอยู่เดิม และมีกำลังที่จะทำงานมากขึ้นในขณะที่อุปกรณ์เล็กลง ทั้งนี้เนื่องจากระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถคำนวณในสิ่งที่ซับซ้อนได้เร็วขึ้น และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำหุ่นยนต์มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งในอนาคตนั้นหุ่นยนต์จะก้าวเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในชีวิตประจำวันของ มนุษย์อย่างแน่นอน เราสามารถที่จะนำวิทยาการหุ่นยนต์เข้ามาใช้ในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อศึกษาการนำหุ่นยนต์มาใช้งานด้านต่างๆ ในอนาคต
2. เพื่อศึกษาวิทยาการหุ่นยนต์ในอนาคต

สาระการเรียนรู้

1. การนำหุ่นยนต์มาใช้งานด้านต่างๆ ในอนาคต
2. วิทยาการหุ่นยนต์ในอนาคต

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
   2.1 การคิดวิเคราะห์
   2.2 การคิดสร้างสรรค์
3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
   3.1 กระบวนการทำงานกลุ่ม
4. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มีจิตสาธารณะ

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

1. ครูทบทวนกิจกรรมการหลังชมวีดิทัศน์ สารคดีเรื่อง “เทคโนโลยี หุ่นยนต์ จากอดีต ปัจจุบัน และอนาคต” หลังวิเคราะห์และสรุปเนื้อหา เกี่ยวกับเทคโนโลยีหุ่นยนต์ จากอดีต ปัจจุบัน และอนาคต ในชั่วโมงที่ผ่านมา ได้ว่า

- เทคโนโลยีหุ่นยนต์ ในอดีตสร้างขึ้นด้วยเครื่องจักรกลเพื่อช่วยงานที่มนุษย์ไม่สามารถทำได้
- เทคโนโลยีหุ่นยนต์ปัจจุบันสร้างขึ้นเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม
- เทคโนโลยีหุ่นยนต์ในอนาคตสร้างขึ้นโดยมีรูปร่างและการทำงานคล้ายสิ่งมีชีวิตมากที่สุด

2. นักเรียนและครูร่วมกันสนทนาถึงความหมายของคำว่า “ปัญญาประดิษฐ์” หรือ AI (Artificial Intelligence) นักเรียนร่วมกันสืบค้นเพื่อหาความหมายของคำว่าปัญญาประดิษฐ์ (ปัญญาประดิษฐ์ เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีพื้นฐานมาจากวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ชีววิทยา จิตวิทยา ภาษาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ เป้าหมายคือ การพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ให้มีพฤติกรรมเลียนแบบมนุษย์ รวมทั้งเลียนแบบความเป็นอัจฉริยะของมนุษย์)

3. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ ภาระงาน/ชิ้นงาน และเกณฑ์การประเมินผลตามกิจกรรม

4. นักเรียนจัดกลุ่มเช่นเดิม มอบหมายหน้าที่ภายในกลุ่ม ได้แก่ หัวหน้ากลุ่ม เลขานุการ ผู้อำนวยความสะดวก ผู้นำเสนอ โดยบางหน้าที่อาจมี 2 คนได้ จากนั้นสมาชิกผู้ทำหน้าที่อำนวยความสะดวกรับกระดาษ A4 จากครูมากกว่าจำนวนสมาชิก 1 แผ่น

5. นักเรียนชมวีดิทัศน์ เรื่อง “โซเฟีย” หุ่นยนต์ AI เทคโนโลยีดิจิทัล

6. เมื่อชมวีดิทัศน์จบ ให้สมาชิกภายในกลุ่มร่วมกันอภิปรายกลุ่ม โดยหัวหน้ากลุ่มทำหน้าที่นำอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปร่วมกันเกี่ยวกับบทบาทของหุ่นยนต์ปัญญาประดิษฐ์ที่มีในปัจจุบันและอนาคตตามที่ได้รับชม ลงบนกระดาษ A4 ที่ได้รับ (ปัจจุบันหุ่นยนต์ปัญญาประดิษฐ์เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นให้มีลักษณะคล้ายกับมนุษย์เป็นอย่างมากสามารถประมวลผลการสื่อสารได้เอง ในอนาคตหุ่นยนต์ปัญญาประดิษฐ์จะมีการพัฒนาให้มีส่วนร่วมในด้าน งานบริการ งานดูแลผู้สูงอายุ งานช่วยเหลือสังคม และอีกมาก)

7. ตัวแทนกลุ่มนำเสนอข้อสรุปของกลุ่มเกี่ยวกับบทบาทของหุ่นยนต์ปัญญาประดิษฐ์ที่มีในปัจจุบันและอนาคต

ชั่วโมงที่ 2-3

1. จากที่นักเรียนได้ชมวีดิทัศน์ เรื่อง “โซเฟีย” หุ่นยนต์ AI เทคโนโลยีดิจิทัล ในชั่วโมงที่ผ่านมา ครูและนักเรียนร่วมกันการแสดงความคิดเห็นในประเด็น “หุ่นยนต์ โซเฟีย” เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) อย่างไร (หุ่นยนต์ โซเฟีย สร้างขึ้นโดยอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ครบถ้วนไม่ว่าจะเป็นวิทยาศาสตร์กายภาพและชีวภาพ มีการนำเทคโนโลยีทางด้านวัสดุมาประยุกต์ใช้สร้างโครงร่าง นำกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์มาเป็นขั้นตอนในการประดิษฐ์หุ่นยนต์ และศาสตร์การคำนวณมาประมวลผลการสื่อสาร)

2. นักเรียนทำกิจกรรม “หุ่นยนต์บอร์ดสมองกลฝังตัว” โดยจัดชุดหุ่นยนต์บอร์ดสมองกลฝังตัว จำนวน 2 ชุด ให้นักเรียนสังเกต แล้วสนทนาเกี่ยวกับหลักการทำงานของหุ่นยนต์บอร์ดสมองกลฝังตัว และวัสดุที่นำมาใช้ ซึ่งบอร์ด “สมองกลฝังตัว” (Embedded system) คือระบบประมวลผล ที่ใช้ชิปหรือไมโครโพรเซสเซอร์ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ เปรียบเสมือนคอมพิวเตอร์ขนาดจิ๋วที่ฝังไว้ในอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อเพิ่มความฉลาด ความสามารถให้กับอุปกรณ์เหล่านั้น โดยจะทำงานตามคำสั่ง คือ โปรแกรม หรืออัลกอริทึมที่เขียนลงไว้ในชิปหรือไมโครโพรเซสเซอร์นั้น จากนั้นร่วมกันทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการเชิงวิศวกรรมศาสตร์ 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification)

1.1 ครูกำหนดสถานการณ์ ดังนี้

“ณ หมู่บ้านแห่งหนึ่ง คนในหมู่บ้านมีอาชีพเกษตรกรรม สร้างผลผลิตได้ครั้งปริมาณมากเพื่อการค้าขาย ปัญหาที่พบของชาวบ้านคือการเคลื่อนย้ายผลผลิตจากแปลงมายังโรงเก็บผลผลิตต้องอาศัยแรงงานคนในการขนย้ายจำนวนมาก ในฐานะที่นักเรียนเป็นกำลังหลักสำคัญของหมู่บ้าน จึงต้องหาวิธีเคลื่อนย้ายผลผลิตจากแปลงมายังโรงเก็บผลผลิตให้ได้รวดเร็วและลดแรงงานคนให้มากที่สุด ” จากสถานการณ์ดังกล่าวให้นักเรียน ระดมความคิดเพื่อแก้ปัญหา ตามเงื่อนไขที่กำหนดคือใช้อุปกรณ์ชุดหุ่นยนต์บอร์ดสมองกลฝังตัว ในการแก้ปัญหา

1.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสถานการณ์ที่กำหนด ในประเด็นต่อไปนี้

1.2.1 ปัญหาจากสถานการณ์คืออะไร (จะมีวิธีลดแรงงานคนในการขนย้ายผลผลิตได้อย่างไร)

1.2.2 เงื่อนไขจากสถานการณ์นี้คืออะไร (เคลื่อนย้ายผลผลิตได้อย่างรวดเร็วและลดแรงงานคนให้มากที่สุด)

1.2.3 หลักการหรือแนวทางที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหานี้คืออะไร (พิจารณาจากชุดหุ่นยนต์บอร์ดสมองกลฝังตัว ได้แก่ หลักการทำงานของบอร์ดสมองกลฝังตัว หลักการของมอเตอร์ หลักการสร้างแบบจำลอง เป็นต้น เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลาย)

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

2.1 นักเรียนสืบค้นข้อมูล ร่วมกันศึกษาและอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

- หลักการทำงานของบอร์ดสมองกลฝังตัว (ใบความรู้ที่ 2.1 เรื่อง ระบบสมองกลฝังตัว (Embedded system) หรือสืบค้นทางอินเตอร์เน็ต)

2.2 ร่วมกันอภิปรายและสรุปประเด็นความรู้ โดยใช้ PowerPoint เรื่อง หุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต สไลด์ที่ 2-4 ตามแนวทางต่อไปนี้

- หุ่นยนต์บอร์ดสมองกลฝังตัว หรือหุ่นยนต์อัตโนมัติ มีหลักการทำงานอย่างไร (หุ่นยนต์อัตโนมัติ คือหุ่นยนต์ที่สามารถทำงานตามคำสั่งที่กำหนด ปราศจากการควบคุมของมนุษย์ มีโปรแกรมป้อนคำสั่งบันทึกไว้ในหน่วยความจำของหุ่นยนต์ซึ่งหุ่นยนต์จะทำงานตามชุดคำสั่งที่ป้อนเข้า และเมื่อเจออุปสรรคกีดขวางการทำงาน มันก็สามารถหลบ/หลีก หรือแก้ปัญหาได้ หุ่นยนต์ต่างชนิดถูกสร้างต่างวัตถุประสงค์)

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

3.1 นักเรียนในกลุ่มร่วมกันออกแบบวิธีการขนย้ายวัตถุจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสิ้นสุด โดยใช้ชุดกิจกรรมหุ่นยนต์บอร์ดสมองกลฝังตัว และใช้วัสดุที่กำหนดให้เท่านั้น (ใบกิจกรรมที่ 2.1 เรื่อง การออกแบบวิธีการขนย้ายวัตถุ)

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนการทำงานและดำเนินการตามแบบวิธีการขนย้ายวัตถุจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสิ้นสุด ตามที่ได้ออกแบบไว้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)

5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดสอบวิธีการขนย้ายวัตถุจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสิ้นสุด

5.2 นักเรียนสามารถปรับปรุงแก้ไขวิธีการขนย้ายวัตถุให้มีการเคลื่อนที่เร็วขึ้น และทำการแข่งขันกันในแต่ละกลุ่มโดยกลุ่มที่ ใช้เวลาในการเคลื่อนจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้ายน้อยที่สุดจะเป็นผู้ชนะ

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

6.1 นักเรียนนำเสนอและร่วมกันอภิปรายแนวคิดและวิธีการขนย้ายวัตถุตลอดจนวิธีการปรับปรุงแก้ไขวิธีการ

6.2 ร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับความรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิธีการขนย้ายวัตถุตลอดจนวิธีการปรับปรุงแก้ไขวิธีการ

3. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายตามแนวทางต่อไปนี้

3.1 จากการทำกิจกรรม “หุ่นยนต์บอร์ดสมองกลฝังตัว” นักเรียนคิดว่ากิจกรรมนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในเรื่องอะไรได้บ้าง (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลาย เช่น นำไปสร้างเครื่องขนย้ายถุงข้าวอัตโนมัติ เครื่องขนแตงโมอัตโนมัติ เป็นต้น)

4. ร่วมกันสรุปผลการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนตามประเด็น ประกอบ PowerPoint เรื่อง หุ่นยนต์...ทางเลือกแห่งอนาคต ตาม สไลด์ที่ 5-10 ตามใบกิจกรรมที่ 2.2 เรื่อง “หุ่นยนต์บอร์ดสมองกลฝังตัว หรือหุ่นยนต์อัตโนมัติ” ซึ่งจะเห็นได้ว่าเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ (**Science**) หลายเรื่องเช่นพลังงาน และการเคลื่อนที่ โดยอาศัยเทคโนโลยี (**Technology**) ด้านวัสดุต่างๆ มาสร้างโครงหุ่นยนต์เพื่อเลียนแบบการทำงานของมนุษย์การเก็บจับวัตถุและการเคลื่อนที่ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ (**Engineering**) ในการออกแบบและพัฒนารูปร่างเพื่อการขน

ย้ายวัตถุของหุ่นยนต์ และใช้หลักคณิตศาสตร์ (**Mathematics**) ในเรื่องรูปทรงเรขาคณิต และการวัด มาออกแบบการสร้างและประกอบหุ่นยนต์

ชั่วโมงที่ 4

1. ร่วมกันทบทวนเกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ที่เกี่ยวข้องกับ “หุ่นยนต์บอร์ดสมองกลฝังตัว หรือหุ่นยนต์อัตโนมัติ” เพื่อกระตุ้นและเชื่อมความสัมพันธ์กับเนื้อหาการเรียนรู้
2. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ ภาระงาน/ชิ้นงาน และเกณฑ์การประเมิน
3. นักเรียนสังเกตภาพจาก PowerPoint เรื่อง หุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต สไลด์ที่ 11-12 ว่าภาพดังกล่าวคือภาพอะไร และนักเรียนเคยพบเห็นหรือไม่ (ภาพหุ่นยนต์ที่สามารถทำงานร่วมกับมนุษย์หรือทำงานแทนมนุษย์ได้ในชีวิตประจำวันทั้งภายในบ้านและนอกบ้าน)
4. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย เรื่อง การนำหุ่นยนต์มาใช้งานด้านต่างๆ ในอนาคต ตาม PowerPoint สไลด์ที่ 13-18 (หุ่นยนต์สามารถมาใช้งานด้านต่างๆ ในอนาคตได้ดังนี้

- ด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมการผลิต เช่น หุ่นยนต์ช่วยในงานเกษตรกรรมและหุ่นยนต์ในโรงงานอุตสาหกรรม
- ด้านการสำรวจ เช่น หุ่นยนต์อัตโนมัติสำรวจขั้วโลก หุ่นยนต์ในการสำรวจใต้น้ำ
- ด้านการแพทย์ เช่น หุ่นยนต์ช่วยในการผ่าตัด การใช้สัญญาณทางชีวภาพในการควบคุมหุ่นยนต์
- ด้านการบริการ เช่น หุ่นยนต์ทำความสะอาดบ้าน หรือหุ่นยนต์ดูแลมนุษย์
- ด้านสันทนาการ เช่น หุ่นยนต์เป็นเพื่อนเล่นกับมนุษย์ การแข่งขันความสามารถของหุ่นยนต์)

5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย เรื่อง วิทยาการหุ่นยนต์ในอนาคต ตาม PowerPoint สไลด์ที่ 18-22 (การพัฒนาหุ่นยนต์จำเป็นต้องอาศัยแนวทางในวิทยาการ 5 สาขาหลักดังต่อไปนี้

- วิทยาการด้านปฏิสัมพันธ์ (interaction) การสื่อสารระหว่างหุ่นยนต์กับมนุษย์ การเข้าใจความหมายหรือการตีความหมายจากสัญญาณอื่นๆ
- วิทยาการด้านการเคลื่อนที่ (locomotion) การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจด้านพลศาสตร์ (dynamics)เป็นพื้นฐานและเพื่อการพัฒนาต่อไป
- วิทยาการด้านการนำทาง (navigation) การรู้ตำแหน่งของตนเองเพื่อกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่และการทำงานของหุ่นยนต์
- วิทยาการด้านการเคลื่อนย้ายชิ้นงาน (manipulation) อนาคตหุ่นยนต์จะต้องมีความสามารถในการหยิบจับเคลื่อนย้ายชิ้นงานได้ หลายรูปแบบมากขึ้น เพื่อความรวดเร็วและเหมาะสมตามลักษณะของงานทำ
- วิทยาการด้านอัจฉริยะ (intelligence) การพัฒนาหุ่นยนต์ที่สามารถทักทาย และแสดงความคิดเห็นได้เอง

6. นักเรียนแสดงความคิดเห็นประเด็นที่ว่า “หุ่นยนต์....ทางเลือกแห่งอนาคต” ในประเทศไทยเป็นอย่างไร (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลาย เช่น การศึกษาในอนาคตได้รับการสนับสนุนเกี่ยวกับเทคโนโลยีหุ่นยนต์)

7. นักเรียนและครูร่วมแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับพฤติกรรมการทำงานกลุ่มและให้ข้อแนะนำสำหรับพฤติกรรมที่ควรปรับปรุงในคราวต่อไป

กิจกรรมเสนอแนะ

-

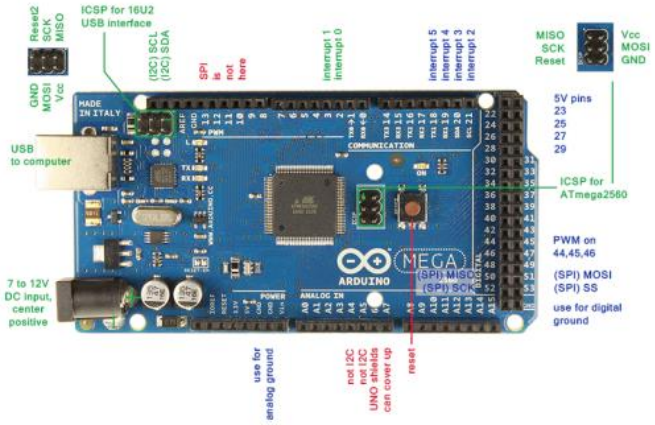
สื่อ/นวัตกรรม และแหล่งการเรียนรู้

1. หุ่นยนต์บอร์ดสมองกลฝังตัว หรือหุ่นยนต์อัตโนมัติ จำนวน 2 ชุด (ครูจัดเตรียมไว้ล่วงหน้า)
2. วีดิทัศน์ เรื่อง “โซเฟีย” หุ่นยนต์ AI เทคโนโลยีดิจิทัล
   ที่มา https://www.youtube.com/watch?v=JHJBkJbJkgw
3. ใบความรู้ที่ 2.1 เรื่อง ระบบสมองกลฝังตัว (Embedded system)
4. ใบกิจกรรมที่ 2.1 เรื่อง การออกแบบวิธีการขนย้ายวัตถุ
5. ใบกิจกรรมที่ 2.2 เรื่อง หุ่นยนต์บอร์ดสมองกลฝังตัว หรือหุ่นยนต์อัตโนมัติ
6. คอมพิวเตอร์
7. ห้องคอมพิวเตอร์
8. เครื่องฉายภาพ (Projector)
9. สไลด์ PowerPoint เรื่อง หุ่นยนต์....ทางเลือกแห่งอนาคต

การวัดผลและประเมินผล

ชิ้นงาน/ภาระงาน	วิธีประเมิน	เครื่องมือประเมิน	เกณฑ์การประเมินผล
1. ใบกิจกรรมที่ 2.1	ตรวจใบกิจกรรมที่ 2.1	แบบใบกิจกรรมที่ 2.1	ระดับ 3 ขึ้นไป
2. ใบกิจกรรมที่ 2.2	ตรวจใบกิจกรรมที่ 2.2	แบบใบกิจกรรมที่ 2.2	ระดับ 3 ขึ้นไป
3. คุณลักษณะ	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	ระดับ 2 ขึ้นไป

ใบความรู้ที่ 2.1
ระบบสมองกลฝังตัว (Embedded system)



“ระบบฝังตัว” หรือ **“สมองกลฝังตัว”** (Embedded system) คือระบบประมวลผล ที่ใช้ชิปหรือไมโครโพรเซสเซอร์ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ เปรียบเสมือนคอมพิวเตอร์ขนาดจิ๋วที่ฝังไว้ในอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น เพื่อเพิ่มความฉลาด ความสามารถให้กับอุปกรณ์เหล่านั้น โดยจะทำงานตามคำสั่ง คือ โปรแกรม หรืออัลกอริทึมที่เขียนลงไว้ในชิปหรือไมโครโพรเซสเซอร์นั้น ระบบฝังตัวถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในงานด้านต่างๆ เช่น เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ เทคโนโลยีซอฟต์แวร์ เทคโนโลยีฮาร์ดแวร์ เทคโนโลยีเครือข่ายเนตเวิร์ก เทคโนโลยีด้านการสื่อสาร เป็นต้น

ระบบปฏิบัติการและภาษาที่ใช้สำหรับระบบสมองกลฝังตัว

การพัฒนาระบบสมองกลฝังตัว อาจจะมีการใช้ระบบปฏิบัติการเป็นแกนหลักในการพัฒนา หรือไม่มีการใช้ในการพัฒนาก็ได้ ระบบปฏิบัติการมีหลายประเภทมากตั้งแต่ RTOS , ucOS-II จนไปถึงระบบปฏิบัติการที่มีขนาดใหญ่ขึ้นมาเช่น Linux, Windows CE จนถึงระบบปฏิบัติการสมัยใหม่ที่มีการพัฒนา เช่น MeeGo Android

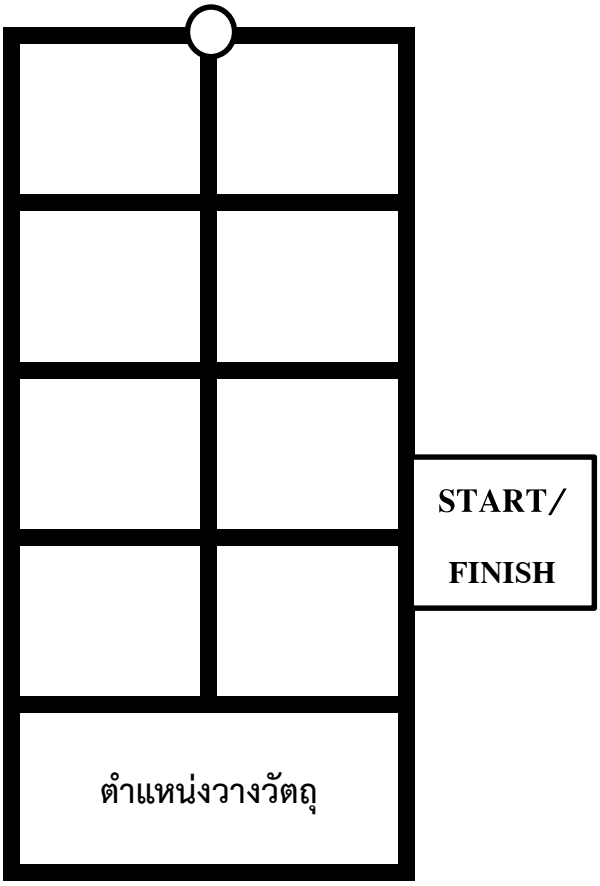
ปัจจุบันมีภาษาโปรแกรมต่างๆ มากมายที่ใช้ในการพัฒนาระบบสมองกลฝังตัว เช่น ภาษา assembly ภาษา C ,C++ หรือภาษาระดับสูงที่เป็นระบบปฏิบัติการ เช่น JAVA หรือ Python โดยผู้ใช้สามารถเลือกใช้ภาษาได้ตามความถนัด เชี่ยวชาญ และความเหมาะสม

(ที่มา : https://morasweb.org/2016/06/15/first-blog-post/ ; สืบค้นเมื่อ 15 พ.ค. 2561)

ใบกิจกรรมที่ 2.1
เรื่อง การออกแบบวิธีการขนย้ายวัตถุ

คำชี้แจง ให้นักเรียนออกแบบวิธีการขนย้ายวัตถุไปวางยังตำแหน่งที่กำหนดให้ โดยเขียนลูกศรบ่งบอกทิศทางการเคลื่อนที่ลงบนแผนภาพต่อไปนี้

สัญลักษณ์ ○ แทน วัตถุ



ใบกิจกรรมที่ 2.2
หุ่นยนต์บอร์ดสมองกลฝังตัว หรือหุ่นยนต์อัตโนมัติ

คำชี้แจง ให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้ที่ใช้สร้างหุ่นยนต์บอร์ดสมองกลฝังตัว หรือหุ่นยนต์อัตโนมัติในด้านวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics)

หุ่นยนต์อัตโนมัติ

วิทยาศาสตร์ (S)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

เทคโนโลยี (T)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

คณิตศาสตร์ (M)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

วิศวกรรมศาสตร์ (E)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

แบบสังเกตพฤติกรรม

ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 **ชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้**

กลุ่มที่.....

คำชี้แจง แบบสังเกตพฤติกรรมฉบับนี้ใช้สำหรับครูประเมินพฤติกรรมนักเรียนตามรายการสังเกต โดยมีระดับคะแนน 4 ระดับตามเกณฑ์การให้คะแนนที่แนบมา

ที่	ชื่อ – สกุล	รายการสังเกต			รวม
		มีวินัย (3)	ใฝ่เรียนรู้ (3)	มีจิตสาธารณะ (3)	
1					
2					
3					
4					
5					
6					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรม

รายการพฤติกรรม	ระดับคะแนน
ใฝ่เรียนรู้	
- เข้าเรียนตรงเวลา สนใจฟังคำแนะนำของครูผู้สอนด้วยความตั้งใจ มีความกระตือรือร้น ในการทำกิจกรรม ซักถามและศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม	3
- เข้าเรียนตรงเวลา สนใจฟังคำแนะนำของครูผู้สอนด้วยความตั้งใจ มีความกระตือรือร้น ในการทำกิจกรรม	2
- เข้าเรียนค่อนข้างช้า ฟังคำแนะนำของครูผู้สอนโดยต้องตักเตือนเป็นบางครั้ง ไม่กระตือรือร้นในการทำกิจกรรม	1
- เข้าเรียนช้า ไม่ฟังคำแนะนำของครูผู้สอน มีการตักเตือนบ่อยครั้ง ไม่กระตือรือร้นในการทำกิจกรรม	0
มุ่งมั่นในการทำงาน	
- ตั้งใจและรับผิดชอบ ด้วยความพยายามและอดทนทำงานจนสำเร็จ ภายในเวลาที่กำหนด เป็นแบบอย่างที่ดี	3
- ตั้งใจและรับผิดชอบ ด้วยความพยายามและอดทนทำงานจนสำเร็จ ช้ากว่ากำหนด 1 วัน	2
- ตั้งใจและรับผิดชอบ ด้วยความพยายามและอดทนทำงานจนสำเร็จ โดยต้องตักเตือนบ้าง ช้ากว่ากำหนด 2-3 วัน	1
- ไม่ตั้งใจทำงาน ต้องตักเตือนบ่อยครั้ง ไม่ส่งงานที่รับผิดชอบ	0
มีจิตสาธารณะ	
- ดูแลรักษาสมบัติส่วนรวมด้วยความเต็มใจ เข้าร่วมกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาหรือร่วมสร้างสิ่งที่ดีงามของโรงเรียนอย่างกระตือรือร้น เป็นแบบอย่างที่ดี	3
- มีพฤติกรรมตามระดับ 3 เป็นระดับปานกลาง	2
- มีพฤติกรรมตามระดับ 3 บ้างเล็กน้อย	1
- ไม่มีพฤติกรรมตามระดับ 3	0

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

ชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ **จำนวน 20 ชั่วโมง**
เรื่อง LABBOY ROBOT **เวลา 3 ชั่วโมง**

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด ม.1-4/5 ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ให้ถูกต้องกับลักษณะของงาน และปลอดภัย เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางาน

ตัวชี้วัด ม.4/3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็นภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยเทคนิค หรือวิธีการที่หลากหลาย โดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบ วางแผนขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหา

สาระสำคัญ

ปัจจุบันการนำหุ่นยนต์มาใช้ในการช่วยงานในด้านต่างๆ กำลังแพร่หลาย เช่น หุ่นยนต์ผู้ช่วยพยาบาล หุ่นยนต์กู้ภัย หุ่นยนต์สำรวจใต้น้ำ เป็นต้น การสร้างหุ่นยนต์เพื่อวัตถุประต่างๆ เหล่านี้ล้วนแต่เริ่มต้นจากการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ให้ทำงานตามคำสั่งเพื่อทำภารกิจให้สำเร็จตามที่กำหนด การศึกษาการเขียนโปรแกรมอย่างงานและการฝึกออกแบบโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์เพื่อปฏิบัติภารกิจตามสถานการณ์ที่กำหนดจึงมีความสำคัญในการศึกษาเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อศึกษาการเขียนแปรแกรมอย่างง่าย
2. เพื่อออกแบบโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์เพื่อปฏิบัติภารกิจตามสถานการณ์ที่กำหนด

สาระการเรียนรู้

1. การเขียนแปรแกรมอย่างง่าย
2. การออกแบบโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์เพื่อปฏิบัติภารกิจตามสถานการณ์ที่กำหนด

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
   2.1 การคิดวิเคราะห์
   2.2 การคิดสร้างสรรค์

3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
   3.1 กระบวนการทำงานกลุ่ม
4. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มีจิตสาธารณะ

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ ภาระงาน/ชิ้นงาน และเกณฑ์การประเมินผลตามกิจกรรม

2. นักเรียนจัดกลุ่มเช่นเดิม มอบหมายหน้าที่ภายในกลุ่ม ได้แก่ หัวหน้ากลุ่ม เลขานุการ ผู้อำนวยความสะดวก ผู้นำเสนอ โดยบางหน้าที่อาจมี 2 คนได้ จากนั้นสมาชิกผู้ทำหน้าที่อำนวยความสะดวกรับกระดาษ A4 จากครูมากกว่าจำนวนสมาชิก 1 แผ่น

3. นักเรียนทำกิจกรรม “LABBOY ROBOT” โดยจัดชุดหุ่นยนต์บอร์ดสมองกลฝังตัว หรือหุ่นยนต์อัตโนมัติ จำนวน 2 ชุด ให้นักเรียนสังเกต แล้วสนทนาเกี่ยวกับหลักการทำงานของหุ่นยนต์ จากนั้นร่วมกันทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการเชิงวิศวกรรมศาสตร์ 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification)

1.1 ครูกำหนดสถานการณ์ ดังนี้

“สมมตินักเรียนเป็นหนึ่งในทีมวิศวกรในการออกแบบโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์จำลองเป็นเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (LABBOY ROBOT) โดยหุ่นยนต์นี้มีหน้าที่นำอุปกรณ์การทดลองที่เตรียมไว้ไปวางที่โต๊ะการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มตามกำหนด ให้ถูกต้อง ครบถ้วนและใช้เวลาน้อยที่สุด” จากสถานการณ์ดังกล่าวให้นักเรียน ระดมความคิดเพื่อออกแบบโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ ในการปฏิบัติภารกิจตามการออกแบบโปรแกรมของนักเรียนในบริเวณพื้นที่ที่กำหนดให้

1.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสถานการณ์ที่กำหนด ในประเด็นต่อไปนี้

1.2.1 ภารกิจของสถานการณ์คืออะไร (หุ่นยนต์นี้มีหน้าที่นำอุปกรณ์การทดลองที่เตรียมไว้ไปวางที่โต๊ะการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่ม)

1.2.2 เงื่อนไขจากสถานการณ์นี้คืออะไร (ใช้ชุดหุ่นยนต์อัตโนมัติ ในการปฏิบัติภารกิจตามการออกแบบโปรแกรมของนักเรียน)

1.2.3 หลักการหรือแนวทางที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหานี้คืออะไร (หลักการทำงานของหุ่นยนต์อัตโนมัติ หลักพื้นฐานการเขียนโปรแกรม เป็นต้น เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลาย)

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

2.1 นักเรียนสืบค้นข้อมูล ร่วมกันศึกษาและอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

- ความรู้พื้นฐานการเขียนชุดคำสั่งโปรแกรม (การใช้บัตรคำสั่ง/ตารางกริด ในการแสดงการเขียนโปรแกรมอย่างง่าย)

- การเลือกใช้ซอฟต์แวร์ในการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ (ซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์มี 2 ลักษณะ คือ แบบ Text Programming และ Graphic Programming)

2.2 ร่วมกันอภิปรายและสรุปประเด็นความรู้ โดยใช้ PowerPoint เรื่อง LABBOY ROBOT สไลด์ที่ 2-4 ตามแนวทางต่อไปนี้

- การเขียนชุดคำสั่งโปรแกรมโดยการใช้บัตรคำสั่ง/ตารางกริด มีหลักการทำงานอย่างไร (การเขียนชุดคำสั่งโปรแกรมโดยการใช้บัตรคำสั่ง/ตารางกริด เป็นการเลียนแบบการเขียนโปรแกรมคำสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงาน โดยไม่อาศัยซอฟต์แวร์หรือคอมพิวเตอร์ แต่เป็นการเขียนคำสั่งลงบนกระดาษหรือใช้บัตรคำสั่งต่อกันเป็นชุดคำสั่งแทน)

- การเลือกใช้ซอฟต์แวร์ในการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ (การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ รวมถึงอุปกรณ์สมองกลฝังตัว (Embedded Systems) มักจะใช้ภาษาแบบตัวอักษร (Text programming language) ในการพัฒนา เช่น C/C++ Python Java เป็นต้น แต่ด้วยโครงสร้างการเขียนโปรแกรมที่ดูยาก ซับซ้อน และไม่เหมือนภาษาในชีวิตประจำวัน จึงไม่เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นเรียนรู้ โดยเฉพาะเด็กๆ ซอฟต์แวร์ภาษาภาพ (Graphic Programming language) จึงถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหาข้างต้น โดยในปัจจุบันมีซอฟต์แวร์ภาษาภาพอยู่หลายภาษา ซึ่งจะมีความเหมาะสำหรับงานรูปแบบที่แตกต่างกันไป)

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบเส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เพื่อนำอุปกรณ์การทดลองที่เตรียมไว้ไปวางที่โต๊ะการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยใช้หุ่นยนต์อัตโนมัติที่กำหนดให้เท่านั้น ตามใบกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง การออกแบบเส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

4.1 นักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันเขียนโปรแกรมควบคุมหุนยนต์อัตโนมัติ ตามเส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เพื่อนำอุปกรณ์การทดลองที่เตรียมไว้ไปวางที่โต๊ะการทดลองของนักเรียน ตามที่ได้ออกแบบไว้ในใบกิจกรรมที่ 3.1 การออกแบบเส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)

5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดสอบเส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ LABBOY ROBOT จากการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ตามลำดับคำสั่งที่ออกแบบไว้

5.2 นักเรียนสามารถทำการปรับปรุงแก้ไขเส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ให้มีการเคลื่อนที่เร็วขึ้น พร้อมตรวจสอบความถูกต้องของการเขียนโปรแกรมแล้วทำการแข่งขันกันโดยกลุ่มที่ใช้เวลาในการทำภารกิจน้อยที่สุด จะเป็นผู้ชนะ

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

6.1 นักเรียนร่วมกันอภิปราย นำเสนอ แนวคิดและวิธีการออกแบบเส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ และลำดับคำสั่งของโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ตลอดจนวิธีการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน

6.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย สรุปเกี่ยวกับความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเส้นทางและเขียนโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

4. นักเรียนและครู ร่วมกันสรุปผลการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนตามประเด็น ประกอบ PowerPoint เรื่อง LABBOY ROBOT สไลด์ที่ 5-6 ซึ่งจะเห็นได้ว่าหลักการออกแบบเส้นทางการเคลื่อนที่เพื่อทำภารกิจตามบทบาทสมมุติของหุ่นยนต์อัตโนมัติ “LABBOY ROBOT” นี้เกี่ยวข้องกับหลักการวิทยาศาสตร์ (Science) เรื่องระยะทางและการเคลื่อนที่ ซึ่งเทคโนโลยี (Technology) ที่นำมาสร้างเป็นหุ่นยนต์จำลองเพื่อทำงานตามบทบาทสมมุตินั้นมีการผสมผสานความรู้หลายด้านเช่น การเลือกใช้วัสดุเพื่อนำวามสร้างโครงหุ่นยนต์ การนำบอร์ดสมองกลฝังตัวมาใช้ในการประมวลผลคำสั่งจากการเขียนโปรแกรมควบคุม โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ในการออกแบบเส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เพื่อทำภารกิจที่กำหนดให้สำเร็จ และใช้หลักคณิตศาสตร์ (Mathematics) ในเรื่องวัด การเก็บข้อมูล สถิติ และการคำนวณตัวเลข มาใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ

5. นักเรียนและครูร่วมแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับพฤติกรรมการทำงานกลุ่มและให้ข้อแนะนำสำหรับพฤติกรรมที่ควรปรับปรุงในคราวต่อไป

กิจกรรมเสนอแนะ

-

สื่อ/นวัตกรรม และแหล่งการเรียนรู้

1. หุ่นยนต์อัตโนมัติ จำนวน 2 ชุด (ครูจัดเตรียมไว้ล่วงหน้า)
2. พื้นที่จำลองเป็นห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
3. ใบกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง การออกแบบเส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
4. คอมพิวเตอร์
5. ห้องคอมพิวเตอร์
6. เครื่องฉายภาพ (Projector)
7. สไลด์ PowerPoint เรื่อง LABBOY ROBOT

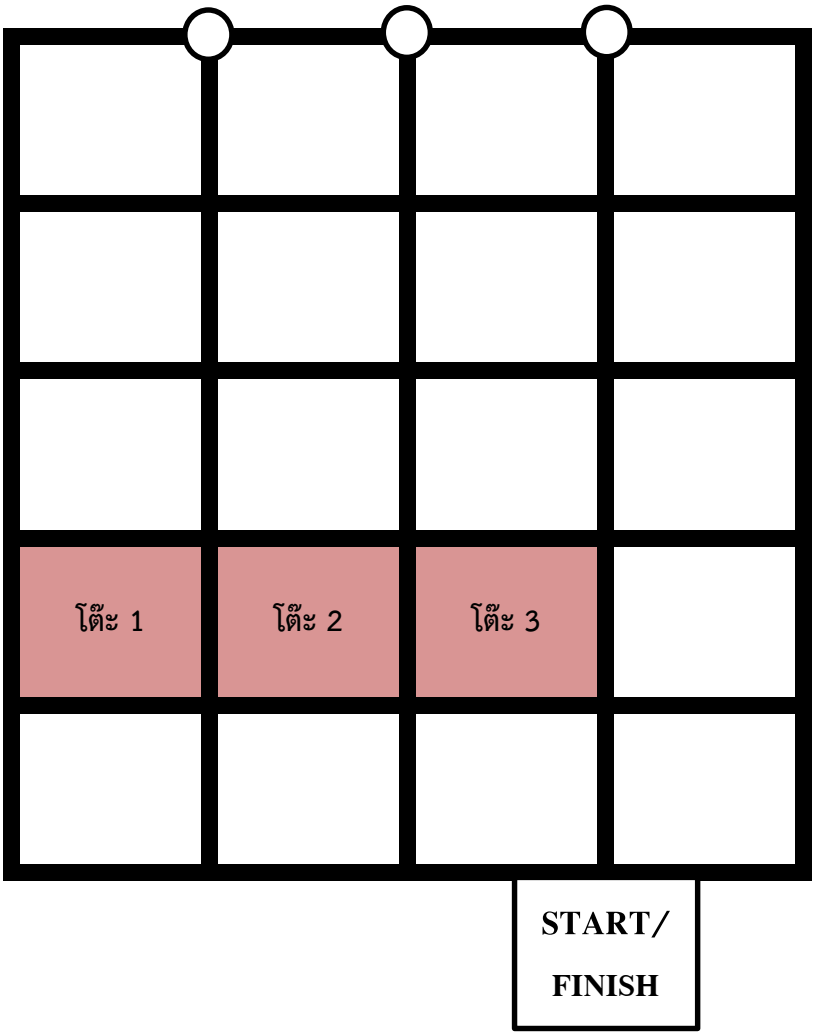
การวัดผลและประเมินผล

ชิ้นงาน/ภาระงาน	วิธีประเมิน	เครื่องมือประเมิน	เกณฑ์การประเมินผล
1. บันทึกใบกิจกรรมที่ 3.1	ตรวจใบกิจกรรมที่ 3.1	แบบตรวจใบกิจกรรมที่ 3.1	ระดับ 3 ขึ้นไป
2. คุณลักษณะ	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	ระดับ 3 ขึ้นไป

ใบกิจกรรมที่ 3.1
เรื่อง การออกแบบเส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

คำชี้แจง ให้นักเรียนออกแบบเส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์อัตโนมัติเพื่อนำอุปกรณ์การทดลอง (กระป๋องกาแฟ) ที่เตรียมไว้ไปวางที่โต๊ะการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่ม (จุดที่ครูกำหนดให้) โดยอุปกรณ์ 1 ชิ้น วางที่โต๊ะการทดลอง 1 ตัว ตามแผนภาพต่อไปนี้

สัญลักษณ์ แทน อุปกรณ์การทดลอง
แทน ตำแหน่งโต๊ะทดลอง



ตัวอย่างคำสั่ง
- เดินหน้า
- ถอยหลัง
- เลี้ยวซ้าย
- เลี้ยวขวา
- ยกขึ้น
- วางลง
- คีบ
- ปล่อย
- หยุด

แบบบันทึกคำสั่ง กิจกรรมที่ 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50

แบบสังเกตพฤติกรรม

ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 **ชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้**

กลุ่มที่.....

คำชี้แจง แบบสังเกตพฤติกรรมฉบับนี้ใช้สำหรับครูประเมินพฤติกรรมนักเรียนตามรายการสังเกต โดยมีระดับคะแนน 4 ระดับตามเกณฑ์การให้คะแนนที่แนบมา

ที่	ชื่อ – สกุล	รายการสังเกต			รวม
		มีวินัย (3)	ใฝ่เรียนรู้ (3)	มีจิตสาธารณะ (3)	
1					
2					
3					
4					
5					
6					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรม

รายการพฤติกรรม	ระดับคะแนน
ใฝ่เรียนรู้	
- เข้าเรียนตรงเวลา สนใจฟังคำแนะนำของครูผู้สอนด้วยความตั้งใจ มีความกระตือรือร้น ในการทำกิจกรรม ซักถามและศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม	3
- เข้าเรียนตรงเวลา สนใจฟังคำแนะนำของครูผู้สอนด้วยความตั้งใจ มีความกระตือรือร้น ในการทำกิจกรรม	2
- เข้าเรียนค่อนข้างช้า ฟังคำแนะนำของครูผู้สอนโดยต้องตักเตือนเป็นบางครั้ง ไม่กระตือรือร้นในการทำกิจกรรม	1
- เข้าเรียนช้า ไม่ฟังคำแนะนำของครูผู้สอน มีการตักเตือนบ่อยครั้ง ไม่กระตือรือร้นในการทำกิจกรรม	0
มุ่งมั่นในการทำงาน	
- ตั้งใจและรับผิดชอบ ด้วยความพยายามและอดทนทำงานจนสำเร็จ ภายในเวลาที่กำหนด เป็นแบบอย่างที่ดี	3
- ตั้งใจและรับผิดชอบ ด้วยความพยายามและอดทนทำงานจนสำเร็จ ช้ากว่ากำหนด 1 วัน	2
- ตั้งใจและรับผิดชอบ ด้วยความพยายามและอดทนทำงานจนสำเร็จ โดยต้องตักเตือนบ้าง ช้ากว่ากำหนด 2-3 วัน	1
- ไม่ตั้งใจทำงาน ต้องตักเตือนบ่อยครั้ง ไม่ส่งงานที่รับผิดชอบ	0
มีจิตสาธารณะ	
- ดูแลรักษาสมบัติส่วนรวมด้วยความเต็มใจ เข้าร่วมกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาหรือร่วมสร้างสิ่งที่ดีงามของโรงเรียนอย่างกระตือรือร้น เป็นแบบอย่างที่ดี	3
- มีพฤติกรรมตามระดับ 3 เป็นระดับปานกลาง	2
- มีพฤติกรรมตามระดับ 3 บ้างเล็กน้อย	1
- ไม่มีพฤติกรรมตามระดับ 3	0

ภาคผนวก จ

ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)
ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต

ทดสอบก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Pre-test)

ทดสอบหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Post-test)

การทดสอบเส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

การทดสอบเส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

การทดสอบเส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

การทดสอบเส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

การออกแบบหุ่นยนต์และวางแผนเส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

การทดสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์...ไต่ราว

ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

การออกแบบวิธีการย้ายวัตถุตามตำแหน่งที่กำหนด

ตัวอย่างสไลด์การจัดการเรียนรู้

ตัวอย่างสไลด์การจัดการเรียนรู้

ตัวอย่างสไลด์การจัดการเรียนรู้

ตัวอย่างสไลด์การจัดการเรียนรู้

ประวัตินักวิจัย

หัวหน้านักวิจัย

ชื่อ นายวงค์ณภา แก้วไกรษร

วันเกิด วันที่ 6 พฤศจิกายน พ.ศ. 2523

สถานที่เกิด บ้านทันสมัย อำเภอส่องดาว จังหวัดสกลนคร

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 211 หมู่ 9 ตำบลศรีสุทโธ อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี 41190

เริ่มรับราชการ 16 กรกฎาคม 2547

ตำแหน่งหน้าที่การงาน ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2539	มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนส่องดาววิทยาคม อำเภอส่องดาว จังหวัดสกลนคร
พ.ศ. 2542	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร
พ.ศ. 2546	ปริญญาตรี วิชาเอกฟิสิกส์ สถาบันราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2547	ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู สถาบันราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2554	ปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น

นักวิจัยร่วม

ชื่อ นางนันทรัตน์ แก้วไกรษร

วันเกิด วันที่ 2 กันยายน พ.ศ. 2523

สถานที่เกิด บ้านกุดหว้า อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 211 หมู่ 9 ตำบลศรีสุทโธ อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี 41190

เริ่มรับราชการ 24 สิงหาคม 2547

ตำแหน่งหน้าที่การงาน ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2539	มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบัวขาว อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์
พ.ศ. 2542	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบัวขาว อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์
พ.ศ. 2546	ปริญญาตรี วิชาเอกฟิสิกส์ สถาบันราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2547	ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู สถาบันราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2553	ปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น