



การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์
เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



ศุธิดา อัจทะนงค์

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์
เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏ

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิด
สร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5"

ของ ศุธิดา อาจทะนงค์

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

----- ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง)

----- ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล)

----- กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิภารัตน์ เชื้อชวด ชัยสิทธิ์)

----- กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิติยา บงกชเพชร)

----- กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ดร.สุริยา ชาปุ)

อนุมัติ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กรรองกาญจน์ ชูทิพย์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ผู้วิจัย	ศุธิดา อาจทะนงค์
ประธานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล
กรรมการที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.วิภารัตน์ เชื้อชวด ชัยสิทธิ์
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2565
คำสำคัญ	ความคิดสร้างสรรค์, การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน, พัฒนาด้านแบบ

บทคัดย่อ

การวิจัยปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดยมีผู้เข้าร่วมวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โครงการห้องเรียนทั่วไปวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ 1 ห้อง จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้าง บันทึกการเรียนรู้ และชิ้นงาน วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา และตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า ผลการวิจัย พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นระบุปัญหาและความต้องการในการออกแบบ ขั้นรวบรวมข้อมูล ขั้นพัฒนาด้านแบบ และขั้นประเมินผลงาน ตามลำดับ ทั้งนี้หัวใจของการจัดการเรียนรู้คือ การกระตุ้นความสนใจและท้าทายนักเรียนด้วยสถานการณ์ใกล้ตัว และมีรางวัลเป็นแรงจูงใจเชิงบวกอย่างเหมาะสม จะสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ นอกจากนี้ การวิจัย พบว่านักเรียนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละองค์ประกอบย่อยได้ดังนี้ การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย ได้มากที่สุด รองลงมาคือ การประเมินและปรับปรุงแนวคิด และการสร้างความคิดสร้างสรรค์ ตามลำดับ

Title	DEVELOPING DESIGN - BASED LEARNING APPROACH TO PROMOTE CREATIVE THINKING ABOUT CHEMICAL REACTION RATE OF GRADE 11 STUDENTS
Author	Sutida Artthanong
Advisor	Assistant Professor Sirinapa Kijkuakul, Ph.D.
Co-Advisor	Associate Professor Wipharat Chuachud Chaiyasith, Ph.D.
Academic Paper	M.Ed. Thesis in Science Education, Naresuan University, 2022
Keywords	Creative Thinking, Design-Based Learning, Prototype

ABSTRACT

This action research aimed to study how design-based learning approach should be used in class to promote creative thinking of Grade 11 students. The research participants were 30 students majoring in the Science-Math program. The research tools included lesson plans, semi-structured observation protocol, student's learning journals and artifacts. Data analysis were content analysis and data credibility by method triangulation. The result showed that the design-based learning approach must consist of 4 steps procedures: identifying needs, collecting information, developing prototype and evaluating respectively. The key concept of using the approach was to encourage the students' interest by using their living situations in a challenging way and to provide them suitable rewards. These would support the creativity of the students. In addition, the research also found that the students then developed their creative thinking: First, most of students developed their diversity in creative thinking, second they developed their evaluating and improving ideas, and last they developed their creative construction.

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือและสนับสนุนของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.วิภารัตน์ เชื้อชวด ชัยสิทธิ์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิจัย คอยกระตุ้นและให้กำลังใจในการดำเนินการวิจัย อีกทั้งช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณครูณัจฉนันท์ จันทร์ทองสุข และครูเอกนรินทร์ ภูตระกูล ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและปรับปรุงเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณโรงเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะครู และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ที่อนุญาตให้ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลวิจัยและให้ความช่วยเหลือจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

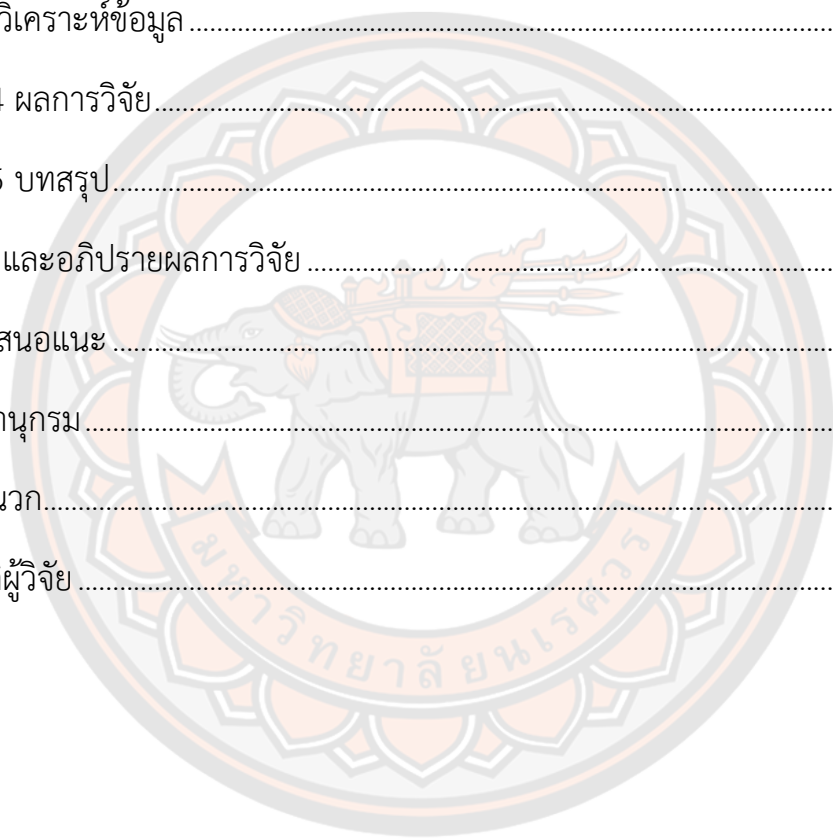
สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัวอันเป็นที่เคารพรัก ซึ่งให้ได้รับการศึกษาเล่าเรียน ช่วยเหลือและให้กำลังใจผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ศุชิตา อางทะนงค์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
ประกาศคุุณุปการ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฌ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
คำถามวิจัย.....	4
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของงานวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
หลักสูตรสถานศึกษา.....	8
ความคิดสร้างสรรค์.....	16
การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน.....	32
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	41
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	44

ผู้เข้าร่วมการวิจัย.....	44
รูปแบบการวิจัย.....	45
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	46
ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย.....	47
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	51
การวิเคราะห์ข้อมูล	55
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	58
บทที่ 5 บทสรุป.....	97
สรุปและอภิปรายผลการวิจัย	97
ข้อเสนอแนะ	102
บรรณานุกรม.....	104
ภาคผนวก.....	110
ประวัติผู้วิจัย.....	137



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 รายวิชาและหน่วยกิตของโครงการห้องเรียนทั่วไปวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์	10
ตาราง 2 รายวิชาและหน่วยกิตของโครงการห้องเรียนทั่วไปวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์	11
ตาราง 3 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี.....	14
ตาราง 4 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวนชั่วโมง และมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง	15
ตาราง 5 เปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดจากนักวิชาการ.....	21
ตาราง 6 รូบริคสำหรับความคิดสร้างสรรค์ของกรีนสไตน์.....	26
ตาราง 7 การประเมินความคิดสร้างสรรค์.....	32
ตาราง 8 การวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานของนักวิชาการ	39
ตาราง 9 สรุปคำถามและเครื่องมือวิจัย	47
ตาราง 10 ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ สถานการณ์ในกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวนชั่วโมงเรียน และประเภทของชิ้นงาน	48
ตาราง 11 คำถามวิจัย เครื่องมือ และเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	53
ตาราง 12 การวิเคราะห์องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน.....	56
ตาราง 13 สรุปผลการสะท้อนแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ วงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3.....	75
ตาราง 14 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในการพัฒนาการสร้างสรรค์ที่หลากหลาย...78	
ตาราง 15 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในการพัฒนาการสร้างความคิดสร้างสรรค์	82
ตาราง 16 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในการพัฒนาการประเมินและปรับปรุงแนวคิด	89

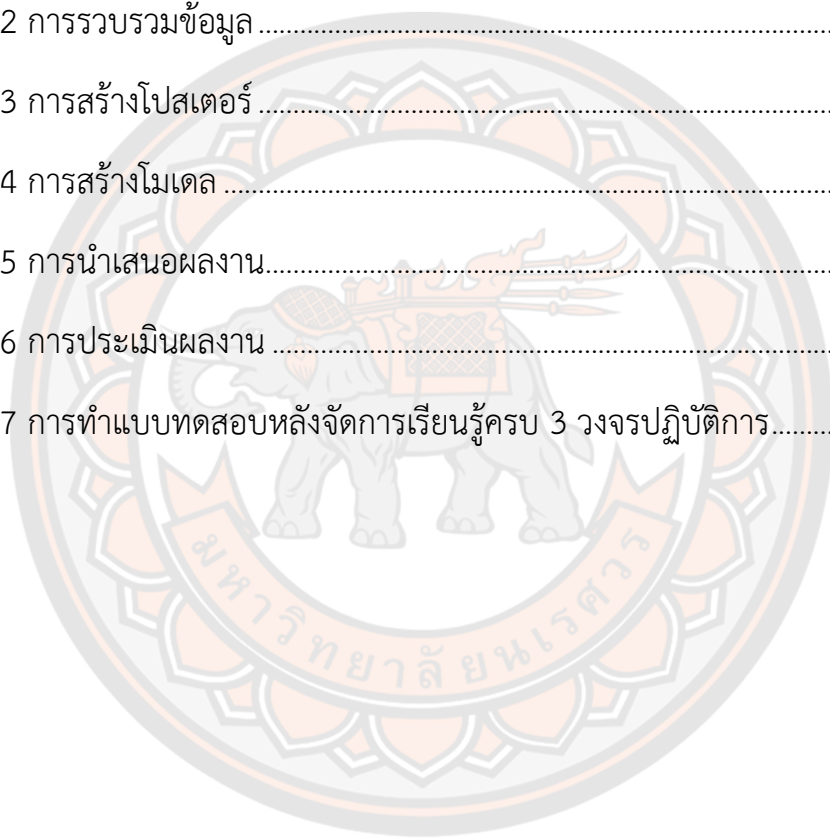
สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 แสดงตัวอย่างข้อสอบ PISA 2021 ที่วัดและประเมินด้านสร้างแนวคิดที่หลากหลาย (Generate diverse ideas).....	28
ภาพ 2 แสดงตัวอย่างข้อสอบ PISA 2021 ที่วัดและประเมินด้านการสร้างความคิดสร้างสรรค์ (Generate creative ideas).....	29
ภาพ 3 แสดงตัวอย่างข้อสอบ PISA 2021 ที่วัดและประเมินด้านการประเมินและปรับปรุงแนวคิด (Evaluate and improve ideas).....	30
ภาพ 4 การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานของ Doreen Nelson.....	35
ภาพ 5 วัฏจักรการเรียนรู้ที่มีการออกแบบเป็นฐานของ Fortus (2005).....	37
ภาพ 6 กระบวนการวิจัยปฏิบัติการในงานวิจัยนี้.....	46
ภาพ 7 สรุปแนวทางการเก็บรวบรวมข้อมูลแต่ละวงจรในการวิจัยครั้งนี้.....	54
ภาพ 8 สังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้างของผู้วิจัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แหวนเหล็กข้ามนิมออย่าแตะ.....	60
ภาพ 9 สังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้างของผู้วิจัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แหวนเหล็กข้ามนิมออย่าแตะ.....	60
ภาพ 10 การออกแบบกล่องใส่แหวนของนักเรียนกลุ่ม 4.....	61
ภาพ 11 นักเรียนกลุ่ม 2 สร้างโปสเตอร์กล่องใส่แหวนเหล็ก.....	62
ภาพ 12 สังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้างของผู้วิจัย.....	63
ภาพ 13 สังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้างของผู้วิจัย.....	66
ภาพ 14 สังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้างของครูประจำการ.....	67
ภาพ 15 ขั้นพัฒนาต้นแบบของกลุ่ม 2 เรื่อง อุปกรณ์ปิ้งย่างทันใจ.....	68
ภาพ 16 ขั้นประเมินผลงานของกลุ่ม 4 เรื่อง อุปกรณ์ปิ้งย่างทันใจ.....	69

ภาพ 17	สังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้างของครูประจำการ.....	72
ภาพ 18	ขั้นพัฒนาต้นแบบ เรื่อง หอมกระเทียมสินค้าส่งออก	72
ภาพ 19	ขั้นประเมินผลงานของกลุ่ม 2 เรื่อง หอมกระเทียมสินค้าส่งออก	73
ภาพ 20	ร้อยละในการพัฒนาการสร้างแนวคิดที่หลากหลายในแต่ละระดับของนักเรียน .	77
ภาพ 21	บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่ม 3 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1	78
ภาพ 22	บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่ม 4 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2	79
ภาพ 23	บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่ม 3 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3	80
ภาพ 24	แบบทดสอบการสร้างแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนคนที่ 21	81
ภาพ 25	ร้อยละในการพัฒนาการสร้างความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละระดับของนักเรียน	82
ภาพ 26	ตัวอย่างโปสเตอร์ของนักเรียน กลุ่ม 6 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1	83
ภาพ 27	ตัวอย่างโมเดลอุปกรณ์ปิ้งย่างของนักเรียนกลุ่ม 4	84
ภาพ 28	ตัวอย่างโมเดลบรรจุภัณฑ์ใส่หอมกระเทียมส่งออกของนักเรียนกลุ่ม 4	84
ภาพ 29	ตัวอย่างโครงร่างโมเดลบรรจุภัณฑ์ใส่หอมกระเทียมส่งออกของนักเรียนกลุ่ม 4 ..	85
ภาพ 30	ตัวอย่างโมเดลบรรจุภัณฑ์ใส่หอมกระเทียมส่งออกของนักเรียนกลุ่ม 2	86
ภาพ 31	แบบทดสอบการสร้างแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนคนที่ 26	87
ภาพ 32	แบบทดสอบการสร้างแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนคนที่ 29	88
ภาพ 33	ร้อยละในการพัฒนาการประเมินและปรับปรุงแนวคิดในแต่ละระดับของ นักเรียน	89
ภาพ 34	การประเมินผลงานของนักเรียนกลุ่ม 2 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1	90
ภาพ 35	ตัวอย่างการปรับปรุงโครงร่างผลงานกล่องใส่แหวนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ของ กลุ่ม 3	91
ภาพ 36	การประเมินผลงานของนักเรียนกลุ่ม 1 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2	92

ภาพ 37 การปรับปรุงผลงานหลังจากได้รับการเสนอแนะของนักเรียนกลุ่ม 4.....	93
ภาพ 38 การประเมินผลงานของนักเรียนกลุ่ม 7 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3.....	94
ภาพ 39 การปรับปรุงผลงานหลังจากได้รับการเสนอแนะของนักเรียนกลุ่ม 1.....	95
ภาพ 40 การประเมินผลงานในแบบทดสอบของนักเรียนคนที่ 7.....	96
ภาพ 41 การนำเข้าสู่บทเรียน เรื่อง อุปกรณ์อย่างทันสมัย.....	113
ภาพ 42 การรวบรวมข้อมูล.....	134
ภาพ 43 การสร้างโปสเตอร์.....	134
ภาพ 44 การสร้างโมเดล.....	135
ภาพ 45 การนำเสนอผลงาน.....	135
ภาพ 46 การประเมินผลงาน.....	136
ภาพ 47 การทำแบบทดสอบหลังจัดการเรียนรู้ครบ 3 วงจรปฏิบัติการ.....	136



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

โลกในศตวรรษที่ 21 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาและรวดเร็ว ทำให้เกิดความต้องการแรงงานที่มีความพร้อมด้านทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่นอกเหนือจากการมีความรู้หลักและการคิดเลขเป็น แรงงานในปัจจุบันถูกจ้างให้ทำงานในภาคส่วนที่เทคโนโลยีใหม่ ๆ ไม่สามารถทดแทนแรงงานที่เป็นมนุษย์ได้ ดังนั้นการให้ความรู้สำหรับการคิดเชิงสร้างสรรค์สามารถช่วยให้มนุษย์สามารถปรับตัวเพื่อพัฒนาความสามารถในการทำงานที่เครื่องจักรและเทคโนโลยีไม่สามารถทำแทนได้ (Organization for Economic Cooperation and Development : OECD, 2010 ; 2021) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560-2564 ของประเทศไทยยังต้องการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อยกระดับศักยภาพของประเทศ โดยจะมุ่งเน้นการนำความคิดสร้างสรรค์และการพัฒนานวัตกรรม ทำให้เกิดสิ่งใหม่ที่มีมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจทั้งในเรื่องกระบวนการผลิตและรูปแบบผลิตภัณฑ์และบริการใหม่ๆ การเตรียมพร้อมด้านกำลังคนและการเสริมสร้างศักยภาพของประชากรในทุกช่วงวัย พัฒนาทักษะที่สอดคล้องกับความต้องการในตลาดแรงงานและทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ของคนในแต่ละช่วงวัย (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560) โดยทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 นอกเหนือจากการอ่านออก เขียนได้ คิดเลขเป็น ที่จะทำให้ผู้คนสามารถคิดค้น ประดิษฐ์และออกแบบผลงาน ผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่ต้องการของตลาดได้ที่สำคัญ คือ ความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ เป็นจินตนาการประยุกต์ (Applied Imagination) ที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหาที่ยากที่มนุษย์ประสบอยู่ มิใช่เป็นจินตนาการที่เพ้อฝันทั่ว ๆ ไป ความคิดจินตนาการจึงเป็นลักษณะสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ในการนำไปสู่ผลผลิตที่แปลกใหม่และเป็นประโยชน์ (Osborne, 1957) ทั้งนี้ความคิดสร้างสรรค์จะประกอบไปด้วยความอยากรู้อยากเห็น ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ จินตนาการ และความคิดยืดหยุ่น (Greenstein, 2012) ในทางวิทยาศาสตร์นั้นความคิดสร้างสรรค์ถือมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะความคิดสร้างสรรค์สามารถสร้างแนวความคิดใหม่ ๆ ที่จะนำไปสู่การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงการประดิษฐ์เครื่องมือและนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ การทดลองคิดค้นสร้างองค์ความรู้ใหม่มาใช้ในการจัดการและแก้ไขกับปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้นสามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งครุมีบทบาทสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

สำหรับวิชาเคมีนั้น เป็นสาขาหนึ่งในวิทยาศาสตร์ โดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดให้สถานศึกษามีการจัดหลักสูตรสถานศึกษาที่ให้ผู้เรียนได้ศึกษาเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม สารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) โดยมีสาระสำคัญเกี่ยวกับแนวคิด ความหมาย การคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี รวมถึงปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และที่สำคัญคือการนำอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีไปใช้ในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ทั้งนี้ความรู้เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งในชีวิตประจำวัน เพราะการเปลี่ยนแปลงสารในธรรมชาติ ล้วนเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีทั้งสิ้น ยกตัวอย่างเช่น ปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยาการเน่าเสีย ปฏิกิริยาการเกิดสนิมเหล็ก เป็นต้น แต่การจัดการเรียนรู้นั้นปัจจุบันยังเป็นการจัดการเรียนรู้รูปแบบบรรยายตามหนังสือเรียน ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้เพียงทฤษฎี แนวคิด การคำนวณ และการนำอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันตามหนังสือเรียนเท่านั้น ไม่ได้มีการคิดสิ่งที่แปลกใหม่ในการนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันอย่างแท้จริง ส่งผลให้นักเรียนขาดการคิดและสร้างสิ่งที่แปลกใหม่ ขาดการคิดสร้างสรรค์ และเป็นประโยชน์ในการประยุกต์ใช้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน รวมทั้งขาดการลงมือทำ ออกแบบ และสร้างชิ้นงานในการประยุกต์ใช้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีผ่านความคิดสร้างสรรค์

ทั้งนี้โครงการห้องเรียนทั่วไปวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีวัตถุประสงค์การจัดการศึกษา เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถที่ทัดเทียมกับระดับนานาชาติได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีการ ทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะแห่ง ศตวรรษที่ 21 จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการสอนนักเรียนในห้องเรียนนี้แล้วนั้น พบว่านักเรียนห้องเรียน วิทยาศาสตร์นี้มีความตั้งใจเรียนดี มีความรับผิดชอบ มีความสามารถในการเรียนรู้ได้ระดับปานกลาง ในห้องเรียนจะประกอบไปด้วยนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ส่งผลให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ ภาควิชาได้ เมื่อผู้วิจัยจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ความรู้ทางเคมีในชีวิตประจำวัน พบว่า นักเรียนขาดความสามารถในการคิดสร้างสิ่งที่แปลกใหม่ที่ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและขาด การเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ที่มีกับชีวิตประจำวัน ทั้งนี้ผู้วิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ของครูในช่วงก่อน หน้านี้เป็นการสอนที่เน้นการบรรยายเป็นหลัก ผ่านระบบออนไลน์ เพราะสถานการณ์การแพร่ระบาดของ โควิด-19 ประกอบกับเนื้อหาทางวิชาการค่อนข้างมาก บริบทของการเรียนรู้ค่อนข้างจำกัดทำให้ ครูต้องสอนแบบบรรยายเพื่อให้ได้เนื้อหาทางทฤษฎีที่ครบถ้วน จากที่กล่าวมานี้ทำให้ผู้วิจัยเห็นว่าการ จัดการเรียนรู้ควรเน้นให้นักเรียนได้คิดค้น ลงมือทำ ออกแบบสร้างสรรค์ และประยุกต์ใช้ความรู้ทาง ทฤษฎีในการแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้น

แนวคิดการเรียนรู้ที่มีการออกแบบเป็นฐาน (Design-Based Learning) ได้รับการพัฒนา ในช่วงทศวรรษที่ 1980 โดยโดรีน เนลสัน (Doreen Nelson) ที่ต้องการให้ผู้เรียนใช้แนวทางในการ แก้ปัญหาในการสังเคราะห์ความรู้และนำไปสู่การปฏิบัติ การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้คิดค้นแนวทางการแก้ปัญหาใหม่ ๆ อย่างสร้างสรรค์ (สุจิตตรา จันทร์ลอย, 2564) ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 (อกินันท์ อัจฉพันธ์, 2562) และส่งเสริมการมี ส่วนร่วมของผู้เรียนในการออกแบบ และการใช้ความคิดสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยการเรียนรู้เช่นนี้จะช่วย เพิ่มแรงจูงใจในการเรียน ส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุกและการเรียนรู้โดยการปฏิบัติจริง (Doppelt, 2008) ทั้งนี้ผู้วิจัยเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ผ่าน กระบวนการออกแบบที่ผู้เรียนได้มีโอกาสในการแสวงหาความรู้ การพัฒนาความคิด และการ สร้างสรรค์ผลงานโดยการสร้างต้นแบบ (Prototype) ชิ้นงาน ผลิตภัณฑ์ หรือนวัตกรรม การ สร้างสรรค์ในลักษณะต่าง ๆ ได้ (Gerber, Marie Olson and Komarek, 2012) รวมไปถึงการ ประเมินผลงานและปรับปรุงผลงาน

จากปัญหาและแนวคิดข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การ ออกแบบเป็นฐาน มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อ ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำถามวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีแนวทางอย่างไร
2. เมื่อจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ขอบเขตของงานวิจัย

ขอบเขตของงานวิจัยครั้งนี้มี 4 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านแหล่งข้อมูล ด้านตัวแปร และด้านระยะเวลา ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ คือ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาเคมี 3 (ว32223) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามโครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แหวนเหล็กขี้สนิมอย่าแตะ (การป้องกันสนิมเหล็ก)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อุปกรณ์ปิ้งย่างทันสมัย (การเพิ่มปฏิกิริยาการเผาไหม้)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง หอมกระเทียมสินค้าส่งออก (การป้องกันการเน่าเสีย)

2. ด้านแหล่งข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนโครงการห้องเรียนทั่วไปวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดนนทบุรี ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3. ด้านสิ่งที่ศึกษา

สิ่งที่ศึกษา ประกอบด้วย

3.1 การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน

3.2 ความคิดสร้างสรรค์

4. ด้านระยะเวลา

การวิจัยในครั้งนี้ดำเนินการเก็บข้อมูลในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2565 เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 คาบ รวมเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในด้านการสร้างแนวคิดที่หลากหลาย การสร้างความคิดสร้างสรรค์ และการประเมินและปรับปรุงแนวคิด (OECD, 2021) ซึ่งความหมายขององค์ประกอบแต่ละด้าน ดังนี้

1.1 การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย (Generate diverse ideas) หมายถึง นักเรียนสามารถคิดและสร้างวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 แนวทางขึ้นไป ทั้งนี้สามารถตรวจสอบจากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนได้

1.2 การสร้างความคิดสร้างสรรค์ (Generate creative ideas) หมายถึง นักเรียนสามารถออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่และมีประโยชน์สามารถนำไปใช้ได้ ทั้งนี้สามารถตรวจสอบจากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนและชิ้นงานได้

1.3 การประเมินและปรับปรุงแนวคิด (Evaluate and improve ideas) หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการประเมินข้อดี ข้อจำกัด ในความคิดที่กำหนดให้ได้ และสามารถแนะนำการปรับปรุงแก้ไขได้ ทั้งนี้สามารถตรวจสอบจากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนได้

2. การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน (Design-Based Learning) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มีเหตุผลตามหลักวิทยาศาสตร์ ที่มีการใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างชิ้นงานมาใช้ในการแก้ปัญหา มีขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ระบุปัญหาและความต้องการในการออกแบบ (Identify needs) คือ ขั้นกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยครูนำสถานการณ์ปัญหาที่มีในชีวิตประจำวัน จากข่าว รายงาน เป็นต้น มาระบุภาระงานและความต้องการในการออกแบบครั้งนี้

2.2 รวบรวมข้อมูล (Collect information) คือ ขั้นที่ให้นักเรียนได้แบ่งกลุ่ม ช่วยกันระดมความคิด และค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม จากนั้นสร้างแนวคิดของผลงานที่สนใจออกแบบที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 แนวคิด

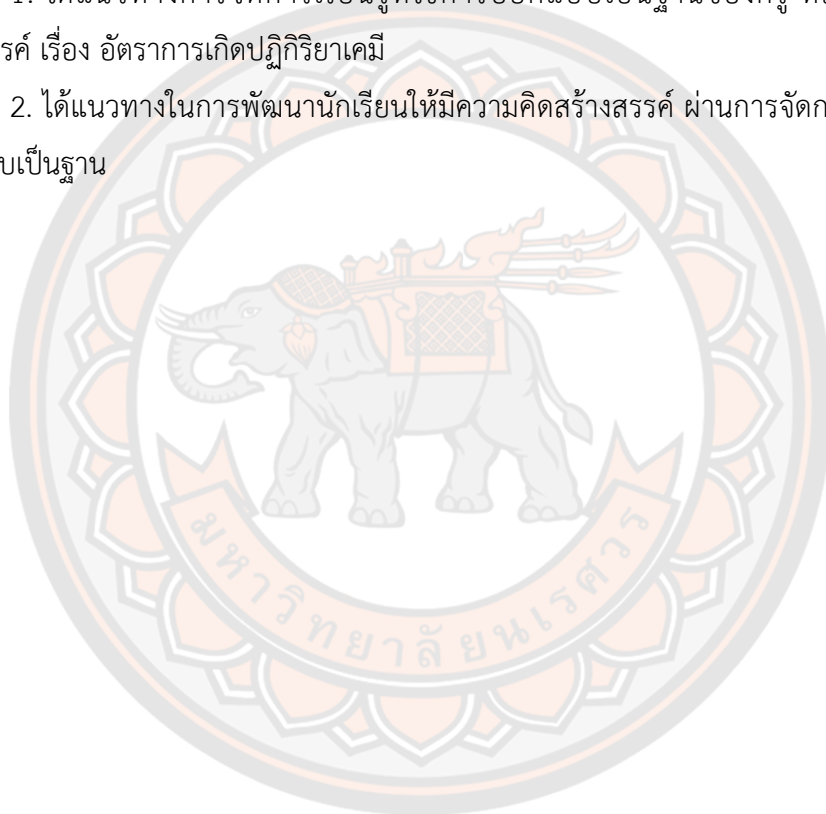
2.3 พัฒนาต้นแบบ (Prototype) คือ ขั้นที่ให้นักเรียนเลือกแนวคิด 1 แนวคิดจาก 3 แนวคิด จากนั้นนำแนวคิดที่เลือกมาร่วมมือกันออกแบบร่างชิ้นงานที่ต้องการสร้างร่วมกันภายในกลุ่มของตนเอง

2.4 ประเมินผลงาน (Evaluate) คือ ขั้นที่ให้นักเรียนได้ประเมินชิ้นงานของกลุ่มอื่น โดยการบอกข้อดี ข้อจำกัดในชิ้นงานที่กลุ่มอื่นนำเสนอ พร้อมเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน ไปศึกษาแนวทางในการประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง ผ่านกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 3 วงจร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานของครู ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. ได้แนวทางในการพัฒนานักเรียนให้มีความคิดสร้างสรรค์ ผ่านการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษา ดังนี้

หลักสูตรสถานศึกษา

1. ข้อมูลทั่วไปของโรงเรียน
2. โครงสร้างหลักสูตรโครงการห้องเรียนทั่วไปวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
3. คำอธิบายรายวิชาเคมีเพิ่มเติม
4. หน่วยการเรียนรู้และมโนทัศน์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ความคิดสร้างสรรค์

1. ความหมายและความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์
2. ลักษณะของความคิดสร้างสรรค์
3. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
4. ลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์
5. ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความคิดสร้างสรรค์
6. การวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์

การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน

1. ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน
2. ความหมายของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน
3. แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน
4. บทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

หลักสูตรสถานศึกษา

1. ข้อมูลทั่วไปของโรงเรียน

ข้อมูลทั่วไป

กระแสโลกาภิวัตน์และความเปลี่ยนแปลงของโลกที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งด้านวิทยาศาสตร์ สังคม เศรษฐกิจฐานความรู้ (Knowledge – based Economy) ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศ ทำให้คนต้องมีการติดต่อสื่อสารซึ่งกันและกันมากขึ้น มีความร่วมมือในการปฏิบัติและร่วมแก้ปัญหา ในขณะที่เดียวกันสังคมโลกยุคปัจจุบันเต็มไปด้วยข้อมูลข่าวสาร ทำให้ผู้เรียนต้องรู้จักคิด วิเคราะห์ แยกแยะ และการตัดสินใจที่รวดเร็ว เพื่อให้ทันกับสถานการณ์ที่มีความสลับซับซ้อน อีกทั้งปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสภาพแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อมวลมนุษยชาติด้วยสภาพปัจจุบันที่ผู้เรียนต้องเผชิญวิกฤตการณ์ร่วมกัน สะท้อนให้เห็นถึงแนวโน้มว่าคนยุคใหม่จะต้องพบกับความเปลี่ยนแปลงอันหลากหลาย ซึ่งเป็นสัญญาณเตือนว่าโลกยุคหน้าจะมีปรากฏการณ์ต่าง ๆ เกิดขึ้นเกินกว่าจะคาดคิดถึงด้วยเหตุนี้ จำเป็นอย่างยิ่งที่สถานศึกษาจะต้องเตรียมคนรุ่นใหม่ที่มีทักษะและความสามารถในการปรับตัวให้มีลักษณะสำคัญในการดำรงชีวิตในโลกยุคใหม่ มีคุณลักษณะสำคัญในการดำรงชีวิตได้อย่างรู้ทัน สงบ สันติ มีความสุข มีคุณภาพชีวิตที่ดี

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) กล่าวถึง การใช้คนเป็นศูนย์กลางในการพัฒนา สร้างสมดุลในการพัฒนาทุกมิติอย่างบูรณาการ ทั้งทางด้านคน สังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม โดยมีการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล ซึ่งในทุกกระบวนการจำเป็นต้องใช้ความรู้ และความรอบคอบ มุ่งพัฒนาคนสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต สร้างฐานทางปัญญาเพื่อสร้างภูมิคุ้มกันให้เกิดคน และสังคมไทยเป็นสังคมที่มีคุณภาพ เป็นฐานการพัฒนาประเทศที่มั่นคง และสมดุลมุ่งสู่การอยู่ร่วมกันในสังคมที่มีความสุขและเป็นธรรม อีกทั้งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ได้กำหนดแนวทางในการพัฒนาหลักสูตร ที่มุ่งเน้นการกระจายอำนาจทางการศึกษาให้ท้องถิ่นและสถานศึกษาได้มีบทบาทร่วมกันในการพัฒนาหลักสูตร และมีหลักสูตรที่มุ่งพัฒนาคนให้มีความสมดุล ทั้งด้านความรู้ ความคิด ความสามารถ ความดีงาม และความรับผิดชอบต่อสังคม

จากแนวคิดดังกล่าวโรงเรียนจึงมีการทบทวนปรับปรุงหลักสูตรแกนกลางสถานศึกษา ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2564 เพื่อเป็นกรอบแนวทางในการพัฒนาเยาวชนของชาติ เข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทย มีทักษะการคิดวิเคราะห์ เพื่อให้หลักสูตรและการเรียนการสอนมีความเหมาะสมท่ามกลางความเปลี่ยนแปลง มีการเชื่อมโยงให้ผู้เรียนเกิดศักยภาพทั้งความสามารถด้านภาษาต่างประเทศ การคิดวิเคราะห์ การสื่อสาร คุณลักษณะในการเป็นพลโลก รวมทั้งการพัฒนาบุคคลในองค์กรรวมทั้งมิติของความรู้และคุณธรรมคู่กัน เพื่อให้เกิดการ

พัฒนาอย่างยั่งยืนและประชาคมโลก อยู่ร่วมกันอย่างสันติสุขสร้างสรรค์ มีทักษะด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างสันติ อันจะส่งผลต่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน โดยมีจุดมุ่งหมาย คุณลักษณะอันพึงประสงค์ สมรรถนะสำคัญ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด เป็นเป้าหมายการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะและมีคุณธรรมพื้นฐานของความเป็นไทย ควบคู่กับความเป็นสากล โดยหลักสูตรมุ่งเน้นความสามารถการสื่อสารการคิดการแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต เพื่อให้ผู้เรียนทันต่อความเปลี่ยนแปลงและก้าวทันโลก มีศักยภาพในการแข่งขัน

หลักสูตรแกนกลางสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2564 ฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อให้โรงเรียนได้นำไปใช้เป็นกรอบในการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพความรู้ และทักษะที่จำเป็นสำหรับเครื่องมือในการดำรงชีวิตในสังคมที่มาความเปลี่ยนแปลง และแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต

2. โครงสร้างหลักสูตรโครงการห้องเรียนทั่วไปวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

โรงเรียนที่ผู้วิจัยเลือกเป็นโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษที่เปิดสอนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ซึ่งในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายนั้นมีห้องเรียนที่หลากหลายโครงการเพื่อให้นักเรียนเลือกเรียนได้ตามความสนใจ ได้แก่ โครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โครงการห้องเรียนทั่วไปวิทยาศาสตร์สุขภาพ โครงการห้องเรียนทั่วไปวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ รวมทั้งโครงการห้องเรียนทั่วไปทางด้านภาษา เช่น ภาษาจีน ภาษาสเปน ภาษาเกาหลี ภาษาเยอรมัน เป็นต้น ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกโครงการห้องเรียนทั่วไปวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งโครงสร้างหลักสูตรโรงเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) โดยมีรายวิชาพื้นฐาน รายวิชาเพิ่มเติม และกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนใน 1 ปีการศึกษา มีดังตาราง 1 และตาราง 2

ตาราง 1 รายวิชาและหน่วยกิตของโครงการห้องเรียนทั่วไปวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
ภาคเรียนที่ 1

รหัสวิชา	รายวิชา/กิจกรรม	หน่วยกิต/ชั่วโมง
รายวิชาพื้นฐาน		
ท32101	ภาษาไทยพื้นฐาน 3	1(40)/2
ค32101	คณิตศาสตร์พื้นฐาน 3	1(40)/2
ว32101	วิทยาการคำนวณ 2	1(40)/2
ส32101	สังคมศึกษาพื้นฐาน 3	1(40)/2
ส32103	ประวัติศาสตร์ 3	0.5(20)/1
ศ32101	ศิลปะพื้นฐาน 3	0.5(20)/1
พ32101	สุขศึกษาและพลศึกษา 3	0.5(20)/1
ง32101	การงานอาชีพ 3	0.5(20)/1
อ32101	ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 3	1(40)/2
	รวม	7(280)/14
รายวิชาเพิ่มเติม		
ค32201	คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 3	2(80)/4
ว32203	ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	2(80)/4
ว32223	เคมีเพิ่มเติม 3	1.5(60)/3
ว32243	ชีววิทยาเพิ่มเติม 3	1.5(60)/3
ส30233	หน้าที่พลเมือง 3	0.5(20)/1
อ32201	ภาษาอังกฤษฟัง-พูด 3	1(40)/2
จ32201	ภาษาจีนในชีวิตประจำวัน 3	1(40)/2
l30201	การศึกษาค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้	1(40)/2
	รวม	10.5(420)/21
กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน		
ก32901	ชุมนุม 3	0.5(20)/1
ก32903	แนะแนว 3	0.5(20)/1
ก32907	กิจกรรมคุณธรรมจริยธรรม 3	(20)/1
	รวม	(60)/3
รวมเวลาเรียนทั้งสิ้น		17.5(760)/38

ตาราง 2 รายวิชาและหน่วยกิตของโครงการห้องเรียนทั่วไปวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
ภาคเรียนที่ 2

รหัสวิชา	รายวิชา/กิจกรรม	หน่วยกิต/ชั่วโมง
รายวิชาพื้นฐาน		
ท32102	ภาษาไทยพื้นฐาน 4	1(40)/2
ค32102	คณิตศาสตร์พื้นฐาน 4	1(40)/2
ว32102	การออกแบบและเทคโนโลยี 2	1(40)/2
ส32102	สังคมศึกษาพื้นฐาน 4	1(40)/2
ส32104	ประวัติศาสตร์ 4	0.5(20)/1
ศ32102	ศิลปะพื้นฐาน 4	0.5(20)/1
พ32102	สุขศึกษาและพลศึกษา 4	0.5(20)/1
ง32102	การงานอาชีพ 4	0.5(20)/1
อ32102	ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 4	1(40)/2
	รวม	7(280)/14
รายวิชาเพิ่มเติม		
ค32202	คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4	2(80)/4
ว32204	ฟิสิกส์เพิ่มเติม 4	2(80)/4
ว32224	เคมีเพิ่มเติม 4	1.5(60)/3
ว32244	ชีววิทยาเพิ่มเติม 4	1.5(60)/3
ส30234	หน้าที่พลเมือง 4	0.5(20)/1
อ32202	ภาษาอังกฤษฟัง-พูด 4	1(40)/2
จ32202	ภาษาจีนในชีวิตประจำวัน 4	1(40)/2
ล30202	การสื่อสารและการนำเสนอ	1(40)/2
	รวม	10.5(420)/21
กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน		
ก32902	ชุมนุม 4	0.5(20)/1
ก32904	แนะแนว 4	0.5(20)/1
ก32908	กิจกรรมคุณธรรมจริยธรรม 4	(20)/1
	รวม	(60)/3
รวมเวลาเรียนทั้งสิ้น		17.5(760)/38

3. คำอธิบายรายวิชาเคมีเพิ่มเติม

คำอธิบายรายวิชาเคมี

สำหรับคำอธิบายรายวิชา เคมี 3 รหัสวิชา ว32223 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ซึ่งคิดเป็นเวลาทั้งหมด 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน และมีจำนวน 1.5 หน่วยกิต มีรายละเอียด ดังนี้

ศึกษาความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวลของแก๊ส โดยใช้กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก กฎรวมแก๊ส กฎของอาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ คำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสมโดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน ศึกษาทฤษฎีจลน์ของแก๊ส การแพร่และคำนวณอัตราการแพร่ของแก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม ศึกษาปรากฏการณ์หรือการแก้ปัญหา ในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรมโดยใช้สมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊ส

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารในปฏิกิริยาเคมี คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ศึกษาทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผลของความเข้มข้นพื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม

ศึกษาความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และสภาวะสมดุล คำนวณค่าคงที่สมดุลและความเข้มข้นของสารที่สมดุลของปฏิกิริยาที่มีขั้นตอนเดียวและหลายขั้นตอน ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลและค่าคงที่สมดุลตามหลักของเลอชาเตอลิเย สมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1) อธิบายความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่างๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก

2) คำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎรวมแก๊ส คำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวลของแก๊ส จากความสัมพันธ์ตามกฎของอาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ

3) คำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน

4) อธิบายการแพร่ของแก๊สโดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คำนวณและเปรียบเทียบอัตราการแพร่ของแก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม

5) สืบค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่าง และอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม

6) ทดลองและเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำกรวัดในปฏิกิริยา

7) คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนกราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา

8) เขียนแผนภาพและอธิบายทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

9) ทดลองและอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

10) เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา

11) ยกตัวอย่างและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม

12) ทดสอบและอธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และภาวะสมดุล

13) อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในภาวะสมดุล

14) คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา

15) คำนวณความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุล

16) คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน

17) ระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบ รวมทั้งคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุลของระบบถูกรบกวนโดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอ

18) ยกตัวอย่างและอธิบายสมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม

จากข้อมูลที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่าหากนำการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ จะสามารถส่งเสริมผลการเรียนรู้ข้อที่ 10 - 11 ในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ โดยส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจถึงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่

เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์คิดต่อยอดประดิษฐ์ชิ้นงานที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันหรือภาคอุตสาหกรรมได้

4. หน่วยการเรียนรู้และมโนทัศน์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

สาระการเรียนรู้

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการจัดเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผู้วิจัยได้รวบรวมเนื้อหาโมทัศน์ที่ถูกต้องที่สำคัญต่อผู้เรียนไว้ โดยแยกตามผลการเรียนรู้ เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
1. เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา	อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิตัวเร่ง และตัวหน่วงปฏิกิริยา นอกจากนี้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมียังขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ทำปฏิกิริยาด้วย
2. ยกตัวอย่างและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม	ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถนำมาใช้อธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม

ผู้วิจัยได้สรุป แผนการจัดการเรียนรู้และมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องไว้ดังตาราง 4

ตาราง 4 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวนชั่วโมง และมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง

แผนที่	เรื่อง	จำนวนชั่วโมง	มโนทัศน์
1	แหวนเหล็กฆ่าสนิม อย่าแตะ (การป้องกันสนิม เหล็ก)	4	สนิม มีลักษณะเป็นคราบแดงบนเหล็กสามารถ เกิดขึ้นได้เมื่อเหล็ก (Fe) ทำปฏิกิริยากับน้ำ (H ₂ O) และแก๊สออกซิเจน (O ₂) ซึ่งสามารถป้องกันและ ลดการเกิดสนิมได้หลากหลายวิธี เช่น การลด ความเข้มข้นของน้ำและแก๊สออกซิเจน การลด พื้นที่ผิวในการสัมผัสกันระหว่างเหล็ก น้ำและแก๊ส ออกซิเจน เป็นต้น
2	อุปกรณ์ปิ้งย่าง ทันใจ (การเพิ่ม ปฏิกิริยาการเผา ไหม้)	4	ปฏิกิริยาการเผาไหม้มีสารตั้งต้นที่สำคัญได้แก่ ไฮโดรคาร์บอนหรือเชื้อเพลิง และแก๊สออกซิเจน ซึ่งหากต้องการให้อุปกรณ์ปิ้งย่างเกิดปฏิกิริยาการ เผาไหม้และให้ความร้อนได้ดีนั้น สามารถทำได้ หลายวิธี เช่น เพิ่มปริมาณของเชื้อเพลิง หรือแก๊ส ออกซิเจน การเพิ่มพื้นที่ผิวในการเผาไหม้ หรือ เติมตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อให้การเผาไหม้เกิดได้ดีขึ้น เป็นต้น ดังนั้นการออกแบบอุปกรณ์ปิ้งย่างให้สร้าง ความร้อนสูงนั้นจะต้องออกแบบให้สามารถ เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ได้ดี
3	หอมกระเทียม สินค้าส่งออก (การ ป้องกันการเน่าเสีย)	4	การเน่าเสียของอาหารเกิดขึ้นได้จากการทำงาน ของเอนไซม์ จุลินทรีย์ในอาหาร และการ เปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ซึ่งการถนอมอาหาร เป็นการเก็บรักษาอาหารไว้ เพื่อชะลอการเน่าเสีย ของอาหาร ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การ เติมตัวหน่วง การลดอุณหภูมิเพื่อให้ปฏิกิริยาการ เน่าเสียเกิดขึ้นได้ช้าลง เป็นต้น

ความคิดสร้างสรรค์

1. ความหมายและความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่านิสิตกวีวิชาการให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

Guilford (1956) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดอเนกนัย ซึ่งคิดได้หลายทิศทาง หลายด้าน หลายมุม คิดได้กว้างไกล และนำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการคิดค้นพบวิธีการแก้ปัญหาได้สำเร็จ ความคิดอเนกนัยประกอบด้วยความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดละเอียดละออ

Torrance (1988) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดสร้างสรรค์ผลิตผล หรือสิ่งแปลกใหม่ที่ไม่รู้จักมาก่อน ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ อาจเกิดจากการผสมผสานความรู้ต่างๆ ที่ได้รับจากประสบการณ์แล้วเชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่ ๆ และรวบรวมความคิดเป็นสมมติฐาน แล้วทำการทดสอบสมมติฐานและรายงานผลที่ได้รับจากการค้นพบ

Plucker, Beghetto, and Dow (2004) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นปฏิสัมพันธ์ระหว่างไหวพริบ กระบวนการ และสภาพแวดล้อม โดยบุคคลหรือกลุ่มบุคคลสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีความแปลกใหม่และมีประโยชน์ต่อสังคม

Osborne (2011) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นจินตนาการประยุกต์ (Applied Imagination) คือเป็นจินตนาการประยุกต์ที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหาที่ยากที่มนุษย์ประสบอยู่ มิใช่เป็นจินตนาการที่เพ้อฝันทั่ว ๆ ไป ความคิดจินตนาการจึงเป็นลักษณะสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ในการนำไปสู่ผลผลิตที่แปลกใหม่และเป็นประโยชน์

อารี พันธุ์ณี (2543) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ 3 ลักษณะ ดังนี้

1) ลักษณะทางกระบวนการ หมายถึง ความรู้สึกไวต่อปัญหาและสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างมีขั้นตอนและเป็นระบบ และนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์จากสิ่งใหม่ต่อไป

2) ลักษณะของบุคคล หมายถึง บุคคลที่มีความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้น กล้าคิด กล้าแสดง มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีอารมณ์ขัน มีจินตนาการ และมีความยืดหยุ่นทั้งความคิดและการกระทำ และเป็นบุคคลที่มีความสุขกับการทำงานหรือสิ่งที่ตนพอใจ และไม่หวังผลจากการประเมินภายนอก

3) ลักษณะทางผลผลิต หมายถึง คุณภาพของผลงานที่เกิดขึ้นมีตั้งแต่ขั้นต่ำที่แสดงผลอันเกิดจากความพอใจของตนที่จะแสดงออกซึ่งความคิดและการกระทำ จนกระทั่งพัฒนาขึ้นเป็นการฝึกทักษะและค่อยคิดได้เอง จนถึงระดับการคิดค้นพบทฤษฎี หลักการ และการประดิษฐ์คิดค้นต่าง ๆ

ภัสสร ติตมา (2558) สรุปความหมายของความคิดสร้างสรรค์ ได้ว่าเป็นกระบวนการทางสมองที่คิดได้หลากหลายทิศทางซึ่งต้องอาศัยจินตนาการ และความเป็นเหตุเป็นผล เพื่อนำไปสู่การคิดค้นประดิษฐ์ หรือปรับปรุงงานต่าง ๆ ขึ้นมาใหม่ โดยผลงานที่คิดขึ้นต้องมีความแปลกใหม่ไม่ซ้ำใคร และสามารถช่วยแก้ปัญหาได้

พิทักษ์พงศ์ คำแดง (2561) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า ความสามารถของบุคคลในการสร้างแนวคิดใหม่ที่บุคคลนั้นไม่เคยเห็นที่ใดมาก่อน ซึ่งไม่ได้เกิดจากการลอกเลียนแบบ และอาจจะพัฒนาไปสู่นวัตกรรมผ่านจินตนาการ การออกแบบ บนพื้นฐานของความอยากรู้อยากเห็น ภายใต้การพิจารณาความเป็นไปได้ เพื่อสร้างแนวทางที่หลากหลายนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ มีใช้จินตนาการเพื่อฝันทั่วไป

Organization for Economic Cooperation and Development (2021) ได้ให้นิยามของความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นความสามารถในการมีส่วนร่วมอย่างมีประสิทธิภาพของนักเรียน ในการสร้าง การประเมินผลและการพัฒนาความคิดที่ส่งผลให้เกิดผลลัพธ์ที่แปลกใหม่และมีประสิทธิภาพ การพัฒนาความรู้และการแสดงจินตนาการที่สร้างความประทับใจ

จากการรวบรวมและวิเคราะห์ความหมายของความคิดสร้างสรรค์จากนักวิชาการ ผู้วิจัย เห็นว่าความหมายของความคิดสร้างสรรค์มีความหมายคล้ายคลึงกัน และผู้วิจัยสามารถสังเคราะห์ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นไหวพริบ จินตนาการ และความสามารถของบุคคลในการคิดที่หลากหลาย สามารถออกแบบและสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีความแปลกใหม่ มีประโยชน์และสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้

จากการรวบรวมข้อมูลทำให้ทราบว่าความคิดสร้างสรรค์สามารถช่วยให้นักเรียนสามารถปรับตัวเข้ากับโลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและตลอดเวลาได้ และโลกกำลังต้องการคนงานที่มีทักษะศตวรรษที่ 21 ที่นอกเหนือไปจากการมีความรู้และการคิดเลขได้ สุดท้ายนักเรียนในปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะถูกจ้างให้ทำงานในภาคส่วนที่ยังไม่สามารถนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ดังนั้นการให้ความรู้เพื่อการคิดเชิงสร้างสรรค์สามารถช่วยให้ปรับตัวเพื่อพัฒนาความสามารถในการทำงานที่เครื่องจักรไม่สามารถทำได้ และจัดการกับความท้าทายที่ซับซ้อนมากขึ้นทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับโลก (Lucas & Spencer, 2017) ดังนั้น การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการเตรียมนักเรียนในมีความพร้อมที่จะเผชิญกับโลกในอนาคตที่มีความซับซ้อน และเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ดังนั้นผู้วิจัยเห็นถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ จึงทำการศึกษาและพัฒนาการเรียนต่อไป

2. ลักษณะของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์นั้นจะต้องมีลักษณะที่สำคัญดังต่อไปนี้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2556) แบ่งความคิดสร้างสรรค์เป็น 3 องค์ประกอบ คือ

1) ความคิดต้องเป็นสิ่งใหม่ เป็นความคิดใหม่สำหรับบุคคลนั้น ไม่ได้เกิดจากการลอกเลียนแบบ 2) ใช้การได้ ความคิดนั้นสามารถพัฒนาต่อยอดได้ มิใช่เป็นจินตนาการเพื่อฝันทั่ว ๆ ไป และ 3) ต้องมีความเหมาะสม ความคิดใหม่นั้นต้องมีเหตุผล มีความเหมาะสมและคุณค่าภายใต้มาตรฐานที่ยอมรับกัน

พิทักษ์พงศ์ คำแดง (2561) กล่าวว่าลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ที่บุคคลในศตวรรษที่ 21 ควรจะมีคือ 1) เป็นคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ โดยต้องคิดสิ่งใหม่ สิ่งที่ต้องนำไปใช้ได้และเหมาะสมกับสถานการณ์ในขณะนั้น 2) สามารถทำงานกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ โดยใช้สร้างแนวคิดใหม่และการสื่อสารกับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพ

Plucker et al. (2004) ให้คำจำกัดความของความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นความสัมพันธ์ระหว่างความถนัด กระบวนการ และสภาพแวดล้อมโดยที่บุคคลหรือกลุ่มสร้างผลิตภัณฑ์ที่มองเห็นได้ ซึ่งทั้งแปลกใหม่และมีประโยชน์ตามที่กำหนดไว้ในบริบททางสังคม

เมื่อผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูล สามารถสังเคราะห์ได้ว่า ลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ในปัจจุบันจะต้องเป็นการคิด สร้างผลิตภัณฑ์ที่เป็นสิ่งใหม่ และผลิตภัณฑ์ที่ได้จะต้องมีประโยชน์สามารถนำมาใช้ได้จริง

3. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

จากการสืบค้นเอกสารที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญได้ดังนี้

Guilford (1967, อ้างอิงในพิทักษ์พงศ์ คำแดง, 2561) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทาง หรือที่เรียกว่า การคิดแบบกระจาย (Divergent thinking) ซึ่งประกอบด้วย

- 1) ความคิดริเริ่ม (Originally)
- 2) ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency)
- 3) ความยืดหยุ่น หรือความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility)
- 4) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration)

ความคิดริเริ่ม (Originally) หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดา หรือความคิดง่าย ๆ ของความคิดริเริ่ม (Wild Idea) ซึ่งถูกสนับสนุนโดย Torrance (1962) ว่า ความคิดริเริ่มเป็นกระบวนการทางสมองที่สามารถคิดได้แตกต่างไปจากสิ่งธรรมดาหรือสิ่งที่เกิดขึ้นแล้ว สอดคล้องกับ Stakweather (1962) ก็สนับสนุนว่า ความคิดริเริ่มเป็นลักษณะของ

ความคิดที่ไม่ยอมคล้อยตาม (Non-conformity) ของผู้อื่นอย่างง่ายดาย แต่จนกว่าจะมีเหตุผลที่เหมาะสม

ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน ซึ่งจะช่วยให้มีข้อมูลมากพอในการเลือกสรรทางออกที่ดีที่สุดของปัญหา

ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ประเภทหรือแบบของความคิด ซึ่งเป็นพื้นฐานที่จะนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ได้หลายหมวดหมู่ หลายประเภท ตลอดจนเตรียมทางเลือกไว้หลาย ๆ ทาง

ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง การคิดตกแต่งรายละเอียดเพื่อขยายความคิดหลักให้สมบูรณ์

Torrance (1973, อ้างอิงในภัสสร ติตมา, 2558) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนใน 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1) ความคิดคล่อง เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบได้อย่างหลากหลาย เพื่อตอบคำถามปลายเปิดและคำถามอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็ความคิดทางภาษาหรือท่าทาง

2) ความคิดยืดหยุ่น เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย คิดได้หลายแง่มุมและสามารถผสมผสานความรู้และประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์ได้หลายด้าน

3) ความคิดริเริ่ม เป็นความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดเดิมเป็นความคิดที่แตกต่างจากคนอื่นเป็นการรวมกันของความคิดที่ไม่มีความสัมพันธ์กันมาก่อนทั้งในด้านความคิดหรือการกระทำ

อารี พันธุ์ณี (2546, อ้างอิงในภัสสร ติตมา, 2558) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมอง ที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทางหรือเรียกว่าลักษณะการคิดอเนกนัยหรือการคิดแบบกระจาย ประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ประการ คือ

1) ความคิดคล่องแคล่ว (fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน

2) ความคิดริเริ่ม (originality) หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ

3) ความคิดยืดหยุ่นหรือความยืดหยุ่นในการคิด (flexibility) หมายถึง ประเภท หรือแบบของความคิด

4) ความคิดละเอียดลออ (elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดเป็นขั้นตอนสามารถอธิบายให้เห็นภาพชัดเจนหรือเป็นแผนงานที่สมบูรณ์ขึ้น

Greenstein (2012) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย

1) ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) หมายถึง การตั้งคำถามสำรวจ การถามคำถาม และการแสวงหาความหมายที่ลึกซึ้งของสิ่งต่าง ๆ ตัวอย่างคำถาม คุณต้องการรู้อะไรเกี่ยวกับวัตุนี

2) ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง การผลิตแนวคิดที่หลากหลาย ตัวอย่างคำถาม คุณสามารถสร้างที่พักอาศัยได้กี่วิธี

3) ความคิดริเริ่ม (Originally) หมายถึง แนวคิดที่ล้ำยุค แปลกใหม่ เป็นเอกลักษณ์หรือไม่ธรรมดา ตัวอย่างคำถาม คุณคิดว่าแอปพลิเคชันอะไรที่จะเกิดขึ้นหลังจากเฟซบุ๊ก (Facebook)

4) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง แนวคิดที่แสดงรายละเอียดอย่างชัดเจน หรือเพิ่มเติมจากสิ่งที่มีอยู่แล้ว ตัวอย่างคำถาม คุณมีวิธีใดที่เปลี่ยนรูปแบบลายนี้ ให้เป็นรูปแบบทesselation (tessellation) ซึ่งรูปแบบทesselation คือ การนำรูปทังที่เป็นรูปเรขาคณิตและรูปทั่วไปมาเรียงต่อกันโดยไม่มีช่องว่างระหว่างรูปนำมาจัดเรียงนั้นจะต้องไม่เกิดช่องว่างหรือการคาบเกี่ยวซ้อนกัน

5) จินตนาการ (Imagination) หมายถึง การสร้างภาพในสมอง การสร้างแนวคิดใหม่ ช่างคิด ช่างประดิษฐ์ ตัวอย่างคำถาม คุณคิดว่าในปี 2070 โรงเรียนจะมีลักษณะเป็นอย่างไร

6) ความยืดหยุ่น (Flexibility) คือ แนวคิดที่แสดงความหลากหลายของความเป็นไปได้ ตัวอย่างคำถาม ถ้าแผนการนี้ไม่ได้ผล คุณจะใช้แผนการใดต่อไป

Centre for Educational Research and Innovation : CERI (2015) ได้ให้องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ว่ามี 6 มิติ ได้แก่

1) ความรู้สึก ความเอาใจใส่ สังเกต บรรยายประสบการณ์และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

2) สำรวจ คิดค้น และสร้างความคิด

3) สร้างความสัมพันธ์ บูรณาการมุมมองโดยภาพรวม

4) ยืดหยุ่นและเล่นกับความคิดที่แปลกใหม่ ทำทายหรือลึกลับ

5) จินตนาการ แสดงออก ผลิต สร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ (หรือวิธีแก้ปัญหาหรือประสิทธิภาพ)

6) เห็นคุณค่าความแปลกใหม่ของวิธีแก้ปัญหาและหรือผลที่ตามมา

Organization for Economic Cooperation and Development : OECD (2010 ; 2021) ได้ให้แนวคิดใหม่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ที่จะนำไปสู่การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1) สร้างแนวคิดที่หลากหลาย (Generate diverse ideas) เป็นการสร้างแนวคิดใหม่ที่นอกเหนือไปจากการประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้เรียนมา มีความคิดที่คล่องแคล่วและยืดหยุ่น

2) สร้างสรรค์ความคิดสร้างสรรค์ (Generate creative ideas) เป็นความคิดที่เป็นรูปธรรม สามารถจับต้องได้ มีความริเริ่มในการสร้างสิ่งใหม่ที่แปลกใหม่และมีประโยชน์

3) ประเมินและปรับปรุงแนวคิด (Evaluate and improve ideas) เป็นความสามารถในการประเมินข้อดี และข้อจำกัด ได้ทบทวนความคิดของตนเองให้มีการคิดอย่างละเอียดละออ

จากองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ที่ได้รวบรวมมา ผู้วิจัยเห็นว่าองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์จากนักวิชาการมีความคล้ายคลึงกันเป็นส่วนใหญ่ ผู้วิจัยสามารถเปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดจากนักวิชาการได้ดังตาราง 5

ตาราง 5 เปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดจากนักวิชาการ

Guilford (1967)	Torrance (1973)	อารี พันธุ์มณี (2546)	Greenstein (2012)	OECD (2021)
ความคิด คล่องแคล่ว	ความคิดคล่อง	ความคิด คล่องแคล่ว	ความคิด คล่องแคล่ว	สร้างแนวคิดที่ หลากหลาย
ความยืดหยุ่น หรือความยืดหยุ่น ในการคิด	ความยืดหยุ่น	ความยืดหยุ่น หรือความยืดหยุ่น ในการคิด	ความยืดหยุ่น	
ความคิดริเริ่ม	ความคิดริเริ่ม	ความคิดริเริ่ม	ความคิดริเริ่ม จินตนาการ	สร้างความคิด สร้างสรรค์
ความคิด ละเอียดลออ		ความคิด ละเอียดลออ	ความคิด ละเอียดลออ ความอยากรู้อยาก เห็น	ประเมินและ ปรับปรุงแนวคิด

หลังจากผู้วิจัยได้เปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์เห็นว่าองค์ประกอบนั้นมีความคล้ายคลึงกัน ผู้วิจัยจึงเห็นว่าองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของ Organization for Economic Cooperation and Development : OECD 2021 มีความใหม่ ทันสมัย น่าสนใจและจะมีการประเมินในระดับนานาชาติ (PISA) ในอนาคต ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะเตรียมนักเรียนให้มีความพร้อมในการคิดสร้างสรรค์ในศตวรรษที่ 21 ต่อไป

ความคิดสร้างสรรค์สามารถช่วยให้นักเรียนสามารถปรับตัวเข้ากับโลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและตลอดเวลาได้ และโลกกำลังต้องการคนงานที่มีทักษะศตวรรษที่ 21 ที่นอกเหนือไปจากการมีความรู้และการคิดเลขได้ สุดท้ายนักเรียนในปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะถูกจ้างให้ทำงานในภาคส่วนที่ยังไม่สามารถนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ดังนั้นการให้ความรู้เพื่อการคิดเชิงสร้างสรรค์สามารถช่วยให้ปรับตัวเพื่อพัฒนาความสามารถในการทำงานที่เครื่องจักรไม่สามารถทำได้ และจัดการกับความท้าทายที่ซับซ้อนมากขึ้นทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับโลก (Lucas & Spencer, 2017) ดังนั้น การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการเตรียมนักเรียนในมีความพร้อมที่จะเผชิญกับโลกในอนาคตที่มีความซับซ้อน และเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ดังนั้น ผู้วิจัยเห็นถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ จึงทำการศึกษาและพัฒนาให้นักเรียนต่อไป

4. ลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษาลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์จากเอกสาร ทำให้ผู้วิจัยพบว่าผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์มีลักษณะดังต่อไปนี้

อารี รังสินนท์ (2528, อ้างอิงในอุมาพร รังสิยานนท์, 2548) ได้สรุปลักษณะของเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

- 1) อยากรู้อยากเห็น มีความใฝ่รู้อยู่เป็นนิจ
- 2) ชอบเสาะแสวงหา สืบรวจ ศึกษา ค้นคว้า และทดลอง
- 3) ชอบซักถามและถามคำถามแปลก ๆ
- 4) ช่างสงสัย มองสิ่งต่าง ๆ ด้วยความสนใจและอยากรู้อยากเห็นอยู่เสมอ
- 5) ช่างสังเกต มองเห็นลักษณะที่แปลก ผิดปกติหรือช่องว่างที่ขาดหายไปได้ง่ายและ

รวดเร็ว

- 6) ชอบแสดงออกมากกว่าชอบเก็บกด ถ้าสงสัยสิ่งใดจะถามหรือพยายามหาคำตอบ

โดยไม่รีรอ

Lucas and Spencer (2017) ได้ระบุนิสัยที่ส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ 5 ประการ ได้แก่

- 1) ความอยากรู้อยากเห็น
- 2) การจินตนาการ
- 3) ความพากเพียร
- 4) ความร่วมมือ
- 5) การได้รับการฝึกฝน

อารี พันธมณี (2557) ได้กล่าวว่าลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์มีดังต่อไปนี้

- 1) มีความสามารถในการคิดพลิกแพลงแก้ปัญหาต่างๆ ให้ลุล่วงด้วยดี

- 2) ไม่ชอบทำตามอย่างผู้อื่นโดยไม่มีเหตุผล
- 3) มีจิตใจจดจ่อและผูกพันกับงาน
- 4) มีจินตนาการสูง
- 5) มีลักษณะความเป็นผู้นำ
- 6) มีลักษณะขี้เล่น รื่นเริง
- 7) ชอบรักประสบการณ์ใหม่ๆ
- 8) กล้าเผชิญความจริง
- 9) นับถือตนเองและเชื่อมั่นในตนเองสูง

พิทักษ์พงศ์ คำแดง (2561) ได้สรุปคุณลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

- 1) มีความสนใจอย่างกว้างขวางในเรื่องต่าง ๆ
- 2) ความเป็นอิสระในด้านความคิด
- 3) ยอมรับความคิดของผู้อื่นได้ ถ้าอธิบายเหตุผล
- 4) ช่างสังเกต ช่างจดจำรายละเอียดสิ่งต่าง ๆ เป็นอย่างดี
- 5) ชอบการจินตนาการ มีคำถามแปลก ๆ ทำทนายให้คิด
- 6) เห็นความเชื่อมโยง เห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ ที่คนทั่วไปมองไม่เห็น
- 7) มีปฏิริยาโต้แย้งถ้ายังไม่เห็นด้วย
- 8) มีความซื่อสัตย์และรักความเป็นธรรม

จากลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์จากนักวิชาการ ทำให้ผู้วิจัยสามารถสังเคราะห์ลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ได้ดังนี้

- 1) มีความอยากรู้อยากเห็น
- 2) มีจินตนาการสูง
- 3) กล้าลองผิดลองถูก
- 4) ให้ความร่วมมือกับผู้อื่น
- 5) การได้รับการฝึกฝน
- 6) มีความมั่นใจใจตนเอง
- 7) ยอมรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่าง

5. ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ค้นคว้า ข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการของนักวิชาการเกี่ยวกับ ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

Csikszentmihalyi (1996) ได้กล่าวว่าครูต้องเข้าใจว่าสามารถรับรู้ความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างไร สถานการณ์ที่ส่งเสริม และวิธีที่พวกเขาสามารถแนะนำนักเรียนให้มีความคิดสร้างสรรค์มากขึ้นในการคิดของพวกเขา ความเข้าใจที่มากขึ้นเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ที่เผยแพร่มาอาจกระตุ้นให้ครูยอมให้นักเรียนใช้เวลา “บ่มเพาะ” ความคิดสร้างสรรค์ในกระบวนการเรียนรู้

อารี พันธุ์ณี (2557) ได้กล่าวบรรยายภาพที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่

1) บรรยากาศที่เต็มไปด้วยการยอมรับและการกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ไม่ว่าจะเป็นการอภิปรายหรืองานทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องมีอิสระที่จะสร้างสรรค์ตามความพอใจ หรือความปลอดภัยทางจิต (Psychological Safety) และความเป็นอิสระทางจิต (Psychological Freedom) (Roger, 1962)

2) บรรยากาศที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง (Smith, 1971)

3) ห้องเรียนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นใหม่ ๆ แปลก ๆ ของตนเองได้เต็มที่ และนักเรียนมีความรู้สึกเป็นอิสระ ไม่ถูกควบคุมจากระเบียบวินัยที่เคร่งครัดจนเกินไป รวมทั้งมีการส่งเสริมให้นักเรียนแต่ละคนได้รู้จักปัญหา (Sommer, 1970)

พิทักษ์ คำแดง (2561) กล่าวว่าบรรยากาศที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ควรเป็นบรรยากาศที่ให้ความรู้สึกผ่อนคลายสบาย ๆ ไม่เคร่งเครียดจนเกินไป เพราะถ้าบรรยากาศเครียดเกินไป จะทำให้เด็กไม่กล้าแสดงออกอย่างเต็มที่ รับรู้ได้น้อย ควรเป็นบรรยากาศที่เปิดโอกาสให้เด็กได้เรียนรู้ด้วยตนเองและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง พ่อแม่ และครูมีหน้าที่ให้การสนับสนุนและให้คำปรึกษา

Tanggaard (2018) กล่าวว่าโรงเรียนมีบทบาทสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนค้นพบ พัฒนาและกำหนดพรสวรรค์ของตนเอง โรงเรียนมีบทบาทสำคัญในทำให้เด็ก ๆ รู้สึกว่าตนเองเป็นส่วนหนึ่งของสังคม และมีทรัพยากรที่สามารถช่วยสร้างสรรค์เพื่อช่วยพัฒนาโรงเรียน

จากการรวบรวมปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยเห็นว่าทั้งโรงเรียนและครูมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุน และส่งเสริมนักเรียนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ครูจึงต้องเข้าใจถึงความสำคัญของความหลากหลายทางความคิดของนักเรียน สร้างแรงจูงใจในการสร้างสรรค์ผลงาน เพื่อให้นักเรียนแสดงออกทางความคิดสร้างสรรค์อย่างเต็มความสามารถ รวมทั้งโรงเรียนต้องอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ เรื่องสถานที่ อุปกรณ์ ทรัพยากรณ์ต่างๆ เพื่อให้การสร้างชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์เป็นไปอย่างราบรื่น

6. การวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์

การวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์นั้นมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ซึ่งจะทำให้ผู้วิจัยทราบว่านักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์หรือไม่ มากน้อยเพียงใด ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการสืบค้นข้อมูลจากเอกสาร และรวบรวมข้อมูลการวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

Mislevy (2003) ได้ให้กรอบแนวคิดในการประเมินความคิดสร้างสรรค์สำหรับ PISA2021 คือ Evidence-centred design (ECD) เป็นการประเมินที่ถูกต้องของโครงสร้างความคิดสร้างสรรค์ที่ซับซ้อนและมีหลายมิติ ต้องมีเอกสารที่เชื่อมโยงอย่างชัดเจนระหว่างวัตถุประสงค์ในการทดสอบ ซึ่งการประเมินนี้ถือเป็นการประเมินความคิดสร้างสรรค์ที่มีประสิทธิภาพ โดยมีลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1) กำหนดขอบเขตของความคิดสร้างสรรค์ ทบทวนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับการกำหนดขอบเขตของความคิดสร้างสรรค์ ประเมินของการแสดงออกทางความคิดสร้างสรรค์ที่เหมาะสมและมีความหมายและเป็นไปได้มากที่สุด

2) กำหนดความสามารถของนักเรียน เป็นการกำหนดความสามารถที่ต้องการ ประเมินเกี่ยวกับลักษณะของนักเรียน

3) กำหนดหลักฐานที่ต้องการ เป็นการกำหนดหลักฐานการประเมิน สิ่งที่ต้องการประเมิน เช่น การเขียน สิ่งของ เพื่อใช้ในการเป็นหลักฐาน รวมถึงกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนด้วย

4) การออกแบบชิ้นงาน การระบุ การกำหนดแนวคิดและการสร้างต้นแบบของชิ้นงานที่เป็นหลักฐานที่ต้องการประเมิน

5) การทดสอบและพัฒนา เป็นการรวบรวมงานในรูปแบบของการทดสอบตามเกณฑ์การประเมิน

6) การตรวจสอบข้ามวัฒนธรรม เป็นการตรวจสอบว่าการตั้งเกณฑ์การประเมินในครั้ง นี้ จะไม่มีประเทศใดที่ได้เปรียบและเสียเปรียบ

7) การวิเคราะห์และรายงาน การนำเสนอผลการประเมินที่เหมาะสม มีความหมาย และสื่อสารอย่างตรงไปตรงมา

Greenstein (2012) ได้อธิบายถึงวิธีการวัดและประเมินผลของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า กระบวนการวัดและประเมินผลความคิดสร้างสรรค์นั้นมีหลากหลายรูปแบบในการประเมิน ตัวอย่างเช่นการประเมินโดยใช้รูบริก หรือ ประเมินแบบตรวจสอบรายการ เป็นต้น ซึ่งกรีนสไตน์ได้ยกตัวอย่างการวัดและประเมินผลความคิดสร้างสรรค์ที่ใช้การประเมินแบบรูบริก ดังตาราง 6

ตาราง 6 รูบรีคสำหรับความคิดสร้างสรรค์ของกรีนสไตน์

องค์ประกอบ ความคิด สร้างสรรค์	ระดับที่เป็น แบบอย่าง	ระดับชำนาญ	ระดับพื้นฐาน	ระดับฝึกหัด
ความคิด คล่องแคล่ว	สามารถมอง ทางเลือกต่าง ๆ ได้หลายวิธี และ อธิบาย จุดประสงค์ของ ทางเลือกได้ หลากหลาย แนวทาง	มักจะสามารถ มองทางเลือก ต่าง ๆ ได้บาง ทางเลือก และ อธิบาย จุดประสงค์ของ ทางเลือกนั้นได้ บางแนวทาง	ถ้าหากทำงานกับ คนอื่น จะ สามารถมองเห็น ทางเลือกหรือ แนวทางที่ใหม่ ๆ ได้	มักจะมองเห็น ทางเลือกต่าง ๆ จากมุมมองของ ตนเองเท่านั้น
ความคิดริเริ่ม	สามารถคิดค้น แนวคิดและ ผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ในหัวข้อต่าง ๆ ได้ และสามารถ ทำให้เกิดสิ่งใหม่ ที่เป็นรูปธรรมได้	สามารถคิดค้น แนวคิดใหม่ ๆ ได้ ด้วยตนเอง และ ถ้าหากเป็นเรื่อง ง่าย ๆ จะ สามารถใช้มันได้ จริง	ถ้าหากได้รับ คำแนะนำ จะ สามารถคิดค้น แนวคิดใหม่ได้	ต้องการความ ช่วยเหลือในการ คิดค้นสิ่งใหม่
ความคิด ละเอียดลออ	การเปลี่ยนแปลง แก้ไข ปรับแต่ง บางสิ่งต่าง ๆ ให้ สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เป็นเรื่องง่ายและ สนุกสนาน	มักจะมีแนว ทางการ เปลี่ยนแปลง แก้ไข ปรับแต่ง บางสิ่งต่าง ๆ ให้ สมบูรณ์ยิ่งขึ้น	น้อยมากที่จะมี แนวทางการ เปลี่ยนแปลง แก้ไขปรับแต่ง บางสิ่งต่าง ๆ ให้ สมบูรณ์ยิ่งขึ้น	บางครั้งไม่ สามารถคิดแนว ทางการ เปลี่ยนแปลง แก้ไข ปรับแต่ง สิ่งต่าง ๆ ให้ สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

องค์ประกอบ ความคิด สร้างสรรค์	ระดับที่เป็น แบบอย่าง	ระดับชำนาญ	ระดับพื้นฐาน	ระดับฝึกหัด
ความคิด	ปรับตัวเข้ากับ	สามารถทำงาน	บางครั้ง การ	ไม่มี
ยืดหยุ่น	สถานการณ์ใหม่ ๆ และเห็นความ เป็นไปได้ในการ เรียนรู้และใช้ ชีวิต	ได้อย่างมี ประสิทธิภาพ แม้ ในสิ่งต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไป และสังเกตเห็น ศักยภาพ บางอย่างที่จะ เรียนรู้	ปรับตัวเข้ากับสิ่ง ที่เปลี่ยนแปลง เป็นสิ่งที่ค่อนข้าง ยาก เมื่อมี คำแนะนำจาก คนอื่นจะสามารถ ปรับตัวได้	ประสิทธิภาพ ปรับตัวเข้ากับสิ่ง ที่เปลี่ยนแปลง เป็นเรื่องยากที่ จะคิดนอกกรอบ เนื่องจากคิดว่า ตนเองเหมือนกับ กรอบแนวคิดนั้น

Organization for Economic Cooperation and Development : OECD (2021) ได้
ให้แนวคิดใหม่และตัวอย่างเกี่ยวกับการประเมินความคิดสร้างสรรค์ที่จะนำไปสู่การพัฒนาความรู้ทาง
วิทยาศาสตร์หรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ไว้เป็นอย่างดี ดังนี้

1) สร้างแนวคิดที่หลากหลาย (Generate diverse ideas) เป็นการสร้างแนวคิดใหม่ที่นอกเหนือไปจากการประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้เรียนมา มีความคิดที่คล่องแคล่วและยืดหยุ่น ยกตัวอย่างเช่น ให้นักเรียนเสนอแนวคิด “จักรยานแห่งอนาคต” ที่มีความแปลกใหม่ แต่ยังคงลักษณะสำคัญของจักรยานไว้ 3 แนวคิด ดังภาพ 1

PISA 2021 Sample Units Creative Thinking

Creative scientific problem-solving
Task 1/3

Try to imagine a 'bicycle of the future'. Think of 3 original improvements that can be made to a standard bicycle. The ideas should be as different from each other as possible.

Clearly explain how each idea works, and be concrete about the technique or tools you would use.

We recommend that you spend no longer than 5 minutes on this question.

Improvement 1

Improvement 2

Improvement 3

BICYCLE OF THE FUTURE

ภาพ 1 แสดงตัวอย่างข้อสอบ PISA 2021 ที่วัดและประเมินด้านสร้างแนวคิดที่หลากหลาย (Generate diverse ideas)

2) การสร้างความคิดสร้างสรรค์ (Generate creative ideas) เป็นความคิดที่เป็นรูปธรรม สามารถจับต้องได้ มีความริเริ่มในการสร้างสิ่งใหม่ที่แปลกใหม่และมีประโยชน์ ตัวอย่างเช่น ให้นักเรียนเสนอวิธีที่สร้างสรรค์ ที่ใช้แป้นเหยียบจักรยานเพื่อจุดประสงค์ที่แตกต่างกัน โดยตัวอย่างการตอบ เช่น ใช้แป้นเหยียบเป็นที่จับประตู ใช้แป้นเหยียบหยิบของจากพื้นหรือที่สูง และใช้แป้นเหยียบติดกับผนังและแขวนเสื้อผ้า เป็นต้นดัง ภาพ 2

PISA 2021 Sample Units Creative Thinking

Creative scientific problem-solving
Task 3/3

The bicycle of the future is automatically powered and pedals are no longer necessary.

Suggest an original way to reuse or repurpose the pedal of the bicycle.

The idea should be original in the sense that not many students would think of it.

We recommend that you spend no longer than 5 minutes on this question.

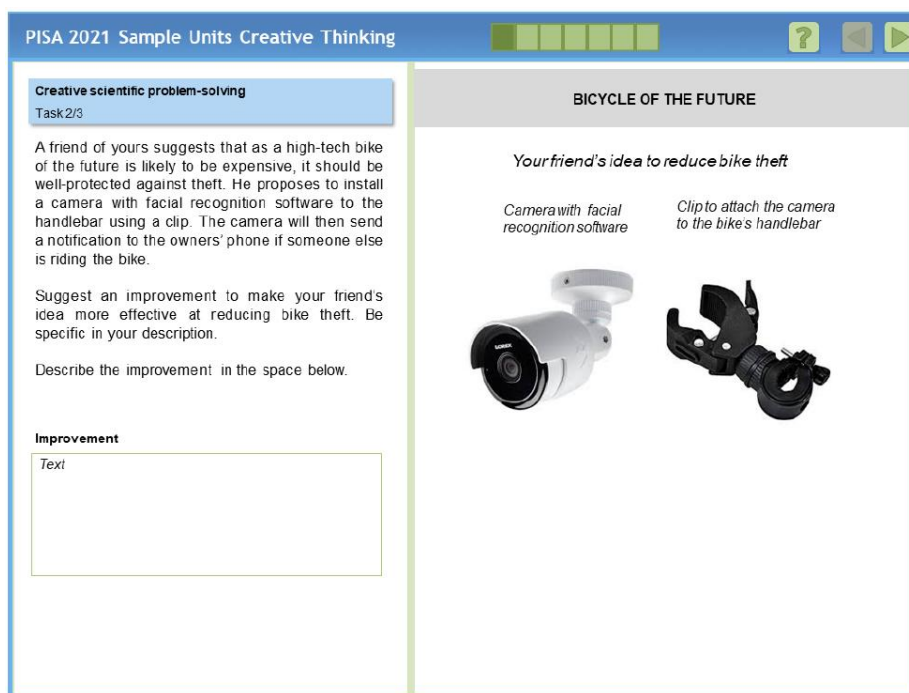
Idea

BICYCLE OF THE FUTURE

Pedal

ภาพ 2 แสดงตัวอย่างข้อสอบ PISA 2021 ที่วัดและประเมินด้านการสร้างความคิดสร้างสรรค์ (Generate creative ideas)

3) ประเมินและปรับปรุงแนวคิด (Evaluate and improve ideas) เป็นความสามารถในการประเมินข้อดี และข้อจำกัด ได้ทบทวนความคิดของตนเองให้มีการคิดอย่างละเอียดลออ ตัวอย่างข้อสอบ เช่น ให้นักเรียนเสนอแนะอุปกรณ์กันขโมยของเพื่อน และคิดวิธีการปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น ดังภาพ 3



ภาพ 3 แสดงตัวอย่างข้อสอบ PISA 2021 ที่วัดและประเมินด้านการประเมินและปรับปรุงแนวคิด (Evaluate and improve ideas)

การวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์ทำให้เราทราบระดับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ซึ่งมีประโยชน์อย่างมากในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ยึดการประเมินของ Organization for Economic Cooperation and Development : OECD (2021) เป็นหลัก เนื่องจากเป็นแนวคิดใหม่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ที่จะนำไปสู่การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ผู้วิจัยได้มีการนำ rubric การประเมินความคิดสร้างสรรค์ของกรีนสไตน์ที่มีการแบ่งองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ออกเป็นระดับมาปรับใช้ร่วมกับการประเมินความคิดสร้างสรรค์ของ Organization for Economic Cooperation and Development : OECD (2021) เพื่อให้การประเมินผลและการวิเคราะห์ข้อมูลตรงกับสภาพจริงและสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ และพัฒนากิจกรรมให้สอดคล้องกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ ดังนี้

1) สร้างแนวคิดที่หลากหลาย (Generate diverse ideas) เป็นความสามารถคิด และสร้างวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน 3 แนวทางขึ้นไป แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับ 1 : ไม่มีการสร้างแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาเลย

ระดับ 2 : สามารถสร้างแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหา 1 แนวคิด

ระดับ 3 : สามารถสร้างแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน 2 แนวคิด

ระดับ 4 : สามารถสร้างแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน 3 แนวคิด

2) สร้างความคิดสร้างสรรค์ (Generate creative ideas) เป็นความสามารถ ออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่และมีประโยชน์สามารถนำไปใช้ได้ แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับ 1 : ไม่ออกแบบแนวคิดและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่

ระดับ 2 : ออกแบบแนวคิดที่เคยมีมาก่อนหรือสร้างสรรค์ผลงานที่ลอกเลียนแบบ

ระดับ 3 : ออกแบบแนวคิดและสร้างสรรค์ผลงานที่มีการผสมผสานแนวคิดเก่า กับแนวคิดที่แปลกใหม่

ระดับ 4 : ออกแบบแนวคิดและสร้างสรรค์ผลงานที่มีความแปลกใหม่ ไม่มีการ ลอกเลียนแบบ และมีประโยชน์สามารถนำมาใช้ได้จริง

3) ประเมินและปรับปรุงแนวคิด (Evaluate and improve ideas) เป็น ความสามารถในการประเมินข้อดี ข้อจำกัด ในความคิดที่กำหนดให้ได้ และสามารถแนะนำการ ปรับปรุงแก้ไขได้ แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับ 1 : ไม่มีการประเมินข้อดี ข้อจำกัด และไม่สามารถเสนอแนะการปรับปรุง แก้ไขความคิดที่กำหนดให้ได้

ระดับ 2 : สามารถประเมินข้อดี หรือข้อจำกัด หรือเสนอแนะการปรับปรุงแก้ไข ความคิดที่กำหนดให้ได้ อย่างใดอย่างหนึ่ง 1 อย่าง

ระดับ 3 : สามารถประเมินข้อดี หรือข้อจำกัด หรือเสนอแนะการปรับปรุงแก้ไข ความคิดที่กำหนดให้ได้ 2 หัวข้อ

ระดับ 4 : สามารถประเมินข้อดี ข้อจำกัด และเสนอแนะการปรับปรุงแก้ไข ความคิดที่กำหนดให้ได้อย่างครบถ้วน

การวัดและประเมินในครั้งนี้มีองค์ประกอบการประเมิน วิธีการ รวมหลักฐานที่นำมาใช้ในการ ประเมินดังตาราง 7

ตาราง 7 การประเมินความคิดสร้างสรรค์

องค์ประกอบการประเมิน	วิธีการ	หลักฐาน
สร้างแนวคิดที่หลากหลาย	คิดและสร้างวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 แนวทางขึ้นไป	บันทึกการเรียนรู้ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์
สร้างความคิดสร้างสรรค์	ออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่และมีประโยชน์สามารถนำไปใช้ได้	บันทึกการเรียนรู้ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ชิ้นงาน
ประเมินและปรับปรุงแนวคิด	ประเมินข้อดี ข้อจำกัด ในความคิดที่กำหนดให้ได้ และสามารถแนะนำการปรับปรุงแก้ไขได้	บันทึกการเรียนรู้ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน

1. ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน

จากการศึกษาเอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ ผู้วิจัยสามารถเรียบเรียงความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานไว้ดังนี้

การเรียนรู้ที่มีการออกแบบเป็นฐาน (Design-Based Learning) ได้รับการพัฒนาในช่วงทศวรรษที่ 1980 โดยโดรีน เนลสัน (Doreen Nelson) ในมหาวิทยาลัย California State Polytechnic University โดยต้องการให้ผู้เรียนใช้แนวทางการแก้ปัญหาในการสังเคราะห์ความรู้และนำไปสู่การปฏิบัติ การเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายของตนเอง และออกแบบวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตนเอง รวมทั้งค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาใหม่ ๆ อย่างสร้างสรรค์ ซึ่งมีจุดเด่นเป็นการเรียนรู้แบบกำกับตนเอง (self-regulated learning) โดยการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ (goal setting) การสำรวจทรัพยากรและความสามารถส่วนตัว (self-efficacy) การเลือกยุทธวิธีในการเรียนรู้ การติดตามการเรียนรู้ของตนเอง (self-monitoring) การประเมินการเรียนรู้และการสะท้อนผลการเรียนรู้ (self-reflection) ซึ่งมีความเชื่อมโยงกับการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่เริ่มต้นด้วยการระบุปัญหาและความต้องการในการ

เรียนรู้ของตนเอง การเลือกแนวทางการแก้ปัญหาและการประเมินแนวทางที่เลือกใช้ นอกจากนี้ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการพัฒนา การสร้าง และการประเมินผลงานที่ได้ออกแบบไว้จะส่งผลให้ผู้เรียนมีความภาคภูมิใจในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพัฒนาความมั่นใจให้กับผู้เรียนในฐานะนักคิด นักออกแบบและนักปฏิบัติอีกด้วย (สุจิตตรา จันทร์ลอย, 2564)

หากกล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานกับวิทยาศาสตร์แล้วนั้น การเรียนรู้ที่มีการออกแบบเป็นฐานพยายามที่จะให้นักเรียนมีความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้งและทักษะการแก้ปัญหาสำหรับโลกแห่งความเป็นจริง ดึงเอาองค์ประกอบของการคิดเชิงออกแบบมาใช้ จัดเป็นการฝึกทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งกำหนดว่าต้องการความสามารถในการวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์ในการค้นคว้า กำหนด พัฒนา นำเสนอ รวบรวมคำติชม และทำซ้ำ การคิดเชิงออกแบบได้รับการยอมรับในโลกธุรกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำนวัตกรรมมาสู่พื้นที่ของการจัดการ และการเป็นผู้ประกอบการ และต่อมาได้ใช้กันอย่างแพร่หลายในโรงเรียนวิศวกรรม สถาปัตยกรรม และการออกแบบ การคิดเชิงออกแบบเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนใช้กระบวนการวิเคราะห์ สร้างสรรค์ และทำซ้ำ ขณะทำการทดลอง สร้างต้นแบบ รวบรวมคำติชม และปรับปรุงการออกแบบใหม่ (Shun Yu Tan, 2019)

2. ความหมายของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลของนักวิชาการมีการให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานไว้อย่างหลากหลาย ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมไว้ดังนี้

Kolodner (2003) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยการออกแบบเป็นฐาน ว่าเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการเนื้อหาสหวิทยาการ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมเทคโนโลยีในการแก้ปัญหอย่างเป็นกระบวนการ โดยในการสร้างสรรค์ชิ้นงานจะเน้นการทำงานร่วมกัน ทักษะการออกแบบและการเรียนรู้โดยการปฏิบัติจริง

Fortus (2005) ได้กล่าวว่าการออกแบบเป็นฐานเป็นงานที่เน้นการค้นพบซึ่งใช้ประโยชน์จากการออกแบบเป็นสื่อกลางที่สร้างสรรค์สำหรับการพัฒนาและประยุกต์ใช้ความรู้ทางทฤษฎีสู่การปฏิบัติจริง

Seitamaa-Hakkarainen (2011) ได้กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกิจกรรม ผสมผสานระหว่างการเรียนรู้ในระบบและการเรียนรู้ตามอัธยาศัย มีแนวคิด 2 หลักการ คือ มุ่งในมิติของการแสวงหาความรู้และพัฒนาความคิด และในมิติการสร้างสรรค์ผลงาน

Lee (2010) ได้ให้ความหมายของ การเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐานว่า เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของตนเอง โดยการตั้งเป้าหมายระยะยาว แล้วให้ผู้เรียนได้

เริ่มต้นกระบวนการเรียนรู้ด้วยการออกแบบและค้นหาแนวทางแก้ปัญหาใหม่ๆอย่างสร้างสรรค์เพื่อให้บรรลุผลสัมฤทธิ์ในการเรียนตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

Gerber,Marie Olson and Komarek (2012) ให้นิยามของการเรียนรู้โดยการออกแบบเป็นฐานว่าเป็นวิธีการเรียนรู้ที่เน้นการแสวงหาความรู้ การพัฒนาความคิด และการสร้างสรรค์ผลงาน โดยการสร้างต้นแบบ (prototype) ชิ้นงาน ผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรม

Puente,van Eljck, and Jochems (2013) ให้นิยามของการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐานไว้ว่า เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีพื้นฐานของกระบวนการสืบสอบและการให้เหตุผลในการสร้างสรรค์ผลงาน นวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ ระบบ และวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ

รัตตมา รัตน์วงศา (2559) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐานหมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกิจกรรมบนพื้นฐานของกระบวนการสืบสอบ โดยมีแนวคิดสำคัญ 2 มิติ ได้แก่ มิติของการแสวงหาความรู้และพัฒนาความคิด และมิติของการสร้างสรรค์ผลงานผ่านกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยใช้ทักษะทางสารสนเทศและทักษะออกแบบอย่างสร้างสรรค์เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

อภิสิทธิ์ อัสซพันธ์ (2562) ได้บอกความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐานว่าเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบใหม่ที่สามารถนำไปใช้ได้หลากหลายรูปแบบ ที่สามารถนำไปประยุกต์ในกับวิชาที่เน้นไปทางการออกแบบหรือใช้ความคิดสร้างสรรค์ได้การสร้างผลงานขึ้นมาหรืออาจจะเป็นการทำโครงการในวิชาพื้นฐาน ทำให้นักเรียนมีความสนใจในวิชามากขึ้น พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในการออกแบบชิ้นงาน รวมทั้งการหาความรู้เพิ่มเพื่อนำไปปรับปรุงงาน

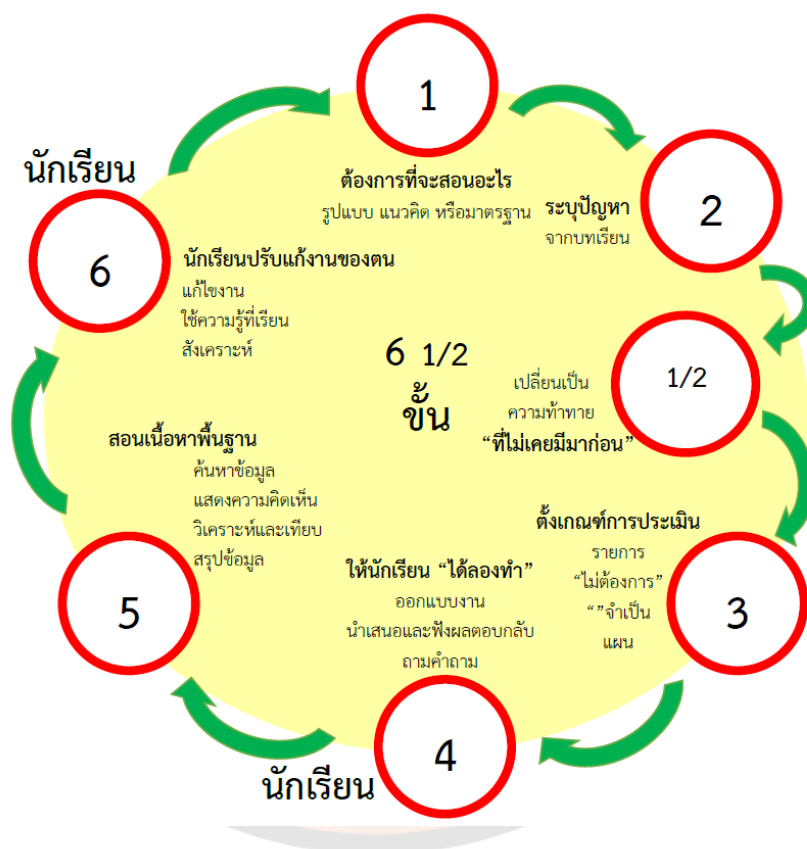
สุจิตตรา จันท์ลอย (2564) ได้สรุปความหมายของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นบทบาทของผู้เรียนในการแสวงหาความรู้ การพัฒนาและการสร้างสรรค์ผลงานโดยอาศัยกระบวนการแก้ปัญหาและกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนด้วยตนเอง ผลของการเรียนรู้คือ การบูรณาการเนื้อหาในเชิงสหวิทยาการ และผลงานที่สะท้อนถึงทักษะการออกแบบอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาการเรียนรู้แบบกำกับตนเองและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้

จากการรวบรวมเอกสารการให้นิยามความหมายของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานทำให้ผู้วิจัยสามารถสังเคราะห์ความหมายได้ว่า การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานหมายถึง การจัดการเรียนรู้อย่างมีเหตุผลตามหลักวิทยาศาสตร์ ที่ให้นักเรียนได้ค้นคว้าความรู้ทางทฤษฎี ประยุกต์ใช้ความรู้คิดสร้างสรรค์ชิ้นงาน สิ่งประดิษฐ์ นวัตกรรม รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหาผ่านการลงมือปฏิบัติจริง

3. แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน

นักวิชาการและนักวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศได้ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ โดยใช้การออกแบบเป็นฐาน ไว้ดังนี้

Doreen Nelson (1980, อ้างอิงในอภิสิทธิ์ อัจฉพันธ์, 2562) เริ่มจากให้นักเรียน สร้างสรรค์สิ่งที่เป็นความคิดออกมาก่อน จากนั้นก็นำเอาสิ่งที่คิดมาอธิบายหลักการจากความรู้ที่เรียน จากตำราเรียน แล้วจึงกลั่นกรองออกมาเป็นความรู้ ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้



ภาพ 4 การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานของ Doreen Nelson

1) ต้องการที่จะสอนอะไร (What do I need to teach?) เป็นขั้นที่ระบุรูปแบบแนวคิดที่เป็นพื้นฐาน หรือมาตรฐานการเรียนรู้ในบทเรียน

2) ระบุปัญหาจากบทเรียน (Identify a Problem)

1/2 หาในแบบที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อน (State as a "Never-Before-Seen") เป็นขั้นที่เปลี่ยนปัญหาให้เป็นความท้าทายในการออกแบบ "ที่ไม่เคยเห็นมาก่อน" ซึ่งสิ่งนี้สามารถเป็นแนวทางที่ "ที่ไม่เคยเห็นมาก่อน"

3) ตั้งเกณฑ์การประเมิน (Set Criteria for Assessment) ใช้เกณฑ์มาตรฐานและเนื้อหาจากบทเรียนที่ต้องการ

4) ให้นักเรียนได้ลองทำ (Let students “give it a try.”) ในขั้นนี้จะให้นักเรียนได้ลองออกแบบผลงาน นำเสนอและฟังผลการตอบกลับของชิ้นงาน รวมทั้งมีการถามคำถาม

5) สอนเนื้อหาพื้นฐานให้ (Teach Traditional Guided Lessons) เป็นขั้นที่แสดงให้เห็นถึงชิ้นงานของนักเรียน และทำการอธิบายวิธีการแก้ไข เพื่อให้ชิ้นงานนั้นถูกปรับปรุงไปในทางที่ดีขึ้น โดยนักเรียนอาจจะเรียนรู้เพิ่มเติมได้

6) ให้นักเรียนได้ปรับแก้งานของตน (Students Revise Designs) นักเรียนทำการสังเคราะห์สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการสร้างชิ้นงาน และจากการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

Fortus (2005) ได้พัฒนาการเรียนรู้ที่มีการออกแบบเป็นฐาน" (Design-based learning) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

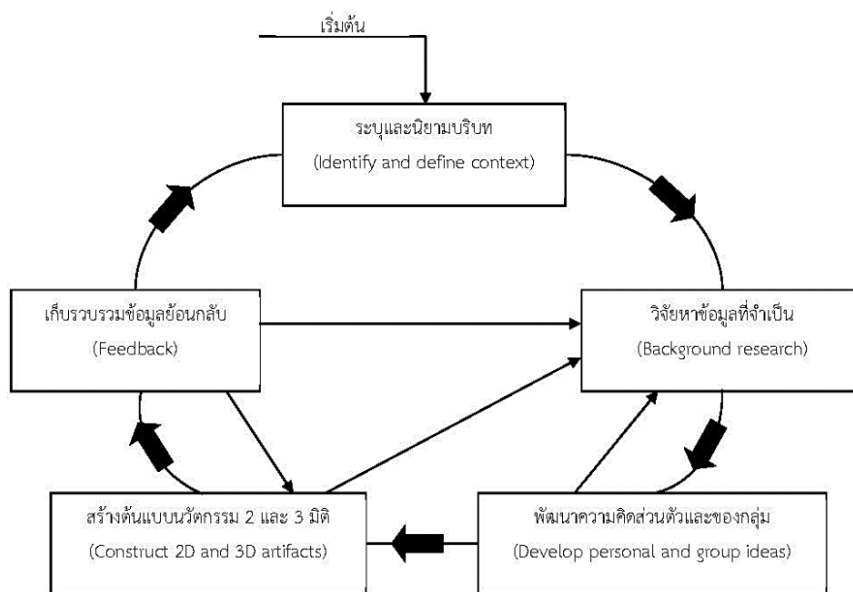
ขั้นตอนที่ 1 คือ การระบุและนิยามบริบท (Identify and define context) ซึ่งจะนำไปสู่ปัญหาที่นักเรียนจะต้องออกแบบนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหานั้น

ขั้นตอนที่ 2 คือ การที่นักเรียนทำวิจัยและสืบค้น (Background research) เพื่อหาข้อมูลที่จำเป็นในการออกแบบนวัตกรรม

ขั้นตอนที่ 3 คือ การที่นักเรียนนำข้อมูลที่จำเป็นมาพัฒนาเป็นความคิดต่างๆ (Develop ideas) เกี่ยวกับนวัตกรรมที่เป็นไปได้

ขั้นตอนที่ 4 คือ การที่นักเรียนสร้างนวัตกรรมต้นแบบ (Construct artifacts)

ขั้นตอนที่ 5 คือ การนำนวัตกรรมต้นแบบนั้นไปทดสอบว่าสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ ซึ่งนักเรียนจะได้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เพื่อปรับปรุงนวัตกรรมต้นแบบนั้นให้ดียิ่งขึ้น



ภาพ 5 วัฏจักรการเรียนรู้ที่มีการออกแบบเป็นฐานของ Fortus (2005)

Seitamaa-Hakkarainen P. (2011) ได้นำเสนอขั้นตอนการเรียนรู้โดยการออกแบบเป็นฐานไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นที่ 1 ค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
- ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลแนวคิดที่จะสร้างชิ้นงาน
- ขั้นที่ 3 สร้างร่างต้นแบบ
- ขั้นที่ 4 พัฒนาต้นแบบ (Prototype)
- ขั้นที่ 5 สร้างชิ้นงานจริงที่สมบูรณ์

Gardner (2012) ได้นำเสนอแนวทางในการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐานแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ระบุประเด็นปัญหาและความต้องการในการออกแบบ เป็นขั้นที่เลือกประเด็นของปัญหาที่ต้องการนำมาใช้ในการออกแบบชิ้นงาน หรือกำหนดความต้องการในการออกแบบในครั้งนั้น

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวทางในการแก้ไขปัญหา เป็นการศึกษาข้อมูล รวมทั้งแนวทางที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเพื่อแก้ไขปัญหา

ขั้นที่ 3 กำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหา เมื่อรวบรวมข้อมูลแล้วให้กำหนดแนวทางที่สอดคล้องกับความต้องการในการออกแบบเพื่อแก้ไขปัญหา

ขั้นที่ 4 เลือกแนวทางที่จะแก้ปัญหา เลือกแนวทางที่จะนำมาใช้ในการออกแบบ
ชิ้นงานเพื่อแก้ไขปัญหา

ขั้นที่ 5 สร้างและประเมินต้นแบบที่ออกแบบ ลงมือออกแบบและสร้างชิ้นงาน เมื่อ
สร้างชิ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ประเมินผลงานต้นแบบที่ได้สร้างขึ้น

Vartiainen (2012) ได้เสนอกระบวนการเรียนรู้ที่จะเชื่อมประสบการณ์ของผู้เรียนระหว่าง
การเรียนรู้ในระบบและการเรียนรู้ตามอัธยาศัยโดยใช้การออกแบบเป็นฐาน ไว้ 4 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาเฉพาะหรือโจทย์ที่ผู้เรียนต้องการไขปัญหาผ่านกระบวนการออกแบบ

ขั้นที่ 2 ออกแบบสื่อการเรียนรู้ที่ตอบโจทย์นั้น ๆ โดยจะต้องสำรวจทรัพยากรที่
จำเป็นต้องใช้และวางแผนการออกแบบ

ขั้นที่ 3 รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ในการสร้างสื่อการเรียนรู้ตามการองค์ประกอบของ
การออกแบบ

ขั้นที่ 4 พัฒนาสื่อการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นจริง หลังจากพัฒนาแล้วจำเป็นต้องมีการ
ประเมินผลและปรับปรุงชิ้นงานให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

รัตมา รัตนวงศา (2559) ได้สรุปการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐาน ประกอบด้วย
กระบวนการทั้งหมด 6 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) ระบุปัญหา/ความต้องการ (Identify needs)
- 2) สำรวจทรัพยากร (Design Review)
- 3) รวบรวมข้อมูล (Collect information)
- 4) พัฒนาต้นแบบ (Prototype)
- 5) พัฒนาชิ้นงานจริง (Production)
- 6) ประเมินผล (Evaluate)

สุจิตตรา จันทร์ลอย (2564) ได้สรุปขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบไว้ 8
ขั้นตอน ดังนี้

- 1) การให้ความรู้
- 2) กำหนดเป้าหมาย
- 3) สำรวจแนวทางการออกแบบ
- 4) รวบรวมข้อมูล
- 5) พัฒนาต้นแบบ
- 6) พัฒนาชิ้นงาน
- 7) นำเสนอผลงาน
- 8) การประเมินผล

ตาราง 8 การวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานของนักวิชาการ

แนวทางการจัดการเรียนรู้	Doreen Nelson (1980)	Fortus (2005)	Seitamaa-Hakkarainen P. (2011)	Gardner (2012)	Vartiainen (2012)	รัตตมา รัตนวงศา (2559)	สุจิตรา จันทร์ลอย (2564)	ผู้วิจัย
- กำหนดความต้องการในการออกแบบ	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
- สำรวจทรัพยากร			✓		✓	✓	✓	
- รวบรวมข้อมูล		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา	✓	✓		✓			✓	
- เลือกแนวทางการแก้ปัญหา				✓			✓	
- พัฒนาต้นแบบ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- สร้างโมเดลต้นแบบ		✓	✓					
- พัฒนาชิ้นงานจริง	✓		✓	✓	✓	✓	✓	
- ประเมินผลงาน	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓

จากตาราง 8 การจัดการเรียนรู้ของนักวิชาการหลายท่าน ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่ามีความคล้ายคลึงกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกขั้นตอนที่มีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด และเหมาะสมกับบริบทของการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยจึงสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาและความต้องการในการออกแบบ (Identify needs) คือ ขั้นกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยครูนำสถานการณ์ปัญหาที่มีในชีวิตประจำวัน จากข่าว รายงาน เป็นต้น มาระบุภาระงานและความต้องการในการออกแบบครั้งนี้

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล (Collect information) คือ ขั้นที่ให้นักเรียนได้แบ่งกลุ่มช่วยกันระดมความคิด และค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม จากนั้นสร้างแนวคิดของผลงานที่สนใจออกแบบที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 แนวคิด

ขั้นที่ 3 พัฒนาต้นแบบ (Prototype) คือ ขั้นที่ให้นักเรียนเลือกแนวคิด 1 แนวคิด จาก 3 แนวคิด จากนั้นนำแนวคิดที่เลือกมาร่วมมือกันออกแบบร่างชิ้นงานที่ต้องการสร้างร่วมกัน ภายในกลุ่มของตนเอง

ขั้นที่ 4 ประเมินผลงาน (Evaluate) คือ ขั้นที่ให้นักเรียนได้ประเมินชิ้นงานของกลุ่มอื่น โดยการบอกข้อดี ข้อจำกัดในชิ้นงานที่กลุ่มอื่นนำเสนอ พร้อมเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น

4. บทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐาน ครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญมากในการควบคุมกระบวนการทั้งหมดให้บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยมุ่งให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้ฝึกการค้นคว้า ทดลอง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนจึงมีหน้าที่หลักในการอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ (Hmelo-Silver, Duncan, and Chinn, 2007) ทั้งนี้ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ครูควรเตรียมความช่วยเหลือให้นักเรียนสังเกตเห็นลักษณะสำคัญของชิ้นงาน แต่ครูไม่ควรบอกลักษณะสำคัญของชิ้นงานโดยตรง เพราะจะทำให้ผู้เรียนเกิดนิสัยการเรียนรู้ที่พึ่งพิงครูเกินไป (Chinn and Malhotra, 2002) ซึ่งหากนักเรียนไม่ได้สังเกตเห็นลักษณะสำคัญด้วยตนเอง นักเรียนจะไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นได้ (Lobato, Rhodehamel, and Hohensee, 2012) นอกจากนี้ครูผู้สอนควรกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถาม สอบถามรายละเอียดเพิ่มเติม ส่งเสริมกระบวนการสะท้อนการคิดอย่างมีเหตุผล รู้จักที่จะสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพและสนับสนุนการเรียนรู้อย่างมีวินัย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

พิทักษ์พงศ์ คำแดง (2561) ได้ทำการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ เรื่องสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 31 คน โดยเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Classroom action research) ที่เน้นการศึกษาด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้าง บันทึกการเรียนรู้ และชิ้นงาน โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 8 ขั้นตอน คือ ขั้นการระบุภาระงาน และการถามคำถาม ขั้นการออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง ขั้นการอภิปรายอย่างชัดเจนและการสะท้อนกลับ ขั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน และขั้นการปรับปรุงและส่งรายงาน นั้น ทั้งนี้พบว่าขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความคิดริเริ่ม จินตนาการ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดละเอียดละออ และความคิดยืดหยุ่น ความมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุภาระงานและการถามคำถาม 2) การออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล 3) การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว 4) กิจกรรมการโต้แย้ง 5) การอภิปรายอย่างชัดเจนและการสะท้อนกลับ 6) การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ และ 7) การปรับปรุงและส่งรายงาน

สิทธิเชษฐ์ บุญประพันธ์พงศ์ (2561) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้น ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบนิเวศ ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้น ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบนิเวศ กลุ่มที่ศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียน ทั้งหมด 31 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลแล้วพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้น ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น ทั้งในมิติกระบวนการคิดด้านการคิดและด้านจินตนาการ โดยพบว่าในด้านกระบวนการคิดด้านการคิดสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในด้านความคิดยืดหยุ่นได้มากที่สุด และน้อยที่สุดในด้านความคิดริเริ่ม ในขณะที่มิติด้านกระบวนการคิดด้านจินตนาการพบว่านักเรียนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในความคิดคล่องได้มากที่สุดและน้อยที่สุดในด้านความคิดริเริ่มเช่นกัน

อภิสิทธิ์ อัจฉพันธ์ (2562) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐานร่วมกับบทเรียนออนไลน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสร้างเว็บไซต์ด้วยภาษา HTML5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐานร่วมกับบทเรียนออนไลน์กับกลุ่มที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนศรัทธาสมุทร จังหวัดสมุทรสงคราม จำนวน 3 ห้องเรียน 120 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐานร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างเว็บไซต์ด้วยภาษา HTML5 แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านพุทธิพิสัย และใบงานวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะพิสัย ทั้งนี้พบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐานร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างเว็บไซต์ด้วยภาษา HTML5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยและทักษะพิสัยมากกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

วาสนา รุ่งอรุณรักษ์ (2563) ได้ทำการศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการเรียนรู้เชิงออกแบบผสานกับประสาทวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ความสามารถสมองเชิงพุทธิปัญญา และความเครียดในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนน้ำโสมพิทยาคม จังหวัดอุดรธานี ปีการศึกษา 2562 มีกลุ่มทดลอง จำนวน 35 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 28 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนฯ ที่พัฒนาขึ้น กลุ่มควบคุมได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามคู่มือครูฉบับของ สสวท. รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลองที่มีกลุ่มควบคุมทดสอบก่อนและหลัง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แบบวัดความสามารถในการทำงานร่วมกันเพื่อแก้ปัญหา 2) แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา 3) แบบวัดความตั้งใจ 4) แบบวัดความจำขณะทำงาน 5) แบบประเมินความเครียด (ST5) ฉบับกรมสุขภาพจิต และ 6) แบบสอบถามความรู้สึที่มีต่อสาเหตุของความเครียดในการเรียน ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนการสอน ฯ ที่พัฒนาขึ้น มีขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน คือ 1) รับรู้ปัญหา 2) นำพาความรู้ 3) มุ่งสู่คำตอบ 4) ตรวจสอบร่วมกัน และ 5) สรุปและประเมินผล สามารถทำให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ความสามารถสมองเชิงพุทธิปัญญาสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังมีคะแนนความเครียดจากการเรียนน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

Mehalik et. al. (2013) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเปรียบเทียบระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐานกับการเรียนแบบค้นหาตามตำรา เพื่อหาวิธีการเรียนรู้แก่นสำคัญของวิทยาศาสตร์และการลดช่องว่างระหว่างผู้เรียนและผู้สอน ซึ่งได้ระบุไว้ว่าการวิจัยได้ให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นลองทำการออกแบบและสร้างระบบเตือนภัยโดยใช้ไฟฟ้า เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอดของระบบไฟฟ้าภายใน 4 สัปดาห์ โดยใช้การออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งทดลองที่โรงเรียนในชุมชนแห่งหนึ่งโดยแบ่งเป็นกลุ่มที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐานกับกลุ่มที่เรียนสืบค้นตามตำราแบบปกติ ผู้วิจัยได้พบว่ากลุ่มที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐานมีผลการเรียนรู้ได้มากกว่าแบบปกติ

Shun Yu Tan (2019) ได้ทำการศึกษา เรื่อง การพัฒนาและส่งเสริมให้การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานสำหรับนักเรียนเพื่อประยุกต์ใช้หลักการไฟฟ้าเคมีในการออกแบบ Designette โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมสร้างแนวคิดทางไฟฟ้าเคมี นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างต้นแบบที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียนและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งการออกแบบไฟฟ้าเคมีนี้ช่วยให้นักเรียนได้สัมผัสกับการคิดเชิงออกแบบ ซึ่งถือเป็นเครื่องมือที่สร้างสรรค์ผ่านการประยุกต์ใช้หลักการของเคมีไฟฟ้า การออกแบบนี้ให้นักเรียนออกแบบและสร้างต้นแบบจากชุดสร้างต้นแบบที่มีอยู่ ผลการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ พบว่า นักเรียนที่เรียนแบบออกแบบมีคะแนนที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนมีประสิทธิภาพในการออกแบบและสร้างสรรค์ความคิดสร้างสรรค์หลังจากออกแบบมากขึ้นอีกด้วย

Paul Kim (2015) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาหลักสูตรการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานร่วมกับการวิจัยการออกแบบเป็นฐาน สำหรับห้องเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคโนโลยี ได้ทำการศึกษามุมมองของประสบการณ์ต่าง ๆ ของนักเรียนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การวิจัยเชิงออกแบบเป็นฐานการศึกษาในครั้งนี้ดำเนินการกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้โทรศัพท์มือถือกับแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้อง โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยคือ 1) ได้รับอุปกรณ์สำหรับการออกแบบการทดลองของตนเอง 2) ได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาโดยใช้เหตุผลร่วมกันและการออกแบบวิธีแก้ปัญหา การวิจัยในครั้งนี้ พบว่ามีความเหมาะสมในการแก้ไขปัญหาที่ทำให้การเรียนรู้อัตโนมัติเข้าถึงได้ง่าย น่าสนใจ สนุกและมีบริบทมากขึ้น ขณะเดียวกันก็สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการสอนและเงื่อนไขที่จำเป็นสำหรับกระบวนการพัฒนาหลักสูตรได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐานสามารถส่งเสริมนักเรียนได้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action research) มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาลักษณะและผลการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีวิธีการดำเนินการศึกษาดังนี้

1. ผู้เข้าร่วมการวิจัย
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้เข้าร่วมการวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 นักเรียนโครงการห้องเรียนทั่วไป วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรี จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่กำลังเรียนในรายวิชา เคมี 3 (ว32223) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 สำหรับโรงเรียนที่เก็บข้อมูลนี้จัดเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ ตั้งอยู่ในเขตชุมชนเมืองที่มีจำนวนนักเรียนประมาณ 3,500 คน แบ่งเป็นระดับชั้นตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6

นักเรียนโครงการห้องเรียนทั่วไปวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เป็นโครงการที่เน้นวิชาทางด้านวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา ทั้งนี้โรงเรียนมีความพร้อมในการจัดการเรียนรู้ มีสื่อและเทคโนโลยีสารสนเทศที่ครบถ้วน เช่น กระดาน เครื่องฉายภาพ แสงสว่างในห้องเรียน เป็นต้น ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนพบว่านักเรียนมีความตั้งใจเรียนเป็นอย่างดี ในห้องมีทั้งนักเรียนเก่ง ปานกลางและอ่อน สำหรับบรรยากาศในการจัดการเรียนการสอนก่อนหน้านี้จะเน้นการบรรยายเนื้อหาเป็นหลัก และมีการทดลองบ้างเล็กน้อย โดยครูผู้สอนจะเป็นผู้บรรยายหน้าชั้นเรียน และนักเรียนนั่งเรียน จดบันทึกตามที่ครูสอน ทั้งนี้ นักเรียนไม่ได้มีการแสดงความคิดเห็นลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ไม่มีการสร้างสรรค์ผลงานที่แสดงความคิดสร้างสรรค์ได้

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action research) ซึ่งผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการวิจัย โดยการวิจัยดังกล่าวเน้นการศึกษาด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยมีขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วย 4 ขั้นตอนที่เป็นวงจรต่อเนื่องกันตามแนวคิดของ Kemmis (1996 อ้างถึงในสิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557) ดังนี้

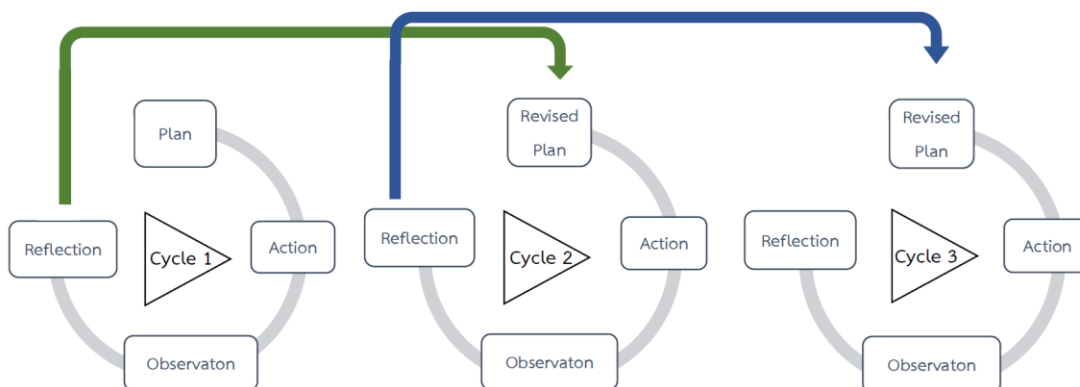
1. ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและวิเคราะห์ปัญหา จากนั้นได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องในการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน

2. ขั้นปฏิบัติ (Act) ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานที่สร้างขึ้นไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน

3. ขั้นสังเกต (Observe) ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน ขั้นนี้สังเกตพฤติกรรมต่าง ๆ ของนักเรียนระหว่างจัดการเรียนรู้ โดยใช้เครื่องมือการวิจัยในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้สะท้อนผลการเรียนรู้ แบบบันทึกการสะท้อนผลของผู้วิจัย และแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

4. ขั้นสะท้อนผล (Reflect) ผู้วิจัยประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผู้วิจัยสะท้อนผลการปฏิบัติหลังเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการเพื่อให้ได้แนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไป

การวิจัยปฏิบัติการจะต้องทำตาม 4 ขั้นตอนข้างต้น ทำจนครบ 3 วงจร จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกการเรียนรู้และชิ้นงานของนักเรียน เพื่อติดตามพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยมีลักษณะทำซ้ำเป็นวงจรทั้งหมด 3 วงจร ดังภาพ 6



ภาพ 6 กระบวนการวิจัยปฏิบัติการในงานวิจัยนี้

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ตามคำถามวิจัย ได้แก่

1. การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ควรมีแนวทางอย่างไร มีเครื่องมือในการวิจัย ได้แก่

1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ใช้เนื้อหาในรายวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรสถานศึกษา จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้แผนละ 4 ชั่วโมง รวมใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แหวนเหล็กข้ามนิมอฆ่าแตะ จำนวน 4 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อุปกรณ์ปิ้งย่างทันใจ จำนวน 4 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง หอมกระเทียมสินค้าส่งออก จำนวน 4 ชั่วโมง

1.2 แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้าง

2. เมื่อจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

2.1 บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

2.2 ชิ้นงานนักเรียน

2.3 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

ตาราง 9 สรุปคำถามและเครื่องมือวิจัย

คำถามวิจัย	เครื่องมือวิจัย
1. การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีแนวทางอย่างไร	- แผนการจัดการเรียนรู้ - แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้าง - บันทึกวีดิทัศน์
2. เมื่อจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร	- บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน - ชิ้นงานนักเรียน - แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ - บันทึกวีดิทัศน์

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย

ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี รายวิชาเคมี 3 จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนละ 4 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง

1.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยศึกษาและทำความเข้าใจในเนื้อหา คำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ โครงสร้างเวลาในการเรียน กระบวนการจัดการเรียนรู้ รวมถึงคู่มือการออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้

1.2 ศึกษาทฤษฎี แนวคิด หลักการ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.2.1 ระบุปัญหาและความต้องการในการออกแบบ (Identify needs) คือ ขั้นกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยครูนำสถานการณ์ปัญหาที่มีในชีวิตประจำวัน จากข่าว รายงาน เป็นต้น มารับภาระงานและความต้องการในการออกแบบครั้งนี้

1.2.2 รวบรวมข้อมูล (Collect information) คือ ขั้นที่ให้นักเรียนได้แบ่งกลุ่มช่วยกันระดมความคิด และค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม จากนั้นสร้างแนวคิดของผลงานที่สนใจออกแบบที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 แนวคิด

1.2.3 พัฒนาต้นแบบ (Prototype) คือ ขั้นที่ให้นักเรียนเลือกแนวคิด 1 แนวคิดจาก 3 แนวคิด จากนั้นนำแนวคิดที่เลือกมารวมมือกันออกแบบร่างชิ้นงานที่ต้องการสร้างร่วมกันภายในกลุ่มของตนเอง

1.2.4 ประเมินผลงาน (Evaluate) คือ ขั้นที่ให้นักเรียนได้ประเมินชิ้นงานของกลุ่มอื่น โดยการบอกข้อดี ข้อจำกัดในชิ้นงานที่กลุ่มอื่นนำเสนอ พร้อมเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น

1.3 ลงมือสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 3 แผน ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลและแบบบันทึกการสะท้อนผล ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้เป็น 3 วงจรปฏิบัติการดังตาราง 10

ตาราง 10 ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ สถานการณ์ในกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวนชั่วโมงเรียนและประเภทของชิ้นงาน

แผน ที่	ชื่อ แผนการจัดการเรียนรู้	สถานการณ์	ชิ้นงาน	จำนวน ชั่วโมง
1	แหวนเหล็กซ่านนิมอย่า แต่ะ	การป้องกันการเกิดสนิม เหล็ก	โปสเตอร์กล่องใส่ แหวนป้องกันสนิม	4
2	อุปกรณ์ปิ้งย่างทันสมัย	การสร้างเตาไฟที่ติดไฟได้ดี	โมเดลอุปกรณ์ปิ้งย่าง	4
3	หอมกระเทียมสินค้า ส่งออก	การสร้างบรรจุภัณฑ์ ใส่หอมกระเทียมส่งออก	โมเดลบรรจุภัณฑ์ ใส่หอมกระเทียม	4

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้แก่

1.4.1 อาจารย์ในระดับอุดมศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

1.4.2 อาจารย์ในระดับอุดมศึกษา สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

1.4.3 ครูประจำการกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีความเชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาเคมีและมีประสบการณ์การสอนเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน 1 ท่าน

1.5 ปรับปรุง แก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้กับผู้เข้าร่วมวิจัย ซึ่งคำแนะนำที่ได้รับจากผู้เชี่ยวชาญ คือ การปรับรูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความน่าสนใจ และสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงและแก้ไขที่ถูกต้องแล้วไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และดำเนินการปรับปรุงพัฒนาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ให้สอดคล้องกับบริบทตามสภาพจริง

2. แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้าง

แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้างเป็นเครื่องมือสำหรับผู้วิจัยและครูประจำการใช้สะท้อนสภาพปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในวงจรปฏิบัติที่ 1 2 และ 3 เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป ซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1 กำหนดขอบข่ายในการสังเกต ได้แก่ ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้สามารถกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนรู้ได้หรือไม่ และเกิดปัญหาขึ้นในขั้นตอนใดบ้างมีแนวทางแก้ไขปัญหาหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้อย่างไร

2.2 สร้างแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้างตามขอบข่ายที่กำหนด

2.3 นำแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้างเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ก็เพื่อตรวจสอบและให้คำแนะนำในส่วนที่ยังมีข้อบกพร่อง

2.4 ปรับปรุงและแก้ไขแบบสังเกตการจัดการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้างตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งคำแนะนำที่ได้รับจากผู้เชี่ยวชาญ คือ เพิ่มการสังเกตตามขั้นตอนการสอน และเพิ่มความละเอียดในแบบสังเกต ได้แก่ ผลการสังเกต ปัญหาที่พบระหว่างการจัดการเรียนรู้ แนวทางการแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะ

2.5 นำแบบสังเกตการจัดการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้างที่ปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำ ไปใช้จริงเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 สำหรับใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ต่อไป

3. บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

บันทึกการเรียนรู้เป็นเครื่องมือสำหรับนักเรียนเพื่อใช้ในการจดบันทึกและเขียนตอบคำถามในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้ออกมาวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากได้เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

3.1 กำหนดหัวข้อที่ต้องการให้นักเรียนจดบันทึก ได้แก่ ปัญหาและความต้องการในการออกแบบคืออะไร ผลการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ การนำปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาใช้ในการออกแบบผลงาน การออกแบบผลงานให้มีความแตกต่างกัน การเขียนโครงร่างในการพัฒนาผลงานและการประเมินผลงาน

3.2 สร้างบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนตามขอบข่ายที่กำหนด

3.3 นำบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนเสนอต่อประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบพิจารณาและให้ข้อคิดเห็น

3.4 ปรับปรุงและแก้ไขบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน คำแนะนำที่ได้รับ คือ การปรับบันทึกการเรียนรู้ให้มีลำดับขั้นตอนตามขั้นการจัดการเรียนรู้ และเพิ่มการใส่แหล่งที่มาของข้อมูล การเพิ่มพื้นที่ให้นักเรียนได้เขียนโครงร่างชิ้นงานในบันทึกการเรียนรู้ รวมถึงเมื่อประเมินผลงานเสร็จแล้ว ให้นักเรียนบันทึกแนวคิดในการปรับปรุงผลงานอีกด้วย

3.5 นำบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนที่ถูกปรับปรุงและแก้ไข ไปใช้จริงเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับตรวจสอบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนต่อไป

4. ชิ้นงานนักเรียน

ชิ้นงานเป็นเครื่องมือสำหรับนักเรียนแต่ละในกลุ่มได้สร้างขึ้น ได้แก่ โปสเตอร์ และโมเดล โดยผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้นำวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากได้เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

4.1 กำหนดลักษณะของชิ้นงานและจุดมุ่งหมายของการสร้างชิ้นงาน

4.2 ออกแบบและสร้างคำสั่งที่ใช้ในชิ้นงาน

4.3 นำคำสั่งที่ให้นักเรียนสร้างชิ้นงานเสนอต่อประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบพิจารณาและให้ข้อคิดเห็น

4.4 นำคำสั่งที่ให้นักเรียนสร้างชิ้นงานที่ปรับปรุงและแก้ไข ไปใช้จริงเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับตรวจสอบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนต่อไป

5. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เป็นเครื่องมือสำหรับทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังจากจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งเป็นแบบทดสอบรายบุคคลที่มีสถานการณ์ต่างไปจากการจัดการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากได้เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

5.1 กำหนดจุดประสงค์และองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการทดสอบ ได้แก่ การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย การสร้างความคิดสร้างสรรค์ และการประเมินและปรับปรุงแนวคิด

5.2 คิดสถานการณ์และสร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องกับองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด

5.3 นำแบบทดสอบเสนอต่อประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาและให้ข้อคิดเห็น

5.4 ปรับปรุงและแก้ไขแบบทดสอบของนักเรียน คำแนะนำที่ได้รับ คือ การให้แหล่งข้อมูลเพิ่มเติมกับนักเรียน เพื่อช่วยในการสืบค้นข้อมูล

5.5 นำแบบทดสอบหลังเรียนที่ถูกปรับปรุงและแก้ไข ไปใช้ทดสอบจริงเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับตรวจสอบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาลักษณะและผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐาน เรื่อง อัตรากาเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 รวมเป็นเวลา 12 ชั่วโมง โดยเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์หาปัญหาที่พบในการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 1 และปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2 และ 3 ต่อไป โดยอาศัยเครื่องมือวิจัยต่าง ๆ ในการเก็บข้อมูลดังนี้

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้เตรียมไว้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยและการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตรากาเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งหมด 3 แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง และใช้เวลา 1 วงจรปฏิบัติการต่อแผนการจัดการเรียนรู้ ดังรายละเอียด ดังนี้

วงจรที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แหวนเหล็กซัสนิมอฆ่าตะ จำนวน 4 ชั่วโมง

วงจรที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อุปกรณ์ปึงย่างทันใจ จำนวน 4 ชั่วโมง

วงจรที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ทอมกระเทียมสินค้าส่งออก จำนวน 4 ชั่วโมง

ในระหว่างการดำเนินการในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ในลำดับต่อไป ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่

1. แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้าง ผู้วิจัยและครูประจำการใช้จัดบันทึกเพื่อสะท้อนปัญหาที่พบและวิธีการแก้ปัญหาของการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้การออกแบบเป็นฐานเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์
2. บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน สำหรับให้นักเรียนใช้จัดบันทึกและเขียนตอบคำถามในแต่ละวงจรปฏิบัติการ
3. ชิ้นงานนักเรียน นักเรียนในแต่ละกลุ่มได้สร้างโปสเตอร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และโมเดลในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3
4. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ นักเรียนทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์หลังการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการเป็นรายบุคคล
5. การบันทึกสถิติทัศนคติโดยโทรศัพท์มือถือ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกกิจกรรมในภาพรวมของห้องเรียนทั้งระบบภาพเคลื่อนไหวและเสียง เพื่อเป็นข้อมูลสำรองในกรณีที่ผู้วิจัยไม่สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลในระหว่างการจัดการเรียนรู้ได้ทั้งหมดหรือในกรณีที่ไม่สามารถทำการสะท้อนผลการสอนได้ เป็นต้น การเก็บรวบรวมข้อมูลจะทำการบันทึกสถิติทัศนคติในระหว่างการจัดการเรียนรู้ของแต่ละวงจรปฏิบัติการ แต่เพื่อความคุ้นชินของนักเรียนในห้องเรียนต่อการถูกบันทึกภาพเคลื่อนไหวและเสียงนั้น ทางผู้วิจัยจึงทดสอบบันทึกสถิติทัศนคติกับนักเรียนผู้เข้าร่วมวิจัยก่อนเริ่มดำเนินการในวงจรปฏิบัติการแรกเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ ทั้งนี้เพื่อให้การบันทึกสถิติทัศนคติขณะจัดการเรียนรู้จริงนั้นนักเรียนมีความเป็นธรรมชาติมากที่สุด

ผู้วิจัยสามารถสรุปเครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลโดยแบ่งตามคำถามวิจัย ดังตาราง 11

ตาราง 11 คำถามวิจัย เครื่องมือ และเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

คำถามวิจัย	เครื่องมือ	ผู้ให้ข้อมูล	เวลาที่ใช้
1. การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตรากาการเกิด ปฏิกริยาเคมี มีแนวทางอย่างไร	- แผนการจัดการเรียนรู้ - แบบสังเกตการ จัดการเรียนรู้แบบกึ่ง โครงสร้าง - บันทึกวีดิทัศน์	- ผู้วิจัย - ผู้วิจัยและครู ประจำการ	- ระหว่างวงจร ปฏิบัติการ - จบบวงจร ปฏิบัติการ
2. เมื่อจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตรากาการเกิด ปฏิกริยาเคมี เปลี่ยนแปลงไปหรือไม่อย่างไร	- บันทึกการเรียนรู้ของ นักเรียน - ชิ้นงานนักเรียน - แบบทดสอบความคิด สร้างสรรค์ - บันทึกวีดิทัศน์	- นักเรียน	- จบบวงจร ปฏิบัติการ

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามวงจรปฏิบัติการ สามารถสรุปได้ดังภาพ 7

วงจรถวายปฏิบัติกรที่ 1			
แผนกรจัดกรเรียนรูที่	เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติ	ผู้ให้ข้อมูล	เวลาที่ใช้
1	แบบสังเกตกรจัดกรเรียนรู แบบกึ่งโครงสร้าง บันทึกกรเรียนรูของนักเรียน ชิ้นงนนักเรียน บันทึกวิดิทัศน์	ผู้วิจัยและครูประจำกร นักเรียน นักเรียน	ตลอดเวลกรจัดกรเรียนรู จบกรเรียนรูแต่ละแผน ตลอดเวลกรจัดกรเรียนรู ตลอดเวลกรจัดกรเรียนรู
สะท้อนผลการปฏิบัติกรวงจรถวายที่ 1 และปรับปรุงกรใช้แผนกรเรียนรูในวงจรถวายที่ 2			



วงจรถวายปฏิบัติกรที่ 2			
แผนกรจัดกรเรียนรูที่	เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติ	ผู้ให้ข้อมูล	เวลาที่ใช้
2	แบบสังเกตกรจัดกรเรียนรู แบบกึ่งโครงสร้าง บันทึกกรเรียนรูของนักเรียน ชิ้นงนนักเรียน บันทึกวิดิทัศน์	ผู้วิจัยและครูประจำกร นักเรียน นักเรียน	ตลอดเวลกรจัดกรเรียนรู จบกรเรียนรูแต่ละแผน ตลอดเวลกรจัดกรเรียนรู ตลอดเวลกรจัดกรเรียนรู
สะท้อนผลการปฏิบัติกรวงจรถวายที่ 2 และปรับปรุงกรใช้แผนกรเรียนรูในวงจรถวายที่ 3			



วงจรถวายปฏิบัติกรที่ 3			
แผนกรจัดกรเรียนรูที่	เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติ	ผู้ให้ข้อมูล	เวลาที่ใช้
3	แบบสังเกตกรจัดกรเรียนรู แบบกึ่งโครงสร้าง บันทึกกรเรียนรูของนักเรียน ชิ้นงนนักเรียน บันทึกวิดิทัศน์	ผู้วิจัยและครูประจำกร นักเรียน นักเรียน	ตลอดเวลกรจัดกรเรียนรู จบกรเรียนรูแต่ละแผน ตลอดเวลกรจัดกรเรียนรู ตลอดเวลกรจัดกรเรียนรู
สรุปผลการปฏิบัติกรจัดกรเรียนรูที่พัฒนาแล้ว			



กรทดสอบควมคิดสร้งสรค์รายบุคคล		
เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติ	ผู้ให้ข้อมูล	เวลาที่ใช้
แบบทดสอบควมคิดสร้งสรค์	นักเรียน	จบกรเรียนรูครบทั้ง 3 แผน
สรุปผลการพัฒนาควมคิดสร้งสรค์		

ภพ 7 สรุปแนวทงกรเก็บรวบรวมข้อมูลแต่ละวงจรถวายในการวิจัยครั้งนี้

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมมาวิเคราะห์โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วนคือ 1) เพื่อปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไปและหาลักษณะของการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน 2) วิเคราะห์ข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนซึ่งจะเน้นข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการวิเคราะห์ประเภทการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ซึ่งมีวิธีดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อปรับปรุงแผนการเรียนรู้ในแต่ละวงจรและหาลักษณะของการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้าง หลังจากเก็บข้อมูลด้วยเครื่องมือวิจัยต่าง ๆ แล้วผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ลดและแยกข้อมูล เมื่อได้ข้อมูลดิบจากแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้างจากผู้วิจัยและครูประจำการแล้ว เริ่มอ่านข้อมูลดิบทั้งหมดแล้วคัดเลือกข้อมูลที่สำคัญที่สามารถตอบคำถามวิจัยได้และทำการเน้นในส่วนของคุณสมบัติที่สำคัญเพื่อง่ายต่อการตัดทอนและลดข้อมูลที่ไม่สำคัญต่อการตอบคำถามวิจัย

1.2 รวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่สามารถตอบคำถามวิจัยได้

1.3 หาลักษณะร่วมกัน เมื่อได้หมวดหมู่แล้ว ผู้วิจัยทำการตีความข้อมูล จากนั้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากตัวผู้วิจัยเทียบกับข้อมูลที่ได้จากครูประจำการเพื่อสรุปเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับสภาพจริงของนักเรียนเพื่อตอบคำถามวิจัย

2. การวิเคราะห์ข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ชิ้นงานและแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยจะใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 ลดและแยกข้อมูล เมื่อได้ข้อมูลดิบจากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนแล้ว เริ่มอ่านข้อมูลดิบทั้งหมดแล้วคัดเลือกข้อมูลที่สำคัญที่สามารถตอบคำถามวิจัยได้และทำการเน้นในส่วนของคุณสมบัติที่สำคัญเพื่อง่ายต่อการตัดทอนและลดข้อมูลที่ไม่สำคัญต่อการตอบคำถามวิจัย

2.2 รวบรวมข้อมูล โดยรวบรวมข้อมูลที่สามารถบ่งบอกถึงพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน รวมถึงการรวบรวมข้อมูลและเปรียบเทียบกับนิยามขององค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ไว้ ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังนี้

ตาราง 12 การวิเคราะห์องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

หมวดหมู่	รหัส	คำนิยาม/ระดับ	ตัวอย่างความคิดสร้างสรรค์
การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย	D1	ระดับ 1 : ไม่มีการสร้างแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาเลย	S00 : นักเรียนไม่มีการเขียนแสดงคำตอบ
	D2	ระดับ 2 : สร้างแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหา 1 แนวคิด	S26 : นำแก๊สออกซิเจน (O ₂) ออกและใส่แก๊สอื่นลงไป
	D3	ระดับ 3 : สร้างแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน 2 แนวคิด	S19 : เต้าแบบมีพัดลมช่วยเพิ่มความร้อน และเต้าแบบหลายชั้น
	D4	ระดับ 4 : สร้างแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน 3 แนวคิด	S06 : บรรจุภัณฑ์ใส่กระเทียมแบบโหล แบบถ้วยขะหมี่ และแบบซีลถุงสุญญากาศ
การสร้างความคิดสร้างสรรค์	C1	ระดับ 1 : ไม่ออกแบบแนวคิดและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่	S00 : นักเรียนไม่มีการเขียนหรือวาดภาพแสดงคำตอบ
	C2	ระดับ 2 : ออกแบบแนวคิดที่เคยมีมาก่อนหรือสร้างสรรค์ผลงานที่ลอกเลียนแบบ	S00 : นักเรียนออกแบบเต้าปิ้งย่างแบบดั้งเดิมที่มีการใช้งานกันในปัจจุบัน
	C3	ระดับ 3 : ออกแบบแนวคิดและสร้างสรรค์ผลงานที่มีการผสมผสานแนวคิดเก่ากับแนวคิดที่แปลกใหม่	S20 : ใช้เต้าปิ้งย่างแบบดั้งเดิม แต่เปลี่ยนถ่านเป็นแบบอัดก้อน เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการเผาไหม้ให้ดีขึ้น
	C4	ระดับ 4 : ออกแบบแนวคิดและสร้างสรรค์ผลงานที่มีความแปลกใหม่ ไม่มีการลอกเลียนแบบ และมีประโยชน์สามารถนำมาใช้ได้จริง	S12 : นำชะลอมจากไม้ไผ่สานมาสร้างบรรจุภัณฑ์ใส่กระเทียมสำหรับส่งออกขายต่างประเทศ
การประเมินและปรับปรุงแนวคิด	E1	ระดับ 1 : ไม่มีการประเมินข้อดีข้อจำกัด และไม่สามารถเสนอแนะการปรับปรุงแก้ไขความคิดที่กำหนดให้ได้	S00 : ไม่มีการเรียนประเมินข้อดีข้อจำกัดและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขแนวคิด
	E2	ระดับ 2 : สามารถประเมินข้อดีหรือข้อจำกัด หรือเสนอแนะการ	S25 : ข้อดี กั้นสนิมได้ ไม่ประเมินข้อจำกัดและเสนอแนะวิธีการ

หมวดหมู่	รหัส	คำนิยาม/ระดับ	ตัวอย่างความคิดสร้างสรรค์
		ปรับปรุงแก้ไขความคิดที่กำหนดให้ ได้ อย่างใดอย่างหนึ่ง 1 อย่าง	ปรับปรุงผลงาน
	E3	ระดับ 3 : สามารถประเมินข้อดี หรือข้อจำกัด หรือเสนอแนะการ ปรับปรุงแก้ไขความคิดที่กำหนดให้ ได้ 2 หัวข้อ	S02 : ข้อดี ไม่ใช่ถ่าน ใช้ปฏิกิริยาเคมี ไฟร้อนและเร็วกว่าถ่าน ข้อจำกัด ปฏิกิริยาเคมีหมดได้เร็ว เสนอแนะ วิธีการปรับปรุงผลงาน -
	E4	ระดับ 4 : สามารถประเมินข้อดี ข้อจำกัด และเสนอแนะการ ปรับปรุงแก้ไขความคิดที่กำหนดให้ ได้อย่างครบถ้วน	S20 : ข้อดี สวยงาม เล็กกำลังดี หัว ได้สะดวก แขนวนได้ ข้อจำกัด ตะกร้า อาจจะระบายอากาศออกไม่พอ เสนอแนะวิธีการปรับปรุงผลงาน เพิ่ม รูระบายอากาศ

2.3 สรุป ดูพัฒนาการความถี่ของความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละองค์ประกอบของนักเรียนในแต่ละ
ละวงจร และแสดงพัฒนาการตามองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์

การดำเนินการหลังจากทำการวิเคราะห์ข้อมูล คือ การตรวจสอบข้อมูลโดยผู้วิจัยใช้การ
ตรวจสอบสามเส้าด้านวิธีรวบรวมข้อมูล (Method triangulation) โดยใช้ชิ้นงานของนักเรียนและการ
สังเกตพฤติกรรมในห้องเรียนประกอบการตัดสินใจว่านักเรียนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้
ตามที่นักเรียนได้เขียนในบันทึกการเรียนรู้และการตรวจสอบกับผู้เชี่ยวชาญโดยการตรวจสอบตรวจ
จากการนำข้อมูลพร้อมผลการวิเคราะห์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และครูประจำการตรวจสอบ
กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อยืนยันความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูล

บทที่ 4 ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action research) มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพของผลการวิจัยแบ่งเป็นสองส่วน คือ แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และผลการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์หลังใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบดังกล่าว ซึ่งผู้วิจัยเก็บข้อมูลได้จากแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ แบบกึ่งโครงสร้าง บันทึกการเรียนรู้ และชิ้นงานของนักเรียน

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยทำการจัดการเรียนรู้เป็นวงจรปฏิบัติการทั้งสิ้น 3 วงจร โดยในตอนท้ายของวงจรจะเป็นการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุง พัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไป โดยการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ ในวงจรต่อไปจนสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการทั้งหมด

1.1 ผลการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 (แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แหวนเหล็กข่าสนิมอย่าแตะ)

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ในวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2565 เวลา 10.10 – 11.50 น. และวันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2565 เวลา 13.30 – 15.10 น. ผลการปฏิบัติในแต่ละขั้นของวงจรเป็นดังนี้

ขั้นวางแผน (Plan)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งให้ครูประจำการทำการตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียนและห้องเรียนจริง ซึ่งครูประจำการได้ให้ข้อเสนอแนะ ได้แก่ เวลาในการจัดการเรียนรู้ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ ควรแบ่งเป็น 2 วัน วันละ 2 ชั่วโมง โดยในวันแรกเป็นการจัดการเรียนรู้ในขั้นระบุปัญหาและความต้องการในการออกแบบ และขั้นรวบรวมข้อมูล ส่วนวันที่ 2 เป็นการจัดการเรียนรู้ในขั้นพัฒนาต้นแบบ และขั้นประเมินผลงาน เพื่อให้เวลาเพียงพอและเกิดความต่อเนื่องในการเรียนรู้ของนักเรียน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของครูประจำการ

ขั้นปฏิบัติ (Act)

ในขั้นปฏิบัตินี้ผู้วิจัยทำการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า เมื่อเริ่มต้นผู้วิจัยเปิดภาพแหวนเหล็กวงหนึ่งและเล่าเรื่องราวรายละเอียดเกี่ยวกับแหวนวงนั้น ในขั้นระบุปัญหาและความต้องการในการออกแบบ จะเห็นได้ว่าสีหน้าและแววตาของนักเรียนเกิดความสนใจ ตั้งใจฟังเรื่องราวที่ผู้วิจัยเล่าให้ฟังจนจบ ในขั้นรวบรวมข้อมูลนักเรียนบางส่วนไม่เข้าใจหลักในการนำปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาใช้ในการออกแบบ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานเป็นการเรียนรูแบบที่แปลกใหม่สำหรับนักเรียน ผู้วิจัยจึงต้องอธิบายและสร้างความเข้าใจให้กับนักเรียนในห้องเรียนอีกครั้ง และในห้องเรียนเป็นการจัดที่นั่งแบบนักเรียนหันหน้าเข้าหากระดาน ทำให้ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องมีการย้ายโต๊ะเรียนใหม่ เพื่อให้สะดวกในการทำกิจกรรมกลุ่ม ซึ่งในขั้นปฏิบัตินี้โดยรวมนักเรียนให้ความสนใจและทำกิจกรรมอย่างมุ่งมั่นตั้งใจ

ขั้นสังเกต (Observe)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยและครูประจำการทำการสังเกตการจัดการเรียนรู้และสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยทำการบันทึกแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้างภายหลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวันเสร็จสิ้นลง

ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการสะท้อนผลถึงปัญหาและแนวทางในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานในวงจรปฏิบัติการต่อไป โดยสะท้อนผลในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้และในภาพรวมจากเครื่องมือวิจัยต่าง ๆ ดังรายละเอียด ต่อไปนี้

1.1.1 ขั้นระบุปัญหาและความต้องการในการออกแบบ ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นที่ผู้วิจัยเปิดภาพแหวนที่อยู่ในกล่องให้นักเรียนดู ซึ่งนักเรียนเกิดความสนใจในแหวนวงนั้น จากนั้นผู้วิจัยได้เล่าเรื่องราวความสำคัญของแหวนวงนี้ให้นักเรียนฟังเพื่อสร้างความสนใจให้กับนักเรียนพบว่า นักเรียนตั้งใจฟังและเกิดความสนใจ ซึ่งหลังจากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดสนิมเหล็ก และระบุความต้องการในการออกแบบกล่องในครั้งนี้ โดยในระหว่างนี้ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามพูดคุยกัน เพื่อสร้างความเข้าใจที่ตรงกันพบว่า มีบางกลุ่มไม่เข้าใจเกี่ยวกับการนำปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบกล่องใส่แหวนเพื่อป้องกันไม่ให้แหวนเกิดสนิม ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีการยกตัวอย่างประกอบ เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจความต้องการในการออกแบบยิ่งขึ้น ดังภาพ 8

2. เมื่อครูชักชวนนักเรียนทำกิจกรรม โดยครูระบุความต้องการในการออกแบบในครั้งนี้ ได้แก่ การประดิษฐ์คิดค้นกล่องใส่แหวนที่สามารถป้องกันแหวนเหล็กไม่ให้เกิดสนิมได้ โดยให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาใช้ในการป้องกันการเกิดสนิมในแหวนเหล็ก มีความชัดเจน เข้าใจง่าย เหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

ผลการจัดการเรียนรู้	ระบุความต้องการให้ทำกล่องป้องกันแหวนเหล็ก หักเรื่องเข้าใจ และให้ความสนใจกับกิจกรรมทอเรือหนัง
ปัญหาและอุปสรรค	นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจหลักการประยุกต์ใช้ปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาใช้ให้ทำกล่องป้องกันแหวนเหล็ก
แนวทางการแก้ไขปัญหา	ยกตัวอย่างประกอบให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากขึ้น
ข้อเสนอแนะ	เข้าไปพูดคุยสอบถามนักเรียนตลอด เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน

ภาพ 8 สังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้างของผู้วิจัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แหวนเหล็กข้านิมอย่าตะ

1.1.2 ขั้นรวบรวมข้อมูล (Collect information) เป็นขั้นที่ผู้วิจัยได้อธิบายการเขียนบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า บันทึกการเรียนรู้มีคำชี้แจงที่ชัดเจนอยู่แล้ว ดังนั้นผู้วิจัยควรลดบทบาทในการอธิบายลงได้ ดังภาพ 9

3. ครูแบ่งกลุ่มและอธิบายขั้นตอนการทำบันทึกการเรียนรู้ได้เหมาะสมหรือไม่อย่างไร

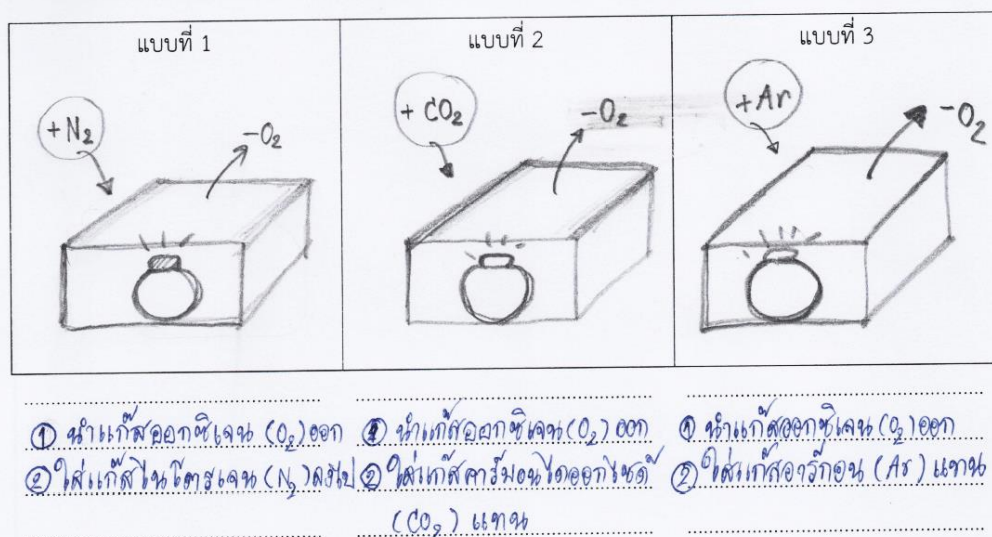
ผลการจัดการเรียนรู้	เมื่ออธิบายขั้นตอนการทำบันทึกการเรียนรู้ นักเรียนของกลุ่มตัวอย่างของกลุ่มตัวเอง
ปัญหาและอุปสรรค	ของกลุ่มตัวเอง ไม่พร้อมอธิบาย
แนวทางการแก้ไขปัญหา	อธิบายขั้นตอนการทำบันทึกการเรียนรู้ให้ชัดเจน เพราะนักเรียนเข้าใจจากกิจกรรมก่อนหน้าแล้ว
ข้อเสนอแนะ	ควรมีบทบาทในการอธิบายลง

ภาพ 9 สังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้างของผู้วิจัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แหวนเหล็กข้านิมอย่าตะ

จากนั้นแบ่งกลุ่มและให้นักเรียนช่วยกันสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสนิมตามหัวข้อในบันทึกการเรียนรู้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ในระหว่างที่นักเรียนรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้เดินไปสังเกตนักเรียนแต่ละกลุ่ม พบว่า นักเรียนมักไม่ใส่ใจแหล่งที่มาของข้อมูลลงในบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้เน้นย้ำกับนักเรียนอีกครั้ง สำหรับเวลาที่ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล 1 ชั่วโมง เป็นเวลาที่นานเกินไป ทำให้กลุ่มที่ทำเสร็จแล้วมีการพูดคุยก่อกวนกลุ่มอื่นภายในห้องเรียน นอกจากนี้การออกแบบกล่องใส่แหวนที่แตกต่างกัน 3 แบบ นักเรียนบางกลุ่มจะออกแบบรูปแบบมา 1 รูปแบบก่อน จากนั้นมีการปรับรายละเอียดเพียงเล็กน้อยเพื่อให้เกิดความแตกต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยจะมีการชี้แจงกับนักเรียนเพิ่มเติมในครั้งต่อไปดังภาพ

10

4. ให้นักเรียนออกแบบออกแบกล่องใส่แหวนเหล็กให้ไม่เกิดสนิมที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 แบบ โดยวาดรูปประกอบพร้อมอธิบายรายละเอียดพอสังเขป



ภาพ 10 การออกแบบกล่องใส่แหวนของนักเรียนกลุ่ม 4

1.1.3 ขั้นพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกกล่อง 1 แบบที่ดีที่สุด นำมาวาดออกแบบเป็นโปสเตอร์เพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป โดยในขั้นนี้เป็นการจัดการเรียนในห้องเรียนที่โต๊ะเรียนหันหน้าเข้าหากะดานอยู่ทำให้การทำงานกลุ่มไม่สะดวกมากนัก และจากการออกแบบกล่องใส่แหวนนักเรียนมีการนำปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยามาประยุกต์ใช้ไม่ถูกต้อง ซึ่งครูต้องมีการเดินดูนักเรียนขณะทำกิจกรรมและมีการให้คำแนะนำเพิ่มเติมรวมทั้งให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมอีกด้วย ดังภาพ 11



ภาพ 11 นักเรียนกลุ่ม 2 สร้างโปสเตอร์กล่องใส่แหวนเหล็ก
เรื่อง แหวนเหล็กข้ามนิมออย่าตะ

1.1.4 ชั้นประเมินผลงาน (Evaluate) เป็นชั้นที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงานโปสเตอร์ ซึ่งผู้วิจัยแบ่งเวลาในชั้นนี้ไว้ 1 ชั่วโมง โดยกำหนดให้เวลาในการนำเสนอ 3 นาที จากนั้นให้สมาชิกกลุ่มอื่นประเมินผลงานอีก 2 นาที พบว่าเวลาในการนำเสนอและประเมินผลงานไม่เพียงพอ ส่งผลให้นำเสนอได้อย่างเร่งรีบจนเกินไป ซึ่งทั้งนี้ผู้วิจัยต้องแบ่งเวลาในแต่ละชั้นให้เหมาะสมกับกิจกรรม และน้ำเสียงตอนนำเสนอบางกลุ่มเสียงเบา เพื่อนกลุ่มอื่นได้ยินไม่ชัดเจน ส่งผลให้กลุ่มอื่นไม่สามารถเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงแก้ไขได้ และเมื่อผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมในขณะเรียน พบว่านักเรียนขาดความกล้าแสดงออกในการประเมินผลงานให้กับกลุ่มอื่น ส่งผลให้ผู้วิจัยต้องเป็นผู้เลือกกลุ่มที่จะประเมินผลงาน

จากการสะท้อนผลของครูประจำการและผู้วิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้เป็นไปตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางแผนไว้แต่มีสิ่งที่จะต้องปรับปรุงแก้ไข ได้แก่ ความเหมาะสมของระยะเวลาในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอน เนื่องจากในชั้นรวบรวมข้อมูลนักเรียนใช้เวลาไม่มากนัก ดังนั้นควรลดเวลาในการรวบรวมข้อมูล และเพิ่มเวลาในชั้นประเมินผลงานให้มากขึ้น เพราะการนำเสนอและประเมินผลงานใช้เวลามาก รวมทั้งเปลี่ยนห้องในการทำกิจกรรมเพื่อความสะดวกในการทำกิจกรรมกลุ่มของนักเรียน ดังภาพ 12

7. เมื่อนักเรียนออกมาแนะนำเสนอโปสเตอร์หน้าชั้นเรียน การนำเสนอและการประเมินผลงานของนักเรียนเป็นอย่างไร

ผลการจัดการเรียนรู้	ทราบดีทราบดีเรียนไม่เข้าใจไปถามที่ศาลาหวั่ง นักเรียนไม่กล้าประเมิ ผลของที่ที่ไปเพื่อกลุ่มอื่น
ปัญหาและอุปสรรค	1. เวลาในทราบดีเสนอและทราบดีประเมิผลของไม่เพียงพอ. 2. นักเรียนขาดความกล้าแสดงออก 3. ทราบดีเรียนและอุปกรณ์ขยายเสียงไม่เหมาะสม
แนวทางการแก้ไขปัญหา	1. ปรับเวลาในแต่ละชั้นทราบดีเรียนให้เหมาะสม 2. ครูกระตุ้นให้นักเรียนที่กล้าแสดงออก 3. ซักทราบดีเรียนและเพิ่มอุปกรณ์ขยายเสียง
ข้อเสนอแนะ	อาจใช้คะแนนมากกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความกล้าแสดงออก

ภาพ 12 สังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้างของผู้วิจัย
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แหวนเหล็กข้าสนิมอย่าแตะ

จากการสังเกตพฤติกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย พบว่า ชั้นระบุ ปัญหาและความต้องการในการออกแบบนักเรียนมีความสนใจในกิจกรรมที่มีความแปลกใหม่ แต่ นักเรียนบางส่วนยังไม่เข้าใจการนำไปจัดที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาประยุกต์ใช้ในการ สร้างสรรค์ผลงาน ในขั้นการรวบรวมข้อมูล นักเรียนมีการสืบค้นข้อมูลอย่างรวดเร็วทำให้เหลือเวลาใน การทำกิจกรรม ซึ่งจะต้องปรับเวลาให้เหมาะสมในแต่ละชั้นและพบว่า นักเรียนมักไม่บันทึกแหล่งที่มา ของข้อมูล ควรปรับปรุงแก้ไขในวงจรปฏิบัติการถัดไปและเมื่อนักเรียนออกแบบ พบว่ามีนักเรียนบาง กลุ่มออกแบบผลงานก่อน 1 รูปแบบ แล้วจากนั้นจะออกแบบรูปแบบที่เหลืออีก 2 รูปแบบโดยเปลี่ยน รายละเอียดจากแบบแรกเพียงเล็กน้อย เพื่อให้เกิดแตกต่าง ทั้งนี้ผู้วิจัยจะต้องมีเน้นย้ำกับนักเรียนมาก ยิ่งขึ้นในวงจรปฏิบัติการต่อไป และในขั้นพัฒนาต้นแบบ โต๊ะเรียนในห้องเรียนไม่สะดวกต่อการปฏิบัติ กิจกรรมกลุ่ม ทำให้มีการจัดโต๊ะใหม่เพื่อให้สะดวกมากยิ่งขึ้นและชั้นประเมินผลงาน พบว่านักเรียน ขาดความกล้าแสดงออกในการประเมินผลงานให้กับกลุ่มอื่น และเวลาที่ใช้ในการนำเสนอไม่เพียงพอ ทำให้นักเรียนต้องรีบเร่งนำเสนอ ส่งผลให้นำเสนอได้ไม่ครบถ้วน

การดำเนินการในวงจรปฏิบัติที่ 1 โดยปฏิบัติตามขั้นตอนของการวิจัยปฏิบัติการ ตั้งแต่การวางแผนการ ปฏิบัติ สังเกต และการสะท้อนผล พบว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการ แก้ไขที่ผู้วิจัยจะนำไปปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 2 สรุปได้ดังต่อไปนี้

1. นักเรียนยังไม่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการนำปัจจัยที่ส่งผลต่อ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาสร้างสรรค์ปฏิกิริยาได้ตามที่ผู้วิจัยคาดหวัง ดังนั้นในวงจรถัดไปผู้วิจัยจะ ยังคงทำหน้าที่ในการเป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ โดยการให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำเกี่ยวกับการ ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป สำหรับในส่วนที่นักเรียนสามารถดำเนินงานได้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยก็จะ ลดบทบาทในการให้ความช่วยเหลือลง

2. เวลาในการทำกิจกรรม พบว่าในแต่ละขั้นตอนยังไม่เหมาะสม เดิมในวงจรที่ 1 นี้แบ่งกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 2 ชั่วโมงแรกขึ้นระบุปัญหาและความต้องการในการออกแบบและชั้น รวบรวมข้อมูลเวลาในการทำกิจกรรม 2 ชั้นนี้มากเกินไป ส่วน 2 ชั่วโมงหลังเป็นชั้นพัฒนาต้นแบบและ ชั้นประเมินผลงานเวลาที่ทำกิจกรรมไม่เพียงพอ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงปรับเวลาการทำกิจกรรมในวงจรที่ 2 เป็น 2 ชั่วโมงแรกทำกิจกรรมทั้งหมด 3 ชั้น ได้แก่ ขึ้นระบุปัญหาและความต้องการในการออกแบบ ชั้นรวบรวมข้อมูล และชั้นพัฒนาต้นแบบ และอีก 2 ชั่วโมงหลังเป็นชั้นประเมินผลงาน เพื่อให้มีเวลา ในการนำเสนอและประเมินผลงานกลุ่มอื่นได้ครบถ้วนมากยิ่งขึ้น

3. การออกแบบแนวคิดให้มีความแตกต่างกันในชั้นรวบรวมข้อมูล นักเรียน ออกแบบแล้วมีการเปลี่ยนรายละเอียดเพียงเล็กน้อย ดังนั้นในวงจรถัดไปต้องมีการเน้นย้ำกับ นักเรียนให้ออกแบบแตกต่างกัน

4. ด้านปัญหาของห้องเรียนไม่เหมาะกับกิจกรรมกลุ่ม ในวงจรที่ 2 ผู้วิจัยทำการ เปลี่ยนห้องเรียนเดิมที่เป็นแบบหันหน้าเข้าหากระดาน เป็นห้องปฏิบัติการทางฟิสิกส์ที่มีการจัดโต๊ะ เรียนให้นั่งเป็นกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนทำกิจกรรมได้สะดวกมากยิ่งขึ้น พร้อมกับหาเครื่องขยายเสียงมา ให้นักเรียนใช้ในชั้นประเมินผลงาน เพื่อขยายเสียงให้ดังชัดเจนยิ่งขึ้น

5. ปัญหาด้านความกล้าแสดงออกของนักเรียนในการประเมินผลงานของกลุ่มอื่น ซึ่งในวงจรนี้นักเรียนบางส่วนยังขาดความมั่นใจในการนำเสนอ และขาดความกล้าแสดงออกในการ ประเมินผลงานให้กับกลุ่มอื่น ดังนั้นในวงจรปฏิบัติที่ 2 ผู้วิจัยจะมีการให้คะแนนในส่วนของ การนำเสนอ และการประเมินผลงานของกลุ่มอื่น พร้อมกับเสริมแรงทางบวกโดยการให้คะแนนกลุ่มที่ นำเสนอได้ดี มีความน่าสนใจ

1.2 ผลการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 (แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อุปกรณ์ ปิ้งย่างทันใจ)

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ในวันที่ 6 กันยายน พ.ศ. 2565 เวลา 14.20 – 16.00 น. และวันที่ 7 กันยายน พ.ศ. 2565 เวลา 10.10 – 11.50 น. ผลการปฏิบัติในแต่ละขั้นของวงจรเป็นดังนี้

ขั้นวางแผน (Plan)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อุปกรณ์ปิ้งย่างทันใจ ตามที่ได้สะท้อนผลในวงจรปฏิบัติการที่ 1 คือ ปรับเวลาในการทำกิจกรรม คือ ในวันที่ 6 กันยายน พ.ศ. 2565 เวลา 14.20 – 16.00 น. ผู้วิจัยให้นักเรียนทำกิจกรรมทั้งหมด 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นระบุปัญหาและความต้องการในการออกแบบ ขั้นรวบรวมข้อมูล และขั้นพัฒนาต้นแบบ และวันที่สอง วันที่ 7 กันยายน พ.ศ. 2565 เวลา 10.10 – 11.50 น. ผู้วิจัยให้นักเรียนทำกิจกรรมในขั้นประเมินผลงาน เพื่อให้มีเวลาในการนำเสนอและประเมินผลงานกลุ่มอื่นได้ครบถ้วนมากยิ่งขึ้น และมีการย้ายห้องเรียนไปเป็นห้องปฏิบัติการทางฟิสิกส์ เพื่อให้ทำกิจกรรมกลุ่มได้สะดวกยิ่งขึ้น พร้อมทั้งเพิ่มอุปกรณ์สำหรับขยายเสียงในขั้นประเมินผลงาน

ขั้นปฏิบัติ (Act)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยทำการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางแผนไว้ โดยในระหว่างการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนยังมีความสนใจกับลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น มีส่วนร่วมในการสะท้อนปัญหาที่พบเกี่ยวกับประสบการณ์การกินปิ้งย่างที่เคยเจอมา รวมถึงลงมือคิดออกแบบ และพัฒนาต้นแบบโมเดลอุปกรณ์ปิ้งย่างอย่างมุ่งมั่นตั้งใจ แต่อย่างไรก็ตาม นักเรียนเข้าใจขั้นตอนการจัดการเรียนรู้จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 จึงทำให้การจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการนี้เป็นไปอย่างราบรื่น ผู้วิจัยสามารถลดบทบาทการช่วยเหลือได้อย่างมาก ได้มีเวลาในการเข้าไปสัมภาษณ์พูดคุย ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนมากยิ่งขึ้น

ขั้นสังเกต (Observe)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยและครูประจำการทำการสังเกตการจัดการเรียนรู้และพฤติกรรมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยทำการบันทึกแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้างภายหลังที่ทำการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวันเสร็จสิ้นลง

ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการสะท้อนผลถึงปัญหาและแนวทางในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐานในวงจรปฏิบัติการต่อไป โดยการสะท้อนผลในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้และในภาพรวมจากเครื่องมือวิจัยต่าง ๆ ดังรายละเอียด ต่อไปนี้

1.2.1 ขั้นระบุปัญหาและความต้องการในการออกแบบ (Identify needs) เป็นขั้นที่ผู้วิจัยนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการเปิดวิดีโอละคร เรื่อง บุพเพสันนิวาส ตอนที่ตัวละครกำลังนั่งกินหมูกระทะ นักเรียนในห้องให้ความสนใจนั่งดูวิดีโออย่างตั้งใจ จากนั้นผู้วิจัยเล่าและสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับประสบการณ์การกินปิ้งย่าง นักเรียนพบปัญหาในเรื่องใดบ้าง ซึ่งผู้วิจัยและนักเรียนพบปัญหา

ไปในทางเดียวกัน คือ ต้องใช้เวลานานพอสมควรในการรอให้เตาร้อนพอที่จะทำให้หมูสุก บางร้านกระทะร้อนไม่เพียงพอที่จะทำให้หมูสุกทันใจ และอีกปัญหาหนึ่งคือความร้อนของไฟลดลงอย่างรวดเร็ว ทำให้ต้องเปลี่ยนถ่านอยู่บ่อยๆ ซึ่งนักเรียนให้ความสนใจ มีการโต้ตอบกับผู้วิจัยเป็นอย่างดี ทำให้กิจกรรมเริ่มต้นขึ้นอย่างสนุกสนาน จากนั้นเมื่อผู้วิจัยระบุนความต้องการให้ออกแบบเตาอุปกรณ์ปิ้งย่างทันใจ ที่มีการประยุกต์ใช้ปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาใช้ในการออกแบบเตาปิ้งย่าง พบว่านักเรียนมีความเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้น และมีความตื่นตัว กระตือรือร้นที่จะออกแบบเตาปิ้งย่างให้สามารถสุกได้รวดเร็วทันใจยิ่งขึ้น ดังภาพ 13

2. ครูพุดคุยสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับประสบการณ์การทำงานปิ้งย่าง และเล่าปัญหาที่พบเมื่อไปทานปิ้งย่างให้นักเรียนฟังได้เหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

ผลการจัดการเรียนรู้	นักเรียนจะเสิร์ฟทอดคุย ยัดปลาช่อนใส่เตาต้มกับคนทอดอย่างดี ผลดีใช้ดูท ในกวดทาคึ่งอย่างที่ดีตรงกัน ทำได้ กวดทาคือคอสลอส
ปัญหาและอุปสรรค	ห้กเรื่องหย่งกวดทาคือคอสลอสที่ำไม่เกิดเส่งดังขึ้น
แนวทางการแก้ไขปัญหา	ใช้การชกเพื่อหย่ง ยัดปลาช่อนที่คอสลอสลอส
ข้อเสนอแนะ	-

ภาพ 13 สังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกิ่งโครงสร้างของผู้วิจัย
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อุปกรณ์ปิ้งย่างทันใจ

1.2.2 ขั้นรวบรวมข้อมูล (Collect information) ในขั้นการรวบรวมข้อมูลนี้นักเรียนช่วยกันสืบค้นข้อมูลกันอย่างกระตือรือร้น ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับเวลาในการสืบค้นเป็น 45 นาที พบว่าเป็นเวลาที่เหมาะสม นักเรียนใช้ในการสืบค้นและบันทึกผลลงในบันทึกการเรียนรู้ ปัญหาที่พบในวงจรปฏิบัติการที่ 1 คือนักเรียนมักไม่ใส่แหล่งที่มาของข้อมูลลงในบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยแก้ปัญหาโดยการกำชับ เน้นย้ำกับนักเรียนอีกครั้งก่อนเริ่มลงมือสืบค้นข้อมูล พบว่า นักเรียนมีการใส่แหล่งที่มาของข้อมูลมากยิ่งขึ้น สิ่งที่สังเกตได้ในขั้นนี้ คือนักเรียนแต่ละกลุ่มให้ความสนใจในการออกแบบเตาปิ้งย่างเป็นอย่างมาก นักเรียนมีการสืบค้นข้อมูล พุดคุย ถกเถียงกันอย่างมีเหตุผลภายในกลุ่ม ดังภาพ 14

ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูล (Collect information)

4. เมื่อนักเรียนร่วมกันวางแผนสืบค้นหาข้อมูล ระดมความคิดภายในกลุ่มของตนเองและร่วมกันสร้างแนวคิดในการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ปิ้งย่างทันใจ โดยครูจะเดินดูและพูดคุยกับนักเรียนแต่ละกลุ่ม เป็นอย่างไร

ผลการจัดการเรียนรู้	รู้จักเสียของที่คิดอยากจะทำ อธิบายวิธีทำให้อีกคนได้ฟังชัดเจน ชื่นชมกันเป็นอย่างดี จริงจัง และที่ถนัดก็เอียงอีกข้างมาทำอย่างจริงจัง
ปัญหาและอุปสรรค	ทำเรื่องบางกลุ่มสับสนกับขั้นตอนการทำที่ถนัดของตัวเอง
แนวทางการแก้ไขปัญหา	ครูเดินดูและช่วยกันทำเรื่อง และปรับทิวทัศน์และเวลาให้สอดคล้องกัน
ข้อเสนอแนะ	

ภาพ 14 สังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้างของครูประจำการ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อุปกรณ์ปิ้งย่างทันใจ

1.2.3 ขั้นพัฒนาต้นแบบ (Prototype) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ลงมือออกแบบโมเดลอุปกรณ์ปิ้งย่างกันอย่างจริงจัง โดยผู้วิจัยเตรียมอุปกรณ์ไว้สำหรับสร้างโมเดล ผู้วิจัยใช้เวลาในการสร้างโมเดล 1 ชั่วโมง พบว่า เวลาไม่เพียงพอ ผู้วิจัยจึงต้องคอยกำกับเวลาให้กับนักเรียนอยู่เสมอ เพื่อให้นักเรียนเร่งสร้างผลงานให้ทัน สิ่งที่สังเกตได้ระหว่างการพัฒนาต้นแบบคือ นักเรียนสร้างโมเดลกันอย่างมุ่งมั่นตั้งใจ โดยสมาชิกกลุ่มมีการแบ่งหน้าที่และช่วยกัน ดังภาพ 15



ภาพ 15 ชั้นพัฒนาต้นแบบของกลุ่ม 2 เรื่อง อุปกรณ์ปิ้งย่างทันใจ

กลุ่ม ดังนี้

ในขณะที่นักเรียนลงมือสร้างโมเดลผู้วิจัยได้เดินไปพูดคุยสอบถามนักเรียนแต่ละ

ครูคะ เทปกาวมันไม่เหนียวเลยคะ หนูติดโมเดลไม่ค่อยอยู่เลย
(คำบอกเล่าของนักเรียนในชั้นเรียน, 6 กันยายน)

ครูครับดินน้ำมันมันไม่พอครับ ครูมีให้อีกไหมครับ
(คำบอกเล่าของนักเรียนในชั้นเรียน, 6 กันยายน)

จากการคำบอกเล่าของนักเรียน พบว่านักเรียนยังไม่พึงพอใจกับอุปกรณ์ในการสร้างโมเดลที่ครูได้เตรียมให้ในครั้งนี้ นอกจากนี้ในขณะที่นักเรียนลงมือสร้างโมเดล ผู้วิจัยมีการเดินไปพูดคุยกับนักเรียนที่ละกลุ่ม พบว่า นักเรียนรู้สึกสนุกสนานกับการจัดการเรียนรู้แบบนี้ เพราะนักเรียนได้คิด วางแผน ออกแบบ และสร้างโมเดลขึ้นมากับเพื่อน ๆ ซึ่งได้แสดงความสามารถและความคิดสร้างสรรค์อย่างเต็มที่ ดังคำพูดของนักเรียน ดังนี้

ผมชอบเรียนแบบนี้ครับ ผมตั้งใจออกแบบและสร้างอย่างเต็มที่เลยครับอาจารย์
โมเดลของกลุ่มจะต้องปังที่สุดครับ อาจารย์คอยดูได้
(คำพูดของนักเรียนระหว่างดำเนินกิจกรรม , 6 กันยายน)

1.2.4 ชั้นประเมินผลงาน (Evaluate) ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้จัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับขยายเสียงมาให้ให้นักเรียนใช้ในการนำเสนอผลงาน พบว่าขณะนำเสนอเสียงดังฟังได้ชัดเจน ในขั้นนี้

ผู้วิจัยแบ่งเวลาไว้ 2 ชั่วโมง โดยให้ 1 กลุ่มทำการนำเสนอเป็นเวลาไม่เกิน 5 นาที และผู้วิจัยจะใช้เวลา นักเรียน 3 นาทีในการปรึกษา พูดคุยกับสมาชิกภายในกลุ่มของตนเอง เพื่อประเมินผลงานของเพื่อน กลุ่มที่นำเสนอ และบันทึกการประเมินผลงานลงในบันทึกการเรียนรู้ จากนั้นผู้วิจัยจะใช้เวลาในการ ประเมินผลงานเพื่อนไม่เกิน 5 นาที โดยสอบถามความสมัครใจในการประเมินผลงานกลุ่มอื่น หากไม่มีกลุ่มที่สมัครใจ ผู้วิจัยจะสุ่มกลุ่มที่ต้องประเมินผลงานให้เพื่อนกลุ่มที่นำเสนอฟังโดยไม่เข้ากลุ่ม พบว่า เมื่อทุกกลุ่มทราบว่าต้องประเมินผลงานอย่างน้อย 1 กลุ่ม มีบางกลุ่มสมัครใจประเมินผลงานให้แก่ เพื่อน และบางส่วนผู้วิจัยต้องทำการสุ่ม ซึ่งส่วนใหญ่ นักเรียนสามารถบอกข้อดี ข้อจำกัด และ เสนอแนะแนวทางการปรับปรุงผลงานได้ ดังภาพ 16



ภาพ 16 ชั้นประเมินผลงานของกลุ่ม 4 เรื่อง อุปกรณ์ปิ้งย่างทันใจ

จากการสะท้อนผลของครูประจำการและผู้วิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ เป็นไปตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางไว้ นักเรียนเกิดความสนุกสนานและได้ลงมือสร้างโมเดล ซึ่งเป็น การเรียนรู้แบบแปลกใหม่

จากการที่ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ พบว่า ชั้นระบุปัญหาและ ความต้องการในการออกแบบ นักเรียนให้ความสนใจกับปัญหาที่ผู้วิจัยระบุ เพราะนักเรียนก็พบเจอ ปัญหาดังกล่าวในชีวิตประจำวันเช่นกัน จึงทำให้ในขั้นนี้นักเรียนเข้าใจถึงความต้องการในการ ออกแบบเป็นอย่างดี ในขั้นรวบรวมข้อมูล พบว่า นักเรียนบางส่วนยังไม่อ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูล แต่บางส่วนมีการอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลที่นำเชื่อถือและมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ชั้นพัฒนา ต้นแบบ พบว่าในขั้นนี้นักเรียนระดมความคิดและช่วยกันออกแบบกันอย่างจริงจัง เพื่อให้ผลงานของ ตนเองออกมาดีที่สุด และชั้นประเมินผลงานนักเรียนกลุ่มที่นำเสนอมีความมั่นใจ นำเสนอได้เป็นอย่างดี

ดี แต่กลุ่มที่ประเมินผลงานเพื่อนบางส่วนยังขาดความกล้าแสดงออก ส่วนเวลาในขั้นนี้เหมาะสมเพียงพอ

การดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยปฏิบัติตามขั้นตอนของการวิจัยปฏิบัติการ ตั้งแต่การวางแผนการ ปฏิบัติ สังเกต และการสะท้อนผล พบว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ไขที่ผู้วิจัยจะนำไปปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 สรุปได้ ดังนี้

1. อุปสรรคในการสร้างชิ้นงานที่ผู้วิจัยเตรียมให้ยังไม่เป็นที่พึงพอใจของนักเรียน ดังนั้น ในวงจรต่อไป ครูจะปรับแผนการจัดการเรียนรู้ในขั้นพัฒนาต้นแบบให้นักเรียนสร้างโมเดลด้วยวัสดุ อุปกรณ์ที่สามารถหาได้ตามครัวเรือน หรือท้องถิ่นของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ออกแบบและลงมือสร้างโมเดลได้ดียิ่งขึ้น

2. ด้านเวลาในการทำกิจกรรมขั้นพัฒนาต้นแบบยังไม่เพียงพอ ดังนั้นในขั้นนี้ผู้วิจัยจะให้แต่ละกลุ่มสร้างโมเดลเป็นการบ้าน เพื่อให้นักเรียนมีเวลาเพิ่มขึ้นในการสร้างโมเดล และสอดคล้องกับการหาวัสดุอุปกรณ์ตามครัวเรือนหรือท้องถิ่นของนักเรียน

3. นักเรียนส่วนใหญ่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการนำปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนส่วนน้อยที่ยังไม่สามารถนำมาใช้ได้ อย่างถูกต้องตามความคาดหวังได้ ดังนั้นในวงจรถัดไปผู้วิจัยยังคงทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ เดินไปดูแลและให้ความช่วยเหลือเพิ่มเติม โดยเฉพาะกลุ่มที่ยังมีการพัฒนาน้อย

1.3 ผลการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 (แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง หอม

กระเทียมไทยสินค้าส่งออก)

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ในวันที่ 8 กันยายน พ.ศ. 2565 เวลา 13.30 – 15.10 น. และวันที่ 13 กันยายน พ.ศ. 2565 เวลา 14.20 – 16.00 น. ผลการปฏิบัติในแต่ละขั้นของวงจรปฏิบัติการเป็นดังนี้

ขั้นวางแผน (Plan)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยทำการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง หอมกระเทียมไทยสินค้าส่งออก ตามสิ่งที่ได้จากการสะท้อนผลในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นั่นคือ ปรับรูปแบบกิจกรรมในขั้นพัฒนาต้นแบบให้นักเรียนสร้างโมเดลบรรจุภัณฑ์ใส่หอมกระเทียมเป็นการบ้าน เพื่อให้นักเรียนได้เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ตามครัวเรือนหรือท้องถิ่นของนักเรียน และยังมีเวลาในการพัฒนาต้นแบบมากยิ่งขึ้น

ขั้นปฏิบัติ (Act)

ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยทำการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางแผนไว้ โดยในระหว่างการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนยังให้ความสนใจกับลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น แต่อย่างไรก็ตามนักเรียนเข้าใจขั้นตอนการจัดการเรียนรู้จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 จึงทำให้การจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ดำเนินไปอย่างราบรื่น ผู้วิจัยสามารถลดบทบาทการช่วยเหลือได้อย่างมาก และมีเวลาเหลือในการเข้าไปสัมภาษณ์และการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนมากขึ้น

ขั้นสังเกต (Observe)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยและครูประจำการทำการสังเกตการจัดการเรียนรู้และสังเกตพฤติกรรมของการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยทำการบันทึกแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้างของงานวิจัยในครั้งนี้ภายหลังจากที่ทำการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนของแต่ละวันสิ้นสุดลงแล้ว

ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการสะท้อนผลถึงปัญหาและสรุปผลแนวทางในการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน โดยการสะท้อนผลนั้นจะทำการสะท้อนในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้และในภาพรวมจากเครื่องมือวิจัยต่าง ๆ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.3.1 ขั้นระบุปัญหาและความต้องการในการออกแบบ (Identify needs) ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้วิจัยจำลองสถานการณ์ว่าต้องการสร้างบรรยากาศที่ใส่หอมกระเทียม เพื่อส่งออกไปขายยังต่างประเทศ ซึ่งผู้วิจัยสังเกตนักเรียน พบว่านักเรียนยังคงให้ความสนใจกับการจัดการเรียนรู้อยู่ แต่สีหน้าของนักเรียนมีความสงสัยและยังไม่เข้าใจชัดเจน ผู้วิจัยจึงสอบถามนักเรียนทั้งห้องโดยรวมว่าใครมีคำถามหรือข้อสงสัยเพิ่มเติมหรือไม่ มีนักเรียนคนหนึ่งยกมือ และถามคำถาม ดังต่อไปนี้

ครูคะ หอมกระเทียมมันมีลักษณะเป็นอย่างไรคะ หนูไม่เคยเห็นหอมกระเทียมคะ
(คำถามของนักเรียนระหว่างดำเนินกิจกรรม , 8 กันยายน 2565)

หลังจากนักเรียนถาม ผู้วิจัยจึงถามนักเรียนคนอื่น ๆ ในห้องเรียนว่ามีใครไม่รู้จักหอมกระเทียมเหมือนเพื่อนหรือไม่ พบว่า มีนักเรียนบางส่วนไม่รู้จักและไม่เคยจับหรือสัมผัสกับหอมและกระเทียมเลย เนื่องจากชุมชนของนักเรียนเป็นลักษณะชุมชนเมือง ไม่ได้ประกอบอาหารเอง แต่ก็มีนักเรียนบางส่วนที่รู้จักหอมกระเทียม ซึ่งเหตุการณ์ดังกล่าวผู้วิจัยไม่คาดคิดว่าจะเกิดขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงแก้ปัญหาโดยการเปิดรูปหอมกระเทียมให้นักเรียนดูอีกครั้ง จากนั้นบอกถึงลักษณะของหอมกระเทียมแบบคร่าว ๆ เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมเองในขั้นตอนถัดไป

จากเหตุการณ์ข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยทราบว่าการนำปัญหาหรือสถานการณ์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนนั้น ผู้วิจัยต้องมีการศึกษาภูมิหลัง ลักษณะของชุมชน และภูมิปัญญาท้องถิ่นของนักเรียนด้วย เพื่อให้กิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนดำเนินไปอย่างราบรื่น

1.3.2 ขั้นรวบรวมข้อมูล (Collect information) ในขั้นนี้ผู้วิจัยสังเกตเห็นนักเรียนส่วนใหญ่มีความกระตือรือร้นในการค้นคว้าหาข้อมูลลดลง เนื่องจากช่วงนี้เป็นช่วงใกล้สอบปลายภาคเรียนที่ 1 ทำให้ภาระงานที่ต้องส่งครูในรายวิชาอื่นเยอะขึ้น นักเรียนต้องเร่งทำงานจนนอนดึก ผู้วิจัยจึงบอกกับนักเรียนว่าชิ้นงานครั้งนี้จะให้กลับไปทำเป็นการบ้าน ให้เวลาทำในช่วงเสาร์อาทิตย์ โดยให้นักเรียนเลือกหัวข้อที่สามารถหาได้ตามท้องถิ่น คราวเรือนของนักเรียนเอง พบว่านักเรียนทั้งห้องตั้งใจที่ได้มีเวลาในการสร้างชิ้นงานเพิ่มมากขึ้น และเมื่อผู้วิจัยแจ้งกับนักเรียนอีกครั้งเรื่องการให้คะแนนพิเศษกับการสร้างชิ้นงาน พบว่า นักเรียนหลายกลุ่มกลับมามุ่งมั่นตั้งใจ เขียนโครงร่าง ออกแบบ วางแผนการสร้างชิ้นงานกันอย่างจริงจังอีกครั้ง ดังภาพ 17

3. เมื่อครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและช่วยกันระดมความคิดภายในกลุ่มของตนเองและร่วมกันสร้างแนวคิดในการสร้างบรรจุภัณฑ์ใส่หอมกระเทียม พหุติกรรมของนักเรียนและบรรยากาศในห้องเรียนเป็นอย่างไร

ผลการจัดการเรียนรู้	มีนักเรียนบางคน ไม่ค่อยได้ทำของของตัวเองสักเท่าไหร่ เนื่องจาก มีคนเยอะและใคร่ชอบไปรับของ
ปัญหาและอุปสรรค	นักเรียนขาดสมาธิ และความกลัวต่อผู้อื่น
แนวทางการแก้ไขปัญหา	ควรตรวจงานก่อน และรีบเร่งของในเวลาที่กำหนด
ข้อเสนอแนะ	ควรสอนการผูก กะเชือก และทำของสวยงามเพิ่มเติม

ภาพ 17 สังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้างของครูประจำการ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง หอมกระเทียมสินค้าส่งออก

1.3.3 ขั้นพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ในขั้นนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนเลือก 1 แนวคิดนำมาสร้างชิ้นงานบรรจุภัณฑ์ใส่หอมกระเทียม โดยผู้วิจัยให้นักเรียนกลับไปทำเป็นการบ้าน เพื่อให้นักเรียนได้เลือกวัสดุตามความเหมาะสมกับชิ้นงาน พบว่า ผลงานของนักเรียนแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกัน และนักเรียนทำชิ้นงานออกมาได้ดี มีการตกแต่ง มีสีสันสวยงาม ดังภาพ 18



ภาพ 18 ขั้นพัฒนาต้นแบบ เรื่อง หอมกระเทียมสินค้าส่งออก

แต่อย่างไรก็ตาม ในตอนที่นักเรียนนำผลงานมา นักเรียนบอกกับผู้วิจัยว่าอยากทำบรรจุภัณฑ์แบบดูดีอากาศออกจนหมด แต่ไม่สามารถทำได้ เนื่องจากอุปกรณ์ในการทำมีราคาแพง และลองใช้อุปกรณ์อื่นแล้วแต่ไม่สามารถทำได้

1.3.4 ขั้นประเมินผลงาน (Evaluate) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้นำเสนอกลุ่มละไม่เกิน 5 นาที พบว่าในวงจรปฏิบัติการนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มมีความภูมิใจในผลงานในตนเอง และนำเสนอออกมาอย่างน่าสนใจ จากนั้นให้กลุ่มอื่นปรึกษากันไม่เกิน 3 นาที เพื่อประเมินผลงานให้กับเพื่อนกลุ่มที่นำเสนอตั้งวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 ดังนั้นในครั้งนี้นักเรียนทุกคนทราบเป็นอย่างดีว่าทุกกลุ่มจะต้องประเมินผลงาน ทำให้เมื่อผู้วิจัยสอบถามความสมัครใจ จะมีกลุ่มที่สมัครใจประเมินผลงาน ในวงจรปฏิบัติการนี้ผู้วิจัยมีบทบาทลดลง เพราะนักเรียนเข้าใจขั้นตอนการนำเสนอเป็นอย่างดี ดังภาพ 19



ภาพ 19 ขั้นประเมินผลงานของกลุ่ม 2 เรื่อง ทอมกระเทียมลินค้ำส่งออก

จากการสะท้อนผลของครูประจำการและผู้วิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้นี้เป็นไปตามแผนที่วางไว้ แต่สิ่งที่ควรปรับปรุงต่อไป คือ การศึกษาภูมิหลังของนักเรียน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปได้อย่างดีและต่อเนื่อง และผู้วิจัยควรหาแรงจูงใจมาให้ให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการสร้างสรรค์ชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น

จากการที่ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ พบว่า ชั้นระบุปัญหาและความต้องการในการออกแบบ พบว่านักเรียนยังให้ความสนใจในปัญหาและความต้องการในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ ในขั้นรวบรวมข้อมูล พบว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการหาข้อมูลลดลง และเมื่อผู้วิจัยแจ้งเกณฑ์การให้คะแนน ทำให้มีบางกลุ่มกลับมาตั้งใจค้นคว้าหาข้อมูลอีกครั้ง ขั้นพัฒนาต้นแบบ ในขั้นนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนออกแบบ 3 แบบในห้องเรียน จากนั้นให้นักเรียนเลือก 1 แบบที่ดีที่สุด นำไปสร้างชิ้นงานจริง พบว่า นักเรียนเลือกวัสดุและสร้างชิ้นงานออกมาได้ดี และมีความแตกต่างกันภายในห้องของตนเอง และขั้นประเมินผลงาน พบว่านักเรียนมีความภูมิใจชิ้นงานของ

ตนเอง ทำให้นำเสนอออกมาด้วยความมั่นใจ และมีความกล้าแสดงออกในการประเมินผลงานของเพื่อนกลุ่มอื่นมากยิ่งขึ้น

การดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยปฏิบัติตามขั้นตอนของการวิจัยปฏิบัติการ ตั้งแต่การวางแผน ปฏิบัติ สังเกต และการสะท้อนผล พบว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ปัญหาในการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 สรุปได้ ดังนี้

1. การเลือกปัญหาที่นำมาใช้ในการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนนั้น ควรเป็นสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียน ผู้วิจัยต้องมีการศึกษาภูมิหลัง ลักษณะของชุมชน และภูมิปัญญาท้องถิ่นของนักเรียนด้วย เพื่อให้กิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนดำเนินไปอย่างราบรื่น

หลักจากการจัดการเรียนรู้ครบตามวงจรปฏิบัติการครบทั้ง 3 วงจร ผู้วิจัยได้สรุปบทบาทในการให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำแก่นักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยการออกแบบเป็นฐาน ที่ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในวงจรปฏิบัติการแรก ผู้วิจัยจำเป็นต้องให้ความช่วยเหลือและเป็นผู้สนับสนุนให้กับนักเรียนในหลาย ๆ ด้าน เช่น การอธิบายพร้อมยกตัวอย่างการนำไปประยุกต์ที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มาใช้ในการสร้างสรรค์ออกแบบชิ้นงานของนักเรียนเพื่อเป็นแนวทางให้กับนักเรียนในการออกแบบ รวมถึงผู้วิจัยต้องเดินไปสอบถามพูดคุยกับนักเรียนตลอดการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจและความถูกต้องของนักเรียน หากพบข้อผิดพลาดผู้วิจัยต้องชี้แจงและอธิบายที่ละกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนแก้ไขให้ถูกต้อง

นอกจากนี้ในวงจรปฏิบัติการแรก ผู้วิจัยจะต้องมีการชี้แจงเกี่ยวกับการนำเสนอผลงาน และยกตัวอย่างการประเมินผลงานให้นักเรียนเห็นเพื่อเป็นแนวทางให้กับนักเรียน รวมทั้งกระตุ้นความกล้าแสดงออกของนักเรียนในการนำเสนอผลงานและการประเมินผลงานอีกด้วย หลังจากวงจรปฏิบัติการแรกผ่านไป นักเรียนเกิดความเข้าใจในขั้นตอนการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น ทำให้ผู้วิจัยสามารถลดบทบาทการช่วยเหลือในการอธิบายและยกตัวอย่างลงอย่างมาก แต่อย่างไรก็ตามผู้วิจัยยังคงเดินไปพูดคุยตรวจสอบความเข้าใจในการทำงานของนักเรียนกลุ่มพัฒนาช้า ดังนั้นผู้วิจัยจึงสรุปผลการสะท้อนแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ วงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 ไว้ดังตาราง 13

ตาราง 13 สรุปผลการสะท้อนแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ วงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3

การจั ด การเรี ยนรู้ที่ ใช้	วงจ รปฏิ บัติการที่ 1 แห วนเห ลือก ขั าสนิ มอย่า แตะ	วงจ รปฏิ บัติการที่ 2 อ ุปกรณ บั ึ่งย่ างทั นใจ	วงจ รปฏิ บัติการที่ 3 ห อมกรณ เที ยมสิ นค้ าส่ อก		
การอ กแบบ เป็ นฐา น	สภ าพปั ญหา	วธิ ีการแก้ ปั ญหา	สภ าพปั ญหา	วธิ ีการแก้ ปั ญหา	
1. ซึ นรวั ษบ ุปั ญหา และค วาม ต้อ กการ ใ นการอ กแบบ (Identify needs)	- นักเรี ยนไม่ ค้ นเคยกับ การจั ดการเรี ยนรู้ที่ ใช้ การอ กแบบเป็ นฐา นจึง ไม่ เข้าใจการนำ บั ึ่งย่ ายที่ ส่ ่งผลต่อ อ้ ัตราการ เกิ ตปฏิ กิริยาเคมี มา ประย ุกที่ ใช้ใ นการ อ กแบบบั ึ่งย่ าง	- ผู้วิ ัจยเิ ดนเข้า ไปสอ บถา ม พุดค ุย เพื่อต รวจสอ บ ค วามเข้าใจของนักเรี ยน หากนักเรี ยนไม่ เข้าใจ ผู้วิ ัจยต้อ กอธิ บายเพิ่มเติ ม หรือยก ตัวอย่างประ กอบ	- มีนักเรี ยน บางส่ว นไม่ รู้จัก ห อมแะ ละ กรร เที ยม	- ต้อ กมี การศึ กษา ภู มิหลั ง ลั กษณะ ของช ุมชนของ นักเรี ยนด้วย เพื่อใ ห้ สถา นการณ สอ ดค ลอ ึ่งกับ บริ บทของ นักเรี ยน	
2. ซึ นรวั ษบ รว ม ข้อมู ล (Collect information)	- เวลาที่ ใช้ใ นการสื่ บคั น 1 ชั ่วมิ ึ่ง 30 นา ที่ พบว่ ่า มากเกิ นไป - นักเรี ยนมี การอ กแบบ ที่มิ ค วามต่า งกันเพี ยง เล็ กนอ ย	- สด เวลาที่ ใช้ใ นการสื่ บคั น ล งเห ลือ 45 นา ที่ - ผู้วิ ัจยต้อ กนั นย้ ากับ นักเรี ยนเรื่ ่องการอ กแบบ ใ ห้มิ ค วามต่า งกั น	- ครุ ต้อ กค อยเป็ น ผู้ส ันบั สนุ นการ เรี ยนรู้ เิ ดนไป ดูและ ใ ห้ค้ ำแนะ นำ แก่ นักเรี ยน	- นักเรี ยนซา ด ค วาม กรร เตี อริ อรใ น การเรี ยน	- มี การเสี มร ะร ัง ทางบ วก เช่น การ ใ ห้ค ะแ นนพิ เศษ

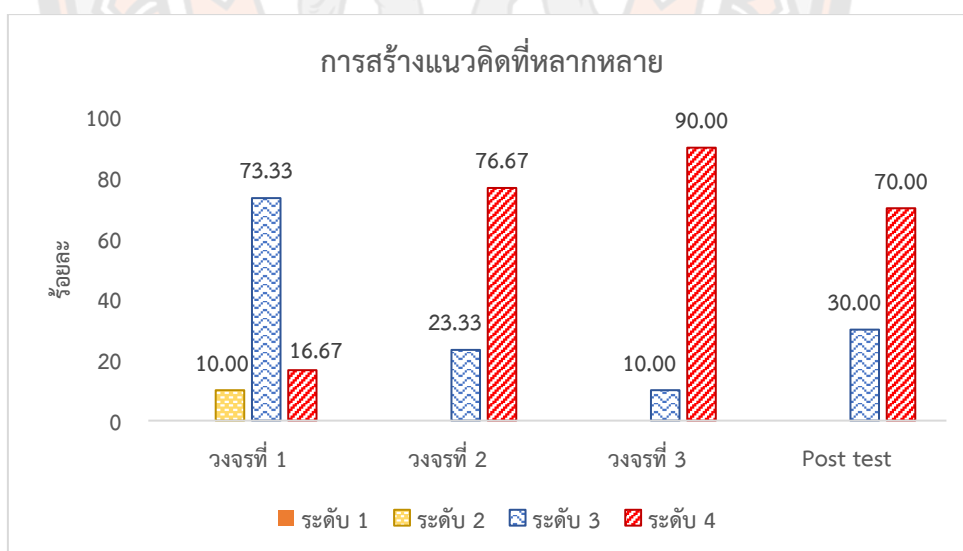
การจัด การเรียนรู้ที่ใช้	วงจรถูกปฏิบัติที่ 1 หาวิธีแก้ปัญหา	วงจรถูกปฏิบัติที่ 2 อุปสรรคที่บังตา	วงจรถูกปฏิบัติที่ 3 หาคำตอบ
การออกแบบ เป็นฐาน	สภาพปัญหา	สภาพปัญหา	สภาพปัญหา
3. ขั้นพัฒนา ต้นแบบ (Prototype)	<ul style="list-style-type: none"> - ใ้ตะเรียนไม่เหมาะสม - ย้ายห้องเรียน ให้ได้ตะ - เหมาะกับกิจกรรมกลุ่ม - ผู้วิจัยต้องเดินดูตลอด - การออกแบบ พร้อมกับ - นักเรียนบางส่วนยังมี - การประยุกต์ใช้ปัจจัยที่ - สงผลต่ออัตราการ - เกิดปฏิกิริยายังไม่ถูกต้อง 	<ul style="list-style-type: none"> - เวลาในการสร้าง - ชิ้นงานไม่เพียงพอ - นักเรียนไม่ฟัง - พอใจในอุปกรณ์ - การสร้างชิ้นงานที่ - ครูเตรียมให้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ใ้ให้นักเรียนสร้าง - โมเดลเป็นการบ้าน - เพื่อให้มีเวลาในการ - สร้างมากยิ่งขึ้น และ - สามารถเลือกใช้วัสดุ - ที่เหมาะสม สามารถ - หาได้ตามท้องถิ่น - ของนักเรียน
4. ขั้นประเมิน ผลงาน (Evaluate)	<ul style="list-style-type: none"> - เวลาที่ใช้ในการ - นำเสนอไม่เพียงพอ - นักเรียนขาดความกล้า - แสดงออกในการ - นำเสนอผลงานและการ - ประเมินผลงาน - กลุ่มอื่น ๆ ไม่ได้ยิน - เสียงคนนำเสนอ 	<ul style="list-style-type: none"> - เพิ่มเวลาในการนำเสนอ - เป็น 2 ชั่วโมง - ครูมีการให้คะแนนการ - นำเสนอและประเมินผล - งาน พร้อมเสริมแรงให้ - คะแนนพิเศษกลุ่มที่ - นำเสนอได้ดี - เพิ่มอุปกรณ์ขยายเสียง 	

2. พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์หลังการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

จากการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลเพื่อประเมินความคิดสร้างสรรค์ของการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ จากบันทึกการเรียนรู้ ชิ้นงาน และการสอบหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อดูพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์แต่ละองค์ประกอบว่ามีความเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาหรือไม่ อย่างไร ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 7 กลุ่ม โดยให้แต่ละกลุ่มมีสมาชิก 4-5 คน แต่นักเรียนมีการขอเปลี่ยนกลุ่มกันภายหลังทำให้แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม 3 คน จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่ม 4 คนจำนวน 1 กลุ่ม และกลุ่ม 5 คน จำนวน 4 กลุ่ม ซึ่งผลในแต่ละองค์ประกอบเป็นดังนี้

2.1 พัฒนาการของการสร้างแนวคิดที่หลากหลาย (Generate diverse ideas)

เมื่อผู้วิจัยจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จนเสร็จสิ้นทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ และผู้วิจัยได้ทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้เป็นรายบุคคล จากนั้นนำข้อมูลจากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนมาวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ประเภทการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของการสร้างแนวคิดที่หลากหลายดังภาพ 20 และ ตาราง 14



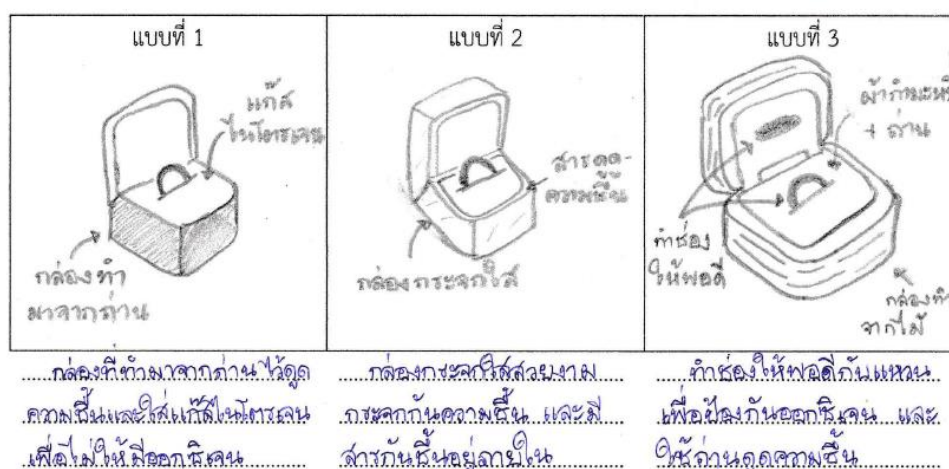
ภาพ 20 ร้อยละในการพัฒนาการสร้างแนวคิดที่หลากหลายในแต่ละระดับของนักเรียน จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้

ตาราง 14 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในการพัฒนาการสร้างแนวคิดที่หลากหลาย
จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้

ระดับ	วงจรที่ 1		วงจรที่ 2		วงจรที่ 3		Post test	
	จำนวน นักเรียน (คน)	ร้อยละ	จำนวน นักเรียน (คน)	ร้อยละ	จำนวน นักเรียน (คน)	ร้อยละ	จำนวน นักเรียน (คน)	ร้อยละ
ระดับ 1	0	0	0	0	0	0	0	0
ระดับ 2	3	10	0	0	0	0	0	0
ระดับ 3	22	73.33	7	23.33	3	10	9	30
ระดับ 4	5	16.67	23	76.67	27	90	21	70
รวม	30	100	30	100	30	100	30	100

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีพัฒนาการของการสร้างแนวคิดที่หลากหลายในระดับที่ 4 ร้อยละ 16.67 ดังภาพ 20 เมื่อพิจารณาชิ้นงานโปสเตอร์ของนักเรียน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ดังภาพ 21 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถคิดและออกแบบกล่องใส่แหวนที่มีความแตกต่างกันโดยมีการใช้วัสดุที่มีความแตกต่างกัน และมีการนำปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาใช้ในการออกแบบ ได้แก่ การนำถ่านมาผสมเพื่อดูดความชื้น การใส่สารกันชื้น ซึ่งเป็นการลดความเข้มข้นของสารตั้งต้นลง ส่งผลให้ลดโอกาสในการเกิดสนิมเหล็ก

5. ให้นักเรียนออกแบบกล่องใส่แหวนเหล็กที่สามารถป้องกันแหวนจากสนิมที่แตกต่างกัน 3 แบบ โดยวาดรูปประกอบพร้อมอธิบายรายละเอียดพอสังเขป



ภาพ 21 บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่ม 3 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

วงจรปฏิบัติการที่ 2 จากภาพ 20 พบว่าหลังจากผ่านการจัดการเรียนรู้ 1 ครั้งแล้ว เมื่อวิเคราะห์บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า นักเรียนเกิดพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ของการสร้างแนวคิดที่หลากหลายในระดับที่ 4 ร้อยละ 76.67 ซึ่งมากขึ้นเมื่อเทียบกับวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากภาพ 22 การสร้างแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียน แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถออกแบบอุปกรณ์ปิ้งย่างให้มีความแตกต่างกันได้ดีขึ้น มีการประยุกต์นำปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาใช้ในการออกแบบ ได้แก่ การใช้ถ่านไม้อัดเป็นเชื้อเพลิงเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการเผาไหม้ และมีการเพิ่มรายละเอียดด้านความสวยงามเข้าไปในผลงานอีกด้วย




4. ให้นักเรียนออกแบบอุปกรณ์ปิ้งย่างที่สนใจที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 แบบ โดยวาดรูปประกอบพร้อมอธิบายรายละเอียดพอสังเขป



ภาพ 22 บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่ม 4 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

วงจรปฏิบัติการที่ 3 จากภาพ 20 หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่เกิดพัฒนาการด้านการสร้างแนวคิดที่หลากหลายในระดับที่ 4 ร้อยละ 90.00 จากภาพ 23 แสดงให้เห็นถึงการออกแบบโมเดลบรรจุภัณฑ์ในการใส่หอมกระเทียมให้มีความหลากหลาย ได้แก่ การทำเป็นถ้วยบะหมี่แล้วมีการใส่กระเทียมกับซีลีก้าเจล ซึ่งเป็นสารดูดความชื้น เพื่อเป็นการลดความเข้มข้นของไอน้ำซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการเกิดปฏิกิริยาการเน่าเสีย การนำกระเทียมที่ปอกเปลือกแล้วมาใส่ถุงสุญญากาศ มีการดูดอากาศออกเพื่อลดอัตราการเกิดปฏิกิริยาการเน่าเสีย ทั้งนี้ผลงานของนักเรียนสามารถนำมาสร้างเป็นผลงานจริงได้ทั้งหมด อีกทั้งยังสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับหอมกระเทียมสำหรับส่งออกได้อีกด้วย

4. ให้นักเรียนออกแบบบรรจุภัณฑ์ใส่หอมกระเทียมสำหรับส่งออกไปยังต่างประเทศที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 แบบ โดยวาดรูปประกอบพร้อมอธิบายรายละเอียดพอสังเขป

แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
		
แบบโพลี.....	แบบถ้วยบะหมี่.....	แบบซองสุญญากาศ.....
- ทำเป็นโพลี.....	- เอาถุงใส่กระเทียม.....	- เอาถุงใส่หอม.....
- เป็นกระดาษ.....	- ใส่ถุงใส่กระเทียม.....	- ใส่กระเทียม.....
.....	- ใส่ถุงใส่ซีลีก้าเจล.....	.....

ภาพ 23 บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่ม 3 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

หลังจากผ่านการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเป็นรายบุคคลในด้านการสร้างแนวคิดที่หลากหลาย จากภาพ 20 พบว่าเมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบเป็นรายบุคคลนักเรียนมีพัฒนาการในการสร้างแนวคิดที่หลากหลาย ร้อยละ 70.00 จากภาพ 24 แสดงให้เห็นถึงการออกแบบถังสำหรับบ่มมะม่วงน้ำดอกไม้ที่มีความแตกต่างกัน 3 แบบ โดยนักเรียนมีการประยุกต์นำเอาภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้ในการออกแบบ มีการเพิ่มหลักการทางอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในการออกแบบ ได้แก่ การเพิ่มตัวเร่งในการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ไบซีลลิก ไบพริกและการใช้ถ่านแก๊สแคลเซียมคาร์ไบด์ในการสร้างแก๊สเอทิลีนไปเร่งการสุกของผลไม้อีกด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

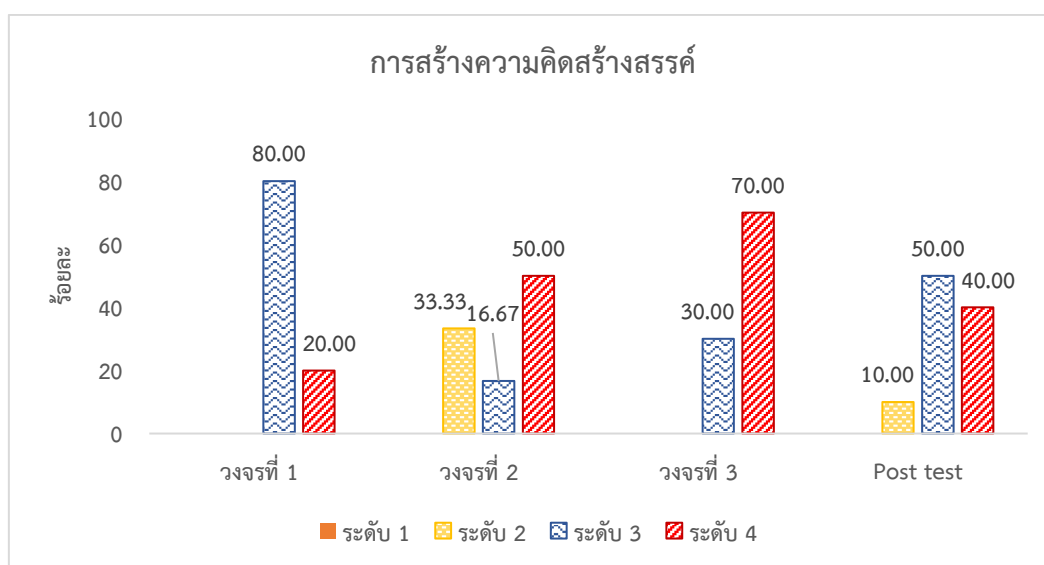
5. ให้นักเรียนนำความรู้เรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบถังสำหรับบ่มมะม่วงน้ำดอกไม้ที่แตกต่างกัน 3 แบบ โดยวาดรูปประกอบพร้อมอธิบายรายละเอียดพอสังเขป

แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
<p>การห่อมะม่วงไว้ไว้ในฟอง เพื่อ ชะลอการเน่าของมะม่วงให้ช้าลง (บ่มมะม่วง ความภูมิปัญญาชาวบ้าน)</p>	<p>การห่อมะม่วงไว้ในขวดจากสารกัก เป็นทรงของน้ำไว้ไม่ให้แก๊สออกสู่ อากาศภายนอก จึงทำให้กล้วยสุกช้าลง</p>	<p>นำก้านกล้วยมาขยี้ใช้เป็นก้น เติ แล้วใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ห่อไว้ กับมะม่วงในขวด</p>

ภาพ 24 แบบทดสอบการสร้างแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนคนที่ 21

3.2 พัฒนาการการสร้างความคิดสร้างสรรค์ (Generate creative ideas)

เมื่อผู้วิจัยจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จนเสร็จสิ้นทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ และผู้วิจัยได้ทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้เป็นรายบุคคล จากนั้นนำข้อมูลจากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนมาวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ประเภทการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของการสร้างความคิดสร้างสรรค์ดังภาพ 25 และตาราง 15

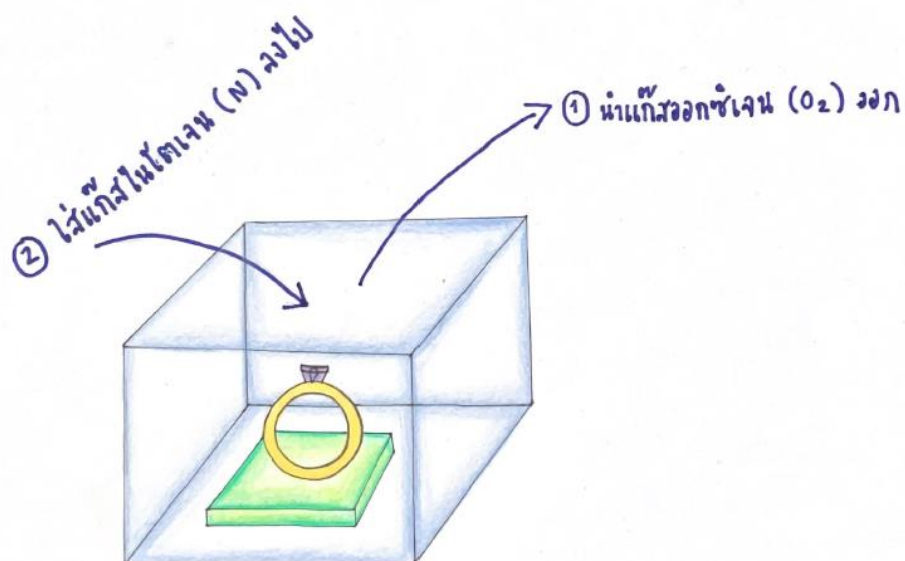


ภาพ 25 ร้อยละในการพัฒนาการสร้างความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละระดับของนักเรียน จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้

ตาราง 15 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในการพัฒนาการสร้างความคิดสร้างสรรค์ จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้

ระดับ	วงจรที่ 1		วงจรที่ 2		วงจรที่ 3		Post test	
	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ
ระดับ 1	0	0	0	0	0	0	0	0
ระดับ 2	0	0	10	33.33	0	0	3	10
ระดับ 3	24	80	5	16.67	9	30	15	50
ระดับ 4	6	20	15	50	21	70	12	40
รวม	30	100	30	100	30	100	30	100

นักเรียนมีพัฒนาการของการสร้างความคิดสร้างสรรค์ในระดับที่ 4 ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 ร้อยละ 20 ดังภาพ 25 จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่านักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานที่มีการนำความรู้ทางทฤษฎีมาใช้ในการออกแบบโปสเตอร์ ประกอบกับนักเรียนยังไม่เข้าใจการออกแบบโปสเตอร์ให้มีความสวยงาม ดึงดูดความสนใจในผลงานมากนัก แต่มีการนำปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาใช้ในการออกแบบกล่องใส่แหวน ได้แก่ การใส่แก๊สไนโตรเจนลงไปและนำแก๊สออกซิเจนออก เพื่อลดความเข้มข้นของแก๊สออกซิเจนซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสนิมเหล็ก ดังภาพ 26



ภาพ 26 ตัวอย่างโปสเตอร์ของนักเรียน กลุ่ม 6 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

เมื่อนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้มาแล้วครั้งหนึ่ง พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีพัฒนาการของการสร้างความคิดสร้างสรรค์ในระดับที่ 4 ร้อยละ 50 ดังภาพ 25 ซึ่งนักเรียนสามารถสร้างชิ้นงาน ดังภาพ 27 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถสร้างสรรค์ความคิดสร้างสรรค์รูปแบบโมเดลจากอุปกรณ์ที่เตรียมให้ได้ ซึ่งจากโมเดลจะเห็นได้ว่าอุปกรณ์ปิ้งย่างที่นักเรียนสร้างขึ้นมีความแตกต่างจากอุปกรณ์ปิ้งย่างที่มีการใช้งานกันในปัจจุบัน โดยมีการประยุกต์นำเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาสร้างสรรค์ผลงานให้มีความแปลกใหม่ และสามารถนำไปใช้งานได้จริง ได้แก่ การเปลี่ยนตะแกรงเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการสัมผัสระหว่างความร้อนกับเนื้ออย่าง การเปลี่ยนถ่านไม้อัด เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการเผาไหม้



ภาพ 27 ตัวอย่างโมเดลอุปกรณ์ปิ้งย่างของนักเรียนกลุ่ม 4

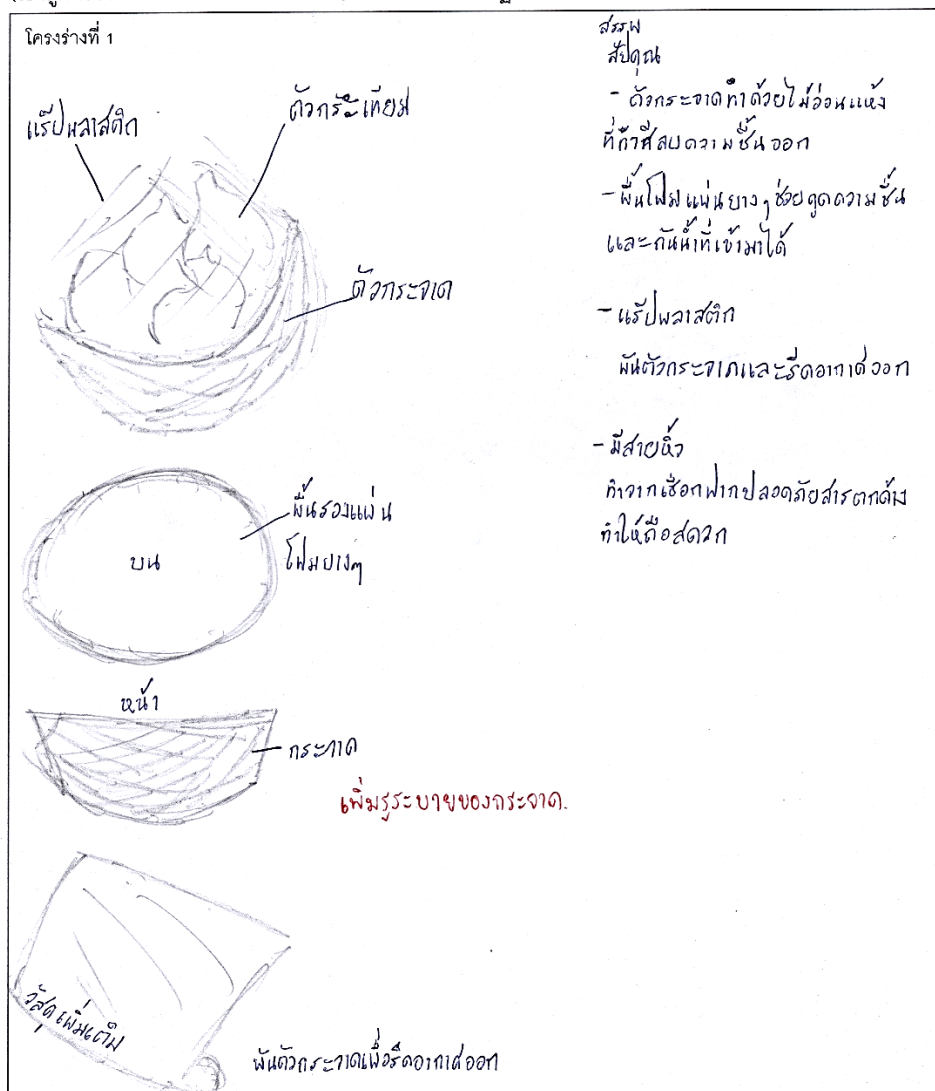
ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของการสร้างความคิดสร้างสรรค์ในระดับที่ 4 ร้อยละ 70.00 ดังภาพ 25 จะเห็นได้ว่านักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์สร้างบรรจุภัณฑ์ใส่หอมกระเทียมสำหรับส่งออกไปยังต่างประเทศได้อย่างดีเยี่ยม มีการออกแบบโดยคำนึงการเนาเสียของสินค้า และยังมีการนำปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเข้ามาใช้ในการออกแบบ ผลงานของนักเรียนมีความแปลกใหม่ สวยงาม และสามารถนำไปใช้งานได้จริง



ภาพ 28 ตัวอย่างโมเดลบรรจุภัณฑ์ใส่หอมกระเทียมส่งออกของนักเรียนกลุ่ม 4

หากพิจารณาโครงร่างโมเดลบรรจุภัณฑ์ใส่หอมกระเทียมของนักเรียนจะเห็นได้ถึง ความตั้งใจของนักเรียนในการเลือกวัสดุที่จะมาทำบรรจุภัณฑ์ในแต่ละส่วนมีความพิถีพิถันและเหมาะสม สามารถหาได้ตามท้องถิ่น รวมทั้งมีการนำปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาใช้ ในการออกแบบ ได้แก่ กระจาดที่ทำด้วยไม้สานที่มีการระบายความชื้นออก แผ่นโฟมด้านล่างที่สามารถกั้นน้ำเข้า และช่วยดูดความชื้น และมีการหุ้มด้วยพลาสติก ดูดแก๊สออกซิเจนออกให้เป็น สูดอากาศ เพื่อลดแก๊สออกซิเจนและไอน้ำ ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการเกิดปฏิกิริยาการเน่าเสีย พร้อมทั้ง มีสายหิ้วที่สะดวกต่อการหยิบจับและเคลื่อนย้าย ดังภาพ 29

6. ออกแบบโครงร่างบรรจุภัณฑ์ใส่หอมกระเทียมสำหรับสินค้าส่งออกก่อนนำไปสร้างโมเดล (โยงลูกศรชี้ให้เห็นถึงการนำปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยามาใช้ประกอบด้วย)



ภาพ 29 ตัวอย่างโครงร่างโมเดลบรรจุภัณฑ์ใส่หอมกระเทียมส่งออกของนักเรียนกลุ่ม 4

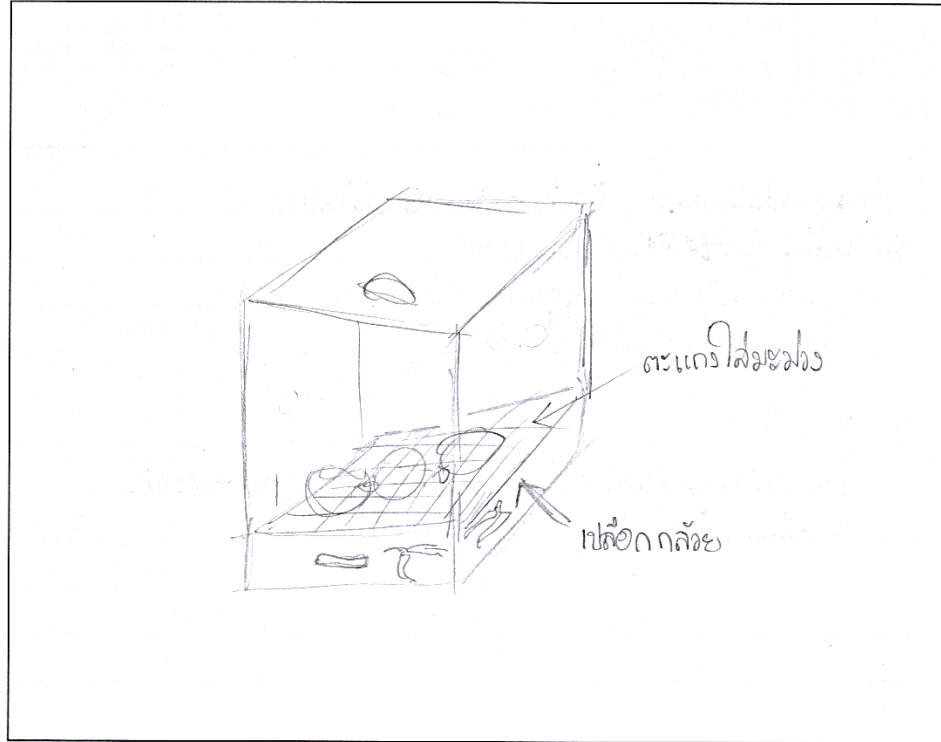
นอกจากนี้ นักเรียนมีการออกแบบโดยการนำชะลอมจากไม้ไผ่สาน ซึ่งเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นของคนไทย โดยนักเรียนต้องการให้สินค้าส่งออกสื่อถึงความเป็นไทย มีการระบายอากาศเพื่อลดความชื้นซึ่งเป็นสาเหตุของการเน่าเสีย ดังภาพ 30



ภาพ 30 ตัวอย่างโมเดลบรรจุภัณฑ์ใส่หอมกระเทียมส่งออกของนักเรียนกลุ่ม 2

หลังจากผ่านการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้วนั้นนักเรียนทำแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้เป็นรายบุคคล พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการของการสร้างความคิดสร้างสรรค์ในระดับที่ 4 ร้อยละ 40 ดังภาพ 25 จากแบบทดสอบนักเรียนมีการออกแบบสิ่งสำหรับใส่ปมมะม่วงน้ำดอกไม้ที่มีการนำเปลือกกล้วยมาสร้างแก๊สเอทิลีน เพื่อเร่งอัตราการสุกของมะม่วง และรูปแบบให้มีความแปลกใหม่อีกด้วย ดังภาพ 31

7. ออกแบบโครงร่างสำหรับบ่มมะม่วงน้ำดอกไม้ แบบที่นักเรียนเลือกพร้อมบอกจุดเด่นของผลงาน (โยงลูกศรชี้ให้เห็นถึงการนำปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยามาใช้ประกอบด้วย)



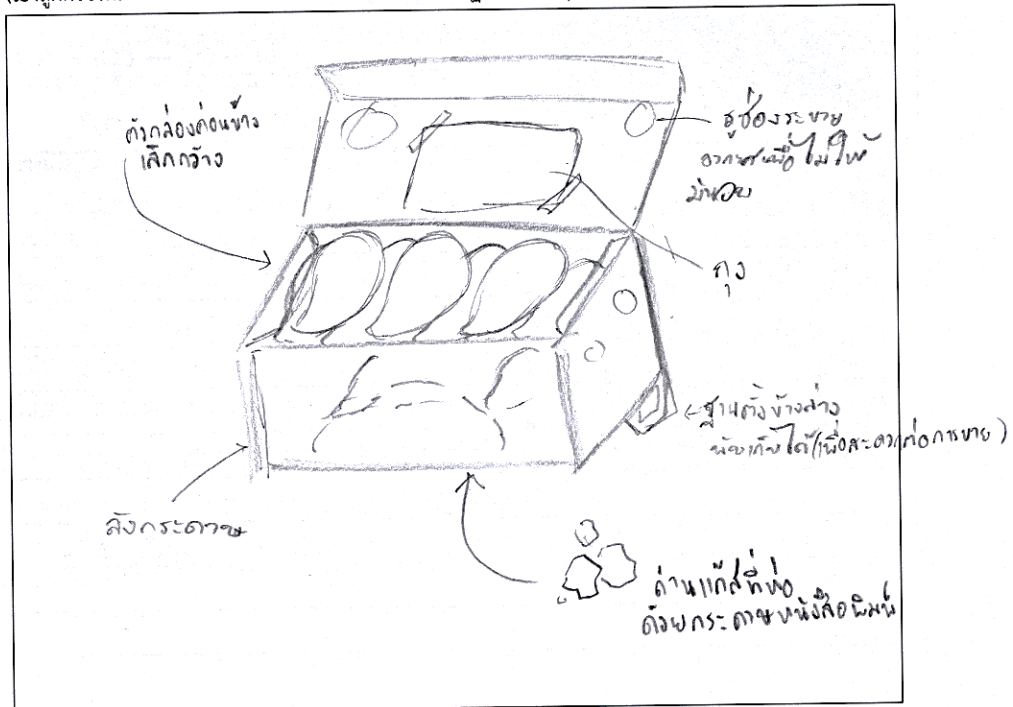
หลักการและจุดเด่น

การที่เปลือกกล้วยมีปฏิกิริยาช่วยในการเร่งความสุก จึงนำเปลือกกล้วย
ที่ไม่ได้ใช้มาช่วยในการบ่มมะม่วงในสุกกล้วยนี้ ซึ่งที่ออกมาจากเปลือกกล้วย
นั่นคือ แก๊ส เอทิลีน ได้เหมาะตามจำนวนที่ต้องการ

ภาพ 31 แบบทดสอบการสร้างแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนคนที่ 26

แต่อย่างไรก็ตามนักเรียนร้อยละ 50 ยังมีพัฒนาการในการสร้างความคิดสร้างสรรค์ในระดับที่ 3 ซึ่งนักเรียนมีการลอกเลียนแบบวิธีการเดิมที่มีอยู่แล้ว เพิ่มวิธีการใหม่ลงไปเพียงเล็กน้อย ทำให้ผลงานที่ได้เป็นเพียงการผสมระหว่างวิธีแบบเดิมและวิธีใหม่ ดังภาพ 32

7. ออกแบบโครงสร้างสิ่งสำหรับบ่มมะม่วงน้ำดอกไม้ แบบที่นักเรียนเลือกพร้อมบอกจุดเด่นของผลงาน (โยนลูกครึ่งชี้ให้เห็นถึงการนำปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยามาใช้ประกอบด้วย)



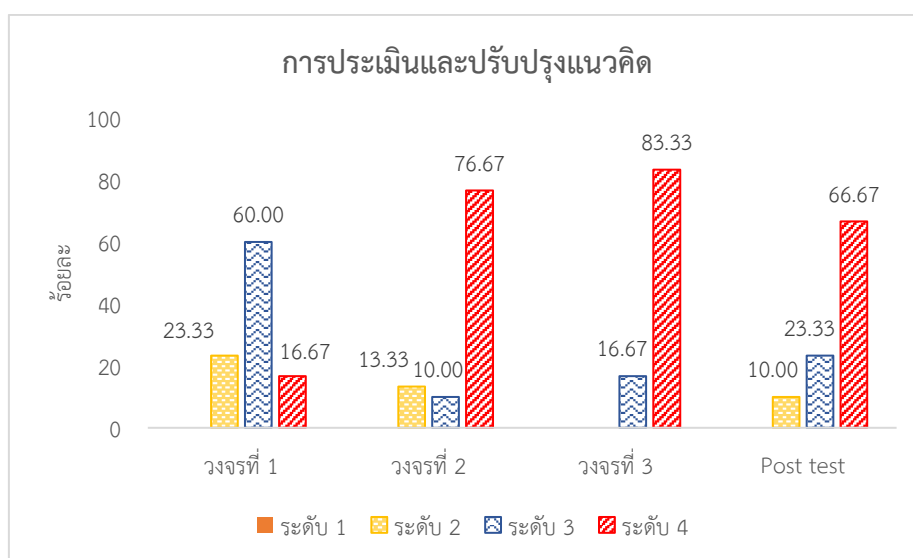
หลักการและจุดเด่น

กล่องที่ขึ้นล้อมมะม่วง แฉกพร้อมจาก ใช้กำหนดสทอด้วยหนังสือพิมพ์เพื่อสร้างแก๊สออกซิเจน บ่มมะม่วงให้สุก.

ภาพ 32 แบบทดสอบการสร้างแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนคนที่ 29

2.3 พัฒนาการการประเมินและปรับปรุงแนวคิด (Evaluate and improve ideas)

เมื่อผู้วิจัยจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จนเสร็จสิ้นทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ และผู้วิจัยได้ทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้เป็นรายบุคคล จากนั้นนำข้อมูลจากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนมาวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ประเภทการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของการประเมินและปรับปรุงแนวคิดดังภาพ 33 และ ตาราง 16



ภาพ 33 ร้อยละในการพัฒนาการการประเมินและปรับปรุงแนวคิดในแต่ละระดับของนักเรียน จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้

ตาราง 16 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในการพัฒนาการประเมินและปรับปรุงแนวคิด จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้

ระดับ	วงจรที่ 1		วงจรที่ 2		วงจรที่ 3		Post test	
	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ
ระดับ 1	0	0	0	0	0	0	0	0
ระดับ 2	7	23.33	4	13.33	0	0	3	10
ระดับ 3	18	60.00	3	10.00	5	16.67	7	23.33
ระดับ 4	5	16.67	23	76.67	25	83.33	20	66.67
รวม	30	100	30	100	30	100	30	100

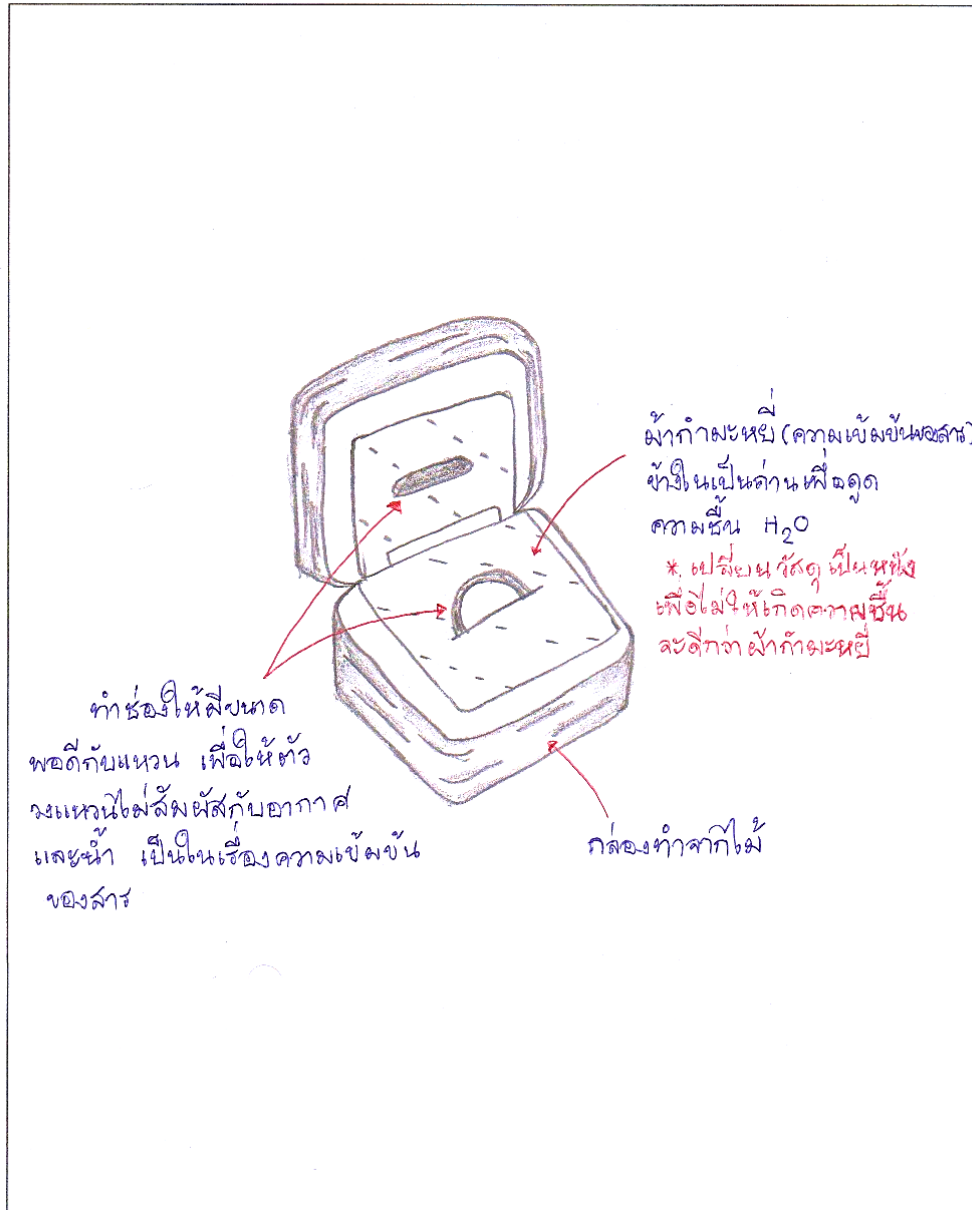
วงจรปฏิบัติการที่ 1 จากภาพ 33 นักเรียนมีพัฒนาการของการประเมินและปรับปรุงแนวคิดในระดับที่ 4 ร้อยละ 16.67 หากพิจารณาภาพ 34 จะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถบอกข้อดี ข้อจำกัด และเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงแก้ไขผลงานให้กับกลุ่มอื่นได้

8. เมื่อกลุ่มอื่นนำเสนอผลงานให้นักเรียนบอกข้อดี ข้อจำกัดและแนวทางการปรับปรุงผลงานบรรจุภัณฑ์

<p>ชื่อกลุ่ม..... 1</p> <p>ชื่อผลงาน.....</p> <p>ข้อดี แก้วขวด ข้างนอกสวย</p> <p>ข้อจำกัด แพคเกจยังไม่ดี ติดเทป ใต้คอขวดยาก</p> <p>เสนอแนะวิธีการปรับปรุงผลงาน จัดทำรูปแบบเป็นแก้ว 9. ขวดอย่างอื่น</p>	<p>ชื่อกลุ่ม..... 3</p> <p>ชื่อผลงาน.....</p> <p>ข้อดี ช่องขวดทำใหม่เพื่อไม่ให้สัมผัส กับแก้ว 100% ใส</p> <p>ข้อจำกัด ผ้าก๊อกรองมืออาจทึบกับดวงม ัน</p> <p>เสนอแนะวิธีการปรับปรุงผลงาน ควรเป็นผ้าก๊อกรองมือ เพราะ 100% ใส</p>	<p>ชื่อกลุ่ม..... 4</p> <p>ชื่อผลงาน.....</p> <p>ข้อดี กล่องสวยงาม ดูแพง</p> <p>ข้อจำกัด เก็บสินค้าได้ไป ทำออกมา ยาก และวัสดุที่ใช้อาจใช้ได้</p> <p>เสนอแนะวิธีการปรับปรุงผลงาน ปรับวัสดุให้มีความแข็งแรง มากขึ้น</p>
<p>ชื่อกลุ่ม..... 5</p> <p>ชื่อผลงาน.....</p> <p>ข้อดี แพคเกจดี สีสัน กว้าง หน้าตา</p> <p>ข้อจำกัด กล่องพลาสติกบาง แตกได้</p> <p>เสนอแนะวิธีการปรับปรุงผลงาน เลือกวัสดุที่ทนทานกว่า</p>	<p>ชื่อกลุ่ม..... 6</p> <p>ชื่อผลงาน.....</p> <p>ข้อดี ไม่มีแก้ว 100% ใส เห็น ไม่เกิดสนิม</p> <p>ข้อจำกัด วัสดุที่ใช้ทำตัวกล่อง แตกง่าย แก้ว 100% ใส แตกไม่ได้</p> <p>เสนอแนะวิธีการปรับปรุงผลงาน อาจทำใช้วัสดุของ อื่น</p>	<p>ชื่อกลุ่ม..... 7</p> <p>ชื่อผลงาน.....</p> <p>ข้อดี ก็สวยดี</p> <p>ข้อจำกัด ตัวขวดอาจได้วัสดุ ไม่แข็งแรง</p> <p>เสนอแนะวิธีการปรับปรุงผลงาน ควรใช้วัสดุที่แข็งแรง</p>

ภาพ 34 การประเมินผลงานของนักเรียนกลุ่ม 2 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

7. ออกแบบโครงร่างกล่องใส่แหวนเหล็กก่อนนำไปสร้างโปสเตอร์
(โยงลูกศรชี้ให้เห็นถึงการนำปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยามาใช้ประกอบด้วย)



ภาพ 35 ตัวอย่างการปรับปรุงโครงร่างผลงานกล่องใส่แหวนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ของกลุ่ม 3

จากภาพ 35 แสดงให้เห็นว่าเมื่อนักเรียนนำเสนอและได้รับข้อเสนอแนะจากเพื่อนกลุ่มอื่น นักเรียนสามารถปรับปรุงผลงานของตนเองตามข้อเสนอแนะ (ปากกาสีแดง) เพื่อให้ผลงานดีขึ้นได้

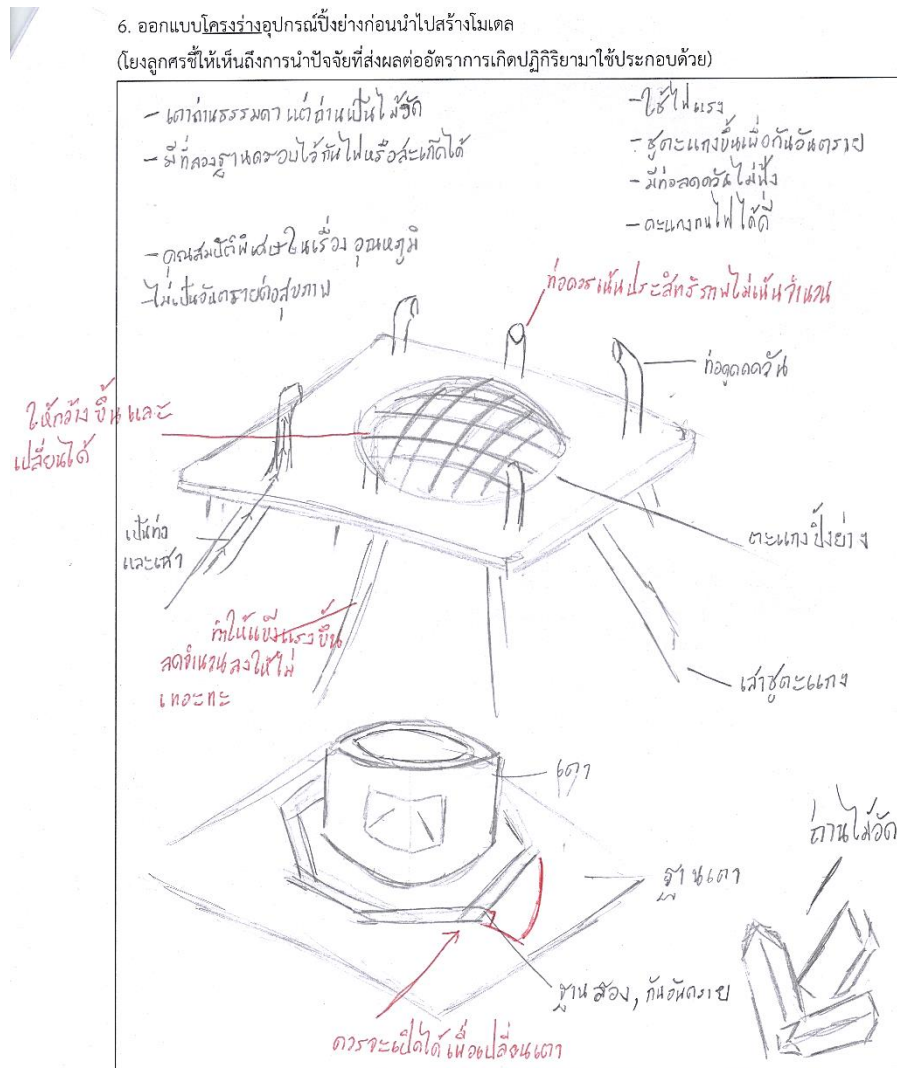
เมื่อนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้มาแล้วครั้งหนึ่ง ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังภาพ 33 เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการของการประเมินและปรับปรุงแนวคิดในระดับที่ 4 ร้อยละ 76.67 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการในการประเมินผลงานได้ดียิ่งขึ้น ดังภาพ 36

7. เมื่อกลุ่มอื่นนำเสนอผลงานให้นักเรียนบอกข้อดี ข้อจำกัดและแนวทางการปรับปรุงผลงานอุปกรณ์บึงอย่าง

<p>ชื่อกลุ่ม.....</p> <p>ชื่อผลงาน ไฟส่องโลกไฟสีน้ำเงิน</p> <p>ข้อดี รักธรรมชาติ มีความสวยงามดี</p> <p>ข้อจำกัด ใช้พื้นที่ในการสร้างค่อนข้างมาก</p> <p>เสนอแนะวิธีการปรับปรุงผลงาน ใช้หลอดหลอดจาก จุดต่อใช้ดินเหนียวที่น้อยลง</p>	<p>ชื่อกลุ่ม..... 5 ซ่าซาวี</p> <p>ชื่อผลงาน เสาถ้ำนง 5 ขั้วดี</p> <p>ข้อดี ให้ค่าพิกัดบนวง สีทึบไม่ผ่านไฟตัด</p> <p>ข้อจำกัด ใช้ไฟในแรงทำให้อายุหลอดไฟได้จำกัด ทำให้ในวันที่ ๐๐๓๗ ของจะเยอะ</p> <p>เสนอแนะวิธีการปรับปรุงผลงาน ใช้ถ่านที่ติดไฟได้แรงมากขึ้น</p>	<p>ชื่อกลุ่ม.....</p> <p>ชื่อผลงาน ข่างส่องนาร</p> <p>ข้อดี ทำติดถนน ไฟติดเร็ว ปลอดภัย ใช้หลอดหลอด และหลอดหลอด อากาศ</p> <p>ข้อจำกัด ทำหลอดเยอะ ไปทาสีแรง และคืนหลอดออกมา</p> <p>เสนอแนะวิธีการปรับปรุงผลงาน ทำหลอดในปริมาณที่ลดลง และลดปริมาณหลอดที่คืน</p>
<p>ชื่อกลุ่ม.....</p> <p>ชื่อผลงาน แอลกอฮอล์ไฟ</p> <p>ข้อดี ใช้ถ่านธรรมดา เป็นงานหลอดหลอด และถ่านหลอดได้ยาวนาน</p> <p>ข้อจำกัด ไฟอาจจะแรงไปในช่วงกลางวัน</p> <p>เสนอแนะวิธีการปรับปรุงผลงาน ใช้ถ่านที่ติดไฟได้ตลอดเวลา</p>	<p>ชื่อกลุ่ม.....</p> <p>ชื่อผลงาน เสาหัวเสา mon cool</p> <p>ข้อดี ไฟใช้ถ่าน ใช้ปลั๊กกระแสดี ไฟส่องสว่างแรกก็ใช้งานได้</p> <p>ข้อจำกัด ปลั๊กกระแสแรงหมดได้ไว</p> <p>เสนอแนะวิธีการปรับปรุงผลงาน ใช้หลอดที่ติดไฟได้ตลอดเวลา</p>	<p>ชื่อกลุ่ม.....</p> <p>ชื่อผลงาน โอลิซีนไฟ</p> <p>ข้อดี ใช้ถ่านไฟโถงนาน 1 ชม. ใช้หลอดไฟที่ติด</p> <p>ข้อจำกัด ต้นหลอดสูง แสงอาจไปส่อง กริ่งข้างที่หัวรถ ขาดที่</p> <p>เสนอแนะวิธีการปรับปรุงผลงาน คงคุณภาพและสามารถติดหลอด</p>

ภาพ 36 การประเมินผลงานของนักเรียนกลุ่ม 1 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

และจากภาพ 37 จะเห็นได้ว่านักเรียนมีพัฒนาการในการปรับปรุงแนวคิดได้ดียิ่งขึ้น จากเดิม จากโครงร่างอุปกรณ์ปิ้งย่างของนักเรียน นักเรียนมีการปรับปรุงแนวคิด เพื่อให้ผลงานมีประสิทธิภาพในการใช้งานได้ดียิ่งขึ้นตามคำแนะนำของกลุ่มอื่น (ปากกาสีแดง)



* เสริม - ดาวจะเพิ่มประสิทธิภาพด้านความทนทานและความสามารถของ ฐานตะแกรง, ฐานรอง ก่ออุดดัดหัว
- เห็นประสิทธิภาพดีกว่าใช้ดินเผา สดมันลง เนื้อนุ่ม สดวกต่อเอาใช้ทนมากขึ้น

ภาพ 37 การปรับปรุงผลงานหลังจากได้รับการเสนอแนะของนักเรียนกลุ่ม 4

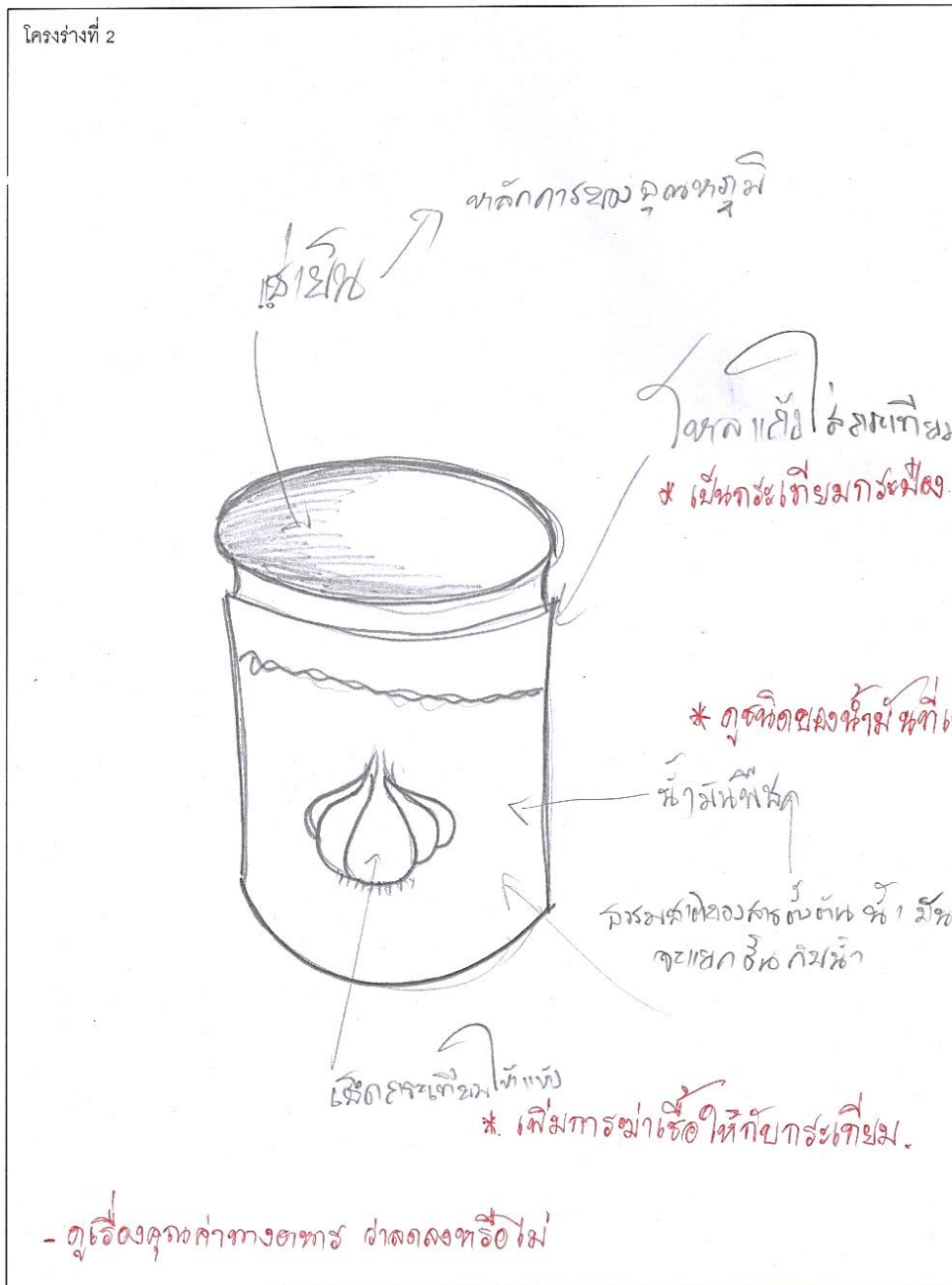
ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 จากภาพ 33 นักเรียนมีพัฒนาการของการประเมินและปรับปรุงแนวคิดในระดับที่ 4 ร้อยละ 83.33 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถบอกข้อดี ข้อจำกัด และเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขผลงานให้กับเพื่อนกลุ่มอื่นได้ดีมาก ดังภาพ 38

8. เมื่อกลุ่มอื่นนำเสนอผลงานให้นักเรียนบอกข้อดี ข้อจำกัดและแนวทางการปรับปรุงผลงานบรรจุภัณฑ์

<p>ชื่อกลุ่ม 1</p> <p>ชื่อผลงาน กระเทียมในใบแก้ว</p> <p>ข้อดี อุดแน่นแปลกใหม่ สวยงาม</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>ข้อจำกัด คุณค่าทางอาหาร และในลด แก้วอาจแตกได้</p> <p>.....</p> <p>เสนอแนะวิธีการปรับปรุงผลงาน ออกไปขึ้นเป็นแบบกระป๋อง เพื่อระงับกลิ่น</p> <p>.....</p>	<p>ชื่อกลุ่ม 2</p> <p>ชื่อผลงาน กระเทียมคั่ว</p> <p>ข้อดี เก็บได้อีก 1 เดือน</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>ข้อจำกัด ไม่สะอาดตอนแกะซอง ซ้อมรสชาติต่างกับคนอื่น ใช้อาบน้ำ</p> <p>.....</p> <p>เสนอแนะวิธีการปรับปรุงผลงาน ทำได้สะอาดพร้อมๆ</p> <p>.....</p>	<p>ชื่อกลุ่ม 3</p> <p>ชื่อผลงาน กลองกระเทียม</p> <p>ข้อดี เก็บสะดวก พกไปไหนสะดวก</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>ข้อจำกัด กระดุมที่ใส่เข้าไปเกิด ความร้อนได้</p> <p>.....</p> <p>เสนอแนะวิธีการปรับปรุงผลงาน ไปสีจนหมด</p> <p>.....</p>
<p>ชื่อกลุ่ม 4</p> <p>ชื่อผลงาน กระเทียม 5 ซอง</p> <p>ข้อดี สวยงาม เล็กก็ใช้ได้ ใช้งานได้สะดวก เก็บได้อีก</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>ข้อจำกัด ทรายที่บรรจุมาขากัดไม่พอ</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>เสนอแนะวิธีการปรับปรุงผลงาน เติทรายเพิ่ม</p> <p>.....</p>	<p>ชื่อกลุ่ม 5</p> <p>ชื่อผลงาน กระเทียมไทย</p> <p>ข้อดี เล็กก็ใช้ได้</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>ข้อจำกัด ใส่มากเกินไป</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>เสนอแนะวิธีการปรับปรุงผลงาน ทำในใบสุก</p> <p>.....</p>	<p>ชื่อกลุ่ม 6</p> <p>ชื่อผลงาน กระเทียมกระเทียม</p> <p>ข้อดี ระบายอากาศ วัสดุทนทาน</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>ข้อจำกัด ใส่มากเกินไป</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>เสนอแนะวิธีการปรับปรุงผลงาน ทำในใบสุก</p> <p>.....</p>

ภาพ 38 การประเมินผลงานของนักเรียนกลุ่ม 7 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

จากภาพ 39 จะเห็นได้ว่านักเรียนมีพัฒนาการในการปรับปรุงผลงานของตนเองให้ดียิ่งขึ้นได้หลังจากได้รับข้อเสนอแนะจากกลุ่มอื่นสังเกตได้จากปากกาสีแดง



ภาพ 39 การปรับปรุงผลงานหลังจากได้รับการเสนอแนะของนักเรียนกลุ่ม 1

หลังจากผ่านการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้วนั้นนักเรียนทำแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้เป็นรายบุคคล พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการของการประเมินและปรับปรุงแนวคิดในระดับที่ 4 ร้อยละ 66.67 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถประเมินและปรับปรุงแนวคิดที่กำหนดให้ได้ ดังตัวอย่างคำตอบในภาพ 40

8. จากสถานการณ์การดับไฟป่าของเจ้าหน้าที่ข้างต้น ให้นักเรียนบอกข้อดี ข้อจำกัด และเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงแก้ไขการดับไฟป่าของเจ้าหน้าที่ (นำเรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาอธิบาย)



เมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟไหม้ป่า เจ้าหน้าที่ทำการดับไฟป่าไม่ให้เกิดลุกลามไปที่อื่นโดยการใช้วิธีการฉีดน้ำเพื่อลดอุณหภูมิทำให้อัตราการเผาไหม้ลดลงจนไฟดับ

ปฏิกิริยาการเผาไหม้ $CH + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

ข้อดี น้ำที่ฉีดลงช่วยลดอุณหภูมิที่เกิดไฟป่า

ข้อจำกัด ฝนที่ตกลงมาในเขตป่า และ ลมที่พัดพาไฟป่า

เสนอแนะแนวทางการดับไฟป่า

1. ดึงไฟป่าออกจากเขตป่า
2. ใช้รถบรรทุกน้ำดับไฟป่า
3. ใช้รถดับไฟป่า

ภาพ 40 การประเมินผลงานในแบบทดสอบของนักเรียนคนที่ 7

บทที่ 5

บทสรุป

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีคำถามวิจัย คือ 1) การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ควรมีแนวทางอย่างไร 2) เมื่อจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร โดยผู้วิจัยจะสรุปผลการวิจัยดังนี้ 1. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย และ 2. ข้อเสนอแนะ ตามลำดับ

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีแนวทางอย่างไร

ผลการวิจัยพบว่า หลังจากที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน 4 ชั้น ได้แก่ ชั้นระบุปัญหาและความต้องการในการออกแบบ ชั้นรวบรวมข้อมูล ชั้นพัฒนาต้นแบบ และชั้นประเมินผลงานนั้น ได้นำการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ตามสภาพจริงผ่าน 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ควรมีแนวทางดังนี้

1.1 การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

1.1.1 ชั้นระบุปัญหาและความต้องการในการออกแบบ (Identify needs) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยการใช้ปัญหาที่เป็นสถานการณ์ที่น่าสนใจ เกิดขึ้นจริง ใกล้ตัว มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ที่สามารถหาได้จากข่าว วีดิโอ ละคร กระแสในขณะนั้น ๆ หรือรายงานทางวิชาการ และระบุความต้องการในการออกแบบเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความท้าทายในการลงมือแก้ปัญหา แต่อย่างไรก็ตาม การระบุปัญหาและความต้องการในการออกแบบนั้นควรเป็นปัญหาที่นักเรียนมีความชัดเจน เข้าใจง่าย และท้าทาย เพราะเมื่อนักเรียนเข้าใจปัญหาจะไปกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในกระบวนการเรียนรู้ (Csikszentmihalyi, 1996) และปัญหานั้นนักเรียนจะต้องแก้ปัญหาโดยไม่สามารถหาวิธีการ

แก้ปัญหาได้โดยตรงเมื่อสืบค้นข้อมูล แต่ต้องเป็นปัญหาที่สามารถคิดค้นวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย มีหลักการ สามารถอธิบายได้และสามารถริเริ่มแนวคิดในการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ได้ นอกจากนี้ครูควรมีรางวัลให้การสร้างสรรค์ชิ้นงาน เพื่อเป็นแรงจูงใจในการสร้างสรรค์ผลงาน (Sternberg, 1995) เช่น การให้คะแนน การประกวดชิ้นงาน เป็นต้น

กรณีที่นักเรียนไม่เข้าใจและไม่คุ้นเคยกับปัญหาและความต้องการในการออกแบบที่ครูเตรียมไว้จะส่งผลให้นักเรียนขาดความแรงจูงใจในการขับเคลื่อนความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างสรรค์ผลงาน (Amabile, 2016) ดังนั้นครูจะต้องเลือกสถานการณ์ที่คุ้นเคย และอยู่ในชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อให้ปัญหาและความต้องการในการออกแบบกระตุ้นความสนใจ สนุก และท้าทายการออกแบบของนักเรียนมากยิ่งขึ้น

1.1.2 ขั้นรวบรวมข้อมูล (Collect information) เป็นขั้นที่หลังจากทราบปัญหาและความต้องการในการออกแบบแล้ว ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนทำการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และการออกแบบอย่างอิสระ ซึ่งบรรยากาศที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจะก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ (Smith, 1971) โดยนักเรียนมีการระดมความคิด และรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลออนไลน์ผ่านสมาร์ทโฟน เพราะต้องการให้การจัดการเรียนรู้เหมาะสมกับสังคมและเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไป พร้อมทั้งสะดวก รวดเร็ว และสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อทำการออกแบบการแก้ปัญหาต่อไป จากนั้นนักเรียนร่วมกันคิดสร้างแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายวิธี โดยแต่ละวิธีนั้นครูจะต้องแจ้งกับนักเรียนว่าต้องมีความแตกต่างกัน ไม่ซ้ำกัน และไม่เปลี่ยนรายละเอียดเพียงเล็กน้อย ซึ่งครูจะต้องมีพื้นที่ให้นักเรียนออกแบบและวาดโครงร่างกันภายในกลุ่ม ให้มีการทำงานร่วมกัน แลกเปลี่ยนความคิดเห็น พูดคุยโต้ตอบ และถกเถียงกัน ซึ่งจะส่งผลให้เกิดแนวคิดใหม่ ๆ ขึ้นผ่านการทำงานร่วมกัน (Tsoukas, 2009) ทั้งนี้นักเรียนต้องออกแบบให้มีความแตกต่างกัน 3 แนวคิด และแต่ละแนวคิดนั้นจะต้องมีความแตกต่างกัน ซึ่งในขั้นนี้จะกระตุ้นส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสร้างแนวคิดที่หลากหลาย

เมื่อนักเรียนลงมือออกแบบโครงร่างแล้ว ครูต้องมีการเดินดู พูดคุยสอบถามกับนักเรียนเกี่ยวกับการออกแบบโครงร่างของนักเรียนรายกลุ่ม เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ ความถูกต้องเกี่ยวกับการออกแบบของนักเรียน หากนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้มาแล้วครั้งหนึ่ง ครูจะลดบทบาทในการตรวจสอบการออกแบบโครงร่างของนักเรียนลง เพราะนักเรียนจะเข้าใจหลักการในการออกแบบโครงร่างมากยิ่งขึ้น

1.1.3 ขั้นพัฒนาต้นแบบ (Prototype) เป็นขั้นที่หลังจากนักเรียนออกแบบโครงร่างของชิ้นงานออกมา 3 แนวคิดแล้ว ให้นักเรียนภายในกลุ่มปรึกษาและช่วยกันเลือก 1 แนวคิดมาร่วมมือกันสร้างชิ้นงาน โดยการสร้างชิ้นงานนั้นครูควรจะให้เด็กมีอิสระในการเลือกวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานเอง เพื่อให้ตรงกับลักษณะและรูปแบบของชิ้นงานที่ออกแบบไว้ รวมทั้งควรให้

เวลากับนักเรียนในการสร้างชิ้นงานเป็นการบ้าน 1 สัปดาห์ เพื่อให้นักเรียนได้มีเวลาในการวางแผน ระดมความคิด หาวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมและมีเวลาในการตรวจสอบชิ้นงานของกลุ่มตนเอง เพื่อให้ ออกมาดีที่สุด ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเกิดการสร้างความคิดสร้างสรรค์ หากครูกดดันด้านเวลามากเกินไปจะยับยั้งความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

1.1.4 ขั้นประเมินผลงาน (Evaluate) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงาน ต่อหน้าครูและเพื่อนกลุ่มอื่น โดยใช้เวลาในการนำเสนอชิ้นงาน 3 นาที เมื่อเพื่อนนำเสนอเสร็จ เรียบร้อยแล้ว ให้กลุ่มอื่นประเมินผลงานโดยการบอกข้อดี ข้อจำกัด พร้อมเสนอแนะแนวทางการแก้ไข ปัญหาชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งเมื่อนักเรียนนำเสนอและประเมินผลงาน นักเรียนจะเกิดการพัฒนาการ สื่อสารและการแสดงออก พฤติกรรมนั้นมีส่วนช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ (Hadanai, 2015) จากนั้นทำการบันทึกผลลงในบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งครูจะต้องให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ได้ประเมินผลงานอย่างน้อยกลุ่มละ 1 ชิ้นงาน โดยสอบถามความสมัครใจ และควรมีการให้คะแนน กลุ่มที่ประเมินผลงานด้วย เพื่อให้นักเรียนมีความกล้าแสดงออกในการประเมินผลงานของกลุ่มอื่น มากยิ่งขึ้น ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการประเมินและปรับปรุงแนวคิด

ในระหว่างการนำเสนอและการประเมินผลงานครูควรควบคุมสถานการณ์การ นำเสนอ ไม่ให้เกิดการวิพากษ์วิจารณ์ผลงานกันอย่างรุนแรง เพราะจะไปยับยั้งความคิดสร้างสรรค์ของ นักเรียน (T. Amabile, 2012) พร้อมกับดำเนินการในการจัดลำดับการนำเสนอ เพื่อให้เวลาเหมาะสม และกระตุ้นให้นักเรียนตื่นตัวมากยิ่งขึ้น หลังจากเพื่อนกลุ่มอื่นเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข ชิ้นงานแล้ว นักเรียนภายในกลุ่มจะระดมความคิดเห็น วิเคราะห์และปรับปรุงผลงานให้ดียิ่งขึ้น โดยให้ นักเรียนบันทึกสิ่งที่ต้องการปรับปรุงชิ้นงานลงในบันทึกการเรียนรู้ และแก้ไขลงในโครงร่างที่นักเรียน ได้ร่างไว้ก่อนการพัฒนาชิ้นงาน ซึ่งการสะท้อนกลับหลังจากการนำเสนอหรือการทำชิ้นงาน จะช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการประเมินและปรับปรุงแนวคิด (Greenstein, 2012)

ผู้วิจัยพบว่า ขั้นการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็น ฐาน ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ คือขั้นที่ 2 ขั้นรวบรวมข้อมูล (Collect information) ขั้นที่ 3 ขั้นพัฒนาต้นแบบ (Prototype) และขั้นที่ 4 ขั้นประเมินผลงาน (Evaluate) ซึ่งใน 3 ขั้นนี้เป็นขั้นที่มีความต่อเนื่องกัน โดยในขั้นที่ 2 ขั้นรวบรวมข้อมูล นักเรียนจะต้องสร้าง แนวคิดในการแก้ปัญหาให้ตรงกับความต้องการ 3 แนวคิด และต้องเป็นแนวคิดที่มีหลักการ สามารถ อธิบายได้ ซึ่งในระหว่างนั้นจะมีการพูดคุย สื่อสาร ระดมความคิดเห็นกับสมาชิกภายในกลุ่ม เพื่อวาด โครงร่างของชิ้นงานที่แตกต่างกันทั้งหมด 3 แนวคิดพบว่านักเรียนจะได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ใน การสร้างแนวคิดที่หลากหลายจากการสร้างแนวคิด 3 แนวคิดและการสร้างความคิดสร้างสรรค์จาก การคิดแนวคิดในการแก้ปัญหาให้ตรงกับความต้องการ และในระหว่างการสร้างโครงร่างและพัฒนา ชิ้นงานนั้น นักเรียนเกิดการพูดคุยโต้แย้ง ถกเถียงกันเพื่อให้ชิ้นงานตรงกับความต้องการนั้น ส่งเสริม ให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการประเมินและปรับปรุงผลงานอีกด้วย

ทั้งนี้ในชั้นที่ 1 การระบุปัญหาและความต้องการในการออกแบบ มีความสำคัญต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเป็นอย่างมาก เพราะในชั้นนี้จะเป็นจุดเริ่มต้นในการกระตุ้นความสนใจให้กับนักเรียนในการคิดออกแบบชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งหากครูมีการระบุเป้าหมายในการออกแบบผ่านสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้ตัวนักเรียน มีความท้าทาย และมีรางวัลตอบแทนที่เหมาะสมนั้นจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์มากขึ้น (Amabile, 2012) สร้างผลงานออกมาได้ดีและตรงกับความต้องการ

1.2 รูปแบบของชิ้นงานในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

ในวงจรปฏิบัติการแรกนั้นครูควรให้นักเรียนสร้างชิ้นงานในรูปแบบที่ง่ายและไม่ซับซ้อนก่อน เพื่อให้ให้นักเรียนคุ้นเคย และเข้าใจในรูปแบบของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน ซึ่งเมื่อเข้าสู่วงจรปฏิบัติการที่ 2 และนักเรียนจะเกิดความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น ครูสามารถเพิ่มความยากและความซับซ้อนของปัญหาและการสร้างชิ้นงานของนักเรียนได้ เพราะนักเรียนจะเริ่มเข้าใจหลักการในการแก้ปัญหาและสร้างชิ้นงานให้ตรงกับความต้องการมากยิ่งขึ้น และเมื่อเข้าสู่วงจรปฏิบัติการสุดท้ายนั้น ปัญหาและความต้องการในการออกแบบชิ้นงานควรมีความท้าทาย เพราะนักเรียนเข้าใจรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แล้ว ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพิ่มมากขึ้น เมื่อจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน

2. เมื่อจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน นักเรียนมีความความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทุกองค์ประกอบเพิ่มขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 จนถึงวงจรปฏิบัติการที่ 3 ตามลำดับ คือ วงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างความคิดสร้างสรรค์ การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย และการประเมินและปรับปรุงแนวคิด ตามลำดับอยู่ในระดับ 3 วงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการขององค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับ 4 โดยมีการสร้างแนวคิดที่หลากหลาย การประเมินและปรับปรุงแนวคิด และการสร้างความคิดสร้างสรรค์ตามลำดับ เช่นเดียวกับวงจรปฏิบัติการที่ 3

เมื่อพิจารณาการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เป็นรายบุคคลหลังจากผ่านการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการพบว่านักเรียนพัฒนาการสร้างแนวคิดที่หลากหลายมากที่สุด โดยมีนักเรียนร้อยละ 70 ในระดับ 4 รองลงมาคือการประเมินและปรับปรุงแนวคิด โดยมีนักเรียนร้อยละ 66.67 อยู่ในระดับ 4 และน้อยที่สุดคือการสร้างความคิดสร้างสรรค์ มีนักเรียนอยู่ร้อยละ 40 อยู่ในระดับ 4

เมื่อพิจารณาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จะเห็นได้ว่านักเรียนมีมาพัฒนาการสร้างความคิดสร้างสรรค์มากที่สุด รองลงมาคือการสร้างแนวคิดที่หลากหลาย และการประเมินและปรับปรุงแนวคิดซึ่งอยู่ในระดับ 3 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปได้ว่านักเรียนยังไม่เคยผ่านการเรียนในรูปแบบของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน ทำให้นักเรียนยังไม่เข้าใจการประยุกต์นำหลักการของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาใช้ในการออกแบบชิ้นงานได้อย่างสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาให้ตรงกับความต้องการ ประกอบกับการใช้สถานการณ์ปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เป็นสถานการณ์สมมติที่ครูสร้างขึ้นมาทำให้นักเรียนเข้าใจปัญหาได้ไม่มากพอ และสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียนได้ไม่มากพอในการออกแบบ จึงส่งผลให้การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนทุกองค์ประกอบอยู่ในระดับ 3

เมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้มาแล้ว 1 วงจรปฏิบัติการ จะเห็นได้ว่านักเรียนมีการพัฒนาการสร้างความคิดที่หลากหลายมากที่สุด รองลงมาคือ การประเมินและปรับปรุงแนวคิด และการสร้างความคิดสร้างสรรค์ในระดับ 4 ตามลำดับ ซึ่งอาจเป็นเพราะการเลือกใช้ปัญหาในการออกแบบมีความเกี่ยวข้องกับนักเรียนโดยตรง เป็นสถานการณ์ที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวัน จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ (Sternberg and Lubart's, 1995) สามารถสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย และเมื่อผ่านการเรียนรู้มา 1 วงจรปฏิบัติการแล้วนั้น นักเรียนคุ้นเคยกับการนำเสนอ และการประเมินผลงาน ทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ในการประเมินและปรับปรุงแนวคิดมากยิ่งขึ้น และสำหรับการสร้างความคิดสร้างสรรค์ที่มากการพัฒนาที่น้อยที่สุดนั้น อาจเป็นเพราะสถานการณ์ปัญหานั้นมีชิ้นงานรูปแบบเดิมที่ใช้ในชีวิตประจำวันอยู่แล้ว ส่งผลให้นักเรียนมีการนำชิ้นงานรูปแบบเดิมมาออกแบบสร้างสรรค์ความคิดสร้างสรรค์โดยมีการเปลี่ยนรูปแบบเพียงเล็กน้อย ชิ้นงานจึงเป็นเพียงการสร้างแนวคิดใหม่ผสมกับแนวคิดเดิม ซึ่งเช่นเดียวกับวงจรปฏิบัติการที่ 3

เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบเป็นรายบุคคลแล้วนั้น จะเห็นได้ว่า นักเรียนมีองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์แต่ละองค์ประกอบที่น้อยกว่าวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 นั้นอาจเป็นผลมาจากเมื่อนักเรียนได้ทำงานร่วมกัน นักเรียนมีการพูดคุย แลกเปลี่ยนความคิด ถกเถียงและโต้แย้งกัน ส่งผลให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างแนวคิดใหม่ ๆ (Montuori, 2003) ทำให้ชิ้นงานที่ได้นั้นออกมามีความแปลกใหม่กว่าการคิดเพียงคนเดียว เพราะแนวทางการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละคนอาจจะแคบ และประสบการณ์น้อย (สุวิทย์ มูลคำ, 2547)

การพัฒนาการสร้างความคิดที่หลากหลาย เป็นองค์ประกอบหนึ่งของความคิดสร้างสรรค์ที่มีการพัฒนามากที่สุด เป็นไปได้ว่าการระบุปัญหาและความต้องการในการออกแบบมีความชัดเจน และนักเรียนเข้าใจในปัญหานั้น รวมทั้งเปิดโอกาส ให้เสรีภาพในการคิดออกแบบให้กับนักเรียนในการสร้างแนวคิดอย่างหลากหลาย จึงทำให้สามารถสร้างแนวคิดที่หลากหลายในระดับ 4 ร้อยละ 70

สำหรับการประเมินและปรับปรุงแนวคิด เป็นไปได้ว่าเมื่อนักเรียนผ่านการสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาแล้วนักเรียนมีความเข้าใจในปัญหามากขึ้น เพราะได้พูดคุย ระดมความคิดเห็นและเกิดการโต้แย้งกันภายในกลุ่มจนเกิดได้ข้อสรุปในการออกแบบสร้างสรรค์ชิ้นงานของกลุ่มตนเอง ทำให้สามารถประเมินชิ้นงานของกลุ่มอื่นได้ ทั้งนี้เมื่อนักเรียนได้เห็นแนวคิดของเพื่อนกลุ่มอื่น ประกอบกับการสะท้อนกลับหลังจากการนำเสนอหรือการทำชิ้นงาน จะช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการประเมินและปรับปรุงแนวคิด (Greenstein, 2012) ให้นักเรียนสามารถปรับปรุงแนวคิดชิ้นงานของกลุ่มตนเองให้ดียิ่งขึ้นได้ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้นักเรียนมีการพัฒนาการประเมินและปรับปรุงแนวคิดในระดับ 4 ร้อยละ 66.67

ส่วนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ที่มีการพัฒนาน้อยคือ การสร้างความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งนักเรียนจะต้องสามารถออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่และมีประโยชน์สามารถนำมาใช้ได้จริง เป็นไปได้ว่าเมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบคนเดียวนั้น ไม่สามารถพูดคุยโต้แย้งกับคนอื่นได้ ทำให้ไม่เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน ประกอบกับประสบการณ์น้อย จึงทำให้ออกแบบสร้างชิ้นงานออกมาในระดับ 4 อยู่ร้อยละ 40 แต่ระดับ 3 ร้อยละ 50 ซึ่งจะเห็นได้เลยว่านักเรียนส่วนใหญ่สร้างชิ้นงานออกมาโดยเป็นเพียงการผสมผสานระหว่างแนวคิดเก่ากับแนวคิดใหม่

ในภาพรวม หลังจากการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

ครูต้องใช้สถานการณ์ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องและใกล้ตัวนักเรียน เพราะจะสามารถกระตุ้นความสนใจของนักเรียนในการออกแบบแนวคิดในการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น หากครูใช้สถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย จะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และออกแบบผลงานออกมาได้ไม่เต็มที่

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีชั้นการจัดการเรียนรู้ 4 ชั้น ได้แก่ ชั้นที่ 1 ชั้นระบุปัญหาและความต้องการในการออกแบบ ชั้นที่ 2 ชั้นรวบรวมข้อมูล ชั้นที่ 3 ชั้นพัฒนาต้นแบบ และชั้นที่ 4 ชั้นประเมินผลงาน ซึ่งหากจะนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป อาจปรับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ เป็น 6 ขั้นตอน ได้แก่ ชั้นที่ 1 ชั้นระบุปัญหาและความต้องการในการออกแบบ ชั้นที่ 2 ชั้นรวบรวมข้อมูล ชั้นที่ 3 ชั้นสร้างโครงร่างแนวคิด ชั้นที่ 4 ชั้นพัฒนาต้นแบบ ชั้นที่ 5 ชั้นประเมินผลงาน และชั้นที่ 6 ชั้น

ปรับปรุงผลงาน เพื่อให้แต่ละขั้นตอนมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น และแบ่งเวลาในการจัดการเรียนรู้ได้ดี
ยิ่งขึ้น



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2556). *ลายแทงนักคิด* (พิมพ์ครั้งที่ 11. ed.). กรุงเทพฯ: ชัคเชสมิเดีย.
- พิทักษ์พงศ์ คำแดง. (2561). *การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 = An action research on enhancing grade 10 student's creative thinking skill using argument-driven inquiry model in learning the topic of environment*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ภัสสร ติตมา. (2558). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ระบบร่างกายมนุษย์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 = Development of creative thinking in human systems through engineering design process following stem education for grade 8 level*.
- รัตมา รัตนวงศา. (2559). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนในสภาพแวดล้อมแบบเกมมิฟิเคชันโดยใช้การออกแบบเป็นฐานร่วมกับเครื่องมือทางทักษะเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ทางทักษะและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สำหรับนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ลฎาภา ลดาชาติ. (2563). *โปรดใช้ความระมัดระวังขณะสอนวิทยาศาสตร์โดยการออกแบบ*. *Suranaree J. Soc. Sci*, 14(2), 118-132.
- ลือชา ลดาชาติ. (2561). *จากการรู้วิทยาศาสตร์และการสืบเสาะสู่สะเต็มศึกษาและการออกแบบวารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 20(1), 246-260.
- วนัสนันท์ ชูรัตน์. (2564). *การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับอินโฟกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องกรด-เบส*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

- วาสนา รุ่งอรุณรัช. (2563). ผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวความคิดการเรียนรู้เชิงออกแบบ ผสานกับประสาทวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ความสามารถสมองเชิงพุทธิปัญญา และความเครียดในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลาย. *North-Eastern Thai Journal of Neuroscience*, 15(3), 58-71.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *โครงสร้างหลักสูตรห้องเรียนพิเศษ วิทยาศาสตร์มาตรฐานสากล ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายตามแนวทางของสถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พุทธศักราช 2555*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์ การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและ สังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564)*. กรุงเทพฯ: สำนักงาน.
- สิทธิเชษฐ บุญประพันธ์พงศ์. (2561). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้น ใน หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบนิเวศ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: ทิศทางสำหรับครูในศตวรรษที่ 21*. พิษณุโลก: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุจิตตรา จันทร์ลอย. (2564). *การพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้การออกแบบ เป็นฐานร่วมกับเทคนิคสแคมเพอร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบนวัตกรรม การศึกษาสร้างสรรค์ของนักศึกษาครู มหาวิทยาลัยราชภัฏ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *กลยุทธ์การสอนคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์.
- อภิสิทธิ์ อัจฉพันธ์. (2562). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐานร่วมกับบทเรียนออนไลน์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสร้างเว็บไซต์ด้วยภาษา HTML5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อารี พันธมณี. (2543). *คิดอย่างสร้างสรรค์ (พิมพ์ครั้งที่ 6. ed.)*. กรุงเทพฯ: บริษัท ต้นอ้อ 1999 จำกัด.
- อารี พันธมณี. (2557). *ฝึกให้คิดเป็นคิดอย่างสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- อุมาพร รังสิยานนท์. (2546). *การศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และคิดแก้ปัญหาของเด็กที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการใช้ชุดฝึกความคิดการ แก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- Amabile, T. (2012). Componential Theory of Creativity. *Harvard Business School*, 12(096).
- Amabile, T. (2016). The dynamic componential model of creativity and innovation in organizations: Making progress, making meaning. *ELSEVIER*, 36, 157-183.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity : Flow and the Psychology of Discovery and Invention*. Retrieved from https://books.google.fr/books/about/Creativity.html?id=K0buAAAAMAAJ&redir_esc=y
- Doppelt, Y., Mehalik, M.M., Schunn, C.D., Silk, E., & Krysinski, D. (2008). Engagement and achievements: A case study of design-based learning in a science context. *Journal of Technology Education*, 19Z2X, 22-39.
- Elias Mondaca, K. W., Nicole Chavarria, and Eli Fahrenkrug. (2021). Design-Based Learning Framework for Introducing Factorial Experimental Design and Lab-on-a-Chip Separations in an Instrumental Chemistry Laboratory. *J. Chem. Educ*, 98, 1954-1962.
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-Based Science and Student Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1018-1110.
- Fortus, D., Krajcik, J., Dershimer, R. C., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2005). Design-Based Science and Real-World Problem-Solving. *International Journal of Science Education*, 27(7), 855-879.
- Gerber, E. M., Marie Olson, J. , & Komarek, R.L. (2012). Extracurricular designbased\ learning: Preparing students for careers in innovation. *International Journal of Engineering Education*, 28(2), 317.
- Greenstein, L. (2012). *Assessing 21st century skills: A guide to evaluating mastery and authentic learning*. United States: Corwin Press.
- Guilford, J. P. (1956). The structure of intellect. *Psychological Bulletin*, 53(4), 267-293.
- Kemmis, S., McTaggart, R., & Nixon, R. (2014). *The action research planner : doing critical participatory action research*. Singapore: Springer.

- Lee, H. K., & Breitenberg, M. (2010). Education in the new millennium: the case for design-based learning. *International Journal of Art & Design Education, 29*(1), 54-60.
- Lucas, B., & Spencer, E. (2017). *Teaching Creative Thinking: Developing learners who generate ideas and can think critically*.
- Mehalik, M. M., Doppelt, Y., & Schunn, C. D. (2008). Middle-school Science through Design-based Learning versus Scripted Inquiry: Better Overall Science Concept Learning and Equity Gap Reduction. *Journal of Engineering Education, 97*(1), 71-85.
- Mislevy et. (2010). *AN EVIDENCE CENTERED DESIGN FOR LEARNING AND ASSESSMENT IN THE DIGITAL WORLD*. Los Angeles University of California.
- Mislevy, R., L. Steinberg & R. Almond. (2003). On the structure of educational assessments. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspective, 1*(1), 3-62.
- Montuori, A. (2003). The Complexity of Improvisation and the Improvisation of Complexity: Social Science, Art and Creativity. *Human Relations, 56*(2), 237-255.
- Organization for Economic Cooperation and Development. (2021). PISA 2021 CREATIVE THINKING FRAMEWORK (THIRD DRAFT). Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA-2021-creative-thinking-framework.pdf>
- Osborne, J. F., & Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction. *Science Education, 95*(4), 627-638.
- Paul Kim, Donggil Song. (2015). Development of a design-based learning curriculum through design-based research for a technology-enabled science classroom. *Education Tech Research Dev, 63*, 575-602.
- Plucker, J., Beghetto, R., & Dow, G. (2004). Why Isn't Creativity More Important to Educational Psychologists? Potentials, Pitfalls, and Future Directions in Creativity Research. *Educational Psychologist, 39*, 83-96.
doi:10.1207/s15326985ep3902_1

- Seitamaa-Hakkarainen, P. (2001). Design based learning in crafts education: Authentic problems and materialization of design thinking. *Design Learning and Well-Being*, 3-27.
- Seitamaa-Hakkarainen P., & Hakkarainen K. (2011). Learning by collaborative designing: technology-enhanced knowledge practices. *International Journal of Technology and Design Education*, 20(2), 109-136.
- Shun Yu Tan. (2019). Development and Implementation of Design-Based Learning Opportunities for Students To Apply Electrochemical Principles in a Designette. *J. Chem. Educ*, 96, 256–266.
- Smith, S. (2010). Educational Creativity. *The Cambridge Handbook of Creativity*, 13, 250-264.
- Sternberg, L. (1995). *Defying The Crowd: Cultivating Creativity In A Culture Of Conformity*. Retrieved from <https://psycnet.apa.org/record/1995-97404-000>
- Tanggaard, L. (2018). Content-Driven Pedagogy: On Passion, Absorption and Immersion as Dynamic Drivers of Creativity, Springer. Retrieved from <https://vbn.aau.dk/en/publications/contentdriven-pedagogy>
- Tanggaard, L. a. V. G. (2014). Creativity assessment as intervention: The case-study of creative learning. *Academic Quarter*.
- Torrance, E. P. (1988). The nature of creativity as manifest in its testing. In *The nature of creativity: Contemporary psychological perspectives*. (pp. 43-75). New York, NY, US: Cambridge University Press.
- Tsoukas, H. (2009). A dialogical approach to the creation of new knowledge in organizations. *Organization Science*, 20(6), 941-957.
- Vartiainen, H., Liljestrom, A., & Enkenberg, J. (2012). Design-Oriented Pedagogy for Technology-Enhanced Learning to Cross Over the Borders between Formal and Informal Environments. *J. UCS*, 18(15), 2097-2119.
- Yaron Doppelt, M. M. M., Christian D. Schunn, Eli Silk, and Denis Krynski. (2008). Engagement and Achievements: A Case Study of Design-Based Learning in a Science Context. *Journal of Technology Education*, 19(2), 22-39.



ภาคผนวก ก ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ปีการศึกษา 2565 ภาคเรียนที่ 1
รายวิชา เคมีเพิ่มเติม 3 (ว32223)	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา	จำนวน 3 คาบ/สัปดาห์
แผนการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง อุกรณ์ปฏิกิริยา	เวลา 4 คาบ
ผู้สอน นางสาวศุติดา อาจทะนงค์	วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

สาระเคมี

เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

1. เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา
2. ยกตัวอย่างและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม

สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิตัวเร่งและตัวห้วงปฏิกิริยา นอกจากนี้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมียังขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ทำปฏิกิริยาด้วย

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K)

- 1.1 เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา
- 1.2 อธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรมได้

2) ด้านทักษะ / กระบวนการ (P)

2.1 สืบค้นข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย)

2.2 สร้างโมเดลอุปกรณ์ปฏิกิริยา ในหัวข้ออุปกรณ์ปฏิกิริยาที่สนใจได้ (การสร้างสรรค์ความคิดสร้างสรรค์)

2.3 สามารถประเมินและปรับปรุงผลงานของเพื่อนได้ (การประเมินและปรับปรุงแนวคิด)

3) ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

3.1 เปิดใจรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อดี และข้อจำกัดจากสมาชิกเพื่อนในกลุ่มและผู้อื่น (การประเมินและปรับปรุงแนวคิด)

สาระการเรียนรู้

1. การอธิบายผลของชนิดของสารตั้งต้นต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

การเปลี่ยนแปลงชนิดของสารตั้งต้นทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลง เพราะสารตั้งต้นแต่ละชนิดเกิดจากองค์ประกอบของธาตุและพันธะเคมีที่แตกต่างกัน ซึ่งการเกิดพันธะของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารตั้งต้นเหล่านั้นจะมีแรงยึดเหนี่ยวพันธะหรือความแข็งแรงของพันธะที่แตกต่างกัน ซึ่งแรงดังกล่าวส่งผลต่อความยากง่ายในการเกิดปฏิกิริยาเคมีเนื่องจากขั้นตอนในการสลายพันธะซึ่งต้องใช้พลังงานในการสลาย โดยพลังงานดังกล่าวนี้คือพลังงานก่อกัมมันต์ โดยสารตั้งต้นใดที่มีแรงยึดเหนี่ยวของพันธะต่ำหรือไม่แข็งแรง สามารถสลายตัวได้ง่าย ก็จะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาสูง หรือเกิดปฏิกิริยาได้อย่างรวดเร็วนั่นเอง

2. การอธิบายผลของความเข้มข้นต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตั้งต้นทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลง เพราะการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตั้งต้นคือการเปลี่ยนแปลงจำนวนอนุภาคของสารทำให้อัตราการชนกันเปลี่ยนแปลงไป จึงทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงไปด้วย

3. การอธิบายผลของพื้นที่ผิวของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ปฏิกิริยาใดที่มีของแข็งเป็นสารตั้งต้นอยู่ด้วยกับสถานะอื่นๆ (สารละลาย , แก๊ส) พื้นที่ของของแข็งเท่านั้นที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ถ้าของแข็งมีพื้นที่ผิวมากอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะมีค่าสูงกว่าของแข็งที่มีพื้นที่ผิวน้อยกว่า

4. การอธิบายผลของอุณหภูมิต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ที่อุณหภูมิสูง อนุภาคของสารจะเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้นและมีโอกาสชนกันมากขึ้น อนุภาคที่มีพลังงานสูงพอที่จะทำให้การชนกันนั้นเกิดพลังงานเท่ากับหรือมากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์ก็จะมีจำนวนเพิ่มขึ้นด้วย ปฏิกิริยาจึงเกิดเร็วขึ้น

5. การอธิบายผลของตัวเร่งปฏิกิริยาต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

การเติมตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงขึ้น เพราะตัวเร่งปฏิกิริยาไปทำให้ปฏิกิริยาดำเนินไปตามทางสายใหม่ ซึ่งมีพลังงานก่อกัมมันต์ต่ำกว่าทางสายเดิม

กิจกรรมการเรียนรู้

1. การระบุปัญหาและความต้องการในการออกแบบ (Identify needs)

1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการเปิดวิดีโอละครเรื่องบุพเพสันนิวาส ตอนที่ตัวละครกำลังนั่งกินหมูกระทะ จาก <https://www.youtube.com/watch?v=4M6AoiX0RY> เพื่อสร้างความสนใจให้กับนักเรียน



ภาพ 41 การนำเข้าสู่บทเรียน เรื่อง อุปกรณ์ปิ้งย่างทันสมัย

1.2 จากนั้นครูสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับประสบการณ์การกินหมูกระทะ หรือปิ้งย่างที่ผ่านมาว่าเป็นอย่างไรบ้าง

1.3 ครูเล่าปัญหาที่พบเมื่อไปทานปิ้งย่างให้นักเรียนฟัง เกี่ยวกับการปิ้งย่างที่ต้องใช้เวลานานพอสมควรที่ทำให้หมูสุก เพราะต้องรอให้ไฟจากเตาถ่านติด และเมื่อไฟติดแล้วบางร้านกระทะร้อนไม่เพียงพอที่จะทำให้หมูสุกเร็วทันใจ และอีกปัญหาหนึ่งคือไฟติดได้ไม่นานก็ความร้อนลดลงและต้องเปลี่ยนถ่านไฟใหม่อยู่บ่อยครั้ง จึงเป็นปัญหากวนใจตอนทานปิ้งย่าง

1.4 ครูให้นักเรียนร่วมกันออกแบบอุปกรณ์ปิ้งย่างในหัวข้อ อุปกรณ์ปิ้งย่างทันสมัย โดยนำหลักการเรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยามาประยุกต์ใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ให้หมูสุกได้เร็วขึ้น ติดไฟเร็ว ไฟให้ความร้อนสูง และนานขึ้น

2. การรวบรวมข้อมูล (Collect information)

2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม 6-7 คน จากนั้นร่วมกันวางแผนสืบค้นหาข้อมูลอุปกรณ์ปิ้งย่างจากแหล่งข้อมูลตามความถนัดของนักเรียน และบันทึกผลลงในบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

2.2 นักเรียนเริ่มทำการสืบค้นข้อมูล

2.3 จากนั้นให้นักเรียนช่วยกันระดมความคิดภายในกลุ่มของตนเองและร่วมกันสร้างแนวคิดในการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ปิ้งย่างทันใจ โดยสร้างแนวคิดที่แตกต่างกันออกไปอย่างน้อย 3 แนวคิดและบันทึกผลลงในบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน โดยครูจะเดินดูและพูดคุยกับนักเรียนแต่ละกลุ่ม

3. พัฒนาต้นแบบ (Prototype)

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องเลือกแนวคิด 1 แนวคิดจากแนวคิดที่สร้างได้ทั้งหมดที่สมาชิกกลุ่มชื่นชอบ และสนใจที่จะนำมาสร้างโมเดลอุปกรณ์ปิ้งย่างทันใจ ขนาด A4 ที่ครูเตรียมไว้เพื่อนำเสนอต่อไป

3.2 ครูแจกอุปกรณ์การสร้างโมเดลอุปกรณ์ปิ้งย่างทันใจ ได้แก่ ดินน้ำมัน กระดาษแข็ง แก้วกระดาษ กรรไกร กาว ไม้ลูกชิ้น และอื่น ๆ โดยนักเรียนสามารถเพิ่มเติมอุปกรณ์ในการสร้างได้ตามความคิดของนักเรียน

3.3 นักเรียนภายในกลุ่มช่วยกันสร้างโมเดลอุปกรณ์ปิ้งย่างทันใจตามความถนัดของตนเอง

4. ประเมินผลงาน (Evaluate)

4.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานโมเดลอุปกรณ์ปิ้งย่างทันใจหน้าชั้นเรียน กลุ่มละไม่เกิน 3 นาที

4.2 จากนั้นครูเลือกนักเรียน 2 กลุ่ม ให้บอกข้อดี ข้อจำกัด และแนวทางการปรับปรุงแก้ไขผลงานกลุ่มที่นำเสนอและบันทึกผลลงในบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

4.3 รวบรวมผลงานและบันทึกการเรียนรู้ส่ง

สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือแบบเรียนวิชาเคมีเล่ม 3 ของ สสวท.
2. <https://www.scimath.org/lesson-chemistry/item/9785-2019-02-21-06-31-14> สืบค้นวันที่ 23/8/2565
3. <https://www.vdokaset.com/video/> สืบค้นวันที่ 23/8/2565

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดผล	การประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1. เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา 2. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรมได้		
ด้านทักษะ (P) 1. สืบค้นข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ 2. สร้างโมเดลในหัวข้ออุปกรณ์อย่างทันใจได้ 3. สามารถประเมินและปรับปรุงผลงานได้	ตรวจจากบันทึกการเรียนรู้และชิ้นงานของนักเรียน	ประเมินโดยใช้การวิเคราะห์ประเภทการวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อดูความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) 1. เปิดใจรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อดีและข้อจำกัดจากสมาชิกเพื่อนในกลุ่มและผู้อื่น		

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

3. แนวทางแก้ไข

.....

.....

ลงชื่อครูผู้สอน

(นางสาวศุธิดา อัจทะนงค์)

ครูผู้สอน

วันที่.....

การตรวจแผนการสอน/ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อผู้ตรวจ

(นางสาวณัจจนันท์ จันทร์ทองสุข)

วันที่.....

ภาคผนวก ข ตัวอย่างบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน สำหรับสำหรับการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบ
เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

บันทึกการเรียนรู้

กิจกรรม “บรรจุภัณฑ์ใส่หอมกระเทียมไทย สินค้าส่งออกอันดับ 1”

สมาชิกกลุ่ม

- 1.....เลขที่.....
- 2.....เลขที่.....
- 3.....เลขที่.....
- 4.....เลขที่.....
- 5.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำตามคำสั่งใบงานในหัวข้อต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. หอมกระเทียมที่ใช้ในครัวเรือนมีปัญหาในเรื่องของการเก็บรักษา ได้แก่ การขึ้นรา และเน่าเสีย ซึ่ง
ปัญหาดังกล่าวมีสาเหตุมาจากอะไร (แนบ URL สำหรับการสืบค้น)

.....

.....

.....

2. จากปัญหาการขึ้นรา และเน่าเสียของหอมกระเทียม ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผล
ต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปัญหาดังกล่าว จากนั้นบันทึกปัจจัยที่เกี่ยวข้อง อธิบายพอ
สังเขป พร้อมแนบ URL เว็บไซต์ที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูลด้วย

.....

.....

.....

.....

.....

3. จากการสืบค้นข้อมูล นักเรียนคิดว่าจะนำปัจจัยใดบ้างมาใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ใส่หอมกระเทียมสำหรับส่งออกไปขายต่างประเทศ พร้อมบอกเหตุผลประกอบ

.....

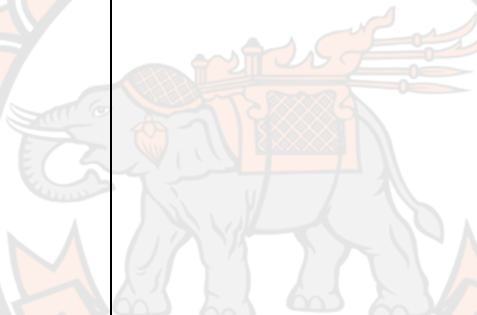
.....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนออกแบบบรรจุภัณฑ์ใส่หอมกระเทียมสำหรับส่งออกไปขายต่างประเทศที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 แบบ โดยวาดรูปประกอบพร้อมอธิบายรายละเอียดพอสังเขป

แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
		

.....

.....

.....

.....

5. จากการออกแบบบรรจุภัณฑ์ใส่หอมกระเทียมสำหรับส่งออกไปขายต่างประเทศที่แตกต่างกัน 3 แบบแล้วนั้น ให้นักเรียนเลือกบรรจุภัณฑ์ 1 แบบ มาออกแบบโครงร่างและสร้างโมเดล

บรรจุภัณฑ์ที่เลือก ได้แก่ แบบที่..... เพราะ

.....

.....

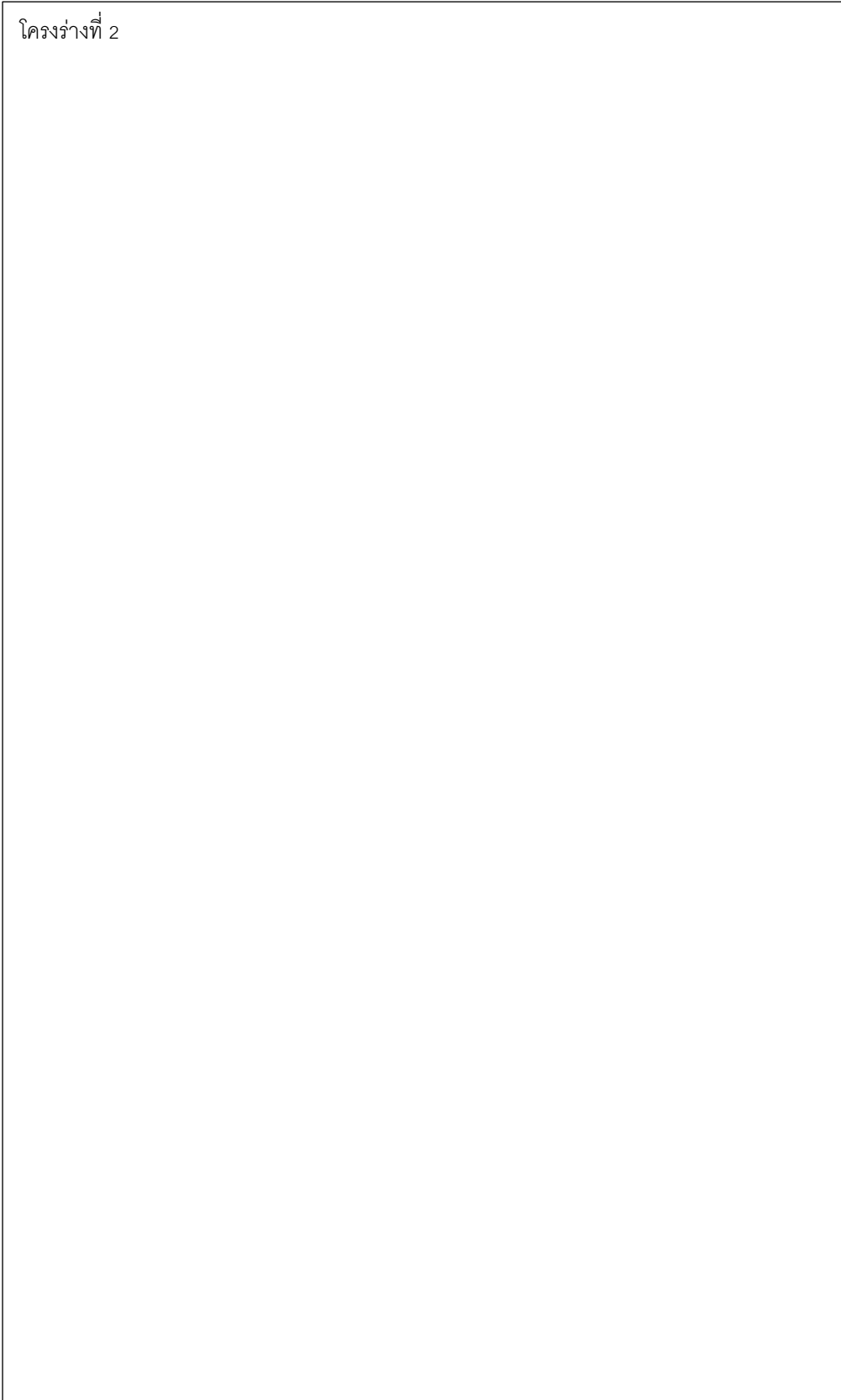
.....

.....

6. ออกแบบโครงร่างบรรจุภัณฑ์ใส่หอมกระเทียมสำหรับสินค้าส่งออกก่อนนำไปสร้างโมเดล (โยงลูกศรชี้ให้เห็นถึงการนำปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยามาใช้ประกอบด้วย)

โครงร่างที่ 1

โครงร่างที่ 2



โครงร่างที่ 3

7. ให้นักเรียนสร้างโมเดลบรรจุภัณฑ์ใส่หอมกระเทียมสำหรับส่งออกต่างประเทศจากวัสดุที่นักเรียนสามารถหาได้จากครัวเรือน หรือชุมชนของตนเอง (ส่งชิ้นงานโมเดล)

8. เมื่อกลุ่มอื่นนำเสนอผลงานให้นักเรียนบอกข้อดี ข้อจำกัดและแนวทางการปรับปรุงผลงาน

ชื่อกลุ่ม..... ชื่อผลงาน..... ข้อดี ข้อจำกัด เสนอแนะการปรับปรุงผลงาน	ชื่อกลุ่ม..... ชื่อผลงาน..... ข้อดี ข้อจำกัด เสนอแนะการปรับปรุงผลงาน	ชื่อกลุ่ม..... ชื่อผลงาน..... ข้อดี ข้อจำกัด เสนอแนะการปรับปรุงผลงาน
ชื่อกลุ่ม..... ชื่อผลงาน..... ข้อดี ข้อจำกัด เสนอแนะการปรับปรุงผลงาน	ชื่อกลุ่ม..... ชื่อผลงาน..... ข้อดี ข้อจำกัด เสนอแนะการปรับปรุงผลงาน	ชื่อกลุ่ม..... ชื่อผลงาน..... ข้อดี ข้อจำกัด เสนอแนะการปรับปรุงผลงาน

9. จากคำแนะนำของเพื่อนกลุ่มอื่น กลุ่มของนักเรียนมีแนวทางการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานอย่างไรบ้าง
จงอธิบาย พร้อมให้นักเรียนใช้ปากกาสีที่แตกต่างเขียนลงไปในโครงร่างในหน้า 3-5 ได้เลย



ภาคผนวก ค แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้าง สำหรับการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การ
ออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้าง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ปีการศึกษา 2565 ภาคเรียนที่ 1
รายวิชา เคมีเพิ่มเติม 3 (ว32223)	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา	จำนวน 3 คาบ/สัปดาห์
แผนการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง แหวนเหล็กขี้สนิมอย่าแตะ	เวลา 4 คาบ
ผู้สอน นางสาวศุติดา อัจตะนงค์	วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจง

1. การบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบสังเกตแบบกึ่งโครงสร้างที่ให้ครู
ประจำการที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาเคมี อย่างน้อย 5 ปี เป็นผู้ร่วมสังเกตแนวทางการจัดการ
เรียนรู้ของผู้วิจัยหรือผู้วิจัยสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
2. ขอให้ผู้ร่วมสังเกตบันทึกแนวทางการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในแต่ละขั้นตอนว่าเหมาะสม
หรือไม่ ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของ
นักเรียน รวมทั้งบันทึกปัญหา อุปสรรค แนวทางการแก้ไขปัญหา รวมทั้งข้อเสนอแนะ เพื่อเป็น
แนวทางในการแก้ไขการจัดการเรียนรู้ของแต่ละชั้นวงจร

การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน มี 4 ชั้นได้แก่

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหาและความต้องการในการออกแบบ (Identify needs)

1. เมื่อครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการเปิดรูปภาพแหวนเหล็กและเล่าถึงเรื่องราวความสำคัญของแหวนเหล็กวงนี้ ครูสามารถกระตุ้นความสนใจในการออกแบบของนักเรียนได้หรือไม่ อย่างไร

ผลการจัดการ เรียนรู้	..... .....
ปัญหาและ อุปสรรค	..........
แนวทางการ แก้ไขปัญหา	..........
ข้อเสนอแนะ	..........

2. เมื่อครูชักชวนนักเรียนทำกิจกรรม โดยครูระบุความต้องการในการออกแบบในครั้งนี้ ได้แก่ การประดิษฐ์คิดค้นกล่องใส่แหวนที่สามารถป้องกันแหวนเหล็กไม่ให้เกิดสนิมได้ โดยให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาใช้ในการป้องกันการเกิดสนิมในแหวนเหล็ก มีความชัดเจน เข้าใจง่าย เหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

ผลการจัดการ เรียนรู้	..... .....
ปัญหาและ อุปสรรค	..........
แนวทางการ แก้ไขปัญหา	..........
ข้อเสนอแนะ	..........

ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูล (Collect information)

3. ครูแบ่งกลุ่มและอธิบายขั้นตอนการทำบันทึกการเรียนรู้ได้เหมาะสมหรือไม่อย่างไร

ผลการจัดการ เรียนรู้	..... ..... .....
ปัญหาและ อุปสรรค	...............
แนวทางการ แก้ไขปัญหา	...............
ข้อเสนอแนะ	...............

4. ครูให้เวลานักเรียนในการทำการสืบค้นข้อมูล เป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที ผลเป็นอย่างไร

ผลการจัดการ เรียนรู้	..... ..... .....
ปัญหาและ อุปสรรค	...............
แนวทางการ แก้ไขปัญหา	...............
ข้อเสนอแนะ	...............

5. เมื่อนักเรียนระดมความคิดภายในกลุ่มของตนเองและร่วมกันสร้างกล่องแหวนเพื่อป้องกัน สนิม โดยสร้างกล่องที่มีแนวคิดที่แตกต่างกันออกไปอย่างน้อย 3 แนวคิด พฤติกรรมของนักเรียนและ บรรยากาศในห้องเรียนเป็นอย่างไร

ผลการจัดการ เรียนรู้	..... .....
ปัญหาและ อุปสรรค	..........
แนวทางการ แก้ไขปัญหา	..........
ข้อเสนอแนะ	..........

ขั้นที่ 3 พัฒนาต้นแบบ (Prototype)

6. เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือสร้างโปสเตอร์ ครูสามารถอธิบายการพัฒนาโปสเตอร์ให้ นักเรียนได้เข้าใจ และนักเรียนลงมือทำกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

ผลการจัดการ เรียนรู้	..... .....
ปัญหาและ อุปสรรค	..........
แนวทางการ แก้ไขปัญหา	..........
ข้อเสนอแนะ	..........

ขั้นที่ 4 ประเมินผลงาน (Evaluate)

7. เมื่อนักเรียนออกมาแนะนำเสนอโปสเตอร์หน้าชั้นเรียน การนำเสนอและการประเมินผลงาน
ของนักเรียนเป็นอย่างไร

ผลการจัดการ เรียนรู้	..... ..... .....
ปัญหาและ อุปสรรค	...............
แนวทางการ แก้ไขปัญหา	...............
ข้อเสนอแนะ	...............

ลงชื่อผู้บันทึก
(.....)

วันที่.....

ภาคผนวก ง ตัวอย่างแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ สำหรับการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบ
เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....

คำชี้แจง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

คุณจอมขวัญ นักธุรกิจสินค้าส่งออกที่กำลังมาแรงในตอนี้ เธอทำสวนมะม่วงน้ำดอกไม้
ส่งออกต่างประเทศ ซึ่งจอมขวัญพบปัญหาในการส่งออกผลไม้ คือ

ปัญหาที่ 1 เมื่อจอมขวัญเก็บเกี่ยวมะม่วงน้ำดอกไม้ที่สุกแล้ว ใส่ลงในลังเพื่อส่งออกทางเรือ
พบว่า เมื่อถึงต่างประเทศมะม่วงน้ำดอกไม้ของเธอนั้นเกิดการเน่าเสีย เพราะการเดินทางใช้เวลานาน

ปัญหาที่ 2 เมื่อจอมขวัญเก็บเกี่ยวมะม่วงน้ำดอกไม้
แบบยังไม่สุก (ดิบ) ใส่ลงในลังและส่งออกต่างประเทศ
พบว่า เมื่อมะม่วงน้ำดอกไม้ถึงต่างประเทศแล้วยังไม่สุก
จึงไม่สามารถขายได้

ดังนั้น จอมขวัญจึงต้องการให้คิดค้นสิ่งใส่มะม่วง
น้ำดอกไม้แบบยังไม่สุก (ดิบ) ที่สามารถบ่มมะม่วงของเธอ
ระหว่างการขนส่งให้สุกเร็วขึ้นและพร้อมขายเมื่อไปถึง
ต่างประเทศ



1. จากสถานการณ์ข้างต้นปัญหาในการส่งออกมะม่วงน้ำดอกไม้ของคุณจอมขวัญคืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. จากสถานการณ์จำลองขั้วต้งการออกแบบลังที่มีคุณสมบัตินอยางไร

3. ใหนักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการสุกของผลไม้ สรุปลและอธิบายกระบวนการสุกของผลไม้ (ผลไม้สุกไดอยางไร)

4. จากการสืบค้นข้อมูลการสุกของผลไม้ นักเรียนคิดว่าปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีใตบ่างที่เกี่ยวข้งกับการสุกของผลไม้ จงอธิบาย (ธรรมชาติของสารตั้งต้งัน ความเข้มข้นของสารตั้งต้งัน พื้นที่ผิว อุณหภูมิตัวเร่งปฏิกิริยา ความดัน)

5. ให้นักเรียนนำความรู้เรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบ
 ลังสำหรับบ่มมะม่วงน้ำดอกไม้ที่แตกต่างกัน 3 แบบ โดยวาดรูปประกอบพร้อมอธิบายรายละเอียดพอ
 สังเขป

แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3

.....

.....

.....

.....

6. จากการออกแบบลังสำหรับบ่มมะม่วงน้ำดอกไม้ที่แตกต่างกัน 3 แบบ ให้นักเรียนเลือกลังสำหรับ
 บ่มมะม่วงน้ำดอกไม้ 1 แบบที่ดีที่สุด มาออกแบบโครงร่างลังสำหรับบ่มมะม่วงน้ำดอกไม้ที่เลือก ได้แก
 ลังแบบที่.....เพราะ

.....

.....

.....

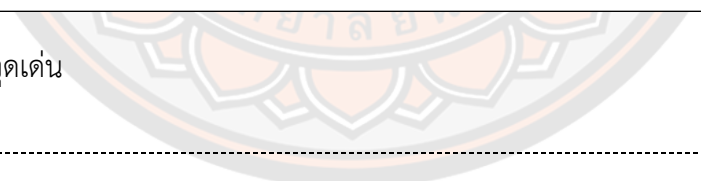
.....

.....

7. ออกแบบโครงร่างลิ่งสำหรับบ่มมะม่วงน้ำดอกไม้ แบบที่นักเรียนเลือกพร้อมบอกจุดเด่นของผลงาน (โยงลูกศรชี้ให้เห็นถึงการนำปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยามาใช้ประกอบด้วย)



หลักการและจุดเด่น



8. แนวทางการปรับปรุงแก้ไขการดับไฟป่าของเจ้าหน้าที่ (นำเรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาอธิบาย)



เมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟไหม้ป่า เจ้าหน้าที่ทำการดับไฟป่าไม่ให้ลุกลามลุกลามไปที่อื่นโดยการใช้วิธีการฉีดน้ำเพื่อลดอุณหภูมิทำให้อัตราการเผาไหม้ลดลงจนไฟดับ

ปฏิกิริยาการเผาไหม้



ข้อดี

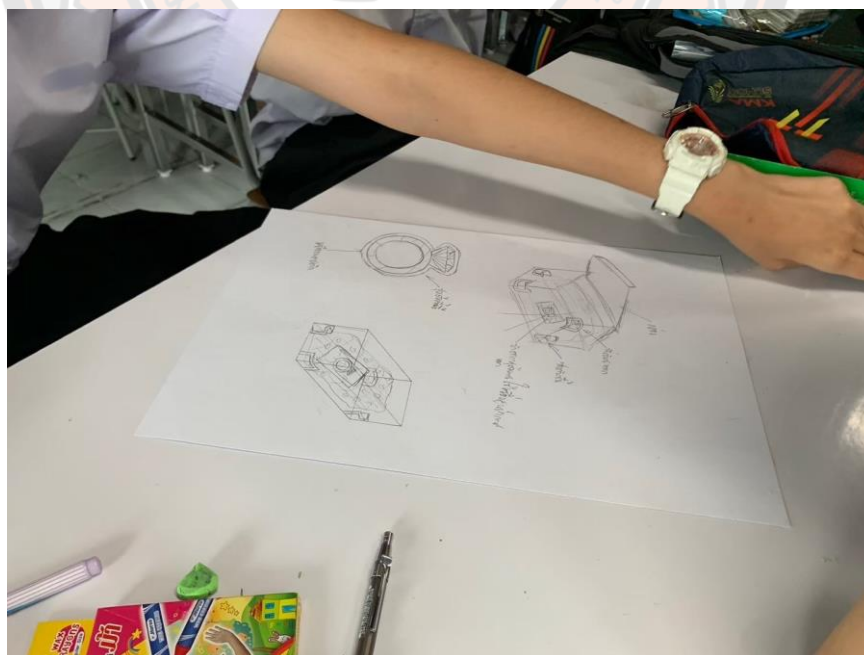
ข้อจำกัด

เสนอแนะแนวทางการดับไฟป่า

ภาคผนวก จ ภาพบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



ภาพ 42 การรวบรวมข้อมูล



ภาพ 43 การสร้างโปสเตอร์



ภาพ 44 การสร้างโมเดล



ภาพ 45 การนำเสนอผลงาน



ภาพ 46 การประเมินผลงาน



ภาพ 47 การทำแบบทดสอบหลังจัดการเรียนรู้ครบ 3 วงจรปฏิบัติการ