



การพัฒนากิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น



โดย
นางสาวกัลยา จันทร์อ่อน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

หลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาามหาบัณฑิต

ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2566

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

การพัฒนากิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ตอนต้น



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
หลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน
มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

THE DEVELOPMENT OF STUDENT DEVELOPMENT ACTIVITIES
TOWARD STEAM EDUCATION ENHANCING STUDENTS' ABILITY TO CREATE
THE INNOVATIVE BOARDGAMES AMONG JUNIOR HIGH SCHOOL STUDENTS



By
MISS Kanlaya CHANON

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for Master of Education CURRICULUM AND INSTRUCTION
Department of Curriculum and Instruction
Academic Year 2023
Copyright of Silpakorn University

หัวข้อ	การพัฒนากิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
โดย	นางสาวกัลยา จันทร์อ้น
สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโท
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิสูตร โพธิ์เงิน
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สรัญญา จันทร์ชูสกุล

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. คณิต เขียววิชัย)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร. สุวิมล สพฤกษ์ศรี)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิสูตร โพธิ์เงิน)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สรัญญา จันทร์ชูสกุล)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(รองศาสตราจารย์ ดร. มารุต พัดผล)

630620122 : หลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์

คำสำคัญ : สะเต็มศึกษา, ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม, บอร์ดเกม

นางสาว กัลยา จันทร์อ่อน: การพัฒนากิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิสูตร โพธิ์เงิน

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน 2) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน 3) เพื่อทดลองใช้การจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน และ 4) เพื่อประเมินและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน กลุ่มเป้าหมาย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัยที่ลงเรียนชุมนุมนักเคมีรุ่นเยาว์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 1) แบบสอบถามความคิดเห็น 2) แบบสัมภาษณ์ 3) แผนการจัดการเรียนรู้ 4) แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม 5) แบบวัดผลการเรียนรู้ และ 6) แบบประเมินความคิดเห็นการจัดการเรียนรู้ โดยดำเนินการเก็บข้อมูลทุกขั้นตอนด้วยตนเอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติร้อยละ (%) ค่าเฉลี่ย (μ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) และวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1) ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการในการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนนักเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนควรได้รับการกระตุ้นความสนใจผ่านการเล่นบอร์ดเกมและได้รับความรู้ที่เป็นเนื้อหาหลักของรายวิชาผ่านการเรียนที่เน้นการลงมือปฏิบัติ และนำไปสู่การออกแบบและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม

2) ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยรวมมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด ($\mu = 4.59$, $\sigma = 0.16$)

3) ผลการทดลองใช้การจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า 3.1) ผลการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมอยู่ในระดับดีขึ้นไป ($\mu = 3.72$, $\sigma = 0.27$) 3.2) ผลการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียน ($\mu = 18.12$, $\sigma = 1.59$) สูงกว่าก่อนเรียน ($\mu = 12.56$, $\sigma = 1.53$) 3.3) นักเรียนส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นในเชิงบวกแสดงถึงความชื่นชอบแนวทางการจัดการเรียนรู้

4) ผลการประเมินผลและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า ควรปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ชั่วโมงที่ 2 และ ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ทำให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความสมบูรณ์และมีความเหมาะสมในการนำไปใช้

630620122 : Major CURRICULUM AND INSTRUCTION

Keyword : STEAM EDUCATION/ ABILITY TO CREATE INNOVATION/ BOARDGAMES

MISS Kanlaya CHANON : The Development Of Student Development Activities Toward STEAM Education Enhancing Students' Ability To Create The Innovative Boardgames Among Junior High School Students Thesis advisor : Assistant Professor Wisud Po Negrn, Ph.D.

This research aimed 1) to study basic information and the need about learning management for student development activities 2) to develop lesson plans for student development activities 3) to do experiments about learning management for student development activities and 4) to evaluate and improve learning management for student development activities. Target group are junior high school students Samutsakhon Wittayalai School, where Young Chemist Club in Semester 1, academic year 2023, number of 25 people. Research tools employed 1) opinion questionnaire 2) interview form 3) lesson plans 4) evaluation form for the ability to create innovation 5) learning assessment form and 6) evaluation form for opinions on learning management. Data from all process was collected manually. Data analysis was carried out by percentage statistics (%), mean (μ), standard deviation (σ), and content analysis. Research results were as follows.

1) Result of studying basic information and the need about learning management for student development activities through STEAM Education was shown that students should be stimulated their attentions via playing boardgames and gained knowledge which was main content of the course via learning that focused on action leading to designing and creating innovative board games.

2) Developing lesson plans for student development activities through STEAM Education was revealed that the entire plans were suitable at the highest level. ($\mu = 4.59$, $\sigma = 0.16$)

3) Experiments about learning management for student development activities through STEAM Education was found that 3.1) result of evaluation the ability to create innovative board games was at the level of good and more ($\mu = 3.72$, $\sigma = 0.27$) 3.2) students' learning results after studying ($\mu = 18.12$, $\sigma = 1.59$) were higher than before ($\mu = 12.56$, $\sigma = 1.53$) and 3.3) most of students expressed their opinions in positive way indicating a favor of this learning management.

4) evaluating and improving result of STEAM Education learning management was revealed that step 1 of the lesson plan, Problem Identification, should be reorganized as well as in period 2 of the plan and step 3, Solution Design, which made the perfect lesson plans and suitable for usage.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอนุเคราะห์และให้คำปรึกษาแนะนำอย่างดีจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิสูตร โปธิ์เงิน และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรัญญา จันทร์ชูสกุล ซึ่งเป็นผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิทยานิพนธ์ตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จเรียบร้อย รวมทั้งอาจารย์ ดร.สุวิมล สพฤกษ์ศรี ประธานกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์และรองศาสตราจารย์ ดร.มารุต พัฒนา ผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องให้ความกระจ่างและข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความถูกต้องและความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งถึงความกรุณา จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.วิทวัส หาญดี, อาจารย์ ดร.เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ, ดร.รติ จิรนิติศัย, อาจารย์ ดร.กฤษฎา วรพิน และอาจารย์พดุมพงค์ โลหะสุวรรณ ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือทุกฉบับซึ่งส่งผลให้การวิจัยมีความครอบคลุมและมีประสิทธิภาพ และขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณะครูและนักเรียนโรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย ที่ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทุกท่าน ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ นักศึกษาสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือ แนะนำตลอดมา

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และทุกคนในครอบครัวที่ให้การสนับสนุน คอยดูแลเอาใจใส่ อำนวยความสะดวก ให้กำลังใจในการทำงานด้วยดีเสมอมาจนสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

กัลยา จันทร์อัน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญแผนภูมิ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	5
คำถามในงานวิจัย.....	9
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	9
สมมุติฐานการวิจัย.....	10
ขอบเขตของการวิจัย.....	10
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	11
ประโยชน์ที่ได้รับ.....	12
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	13
1. หลักสูตรกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน	14
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา.....	17
3. ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม	30
4. บอร์ดเกม	44
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	55

ขั้นตอนที่ 1 วิจัย (R ₁ : Research) : ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการ.....	57
ขั้นตอนที่ 2 พัฒนา (D ₁ : Development) : การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้.....	62
ขั้นตอนที่ 3 (R ₂ : Research) : ทดลองใช้การจัดการเรียนรู้.....	67
ขั้นตอนที่ 4 พัฒนา (D ₂ : Development) : ประเมินผลและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ตาม แนวคิดสะเต็มศึกษา	79
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	80
4.1 ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการ.....	80
4.2 ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้.....	86
4.3 ผลการทดลองใช้การจัดการเรียนรู้.....	91
4.4 ผลการประเมินแผนและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา.....	99
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	103
สรุปผลการวิจัย.....	104
อภิปรายผลการวิจัย.....	105
ข้อเสนอแนะ.....	114
ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้.....	114
ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป.....	115
รายการอ้างอิง.....	116
ภาคผนวก.....	124
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ทำการวิจัย รายชื่อผู้ให้สัมภาษณ์.....	125
โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร (มัธยมศึกษา).....	126
ภาคผนวก ข หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย หนังสือขอเชิญ เป็นผู้ให้สัมภาษณ์ หนังสือขอทดลองใช้เครื่องมือ หนังสือขอเก็บรวบรวมข้อมูล หนังสือขอ รับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์.....	128
ภาคผนวก ค การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ.....	140
ภาคผนวก ง เครื่องมือในงานวิจัย.....	154

ภาคผนวก จ รูปภาพนวัตกรรมบอร์ดเกม	195
ภาคผนวก ฉ รูปภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	198
ประวัติผู้เขียน.....	204



สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 โครงสร้างรายวิชาชุมนุมนักเคมีรุ่นเยาว์ กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เวลา 20 ชั่วโมง	16
ตารางที่ 2 การสรุปองค์ประกอบของแนวคิดสะเต็มศึกษา	20
ตารางที่ 3 การวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สะเต็มศึกษา กับกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม.....	25
ตารางที่ 4 การวิเคราะห์แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของนวัตกรรม	32
ตารางที่ 5 การวิเคราะห์แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างนวัตกรรม	37
ตารางที่ 6 การวิเคราะห์แนวคิดที่เกี่ยวข้องในการออกแบบบอร์ดเกม	49
ตารางที่ 7 การบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษากับการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม	53
ตารางที่ 8 โครงสร้างรายวิชาตามหน่วยการเรียนรู้	63
ตารางที่ 9 วิเคราะห์หลักสูตรเรื่อง ความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี.....	73
ตารางที่ 10 แสดงการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้	87
ตารางที่ 11 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะ เต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนต้น.....	89
ตารางที่ 12 แสดงรายละเอียดนวัตกรรมบอร์ดเกม.....	91
ตารางที่ 13 ผลการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนต้น ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	93
ตารางที่ 14 ผลการประเมินผลการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา.....	94
ตารางที่ 15 แสดงสถานภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรม พัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม.....	95
ตารางที่ 16 การปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	99

ตารางที่ 17 รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ทำการวิจัย..... 126

ตารางที่ 18 รายชื่อผู้ให้สัมภาษณ์ 127

ตารางที่ 19 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้จัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิด
สะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ตอนต้น..... 141

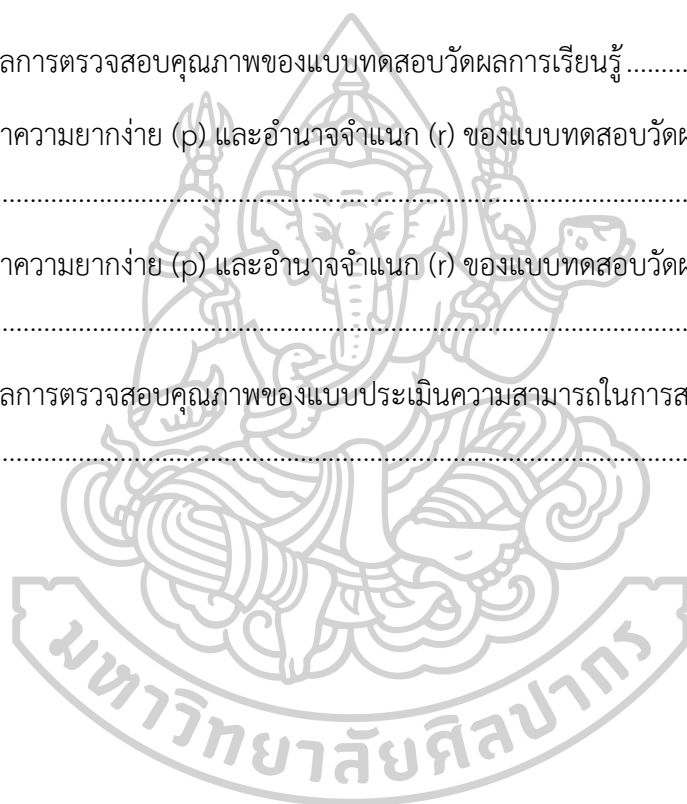
ตารางที่ 20 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม
..... 144

ตารางที่ 21 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้..... 148

ตารางที่ 22 ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ (แบบ
ปรนัย)..... 150

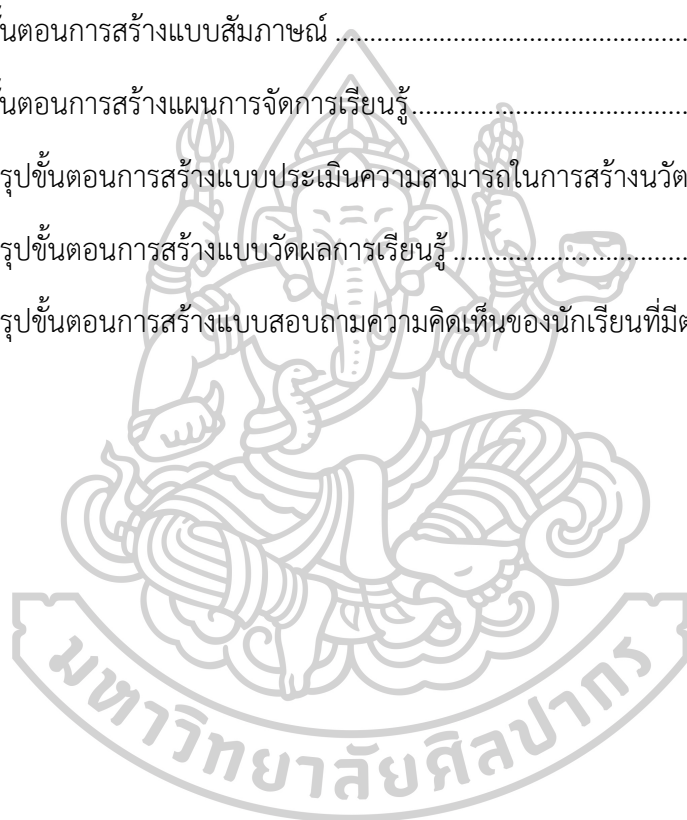
ตารางที่ 23 ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ (แบบ
อัตนัย)..... 152

ตารางที่ 24 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม บอร์ด
เกม..... 153



สารบัญแผนภูมิ

	หน้า
แผนภูมิที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
แผนภูมิที่ 2 กรอบดำเนินการวิจัย.....	56
แผนภูมิที่ 3 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็น.....	59
แผนภูมิที่ 4 ขั้นตอนการสร้างแบบสัมภาษณ์.....	60
แผนภูมิที่ 5 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้.....	66
แผนภูมิที่ 6 สรุปขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม.....	72
แผนภูมิที่ 7 สรุปขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลการเรียนรู้.....	75
แผนภูมิที่ 8 สรุปขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้..	77



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โลกอนาคตเป็นพื้นที่สำหรับคนที่มีศักยภาพในการสร้างสรรค์นวัตกรรม (Creative and Innovation) ทุกสาขาอาชีพมีความต้องการบุคลากรที่มีความคิดสร้างสรรค์ และสามารถแปลงความคิดสร้างสรรค์นั้นไปเป็นนวัตกรรมได้ ด้วยเหตุนี้การพัฒนานักเรียนจึงจำเป็นต้องเน้นให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์และสามารถนำความคิดสร้างสรรค์ของตนเองไปพัฒนาให้เกิดนวัตกรรมได้จริง เรียกว่า “ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม” ซึ่งทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมเป็นหนึ่งในทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ที่นักเรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถประกอบอาชีพและดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพ จัดเป็นทักษะเชิงประยุกต์ (Apply skills) ที่ต้องผสมผสานทักษะต่าง ๆ เข้าด้วยกัน (วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนาผล, 2562)

การศึกษามีบทบาทสำคัญในการสร้างความได้เปรียบในการพัฒนาของประเทศ เพื่อการแข่งขันและยืนหยัดในเวทีโลก ภายใต้ระบบเศรษฐกิจและกระแสสังคมที่เป็นพลวัต และผลจากการเปลี่ยนแปลงระบบเศรษฐกิจและสังคม ส่งผลให้ทุกประเทศทั่วโลกกำหนดทิศทางการผลิตและพัฒนากำลังคนของประเทศตนให้มีทักษะและสมรรถนะระดับที่สูงมากยิ่งขึ้น การจัดการศึกษาในปัจจุบันจึงต้องปรับเปลี่ยนให้ตอบสนองกับทิศทางการผลิตและการพัฒนากำลังคนดังกล่าว โดยมุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้ได้ทั้งความรู้และทักษะที่จำเป็นต้องใช้ในการดำรงชีวิต การประกอบอาชีพ และการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศท่ามกลางกระแสแห่งการเปลี่ยนแปลงตลอดจนความเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีดิจิทัลกับการดำรงชีวิต นวัตกรรมและเทคโนโลยีดิจิทัลที่มีความก้าวหน้าอย่างก้าวกระโดด ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีอย่างฉับพลัน ดังนั้นเด็กและเยาวชนรุ่นใหม่จึงมีความจำเป็นต้องเรียนรู้และเกี่ยวกับเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อให้สามารถรู้เท่าทันและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันให้เกิดประโยชน์สูงสุดทั้งต่อตนเอง สังคม ประเทศต่อไป ซึ่งเป็นบทบาทของการศึกษาที่ต้องพัฒนาเด็กและเยาวชนรุ่นใหม่ให้มีทักษะดังกล่าว เพื่อให้บรรลุวิสัยทัศน์ของแผนการศึกษาแห่งชาติที่กล่าวว่า “คนไทยทุกคนได้รับการศึกษาและเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ ดำรงชีวิตอย่างเป็นสุข สอดคล้องกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และการเปลี่ยนแปลงของโลกศตวรรษที่ 21” จึงได้มีการวางเป้าหมายด้านผู้เรียน (Learner Aspirations) โดยมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้มีคุณลักษณะและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579) สอดคล้องกับการกำหนดทิศทางการพัฒนาประเทศในระยะของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสาม จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ พลิกโฉมประเทศไทยสู่ “สังคมก้าวหน้า เศรษฐกิจสร้างมูลค่าอย่างยั่งยืน” ซึ่งหมายถึงการสร้างการเปลี่ยนแปลงที่ครอบคลุมตั้งแต่ระดับโครงสร้างนโยบาย และกลไก

เพื่อมุ่งเสริมสร้างสังคมที่ก้าวทันพลวัตของโลก และเกื้อหนุนให้คนไทยมีโอกาสที่จะพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพ พร้อมกับการปรับโครงสร้างเศรษฐกิจไปสู่การขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี นวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์มีความสามารถในการสร้างมูลค่าเพิ่มที่สูง และคำนึงถึงความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์จึงได้กำหนดเป้าหมายการพัฒนาคนสำหรับโลกยุคใหม่ โดยพัฒนาให้คนไทยมีทักษะและคุณลักษณะที่เหมาะสมกับโลกยุคใหม่ ทั้งทักษะในด้านความรู้ ทักษะทางพฤติกรรม และคุณลักษณะตามบรรทัดฐานที่ดีของสังคม เตรียมพร้อมกำลังคนที่มีคุณภาพสอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน เอื้อต่อการปรับโครงสร้างเศรษฐกิจไปสู่ภาคการผลิตและบริการเป้าหมายที่มีศักยภาพและผลิตภาพสูงขึ้น รวมทั้งพัฒนาหลักประกันและความคุ้มครองทางสังคมเพื่อส่งเสริมความมั่นคงในชีวิต (ร่างแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสาม พ.ศ. 2566 - 2570)

ประเทศไทยได้เข้าร่วมโครงการประเมินนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ที่ริเริ่มโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา หรือ OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาในการเตรียมความพร้อมให้เยาวชนมีศักยภาพหรือความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะประเมินนักเรียนอายุ 15 ปี ซึ่งถือว่าเป็นวัยที่สำเร็จการศึกษาภาคบังคับ โดยได้ทำการประเมินทุก 3 ปี อย่างต่อเนื่อง เพื่อติดตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณภาพการศึกษาและมุ่งให้ข้อมูลแก่ระดับนโยบาย PISA เน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน หรือเรียกว่า “ความฉลาดรู้” (Literacy) ใน 3 ด้าน ได้แก่ การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ และผลการประเมิน PISA 2022 ของประเทศไทย พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ ด้านวิทยาศาสตร์ และด้านการอ่านลดลง เมื่อเทียบกับ PISA 2018 (สถานบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566)

ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมจึงเป็นทักษะที่สำคัญและจำเป็นที่นักเรียนทุกคนต้องได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถประกอบอาชีพได้อย่างสร้างสรรค์ ดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างสร้างสรรค์ ผู้สอนมีภารกิจพัฒนานักเรียนให้มีทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมผ่านการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลอย่างสร้างสรรค์ (วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนาผล, 2562) และ ไพฑูรย์ สีนลาร์ตัน และคณะ (2561 : 10, 17) ยังเสนอว่าการศึกษาไทย 4.0 จำเป็นต้องเน้นการคิดสร้างสรรค์ (Creative) โดยการแปลความคิดสร้างสรรค์ออกมาเป็นผลผลิต และควรเน้นการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนมีความคิดเชิงสร้างสรรค์ให้เป็นเอกลักษณ์ประจำตัวหรือเป็นวิถีชีวิต เมื่อถึงเวลาหนึ่งจะทำให้ประเทศมีผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ ที่เป็นผลงานของคนไทย และเปลี่ยนแปลงจากประเทศบริโภคนิยมมาเป็นประเทศผู้ผลิตที่มีความรับผิดชอบต่อสังคมไทยและโลกซึ่งการสร้างสรรค์เหล่านี้จะเกิดขึ้นไม่ได้หากปราศจากนวัตกรรม (Innovator) เนื่องจากนวัตกรรมเป็นผู้ที่มีความคิดริเริ่มสิ่ง

ใหม่ ๆ กล้าเสี่ยง ช่างสังเกต ชอบการทดลอง มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น สามารถตั้งคำถาม และเชื่อมโยงความคิดในเรื่องต่าง ๆ เป็นผู้สร้างสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมใหม่ ๆ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในสังคม ดังนั้นหากครูผู้สอนสามารถพัฒนาและส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมให้กับนักเรียนได้ก็ย่อมทำให้นักเรียนสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ จนเกิดเป็นผลงานสิ่งประดิษฐ์ หรือนวัตกรรมเพื่อนำมาพัฒนาตนเอง สังคม และประเทศชาติบ้านเมืองได้ในที่สุด

แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) เป็นรูปแบบการศึกษาแบบบูรณาการที่ให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้และเข้าใจในเนื้อหาอย่างครอบคลุม ด้วยการสร้างสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิด นำไปสู่การออกแบบเชิงสร้างสรรค์ และแก้ไขปัญหาผ่านการลงมือปฏิบัติอย่างกระตือรือร้น ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งในและนอกห้องเรียน (Yakma, 2008) โดยสะเต็มศึกษาสามารถช่วยแก้ไขปัญหานักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำได้ เพราะเป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ (เน้นความคิดเชิงวิชาการ) กับศิลปศาสตร์ (เน้นความคิดเชิงสร้างสรรค์) ได้อย่างลงตัว ทำให้นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้ (Kim & Park, 2012) ซึ่งมีความสอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ STEAM ของวิสูตร โพธิ์เงิน (2560) ว่าเป็นแนวให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการทำงานในบริบทและสภาพแวดล้อมของนักเรียน เป็นการส่งเสริมการคิด ความสามารถที่หลากหลาย สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้หลากหลายวิธี มุ่งสู่การมีทักษะทางวิชาการและทักษะการใช้ชีวิตควบคู่กันไปในความเป็นมาตรฐาน

จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษา เช่น ผลของการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาในรายวิชาชีววิทยาที่มีต่อความสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (สมรัก อินทวิมลศรี, 2560), การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา (เอกสิทธิ์ ชินินทรภูมิ, 2563), การพัฒนาชุดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับโครงการเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์หุ่นกระบอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ปรัชญา ซื่อสัตย์, 2563), และผลการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 (ณัฐพงษ์ เทศทอง, 2564) พบว่า นอกจากจะมีการนำแนวการจัดการเรียนรู้นี้มาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แล้ว ยังนำแนวทางการจัดการเรียนรู้นี้มาช่วยในการพัฒนาทักษะและกระบวนการต่าง ๆ โดยเฉพาะในเรื่องของการสร้างสรรค์ผลงาน ตลอดจนการสร้างนวัตกรรมใหม่ อันช่วยเสริมสร้างความเป็นนวัตกรรมต่อไป ซึ่งถือได้ว่าเป็นทักษะที่สำคัญสำหรับการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21

บอร์ดเกมเป็นเกมที่ผู้คิดค้นออกแบบให้ผู้เล่นวางหรือเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนต่าง ๆ ภายใต้กฎกติกาที่มีอยู่อย่างชัดเจน ทำให้ผู้เล่นรู้สึกตื่นเต้นสนุกสนาน ช่วยผ่อนคลายความเครียด อีกทั้งยังส่งเสริมพัฒนาการทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ จิตใจ สังคม และสติปัญญา การเรียนรู้ที่เกิดจากการเล่นจะช่วยพัฒนาทักษะต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว (ทิตินา แคมมณี, 2566; สุคนธ์ สินธพานนท์, 2551 และ อรรถเศรษฐ์ ปรีดาภรณ์, 2557) ดังนั้นหากนำแนวคิดสะเต็มศึกษา มาจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อสนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์มาบูรณาการในการสร้างนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับบอร์ดเกม โดยใช้ความรู้ด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานในการแก้ไขปัญหา สร้างผลงานด้วยหลักการทางวิศวกรรม นำศิลปะมาออกแบบและสร้างผลงานให้มีคุณค่าและใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยเติมเต็มในการสร้างสรรค์และจัดการองค์ความรู้จนได้เป็นผลงานหรือนวัตกรรมใหม่ ๆ จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นอันเกิดจากการสร้างนวัตกรรม (สุภัค โอพาพิริยกุล, 2562) ซึ่งสอดคล้องกับหลักการจัดการศึกษาที่ว่า ผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ (กรมวิชาการ, 2545)

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนนั้น สถานศึกษาควรส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการพัฒนาตนเองอย่างรอบด้านอย่างเต็มศักยภาพตามความสนใจ ความถนัด และความต้องการที่เหมาะสมกับวัยของนักเรียน และจากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ได้แก่ การจัดตั้งกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน และสถิติการลงทะเบียนกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน พบว่านักเรียนให้ความสนใจกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเล่นเกมและบอร์ดเกมเป็นอย่างมาก เนื่องจากกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนเหล่านี้จะมีนักเรียนลงทะเบียนเป็นจำนวนมากและรับนักเรียนครบตามจำนวนภายในเวลาอันรวดเร็ว แต่การจัดกิจกรรมการสอนในกิจกรรมเหล่านี้ยังคงเน้นให้นักเรียนได้เป็นเพียงผู้เล่นเกมเท่านั้น ดังนั้นหากมีการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมด้านการสร้างนวัตกรรมแก่นักเรียน โดยเน้นกระบวนการคิด การบูรณาการความรู้ และทักษะต่าง ๆ ผ่านการลงมือปฏิบัติกิจกรรมตลอดจนการสร้างสรรค์ผลงานและนวัตกรรมที่นักเรียนสนใจด้วยตนเอง จะทำให้นักเรียนมีความเป็นนวัตกร ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน อันจะช่วยเพิ่มคุณค่าและพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจึงควรได้รับการพัฒนาองค์ความรู้ควบคู่กับความสามารถในการสร้างนวัตกรรม จากเหตุผลดังกล่าวมาผู้วิจัยมีความสนใจพัฒนากิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

กรอบแนวคิดในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาวิเคราะห์แนวคิดการศึกษาผลการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นเกี่ยวกับ

1. แนวคิดสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา (STEAM Education) คือ รูปแบบการศึกษาแบบบูรณาการที่พัฒนามาจากสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยมีรายวิชา 5 รายวิชาที่กล่าวมาข้างต้น มาประกอบกันเป็นแนวคิด เพื่อวางแผนหลักสูตรบูรณาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน นอกจากนี้ยังระบุลักษณะสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาว่า จะต้องประกอบไปด้วย 1) สถานการณ์ (Situation) 2) มีการออกแบบเชิงสร้างสรรค์ เพื่อค้นหาแนวทางการแก้ปัญหา (Creative design) และ 3) มีความดึงดูดเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการแก้ปัญหา (Emotional touch) (Yakman, 2008) โดยสะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่ช่วยส่งเสริมให้มีการสืบเสาะแสวงหาความรู้ แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นไม่จำเป็นต้องอยู่ในห้องเรียนตลอดเวลา เน้นการวางแผนแบบร่วมมือ การเชื่อมโยงบทเรียน ลงมือปฏิบัติจริง เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาได้ทั้งในการเรียน และชีวิตจริง และมีการประเมินตามสภาพจริงผ่านผลงานที่แสดงออกในแต่ละช่วงการเรียนรู้ ประกอบช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังการเรียนรู้ เพื่อนำทางผู้เรียนไปสู่การพัฒนาทักษะต่าง ๆ ที่มีความจำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตในศตวรรษที่ 21 (Reley, 2014; Riley, 2016; วศินีส อิศรเสนา ณ อยุธยา, 2559; วิสูตร โพธิ์เงิน, 2560; ถนอมขวัญ วิบูลย์ธนสาร, 2561 และ พงศกร พรหมทา, 2561)

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สะเต็มศึกษา กับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (NRC, 2012 อ้างถึงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2557) พบว่ามีความสอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางของ สสวท. ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้ 1) ระบุปัญหา (Problem Identification) การกระตุ้นความสนใจของนักเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ เพื่อวิเคราะห์และกำหนดขอบข่ายความรู้บูรณาการ 5 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ 2) รวบรวมข้อมูล และแนวความคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและสร้างชิ้นงาน 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

(Solution Design) การนำแนวคิดและข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์ใช้เพื่อการออกแบบชิ้นงาน ตามหลักการออกแบบของ Tinsman (2008) 4) วางแผนและดำเนินการพัฒนา/แก้ปัญหา (Planning and Development) การสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงาน โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด และ 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

2. การสร้างนวัตกรรม

นวัตกรรมเป็นวิธีการปฏิบัติ กระบวนการ วิธีการใหม่ ๆ ซึ่งอาจเกิดจากการคิดค้นและค้นพบใหม่ หรืออาจเกิดจากการพัฒนาปรับปรุงจากสิ่งที่มีอยู่ ด้วยกระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ อันส่งผลให้ได้ผลงาน กระบวนการ วิธีการที่เป็นประโยชน์ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2526; Schilling, 2008; อนันต์ แก้วร่วมวงศ์, 2559; มณฑล ศาสนนันท์, 2552; สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์ และคณะ, 2553; กนกนาฏ เอียดมาก และคณะ, 2561 และ ปัทมา ศรีมณี, 2562) โดยนวัตกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ 1) การคิดค้น หรือออกแบบตัวงานที่มีความแปลกใหม่ ซึ่งอาจเกิดจากการพัฒนาชิ้นใหม่ หรือการปรับปรุงจากของเดิมที่มีอยู่ 2) การมีวิธีการการพัฒนาตัวงานอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และ 3) ตัวงานมีคุณภาพและประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

3. บอร์ดเกม

บอร์ดเกม (Board Game) เป็นสื่อในรูปแบบเกมที่มีอุปกรณ์ ชิ้นส่วนต่าง ๆ และประกอบด้วยผู้เล่นตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป มีเป้าหมายในการเล่นที่ชัดเจนภายใต้การกำกับของกติกาหรือเงื่อนไขที่ใช้ในการเล่น โดยส่วนใหญ่แล้วผู้เล่นทุกคนจะมีปฏิสัมพันธ์กัน ส่งผลให้เกิดบรรยากาศที่สนุกสนาน ตื่นเต้น และเร้าใจ (มงคล ศุภอำพันวงศ์, 2562; อีระวุฒิ ศรีมังคละ, 2562 และ วชรวรรณ ปิยะรัตน์มงคล, 2563)

การตั้งคำถามมีความสำคัญต่อการออกแบบบอร์ดเกมเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นการช่วยให้ผู้ออกแบบบอร์ดเกมไม่หลงลืมหลักสำคัญของการสร้างและพัฒนาบอร์ดเกม ผู้วิจัยจึงได้นำหลักการตั้งคำถามของ Silverman (2013) และหลักการออกแบบบอร์ดเกมของ Tinsman (2008) มาใช้ในการออกแบบบอร์ดเกม ประกอบด้วย 8 ข้อดังนี้ 1) ระยะเวลาในการเล่นเกม 2) กลไกหลักของเกม

- 3) การเขียนกติกาการเล่น 4) เรื่องของโชคและกลยุทธ์ 5) ข้อมูลป้อนกลับ 6) ลักษณะของการไล่ตามทัน
7) บรรลุความคาดหวังของผู้เล่น และ 8) ผลประโยชน์ ความเสี่ยง และรางวัล

4. ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม

ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม เป็นวิธีการปฏิบัติหรือกระบวนการสร้างบอร์ดเกมที่มีความแตกต่างไปจากแบบเดิม ซึ่งอาจเกิดจากการคิดค้นใหม่ หรือการพัฒนาปรับปรุงต่อยอดจากของเดิมที่มีอยู่ผ่านกระบวนการคิดริเริ่มสร้างสรรค์และการบูรณาการความรู้ 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ถ่ายทอดออกมาเป็นบอร์ดเกมที่มีคุณประโยชน์และมีคุณภาพตามเป้าหมายที่มุ่งหวัง โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytic scoring rubric) มีองค์ประกอบการประเมิน 5 ประเด็น ได้แก่ 1) การระบุปัญหา 2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่น 4) การสร้างนวัตกรรมให้สำเร็จ และ 5) การสร้างกรอบความรู้สะเต็มศึกษา (วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนาผล, 2558; จิราพร รอดพ่วง, 2559 และ เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ, 2563)

จากแนวคิดของนักการศึกษาดังกล่าวสรุปได้ว่าเป็นการจัดประสบการณ์ให้กับนักเรียน โดยเน้นการปฏิบัติให้เกิดขึ้นแก่นักเรียน ทำให้เกิดประสบการณ์ตรง ได้เรียนรู้จากสิ่งที่สงสัยและมีวิธีการหาคำตอบอย่างมีขั้นตอนจนสามารถสร้างนวัตกรรมได้เกิดเป็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง และจากแนวคิดดังกล่าวผู้วิจัยได้สังเคราะห์กระบวนการวิจัยดังแผนภูมิที่ 1



กรอบแนวคิดในการวิจัย

<p>1. แนวคิดสะเต็มศึกษา</p> <p>สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่บูรณาการศาสตร์วิชาต่าง ๆ จำนวน 5 ศาสตร์ วิชาเข้าด้วยกัน อันได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ โดยใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (อ้างอิง Yakman, 2008; วิสูตร โปธิเงิน, 2560 และ NRC, 2012 อ้างถึงใน สสวท. 2557)</p>	<p>2. การสร้างนวัตกรรม</p> <p>เป็นวิธีการปฏิบัติ กระบวนการ วิธีการใหม่ ๆ ซึ่งอาจเกิดจากการคิดค้นและค้นพบใหม่ หรืออาจเกิดจากการพัฒนาปรับปรุงจากสิ่งที่มีอยู่ ด้วยกระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์อันส่งผลให้ได้ผลงาน กระบวนการวิธีการที่เป็นประโยชน์ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2526; Schilling, 2008; อนันต์ แก้วร่วมวงศ์, 2559; มณฑล ศาสนนันท์, 2552; สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์ และคณะ, 2553; กนกนาถ เอียดมาก และคณะ, 2561 และ ปัทมา ศรีณี, 2562)</p>	<p>3. บอร์ดเกม</p> <p>หลักในการออกแบบบอร์ดเกม ซึ่งประกอบด้วย 8 ข้อดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ระยะเวลาในการเล่น 2) กลไกหลักของเกม 3) การเขียนกติกาการเล่น 4) เรื่องของไอต์และกลาย 5) ข้อมูลเบื้องต้น 6) ลักษณะของการไล่ตามทัน 7) ปรารถนาความคาดหวังของผู้เล่นและ 8) ผลประโยชน์ ความเสี่ยง และรางวัล (Tinsman, 2008 และ Silverman, 2013) 	<p>4. ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม</p> <p>เป็นวิธีการปฏิบัติหรือกระบวนการสร้างบอร์ดเกมที่มีความแตกต่างไปจากแบบเดิม ผ่านกระบวนการคิดริเริ่มสร้างสรรค์และการบูรณาการความรู้ 5 สาขาวิชา โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytic scoring rubric) มีองค์ประกอบการประเมิน 5 ประเด็น ได้แก่</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) การระบุปัญหา 2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่น 4) การสร้างนวัตกรรมให้สำเร็จ 5) การสร้างกรอบความรู้สะเต็มศึกษา(วิจัย) วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนา, 2558; จิราพร รอดพ่วง, 2559 และ เอกสิทธิ์ ชินทรภูมิ, 2563)
--	--	---	--

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการพัฒนา/แก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

1) ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม 2) ผลการเรียนรู้ และ 3) ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน

แผนภูมิที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

คำถามในงานวิจัย

1. ข้อมูลพื้นฐานและความต้องการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นเป็นอย่างไร

2. แผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีคุณภาพอยู่ในระดับใด

3. ผลทดลองใช้การจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นอย่างไร ในประเด็นต่อไปนี้

3.1 ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นอยู่ในระดับใด

3.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่

3.3 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นอย่างไร

4. ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีประเด็นในการพัฒนาปรับปรุงอะไรบ้าง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

2. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

3. เพื่อทดลองใช้การจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในประเด็นต่อไปนี้

3.1 เพื่อประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

3.2 เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนและหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

3.3 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

4. เพื่อประเมินและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

สมมุติฐานการวิจัย

1. ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมในการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีเกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับดี

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

เพื่อให้งานวิจัยเป็นไปตามวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนกำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ลงทะเบียนกิจกรรมชุมนุมนักเรียนเคมีรุ่นเยาว์ โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย ตำบลมหาชัย อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 25 คน

2. ตัวแปรในการวิจัย ประกอบด้วย

2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่

2.1.1 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม

2.2.2 ผลการเรียนรู้

2.2.3 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้

3. ระยะเวลาในการทดลอง

ดำเนินการทดลองในกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ชุมนุมนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ใช้เวลาสอนสัปดาห์ละ 1 ชั่วโมง เป็นเวลา 15 สัปดาห์ โดยดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 15 ชั่วโมง

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้เป็นการบูรณาการความรู้ 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นวิชาวิทยาศาสตร์ในขอบข่ายเนื้อหา 1 หน่วยการเรียนรู้ คือ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา** หมายถึง แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่บูรณาการข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการพัฒนา/แก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

2. **บอร์ดเกม** หมายถึง สื่อการสอนในรูปแบบเกมที่ถูกผู้คิดค้นออกแบบให้ผู้เล่นวางหรือเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนต่าง ๆ ภายใต้กฎกติกาที่มีอยู่อย่างชัดเจน ทำให้ผู้เล่นรู้สึกตื่นเต้นสนุกสนาน และปฏิสัมพันธ์กัน

3. **ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม** หมายถึง คะแนนที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่มีความแตกต่างไปจากแบบเดิม ซึ่งอาจเกิดจากการคิดค้นใหม่หรือการพัฒนาปรับปรุงต่อยอดจากของเดิมที่มีอยู่ผ่านกระบวนการคิดริเริ่มสร้างสรรค์และ

การบูรณาการความรู้ 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ถ่ายทอดออกมาเป็นบอร์ดเกมที่มีคุณประโยชน์และมีคุณภาพตามเป้าหมายที่มุ่งหวัง โดยประเมินผลเป็นกลุ่มและใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytic scoring rubric) มุ่งองค์ประกอบการประเมิน 5 ประเด็น ได้แก่ 1) การระบุปัญหา 2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่น 4) การสร้างนวัตกรรมให้สำเร็จ และ 5) การสร้างกรอบความรู้สะเต็มศึกษา ผ่านใบงาน/ใบกิจกรรม และผลงานการออกแบบบอร์ดเกม

4. ผลการเรียนรู้ หมายถึง คะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่องความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมีในด้านความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการประยุกต์ใช้ ด้านการวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วยแบบทดสอบประเภทปรนัย จำนวน 15 ข้อ และแบบทดสอบประเภทอัตนัย จำนวน 1 ข้อ รวมเป็น 16 ข้อ

5. ความคิดเห็น หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ซึ่งเกิดจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ประเมินได้จากแบบสอบถามปลายเปิดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. นักเรียน หมายถึง ผู้ที่กำลังศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ลงเรียนกิจกรรมชุมนุมนักเคมีรุ่นเยาว์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. นักเรียนได้รับประสบการณ์ การพัฒนาความรู้ ทักษะการคิด ทักษะการแก้ไขปัญหาการออกแบบผลงาน และการทำงานร่วมกับผู้อื่น ผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งจะเป็ประโยชน์ต่อนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา และระดับชั้นที่สูงขึ้นต่อไป

2. ได้แผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อครู

3. ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อครูและโรงเรียน

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย โดยค้นคว้าจากหนังสือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผู้วิจัยเรียบเรียงลำดับหัวข้อดังนี้

1. หลักสตรกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน
 - 1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)
 - 1.2 หลักสูตรรายวิชากิจกรรมพัฒนาผู้เรียนโรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย พุทธศักราช 2566
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
 - 2.1 ความเป็นมาของสะเต็มศึกษา
 - 2.2 ความหมายของสะเต็มศึกษา
 - 2.3 องค์ประกอบของสะเต็มศึกษา
 - 2.4 แนวทางจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
 - 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
3. ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม
 - 3.1 ความหมายของนวัตกรรม
 - 3.2 องค์ประกอบของนวัตกรรม
 - 3.3 กระบวนการพัฒนานวัตกรรม
 - 3.4 ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม
 - 3.5 การประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม
 - 3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างนวัตกรรม
4. บอร์ดเกม
 - 4.1 ความหมายของบอร์ดเกม
 - 4.2 แนวคิดเกี่ยวกับบอร์ดเกม
 - 4.3 ประเภทของบอร์ดเกม
 - 4.4 แนวคิดในการออกแบบบอร์ดเกม
 - 4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบอร์ดเกม

1. หลักสตูรกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน

1.1 หลักสตูรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน มุ่งให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองตามศักยภาพ พัฒนาอย่างรอบด้าน เพื่อความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ ทั้งร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และสังคม เสริมสร้างให้เป็นผู้มีศีลธรรม จริยธรรม มีระเบียบวินัย ปลูกฝังและสร้างจิตสำนึกของการทำประโยชน์เพื่อสังคม สามารถจัดการตนเองได้ และอยู่ร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน แบ่งเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. กิจกรรมแนะแนว เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้รู้จักตนเอง รู้รักษ์สิ่งแวดล้อม สามารถคิดตัดสินใจ สติแก้ปัญหา กำหนดเป้าหมาย วางแผนชีวิตทั้งด้านการเรียนและอาชีพ สามารถปรับตนได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ยังช่วยให้ครูรู้จักและเข้าใจผู้เรียน ทั้งยังเป็นกิจกรรมที่ช่วยเหลือและให้คำปรึกษาแก่ผู้ปกครองในการมีส่วนร่วมพัฒนาผู้เรียน

2. กิจกรรมนักเรียน เป็นกิจกรรมที่มุ่งพัฒนาความมีระเบียบวินัยความเป็นผู้นำผู้ตามที่ดี ความรับผิดชอบ การทำงานร่วมกัน การรู้จักแก้ปัญหา การตัดสินใจที่เหมาะสม ความมีเหตุผล การช่วยเหลือแบ่งปันกัน เอื้ออาทรสงามานฉันท์ โดยจัดให้สอดคล้องกับความสามารถ ความถนัดและความสนใจของผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเองในทุกขั้นตอน ได้แก่ การศึกษาวิเคราะห์ วางแผน ปฏิบัติตามแผน ประเมินและปรับปรุงการทำงาน เน้นการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มตามความเหมาะสม และสอดคล้องกับบุคลิกภาวะของผู้เรียน บริบทของสถานศึกษาและท้องถิ่น กิจกรรมนักเรียน ประกอบด้วย

2.1 กิจกรรมลูกเสือ เนตรนารี ยุวกาชาด ผู้บำเพ็ญประโยชน์ และนักศึกษาวิชาทหาร

2.2 กิจกรรมชุมนุม ชมรม

3. กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์ เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียน บำเพ็ญตนให้เป็นประโยชน์ต่อสังคม ชุมชน และท้องถิ่นตามความสนใจในลักษณะอาสาสมัคร เพื่อแสดงถึงความรับผิดชอบต่อสังคม ความดีงาม ความเสียสละต่อสังคม มีจิตสาธารณะ เช่น กิจกรรมอาสาพัฒนาต่าง ๆ กิจกรรมสร้างสรรค์สังคม

1.2 หลักสตูรรายวิชากิจกรรมพัฒนาผู้เรียนโรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย พุทธศักราช 2566

1.2.1 ผลการเรียนรู้

1. อธิบายเกี่ยวกับข้อปฏิบัติในการทำปฏิบัติการเคมี เพื่อสามารถทำปฏิบัติการได้อย่างปลอดภัย รวมถึงมีความรู้และสามารถปฐมพยาบาลเบื้องต้น

2. บอก อธิบาย และจำแนกประเภทของสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนข้อปฏิบัติเบื้องต้น และปฏิบัติตนที่แสดงถึงความตระหนักในการทำปฏิบัติการเคมี เพื่อให้มีความปลอดภัยทั้งต่อตนเอง ผู้อื่นและสิ่งแวดล้อม
3. เลือกและใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ และวัดปริมาณต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
4. นำเสนอแผนการทดลอง ปฏิบัติการทดลองและเขียนรายงานการทดลอง

1.2.2 คำอธิบายรายวิชา

คำอธิบายรายวิชากิจกรรมพัฒนาผู้เรียน

กิจกรรมชุมนุม นักเคมีรุ่นเยาว์ กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ภาคเรียนที่ 1 เวลา 20 ชั่วโมง จำนวน 1.0 หน่วยกิต

ศึกษา ระบุ อธิบายเกี่ยวกับข้อปฏิบัติในการทำปฏิบัติการเคมี เพื่อสามารถทำปฏิบัติการได้อย่างปลอดภัย รวมถึงมีความรู้และสามารถปฐมพยาบาลเบื้องต้น เพื่อลดความรุนแรงที่อาจเกิดขึ้นได้ จำแนกประเภทสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ประโยชน์และโทษของสารเคมีในชีวิตประจำวัน และการใช้อย่างถูกต้อง การอ่าน แปลความหมายความเป็นอันตรายของสารเคมีจากสัญลักษณ์ติดฉลากสารเคมี การเลือกใช้อุปกรณ์และเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ วัดปริมาณต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม และปฏิบัติการทดลองทางเคมีพื้นฐานได้อย่างถูกต้อง

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การลงมือปฏิบัติ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจ ตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย และการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสม

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ความคิด สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ สามารถตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างปลอดภัย มีจิตวิทยาศาสตร์และจริยธรรม

จำนวนผลการเรียนรู้ 4 ข้อ

1. อธิบายเกี่ยวกับข้อปฏิบัติในการทำปฏิบัติการเคมี เพื่อสามารถทำปฏิบัติการได้อย่างปลอดภัย รวมถึงมีความรู้และสามารถปฐมพยาบาลเบื้องต้น
2. บอก อธิบาย และจำแนกประเภทของสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนข้อปฏิบัติเบื้องต้น และปฏิบัติตนที่แสดงถึงความตระหนักในการทำปฏิบัติการเคมี เพื่อให้มีความปลอดภัยทั้งต่อตนเอง ผู้อื่นและสิ่งแวดล้อม
3. เลือกและใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ และวัดปริมาณต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
4. นำเสนอแผนการทดลอง ปฏิบัติการทดลองและเขียนรายงานการทดลอง

1.2.3 โครงสร้างรายวิชา

ตารางที่ 1 โครงสร้างรายวิชาชุมนุมนักเรียนเคมีรุ่นเยาว์ กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
เวลา 20 ชั่วโมง

ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	น้ำหนัก คะแนน	เวลา (ชั่วโมง)
1	ข้อปฏิบัติใน ห้องปฏิบัติการ	1	การทดลองทางเคมีสำหรับ นักเรียนนิยมทำในห้องปฏิบัติการ และมีความเกี่ยวข้องกับสารเคมี อุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ผู้ ปฏิบัติควรทราบเกี่ยวกับข้อปฏิบัติ ในการทำปฏิบัติการเคมี เพื่อ สามารถทำปฏิบัติการได้อย่าง ปลอดภัย รวมถึงมีความรู้และ สามารถปฐมพยาบาลเบื้องต้น เพื่อลดความรุนแรงที่อาจเกิดขึ้นได้	15	3
2	ความปลอดภัยใน ปฏิบัติการเคมี	2-3	สารเคมีทั้งที่ใช้ในชีวิตประจำวัน และในห้องปฏิบัติการมีหลาย ประเภท ดังนั้นการอ่านฉลาก สารเคมีจึงเป็นสิ่งสำคัญอันจะ ช่วยให้สามารถใช้และเก็บรักษา สารเคมีได้อย่างถูกต้อง โดยไม่ ก่อให้เกิดผลกระทบ และเป็น อันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและ สิ่งแวดล้อม อีกทั้งการเรียนรู้ เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์การทดลอง จะส่งผลให้สามารถเลือกใช้ อุปกรณ์ได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น	75	15
3	เทคนิคปฏิบัติการ พื้นฐาน	3-4	การปฏิบัติการทดลองเป็น หัวใจสำคัญในการเรียน วิทยาศาสตร์ ดังนั้นควรส่งเสริม	10	2

ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	น้ำหนัก คะแนน	เวลา (ชั่วโมง)
			และสนับสนุนให้มีการฝึก ปฏิบัติการทดลอง ตลอดจนการ เขียนรายงานการทดลองอย่าง ต่อเนื่อง อันจะส่งผลให้ได้ผลการ ทดลองที่มีความถูกต้องและ แม่นยำมากยิ่งขึ้น		
รวม				100	20

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการบูรณาการความรู้ 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นวิชาวิทยาศาสตร์ในขอบข่ายเนื้อหาในหน่วยที่ 2 เรื่อง ความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี รวมจำนวน 15 ชั่วโมง

2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

2.1 ความเป็นมาของสะเต็มศึกษา

แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) พัฒนามาจากสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งก่อกำเนิดขึ้นที่ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมุ่งเน้นให้เยาวชนของประเทศสหรัฐอเมริกา ประสบความสำเร็จในการอ่านออกเขียนได้และต่อมาได้เพิ่มนโยบายความสำคัญด้านการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพราะต้องการพัฒนาเศรษฐกิจ ตลาดแรงงานของสหรัฐอเมริกาประสบปัญหาขาดกำลังคนด้านสะเต็ม ซึ่งการศึกษาไม่สามารถผลิตแรงงานที่มีคุณภาพ เพื่อตอบสนองต่อการแข่งขันด้านเศรษฐกิจในเวทีโลกได้ อีกทั้งยังประสบปัญหาเรื่องผลสอบ PISA ของสหรัฐอเมริกาที่ตกต่ำและภาวะขาดแคลนวิศวกร จึงมีการสนับสนุนและส่งเสริมการศึกษาด้วยแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อหวังยกระดับผลทดสอบ PISA ให้สูงขึ้น ตลอดจนเพื่อผลิตวิศวกรที่มีคุณภาพ ให้สามารถแข่งขันกับต่างประเทศได้ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2559)

จากแนวคิด STEM ได้มีผู้ศึกษาและพัฒนาต่อยอดแนวคิดดังกล่าว ได้แก่ Yakman นักวิชาการชาวอเมริกา ได้ทำการพัฒนาแนวการจัดการศึกษาจาก STEM เป็น STEAM โดยเพิ่มตัวอักษร “A” เข้ามาโดยที่ตัว “A” หมายถึง Arts หรือศิลปศาสตร์ ไม่ใช่เฉพาะทางด้านศิลปกรรมเท่านั้น ยังรวมถึงเรื่องของภาษา วรรณกรรม ปรัชญา จิตวิทยา สังคมและมนุษย์ (วิสูตร โพธิ์เงิน, 2560)

2.2 ความหมายของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา (STEAM Education) คือ รูปแบบการศึกษาแบบบูรณาการที่พัฒนามาจาก สะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยมีรายวิชาดั้งเดิม 4 รายวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ มาประกอบกันเป็นแนวคิด เพื่อวางแผนหลักสูตรบูรณาการ การจัดการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียน และนอกห้องเรียน และมีการระบุลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนการสอนที่ใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาว่าจะต้องประกอบไปด้วย 1) สถานการณ์ (Situation) 2) มีการออกแบบเชิงสร้างสรรค์ เพื่อค้นหาแนวทางการแก้ปัญหา (Creative design) และ 3) มีความดึงดูดเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการแก้ปัญหา (Emotional touch) (Yakman, 2008) และมีนักการศึกษาและนักวิชาการหลายท่านทั้งในและต่างประเทศได้ศึกษาเกี่ยวกับแนวคิด สะเต็มศึกษา ได้แก่ Reley (2014), วศินีส อิศรเสนา ณ อยุธยา (2559), วิสูตร โพธิ์เงิน (2560), ถนอมขวัญ วิบูลย์ธนสาร (2561) และ พงศกร พรหมทา (2561) ได้ให้ความหมายของคำว่าสะเต็มศึกษา ไว้ว่าเป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่มีการบูรณาการศาสตร์วิชาต่าง ๆ จำนวน 5 ศาสตร์วิชาเข้าด้วยกัน ที่สามารถส่งเสริมให้มีการสืบสอบการเรียนรู้ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียน การสอนนั้นไม่จำเป็นต้องอยู่ในห้องเรียนแต่เพียงอย่างเดียว เน้นการวางแผนแบบร่วมมือ มีการร่วมมือระหว่างครูผู้สอนและนักเรียน ระหว่างนักเรียนกับนักเรียนด้วยกันเองในการเชื่อมโยง บทเรียน การวางแผนการลงมือปฏิบัติเพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่าง มีประสิทธิภาพ และมีการประเมินตามสภาพจริงผ่านผลงานที่แสดงออก เพื่อนำทางนักเรียน ไปสู่การพัฒนาทักษะต่าง ๆ ที่มีความจำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตในศตวรรษที่ 21

ดังนั้นผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEAM Education) หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรม มีความเป็นนวัตกรรมที่ดี มีจรรยาบรรณที่ดี ด้วยการ สนับสนุนให้นักเรียนได้ร่วมมือกันทั้งในส่วนของครูและนักเรียน และระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ได้ร่วมกันออกแบบและหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตรงตามเป้าหมาย ที่ต้องการ และมีความคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ อยู่เสมอ

2.2 องค์ประกอบของสะเต็มศึกษา

องค์ประกอบแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) นั้นได้มีนักวิจัยและนักวิชาการได้ ศึกษาเอกสารของนักวิชาการและนักการศึกษา ได้แก่ Yakman (2008), ยศวีร์ สายฟ้า (2555) และ วิสูตร โพธิ์เงิน (2560) กล่าวสอดคล้องกันว่าองค์ประกอบของแนวคิดสะเต็มศึกษาประกอบไปด้วย 5 วิชา ได้แก่ S หมายถึง วิทยาศาสตร์ (Science) T หมายถึง เทคโนโลยี (Technology) E หมายถึง

วิศวกรรม (Engineering) A ศิลปะ (Arts) และ M คณิตศาสตร์ (Mathematics) จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปองค์ประกอบของแนวคิดสะเต็มศึกษาได้ดังตารางที่ 2



ตารางที่ 2 การสรุปองค์ประกอบของแนวคิดสะเต็มศึกษา

เอกสารที่เกี่ยวข้อง				
องค์ประกอบของแนวคิดสะเต็มศึกษา	Yakman (2008)	ยอร์วีร์ สายฟ้า (2555)	วิสูตร โพธิ์เงิน (2560)	ผู้วิจัยสรุป
S (Science)	ชีววิทยา, เคมี-ชีววิทยา, เคมี, ฟิสิกส์, อวกาศ เทคโนโลยี ชีวภาพ การแพทย์	วิทยาศาสตร์มุ่งเน้นการปลูกฝัง ความรู้สึก สงสัยใคร่รู้ (Curiosity) ให้เกิดขึ้นกับนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญ และส่งเสริมกระบวนการสืบสอบ (Investigation) ตลอดจนการ ทดลองสิ่งต่าง ๆ (Experiment) เป็น กระบวนการสำคัญ การกระตุ้น กระบวนการคิด (Thinking Skill) จากการตั้งคำถามมีวิธีการคิดใน ลักษณะของการตั้งสมมติฐาน (Hypothesis) อยู่เสมอ	ประวัติศาสตร์ ธรรมชาติ แนวคิดและ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ชีวเคมีเคมี ธรณีวิทยา ฟิสิกส์และอวกาศ เทคโนโลยีชีวภาพและ ชีวการแพทย์	ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ผ่าน กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อก่อให้เกิดทักษะทาง วิทยาศาสตร์ และนำความรู้ไป ประยุกต์ใช้ได้
T (Technology)	การเกษตร, ก่อสร้าง, การ สื่อสารข้อมูล, การขนส่ง	เครื่องมือหรืออุปกรณ์ (Tool) แต่ สำหรับนักเรียนแล้วเทคโนโลยีเป็น เครื่องมือธรรมดาที่เป็นเครื่องใช้ สอยทั่วไปที่อำนวยความสะดวกแก่ นักเรียนในการทำสิ่งต่าง ๆ ให้คล่อง เช่น ดินสอสี, แม่บรรทัด, แวนชอยาย,	ธรรมชาติและเทคโนโลยี เทคโนโลยีกับ สังคม การออกแบบประติมากรรมจาก เทคโนโลยีในโลกรวมถึงเทคโนโลยี การเกษตร การก่อสร้างการสื่อสาร ข้อมูล การผลิตการแพทย์ ไฟฟ้าและ พลังงานการผลิตและการขนส่ง	เทคโนโลยีการค้นคว้าหาข้อมูล การสื่อสารข้อมูลเพื่อนำไปสู่การ ค้นคว้าและนำความรู้มา สร้างสรรค์ พัฒนาหรือแก้ไข ปัญหา ผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรม

เอกสารที่เกี่ยวข้อง				
องค์ประกอบของ แนวคิดสะเต็มศึกษา	Yakman (2008)	ยศวีร์ สายฟ้า (2555)	วิสูตร โพธิ์เงิน (2560)	ผู้วิจัยสรุป
E (Engineering)	การบินและอวกาศ, เกษตร, สถาปัตยกรรม, คอมพิวเตอร์, โยธา, ไฟฟ้า , สิ่งแวดล้อม,ระบบ อุตสาหกรรม, วัสดุ, ชุ่นยนต์	เป็นกระบวนการที่เริ่มต้นมาจากการ ระบุปัญหา (Problem) จากนั้นจึง มุ่งเน้นไปที่กระบวนการคิด แก้ปัญหา (Problem-Solving Thinking Skill) และทดลองวิธีการ แก้ปัญหา (Trial) โดยนักเรียนเป็นผู้เริ่มต้นดำเนินการ ด้วยตนเอง	การใช้เหตุผลหลักการ และการ สร้างสรรค์บนพื้นฐานวิทยาศาสตร์และ คณิตศาสตร์ โดยใช้เทคโนโลยีในการ สร้างสรรค์การบินและอวกาศการเกษตร สถาปัตยกรรมเคมีโยธา คอมพิวเตอร์ ไฟฟ้า สิ่งแวดล้อม ของเหลวอุตสาหกรรมและระบบ วัสดุเครื่องจักรกลชิ้นแร่ นิวเคลียร์ กองทัพเรือ และมหาสมุทรอาร์ต	ขั้นตอนและกระบวนการในการ ออกแบบเชิง วิศวกรรมเพื่อสร้างสรรค์ พัฒนา ผลงานหรือนวัตกรรมบนพื้น ฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี
A (Arts)	ภาษา, การเมือง, จิตวิทยา, สังคม, การศึกษาที่คนคิด	ทำให้นักเรียนมีเอกาสได้ถ่ายทอด หรือประยุกต์ใช้แนวคิดสำคัญ (Concept) ด้วยความคิดสร้างสรรค์ และมีจินตนาการมากยิ่งขึ้น นักเรียนสามารถสื่อสารความคิด ของตนเองออกมาในรูปแบบของ ดนตรีและการเคลื่อนไหวการสื่อสาร ด้วยภาษาท่าทาง หรือการสื่อสาร	การสื่อสารการสร้างความคิด ที่คนคิดและชนบรรมนิยม ประเพณีที่ส่งต่อมาจากอดีตสู่ปัจจุบัน และอนาคตที่คนคิดปี ดนตรี การเคลื่อนไหวร่างกาย/นาฏศิลป์การ แสดงภาษาวรรณกรรม รวมทั้ง การศึกษาประวัติศาสตร์ปรัชญา การเมืองจิตวิทยา สังคมวิทยาเทว	การนำศิลปะโดยเฉพาะทัศนศิลป์ รวมทั้งการใช้ภาษา สื่อสาร ออกมาในรูปแบบของการ สร้างสรรค์ผลงานหรือนวัตกรรม เพื่อนำเสนอให้บุคคลอื่นได้เข้าใจ

เอกสารที่เกี่ยวข้อง				
องค์ประกอบของ แนวคิดสะเต็มศึกษา	Yakman (2008)	ยศวีร์ สายฟ้า (2555)	วิสูตร โพธิ์เงิน (2560)	ผู้วิจัยสรุป
M (Mathematics)	พีชคณิต, แคลคูลัส, การวิเคราะห์ข้อมูล, ความ น่าจะเป็น, รูปทรง เรขาคณิต, การแก้ปัญห, หลักทฤษฎี, ตรีโกณมิติ	ออกมาในรูปแบบของการวาดภาพ กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่ง ประกอบด้วย การเปรียบเทียบ การ จำแนก/จัดกลุ่ม และการบอกรูปร่าง และคุณสมบัติ ภาษาคณิตศาสตร์มี ความสำคัญเพราะเวลานักเรียน ถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจ ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์...	วิทยา ตัวเลขและการปฏิบัติ(คำนวณ) : พีชคณิต แคลคูลัส เรขาคณิต ตรีโกณมิติ การสื่อสาร การวิเคราะห์ ข้อมูล ความน่าจะเป็น การดำเนินการ แก้ปัญหา การมีเหตุผลและหลักการ ทฤษฎี	ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับตัวเลข ปริมาณ และการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งปรากฏในรูปแบบของการเป็น ส่วนประกอบหนึ่งในผลงานหรือ นวัตกรรมที่ถูกสร้างขึ้น

จากตารางที่ 2 สรุปได้ว่า องค์ประกอบของแนวคิดสะเต็มศึกษาประกอบด้วย

S วิทยาศาสตร์ (Science) คือ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อก่อให้เกิดทักษะทางวิทยาศาสตร์ และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้

T หมายถึง เทคโนโลยี (Technology) คือ เทคโนโลยีการค้นคว้าหาข้อมูล การสื่อสารข้อมูล เพื่อนำไปสู่การค้นคว้าและนำความรู้มาสร้างสรรค์พัฒนาหรือแก้ไขปัญหาผลิตภัณฑ์ผลงานหรือนวัตกรรม

E หมายถึง วิศวกรรม (Engineering) คือ ขั้นตอนและกระบวนการในการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อสร้างสรรค์ พัฒนาผลงานหรือนวัตกรรมบนพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี

A ศิลปะ (Arts) คือ การนำศิลปะโดยเฉพาทัศนศิลป์ รวมทั้งการใช้ภาษา สื่อสารออกมา ในรูปแบบของการสร้างสรรค์ผลงานหรือนวัตกรรม เพื่อนำเสนอให้บุคคลอื่นได้เข้าใจ

M คณิตศาสตร์ (Mathematics) คือ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับตัวเลข ปริมาณ และการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งปรากฏในรูปแบบของการเป็นส่วนประกอบหนึ่งในผลงานหรือนวัตกรรม ที่ถูกสร้างขึ้น

2.3 แนวทางจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ สสวท. (2557) ได้กล่าวถึงแนวคิด และลักษณะของสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่ บูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี รวมถึงแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่มุ่งแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมกระบวนการคิดแก้ปัญหา คิดริเริ่มสร้างสรรค์ ฝึกประสบการณ์ ทักษะชีวิต และเตรียมความพร้อมให้นักเรียนในการปฏิบัติงานที่จำเป็นต้องใช้ องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี เพื่อนำไปสู่การสร้าง นวัตกรรมใหม่ ๆ ในอนาคต ซึ่งการบูรณาการสามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary Integration) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียน การสอนที่มีการเรียนในส่วนของเนื้อหา และฝึกทักษะปฏิบัติของแต่ละวิชาแยกกันอย่างชัดเจน

2. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Integration) เป็นการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนที่มีการเรียนในส่วนของเนื้อหาและฝึกทักษะปฏิบัติของแต่ละวิชาแยกกัน แต่มีหลัก (Theme) ร่วมกันเพื่อให้นักเรียนได้เห็นถึงความเชื่อมโยงกันในส่วนของเนื้อหาวิชาต่าง ๆ กับสิ่งที่อยู่ รอบตัวของนักเรียน

3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Integration) เป็นการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนที่เรียนในส่วนของเนื้อหาและฝึกทักษะปฏิบัติอย่างน้อย 2 วิชาร่วมกัน เพื่อให้นักเรียน ได้เห็นความเชื่อมโยงกันของแต่ละวิชา

4. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary Integration) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีการเชื่อมโยงในส่วนของความรู้และทักษะวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตจริงของนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะต่าง ๆ มาแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง โดยครูผู้สอนเป็นผู้กำหนดกรอบหรือหัวข้อหลักของปัญหา และนักเรียนเป็นผู้ระบุปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา โดยนักเรียนเป็นผู้ลงมือทำกิจกรรม เพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ตลอดจนนำความรู้และความสามารถนั้น ๆ มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบหรือพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อให้ได้มาซึ่งเทคโนโลยีอันเป็นผลผลิตที่เกิดจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ได้กล่าวถึงกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ว่าเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือสนองต่อความต้องการ ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนหลัก ๆ ได้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุปัญหา (Identify a Challenge) 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) 3) การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) 4) การทดสอบและประสิทธิผล (Test and Evaluate) และ 5) การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution)

ทางด้าน National Research Council หรือ NRC ได้นำเสนอขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาซึ่งประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน (NRC, 2012 อ้างถึงใน สสวท., 2557) และจากการศึกษาบทความและงานวิจัยพบว่ามีการศึกษาและนักวิจัยทางการศึกษา ได้แก่ Riley (2014), Riley (2016), เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ (2563) และ ปรัชญา ชี้อสัตย์ (2563) ได้เสนอการจัดกิจกรรมการสอนตามแนวสะเต็มศึกษาไว้ ซึ่งจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่ากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและการจัดกิจกรรมการสอนตามแนวสะเต็มศึกษา สามารถสังเกตเห็นลักษณะร่วมกันของการดำเนินการจัดการเรียนการสอนได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สะเต็มศึกษา กับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา		การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา				ผู้วิจัยสังเคราะห์
ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม		Riley (2014)	Riley (2016)	เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ (2563)	ปรัชญา ชี้อัตย์ (2563)	
สวท. (2557)	(NRC, 2012 อ้างถึงใน สวท. 2557)	Riley (2014)	Riley (2016)	เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ (2563)	ปรัชญา ชี้อัตย์ (2563)	ผู้วิจัยสังเคราะห์
1. การระบุปัญหา (Identify a Challenge)	1. ระบุปัญหา (Problem Identification)	1. ขั้นสำรวจและค้นหา (Investigate)	1. ขั้นระบุสถานการณ์ (Focus)	1. การระบุปัญหา (Define)	1. การระบุปัญหา	1. การระบุปัญหา
2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas)	2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)	2. ขั้นค้นพบ (Discovery)	2. ขั้นวิเคราะห์สถานการณ์ (Detail)	2. รวบรวมข้อมูล (Discover)	2. การค้นคว้าหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง	2. การรวบรวมข้อมูลและศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง
3. การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop)	3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)	3. ขั้นเชื่อมโยง (Connect)	3. ขั้นศึกษาค้นคว้า (Discovery)	3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute)	3. การออกแบบวางแผนพัฒนา	3. การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
4. การทดสอบและประสิทธิผล (Test)	4. วางแผนและดำเนินการพัฒนา/แก้ปัญหา (Planning and Development)	4. ขั้นสร้าง (Create)	4. ขั้นประยุกต์ (Application)	4. พัฒนา (Develop) ความรู้ความเข้าใจของนักเรียน	4. การทดสอบและประเมินผล	4. การพัฒนาและดำเนินการแก้ปัญหา
	5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข		6. ขั้นประเมินและปรับปรุง (Link)	5. การทดสอบและประเมินผล	4. การทดสอบและประเมินผล	5. การทดสอบและประเมินผล

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม		การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา				ผู้วิจัยสังเคราะห์
สวท. (2557)	(NRC, 2012 อ้างถึง ใน สวท. 2557)	Riley (2014)	Riley (2016)	เอกสิทธิ์ ขนิมพรภูมิ (2563)	ปรัชญา ชี้อัตย์ (2563)	
and Evaluate)	วิธีการแก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)				แก้ปัญหา	
5. การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution)	6. นำเสนอวิธีการ แก้ปัญหา ผลการ แก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)	5. ขั้นสะท้อน (Reflect)	5. ชิ้นงาน (Presentation)	6. การนำเสนอ ผลลัพธ์ (Display) ประโยชน์ของผลงาน ที่สร้างขึ้น	5. การนำเสนอ ผลลัพธ์	6. การนำเสนอ

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า แนวทางของขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเป็นไปในทิศทางที่คล้ายคลึงกัน คือ เริ่มต้นการจัดการเรียนการสอนด้วยปัญหา การรวบรวมข้อมูล ดำเนินการออกแบบและแก้ไขปัญหา ตลอดจนนำเสนอผลลัพธ์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางของ National Research Council (NRC) ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

- 1) ระบุปัญหา (Problem Identification) การกระตุ้นความสนใจของนักเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ เพื่อวิเคราะห์และกำหนดขอบข่ายความรู้บูรณาการ 5 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์
- 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและสร้างชิ้นงาน
- 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) การนำแนวคิดและข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์ใช้เพื่อการออกแบบชิ้นงาน ตามหลักการออกแบบของ Tinsman (2008)
- 4) วางแผนและดำเนินการพัฒนา/แก้ปัญหา (Planning and Development) การสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา
- 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงาน โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด
- 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

ถนอมขวัญ วิบูลย์ธนสาร (2561) ได้การพัฒนาชุดกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง พันธะเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 ห้องเรียน ที่ได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษา 1 ห้องเรียนและกลุ่มควบคุม คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

1 ห้องเรียน พบว่า 1) ชุดกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง พันธะเคมี มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) กลุ่มทดลองมีทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 3) กลุ่มทดลองมีทักษะในศตวรรษที่ 21 สูงกว่ากลุ่มควบคุม 4) กลุ่มทดลองมีทักษะในศตวรรษที่ 21 และการสื่อสารและการร่วมมือทำงาน อยู่ในระดับดีมาก

พงศกร พรหมทา (2561) ได้พัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พันธะเคมี: ฝ่าฝ้ายกันน้ำ เพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า กิจกรรมสะเต็มศึกษามีประสิทธิภาพเท่ากับร้อยละ 100 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และเมื่อนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาไปจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกับกลุ่มทดลอง พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีสืบเสาะความรู้ (5E)

ปรัชญา ซื่อสัตย์ (2563) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน โดยใช้การจัดการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM ร่วมกับโครงการเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์หุ่นกระบอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า ความเป็นนวัตกรรมของนักเรียน, ผลงานสร้างสรรค์หุ่นกระบอกของนักเรียน และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้ควรมีการปรับปรุงชุดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน โดยการเพิ่มระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอน และแยกชุดกิจกรรมเป็นคู่มือสำหรับครูและชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน

เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ (2563) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา พบว่าหลังใช้รูปแบบ “6Ds Model” นักเรียนมีทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งนักเรียนมีความคิดเห็นที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอนมากที่สุด นอกจากนี้นักเรียนมีทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ณัฐพงษ์ เทศทอง (2564) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยการจัดการเรียนการสอนสาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียน เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และความพึงพอใจของนักเรียนมีเกณฑ์ประเมินอยู่ในระดับดี

เอกพร ธรรมยศ (2564) ได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง พบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 41.14/80.09 2) นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 3) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และ 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67

ศิริลักษณ์ อีสณพงษ์ (2564) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีเจตคติต่อวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Soon Beom Kwona (2011) ได้วิจัยเรื่อง “The Effects of Convergence Education based STEAM on Elementary School Students’ Creative Personality” พบว่า การบูรณาการ วิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และศิลปะ ซึ่งศิลปะมีผลต่อการพัฒนาให้เกิด ความคิดสร้างสรรค์เข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนานักเรียนให้เกิดการคิดอย่างสรรค์

Herro, Quigley, Andrews, & Delacruz (2017) ได้รายงานการพัฒนา RUBRIC ชื่อ Co-Measure เพื่อที่จะให้ผู้วิจัยและนักการศึกษาได้ใช้ในการประเมิน ทักษะการทำงานร่วมมือของนักเรียน รายบุคคล เมื่อนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทำกิจกรรมสะเต็มศึกษา ทีมผู้จัดทำโครงการ จะให้เหตุผล กระบวนการ การตรวจสอบความถูกต้อง เริ่มต้นด้วยการทบทวน RUBRIC ต่อมาแจ้งให้นักวิจัยสะเต็มทราบและนำผลการเรียนรู้ของสะเต็มมาจัดการเรียนรู้ในรูปแบบไปข้างหน้า และปิดท้าย ด้วยการจัด RUBRIC อีกทั้งยังให้นักวิจัยและนักการศึกษาสามารถนำไปใช้ได้โดยไม่คิดค่าใช้จ่าย

สรุป

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตามแนวสะเต็มศึกษาพบว่า แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่เน้นการทำงานแบบร่วมมือกันของนักเรียน เพื่อช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้มีทักษะการคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน มีทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม ตลอดจนส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมของนักเรียน ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญที่นักการศึกษา มุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 อีกทั้งแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตามแนวสะเต็มศึกษายังมีความเหมาะสมสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาอีกด้วย

3. ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

3.1 ความหมายของนวัตกรรม

คำว่านวัตกรรม (Innovation) นั้นมีรากศัพท์มาจากภาษาละตินคำว่า “Innovare” แปลว่า “ทำสิ่งใหม่ขึ้นมา” (สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ, 2550) นักวิชาการและนักวิจัยทางการศึกษาหลายท่านทั้งในและต่างประเทศ ได้แก่ ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2526), Schilling (2008), อนันต์ แก้วร่วมวงศ์ (2559), มณฑล ศาสนนันท์ (2552), สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์ และคณะ (2553), กนกนาฏ เอียดมาก และคณะ (2561) และ ปัทมา ศรีมณี (2562) ได้ให้ความหมายของคำว่านวัตกรรมเป็นไปในแนวทางเดียวกัน คือ นวัตกรรมเป็นวิธีการปฏิบัติ กระบวนการ วิธีการใหม่ ๆ ซึ่งอาจเกิดจากการคิดค้นและค้นพบใหม่ หรืออาจเกิดจากการพัฒนาปรับปรุงจากสิ่งที่มีอยู่ ด้วยกระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ อันส่งผลให้ได้ผลงาน กระบวนการ วิธีการที่เป็นประโยชน์

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสามารถสรุปได้ว่า นวัตกรรม หมายถึง วิธีการปฏิบัติหรือกระบวนการสร้างสิ่งใหม่ที่มีความแตกต่างไปจากแบบเดิม ซึ่งอาจเกิดจากการคิดค้นใหม่ หรือการพัฒนาปรับปรุงต่อยอดจากของเดิมที่มีอยู่ผ่านกระบวนการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ อันก่อให้เกิดประโยชน์ตามเป้าหมายที่มุ่งหวัง

3.2 องค์ประกอบของนวัตกรรม

นักวิชาการและนักวิจัยทางการศึกษาได้จำแนกองค์ประกอบและลักษณะของนวัตกรรมไว้ดังนี้

Cohen & Ball. (2006) อ้างถึงในเอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ (2563) ได้จำแนกองค์ประกอบของนวัตกรรมออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) ตัวงานที่ได้จากการออกแบบหรือจากการประดิษฐ์คิดค้นขึ้นมาใหม่ 2) วิธีการนำตัวงานนั้นไปใช้หรือไปปฏิบัติ และ 3) ประโยชน์ที่ได้จากตัวงานนั้น

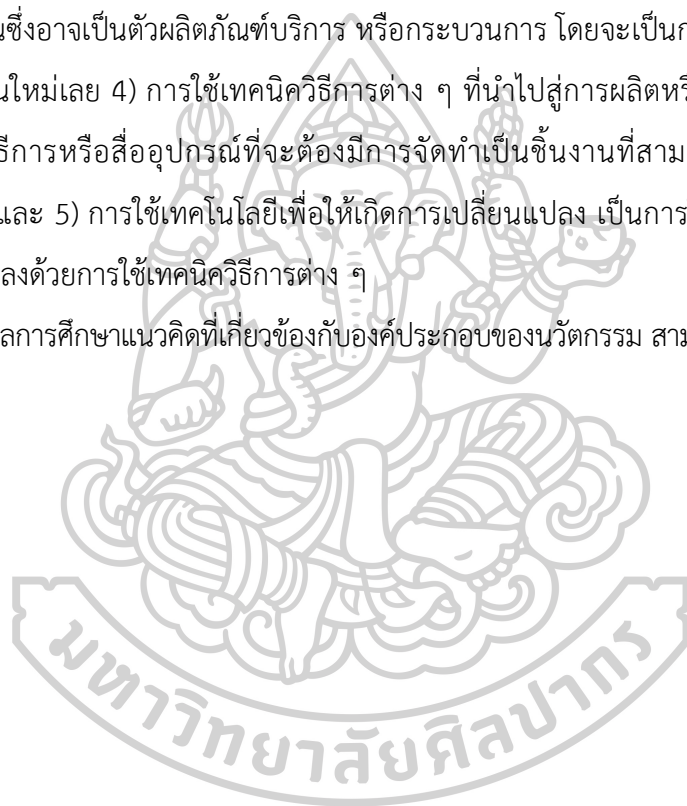
มาเรียม นิลพันธุ์ (2558) ได้กล่าวถึงนวัตกรรม ต้องมีลักษณะดังนี้ 1) ติมีคุณค่า 2) ผลที่ได้ตรงตามเป้าหมาย วัตถุประสงค์ที่ต้องการใช้ และ 3) ใช้งานได้อย่างดีมีคุณภาพ มีประสิทธิภาพ มีประสิทธิผลและมีมาตรฐาน

สุบรรณ เอี่ยมวิจารณ์ (2561) สังเคราะห์ตัวแปรความหมายนวัตกรรมทางเทคโนโลยีซึ่งมีการศึกษาทั้งสิ้น 5 ตัวแปรประกอบด้วย 1) การใช้ความรู้ใหม่ในการจัดทำผลิตภัณฑ์ 2) การทำผลิตภัณฑ์หรือวิธีการทำงานขึ้นมาใหม่ 3) การพัฒนาวิธีการทำงานที่มีอยู่เดิมให้ดีขึ้น 4) การใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง และ 5) การใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ ที่นำไปสู่การผลิตหรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ปรัชญา ชี้อสัตย์ (2563) ได้สังเคราะห์ลักษณะของนวัตกรรม ได้ดังนี้ 1) มีการคิดค้นใหม่หรือเป็นของใหม่ทั้งหมดหรือบางส่วน เช่น กระบวนการผลิต วัสดุดิบ ปัจจัยนำเข้า 2) มีการพัฒนาขึ้นอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และ 3) ใช้งานได้อย่างมีคุณภาพ

เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ (2563) ได้สังเคราะห์ลักษณะของนวัตกรรมที่นำไปสู่การเผยแพร่และการยอมรับนวัตกรรมจะต้องประกอบด้วย 5 ส่วนดังนี้ 1) ทักษะที่ดีขึ้นเป็นนวัตกรรมที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงในผลิตภัณฑ์โดยรวม หรือบริการขององค์กร 2) ปรับปรุงที่มีอยู่ให้ดีขึ้น การปรับปรุงสิ่งต่าง ๆ ให้ดีกว่าเดิมหรือการทำงานให้ง่ายขึ้นรวดเร็วขึ้น 3) พัฒนาประสิทธิภาพที่ดีขึ้นเป็นสิ่งที่ถูกพัฒนาขึ้นซึ่งอาจเป็นตัวผลิตภัณฑ์บริการ หรือกระบวนการ โดยจะเป็นการปรับปรุงจากของเดิมหรือพัฒนาขึ้นใหม่เลย 4) การใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ ที่นำไปสู่การผลิตหรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นเทคนิควิธีการหรือสื่ออุปกรณ์ที่จะต้องมีการจัดทำเป็นชิ้นงานที่สามารถศึกษาและนำไปใช้ประโยชน์ได้ และ 5) การใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง เป็นการใช้นโยบายเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้วยการใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ

จากผลการศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของนวัตกรรม สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4



ตารางที่ 4 การวิเคราะห์แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับประกอบของนวัตกรรม

แนวคิดที่เกี่ยวข้อง					ผู้วิจัยสรุป
Cohen & Ball. (2006)	มาเรียม นิลพันธุ์ (2558)	สุบรรณ เอี่ยมจรรย์ (2561)	ปรัชญา ซื่อสัตย์ (2563)	เอกสิทธิ์ ชินนทรภูมิ (2563)	
1) ตัวงานที่ได้จากการออกแบบหรือจากการประดิษฐ์คิดค้นขึ้นมาใหม่	-	1) การใช้ความรู้ใหม่ในการจัดทำผลิตภัณฑ์	1) มีการคิดค้นใหม่ หรือ เป็นของใหม่ที่ทั้งหมดหรือบางส่วน เช่น กระบวนการผลิต วัสดุ ป้อนเข้า	1) ทาวิธีที่คิดค้นเป็นนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงในผลิตภัณฑ์โดยรวม หรือบริการขององค์กร	1) การคิดค้นหรือออกแบบตัวงานที่มีความแปลกใหม่
2) วิธีการนำตัวงานนั้นไปใช้หรือไปปฏิบัติ	-	2) การทำผลิตภัณฑ์หรือวิธีการทำงานขึ้นใหม่ 3) การพัฒนาวิธีการทำงานที่มีอยู่เดิมให้ดีขึ้น	2) มีการพัฒนาขึ้นอย่าง เป็นลำดับขั้นตอน	2) ปรับปรุงที่มีอยู่ให้ดีขึ้น ปรับปรุงสิ่งต่าง ๆ ให้ดีกว่าเดิม หรือการทำงานให้ดีขึ้นเร็วขึ้น 3) พัฒนาประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น เป็นสิ่งใหม่ที่ถูกพัฒนาขึ้นซึ่ง อาจเป็นตัวผลิตภัณฑ์บริการ หรือกระบวนการ โดยจะเป็น การปรับปรุงจากของเดิมหรือ พัฒนาขึ้นใหม่เลย	2) การมีวิธีการพัฒนา ปรับปรุงตัวงานให้ดีขึ้น อย่างเป็นลำดับขั้นตอน

แนวคิดที่เกี่ยวข้อง					ผู้วิจัยสรุป
Cohen & Ball. (2006)	มาเรียม นิลพันธุ์ (2558)	สุพรรณ เอี่ยมจรรย์ (2561)	ปรัชญา ชีอัสต์ย์ (2563)	เอกสิทธิ์ ชินนทรภูมิ (2563)	
-	-	4) การใช้เทคโนโลยีเพื่อให้ เกิดการเปลี่ยนแปลง	4) การใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ ที่นำไปสู่การผลิตหรือการ พัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นเทคนิค วิธีการหรือสื่ออุปกรณ์ที่จะต้อง มีการจัดทำเป็นชิ้นงานที่ สามารถศึกษาและนำไปใช้ ประโยชน์ได้	4) การใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ ที่นำไปสู่การผลิตหรือการ พัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นเทคนิค วิธีการหรือสื่ออุปกรณ์ที่จะต้อง มีการจัดทำเป็นชิ้นงานที่ สามารถศึกษาและนำไปใช้ ประโยชน์ได้	-
3) ประโยชน์ที่ได้ จากตัวงานนั้น	1) ดีมีคุณค่า 2) ผลที่ได้ตรงตาม เป้าหมาย	5) การใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ ที่นำไปสู่การผลิตหรือการ พัฒนาผลิตภัณฑ์	3) ใช้งานได้อย่างมี คุณภาพ	5) การใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เกิด การเปลี่ยนแปลง เป็นการใช้ เทคโนโลยีเพื่อให้เกิดการ เปลี่ยนแปลงด้วยการใช้เทคนิค วิธีการต่าง ๆ	-
		-			3) ตัวงานมี คุณภาพสามารถ นำไปใช้

แนวคิดที่เกี่ยวข้อง					ผู้วิจัยสรุป
Cohen & Ball. (2006)	มาเรียม นิลพันธุ์ (2558)	สุพรรณ เอี่ยมจารณ (2561)	ปรัชญา ชีอัสต์ย์ (2563)	เอกสิทธิ์ ชินนทรณุมิ (2563)	
	วัตถุประสงค์ที่ ต้องการใช้				ประโยชน์ได้ตาม จุดมุ่งหมายที่ตั้ง ไว้
	3) ใช้งานได้อย่างดี มีคุณภาพ มี ประสิทธิภาพ มี ประสิทธิผลและมี มาตรฐาน				

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสามารถสรุปได้ว่า นวัตกรรม ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ 1) การคิดค้น หรือออกแบบตัวงานที่มีความแปลกใหม่ 2) การมีวิธีการพัฒนา ปรับปรุงตัวงานให้ดีขึ้น อย่างเป็นลำดับขั้นตอน และ 3) ตัวงานมีคุณภาพสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

3.3 กระบวนการพัฒนานวัตกรรม

ทิสนา แชมมณี (2552) ได้ให้หลักการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษาไว้ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การระบุปัญหา (Problem) แนวความคิดในการพัฒนานวัตกรรมนั้น ส่วนใหญ่จะเริ่มต้นจากการมองเห็นปัญหา และความต้องการในการแก้ไขปัญหาเหล่านั้นจนเกิดความสำเร็จอย่างมีคุณภาพ

2. การกำหนดจุดมุ่งหมาย (Objective) เมื่อมีการกำหนดปัญหาแล้ว ต่อมาต้องกำหนดเป้าหมายในการสร้างหรือพัฒนานวัตกรรมให้มีคุณสมบัติตรงตามเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้อย่างชัดเจน

3. การศึกษาข้อจำกัดต่าง ๆ (Constraints) นวัตกรรมหรือผู้พัฒนานวัตกรรมทางการจัดการเรียนการสอนจะต้องมีการศึกษาข้อมูลของปัญหา รวมไปถึงข้อจำกัดและเงื่อนไขในการใช้นวัตกรรมนั้น อันก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการนำไปใช้งานได้จริง

4. การประดิษฐ์คิดค้นนวัตกรรม (Innovation) นวัตกรรมหรือพัฒนานวัตกรรมจะต้องเป็นบุคคลที่มีความรู้ มีประสบการณ์ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์สิ่งใหม่ โดยนวัตกรรมนั้นอาจเกิดจากการนำของเก่ามาปรับปรุง ดัดแปลง เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น หรืออาจเกิดจากการคิดค้นขึ้นมาใหม่ทั้งหมด โดยนวัตกรรมทางการศึกษามีรูปแบบแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะปัญหาหรือเป้าหมายของนวัตกรรมนั้น เช่น อาจมีลักษณะเป็นแนวคิด หลักการ แนวทาง ระบบ รูปแบบ วิธีการ กระบวนการ เทคนิค หรือสิ่งประดิษฐ์ และเทคโนโลยี เป็นต้น

5. การทดลองใช้ (Experimentation) เมื่อคิดค้นหรือประดิษฐ์นวัตกรรมทางการศึกษาแล้ว ต้องดำเนินการทดลองนวัตกรรม ซึ่งเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและจำเป็นเป็นอย่างมาก เพราะเป็นการประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขผลการทดลองจะทำให้ได้ข้อมูลนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนานวัตกรรมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น หากมีการทดลองใช้นวัตกรรมหลายครั้ง จะยิ่งทำให้มั่นใจในคุณภาพและประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่สร้างขึ้น

6. การเผยแพร่ (Dissemination) เมื่อนวัตกรรมหรือพัฒนานวัตกรรมมั่นใจแล้วว่านวัตกรรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพแล้วก็สามารถนำไปเผยแพร่ให้เป็นที่รู้จัก

ปรัชญา ชื่อสัตย์ (2563) ได้สังเคราะห์กระบวนการพัฒนานวัตกรรมได้ 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) ขั้นการตระหนักถึงความจำเป็นของนวัตกรรม 2) ขั้นการพัฒนานวัตกรรม และ 3) ขั้นการนำเอานวัตกรรมไปใช้หรือปฏิบัติ ซึ่งในแต่ละขั้นตอนการพัฒนามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ขั้นการตระหนักถึงความจำเป็นของนวัตกรรม เป็นการศึกษาสภาพปัญหา และสำรวจความต้องการ เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจและหาแนวทางที่เหมาะสมในการปรับปรุงประยุกต์ใช้หรือพัฒนานวัตกรรมให้สอดคล้องกับความต้องการและสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น

2. ขั้นการพัฒนานวัตกรรม เป็นการส่งเสริมสนับสนุนทรัพยากรในด้านต่าง ๆ ที่มีความจำเป็นในการสร้างนวัตกรรม เพื่อนำไปใช้ในการดำเนินการพัฒนาตามขั้นตอนที่กำหนด มีการตรวจสอบนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นในทุกขั้นตอน สังเคราะห์ผลการตรวจสอบ และนำไปทดลองใช้ ด้วยการสร้างเครื่องมือเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลผลจากการทดลองใช้นวัตกรรม อาจนำนวัตกรรมไปทดลองใช้ (Try Out) จากนั้นติดตามประเมินผลการทดลองใช้ และปรับปรุงนวัตกรรมให้เป็นไปตามเกณฑ์การประเมินคุณค่านวัตกรรม

3. ขั้นการนำนวัตกรรมไปใช้ เป็นการเผยแพร่ผลงานการพัฒนานวัตกรรมให้บุคคลอื่นได้รับทราบ เพื่อเกิดความเข้าใจและนำไปใช้ปฏิบัติในทิศทางเดียวกัน

ดังนั้นสรุปได้ว่ากระบวนการพัฒนานวัตกรรมมีขั้นตอนหลัก ๆ อยู่ 3 ขั้นตอนด้วยกัน คือ

1) การระบุหรือตระหนักของความจำเป็นของนวัตกรรม 2) การประดิษฐ์คิดค้นหรือการพัฒนานวัตกรรม และ 3) การนำนวัตกรรมไปใช้

3.4 ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม เป็นทักษะในการสร้างสิ่งใหม่ที่มีความแตกต่างไปจากแบบเดิม ซึ่งอาจเกิดจากการคิดค้นใหม่ หรือการพัฒนาปรับปรุงต่อยอดจากของเดิมที่มีอยู่ผ่านกระบวนการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ อันก่อให้เกิดประโยชน์ตามเป้าหมายที่มุ่งหวัง

วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนาผล (2558) ได้กล่าวว่าทักษะการสร้างสรรคและนวัตกรรมมีองค์ประกอบหลัก 3 ประการ ได้แก่ 1) การคิดอย่างสร้างสรรค์ เป็นคิดริเริ่มในสิ่งที่เป็นประโยชน์ ใช้เทคนิควิธีการคิดอย่างหลากหลายอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลและความรู้ แสดงความคิดของตนเองต่อผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการประเมินและปรับปรุงความคิดของตนเอง 2) การทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์ สื่อสารความคิดของตนเองกับผู้อื่น ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เปิดรับและตอบสนองความคิดเห็นใหม่ ๆ ของบุคคลอื่น แสดงความคิดริเริ่มในการปฏิบัติงาน และปรับให้สอดคล้องกับบริบท ร่วมกับบุคคลอื่นด้วยความร่วมมือร่วมใจ แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับบุคคลอื่น เคารพความคิดของคนอื่น และ 3) การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ วางแผนดำเนินการพัฒนานวัตกรรมที่สืบเนื่องมาจากคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมตามแผนที่กำหนดไว้ ประเมินคุณภาพของนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น ปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องของนวัตกรรมให้ดีขึ้น

จิราพร รอดพ่วง (2559) ได้สร้างแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักศึกษา ฝึกประสบการณ์วิชาชีพ มี 4 องค์ประกอบ ประกอบด้วย 1) การระบุปัญหาที่เป็นจุดเริ่มต้นในการ สร้างนวัตกรรม 2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ และ 4) การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริงในการสร้างนวัตกรรม

เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ (2563) ได้สร้างแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ประกอบด้วย 5 ด้าน ได้แก่ 1) การระบุปัญหา 2) การสร้างแนวคิดหรือ แนวทางใหม่ 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ 4) สร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ และ 5) การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง

จากผลการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างนวัตกรรม สามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนาผล (2558)	จิราพร รอดพ่วง (2559)	เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ (2563)	ผู้วิจัยสรุป
-	1) การระบุปัญหา	1) การระบุปัญหา	1) การระบุปัญหา
1) การคิดอย่าง สร้างสรรค์	2) การสร้างแนวคิด หรือแนวทางใหม่	2) การสร้างแนวคิด หรือแนวทางใหม่	2) การสร้างแนวคิด หรือแนวทางใหม่
2) การทำงานร่วมกับ บุคคลอื่นอย่าง สร้างสรรค์	3) การทำงานร่วมกับ ผู้อื่นได้อย่าง สร้างสรรค์	3) การทำงานร่วมกับ ผู้อื่นได้อย่าง สร้างสรรค์	3) การทำงานร่วมกับ ผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์
3) การสร้างนวัตกรรม ให้เกิดผลสำเร็จ	4) การนำแนวทางที่ได้ พัฒนาไปสู่การปฏิบัติ จริงในการสร้าง นวัตกรรม	4) สร้างนวัตกรรมให้ เกิดผลสำเร็จ 5) การนำแนวทางที่ได้ พัฒนาไปสู่การปฏิบัติ จริง	4) การสร้างนวัตกรรม ให้สำเร็จ

ดังนั้นสรุปได้ว่าความสามารถในการสร้างนวัตกรรมควรมีองค์ประกอบในการประเมินผล ทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่

- 1) การระบุปัญหา เป็นจุดเริ่มต้นในการสร้างนวัตกรรม รับรู้และระบุความจำเป็นและความต้องการของนวัตกรรม อาจกระตุ้นได้จากการกำหนดเป้าหมายของการสร้างนวัตกรรม เป็นการนำเสนอรายละเอียดของนวัตกรรมที่จะสร้างขึ้น
- 2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ เป็นการระบุแนวคิดที่แปลกใหม่ ซึ่งอาจเกิดจากการคิดใหม่ทั้งหมดหรือการปรับปรุงจากสิ่งที่มีอยู่
- 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ การสื่อสารความคิดของตนเองกับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพ เคารพความคิดของคนอื่น ก่อให้เกิดความร่วมมือร่วมใจในการสร้างนวัตกรรม
- 4) การสร้างนวัตกรรมให้สำเร็จ เป็นการสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จอย่างมีคุณภาพ และสามารถนำไปใช้งานจริงได้ตรงตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

3.5 การประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลทักษะปฏิบัติ เกี่ยวกับองค์ประกอบของการวัดและประเมินทักษะปฏิบัติ และเครื่องมือการวัดและประเมินทักษะปฏิบัติ เพื่อนำมาใช้ในการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมให้เกิดความถูกต้องและเหมาะสมมากที่สุด ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ความหมายของการประเมินทักษะปฏิบัติ

การประเมินการปฏิบัติ (performance assessment) หมายถึง กระบวนการรวบรวมข้อมูลการปฏิบัติของนักเรียน ครอบคลุมทั้งผลงานและ/หรือกระบวนการที่เป็นทั้งการใช้การเคลื่อนไหวร่างกายร่วมกับความสามารถทางสมองและ/หรือจิตใจ โดยให้นักเรียนแสดงออกด้านทักษะหรือสมรรถนะในการสร้างสรรค์ผลงาน หรือวิธีปฏิบัติงาน (กฤษฎากาญจน์ โดพิทักษ์, 2563)

ลักษณะของการประเมินการปฏิบัติ

ลักษณะของการประเมินการปฏิบัติเน้นกระบวนการออกแบบงานเพื่อการประเมินที่มีความหมาย มุ่งเน้นการประเมินความคิดระดับสูง เพื่อนำไปสู่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีการประเมินทั้งคุณภาพของผลงานและกระบวนการ มีเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจน และมุ่งเน้นให้เกิดปฏิสัมพันธ์ทางบวกระหว่างผู้ประเมินและผู้ถูกประเมิน (กฤษฎากาญจน์ โดพิทักษ์, 2563)

ความมุ่งหมายของการประเมินการปฏิบัติ

Kentucky Department of Education (Hart, 1994) ได้นำการประเมินการปฏิบัติ ไปใช้ในโครงการการปฏิรูปการศึกษา โดยพัฒนางานที่จะให้นักเรียนปฏิบัติอย่างหลากหลายเพื่อที่จะทดสอบความก้าวหน้าของนักเรียนโดยมีความมุ่งหมาย 6 ประการ คือ

1. เพื่อให้นักเรียนประยุกต์ใช้การสื่อสารขั้นพื้นฐานและทักษะทางวิชาการผ่านการปฏิบัติงานที่หลากหลาย
2. เพื่อให้นักเรียนประยุกต์ใช้หลักการและแนวคิดหลักจากเนื้อหาทุกสาขาวิชาในลักษณะของการบูรณาการ
3. เพื่อให้ตอบสนองกับความสามารถของบุคคลที่มีความหลากหลายแตกต่างกันไปแต่ละบุคคล
4. เพื่อให้ตอบสนองกับบทบาทของผู้เรียนในการเป็นสมาชิกของครอบครัว ชุมชน และสังคม
5. เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความคิดและทักษะการแก้ปัญหาในแต่ละบริบทที่แตกต่างกันไป ซึ่งนักเรียนจะไปพบในโลกแห่งความเป็นจริงในอนาคต
6. เพื่อให้นักเรียนได้มีการเชื่อมโยงและการบูรณาการความรู้กับชีวิตจริง จะเห็นได้ว่าการประเมินการปฏิบัติเป็นกลไกในการประเมินเพื่อสะท้อนการใช้ความคิด

องค์ประกอบของการวัดและประเมินทักษะปฏิบัติ

องค์ประกอบของการวัดและประเมินทักษะปฏิบัติ (กฤตยากาญจน์ โต้พิทักษ์, 2563) ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ คือ 1) งานเพื่อการปฏิบัติ และ 2) เกณฑ์การให้คะแนน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. งานเพื่อการปฏิบัติ เป็นกิจกรรมการประเมินที่ต้องการให้นักเรียนได้ปฏิบัติเพื่อสะท้อนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเป้าหมายการเรียนรู้
2. เกณฑ์การให้คะแนน เป็นชุดเกณฑ์ที่มีความเชื่อมโยงกัน เพื่อประเมินคุณค่าการปฏิบัติของนักเรียน เป็นส่วนช่วยให้ผู้ประเมินตัดสินคุณค่าของการปฏิบัติ

กระบวนการออกแบบการวัดและประเมินทักษะปฏิบัติ

กระบวนการออกแบบการวัดและประเมินทักษะปฏิบัติประกอบด้วย 6 ขั้นตอนหลัก (กมลวรรณ ตั้งธนานนท์, 2555; สุวิมล ว่องวาณิช, 2546) สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การกำหนดจุดมุ่งหมายของการวัดและประเมินทักษะปฏิบัติ จะช่วยในการกำหนดงานและวิธีการประเมินได้อย่างเหมาะสม ดังนั้นในการออกแบบการประเมินทักษะปฏิบัติ ผู้ประเมินต้องเริ่มต้นจากการกำหนดจุดมุ่งหมายและโครงสร้างของสิ่งที่ต้องการประเมิน
2. การกำหนดกรอบของการประเมิน เป็นการระบุเนื้อหา ทักษะ กระบวนการ องค์ประกอบ หรือมิติอื่น ๆ ของสิ่งที่ต้องการประเมิน
3. การกำหนดน้ำหนักความสำคัญของคุณลักษณะและเครื่องมือที่ต้องใช้ คุณลักษณะที่ต้องการประเมินในการปฏิบัติงานอาจมีความสำคัญไม่เท่ากัน หลังจากศึกษาหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดของหลักสูตร ผู้สอนควรพิจารณาว่าจะใช้ตัวชี้วัดใดในการจัดการเรียนการสอน จะกำหนดน้ำหนักความสำคัญของคุณลักษณะแต่ละคุณลักษณะเท่าใด และใช้เครื่องมือใดในการวัด

และประเมินคุณลักษณะแต่ละด้าน เพื่อให้มั่นใจว่าการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการวัด และประเมินทักษะปฏิบัติมีความเหมาะสมและสอดคล้องต่อตัวชี้วัดตามหลักสูตร

4. การกำหนดประเด็นที่ต้องการประเมิน โดยทั่วไปแล้วทักษะการปฏิบัติประกอบด้วย

- 1) กระบวนการปฏิบัติงาน สามารถพิจารณา 2 ประเด็น คือ คุณภาพการปฏิบัติงานและเวลา และ
- 2) การปฏิบัติงานหรือผลงาน สามารถพิจารณา 2 ประเด็น คือ คุณภาพผลงานและปริมาณงาน

5. การกำหนดงานและสถานการณ์ให้นักเรียนปฏิบัติ ประเด็นสำคัญคือ การวางแผนว่าจะใช้สถานการณ์ใดในการประเมินทักษะการปฏิบัติ เพื่อให้ผู้รับการประเมินแสดงทักษะที่ต้องการวัดออกมาได้ชัดเจนที่สุด

6. การกำหนดเกณฑ์สำหรับประเมินทักษะการปฏิบัติ ทักษะต่าง ๆ ที่ผู้รับการประเมิน แสดงออกผ่านงานสำหรับประเมินปฏิบัติจะผ่านการวัดและประเมินโดยใช้เกณฑ์การประเมินรูปแบบต่าง ๆ ที่เป็นเครื่องมือสำหรับวัดและประเมินทักษะการปฏิบัติ

ประเภทเครื่องมือการปฏิบัติ

เมื่อพิจารณาลักษณะของการประเมินการปฏิบัติที่สามารถทำได้โดยการเขียนตอบ การใช้สถานการณ์จำลอง และการใช้สถานการณ์จริง ซึ่งจำเป็นต้องมีการออกแบบเครื่องมือประเมิน การปฏิบัติที่มีคุณภาพ โดยสามารถจำแนกเครื่องมือประเมินการปฏิบัติออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ เครื่องมือประเภทที่ใช้การทดสอบ และเครื่องมือประเภทที่ไม่ใช้การทดสอบ (สุวิมล ว่องวานิช, 2546; กมลวรรณ ตั้งธนกานนท์, 2555) มีรายละเอียดดังนี้

เครื่องมือประเภทที่ใช้การทดสอบ

เครื่องมือประเภทที่ใช้การทดสอบในการวัดและประเมินทักษะการปฏิบัติ คือ แบบทดสอบ (test) โดยสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบข้อเขียน (paper and pencil) แบ่งออกเป็น 2 ประเภทย่อย ได้แก่

1.1 แบบทดสอบวัดความรู้ใช้เนื้อหาเกี่ยวกับการปฏิบัติ (test item) ใช้วัดความรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวกับการปฏิบัติ หรือวัดความรู้เกี่ยวกับกฎหรือความรู้ทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับการปฏิบัติ ผู้ประเมินควรใช้เครื่องมือนี้ในการวัดก่อนที่จะทดสอบในภาคปฏิบัติ เช่น วัดความรู้เกี่ยวกับกฎแรงโน้มถ่วงก่อนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ หรือการวัดความรู้ทฤษฎีสนามแม่เหล็กไฟฟ้าก่อนการสอบปฏิบัติการส่งคลื่นวิทยุ

1.2 แบบทดสอบที่ใช้อธิบายกระบวนการทำงานหรือกระบวนการแก้ปัญหา (practical examination) ใช้อธิบายกระบวนการทำงานหรือกระบวนการแก้ปัญหา มีข้อคำถามที่ให้ผู้ตอบอธิบายวิธีการ ขั้นตอน หรือกระบวนการปฏิบัติงานต่าง ๆ เช่น ให้ระบุอุปกรณ์และขั้นตอนในการปรุงอาหาร

2. แบบทดสอบปากเปล่า (oral test) ควรใช้เมื่อต้องการประเมินผู้รับการประเมินหรือนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยเฉพาะการประเมินการมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม โดยให้สมาชิกที่ทำงานกลุ่มสอบปากเปล่าทีละคน นอกจากนี้ยังสามารถใช้ได้ในการที่ต้องการตรวจสอบว่าผู้รับการประเมินหรือนักเรียนได้ปฏิบัติงานนั้นจริง หรือการตรวจสอบทักษะการปฏิบัติที่แต่ละคนปฏิบัติต่างกันซึ่งทำได้ยากในการใช้แบบทดสอบชุดเดียวกัน แบบทดสอบประเภทนี้มีข้อดี คือ ขณะสอบปากเปล่าผู้ประเมินสามารถรับคำถามที่ถามได้ตามความเหมาะสม อย่างไรก็ตามแบบทดสอบปากเปล่านั้นมีข้อจำกัด คือ การใช้แบบทดสอบปากเปล่าต้องประเมินผู้รับการประเมินหรือนักเรียนทีละคน ซึ่งใช้เวลามากกว่าการใช้แบบทดสอบข้อเขียน และเมื่อเปรียบเทียบกับแบบทดสอบข้อเขียน แบบทดสอบปากเปล่านั้นมีความเป็นปรนัยน้อยกว่า เนื่องจากการสอบด้วยแบบทดสอบปากเปล่า ข้อคำถามที่ผู้รับการประเมินแต่ละคนได้รับอาจมีความแตกต่างกัน ผู้สอบที่สอบในลำดับหลังมีโอกาสได้เตรียมตัวสอบมากกว่า หรืออาจรู้แนวคำถามจากผู้สอบในลำดับก่อนหน้า

เครื่องมือประเภทที่ไม่ใช้การทดสอบ

เครื่องมือประเภทที่ไม่ใช้การทดสอบเป็นเครื่องมือประเมินที่ใช้ประกอบการสังเกตการปฏิบัติงานในการประเมินทักษะการปฏิบัติส่วนใหญ่ ทั้งกระบวนการปฏิบัติงานและผลการปฏิบัติงาน ประเภทของเครื่องมือประเมินการปฏิบัติจึงมีลักษณะเป็นแบบประเมินที่ใช้ประกอบการสังเกตของผู้ประเมิน การเลือกสร้างเครื่องมือเหล่านี้ควรคำนึงถึงจุดประสงค์ของการประเมินธรรมชาติของทักษะการปฏิบัติที่ต้องการประเมิน และระดับอายุของผู้รับการประเมิน ด้วยนอกจากนี้เครื่องมือแต่ละประเภทมีลักษณะจุดเด่น และจุดบกพร่องที่แตกต่างกันไป ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. แบบตรวจสอบรายการ (checklist) มีลักษณะเป็นรายการที่ระบุพฤติกรรมหรือลักษณะที่บ่งชี้ทักษะสำคัญที่ต้องการประเมิน เพื่อให้ผู้ประเมินระบุว่าพฤติกรรมหรือลักษณะนั้น ๆ เกิดขึ้นหรือไม่ แบบตรวจสอบรายการจึงเป็นเครื่องมือที่สร้างง่าย และง่ายต่อการใช้งาน แบบตรวจสอบรายการนี้จะไม่แสดงระดับ (degree) คุณภาพหรือความสมบูรณ์ของพฤติกรรมหรือลักษณะทักษะที่ต้องการประเมิน ดังนั้นเครื่องมือนี้จึงเหมาะกับทักษะการปฏิบัติที่ไม่มีรายละเอียดของพฤติกรรมที่ซับซ้อนมากนัก โดยแบบสำรวจรายการสามารถใช้ประเมินได้ทั้งการเตรียมการ กระบวนการผลงาน และนิสัยการทำงาน ซึ่งอาจจะใช้เป็นเครื่องมือเพื่อให้ผู้เรียนประเมินตนเองเพื่อตรวจสอบความพร้อม ก็ได้ ข้อควรระวังในการใช้แบบตรวจสอบรายการต้องกำหนดพฤติกรรมไว้อย่างชัดเจน ใช้แบบ ตรวจสอบรายการเมื่อต้องการทราบว่า พฤติกรรมที่ต้องการทราบเกิดขึ้นหรือไม่เท่านั้น และควรแยกแบบสำรวจรายการของนักเรียนรายคน เพื่อไม่ให้เกิดความสับสน

2. มาตรฐานค่า (rating Scale) การประเมินการปฏิบัติงานจะใช้วิธีการสังเกต เข้าร่วมเก็บรวบรวมข้อมูลผลการประเมิน ซึ่งผลจากการสังเกตมักมีความเป็นอัตนัยสูง การใช้เครื่องมือในการกำกับการสังเกตอาจจะใช้แบบตรวจสอบรายการ แต่แบบตรวจสอบรายการเหมาะสำหรับการ

ตรวจสอบพฤติกรรมเบื้องต้นเพื่อเตรียมความพร้อมในการปฏิบัติ ไม่สามารถจะประเมินระดับคุณภาพของผลการปฏิบัติได้ โดยมาตรฐานค่าใช้ได้ทั้งการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสังเกตการปฏิบัติงานโดยครู และใช้เพื่อการประเมินตนเองของนักเรียน (Payne, 2003) เพื่อตรวจสอบความพร้อมในการปฏิบัติเบื้องต้น หรือตรวจสอบการเตรียมการปฏิบัติ จะช่วยสร้างนิสัยในการทำงานที่มีการเตรียมความพร้อม และมีการวางแผนล่วงหน้าเสมอ โดยรูปแบบของมาตรฐานค่ามีดังนี้

2.1 มาตรฐานค่าแบบตัวเลข การกำหนดตัวเลขแสดงระดับจะใช้ตัวเลขกี่ระดับก็ได้ แต่โดยทั่วไปแล้วจะใช้ระหว่าง 3-9 ระดับ แล้วมักใช้จำนวนคู่เพื่อให้ค่าตรงกลางแทนค่าเฉลี่ยของมาตรนั้น

2.2 มาตรฐานค่าแบบบรรยาย การกำหนดระดับแทนที่จะเป็นตัวเลขแสดงระดับมาตรฐานค่าแบบบรรยายจะเปลี่ยนตัวเลขที่กำกับเป็นคำบรรยาย

2.3 มาตรฐานค่าแบบกราฟ จะกำหนดระดับกับความเข้มเป็นช่วงจากต่ำไปสูงน้อยไปมาก และให้ผู้ประเมินพิจารณาตัดสินพฤติกรรมตามความเข้มที่ปรากฏ

3. เกณฑ์การให้คะแนน (scoring rubric) หมายถึงแนวทางหรือชุดของเกณฑ์ที่ใช้สำหรับการประเมินการปฏิบัติงานที่ประกอบไปด้วยการบรรยายความสามารถ (performance escription) และมาตร (scale) ในการให้คะแนนที่ระบุรายละเอียดจากระดับที่ดีที่สุดไปจนถึงระดับที่ต้องพัฒนา (กลุติยา วงศ์ก้อม, 2547) เกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณาการมาเพื่อแก้ปัญหาความเป็นอัตนัยของการให้คะแนนการประเมินการปฏิบัติ โดยแนวคิดการแบ่งประเภทของเกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณาการมี 2 แนวคิดด้วยกัน แนวคิดแรกแบ่งเกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณาการเป็น 2 ประเภท คือ เกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณาการแบบองค์รวม (holistic scoring rubric) และเกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณาการแบบแยกองค์ประกอบ (analytic scoring rubric) ส่วนแนวคิดที่สองแบ่งเกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณาการไว้ 2 ประเภทเช่นเดียวกัน คือ เกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณาการประเมินงานทั่วไป (general scoring rubric) และเกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณาการประเมินงานที่มีลักษณะเฉพาะ (Special Scoring rubric)

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องดังข้างต้น ผู้วิจัยได้นำมาประยุกต์ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring rubric) เพื่อช่วยให้ทราบถึงคุณภาพของผู้ถูกประเมินว่าเป็นได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ และเกณฑ์การให้คะแนนนี้ สามารถประเมินคุณภาพของการปฏิบัติงานหรือประเมินกระบวนการ และยังมีความเป็นปรนัยมากที่สุดอีกด้วย ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุวิมล สพฤกษ์ศรี (2561) และ เอกสิทธิ์ ชินินทรภูมิ (2563) ที่มีความประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนเช่นเดียวกัน

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

สุวิมล สพฤกษ์ศรี (2561) ได้ทำการวิจัยเรื่องชุมชนการเรียนรู้วิชาชีพโดยผสมผสานเทคโนโลยีเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ศิลปะเป็นฐานที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนระดับประถมศึกษา ซึ่งมีการประเมินความสามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytic scoring rubric) 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความคิดสร้างสรรค์ 2) การบูรณาการงานศิลปะ และ 3) ความสามารถในการให้รายละเอียดในผลงานของตนเอง พบว่า ผลการประเมินทักษะการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนโดยภาพรวม คะแนนเฉลี่ยประเมินความสามารถหลังเรียนครั้งที่ 1-4 มีพัฒนาการสูงขึ้นตามลำดับ

เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ (2563) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งมีการประเมินทักษะการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนโดยใช้แบบบันทึกพฤติกรรมประกอบด้วย 1) การวิเคราะห์ปัญหา/ประเด็นหลัก 2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ 4) การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ และ 5) การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง โดยผู้วิจัยกำหนดแนวทางการให้คะแนนแบบรูบรีค (Rubric Scoring) พบว่า หลังใช้รูปแบบ “6Ds Model” นักเรียนมีทักษะการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และจากการขยายผลรูปแบบนักเรียนมีทักษะการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

จารุกิตต์ ชินนระราช (2563) ได้การพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งมีการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม แบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ ความสามารถในการคิดเชิงนวัตกรรม และความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานนวัตกรรม และพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดเชิงนวัตกรรมหลังเรียนสูงกว่าระหว่างเรียนและก่อนเรียนและมีความสามารถในการสร้างผลงานนวัตกรรมหลังเรียนสูงกว่าระหว่างเรียน

Daud and Salina (2008) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง Knowledge creation and Innovation in classroom พบว่า กระบวนการของโมเดลจะช่วยพัฒนาการศึกษาในระดับอุดมศึกษาให้มีนวัตกรรมซึ่งการวิจัยได้เก็บข้อมูลจากการสำรวจกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาประเทศมาเลเซีย โดยทำการประเมินในชั้นเรียนจากการสังเกตพฤติกรรมการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ

Athanassios Androutsos & Vasiliki Brinia (2019) ได้นำเสนอความคิดเชิงการออกแบบเป็นวิธีการตามการเรียนการสอนแบบโครงงาน แต่มีความแตกต่างกัน โดยให้ความสำคัญในการคิด

เชิงออกแบบคือการสร้างความรู้ใหม่และผลิตภัณฑ์ที่เป็นนวัตกรรมร่วมกัน คือทำงานร่วมกันกับผู้ใช้และสมาชิกคนอื่น ๆ ของกลุ่มที่มีความสนใจร่วมกัน การสร้างผ่านการมีส่วนร่วมของผู้ใช้ เป็นกระบวนการของการออกแบบผลิตภัณฑ์หรือบริการพร้อมกับผู้ใช่ เป็นวิธีการที่ผู้ใช้เป็นศูนย์กลางในการออกแบบวิถีคิดการโต้ตอบกับผู้ใช้ ควรเกี่ยวข้องกับการเอาใจใส่เพื่อให้ตระหนักถึงความต้องการของผู้ใช้และออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้โดยรวม เนื่องจากการโต้ตอบกับผู้ใช้เป็นกระบวนการคิดเชิงเชิงออกแบบ ยังเกี่ยวข้องกับการสังเกตกิจกรรมของผู้ใช้และวิถีคิดและการกระทำดังนั้นนวัตกรรมส่วนใหญ่มาจากการวิเคราะห์ผู้ใช้ที่ใช้ความเอาใจใส่และกระบวนการออกแบบร่วมที่พยายามทำให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้และเป้าหมายทางธุรกิจในแนวทางที่เป็นไปได้เป็นที่ต้องการและมีศักยภาพ

สรุป

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างนวัตกรรมพบว่าความสามารถในการสร้างนวัตกรรมนั้นสามารถประเมินได้จากผลงานหรือนวัตกรรมที่นักเรียนได้สร้างขึ้น และมีเกณฑ์การให้คะแนน Rubric Scoring โดยมีการประเมินทั้งทางด้านกระบวนการคิด การบูรณาการ ความสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกับบุคคลอื่น ตลอดจนความสำเร็จของผลงาน

4. บอร์ดเกม

4.1 ความหมายของบอร์ดเกม

นักการศึกษาและนักวิชาการหลายท่าน ได้แก่ มงคล ศุภอำพันวงษ์ (2562), ธีระวุฒิ ศรีมิ่งคละ (2562), และ วชรวรรธน์ ปิยะรัตนมงคล (2563) ได้ให้ความหมายของบอร์ดเกม (Board Game) ว่าเป็นสื่อในรูปแบบเกมที่มีอุปกรณ์ ชิ้นส่วนต่าง ๆ และประกอบด้วยผู้เล่นตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป มีเป้าหมายในการเล่นที่ชัดเจนภายใต้การกำกับของกติกาหรือเงื่อนไขที่ใช้ในการเล่น โดยส่วนใหญ่แล้วผู้เล่นทุกคนจะมีปฏิสัมพันธ์กัน ส่งผลให้เกิดบรรยากาศที่สนุกสนาน ตื่นเต้น และเร้าใจ

เกมเป็นสื่อการสอนรูปแบบหนึ่งที่นักเรียนให้ความสนใจ เป็นวิธีสอนที่ช่วยเร้าความสนใจและกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สูง เนื่องจากนักเรียนได้รับความสนุกสนานและเกิดการเรียนรู้จากการเล่น ซึ่งข้อดีของบอร์ดเกม คือ เป็นสิ่งที่มีความท้าทาย เปิดโอกาสให้ผู้เล่นได้เกิดการลองผิดลองถูก อีกทั้งยังมีอำนาจตัดสินใจในการเล่น โดยเนื้อหาของบอร์ดเกมสามารถเข้าถึงความต้องการสามัญพื้นฐานของมนุษย์ มีลักษณะที่ตอบสนองท้าทาย อยากรู้อยากเห็นและชวนติดตาม ทำให้ผู้เล่นเกิดความสนุกสนานและเพลิดเพลิน (ทศนา แคมมณี, 2566)

ดังนั้นผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า บอร์ดเกม หมายถึง สื่อการสอนในรูปแบบเกมกระดาน ที่ผู้คิดค้นออกแบบให้ผู้เล่นวางหรือเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนต่าง ๆ ภายใต้กฎกติกาที่มีอยู่อย่างชัดเจน ทำให้ผู้เล่นรู้สึกตื่นเต้นสนุกสนาน และมีปฏิสัมพันธ์กัน

4.2 แนวคิดเกี่ยวกับบอร์ดเกม

การนำเอาเกมสถานการณ์จำลอง Beer game มาใช้เป็นสื่อในการเรียนรู้เรื่องปรากฏการณ์แล้มี้า (Bullwhip Effect) ของห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ซับซ้อนยากแก่การเข้าใจ ผลจากการนำมาใช้เพื่อการเรียนการสอนรายวิชาการจัดการห่วงโซ่อุปทานและโลจิสติกส์พบว่า นักเรียนสามารถสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านประสบการณ์การลงมือปฏิบัติและเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่สังเคราะห์ได้กับหลักการทางทฤษฎีได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามมีข้อจำกัดคือจำนวนและความแม่นยำของผู้คุมเกมและเวลาในการเล่นแต่ละครั้งเป็นต้น การเล่น Beer game มีทั้งการเล่นบนกระดานและผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์แต่การเล่นบนกระดานมีข้อดีคือความสมจริงของการเล่นและสามารถเล่นได้ทุกที่ (ณัฐธรินดา เนตรสว่าง, 2559) ในการสร้างการออกแบบเกมจำลองสำหรับการทำธุรกิจของนักเรียนที่เป็นผู้ใหญ่พบว่า การวัดผลการทดสอบของผู้เล่นเกมจะเป็นหลักสำคัญในการสร้างเกมจำลองสถานการณ์ที่ประสบความสำเร็จจากการตอบและข้อเสนอแนะของผู้เล่นเกม การปรับปรุงเกมจากข้อเสนอแนะของนักเรียนจะตรวจสอบทฤษฎีการออกแบบเกม เนื้อหาและองค์ประกอบของเกมการเรียนรู้อินด้านการเรียนรู้เกี่ยวกับเกมสำหรับนักเรียนผู้ใช้วิชาชีพด้านการศึกษาและนักออกแบบเกมจำเป็นต้องทำงานร่วมกันอย่างใกล้ชิดเพื่อสำรวจและพัฒนาแนวทางการจำลองเกมที่ดีที่สุดสำหรับนักเรียน (Ming-tak and Wai-shing, 2008)

สรุป บอร์ดเกมเป็นนวัตกรรมที่ช่วยสนับสนุนให้นักเรียนได้มีความสามารถสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการคิด มีประสบการณ์จากการลงมือปฏิบัติ ตลอดจนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่สังเคราะห์ได้กับหลักการทางทฤษฎีได้ ช่วยให้ได้แลกเปลี่ยนมุมมองของกันและกันระหว่างผู้เล่นในขณะที่เล่นบอร์ดเกม โดยแนวทางพัฒนาบอร์ดเกมที่ดีที่สุดคือการได้รับข้อเสนอแนะและคำแนะนำจากผู้เล่น

4.3 ประเภทของบอร์ดเกม

บอร์ดเกมแบ่งสามารถแบ่งหมวดหมู่เป็นประเภทต่าง ๆ ตามลักษณะ กฎกติกาและรูปแบบการเล่นได้ 10 ประเภท (Happy, 2018 อ้างถึงในวชรวรรณ ปิยะรัตน์มงคล, 2563) ประกอบด้วย

1) Roll and Move Games เป็นบอร์ดเกมที่มีการทอยลูกเต๋า (หรือการหมุนวงล้อหรือหยิบไพ่) เพื่อดำเนินการเล่นในแต่ละรอบ หรือเพื่อกำหนดจำนวนช่องที่คุณจะเคลื่อนที่ในกระดาน ผู้เล่นอาจแข่งขันการเดินทางจากจุดเริ่มต้นไปยังเส้นชัยหรือเคลื่อนที่ไปรับหรือแย่งชิงสิ่งของ (อาจจะหมายถึงของรางวัลหรือสมบัติในเกมนั้น ๆ ไม่ว่าจะด้วยวิธีใดการทอยลูกเต๋าแล้วเคลื่อนที่ไปบนกระดานมีบทบาทสำคัญในการเล่นบอร์ดเกมประเภทนี้ ตัวอย่างบอร์ดเกมประเภท Roll and Move ที่มีชื่อเสียงได้แก่ Monopoly, The Game of Life, Clue, Candyland, Sorry!, Camel Up, The Magic Labyrinth, Xia, Legends of a Drift System, Zombies, Talisman เป็นต้น

2) Worker Placement Games เป็นบอร์ดเกมที่มีลักษณะเหมือนการเล่นเก้าอี้ดนตรีที่เล่นช้าลง และเล่นอย่างมีกลยุทธ์มากยิ่งขึ้นโดยคุณจะต้องเดินไปให้ถึงจุดที่คุณจะต้องไป หรือเก็บเอาพื้นที่ (จุดต่าง ๆ บนกระดาน) มาอยู่ในอาณาเขตของคุณให้มากที่สุดก่อนที่ผู้เล่นคนอื่นจะแย่งชิงไปไม่ต่างจากการแย่งชิงเก้าอี้หากแต่เปลี่ยนเป็นอาณาเขตบนกระดานแทน ตัวอย่างบอร์ดเกมประเภท Worker Placement ที่มีชื่อเสียงได้แก่ Agricola, Keydom, Stone Age, Lords of Waterdeep, Caverna, The Cave Farmers, Mint Works, Le Harve, Cytosis, Raiders of the North Sea, Viticulture, Charterstone เป็นต้น

3) Cooperative Games หรือบอร์ดเกมแบบร่วมมือเป็นบอร์ดเกมที่มีความตรงข้ามกับบอร์ดเกมประเภท Worker Placement โดยสิ้นเชิงเพราะนอกจากจะไม่มีการแข่งขันเพื่อแย่งชิงสิ่งของ หรือของรางวัลในเกมแล้วยังต้องอาศัยความร่วมมือของผู้เล่นเกมแต่ละคนในการร่วมมือกันเพื่อให้ประสบเป้าหมายในเกม ทุกคนต้องทำงานร่วมกันเป็นทีมเพื่อชัยชนะ ตัวอย่างบอร์ดเกมประเภท Cooperative ที่มีชื่อเสียงได้แก่ Pandemic, Forbidden Island, Forbidden Desert, Lord of the Rings, Arkham Horror, Mole Rats in Space, Mysterium, Spirit Island เป็นต้น

4) Deck-Building Games เป็นบอร์ดเกมที่คุณเริ่มต้นเล่นเกมด้วยการ์ดจำนวนหนึ่ง (หรือทรัพยากร หรือสิ่งของสำคัญในเกม ซึ่งเรียกว่า Deck) ที่จะเปลี่ยนแปลง และพัฒนาเพิ่มขึ้นตลอดช่วงเวลาของเกม ผู้เล่นมุ่งเน้นไปที่การสร้างและปรับแต่ง Deck ของตนเองเพื่อให้ได้มูลค่าและประโยชน์สูงสุด ตัวอย่างบอร์ดเกมประเภท Deck-Building ที่มีชื่อเสียงได้แก่ Dominion, Roll for the Galaxy, Clank, Legendary, A Marvel Deck Building Game, Mage Knight, Concordia, Star Realms, Above and Below เป็นต้น

5) Area Control Games เป็นบอร์ดเกมที่ว่าด้วยการจัดสันปันส่วน และปกป้องดินแดนหรืออาณาจักรของตนเองจากการแย่งชิงหรือรุกรานจากผู้เล่นคนอื่นภายในเกม ตัวอย่างบอร์ดเกม

ประเภท Area Control ที่มีชื่อเสียงได้แก่ Risk, Star Wars, Rebellion, Twilight Struggle, Blood Rage, Scythe, El Grande, Eclipse, War of The Ring, Carcassone, Smash Up เป็นต้น

6) Secret Identity Games เป็นบอร์ดเกมที่ว่าด้วยการหลอกลวง ผู้เล่นในเกมจะใช้วิธีการโกหก ลวงล่อเพื่อปิดบังตัวตนที่แท้จริงของเขา และมีหลายเกม que ผู้เล่นบางคนจะร่วมมือกันอาจจะเพื่อหลอกลวงผู้เล่นบางคนให้หลงกล หรือต้อนให้ผู้เล่นบางคนเปิดเผยตัวตนที่พยายามปิดบังไว้ โดยส่วนใหญ่ผู้เล่นที่สามารถปกปิดตัวตน หรืออัตลักษณ์ที่แท้จริงของตนเอง (ตามที่เกมกำหนด) ไว้ได้นานที่สุดมักจะเป็นผู้ชนะ ตัวอย่างบอร์ดเกมประเภท Secret Identity ที่มีชื่อเสียงได้แก่ Secret Hitler, Mafia, One Night Ultimate Werewolf, The Chameleon, Code Names, Battlestar Galactica, Two Rooms and a Boom, The Resistance, Spyfall, Deception, Murder in Hong Kong, The Thing, Infection at Outpost 31, Donner Dinner Party เป็นต้น

7) Legacy Games เป็นบอร์ดเกมแนวใหม่ที่นำตื่นเต้นและมีการถกเถียงกันมากที่สุด เรื่องราวในเกมมีผลต่อเนื่องในระยะยาว ตัวละครมีชีวิตและสามารถตายได้และการกระทำในเกมมีผลกระทบร้ายแรง คุณจะเล่นเกมเหล่านี้ซ้ำแล้วซ้ำอีกกับคนคนเดียวกันแต่ประสบการณ์จะเป็นเกมใหม่ทุกครั้ง ตัวอย่างบอร์ดเกมประเภท Legacy ที่มีชื่อเสียงได้แก่ Risk Legacy, Pandemic Legacy Seasons One and Two, Seafall, Gloomhaven, Charterstone, Ultimate Werewolf Legacy, Android, Netrunner, First Martians, Adventures on the Red Planet, Quickfight, A Legacy Game เป็นต้น

8) Party Games เป็นบอร์ดเกมที่มีองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดคือความเรียบง่าย และการเข้าถึงง่ายให้ความสนุกสนาน และสามารถเข้าใจกฎกติกาได้อย่างง่ายดายด้วยคำอธิบายที่น้อยที่สุด เป็นเกมที่มักเล่นระหว่างสังสรรค์กับเพื่อนฝูงหรือครอบครัว ตัวอย่างบอร์ดเกมประเภท Party ที่มีชื่อเสียงได้แก่ Apples to Apples, Cards Against Humanity, Trivial Pursuit, Scattegories, The Chameleon, Joking Hazard, Secret Hitler, Coup, Telestrations, Code Names, Mysterium, Dixit เป็นต้น

9) Puzzle Games เป็นบอร์ดเกม que ผู้เล่นต้องไขปริศนาที่อาจจะเกี่ยวกับตัวเลข การจดจำรูปแบบการผสมผสานของข้อมูลหรือภาพต่าง ๆ และการเรียงเรียงหรือจัดลำดับตัวอย่างบอร์ดเกมประเภท Puzzle ที่มีชื่อเสียงได้แก่ Sagrada, Qwixx, Labyrinth, Patchwork, Azul, Potion Explosion, Q-Bitz, Santorini, Torres เป็นต้น

10) Combat Games เป็นบอร์ดเกมที่ว่าด้วยการต่อสู้เพื่อแย่งชิงของรางวัลหรือสมบัติ การต่อสู้นั้นอาจจะทำเพื่อโค่นล้มอีกฝ่ายให้ตาย หรือออกไปจากเกม บอร์ดเกมประเภทนี้ผู้เล่นจะต้องวางแผนที่จะกำจัดหรือล้างแค้นผู้เล่นอีกฝ่ายให้ได้ ตัวอย่างบอร์ดเกมประเภท Combat ที่มีชื่อเสียง ได้แก่ Risk, Diplomacy, King of Tokyo, Chess, War of the Ring, Checkers, Stratego, Paths of Glory, Star Wars, Rebellion, Coup, Twilight Struggle เป็นต้น

นอกจากนี้ สถิติ อาชวานันทกุล (2559) ได้แบ่งประเภทของบอร์ดเกม โดยใช้ลักษณะของการเล่นออกเป็น 3 ประเภท ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1) เกมครอบครัว (Family Game) เป็นเกมที่มีกติกาไม่ซับซ้อน ซึ่งถูกออกแบบมาให้สามารถเล่นได้ทั้งเด็กและผู้ใหญ่ เน้นให้ผู้เล่นได้มีการพูดคุย ถกเถียง หรือหาโอกาสแก่งัดกัน โดยเนื้อเรื่องจะไม่เกี่ยวกับความรุนแรงหรือประเด็นหนัก ๆ

2) เกมวางแผน (Strategy Game) เป็นเกมที่ต้องใช้ทักษะในการวางแผนมากกว่าเกมครอบครัว เหมาะสำหรับผู้ที่อยากเล่นเกมที่ต้องการความท้าทายมากยิ่งขึ้น ผู้เล่นต้องใช้เวลา ความพยายาม กับความอดุสาหะ เพราะมีกฎกติกาและผู้เล่นมาก อีกทั้งระหว่างเล่นต้องคิดตลอดเวลาและการประเมินเงื่อนไขขณะ

3) เกมปาร์ตี้ (Party Game) เป็นเกมที่ถูกออกแบบมาสำหรับเล่นเป็นหมู่คณะ (8-20 คน) เป็นเกมที่สนุก คืออธิบายกฎกติกาการเล่นให้เข้าใจได้ภายใน 5 – 10 นาที มีอุปกรณ์ไม่มาก และการเล่นจะต้องใช้มนุษยสัมพันธ์และปฏิภาณไหวพริบ

สรุป บอร์ดเกมสามารถจำแนกได้เป็นหลายประเภทขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก โดยนักเรียนเป็นผู้กำหนดประเภทของนวัตกรรมบอร์ดเกมที่ตนเองต้องการสร้างว่าจะสร้างนวัตกรรมบอร์ดประเภทเกมครอบครัว เกมวางแผน และเกมปาร์ตี้ ขึ้นอยู่กับความถนัดและความสนใจของนักเรียนเอง หากนักเรียนสนใจเกมที่มีความเรียบง่าย สามารถเข้าใจกฎกติกาได้อย่างง่ายดายด้วยคำอธิบายที่น้อย เข้าถึงได้ง่ายเป็นประโยชน์ในการทำให้ผู้เล่นมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน นักเรียนจะเลือกนวัตกรรมบอร์ดเกมครอบครัว และเกมปาร์ตี้ และหากนักเรียนต้องการเพิ่มความท้าทายในการเล่นให้ชวนน่าติดตามมากยิ่งขึ้น นักเรียนจะเลือกนวัตกรรมบอร์ดเกมวางแผน

4.4 แนวคิดในการออกแบบบอร์ดเกม

นักการศึกษาและนักวิชาการได้แก่ Tinsman (2008) และ Silverman (2013) ได้ให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาบอร์ดเกมว่าผู้ออกแบบบอร์ดเกมควรตั้งคำถามสำคัญ เพื่อช่วยให้

ผู้ออกแบบไม่ละเอียดประเต็นต่าง ๆ ที่สำคัญในการพัฒนาบอร์ดเกม และช่วยให้สามารถวิเคราะห์ เพื่อหาแนวทางของการออกแบบบอร์ดเกมได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งผู้วิจัยสามารถ วิเคราะห์แนวคิดที่เกี่ยวข้องได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์แนวคิดที่เกี่ยวข้องในการออกแบบบอร์ดเกม

ประเด็นการตั้งคำถามสำคัญ Silverman (2013)	การออกแบบบอร์ดเกม Tinsman (2008)
ผู้เล่นบอร์ดเกมมีจำนวนทั้งหมดเท่าไร	การเขียนกติกาการเล่น
ระยะเวลาในการเล่นบอร์ดเกมใช้เวลานานเท่าใด	ระยะเวลาในการเล่นเกม
มีทางเลือกอะไรให้แก่ผู้เล่นบ้าง และเมื่อใดที่ผู้เล่นมี โอกาสใช้ทางเลือกเหล่านั้น	เรื่องของโชคและกลยุทธ์ ลักษณะของการไล่ตามทัน
ผู้เล่นเกมจะเลือกทางเลือกนั้นได้อย่างไร	การเขียนกติกาการเล่น
ผู้เล่นเกมกระดานจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เล่นคนอื่น ๆ อย่างไร	ข้อมูลป้อนกลับ
ความคืบหน้าของเกมเป็นอย่างไร เป็นการสลับตาเดินหรือ เป็นไปตามตำแหน่งการนั่งในการเล่น	การเขียนกติกาการเล่น
การแสดงออกใดบ้างที่ผู้เล่นสามารถทำได้	กลไกหลักของเกม
มีการกำหนดผลลัพธ์ของการแสดงออกอย่างไร	ผลประโยชน์ ความเสี่ยง และรางวัล
เป้าหมายของผู้เล่นคืออะไร	บรรลุความคาดหวังของผู้เล่น
ผู้เล่นจะสามารถชนะได้อย่างไร	การเขียนกติกาการเล่น

จากตารางแสดงให้เห็นว่าประเด็นการตั้งคำถามสำคัญของ Silverman (2013) มีความสำคัญต่อการออกแบบบอร์ดเกมเป็นอย่างมาก เนื่องจากการช่วยให้ผู้ออกแบบบอร์ดเกมไม่ หลงลืมหลักสำคัญของการสร้างและพัฒนาบอร์ดเกม และมีความสอดคล้องกับหลักการออกแบบ บอร์ดเกมของ Tinsman (2008) ซึ่งเป็นหลักการออกแบบบอร์ดเกมให้ตอบจุดมุ่งหมายที่ต้องการ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำหลักการออกแบบบอร์ดเกมของ Tinsman (2008) มาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบ นวัตกรรมบอร์ดเกมให้มีคุณภาพและมีความน่าสนใจ ซึ่งประกอบด้วย 8 ข้อดังนี้

1) ระยะเวลาในการเล่นบอร์ดเกม ผู้ออกแบบบอร์ดเกมจำเป็นต้องพิจารณาความเหมาะสมของ ระยะเวลาเล่นเกม ตั้งแต่เริ่มเกมไปจนถึงจบเกมอย่างเหมาะสม เนื่องจากการใช้เวลานานจนเกินไป

จะทำให้ผู้เล่นเกิดความเบื่อหน่าย และหากใช้เวลาน้อยเกินไปอาจจะทำให้เข้าใจในเกมไม่เพียงพอ (Tisman, 2008)

2) กลไกหลักของเกม เป็นพื้นฐานสำคัญที่ทำให้เกมมีความน่าสนใจ เปรียบเสมือนโครงสร้างของเกม เป็นสิ่งที่บ่งชี้ว่ามีบางสิ่งเกิดขึ้นได้อย่างไร เช่น ถ้าคุณทำสิ่งหนึ่ง อีกสิ่งหนึ่งจะเกิดขึ้นตามมา ถ้าสิ่งนั้นอนุญาตให้คุณสามารถทำอีกสิ่งหนึ่งได้

3) การเขียนกติกาการเล่น กติกาของเกมมีความสำคัญอย่างยิ่งของการเล่น เกม เนื่องจากจะเป็นสิ่งที่กำหนดให้การเล่นดำเนินการไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ ผู้ออกแบบบอร์ดเกมควรกำหนดกติกาให้ครอบคลุมแนวทางวิธีการในการเล่น การได้มาซึ่งชัยชนะ เรียบง่าย ชัดเจน เข้าใจง่าย และมีการอธิบายไว้ล่วงหน้าเพื่อการปฏิบัติตาม (ทิตานา แชมมณี, 2566 และ ใจทิพย์ ณ สงขลา, 2561)

4) เรื่องของโชคและกลยุทธ์ องค์ประกอบสำคัญของเกมมี 3 ประการ คือ 1) โชค คือ บางอย่างที่อยู่นอกเหนือการควบคุมของผู้เล่น 2) กลยุทธ์ คือการกระทำที่เกิดจากการวางแผนและการตัดสินใจระหว่างเกมบนข้อมูลที่มีอยู่อย่างจำกัด และ 3) ทักษะ คือ ความสามารถในการเล่นเกมของผู้เล่น (Selinker, 2011)

5) ข้อมูลป้อนกลับ การเล่นเกมบอร์ดเกม หากผู้เล่นเรียนรู้ว่ามีกลยุทธ์ใดบ้างที่สามารถนำไปสู่การได้รับชัยชนะได้เป็นเรื่องที่สำคัญ ซึ่งหากผู้เล่นได้มีโอกาสเปิดเผยวิธีการเล่นหรือกลยุทธ์ในการเล่น จะเป็นข้อมูลป้อนกลับที่สำคัญที่สามารถนำมาใช้ปรับเปลี่ยนรูปแบบเกมให้มีความน่าสนใจและปิดช่องว่างในเกมมากยิ่งขึ้น

6) ลักษณะของการไล่ตามทัน บอร์ดเกมที่ดีคือทำให้ทุกคนมีโอกาสชนะเท่า ๆ กัน และเปิดโอกาสให้ผู้เล่นที่ตามหลังมีโอกาสไล่ตามผู้นำในเกมได้โดยอาจมีคะแนนโบนัสพิเศษ หรือจากการเปิดการ์ดคำถามหรือคำสั่งที่ช่วยให้เกิดความสุสึระหว่างผู้เล่น

7) บรรลุความคาดหวังของผู้เล่น การออกแบบบอร์ดเกมที่ดีต้องพิจารณาเรื่องการสร้างลักษณะและความแตกต่างของเกม การนำแนวคิดจากเกมที่ประสบความสำเร็จมาใช้เป็นฐานไม่ใช่เรื่องผิดหรือเรื่องต้องห้าม แต่ตัวเกมที่พัฒนาขึ้นนั้นต้องมีส่วนอื่นที่แตกต่างที่สามารถตอบวัตถุประสงค์การออกแบบเกมได้

8) ผลประโยชน์ ความเสี่ยง และรางวัล การออกแบบบอร์ดเกมควรคำนึงถึงเรื่องผลประโยชน์หรือรางวัลที่ผู้เล่นจะได้รับเสมอ หากการออกแบบเกมที่เน้นผลประโยชน์ที่ผู้เล่นจะได้รับมากเท่าใด แสดงให้เห็นถึงการเอาใจใส่ต่อความแตกต่างระหว่างผู้แพ้และผู้ชนะเป็นอย่างดี

4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบอร์ดเกม

ธีรภาพ แซ่เซี่ย (2560) ได้ใช้บอร์ดเกมประเภทวางแผนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในนักเรียนระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 ในโรงเรียนขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานเขตการศึกษาขั้นพื้นฐาน จังหวัดปทุมธานี โดยเกมที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในงานวิจัยนี้คือ เกม Settlers of Catan เพราะเป็นเกมที่มีองค์ประกอบของเกมในการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และเก็บข้อมูลในคาบเรียน Homeroom หรือคาบว่างของนักเรียน เริ่มต้นด้วยการวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จากนั้นดำเนินการจัดการเรียนรู้ผ่านเกม Settlers of Catan ทั้งหมด 12 ครั้ง ครั้งละ 60 นาที และดำเนินการวัดระดับทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณซ้ำอีกครั้งเพื่อเป็นคะแนนหลังเรียน พบว่า 1) ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่ได้แตกต่างกันจากก่อนเล่น 2) ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของกลุ่มที่เล่นกับกลุ่มที่ไม่ได้เล่นไม่ได้แตกต่างกัน 3) การเปลี่ยนแปลงระดับทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในกลุ่มที่มีระดับสูงกับระดับต่ำอยู่แต่เดิมไม่ได้แตกต่างกันซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยอื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกันแต่มีกระบวนการถอดบทเรียน ซึ่งช่วยพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ ดังนั้นการใช้เกมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงจำเป็นต้องใช้ร่วมกับกระบวนการอื่น

นภาศรี สงสัย (2562) ได้ศึกษาผลการใช้บอร์ดเกมประกอบการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องระบบนิเวศ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ ซึ่งดำเนินการทดลองโดยใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์เรื่อง ระบบนิเวศ ซึ่งประกอบด้วยบอร์ดเกมย่อย จำนวน 3 บอร์ด ได้แก่ 1) องค์ประกอบของระบบนิเวศ 2) ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ และ 3) สายใยอาหาร พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบอร์ดเกม เรื่องระบบนิเวศ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และ 2) ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบอร์ดเกม พบว่าในภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ปาริชาติ ชื่นเจริญ และคณะ (2565) ได้ศึกษาการพัฒนาบอร์ดเกมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เริ่มต้นด้วยการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ จำนวน 21 ข้อ โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้บอร์ดเกมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 บอร์ดเกม บอร์ดเกมละ 6 ชั่วโมง รวมเป็นเวลา 18 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนบอร์ดเกมละ 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ ตามรูปแบบของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-based learning) ชั้นที่ 1 บทนำ (ชี้แจงวิธีและกติกาการเล่นเกม)

ขั้นที่ 2 ขั้นสอน (นักเรียนเล่นตามกติกา โดยเล่นไปตามลำดับขั้นตอน) ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป (การใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปรายความรู้ที่นักเรียนได้รับ) และขั้นที่ 4 ขั้นประเมินผล (การประเมินผลการจัดกิจกรรมตามวัตถุประสงค์) จากนั้นวัดความฉลาดรู้ด้วยการทดสอบหลังเรียนและสอบถามความคิดเห็น พบว่า ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนมีความคิดเห็นต่อการจัดการจัดการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับดี

Shahrul Azmi Mohd Yusof (2016) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “A Study on the Effectiveness of a Board Game as a Training Tool for Project Management” พบว่าบอร์ดเกม KMANAGER เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการนำมาประยุกต์ใช้ฝึกอบรมหลักสูตร Project Management เป็นสื่อการเรียนรู้ที่สร้างความประทับใจให้กับนักเรียน ช่วยผลักดันให้เกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ในการส่งเสริมความเข้าใจ ผ่านกระบวนการที่ทำให้เกิดการสังเกต วิเคราะห์ประเมินเป้าหมาย ตลอดจนการทำงานร่วมกันเป็นทีมเพื่อดำเนินงานให้ได้ตามที่วางแผนไว้ กลไกของการแข่งขันของบอร์ดเกมกระตุ้นให้นักเรียนสื่อสารกันอย่างมีประสิทธิภาพ เกิดการอธิบาย และการสะท้อนตนเองได้เป็นอย่างดี

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบอร์ดเกมพบว่า ส่วนใหญ่ผู้วิจัยเป็นผู้สร้างและพัฒนาบอร์ดเกมด้วยตนเอง และนำบอร์ดเกมนั้นมาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาให้นักเรียนให้มีคุณภาพตรงตามจุดมุ่งหมายของงานวิจัย เช่น การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การพัฒนาทักษะการคิด เป็นต้น ในทางกลับกัน หากครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างและพัฒนาบอร์ดเกมด้วยตัวของนักเรียนเองนั้นจะช่วยส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

สรุปหลักการแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาหลักการ แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สามารถสรุปประเด็นสำคัญได้ดังนี้

1. การบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษากับการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม

การสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมเป็นการสร้างที่เกิดขึ้นจากการนำศาสตร์หลายสาขาวิชา มาบูรณาการสร้างสรรค์ร่วมกันจนเกิดเป็นชิ้นงานนวัตกรรม โดยผู้วิจัยได้จำแนกองค์ประกอบแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียน ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษากับการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม

แนวคิดสะเต็มศึกษา	การสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม
S หมายถึง วิทยาศาสตร์ (Science)	<ol style="list-style-type: none"> 1. การแบ่งประเภทสารเคมีในชีวิตประจำวัน 2. สัญลักษณ์ติดฉลากสารเคมี 3. เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการเคมี
T หมายถึง เทคโนโลยี (Technology)	<ol style="list-style-type: none"> 1. การสืบค้นข้อมูล ผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต โทรศัพท์ เป็นต้น 2. การใช้เทคโนโลยีในการนำเสนองาน เช่น โปรแกรม Power Point เป็นต้น 3. การใช้โปรแกรม/เครื่องมือออกแบบกราฟิกแบบออนไลน์
E หมายถึง วิศวกรรม (Engineering)	<p>การออกแบบบอร์ดเกมด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการพัฒนา/แก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน
A หมายถึง ศิลปะ (Arts)	ทัศนศิลป์ และการใช้ภาษา สื่อสารออกมาในรูปแบบของการสร้างสรรค์ผลงานหรือนวัตกรรม
M หมายถึง คณิตศาสตร์ (Mathematics)	ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับตัวเลข ปริมาณ สัดส่วน และการวิเคราะห์ข้อมูล

2. ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม

จากการศึกษาความหมาย องค์ประกอบ กระบวนการพัฒนา และความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ผู้วิจัยสามารถสรุปข้อมูลได้ว่า ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม เป็นวิธีการปฏิบัติหรือกระบวนการสร้างบอร์ดเกมที่มีความแตกต่างไปจากแบบเดิม ซึ่งอาจเกิดจากการคิดค้นใหม่ หรือการพัฒนาปรับปรุงต่อยอดจากของเดิมที่มีอยู่ผ่านกระบวนการคิดริเริ่มสร้างสรรค์และการบูรณาการความรู้ 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ถ่ายทอดออกมาเป็นบอร์ดเกมที่มีคุณประโยชน์และมีคุณภาพตามเป้าหมายที่มุ่งหวัง โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytic scoring rubric) มีองค์ประกอบการประเมิน 5 ประเด็น ได้แก่ 1) การระบุปัญหา 2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่น 4) การสร้างนวัตกรรมให้สำเร็จ และ 5) การสร้างกรอบความรู้สะเต็มศึกษา



บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นลักษณะของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R and D) ผู้วิจัยได้กำหนดรายละเอียดการดำเนินการวิจัย มี 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วิจัย (R_1 : Research) : ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับความต้องการและความคิดเห็นในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้ประกอบการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ขั้นตอนที่ 2 พัฒนา (D_1 : Development) : พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ขั้นตอนที่ 3 วิจัย (R_2 : Research) : ทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 เพื่อศึกษา 1) ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม 2) ผลการเรียนรู้ของนักเรียน และ 3) ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ขั้นตอนที่ 4 พัฒนา (D_2 : Development) : ประเมินผลและปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

การดำเนินการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบดำเนินการวิจัย ดังแผนภูมิที่ 2 ต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 (วิจัย) การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน	ขั้นที่ 2 (พัฒนา) การพัฒนา	ขั้นที่ 3 (วิจัย) การทดลองใช้	ขั้นที่ 4 (พัฒนา) การประเมิน ปรับปรุง
วิเคราะห์หลักสูตร แกนกลาง ฯ และ หลักสูตรโรงเรียน (กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน) ศึกษาแนวคิดและ ทฤษฎี - การจัดการเรียนรู้ตาม แนวคิดสะเต็มศึกษา - ความสามารถในการ สร้างนวัตกรรม - บอร์ดเกม - งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ศึกษาความต้องการ ของนักเรียน ในด้าน เนื้อหาสาระ ด้านการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ ด้าน สื่อการสอน และด้านการ วัดและประเมินผล ศึกษาความคิดเห็น จากผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ 1. ผู้บริหารสถานศึกษา - รองผู้อำนวยการฯ 2. ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา เคมี	การจัดการเรียนรู้ กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีขั้นตอนการสอน 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ระบุ ปัญหา 2) รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ ปัญหา 3) ออกแบบ วิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการ พัฒนา/แก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการ แก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ 6) นำเสนอวิธีการ แก้ปัญหา ผลการ แก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	นำแผนการจัดการ เรียนรู้ไปทดลองใช้กับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนต้น โรงเรียน สมุทรสาครวิทยาลัย ที่เรียนชุมนุมนักเรียน รุ่นเยาว์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 15 ชั่วโมง โดยใช้ การจัดการเรียนรู้กิจกรรม พัฒนาผู้เรียนตามแนวคิด สะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนา ความสามารถในการสร้าง นวัตกรรมบอร์ดเกมของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนต้น	วิเคราะห์ผลการใช้ การแผนจัดการเรียนรู้ กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถ ในการสร้างนวัตกรรม บอร์ดเกมของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ↓ ผลการประเมิน ↓ ปรับปรุงแก้ไข ↓ แผนการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีความสมบูรณ์
	ประเมินแผนการจัดการ เรียนรู้ตามคิดสะเต็มศึกษา โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน โดยการประเมินแบบ มาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale)	ประเมินผลการ จัดการเรียนรู้ด้าน 1. ความสามารถในการ สร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม 2. ผลการเรียนรู้ของ นักเรียน 3. ความคิดเห็นของ นักเรียนที่มีต่อการจัดการ เรียนรู้	
	ทดลองใช้กับนักเรียน กลุ่มอื่นที่ไม่ใช่กลุ่ม ตัวอย่าง (Tryout)		
	ปรับปรุงแผนการ จัดการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษาโดยใช้ผล จากการทดลองใช้ (Tryout)		

แผนภูมิที่ 2 กรอบดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 วิจัย (R₁ : Research) : ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการ

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนชุมนุมนักเคมีรุ่นเยาว์ จำนวน 25 คน และผู้ที่เกี่ยวข้องจำนวน 3 คน ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษา ประกอบด้วย รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ จำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านเคมี จำนวน 2 คน เป็นครูที่สอนรายวิชาเคมี ที่มีวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ และมีอายุการสอน 10 ปีขึ้นไป โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

วิธีดำเนินการ

ผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการ ดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา เกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ขั้นที่ 2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และบอร์ดเกม

ขั้นที่ 3 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานความต้องการการพัฒนาการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการสอบถามความคิดเห็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนชุมนุมนักเคมีรุ่นเยาว์ เกี่ยวกับด้านเนื้อหาสาระ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านสื่อการสอน และด้านการวัดและประเมินผล

ขั้นที่ 4 ศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ รองผู้อำนวยการสถานศึกษา กลุ่มบริหารงานวิชาการ และผู้เชี่ยวชาญด้านเคมี เพื่อร่วมกันให้ข้อมูลความคิดเห็นในด้านเนื้อหาสาระ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านสื่อการสอน และด้านการวัดและประเมิน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการพัฒนาเครื่องมือ

1. แบบสอบถามความคิดเห็นข้อมูลพื้นฐานและความต้องการจำเป็นการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามคิดสะตีมศึกษา เป็นวิธีการที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล โดยนักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นและความต้องการเกี่ยวกับด้านเนื้อหาสาระ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านสื่อการสอน และด้านการวัดและประเมินผล เพื่อนำข้อมูลมาใช้พัฒนาการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะตีมศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยมีการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็น โดยมีขั้นตอนและวิธีการดังต่อไปนี้

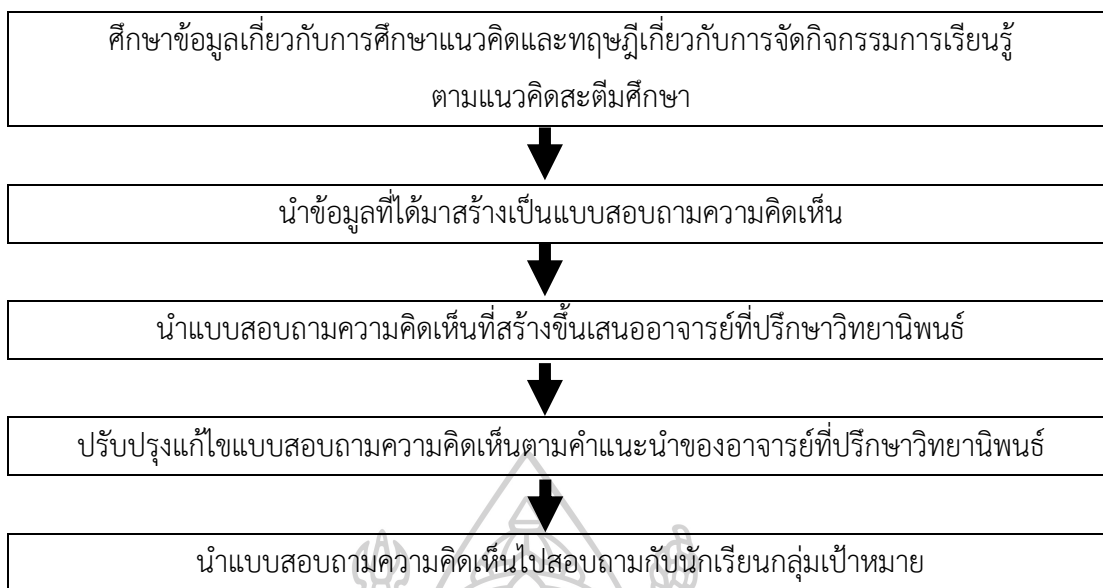
ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา โดยศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และบอร์ดเกม

ขั้นที่ 2 นำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็นแบบสอบถามความคิดเห็นแบบปลายเปิด โดยขอคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ขั้นที่ 3 สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นที่เกี่ยวกับด้านเนื้อหาสาระ จำนวน 2 ข้อ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จำนวน 1 ข้อ ด้านสื่อการสอน จำนวน 1 ข้อ และด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 3 ข้อ รวมทั้งหมดจำนวน 7 ข้อ

ขั้นที่ 4 นำแบบสอบถามความคิดเห็นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบให้ข้อเสนอแนะแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 5 นำแบบสอบถามความคิดเห็นไปใช้ดำเนินการสอบถามกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยสรุปขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็น ดังแผนภูมิที่ 3 ต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 3 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็น

2. แบบสัมภาษณ์ข้อมูลพื้นฐานและความต้องการจำเป็นการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามคิดสะเต็มศึกษา (Interview Form) ซึ่งเป็นแบบสัมภาษณ์ชนิดมีโครงสร้าง (Structured Interview) จำนวน 1 ฉบับ สำหรับการสัมภาษณ์ผู้บริหารสถานศึกษา ประกอบด้วย รองผู้อำนวยการสถานศึกษา กลุ่มบริหารงานวิชาการ และผู้เชี่ยวชาญด้านเคมี เกี่ยวกับความคิดเห็นในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ประเด็นสัมภาษณ์ความคิดเห็นเกี่ยวกับด้านเนื้อหาสาระ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการสอน และด้านการวัดและประเมินผลของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ในการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น รวมทั้งหมดจำนวน 5 ข้อ

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้จำนวน 1 ข้อ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

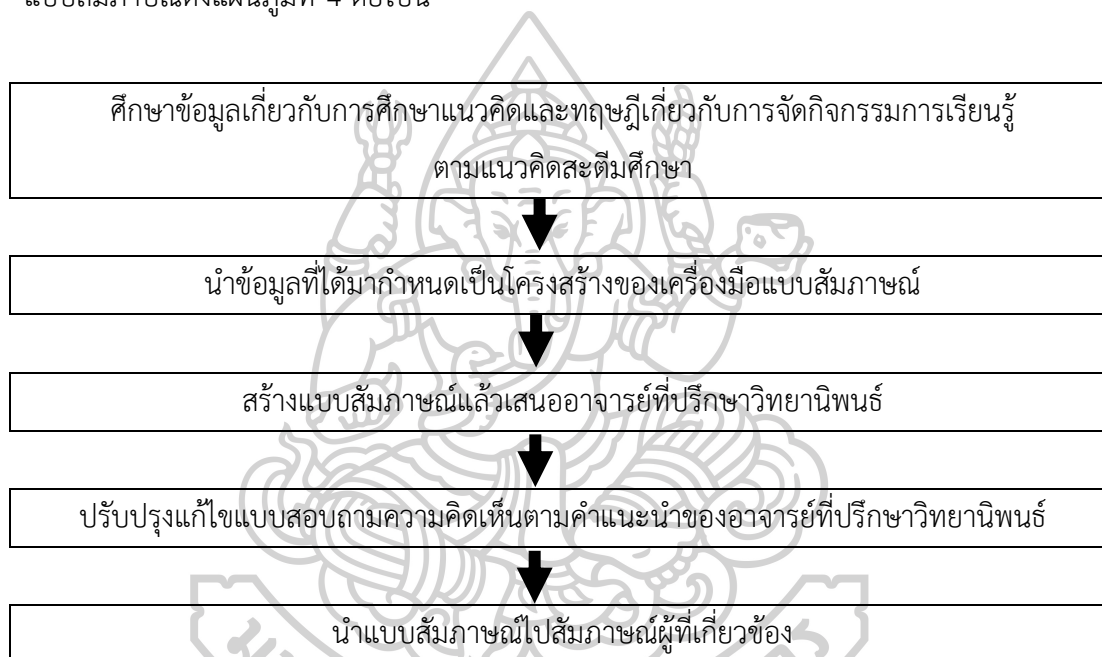
ขั้นที่ 1 ศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎีจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และบอร์ดเกม

ขั้นที่ 2 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาประมวลเพื่อกำหนดเป็นโครงสร้างและขอบเขตของเนื้อหาในแบบสัมภาษณ์ โดยขอคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ขั้นที่ 3 สร้างแบบสัมภาษณ์ตามขอบเขตเนื้อหา ประกอบด้วย ด้านเนื้อหาสาระ จำนวน 2 ข้อ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 1 ข้อ ด้านสื่อการสอน จำนวน 1 ข้อ และด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 1 ข้อ รวมทั้งหมดจำนวน 5 ข้อ จากนั้นนำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างเสร็จเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบให้ข้อเสนอแนะแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 4 นำแบบสัมภาษณ์เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบ ให้ข้อเสนอแนะแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 5 นำแบบสัมภาษณ์ไปใช้สัมภาษณ์กับผู้ที่เกี่ยวข้อง โดยสรุปขั้นตอนการสร้างแบบสัมภาษณ์ดังแผนภูมิที่ 4 ต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 4 ขั้นตอนการสร้างแบบสัมภาษณ์

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. แบบสอบถามความคิดเห็นข้อมูลพื้นฐานและความต้องการจำเป็นการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามคิดสะเต็มศึกษา

ในการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับความต้องการในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) และนำเสนอเป็นแบบเขียนพรรณนาความเรียง

2. แบบสัมภาษณ์ข้อมูลพื้นฐานและความต้องการจำเป็นการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามคิดสะตีมศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับความคิดเห็นในการพัฒนาการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะตีมศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) และนำเสนอแบบเขียนพรรณนาความเรียง



ขั้นตอนที่ 2 พัฒนา (D₁ : Development) : การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

กลุ่มเป้าหมาย

ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 5 คน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเคมี จำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านบอร์ดเกม จำนวน 1 คน โดยมีประสบการณ์สอนในรายวิชาหรือเรื่องนั้นไม่น้อยกว่า 5 ปี และสำเร็จการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาโท

วิธีดำเนินการ

ผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการ ดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
2. ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
3. การปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการพัฒนาเครื่องมือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยใช้การจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ คือ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี โดยใช้เวลาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 15 ชั่วโมง มีขั้นตอนการพัฒนาและหาคุณภาพ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน

ขั้นที่ 2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการจากเอกสารทางวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ขั้นที่ 3 ศึกษาองค์ประกอบและขั้นตอนดำเนินการจัดการจัดการเรียนรู้ โดยวิเคราะห์ จุดประสงค์ เนื้อหา และความต้องการในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน โดยรายละเอียดของบทเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ตารางที่ 8 โครงสร้างรายวิชาตามหน่วยการเรียนรู้

บทเรียน	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)
1. ทำความรู้จักบอร์ดเกม	บอร์ดเกม (Board Game) เป็นสื่อในรูปแบบเกมที่มีอุปกรณ์ ชิ้นส่วนต่าง ๆ และประกอบด้วยผู้เล่นตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป มีเป้าหมายในการเล่นที่ชัดเจนภายใต้การกำกับของกติกาหรือเงื่อนไขที่ใช้ในการเล่น โดยส่วนใหญ่แล้วผู้เล่นทุกคนจะมีปฏิสัมพันธ์กัน ส่งผลให้เกิดบรรยากาศที่สนุกสนาน ตื่นเต้น และเร้าใจ	3
2. การแบ่งประเภท สารเคมีที่ใช้ใน ชีวิตประจำวัน	สารเคมีที่มีอยู่ในชีวิตประจำวันของเรามีมากมายหลายประเภท ซึ่งสารเคมีส่วนใหญ่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ แต่หากนำมาใช้และเก็บรักษาที่ไม่ถูกต้องอาจทำให้เกิดผลกระทบ และเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้	1
3. สัญลักษณ์ติดฉลาก สารเคมี	การทำปฏิบัติการเคมีมีความเกี่ยวข้องกับสารเคมี ดังนั้นผู้ทำปฏิบัติการควรทราบเกี่ยวกับประเภท ความเป็นอันตรายข้อควรระวังต่าง ๆ ของสารเคมีที่ใช้ เพื่อก่อให้เกิดความปลอดภัย	1

บทเรียน	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)
4. เครื่องแก้วใน ห้องปฏิบัติการเคมี	ในการทำปฏิบัติการจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์การทดลองในการชั่ง ตวง และวัดปริมาตร ซึ่งหากเลือกและใช้อุปกรณ์การทดลองอย่างเหมาะสมจะส่งผลให้การทดลองมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น	1
5. การสร้างนวัตกรรม บอร์ดเกม	การระดมความคิดในการออกแบบและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่บูรณาการที่เนื้อหาความรู้ที่นักเรียนสนใจ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาคำถามไม่เข้าใจในบทเรียน	9
รวม		15

ขั้นที่ 5 นำแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบเพื่อขอคำแนะนำ หลังจากนั้นนำไปปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 6 นำแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเคมี จำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านบอร์ดเกม จำนวน 1 คน ตรวจสอบคุณภาพด้วยการประเมินโดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาลงความเห็น เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับ คือ

ระดับ 5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

ระดับ 3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ขั้นที่ 7 วิเคราะห์คุณภาพ โดยนำความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจากการประเมินแผนการสอน ในแต่ละข้อรายการมาหาค่าเฉลี่ย (μ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) และแปลความหมาย โดยกำหนดค่าเฉลี่ยเป็น 5 ระดับ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558) มีรายละเอียดดังนี้

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

ผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด ($\mu = 4.59$, $\sigma = 0.16$)

ขั้นที่ 8 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นที่ 9 นำแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะและให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้ง เพื่อความสมบูรณ์ของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขั้นที่ 10 นำแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 5 ชั่วโมง ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย จำนวน 20 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและมีพื้นฐานความรู้ ความสามารถ และสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมาย พบว่า นักเรียนเลือกเล่นบอร์ดเกมที่ตนเองรู้จักและเคยเล่นมาก่อน ในส่วนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนให้ความสนใจและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน นักเรียนร่วมมือกันออกแบบและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม โดยเลือกเนื้อหาหลักของนวัตกรรมบอร์ดเกมแตกต่างกัน แต่มีนักเรียนหลายกลุ่มเลือกเกม UNO มาเป็นเกมต้นแบบในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม นักเรียนสามารถอธิบายเชื่อมโยงความรู้สะเต็มศึกษากับนวัตกรรมบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นได้ และนวัตกรรมบอร์ดเกมที่นักเรียนสร้างขึ้นสามารถเล่นได้จริง แต่ผลงานของนักเรียนบางกลุ่มยังขาดความแข็งแรงคงทน เนื่องจากมีระยะเวลาจำกัด

ขั้นที่ 11 นำผลการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษามาปรับปรุงแก้ไขเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยปรับปรุงกิจกรรมที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสามารถด้านการสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ ยกตัวอย่างเช่น เน้นการเล่นบอร์ดเกมที่มีความหลากหลายและไม่เล่นบอร์ดเกมที่เคยเล่นแล้ว ตลอดจนเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถมาเล่นบอร์ดเกมที่สนใจนอกเวลาเรียนได้ เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักบอร์ดเกมที่หลากหลาย นำไปสู่การสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่มีความเป็นเอกลักษณ์ อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมทั้งในและนอกห้องเรียน เพื่อกระชับเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นนำแผนการจัดการ

เรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้ง เพื่อความสมบูรณ์ของเครื่องมือวิจัย โดยสามารถสรุปขั้นตอนการสร้าง
แผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ได้ตั้งแผนภูมิที่ 5



แผนภูมิที่ 5 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 3 (R₂ : Research) : ทดลองใช้การจัดการเรียนรู้

วัตถุประสงค์

เพื่อทดลองใช้การจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

แบบแผนการวิจัย

ในการทดลองการจัดการเรียนรู้ดำเนินการตามแบบแผนวิจัย (Research Design) แบบ The One - Group Pretest-Posttest Design และ One - Shot Case Study (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558)

แบบแผนการวิจัยความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม

-	X	T ₂
---	---	----------------

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

T₂ หมายถึง ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม และความคิดเห็น

แบบแผนการวิจัยผลการเรียนรู้

T ₁	X	T ₂
----------------	---	----------------

T₁ หมายถึง ทดสอบวัดผลการเรียนรู้ก่อนเรียน

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

T₂ หมายถึง ทดสอบวัดผลการเรียนรู้หลังเรียน

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนกำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ลงเรียนกิจกรรมชุมนุมนักเรียนเคมีรุ่นเยาว์ โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย ตำบลมหาชัย อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 25 คน

วิธีการดำเนินการ

มีวิธีการดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขออนุญาตจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ถึงผู้อำนวยการสถานศึกษา โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการทดลองใช้การจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ขั้นที่ 2 ทดลองใช้การจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โดยดำเนินกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนดังนี้

2.1 ผู้วิจัยดำเนินการวัดผลการเรียนรู้ก่อนเรียนด้วยแบบวัดผลการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 16 ข้อ

2.2 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ใช้ระยะเวลา 15 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 มีการจัดกิจกรรมในห้องเรียน และนอกห้องเรียน โดยใช้กระบวนการกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนเกิดปฏิสัมพันธ์ในการทำงาน เชื่อมโยงความรู้สู่การลงมือสร้างนวัตกรรม ตลอดจนมีการศึกษาเอกสาร หนังสือ ใช้สื่อและเทคโนโลยีต่าง ๆ ในการทำงาน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม โดยจัดการเรียนรู้ตามแนวทางจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่บูรณาการระหว่าง 5 สาขาวิชา ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) ศิลปะ (Arts) และ คณิตศาสตร์ (Mathematics)

2.3 หลังจากจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยมีการวัดและประเมินผลความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม ผลการเรียนรู้ของนักเรียนและสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปประเมินผลการจัดการเรียนรู้ในขั้นต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการพัฒนาเครื่องมือ

1. แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม

แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม เป็นแบบประเมินวิธีการปฏิบัติหรือกระบวนการสร้างบอร์ดเกมที่มีความแตกต่างไปจากแบบเดิม ซึ่งอาจเกิดจากการคิดค้นใหม่ หรือการพัฒนาปรับปรุงต่อยอดจากของเดิมที่มีอยู่ผ่านกระบวนการคิดริเริ่มสร้างสรรค์และการบูรณาการความรู้ 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ถ่ายทอดออกมาเป็นบอร์ดเกมที่มีคุณภาพและมีคุณภาพตามเป้าหมายที่มุ่งหวัง เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytic scoring rubric) มีองค์ประกอบการประเมิน 5 ประเด็น ได้แก่ 1) การระบุปัญหา 2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่น 4) การสร้างนวัตกรรมให้สำเร็จ และ 5) การสร้างกรอบความรู้สะเต็มศึกษา โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาและทำความเข้าใจทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

ขั้นที่ 2 ศึกษาและทำความเข้าใจทฤษฎี แนวคิด เกี่ยวกับการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

ขั้นที่ 3 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาวางแผนกำหนดโครงสร้าง ประเด็นการประเมิน และรายละเอียดในการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมการบอร์ดเกม โดยขอคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ขั้นที่ 4 สร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมการบอร์ดเกม กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytic scoring rubric) มีระดับการให้คะแนน 4 ระดับ คือ ดีมาก ดี พอใช้ และควรปรับปรุง โดยมีระดับเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมการบอร์ดเกม ดังนี้

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
1) การระบุปัญหา	มีการกำหนดปัญหาและสร้างนวัตกรรมการบอร์ดเกมที่สามารถแก้ไขปัญหาได้ สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดอย่างครบถ้วน	มีการกำหนดปัญหาและสร้างนวัตกรรมการบอร์ดเกมที่สามารถแก้ไขปัญหาได้ และสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดบางส่วน	มีการกำหนดปัญหาและสร้างนวัตกรรมการบอร์ดเกมที่สามารถแก้ไขปัญหาได้ แต่ไม่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนด	มีการกำหนดปัญหาแต่ไม่สามารถสร้างนวัตกรรมการบอร์ดเกมที่สามารถแก้ไขปัญหาได้
2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่	นวัตกรรมการบอร์ดเกมมีความเป็นเอกลักษณ์ (ความสนุก ความน่าสนใจ และความน่าเล่น) ตามคุณสมบัติครบ 3 ข้อ 1) กลไกของเกม 2) รูปแบบชิ้นงาน 3) เนื้อเรื่อง	นวัตกรรมการบอร์ดเกมมีความเป็นเอกลักษณ์ตามคุณสมบัติครบ 2 ข้อ	นวัตกรรมการบอร์ดเกมมีความเป็นเอกลักษณ์ตามคุณสมบัติครบ 1 ข้อ	นวัตกรรมการบอร์ดเกมมีคุณสมบัติ 1) กลไกของเกม 2) รูปแบบชิ้นงาน 3) เนื้อเรื่อง แต่ไม่มีความเป็นเอกลักษณ์
3) การทำงานร่วมกับ	สมาชิกให้ความร่วมมือในการสร้างผลงานมากกว่า	สมาชิกให้ความร่วมมือในการสร้างผลงาน ร้อยละ	สมาชิกให้ความร่วมมือในการสร้างผลงาน ร้อยละ	สมาชิกให้ความร่วมมือในการสร้างผลงานไม่เกินร้อยละ

รายการ ประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
ผู้อื่น	ร้อยละ 80	61-80	21-60	ละ 20
4) การ สร้าง นวัตกรรม ให้สำเร็จ	นวัตกรรมบอร์ด เกมมีคุณสมบัติ ครบ 4 ข้อ 1) สามารถ นำมาใช้งานได้จริง เหมาะสมกับการ ใช้งาน 2) มีความแข็งแรง คงทน 3) สีสัน เหมาะสมกับการ ใช้งาน 4) สีเส้นสวยงาม ดึงดูดความสนใจ	นวัตกรรมบอร์ด เกมมีคุณสมบัติ 3 ข้อ	นวัตกรรมบอร์ด เกมมีคุณสมบัติ 2 ข้อ	นวัตกรรมบอร์ด เกมมีคุณสมบัติ 1 ข้อ
5) การ สร้างกรอบ ความรู้ สะเต็ม ศึกษา	มีการนำกรอบ ความรู้สะเต็มศึกษา มาใช้ในการสร้าง นวัตกรรมบอร์ด เกมครบทั้ง 5 องค์ประกอบ	มีการนำกรอบ ความรู้สะเต็มศึกษา มาใช้ในการสร้าง นวัตกรรมบอร์ด เกมเพียง 4 องค์ประกอบ	มีการนำกรอบ ความรู้สะเต็มศึกษา มาใช้ในการสร้าง นวัตกรรมบอร์ด เกมเพียง 3 องค์ประกอบ	มีการนำกรอบ ความรู้สะเต็มศึกษา มาใช้ในการสร้าง นวัตกรรมบอร์ด เกมเพียง 1-2 องค์ประกอบ

ช่วงคะแนนค่าเฉลี่ย

3.50 – 4.00

2.50 – 3.49

1.50 – 2.49

1.00 – 1.49

ระดับความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม

ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมอยู่ในระดับดีมาก

ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมอยู่ในระดับดี

ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมอยู่ในระดับพอใช้

ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมอยู่ในระดับควรปรับปรุง

ขั้นที่ 5 นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม และนำมาปรับปรุงแก้ไข ในประเด็นการประเมิน

ขั้นที่ 6 นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญในขั้นตอนที่ 2 พัฒนา (D₁ : Development) เพื่อตรวจสอบ คุณภาพความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยการนำแบบประเมินค่าดัชนีความ สอดคล้อง (IOC) ของแบบความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมไปให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน พิจารณาลงความเห็นและให้คะแนนเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+ 1 หมายถึง แน่ใจว่ารายการประเมินสอดคล้องกับความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่ารายการประเมินสอดคล้องกับความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม

- 1 หมายถึง แน่ใจว่ารายการประเมินไม่สอดคล้องกับความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม

แล้วนำคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence : IOC) จากสูตร (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558 : 177)

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

IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องเหมาะสม

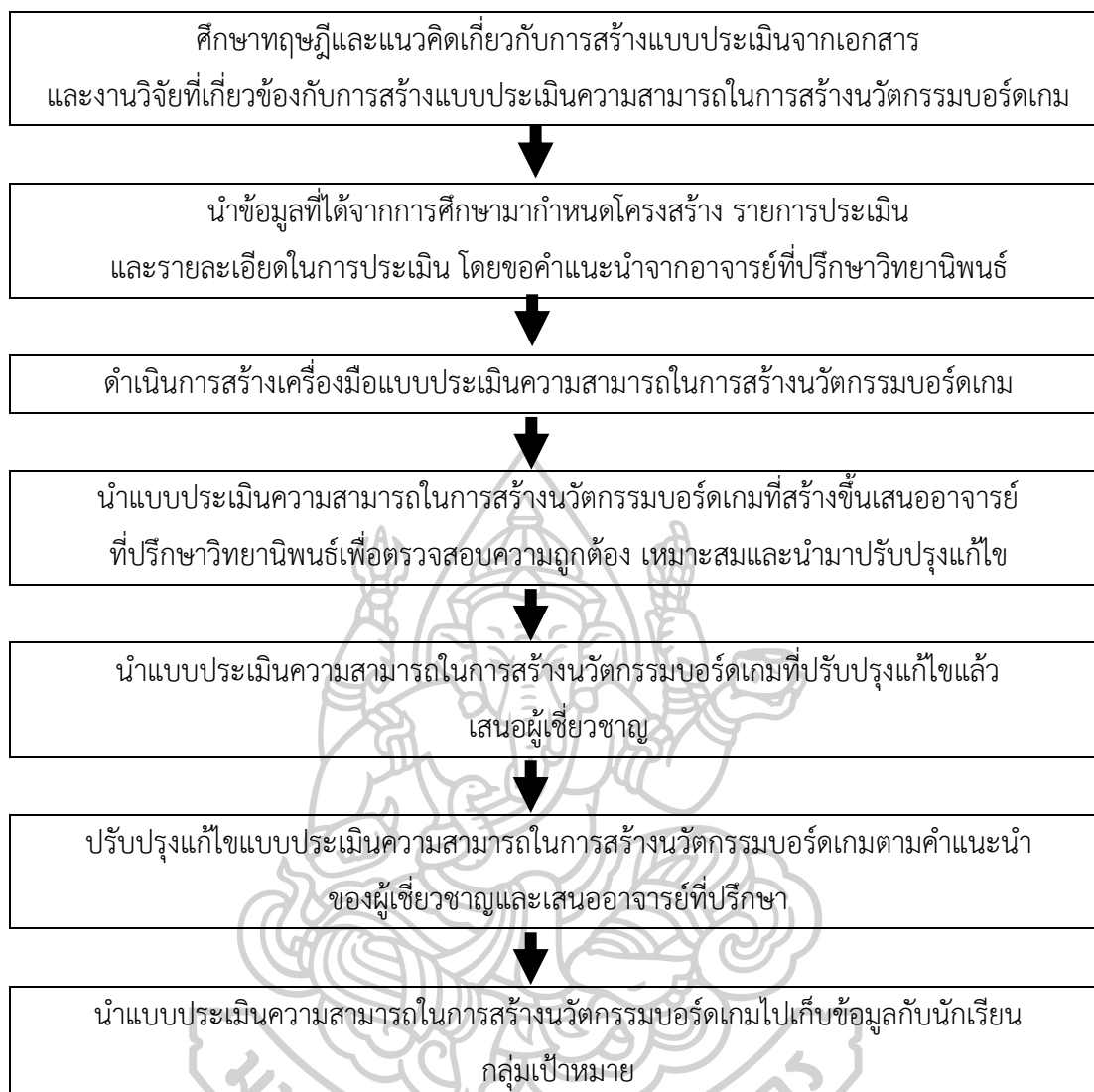
$\sum R$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนของผู้เชี่ยวชาญของความคิดเห็นทั้งหมด

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

หากคำนวณได้มีค่า ≥ 0.50 ขึ้นไป ถือว่าสอดคล้องกันในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่คำนวณได้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.60 - 0.80 โดยผู้วิจัยได้ปรับ เกณฑ์การประเมินให้มีความชัดเจนและเข้าใจง่ายขึ้นตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำแบบ ประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้ง เพื่อความสมบูรณ์ของเครื่องมือวิจัย

ขั้นที่ 7 นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมไปเก็บข้อมูลกับ นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยมีการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมจากครู ประจำรายวิชาและนักเรียน ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้าง นวัตกรรมบอร์ดเกม ได้ดังแผนภูมิที่ 6 ดังนี้



แผนภูมิที่ 6 สรุปขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม

2. แบบวัดผลการเรียนรู้ เรื่องความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี

หลังจากการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่แสดงถึงความเข้าใจในเนื้อหาเรื่องความปลอดภัยและทักษะในปฏิบัติการเคมี หลังจากการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้แบบวัดผลการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วยข้อคำถามแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ และข้อคำถามแบบเขียนอธิบายคำตอบ จำนวน 1 ข้อ คะแนนรวม 20 คะแนน

ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหลักการ แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับแบบวัดผลการเรียนรู้
ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ เลือกและกำหนดเนื้อหาเพื่อนำมาสร้างแบบวัดผลการเรียนรู้ เริ่มจากการ
สร้างผังข้อสอบนำเสนอรายละเอียดในแบบวัดผลการเรียนรู้ ด้านเนื้อหาเรื่อง สารเคมีที่ใช้ใน
ชีวิตประจำวัน, สัญลักษณ์ติดฉลากสารเคมี และเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการเคมี ซึ่งสอดคล้อง
กับผลการเรียนรู้ 2 ข้อได้เป็นสัดส่วนข้อสอบที่จะสร้างเป็นแบบทดสอบดังตาราง

ตารางที่ 9 วิเคราะห์หลักสูตรเรื่อง ความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี

เรื่อง	ผลการเรียนรู้	พุทธิพิสัย (จำนวนข้อสอบ)						รวม	อันดับ
		จำ	เข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า	สร้างสรรค์		
สารเคมีที่ใช้ ในชีวิต ประจำวัน	2. บอก อธิบาย และจำแนก ประเภทของสารเคมีที่ใช้ใน ชีวิตประจำวัน ตลอดจนข้อ	1	1	-	1	1	1 (อัตรันย)	5	2
สัญลักษณ์ ติดฉลาก สารเคมี	ปฏิบัติเบื้องต้น และปฏิบัติ ตอนที่แสดงถึงความตระหนักใน การทำปฏิบัติการเคมี เพื่อให้ มีความปลอดภัยทั้งต่อตนเอง ผู้อื่นและสิ่งแวดล้อม	1	2	-	1	-	-	4	3
เครื่องแก้ว ในห้อง ปฏิบัติการ เคมี	3. เลือกและใช้อุปกรณ์หรือ เครื่องมือในการทำปฏิบัติการ และวัดปริมาณต่าง ๆ ได้ อย่างเหมาะสม	1	3	1	2	-	-	7	1
รวม		3	6	1	4	1	1	16	
อันดับ		3	1	4	2	4	4		

ขั้นที่ 3 สร้างแบบวัดผลการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยสร้างแบบ
วัดผลการเรียนรู้ทั้งแบบปรนัยและอัตนัย จำนวน 1 ฉบับ โดยแบบปรนัย เป็นแบบชนิดเลือกตอบ 4
ตัวเลือก กำหนดค่าคะแนนที่ได้ คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน จำนวน 15 ข้อ
รวมเป็น 15 คะแนน และแบบอัตนัย เขียนอธิบายคำตอบ จำนวน 1 ข้อ 5 คะแนน รวมเป็น
20 คะแนน โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 28 ข้อ และแบบทดสอบ
แบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ รวมทั้งหมด 30 ข้อ ประกอบด้วยตามโครงสร้างการวิเคราะห์หลักสูตร
เรื่อง ความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี

ขั้นที่ 4 นำแบบวัดผลการเรียนรู้ ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และนำมาปรับปรุงแก้ไข

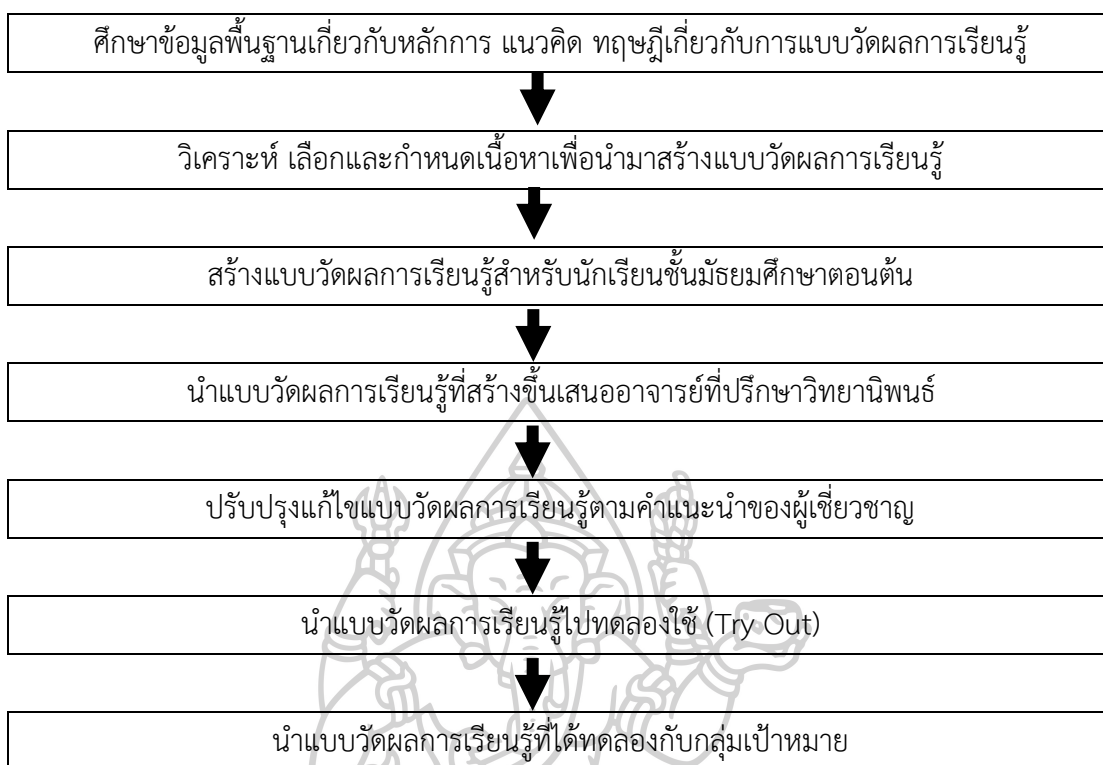
ขั้นที่ 5 นำแบบวัดผลการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญ ในขั้นตอนที่ 2 พัฒนา (D_1 : Development) เพื่อตรวจสอบด้านเนื้อหา โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item Objective Congruence: IOC) หากคำนวณได้มีค่า ≥ 0.50 ขึ้นไป ถือว่าสอดคล้องกันในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (มาเรียม นิลพันธุ์ 2558) โดยมีการกำหนดเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- + 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่คำนวณได้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.60 - 0.80 แสดงว่าแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้นั้นใช้ได้ มีความสอดคล้องหรือเหมาะสม สามารถนำไปใช้

ขั้นที่ 6 นำแบบวัดผลการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อหาประสิทธิภาพและตรวจสอบความเหมาะสมก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย พบว่าแบบทดสอบแบบปรนัยจำนวน 28 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.28 - 0.72 , ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.11 - 0.79 และความเชื่อมั่น KR-20 เท่ากับ 0.70 และแบบทดสอบแบบอัตนัยมีค่าความยากง่าย (p) เท่ากับ 0.53 - 0.54 และค่าอำนาจจำแนก (r) เท่ากับ 0.37 - 0.51 และหลังจากคัดเลือกตามโครงสร้างที่ใช้จริง ประกอบด้วยแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 15 ข้อ และแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 1 ข้อ พบว่ามีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.28 - 0.72 , ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.58 - 0.93 และความเชื่อมั่น KR-20 เท่ากับ 0.90 และแบบทดสอบแบบอัตนัยมีค่าความยากง่าย (p) เท่ากับ 0.54 และค่าอำนาจจำแนก (r) เท่ากับ 0.51

ขั้นที่ 7 นำแบบวัดผลการเรียนรู้ไปเก็บข้อมูลกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งสามารถสรุป ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ได้ ดังแผนภูมิที่ 7 ดังนี้



แผนภูมิที่ 7 สรุปขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลการเรียนรู้

3. แบบสอบถามความคิดเห็นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

แบบประเมินความคิดเห็นการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการสัมภาษณ์ความรู้สึกปลายเปิดของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ซึ่งเป็นผลจากการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มี 3 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 สถานภาพและข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบคำถาม ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มี 5 ประเด็นคำถาม คือ 1) นอกจากความสนุกแล้วนักเรียนชอบบอร์ดเกมของเพื่อนชื่ออะไรมากที่สุด เพราะเหตุใด 2) นักเรียนใช้ความรู้วิชาเคมีเรื่องใดบ้างในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมและชอบเรื่องใดมากที่สุด เพราะอะไร 3) นักเรียนชอบบรรยากาศในห้องเรียนช่วงไหนมากที่สุด เพราะเหตุใด 4) นักเรียนคิดว่าการเรียนรู้ สามารถช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในบทเรียนมากขึ้นน้อยเพียงใด เพราะเหตุใด และ 5) ในการออกแบบและสร้างบอร์ดเกมมีประโยชน์กับ

นักเรียนอย่างไรบ้าง และตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม นักเรียนอยากบอกอะไร ให้ครูทราบเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แนวคิดสะเต็มศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ขั้นที่ 2 นำข้อมูลที่ได้จากศึกษามาวางแผนกำหนดโครงสร้าง ประเด็นการประเมิน และขอบเขตพฤติกรรมบ่งชี้ของแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยขอคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ขั้นที่ 3 ดำเนินการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ขั้นที่ 4 นำแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม และนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

ขั้นที่ 5 นำแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญในขั้นตอนที่ 2 พัฒนา (D_1 : Development) เพื่อตรวจสอบคุณภาพ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยการนำแบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน ไปให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านพิจารณาลงความเห็นและให้คะแนนเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขโดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- + 1 หมายถึง แน่ใจว่ารายการประเมินสอดคล้องกับความคิดเห็นของนักเรียน
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่ารายการประเมินสอดคล้องกับความคิดเห็นของนักเรียน
- 1 หมายถึง แน่ใจว่ารายการประเมินไม่สอดคล้องกับความคิดเห็นของนักเรียน

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่คำนวณได้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00 โดยผู้วิจัยปรับปรุงข้อคำถามให้มีความชัดเจนและเข้าใจง่ายขึ้นตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมอีกครั้ง เพื่อความสมบูรณ์ของเครื่องมือวิจัย

ขั้นที่ 6 นำแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ไปเก็บข้อมูลกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยสรุปขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ได้ตั้งแผนภูมิที่ 8 ดังนี้



แผนภูมิที่ 8 สรุปขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ผลการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม โดยเสนอเป็นค่าเฉลี่ย (μ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) และวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) แล้วนำเสนอเป็นแบบพรรณนาความเรียง
2. วิเคราะห์ผลการเรียนรู้เรื่องความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี โดยเสนอเป็นค่าเฉลี่ย (μ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)
3. วิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนา ในประเด็น สถานภาพและข้อมูลทั่วไปในตอนต้นที่ 1 ใช้สถิติค่าร้อยละ (%) จากนั้นนำเสนอในรูปตารางประกอบ

คำบรรยาย และวิเคราะห์ในประเด็นความคิดเห็นและข้อเสนอแนะในตอนี่ 2 และตอนี่ 3 โดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) และนำเสนอแบบเขียนพรรณนาความเรียง



ขั้นตอนที่ 4 พัฒนา (D₂ : Development) : ประเมินผลและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

วิธีการดำเนินการ

ขั้นที่ 1 นำข้อมูลจากขั้นที่ 3 (R2 : Research) : ทดลองใช้การจัดการเรียนรู้ มาวิเคราะห์ประมวลผล เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยนำผลการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม, ผลการเรียนรู้เรื่องความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้มาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความสมบูรณ์และเหมาะสมในการนำไปใช้

ขั้นที่ 3 นำเสนอการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อขอความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลมาวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) แล้วนำเสนอแบบพรรณนาความเรียง และหาร้อยละ แล้วนำเสนอในรูปแบบตารางประกอบคำบรรยาย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนากิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วยวัตถุประสงค์การวิจัย 4 ประการ คือ 1) เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 2) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 3) เพื่อทดลองใช้การจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในประเด็นต่อไปนี้ 3.1) เพื่อประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 3.2) เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนและหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 3.3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และ 4) เพื่อประเมินและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอผลการวิจัยเป็น 4 ตอน ดังนี้

- 4.1 ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการ
- 4.2 ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้
- 4.3 ผลการทดลองใช้การจัดการเรียนรู้
- 4.4 ผลการประเมินและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการ

การรวบรวมข้อมูลจากการศึกษาความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนชุมนุมนักเคมีรุ่นเยาว์ จำนวน 25 คน ผู้บริหารสถานศึกษา ได้แก่ รองผู้อำนวยการสถานศึกษา กลุ่มบริหารงานวิชาการ

จำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านเคมี จำนวน 2 คน เป็นครูที่สอนรายวิชาเคมี ที่มีวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ และมีอายุการสอน 10 ปีขึ้นไป รวม 3 คน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผลการศึกษาความต้องการในการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เกี่ยวกับด้านเนื้อหาสาระ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการสอน และด้านการวัดและประเมินผล

1.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการศึกษาความต้องการของนักเรียน เกี่ยวกับด้านเนื้อหาสาระ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการสอน และด้านการวัดและประเมินผล จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ลงเรียนกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ชุมนุมนักเรียนรุ่นเยาว์ จำนวน 25 คน ด้วยแบบสอบถามความคิดเห็น โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากความต้องการในด้านเนื้อหาสาระ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อ การสอน และด้านการวัดและประเมินผล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

การวิเคราะห์ข้อมูล

ด้านเนื้อหาสาระ

1. ความต้องการในการเรียนรู้เกี่ยวกับการสร้างบอร์ดเกม พบว่า นักเรียนมีความต้องการเรียนรู้เกี่ยวกับการสร้างบอร์ดเกมสอดคล้องกัน คือ ต้องการรู้จักบอร์ดเกม เช่น ตัวอย่างบอร์ดเกมของจริง ขั้นตอนการเล่นเกม ความแตกต่างของบอร์ดเกมประเภทต่าง ๆ ขั้นตอนการสร้างบอร์ดเกม เป็นต้น

2. ความคาดหวังและต้องการทำในการเรียนกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ชุมนุมนักเรียนรุ่นเยาว์ พบว่า นักเรียนต้องการทำความรู้จักบอร์ดเกมผ่านกระบวนการเล่นเกม และสามารถนำความรู้ในรายวิชามาประยุกต์ใช้ในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมให้ประสบความสำเร็จได้

ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ความต้องการให้ครูจัดการเรียนรู้ในกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ชุมนุมนักเรียนรุ่นเยาว์ พบว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ครูสอนให้รู้จักบอร์ดเกมก่อน และตามด้วยสอนเนื้อหาหลักในรายวิชา เพื่อนำมาสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาได้ อีกทั้งในการเรียนเนื้อหาวิชาหลักนั้นนักเรียนชอบการทำกิจกรรมที่เน้นการปฏิบัติมากกว่าการนั่งฟังครูบรรยาย และในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมชอบการทำงานร่วมกับเพื่อน ๆ ในชั้นเรียนมากกว่าการทำงานคนเดียว เป็นต้น

ด้านสื่อการสอน

ความต้องการให้มีสื่อการสอนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ชุมนุมนักเคมีรุ่นเยาว์ พบว่า ต้องการให้มีสื่อการสอนที่หลากหลาย และเข้าใจง่าย เช่น บอร์ดเกมของจริง วิดีโอ เป็นต้น

ด้านการวัดและประเมินผล

1. ความต้องการในเรื่องการเก็บคะแนน พบว่า ต้องการให้เก็บคะแนนจากนวัตกรรมบอร์ดเกมที่นักเรียนได้สร้างขึ้น และความร่วมมือในการทำงานของสมาชิกในกลุ่ม

2. ความต้องการให้ใครเป็นผู้ประเมินผลการเรียนรู้และความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม พบว่า ครูผู้สอนรายวิชา ตนเอง และเพื่อนในชั้นเรียนควรเป็นผู้ให้คะแนน

3. ความต้องการเกี่ยวกับลักษณะของบอร์ดเกมที่อยากทำ พบว่า ควรเป็นบอร์ดเกมที่มีการนำความรู้ในรายวิชามาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและสร้างจนสำเร็จ มีเอกลักษณ์เป็นของตนเอง สามารถเล่นได้จริง มีความสวยงาม และมีความแข็งแรงทนทาน

1.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการศึกษาความต้องการของผู้ที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับด้านเนื้อหาสาระ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการสอน และด้านการวัดและประเมินผล จากผู้บริหารสถานศึกษา ได้แก่ รองผู้อำนวยการสถานศึกษา กลุ่มบริหารงานวิชาการ จำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านเคมี จำนวน 2 คน เป็นครูที่สอนรายวิชาเคมี ที่มีวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ และมีอายุการสอน 10 ปีขึ้นไป รวม 3 คน โดยวิเคราะห์ข้อมูลจาก 1) ความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการสอน การวัดและประเมินผล และ 2) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการสอน การวัดและประเมินผลของการจัดการเรียนรู้ มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

ด้านเนื้อหาสาระ

1. ความคิดเห็นเกี่ยวกับวัตถุประสงค์และสิ่งที่นักเรียนควรได้บรรลุในการเรียนกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ชุมนุมนักเคมีรุ่นเยาว์ พบว่า ในการเรียนกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ชุมนุมนักเคมีรุ่นเยาว์ นักเรียนควรเกิดความรู้ ความเข้าใจครบถ้วนตรงตามหลักสูตรของรายวิชา เพื่อนำความรู้ และความเข้าใจนั้นไปเป็นพื้นฐานในการออกแบบและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมได้ เพื่อนำไปสู่การส่งเสริมให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ดังคำกล่าวของผู้ให้สัมภาษณ์ที่กล่าวว่า

“...ในการออกแบบจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สิ่งที่สำคัญคือการวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อนำมากำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ ความเข้าใจ และมีความสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ต่อไป...”

(ผู้ให้สัมภาษณ์คนที่ 1)

“...นักเรียนควรได้รับความรู้ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ อันนำไปสู่การมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น...”

(ผู้ให้สัมภาษณ์คนที่ 2)

“...การที่นักเรียนจะสามารถออกแบบและสร้างบอร์ดเกมออกมาได้นั้น นักเรียนควรมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาหลักประมาณหนึ่งร่วมกับการพยายามค้นหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อนำความรู้มาสร้างเป็นนวัตกรรมจนประสบความสำเร็จ...”

(ผู้ให้สัมภาษณ์คนที่ 3)

2. ความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อหาหรือประเด็นที่ควรสอนนักเรียน พบว่า บทเรียนเรื่อง บอร์ดเกม, การแบ่งประเภทสารเคมีในชีวิตประจำวัน, สัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตราย, เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการเคมี และการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมนั้นมีความเหมาะสมและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่า นักเรียนควรได้เรียนรู้และเข้าใจเรื่องบอร์ดเกมก่อน อาทิเช่น การยกตัวอย่าง การอธิบายกลไกของบอร์ดเกม การเล่นเกมร่วมกัน ตลอดจนแนะนำแหล่งข้อมูลอื่น ๆ เกี่ยวกับบอร์ดเกมเพื่อให้ นักเรียนได้ค้นคว้าเพิ่มเติมด้วยตนเอง นอกจากนี้ควรได้รับความรู้ในเนื้อหาหลัก เพื่อนำเนื้อหาใน 2 ส่วนนี้มาประยุกต์ในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมได้อย่างประสบผลสำเร็จ ดังคำกล่าวของผู้ให้สัมภาษณ์ที่กล่าวว่า

“...ในการนวัตกรรมการบอร์ดเกมให้ประสบความสำเร็จได้นั้น นักเรียนควรมีความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับบอร์ดเกมและเนื้อหาหลักของรายวิชา...”

(ผู้ให้สัมภาษณ์คนที่ 2)

“...สำหรับเนื้อหานั้น นักเรียนควรได้รับความรู้เรื่องบอร์ดเกมก่อนเป็นอันดับแรก เพราะเป็นเนื้อหาที่น่าจะค่อนข้างใหม่สำหรับนักเรียน โดยครูอาจจะให้นักเรียนรู้จักบอร์ดเกมจากการยกตัวอย่าง การให้นักเรียนได้ทดลอง

เล่นบอร์ดเกมด้วยตนเอง สอนให้นักเรียนได้รู้จักกลไกของเกม รวมทั้งอาจจะ
แนะนำให้นักเรียนได้รู้จักแหล่งอื่น ๆ ในการเข้าถึงบอร์ดเกม...”

(ผู้ให้สัมภาษณ์คนที่ 3)

ด้านกิจกรรมการเรียนรู้

1. ความคิดเห็นด้านการแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการ
สร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรจัดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือ
ปฏิบัติกิจกรรมผ่านกระบวนการทำงานเป็นทีม เพื่อให้นักเรียนได้ระดมความคิดตลอดจนแก้ไขปัญหา
ต่าง ๆ ร่วมกัน ดังคำกล่าวของผู้ให้สัมภาษณ์ที่กล่าวว่า

“...ควรให้นักเรียนระดมความคิดร่วมในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม
นักเรียนจะได้ช่วยกันออกแบบ ระดมความคิด และร่วมกันแก้ไขปัญหาได้ดีกว่า
การทำงานคนเดียว...”

(ผู้ให้สัมภาษณ์คนที่ 2)

“...ในการจัดกิจกรรมการสอนควรเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เน้น
ให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการทำกิจกรรมต่าง ๆ มากกว่าการเรียนแบบ
บรรยาย...”

(ผู้ให้สัมภาษณ์คนที่ 3)

ด้านสื่อการสอน

1. ความคิดเห็นด้านการเลือกใช้สื่อประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า สื่อการ
สามารถแบ่งได้เป็น 2 ด้าน คือ ด้านที่ 1 เกี่ยวกับบอร์ดเกม ควรนำบอร์ดเกมของจริงมาให้นักเรียนได้
ทำความรู้จักผ่านการเล่นบอร์ดเกม ด้านที่ 2 เกี่ยวกับเนื้อหาหลักของรายวิชา ควรใช้สื่อการสอนที่
หลากหลาย อาทิเช่น อุปกรณ์การทดลองทางวิทยาศาสตร์ วิดีโอ ใบงานและใบกิจกรรม เป็นต้น ดัง
คำกล่าวของผู้ให้สัมภาษณ์ที่กล่าวว่า

“...การที่จะสอนให้นักเรียนสามารถสร้างบอร์ดเกมได้นั้น สื่อที่ดีที่สุด
คงจะเป็นบอร์ดเกมของจริง เพื่อให้นักเรียนได้สัมผัสกับความสนุกและความ
น่าสนใจของบอร์ดเกม เพื่อนำไปสู่การเป็นผู้สร้างบอร์ดเกม...”

(ผู้ให้สัมภาษณ์คนที่ 1)

“...นักเรียนควรได้ทำความรู้จักบอร์ดเกมด้วยการเล่นบอร์ดเกมของจริง อีกทั้งนักเรียนควรได้รับการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาผ่านสื่อการสอนแบบต่าง ๆ ที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหาวิชา เช่น อุปกรณ์การทดลองทางวิทยาศาสตร์ วิดีโอ ใบงานและใบกิจกรรม เป็นต้น ...”

(ผู้ให้สัมภาษณ์คนที่ 3)

ด้านการวัดและประเมินผล

1. ความคิดเห็นด้านการวัดและประเมินผลความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมพบว่า ในการประเมินนั้นควรประเมินจากนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียน ร่วมกับการสังเกตจากพฤติกรรมกระบวนการทำงานของนักเรียนในชั้นเรียน โดยในส่วนผู้ให้คะแนนนั้นควรเป็นครูผู้สอนในห้องเรียน เพื่อน และตนเอง เพื่อที่นักเรียนจะสามารถนำผลงานของตนเองไปพัฒนาปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นได้ ดังคำกล่าวของผู้ให้สัมภาษณ์ที่กล่าวว่า

“...ในการวัดและประเมินผลนั้นนอกจากครูผู้สอนจะเป็นผู้ให้คะแนนแล้ว ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินผลงานของตนเอง และให้เพื่อนได้ร่วมประเมินผลงานของเพื่อน เพื่อให้ทราบถึงความพอใจที่นักเรียนมีต่อผลงานของตนเองและเพื่อนร่วมชั้นเรียน...”

(ผู้ให้สัมภาษณ์คนที่ 1)

“...การประเมินนั้นควรมีการประเมินทั้งในส่วนของผลงานนวัตกรรมบอร์ดเกมที่เกิดขึ้นและมีการประเมินพฤติกรรมของนักเรียน เช่น การทำงานร่วมกันของสมาชิกในกลุ่ม เป็นต้น ...”

(ผู้ให้สัมภาษณ์คนที่ 2)

สรุปผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการเพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

แผนการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ดังนี้

1. ด้านเนื้อหาสาระ นักเรียนควรเกิดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับบอร์ดเกมและเนื้อหาหลักครบถ้วนตรงตามหลักสูตรของรายวิชา
2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนควรได้รับการกระตุ้นความสนใจและทำความเข้าใจกับบอร์ดเกมผ่านการเล่นเกม ตามด้วยได้รับความรู้ที่เป็นเนื้อหาหลักของรายวิชาผ่านการเรียนที่เน้นการลงมือปฏิบัติกิจกรรมและนำไปสู่การออกแบบและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่มีการนำความรู้ในรายวิชามาประยุกต์ใช้จนประสบความสำเร็จผ่านกระบวนการทำงานกลุ่ม
3. ด้านสื่อการสอน นักเรียนควรได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับสื่อการเรียนการสอนที่มีความหลากหลาย
4. ด้านการวัดและประเมินผล นักเรียนได้รับการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมผ่านกระบวนการทำงานและผลงานที่ปรากฏ โดยครูผู้สอนรายวิชา ตนเอง และเพื่อนในชั้นเรียน

4.2 ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ 1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน 2) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการจากเอกสารทางวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 3) ศึกษาองค์ประกอบและขั้นตอนดำเนินการจัดการจัดการเรียนรู้ โดยวิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหา และความต้องการในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยได้มีการวิเคราะห์ความต้องการผ่านการสัมภาษณ์และสอบถามความคิดเห็นในด้านเนื้อหาสาระ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการสอน และด้านการวัดและประเมินผลของผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านเคมีและนักเรียน

4.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 10 แสดงการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	ชั่วโมงที่	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้
1. ระบุปัญหา (Problem Identification)	1-3	เริ่มต้นกระตุ้นความสนใจของนักเรียนผ่านการเล่นบอร์ดเกมแบบต่าง ๆ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันคิดและแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ เพื่อวิเคราะห์และกำหนดขอบข่ายความรู้บูรณาการ 5 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์
2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)	4-6	รวบรวม ข้อมูล และ แนวคิด ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นแนวทางสำหรับแก้ปัญหาและสร้างชิ้นงาน
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)	7-8	เริ่มต้นด้วยการสำรวจความต้องการของเพื่อนในห้องเรียน เพื่อศึกษาความต้องการพื้นฐานสำหรับออกแบบนวัตกรรมบอร์ดเกมทางวิทยาศาสตร์ตามหลักการออกแบบของ Tinsman (2008) ที่ให้ทั้งความสนุกสนานและให้ความรู้แก่ผู้เล่นบอร์ดเกม
4. วางแผนและดำเนินการพัฒนา/แก้ปัญหา (Planning and Development)	9-10	ดำเนินการสร้างต้นแบบนวัตกรรมบอร์ดเกมอย่างง่ายตามที่ได้ออกแบบไว้ และเริ่มทดสอบคุณภาพภายในกลุ่ม เพื่อประเมินข้อจำกัดของบอร์ดเกมในเบื้องต้น
5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ (Testing, Evaluation and Design Improvement)	11-13	ทดสอบคุณภาพของต้นแบบนวัตกรรมบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น ด้วยการทดลองเล่นบอร์ดเกมตั้งแต่เริ่มต้นจนจบเกมภายในกลุ่มของตนเอง เพื่อประเมินผลและเสนอแนวทางการปรับปรุงพัฒนาให้ต้นแบบบอร์ดเกมมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น จากนั้นดำเนินการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมฉบับสมบูรณ์ ประกอบด้วย ตัวเกม กฎกติกา และกล่องหรือบรรจุภัณฑ์ของบอร์ดเกมตามความถนัดของนักเรียน

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	ชั่วโมงที่	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้
6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)	14-15	นำเสนอนวัตกรรมบอร์ดเกมที่ตนเองสร้างขึ้นแก่ครู และเพื่อนร่วมชั้นเรียน จากนั้นเพื่อนร่วมชั้นเรียนและ ครুর่วมแสดงความคิดเห็นและให้คำแนะนำกับนักเรียน กลุ่มที่นำเสนอ เพื่อเป็นกำลังใจและเสนอแนวทางการ พัฒนานวัตกรรมบอร์ดเกมของตนเองให้มีคุณภาพมาก ยิ่งขึ้นต่อไป

จากตารางที่ 10 แสดงถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 6 ขั้นตอน
รวมทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกรรม เพื่อนำไปสู่การ
มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม

4.2.2 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้นำผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการในการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนา
ผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตลอดจนได้รับคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อนำมาพัฒนา
แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่
เกี่ยวข้องกัปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการพัฒนา/แก้ปัญหา
5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ 6) นำเสนอวิธีการ
แก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อ
พัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จากผู้เชี่ยวชาญ
จำนวน 5 คน ตรวจสอบคุณภาพด้วยการประเมินโดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ของ
แผนการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิด
สะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ตอนต้น

ข้อ	รายการที่พิจารณา	μ	σ	แปลผล
1	สาระสำคัญ			
	1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
	1.2 มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน	4.80	0.45	มากที่สุด
	1.3 มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.60	0.89	มากที่สุด
	1.4 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.60	0.55	มากที่สุด
	รวม	4.70	0.12	มากที่สุด
2	จุดประสงค์การเรียนรู้			
	2.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
	2.2 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.80	0.45	มากที่สุด
	2.3 มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
	2.4 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้	4.40	0.89	มาก
	รวม	4.70	0.20	มากที่สุด
3	สาระการเรียนรู้			
	3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
	3.2 มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน	4.80	0.45	มากที่สุด
	3.3 มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
	3.4 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.60	0.55	มากที่สุด
	รวม	4.70	0.12	มากที่สุด
4	การจัดกระบวนการเรียนรู้			
	4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
	4.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
	4.3 มีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.20	0.45	มาก
	4.4 ได้รับความสนใจให้นักเรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้และ เข้าร่วมกิจกรรม	4.40	0.55	มาก
	4.5 กิจกรรมเป็นไปตามลำดับ	4.60	0.55	มากที่สุด
	รวม	4.56	0.26	มากที่สุด

ข้อ	รายการที่พิจารณา	μ	σ	แปลผล
5	สื่อการเรียน			
	5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
	5.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และกิจกรรม	4.60	0.55	มากที่สุด
	5.3 ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
	5.4 มีความเหมาะสมกับวัยและความสนใจของนักเรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
	รวม	4.60	0.00	มากที่สุด
6	การวัดและประเมินผล			
	6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.40	0.89	มาก
	6.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.40	0.89	มาก
	6.3 การวัดที่ระบุไว้สามารถประเมินได้	4.20	0.84	มาก
	6.4 ใช้เครื่องมือวัดได้อย่างเหมาะสม	4.20	0.84	มาก
	รวม	4.30	0.12	มาก
	สรุปรวม	4.59	0.16	มากที่สุด

จากตารางที่ 11 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาแผนการจัดการเรียนรู้และมีความเห็นโดยรวมว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด ($\mu = 4.59$, $\sigma = 0.16$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า รายการประเมินที่ได้คะแนนมากที่สุดคือ สาระสำคัญ ($\mu = 4.70$, $\sigma = 0.12$), จุดประสงค์การเรียนรู้ ($\mu = 4.70$, $\sigma = 0.20$) และ สาระการเรียนรู้ ($\mu = 4.70$, $\sigma = 0.12$) รองลงมา คือ สื่อการเรียน ($\mu = 4.60$, $\sigma = 0.00$), การจัดการกระบวนการเรียนรู้ ($\mu = 4.56$, $\sigma = 0.26$) มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด และการวัดและประเมินผล ($\mu = 4.30$, $\sigma = 0.12$) มีความเหมาะสมระดับมาก ตามลำดับ

4.2.3 ผลการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญและผลการทดลองใช้ (Try Out) มาใช้ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้งการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้มีความคิดแปลกใหม่ และด้านการวัดและประเมิน โดยได้ผ่านการพิจารณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ผู้วิจัยปรับปรุงกิจกรรมที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสามารถด้านการสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ ยกตัวอย่างเช่น เน้นการเล่นบอร์ดเกมที่มีความหลากหลายและไม่เล่นบอร์ดเกมที่เคยเล่นแล้ว ตลอดจนเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถมาเล่นบอร์ดเกมที่สนใจนอกเวลาเรียนได้ เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักบอร์ดเกมที่หลากหลาย นำไปสู่การสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่มีความเป็นเอกลักษณ์

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ผู้วิจัยปรับปรุงการวัดและประเมินผล การเรียนรู้ระหว่างเรียนที่เกี่ยวข้องกับความรู้ที่เป็นเนื้อหาหลักของรายวิชาจากการถาม-ตอบ เป็นการเล่นเกมเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เช่น เกม Kahoot, เกม Vonder Go เป็นต้น

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ผู้วิจัยปรับปรุงกิจกรรมด้วยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมทั้งในและนอกห้องเรียน เพื่อกระชับเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4.3 ผลการทดลองใช้การจัดการเรียนรู้

การทดลองใช้การจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในประเด็นต่อไปนี้

4.3.1 เพื่อประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมหลังจากรับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

4.3.1.1 ผลงานนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียน

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลผลงานนวัตกรรมบอร์ดเกมที่นักเรียนได้สร้างขึ้น ซึ่งมีทั้งหมด 5 นวัตกรรม ได้แก่ ทาโก้...ประเภทสารเคมี, UNO ไอ้สารเคมี, Halli Galli เครื่องแก้วแสนสนุก, Spot it ภารกิจพิชิตสาร และ GHS Town ซึ่งมีรายละเอียด ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แสดงรายละเอียดนวัตกรรมบอร์ดเกม

ชื่อนวัตกรรมบอร์ดเกม	ลักษณะของนวัตกรรมบอร์ดเกม
ทาโก้...ประเภทสารเคมี	ปรุงแต่งอาหาร เครื่องสำอาง ทำความสะอาด กำจัดแมลงจำ 4 คำนี้ให้ขึ้นใจ ทันทีที่หยางการ์ดมาตรงกับประเภทของเคมีในชีวิตประจำวันคำที่เพิ่งพูดไป ทุกคนต้องแย่งกันตอบองการ์ดกลางโต๊ะ ใครตอบการ์ดช้าสุด ก็รับการ์ดทั้งหมดไปเลย และมีการเสริมความสนุกด้วยการพิเศษต่าง ๆ โดยผู้ที่การ์ดหมดก่อนเป็นผู้ชนะ

ชื่อนวัตกรรมบอร์ดเกม	ลักษณะของนวัตกรรมบอร์ดเกม
UNO ไอ้สารเคมี	จดจำสีและสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายในระบบ GHS ของการ์ดที่อยู่บนกองกลาง วางแผนการเล่นล่วงหน้า ใช้การ์ด Action ให้เกิดประโยชน์สูงสุด พยายามจั่วการ์ดให้ได้ตรงกับการ์ดกองกลาง ที่การ์ดหมดก่อนเป็นผู้ชนะ
Halli Galli เครื่องแก้วแสนสนุก	เป็นระบบการเล่นที่แสนง่าย แบ่งการ์ดเป็นกองเท่า ๆ กัน ผลัดกันเปิดการ์ดคนละ 1 ใบ หากเปิดเจอเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการเคมีชนิดเดียวกัน รวมกันได้จำนวนเท่ากับ 5 หรือเปิดเจอการ์ดพิเศษให้กดกริ่ง ใครกดกริ่งได้ก่อนจะได้รับการ์ดที่กองไว้หน้าเพื่อนทั้งหมด หากจำนวนเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการเคมีเกิดหรือกดผิดจะได้รับบทลงโทษ คนที่การ์ดหมดก่อนแพ้
Spot it ภารกิจพิชิตสาร	ให้หารูปสารเคมีในชีวิตประจำวันประเภทเดียวกันในการ์ดแต่ละใบ และเก็บสะสมการ์ดไปเรื่อย ๆ โดยสามารถจัดเรียงกองการ์ดหลากหลายแบบ
GHS Town	ต้องต่อตึกให้สูง 5 ชั้น ใครทำได้ก่อนก็จะเป็นผู้ชนะ โดยในการต่อตึกขึ้นไปต้องใช้การ์ด 2 ใบที่จับคู่ชื่อและสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายในระบบ GHS ได้อย่างถูกต้อง โดยหากการ์ดเราไม่สามารถจับคู่ได้ เราสามารถดึงการ์ดที่สร้างแล้วของคนอื่นมาใช้ได้ แล้วจะทำให้ตึกของคนอื่นเตี้ยลงด้วย และมีการ์ดตัวช่วยอื่น ๆ สำหรับสร้างความสนุกสนาน

จากตารางที่ 12 พบว่า นวัตกรรมบอร์ดเกมที่นักเรียนสร้างขึ้นมีลักษณะที่แตกต่างกันตามบอร์ดเกมที่นักเรียนนำมาเป็นต้นแบบ โดยนักเรียนมีการเชื่อมโยงความรู้ และเพิ่มเติมลักษณะพิเศษต่าง ๆ เพื่อให้บอร์ดเกมมีความน่าสนใจและสร้างความสนุกสนานให้แก่ผู้เล่นเกม

4.3.1.2 ผลการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytic scoring rubric) มีองค์ประกอบการประเมิน 5 ประเด็น ได้แก่ 1) การระบุปัญหา 2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่น 4) การสร้างนวัตกรรมให้สำเร็จ และ 5) การสร้างกรอบความรู้สะเต็มศึกษา ใช้ประเมิน

ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 25 คน (5 กลุ่ม) ได้ผลดังตาราง 13

ตารางที่ 13 ผลการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ความสามารถในการสร้าง นวัตกรรมบอร์ดเกม	กลุ่มที่					สรุปรายด้าน		
	1	2	3	4	5	μ	σ	แปลผล
1) การระบุปัญหา	4	4	4	3	3	3.60	0.55	ดีมาก
2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทาง ใหม่	4	3	3	4	3	3.40	0.55	ดี
3) การทำงานร่วมกับผู้อื่น	4	4	4	4	4	4.00	0.00	ดีมาก
4) การสร้างนวัตกรรมให้สำเร็จ	4	3	4	4	3	3.60	0.55	ดีมาก
5) การสร้างกรอบความรู้ สะเต็มศึกษา	4	4	4	4	4	4.00	0.00	ดีมาก
สรุปรายกลุ่ม	4.00	3.60	3.80	3.80	3.40	3.72	0.27	ดีมาก

จากตารางที่ 13 เมื่อพิจารณาผลการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยรวม พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\mu = 3.72$, $\sigma = 0.27$) และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า อยู่ในระดับดีขึ้นไป โดยในด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่น ($\mu = 4.00$, $\sigma = 0.00$) และด้านการสร้างกรอบความรู้สะเต็มศึกษา ($\mu = 4.00$, $\sigma = 0.00$) นักเรียนได้รับคะแนนสูงสุด รองลงมาคือด้านการระบุปัญหา ($\mu = 3.60$, $\sigma = 0.55$), ด้านการสร้างนวัตกรรมให้สำเร็จ ($\mu = 3.60$, $\sigma = 0.55$) และด้านการสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ ($\mu = 3.40$, $\sigma = 0.55$) ตามลำดับ โดยนักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุด คือ กลุ่มที่ 1 รองลงมาคือกลุ่มที่ 3 กลุ่มที่ 4 กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 5 ตามลำดับ

4.3.2 เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนและหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล โดยวัดผลการเรียนรู้ก่อนและหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แบบวัดผลการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วย ข้อคำถามแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ และคำตอบแบบเขียนอธิบายคำตอบ จำนวน 1 ข้อ คะแนนรวม 20 คะแนน ได้ผลดังตาราง 12

ตารางที่ 14 ผลการประเมินผลการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ผลการเรียนรู้	N	Min	Max	μ	σ
ก่อนเรียน	25	9	15	12.56	1.53
หลังเรียน	25	16	20	18.12	1.59

จากตารางที่ 14 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีผลการเรียนรู้ก่อนเรียนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 12.56 และ 1.53 ตามลำดับ และผลการเรียนรู้หลังเรียนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 18.12 และ 1.59 ตามลำดับ และผลการเรียนของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

4.3.3 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล โดยแบบประเมินความคิดเห็นการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการสัมภาษณ์ความรู้สึกปลายเปิดของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ซึ่งเป็นผลจากการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มี 3 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 สถานภาพและข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบคำถาม ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มี 5 ประเด็นคำถาม คือ

- 1) นอกจากความสนุกแล้วนักเรียนชอบบอร์ดเกมของเพื่อนชื่ออะไรมากที่สุด เพราะเหตุใด
- 2) นักเรียนใช้ความรู้วิชาเคมีเรื่องใดบ้างในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมและชอบเรื่องใดมากที่สุด เพราะอะไร
- 3) นักเรียนชอบบรรยากาศในห้องเรียนช่วงไหนมากที่สุด เพราะเหตุใด
- 4) นักเรียนคิดว่าการเรียนรู้ สามารถช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในบทเรียนมากขึ้นเพียงใด เพราะเหตุใด และ
- 5) ในการออกแบบและสร้างบอร์ดเกมมีประโยชน์กับนักเรียนอย่างไรบ้าง และตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม นักเรียนอยากบอกอะไร ให้ครูทราบเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

4.3.3.1 สถานภาพและข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบคำถาม

ตารางที่ 15 แสดงสถานภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม

สถานภาพ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศชาย	8	32.00
เพศหญิง	17	68.00

จากตาราง 15 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมเป็นเพศชายจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 32.00 และเพศหญิงจำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 68.00

4.3.3.2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นประกอบด้วย 5 ประเด็นคำถาม สามารถแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้ดังนี้

- 1) ด้านผลงานนวัตกรรมบอร์ดเกม นักเรียนแต่ละคนรู้สึกชอบบอร์ดเกมที่แตกต่างกัน แต่มีการแสดงเหตุผลที่ชอบบอร์ดเกมนั้น ๆ เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ เมื่อได้เล่นบอร์ดเกมแล้วต้องการเล่นอีกครั้ง เพราะรู้สึกท้าทายและต้องการชนะในรอบถัดไป ทำให้เมื่อจบเกมแล้วต้องการเล่นต่อในทันที, กติกาการเล่นไม่ซับซ้อน เข้าใจง่าย และบอร์ดเกมมีภาพประกอบและสีสันสวยงามดึงดูดความสนใจของผู้เล่นได้เป็นอย่างดี ตลอดจนได้ทบทวนความรู้ที่เรียนอีกด้วย ดังคำกล่าวของผู้ให้สัมภาษณ์ที่กล่าวว่า

“...ผมชอบบอร์ดเกมชื่อ Halli Galli เครื่องแก้วแสนสนุก เพราะมีกติกาที่เข้าใจง่าย หากผู้เล่นทุกคนลงการ์ดแต่ละใบอย่างรวดเร็ว จะทำให้เกมน่าตื่นเต้นมากยิ่งขึ้น และสีลันของการ์ดเกมมีความสวยงาม ดึงดูดความสนใจครับ...”

(นักเรียนคนที่ 2)

“...ผมชอบบอร์ดเกมชื่อ UNO ไอ้ สารเคมีที่สุดเลยครับ เพราะการ์ดพิเศษทำให้ผมหัวร้อนเวลาเล่น เมื่อจบเกมแล้วทำให้ผมอยากเล่นอีกครั้งครับ...”

(นักเรียนคนที่ 4)

2) ด้านเนื้อหาสาระ นักเรียนให้ความคิดเห็นแตกต่างกันไป เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีความถนัดและสนใจที่แตกต่างกัน โดยความรู้วิชาเคมีที่นักเรียนได้นำมาใช้ในการสร้างบอร์ดเกมและความรู้ที่นักเรียนชื่นชอบนั้นมีความสอดคล้องกัน โดยความรู้วิชาเคมีที่นักเรียนได้นำมาประยุกต์ต่อยอดใช้ในการสร้างบอร์ดเกมและตามความรู้ที่นักเรียนความถนัดนั้น คือ เนื้อหาหลักที่นักเรียนได้เรียนมากิจกรรมชุมนุม คือ ความรู้เรื่องการแบ่งประเภทสารเคมีในชีวิตประจำวัน, ความรู้เรื่องสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายในระบบ GHS และความรู้เรื่องเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการเคมี ดังคำกล่าวของผู้ให้สัมภาษณ์ที่กล่าวว่า

“...ผมได้นำความรู้เรื่องการแบ่งประเภทสารเคมีในชีวิตประจำวันมาเป็นเนื้อหาหลักของบอร์ดเกม โดยมีสารเคมีประเภทต่าง ๆ มาให้ผู้เล่นเกมได้จัดกลุ่มประเภทของสารเคมีชนิดนั้น ๆ และผมก็ชอบเรื่องนี้มากที่สุด เพราะได้ศึกษาสารเคมีประเภทต่าง ๆ ตลอดจนค้นหาชนิดของสารเคมีที่หลากหลายเพื่อนำมาสร้างบอร์ดเกม...”

(นักเรียนคนที่ 4)

“...หนูได้ใช้ความรู้สัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายในระบบ GHS และขอวิชาเคมีที่เรียนในทุกเรื่องค่ะ เพราะได้ผ่อนคลายความเครียดด้วยการทบทวนความรู้ผ่านการเล่นเกม...”

(นักเรียนคนที่ 9)

3) ด้านบรรยากาศในการเรียน นักเรียนแต่ละคนแสดงความคิดเห็นที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความสนใจและความถนัดของนักเรียนแต่ละคน โดยนักเรียนชอบบรรยากาศในการทำกิจกรรมในห้องเรียน เนื่องจากได้รับความสนุกสนานจากการเล่นเกม และได้เล่นเกมเพื่อสรุปบทเรียนในเรื่องต่าง ๆ ทำให้นักเรียนรู้สึกผ่อนคลาย ไม่ตึงเครียด ตลอดจนมีกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มทำให้ได้เรียนรู้และรู้จักทำงานร่วมกันกับผู้อื่น รวมทั้งได้สร้างผลงานด้วยตนเองและรู้สึกภาคภูมิใจในผลงานของตนเอง ดังคำกล่าวของผู้ให้สัมภาษณ์ที่กล่าวว่า

“...ชอบช่วงออกแบบและสร้างบอร์ดเกมครับ ผมได้ทำงานกลุ่มร่วมกับเพื่อนๆ ทำให้อู้จักเพื่อนมากขึ้น และเรียนรู้ที่จะทำงานร่วมกันกับเพื่อน เพื่อให้งานประสบความสำเร็จ และยังได้ใช้วิชาอื่น ๆ มาสร้างบอร์ดเกมให้มีความน่าสนใจและสวยงามครับ...”

(นักเรียนคนที่ 2)

“...ชอบช่วงเล่นบอร์ดเกมค่ะ ทั้งในช่วงแรกและช่วงที่เพื่อนนำเสนองาน เพราะทำให้ได้อู้จักและเล่นบอร์ดเกมต่าง ๆ มีความสนุก และยังได้ความรู้อีกด้วยค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 11)

“...ชอบช่วงออกแบบ สร้างและนำเสนอบอร์ดเกมค่ะ หนูชอบเล่นบอร์ดเกม และหนูได้ออกแบบและสร้างบอร์ดเกมด้วยตนเอง พอได้เล่นบอร์ดเกมที่ตนเองสร้างขึ้นก็รู้สึกภูมิใจค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 17)

“...ชอบช่วงที่นำเสนอบอร์ดเกมค่ะ หนูรู้สึกตื่นเต้นที่ได้เล่นบอร์ดเกมของเพื่อน ๆ ในแต่กลุ่มค่ะ หนูได้ทบทวนความรู้วิทยาศาสตร์และหนูก็ได้ความสนุกด้วยค่ะ ทำให้ไม่เครียดค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 25)

4) ด้านประโยชน์ที่ได้รับ การเรียนรู้ทำให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนเพิ่มมากขึ้น เพราะได้นำมาความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการสร้างบอร์ดเกม และการสร้างบอร์ดทำให้นักเรียนได้นำความรู้และทักษะที่นักเรียนมีความสนใจและถนัดมา

ประยุกต์ใช้ ตลอดจนได้ทำงานร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน และนำประสบการณ์ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ใน
ชีวิตประจำวันได้ โดยมีการให้เหตุผลในเชิงบวกที่แตกต่างกันไป ดังคำกล่าวของผู้ให้สัมภาษณ์ที่กล่าวว่า

“...เข้าใจในบทเรียนมากขึ้นค่ะ เพราะก่อนสร้างบอร์ดเกมหนูต้องทำ
ความเข้าใจเนื้อหา มาก ๆ เลยค่ะ จึงจะนำมาสร้างเป็นบอร์ดเกมได้ค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 22)

“...มีค่ะ เพราะได้นำความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ศิลปะ คณิตศาสตร์
เทคโนโลยีมาใช้ในการสร้างบอร์ดเกม...”

(นักเรียนคนที่ 15)

3.3.2 ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ความคิดเห็นของนักเรียนจากการสอบถาม พบว่า นักเรียนแสดงความคิดเห็นไปใน
เชิงบวก กล่าวชื่นชมและชื่นชอบแนวทางการจัดการเรียนการสอน ตลอดจนได้รับความรู้ในหลายๆ
ด้านและได้ลองทำสิ่งต่าง ๆ ที่ท้าทาย ดังคำกล่าวของผู้ให้สัมภาษณ์ที่กล่าวว่า

“...แอบท้าทายแต่อยู่ในระดับที่ดีครับ...”

(นักเรียนคนที่ 2)

“...เป็นการเรียนที่น่าสนใจมากเลยครับ...”

(นักเรียนคนที่ 3)

“...ขอบคุณที่กิจกรรมดี ๆ และการบูรณาการการสอนแบบใหม่
ให้น่าเรียนขึ้น...”

(นักเรียนคนที่ 11)

“...ทำให้ได้ความรู้ทั้ง 5 ด้าน ในการเรียนรู้แควีชาเดียว...”

(นักเรียนคนที่ 15)

“...สนุกไม่เครียด ได้ความรู้ ได้ลองทำอะไรใหม่ๆ...”

(นักเรียนคนที่ 20)

สรุปผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

นักเรียนแสดงความคิดเห็นในเชิงบวกแสดงถึงความชื่นชอบแนวทางการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากนักเรียนมีความสนุกสนานจากการเล่นเกมต่าง ๆ ทำให้บรรยากาศการเรียนรู้ผ่อนคลาย ไม่เครียด และยังได้รับความรู้ครบถ้วน และนักเรียนแต่ละคนยังได้แสดงศักยภาพที่ตนเองถนัดผ่านการบูรณาการความรู้ทั้ง 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ มาใช้ในการออกแบบและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม ตลอดจนตระหนักถึงความสำคัญของการทำงานร่วมกับผู้อื่นจนประสบความสำเร็จ ซึ่งถือเป็นความท้าทายใหม่ ๆ ที่นักเรียนได้รับ

4.4 ผลการประเมินแผนและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากขั้นที่ 3 (R2 : Research) : ทดลองใช้การจัดการเรียนรู้ มาวิเคราะห์ประมวผล เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

ตารางที่ 16 การปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

แผนการจัดการเรียนรู้เดิม	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุง	หมายเหตุ
ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification)		
ชั่วโมงที่ 2 4. นักเรียนเข้ากลุ่มเดิมที่จัดให้ในชั่วโมงเรียนที่แล้ว และได้รับการทบทวนความรู้เดิม ด้วยการสุ่มตอบคำถามดังนี้ 4.1 ชั่วโมงที่ผ่านมา นักเรียนเล่นเกมบอร์ดเกมอะไร 4.2 บอร์ดเกมที่นักเรียนเล่นใช้กลไกใด และมีลักษณะอย่างไร 5. นักเรียนเลือกเล่นเกมที่สนใจ (UNO, Spot it, Point Salad, Exploding Kittens, Dixit, Betakkuma's Fart & Furious,	ชั่วโมงที่ 2 4. นักเรียนเข้ากลุ่มเดิมที่จัดให้ในชั่วโมงเรียนที่แล้ว และได้รับการทบทวนความรู้เดิม ด้วยการสุ่มตอบคำถามดังนี้ 4.1 ชั่วโมงที่ผ่านมา นักเรียนเล่นเกมบอร์ดเกมอะไร 4.2 บอร์ดเกมที่นักเรียนเล่นใช้กลไกใด และมีลักษณะอย่างไร 5. นักเรียนเลือกเล่นเกมที่สนใจ โดยเล่นเกมที่มีกลไกของเกมแตกต่างกันทั้ง 6 กลไก จนจบเกม	<ul style="list-style-type: none"> ● ควรจัดหาสื่อการเรียนการสอนที่เป็นบอร์ดเกมให้มีความหลากหลาย

แผนการจัดการเรียนรู้เดิม	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุง	หมายเหตุ
<p>Kariba, Taco Cat Goat Cheese Pizza, Halli Galli, Go Town) โดยไม่ ซ้ำกับชั่วโมงเรียนที่ 1 จนจบเกม</p> <p>6. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดและ ร่วมกันวิเคราะห์ทีละประเด็นต่อไปนี้ลงใน ใบงานที่ 1 การทำความรู้จักบอร์ดเกม</p> <p>6.1 บอร์ดเกมที่เล่นชื่อว่าอะไร</p> <p>6.2 หลังจากเล่นเกมแล้วรู้สึก อย่างไร</p> <p>6.3 จุดที่นักเรียนรู้สึกสนุกที่สุดในเกม</p> <p>6.4 จุดที่นักเรียนรู้สึกว่าเล่นยากที่สุด ในเกม</p> <p>6.5 จุดที่นักเรียนได้เรียนรู้จากเกม หรือจากคนที่เล่นด้วยมีอะไรบ้าง</p> <p>6.6 เกมที่ได้เล่นน่าจะนำไปปรับใช้ใน วิชาอะไร</p>	<p>6. นักเรียนเลือกบอร์ดเกมที่ประทับใจ ที่สุด และระดมความคิดเพื่อร่วมกัน วิเคราะห์ทีละประเด็นต่อไปนี้ลงในใบงาน ที่ 1 การทำความรู้จักบอร์ดเกม</p> <p>6.1 บอร์ดเกมที่เล่นชื่อว่าอะไร</p> <p>6.2 หลังจากเล่นเกมแล้วรู้สึก อย่างไร</p> <p>6.3 จุดที่นักเรียนรู้สึกสนุกที่สุดในเกม</p> <p>6.4 จุดที่นักเรียนรู้สึกว่าเล่นยากที่สุด ในเกม</p> <p>6.5 จุดที่นักเรียนได้เรียนรู้จากเกม หรือจากคนที่เล่นด้วยมีอะไรบ้าง</p> <p>6.6 เกมที่ได้เล่นน่าจะนำไปปรับใช้ใน วิชาอะไร</p>	
ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)		
<p>ชั่วโมงที่ 7-8</p> <p>1. นักเรียนเข้ากลุ่มเดิมที่จัดไว้ในชั่วโมง เรียนที่แล้ว และได้รับการทบทวน ความรู้เดิม ด้วยการสุ่มให้นักเรียน ยกตัวอย่างเครื่องแก้วที่ได้เรียนมาใน ชั่วโมงที่ผ่านมา</p> <p>2. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิด เพื่อออกแบบข้อความ เพื่อนำมา สำรวจความต้องการ ของเพื่อน ๆ ในชั้น เรียน จำนวนไม่น้อยกว่า 12 คน เพื่อ สอบถามความต้องการว่าต้องการเล่น</p>	<p>ชั่วโมงที่ 7-9</p> <p>1. นักเรียนเข้ากลุ่มเดิมที่จัดไว้ในชั่วโมง เรียนที่แล้ว และได้รับการทบทวนความรู้ เดิม ด้วยการสุ่มให้นักเรียนยกตัวอย่าง เครื่องแก้วที่ได้เรียนมาในชั่วโมงที่ผ่านมา</p> <p>2. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิด เพื่อออกแบบข้อความ เพื่อนำมา สำรวจความต้องการ ของเพื่อน ๆ ในชั้น เรียน จำนวนไม่น้อยกว่า 12 คน เพื่อ สอบถามความต้องการว่าต้องการเล่น บอร์ดเกมแนวไหน, ยกตัวอย่างบอร์ด</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ควรเพิ่ม ระยะ เวลาใน การ จัดการ เรียน ● ควรเพิ่ม หัวข้อ ขนาด

แผนการจัดการเรียนรู้เดิม	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุง	หมายเหตุ
<p>บอร์ดเกมแนวไหน, ยกตัวอย่างบอร์ดเกมที่ชอบเล่นหรืออยากเล่น, ต้องการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่องใด เป็นต้น</p> <p>3. นักเรียนนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการสำรวจมาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อกำหนดรูปแบบของบอร์ดเกม รวมทั้งระดมความคิดเพื่อออกแบบบอร์ดเกมทางวิทยาศาสตร์ที่ให้ทั้งความสนุกสนานและความรู้แก่ผู้เล่นเกม ลงในใบงานที่ 3 การออกแบบบอร์ดเกม โดยนักเรียนสามารถค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับบอร์ดเกมเพิ่มเติมได้จาก ตัวอย่างบอร์ดเกมของครู หรือ อินเทอร์เน็ต เช่น https://www.starfishlabz.com/blog/67 , https://boardgamegeek.com/ เป็นต้น</p>	<p>เกมที่ชอบเล่นหรืออยากเล่น, ต้องการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่องใด เป็นต้น</p> <p>3. นักเรียนนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการสำรวจมาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อกำหนดรูปแบบของบอร์ดเกม รวมทั้งระดมความคิดเพื่อออกแบบบอร์ดเกมทางวิทยาศาสตร์ที่ให้ทั้งความสนุกสนานและความรู้แก่ผู้เล่นเกม ลงในใบงานที่ 3 การออกแบบบอร์ดเกม โดยนักเรียนสามารถค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับบอร์ดเกมเพิ่มเติมได้จาก ตัวอย่างบอร์ดเกมของครู หรือ อินเทอร์เน็ต เช่น https://www.starfishlabz.com/blog/67 , https://boardgamegeek.com/ เป็นต้น</p> <p>4. นักเรียนนำเสนอใบงานที่ 3 การออกแบบบอร์ดเกมแก่ครู เพื่อร่วมกันประเมินความน่าสนใจของบอร์ดเกม และเสนอแนวทางในการพัฒนาปรับปรุง</p>	<p>ของ บอร์ด เกมใน ใบงานที่ 3</p>

จากตารางที่ 16 เมื่อนำข้อมูลจากขั้นที่ 3 (R2 : Research) : ทดลองใช้การจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์ประมวลผล เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ พบว่า ควรพัฒนาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) ช่วงโม่งที่ 2 โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลองเล่นบอร์ดเกมหลากหลายมากขึ้น ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้รู้จักและมีความเข้าใจองค์ประกอบของบอร์ดเกม และควรจัดหาสื่อการเรียนการสอนที่เป็นบอร์ดเกมให้มีความหลากหลายเพิ่มมากขึ้น ทำให้นักเรียนได้ทำความรู้จักและลองเล่นบอร์ดเกมที่มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น เพื่อจุดประกายความคิดและเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบและการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่แสดงถึงความแปลกใหม่และแสดงถึงเอกลักษณ์ของแต่ละกลุ่มได้อย่างชัดเจนในขั้นตอนต่อไป และ ขั้นที่ 3

ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) ช่วงโม่งที่ 7 – 8 พัฒนาปรับปรุงโดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนวิเคราะห์ประเด็นปัญหาอย่างรอบด้าน เพื่อนำมากำหนดเป้าหมายและสร้างบอร์ดเกมที่สอดคล้องกับเป้าหมายที่กำหนด โดยในขั้นตอนนี้อาจจะต้องมีการให้เวลานักเรียนในการร่วมกันคิดวิเคราะห์มากยิ่งขึ้น เพื่อให้สามารถสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมให้ตรงตามเป้าหมายที่กำหนดไว้มากที่สุด และเปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดการออกแบบนวัตกรรมบอร์ดเกมจากใบงานที่ 3 การออกแบบบอร์ดเกมแก่ครู เพื่อร่วมกันประเมินความน่าสนใจของบอร์ดเกมและเสนอแนวทางในการพัฒนาปรับปรุง นำไปสู่การสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้นควรมีการเพิ่มระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ในขั้นการจัดการเรียนรู้



บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 2) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 3) เพื่อทดลองใช้การจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในประเด็นต่อไปนี้ 3.1) เพื่อประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 3.2) เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนและหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 3.3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และ 4) เพื่อประเมินและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย ที่ลงทะเบียนในรายวิชาการพัฒนาผู้เรียน ชุมนุมนักเรียนเฝ้าระวัง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 25 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แบบสอบถามความคิดเห็นข้อมูลพื้นฐานและความต้องการจำเป็นการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 2) แบบสัมภาษณ์ข้อมูลพื้นฐานและความต้องการจำเป็นการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 3) แผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 4) แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม 5) แบบวัดผลการเรียนรู้ เรื่องความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี และ 6) แบบประเมินความคิดเห็นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

โดยดำเนินการเก็บข้อมูลทุกขั้นตอนด้วยตนเอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติร้อยละ (%) ค่าเฉลี่ย (μ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) และวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) แล้วนำเสนอแบบพรรณาคความเรียง

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการในการจัดกิจกรรมพัฒนานักเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ลงเรียนกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ชุมนุมนักเคมี รุ่นเยาว์และผู้ที่เกี่ยวข้องต้องการให้แผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งประกอบด้วยด้านเนื้อหาสาระ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการสอน และด้านการวัดและประเมินผล มีลักษณะคือนักเรียนควรได้รับการกระตุ้นความสนใจและทำความเข้าใจกับบอร์ดเกมผ่านการเล่นเกม ตามด้วยได้รับความรู้ที่เป็นเนื้อหาหลักของรายวิชาผ่านการเรียนที่เน้นการลงมือปฏิบัติกิจกรรม ร่วมกับสื่อการเรียนการสอนที่มีความหลากหลาย และนำไปสู่การออกแบบและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่มีการนำความรู้ในรายวิชามาประยุกต์ใช้จนประสบความสำเร็จ ผ่านการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยมีครูผู้สอนรายวิชา ตนเอง และเพื่อนในชั้นเรียนเป็นผู้ประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมผ่านกระบวนการทำงานและผลงานที่ปรากฏ

2. ผลการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการพัฒนา/แก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยรวมมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด ($\mu = 4.59$, $\sigma = 0.16$) และนำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญและผลการทดลองใช้ (Try Out) มาใช้ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้งการจัดการกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้มีความคิดแปลกใหม่ และด้านการวัดและประเมิน โดยปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และ ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

3. ผลการทดลองใช้การจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า

3.1 ผลการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่านักเรียนความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมอยู่ในระดับดีมาก ($\mu = 3.72, \sigma = 0.27$)

3.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมหลังเรียน ($\mu = 18.12, \sigma = 1.59$) สูงกว่าก่อนเรียน ($\mu = 12.56, \sigma = 1.53$)

3.3 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า นักเรียนแสดงความคิดเห็นในเชิงบวกแสดงถึงความชื่นชอบแนวทางการจัดการเรียนรู้ ด้านผลงานนวัตกรรมบอร์ดเกม ด้านเนื้อหาสาระ ด้านบรรยากาศในการเรียน และด้านประโยชน์ที่ได้รับ

4. ประเมินผลและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า ควรพัฒนาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) ชั่วโมงที่ 2 โดยการปรับกิจกรรมการรู้และควรจัดหาสื่อการเรียนการสอนที่เป็นบอร์ดเกมให้มีความหลากหลาย และขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) ชั่วโมงที่ 7 - 8 โดยควรให้เวลานักเรียนในการร่วมกันคิดวิเคราะห์มากยิ่งขึ้น

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สามารถนำมาอภิปรายผลการวิจัยได้ดังประเด็นต่อไปนี้

1. ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการในการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า นักเรียนควรได้รับการกระตุ้นความสนใจและทำความรู้จักบอร์ดเกมผ่านการเล่นเกมตามด้วยได้รับความรู้ที่เป็นเนื้อหาหลักของรายวิชาผ่านการเรียนที่เน้นการลงมือปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับสื่อการเรียนการสอนที่มีความหลากหลาย และนำไปสู่การออกแบบและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่มีการนำความรู้ในรายวิชามาประยุกต์ใช้จนประสบความสำเร็จ ผ่านการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยมีครูผู้สอนรายวิชา ตนเอง และเพื่อนในชั้นเรียนเป็น

ผู้ประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมผ่านกระบวนการทำงานและผลงานที่ปรากฏ เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนจะมีประสิทธิภาพได้นั้น ควรจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ซึ่งการทำความรู้จักบอร์ดเกมผ่านการเล่นเกม จะทำให้นักเรียนได้รู้จักบอร์ดเกมได้อย่างถ่องแท้ และเมื่อนักเรียนได้รับความรู้ในส่วนของเนื้อหาหลักของรายวิชาแล้ว นำความรู้ทั้งสองส่วนมาบูรณาการเพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ผ่านกระบวนการคิดและการแก้ปัญหา จนประสบความสำเร็จ โดยมีครูคอยให้คำแนะนำ ตลอดจนอำนวยความสะดวกให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ และได้รับการประเมินผลนวัตกรรมบอร์ดเกมอย่างหลากหลายทั้งในส่วนของผลงานและใบงาน จากครูผู้สอน ตนเอง และเพื่อนร่วมชั้นเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ Yakma (2008) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นรูปแบบการศึกษาแบบบูรณาการที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาอย่างครอบคลุมด้วยการสร้างสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิด นำไปสู่การออกแบบเชิงสร้างสรรค์และแก้ไขปัญหาผ่านการลงมือทำ สอดคล้องกับ สุภักดิ์ โอพาพิริยกุล (2562) ที่กล่าวว่า การนำแนวคิด STEAM EDUCATION มาใช้ในการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนเป็นการตอบโจทย์ความต้องการของการเตรียมความพร้อมให้นักเรียนดำเนินชีวิตในศตวรรษที่ 21 โดยจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหาคาบบูรณาการและประยุกต์สิ่งต่าง ๆ จนเกิดเป็นผลลัพธ์หรือผลผลิตของกระบวนการทำงาน และสอดคล้องกับ ทิศนา แคมมณี (2566) ที่กล่าวว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง จะประสบความสำเร็จได้มากขึ้นอยู่กับบทบาทของครู ซึ่งจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนบทบาทของตนเองให้สอดคล้องกับแนวคิด โดยครูต้องทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียน ให้คำปรึกษา ชี้แนะนักเรียน เกื้อหนุนการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นสำคัญ ในด้านการประเมินผลการเรียนรู้นั้นจำเป็นต้องมีการประเมินทั้งด้านผลงานและกระบวนการ ซึ่งสามารถใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย เช่น การประเมินตนเอง การประเมินโดยครูและเพื่อน เป็นต้น

2. ผลการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้โดยรวมมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด ($\mu = 4.59$, $\sigma = 0.16$) เนื่องจากได้นำข้อมูลผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการในการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน รวมทั้งการศึกษาแนวคิดทฤษฎีจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำไปสู่การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความต้องการและความสนใจของนักเรียน สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่น่าสนใจและเอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียน มีการจัดการเรียนรู้เชิงรุกให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมผ่านการทำงานกลุ่ม มีแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างสมาชิกในกลุ่ม มีการบวนการคิด วางแผน แก้ไขปัญหาผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ระบุปัญหา (Problem Identification) เริ่มต้นกระตุ้นความสนใจของนักเรียนผ่านการเล่นเกมแบบต่าง ๆ

และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันคิดและแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ เพื่อวิเคราะห์และกำหนดขอบข่ายความรู้บูรณาการ 5 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นแนวทางสำหรับแก้ปัญหาและสร้างชิ้นงาน 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เริ่มต้นด้วยการสำรวจความต้องการของเพื่อนในห้องเรียน เพื่อศึกษาความต้องการพื้นฐานสำหรับออกแบบนวัตกรรมบอร์ดเกมทางวิทยาศาสตร์ตามหลักการออกแบบของ Tinsman (2008) ที่ให้ทั้งความสนุกสนานและให้ความรู้แก่ผู้เล่นบอร์ดเกม 4) วางแผนและดำเนินการพัฒนา/แก้ปัญหา (Planning and Development) ดำเนินการสร้างต้นแบบนวัตกรรมบอร์ดเกมอย่างง่ายตามที่ได้ออกแบบไว้ และเริ่มทดสอบคุณภาพภายในกลุ่ม เพื่อประเมินข้อจำกัดของบอร์ดเกมในเบื้องต้น 5) ทดสอบประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) ทดสอบคุณภาพของต้นแบบนวัตกรรมบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น ด้วยการทดลองเล่นบอร์ดเกมตั้งแต่เริ่มต้นจนจบเกมภายในกลุ่มของตนเอง เพื่อประเมินผลและเสนอแนวทางการปรับปรุงพัฒนาให้ต้นแบบบอร์ดเกมมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น จากนั้นดำเนินการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมฉบับสมบูรณ์ ประกอบด้วย ตัวเกม กฎกติกา และกล่องหรือบรรจุภัณฑ์ของบอร์ดเกมตามความถนัดของนักเรียน 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) นำเสนอนวัตกรรมบอร์ดเกมที่ตนเองสร้างขึ้นแก่ครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียน จากนั้นเพื่อนร่วมชั้นเรียนและครูร่วมแสดงความคิดเห็นและให้คำแนะนำกับนักเรียนกลุ่มที่นำเสนอ เพื่อเป็นกำลังใจและเสนอแนวทางการพัฒนานวัตกรรมบอร์ดเกมของตนเองให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป สอดคล้องกับ Riley (2016) ที่กล่าวว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ชั้นระบุสถานการณ์ (Focus) 2) ชั้นวิเคราะห์ สถานการณ์ (Detail) 3) ชั้นศึกษาค้นคว้า (Discovery) 4) ชั้นประยุกต์ (Application) 5) ชั้นนำเสนองาน (Presentation) และ 6) ชั้นประเมินและปรับปรุง (Link) สอดคล้องกับ เอกสิทธิ์ ชินทรภูมิ (2563) ที่สังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอน “6Ds Model” 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การระบุปัญหา (Define) 2) รวบรวมข้อมูล (Discover) 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute) 4) พัฒนา (Develop) ความรู้ความเข้าใจของนักเรียน 5) การทดสอบและประเมินผล (Decision) และ 6) การนำเสนอผลลัพธ์ (Display) และสอดคล้อง สุภัค โอฬารพิริยกุล (2562) ที่กล่าวว่า ปัจจัยสำคัญในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามี 3 ส่วน คือ การนำเสนอสถานการณ์ (Presentation Situation) การออกแบบอย่างสร้างสรรค์ (Creative Design) และการสร้างความจับใจ (Emotional Touch) ผ่านการเรียนรู้และสร้างสรรค์ผลงานในรูปแบบต่าง ๆ ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะสมรรถนะตลอดจนบูรณาการการเรียนรู้สู่การดำเนิน

ชีวิตประจำวันและต่อยอดองค์ความรู้ด้วยนวัตกรรมเพื่อพัฒนาและตอบสนองต่อความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปในศตวรรษที่ 21

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญและผลการทดลองใช้ (Try Out) มาใช้ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ผู้วิจัยปรับปรุงกิจกรรมที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสามารถด้านการสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ ยกตัวอย่างเช่น เน้นการเล่นบอร์ดเกมที่มีความหลากหลายและไม่เล่นบอร์ดเกมที่เคยเล่นแล้ว ตลอดจนเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถมาเล่นบอร์ดเกมที่สนใจนอกเวลาเรียนได้ เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักบอร์ดเกมที่หลากหลาย ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ผู้วิจัยปรับปรุงการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ระหว่างเรียนที่เกี่ยวข้องกับความรู้ที่เป็นเนื้อหาหลักของรายวิชาจากการถาม-ตอบ เป็นการเล่นเกมเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เช่น เกม Kahoot, เกม Vonder Go เป็นต้น และขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ผู้วิจัยปรับปรุงกิจกรรมด้วยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมทั้งในและนอกห้องเรียน เพื่อกระชับเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีเวลาเรียนรู้ทั้งในและนอกห้องเรียน ทำให้นักเรียนได้มีเวลาสำหรับการทำความเข้าใจกับบอร์ดเกม การคิด การวางแผนและการแก้ปัญหาอย่างรอบด้าน อีกทั้งการนำแอปพลิเคชันเกมต่าง ๆ มาช่วยในการวัดและประเมินผล ความเข้าใจในการเรียนเนื้อหาของรายวิชาหลัก ทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกในการเรียนรู้ ซึ่งสามารถช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้จุดประกายทางความคิด นำไปสู่การสร้างสรรค์นวัตกรรมบอร์ดเกมที่มีความเป็นเอกลักษณ์ สนุกและน่าสนใจได้ สอดคล้องกับ ดนุพล สืบสำราญ (2567) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มีเครื่องมือสมัยใหม่ที่ช่วยให้การจัดการเรียนรู้น่าสนใจมากขึ้น จะเห็นว่าในปัจจุบัน KAHOOT เป็นแอปพลิเคชันที่ได้รับการแนะนำให้ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้งานได้ง่าย และรวดเร็ว เครื่องมือนี้จะให้นักเรียนใช้โทรศัพท์มือถือถือในการตอบ มีปฏิสัมพันธ์กับเกมคำถามบนจอหน้าชั้นเรียน หรือบนจอส่วนบุคคล อีกทั้งยังพบว่า นักเรียนมีความสนใจ และกระตือรือร้นในการเรียนรู้ สนุกที่จะเล่นเกม และให้ความร่วมมือในการปฏิบัติกิจกรรมเป็นอย่างดี โดยการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนในวัยนี้มีความชอบในการเล่นเกมนั้น โดยเฉพาะเมื่อมีการแข่งขันเด็กวัยนี้จะชอบแสดงความสามารถเพื่อที่จะทำให้ตนเองชนะจึงทำให้ขณะเล่นเกมไม่น่าเบื่อ

3. ผลการทดลองใช้การจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า

3.1 ผลการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียน

ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม มุ่งให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้สาระวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์เพื่อสร้างนวัตกรรม ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันสำรวจ ตรวจสอบ กำหนดเป้าหมาย เชื่อมโยงความรู้ สร้างความเข้าใจ ผ่านกระบวนการคิดและการวางแผน อย่างเป็นระบบ ตลอดจนการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนร่วมกันของสมาชิกภายในกลุ่ม นำไปสู่ความสำเร็จในการสร้างสรรค์นวัตกรรม สอดคล้องกับ มาเรียม นิลพันธุ์ (2558) ที่ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของนวัตกรรมว่า 1) ตีมีคุณค่า 2) ผลที่ได้ตรงตามเป้าหมายวัตถุประสงค์ที่ต้องการใช้ และ 3) ใช้งานได้อย่างดี มีคุณภาพ มีประสิทธิภาพ มีประสิทธิผลและมีมาตรฐาน สอดคล้องกับ อวิศยา สันคม (2566) ที่กล่าวว่า การพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือการให้นักเรียนได้ปฏิบัติและใช้ทักษะนี้ให้มากที่สุด จึงต้องมีการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการข้ามสาขาวิชา เพื่อให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้และสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับเรื่องใกล้ตัวได้ และจากผลการวิจัยพบว่า ทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ มีการบูรณาการศาสตร์ 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ซึ่งสามารถเชื่อมโยงไปสู่การคิดขั้นสูงและการลงมือปฏิบัติจริงเป็นการทำทลายความสามารถในการแก้ปัญหาที่หลากหลายและสร้างสรรค์ของนักเรียน สร้างสถานการณ์ให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหา ซึ่งนำไปสู่การมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ และเกิดความเข้าใจปัญหาอย่างแท้จริง สอดคล้องกับ ปรชญา ซื่อสัตย์ (2563) ที่กล่าวว่า STEAM เป็นการนำศาสตร์ทั้งวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์มาบูรณาการ เพื่อนำมาใช้ในการสร้างสรรค์ผลงานหรือนวัตกรรม โดยผลการศึกษาความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนในภาพรวมและผลงานสร้างสรรค์หุ่นกระบอกของนักเรียนในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก และสอดคล้องกับงานวิจัยของ เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ (2563) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา พบว่าหลังใช้รูปแบบ “6Ds Model” นักเรียนมีทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับ ไพฑูรย์ สีนลารัตน์ และคณะ (2561) ที่กล่าวว่า การศึกษาไทย 4.0 จำเป็นต้องเน้นการคิดสร้างสรรค์ (Creative) โดยการแปลความคิดสร้างสรรค์

ออกมาเป็นผลผลิต และควรเน้นการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนมีความคิดเชิงสร้างสรรค์เป็นผู้ที่มีความคิดริเริ่มสิ่งใหม่ ๆ กล้าเสี่ยง ช่างสังเกต ชอบการทดลอง มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น สามารถตั้งคำถาม และเชื่อมโยงความคิดในเรื่องต่าง ๆ เป็นผู้สร้างสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมใหม่ ๆ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในสังคม

เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่นและด้านการสร้างกรอบความรู้ สะเต็มศึกษา เป็นลักษณะความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่มีคะแนนสูงที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะบอร์ดเกมส่วนใหญ่ที่ถูกนำมาเป็นสื่อสำหรับการจัดการเรียนรู้ที่เป็นบอร์ดเกมที่ออกแบบมาสำหรับเล่นเป็นหมู่คณะ อีกทั้งในกระบวนการจัดการเรียนรู้ในทุก ๆ ขั้นตอน ส่งเสริมให้นักเรียนใช้กระบวนการทำงานเป็นทีม ตั้งแต่ทำความเข้าใจกับบอร์ดเกม การเรียนรู้เนื้อหาหลักรายวิชาวิทยาศาสตร์ จนนำไปสู่การนำกรอบความรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ มาบูรณาการ โดยนำความรู้วิทยาศาสตร์มาเป็นเนื้อหาหลักของนวัตกรรมบอร์ดเกม เทคโนโลยี เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกในการศึกษาข้อมูล และออกแบบนวัตกรรมบอร์ดเกม วิศวกรรม เป็นกระบวนการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม ศิลปะ แสดงออกด้านความสวยงามและภาษาที่สื่อสาร และคณิตศาสตร์ เป็นความเข้าใจด้านตัวเลข สัดส่วนและการคิดคำนวณ มาออกแบบและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมจนประสบความสำเร็จ โดยนักเรียนมีอิสระในการเลือกทีมที่จะทำงานร่วมกันตามความสมัครใจ ทำให้นักเรียนสื่อสารแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันอย่างราบรื่น เนื่องจากนักเรียนมีความสนิทสนมกัน จึงสามารถทำงานร่วมกันได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับ อวัศยา สันคม (2566) ที่ได้กล่าวว่า เมื่อนักเรียนไม่ถูกจำกัดอิสระทางความคิดและไม่ถูกบังคับส่งผลให้นักเรียนเกิดความสนใจในการทำกิจกรรมและเกิดความสนุกในการเรียนรู้ มากไปกว่านั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษายังเน้นให้นักเรียนได้แสวงหาคำตอบ แลกเปลี่ยนเรียนรู้และช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม ทำให้นักเรียนไม่ตกอยู่ในสถานะเครียดและกดดันมากเกินไป นำไปสู่การกล้าที่จะแสดงความคิดเห็น และพยายามสื่อสารความคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจโดยอยู่บนพื้นฐานของการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นด้วย ซึ่งเป็นส่วนที่ช่วยให้นักเรียนได้กลั่นกรองความคิดของตนเองเกิดการวางแผนการทำงานอย่างเป็นขั้นตอนและเกิดความสนุกในการอภิปรายกับสมาชิกกลุ่ม ซึ่งช่วยสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากลงมือ ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาโดยประยุกต์เข้ากับบริบทของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์เชิงรุกกับกิจกรรมเป็นอย่างดี ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

ส่วนด้านการสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ เป็นลักษณะความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่มีคะแนนต่ำที่สุด อยู่ในระดับดี ทั้งนี้ประเภทและชนิดของบอร์ดเกมที่ถูกใช้เป็นสื่อสำหรับการจัดการเรียนรู้ยังไม่หลากหลาย เนื่องจากเป็นสื่อการเรียนรู้ที่มีราคาค่อนข้างสูง และอาจเกิดจากระยะเวลาในการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันคิดวิเคราะห์ และนำไปสู่การออกแบบและสร้าง

นวัตกรรมบอร์ดเกมที่น่าสนใจและมีความแปลกใหม่ สอดคล้องกับ กิ่งกาญจน์ บุณสินวัฒนกุล (2562) ที่กล่าวว่า สื่อการเรียนรู้ช่วยเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างหลากหลาย น่าสนใจ และบรรลุจุดมุ่งหมายที่ผู้สอนตั้งไว้ อันส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม และนามธรรม สอดคล้องกับ เจนจิรา สันติไพบูลย์ (2560) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับนักเรียนทั้งด้านเนื้อหาและระยะเวลามีส่วนช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้อย่างเต็ม ความสามารถการเรียนรู้ที่ดี นักเรียนควรได้รับการพัฒนาในทุกด้าน

3.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 เนื่องจากผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เริ่มต้นด้วยการกำหนดประเด็นปัญหา เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีอิสระในการคิด ตัดสินใจ และนำไปสู่การการแก้ปัญหาบนพื้นฐานการเชื่อมโยงความรู้ อย่างรอบด้านผ่านการลงมือปฏิบัติ โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้นและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถจดจำและมีความเข้าใจในบทเรียนอย่างถ่องแท้ สอดคล้องกับ นัยนา ถาวรายุศม์ (2565) ที่กล่าวถึงทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ว่ามาจากทฤษฎีพัฒนาการทางเขาวนปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) และวัฒนธรรม สังคม และภาษาของวิกทอซกี (Vygotsky) ที่เน้นให้นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนการสอน มีโอกาสในการสร้างความรู้ โดยมีการเชื่อมโยงจากประสบการณ์เดิมเข้ากับประสบการณ์ที่กำลังมีส่วนร่วมในปัจจุบันไปพร้อมกับการมีปฏิสัมพันธ์กับบริบทรอบตัว ได้แก่ ครู เพื่อน สิ่งแวดล้อม สารสนเทศ สื่อการเรียนการสอน รวมไปถึงภาระงานที่กำลังปฏิบัติ โดยต้องอาศัยความคิดความจำ และการลงมือปฏิบัติ โดยทั้งหมดนี้เรียกว่า การเรียนรู้ ที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริลักษณ์ อิศณพงษ์, ภัทรภร ชัยประเสริฐ และ สมศิริ สิงห์หลพ (2564) ที่ได้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเรียนเป็นสำคัญ มีการบูรณาการ 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ เพื่อนำทางนักเรียนไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ ค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง และพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง (higher order thinking skills-HOTS) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงคุณภาพของนักเรียน และผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับ วิสูตร โพธิเงิน (2560) ที่กล่าวว่า การจัดการศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษาทำให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการทำงานในบริบทและสภาพแวดล้อมของนักเรียน เป็นการส่งเสริมความคิด

ความสามารถที่หลากหลาย มุ่งสู่การมีวิชาการและทักษะการใช้ชีวิตควบคู่กันไปในความเป็นมาตรฐาน ซึ่งแนวคิดสะเต็มศึกษาไม่เพียงแต่นำสาระวิทยาศาสตร์และศิลปะมาใช้สอนเท่านั้น แต่เป็นการใช้ศิลปะมาส่งเสริมการรับรู้ความสามารถ ความเชื่อมั่น และความสนใจในวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มากขึ้น สอดคล้องกับ มัสยา บัวผัน (2563) กล่าวว่า วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม นั้นเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจ ศึกษาค้นคว้าข้อมูล คิดวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาหรือข้อสรุปร่วมกันกับสมาชิกภายในกลุ่ม นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเองโดยมีครูคอยชี้แนะและเป็นผู้อำนวยความสะดวกในส่วนของการเรียนการสอนที่หลากหลาย ซึ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงเนื้อหาได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้องกับ ญัฐพงษ์ เทศทอง (2565) ที่ได้ใช้ศิลปะในการสร้างสรรค์ออกแบบชิ้นงานผ่านแผนการจัดการสาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM ทั้ง 3 แผน 1) เครื่องวัดอุณหภูมิทำมือ 2) ตู้อนุรักษ์โลก 3) Gelato นักสร้างสรรค์ ไอศกรีม ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน นักเรียนได้ปฏิบัติจริงทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดได้อย่าง มีเหตุผล และนำไปสู่ความคงทนในการเรียนรู้ การใช้ศิลปะเข้าไปเพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยง ความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและ ครบคลุม และพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสอดคล้องกับ สมรัก อินทวิมลศรี (2562) ได้ศึกษาผลของการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาในระดับดี

3.3 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิด สะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนต้น พบว่า นักเรียนแสดงความคิดเห็นในเชิงบวกแสดงถึงความชื่นชอบแนวทางการจัดการเรียนรู้ ด้านผลงานนวัตกรรมบอร์ดเกม ด้านเนื้อหาสาระ ด้านบรรยากาศในการเรียน และด้านประโยชน์ที่ ได้รับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือกเรียนและ ได้กับการพัฒนาตามความสนใจและความถนัดของนักเรียนอย่างเต็มศักยภาพ เปิดโอกาสให้นักเรียน ได้มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน เรียนรู้ผ่านกระบวนการ ปฏิบัติจริง มีอิสระในการคิดและตัดสินใจ มีความสนุกสนานจากการเล่นเกมน่าสนใจ ทำให้บรรยากาศ การเรียนรู้ผ่อนคลายไม่เครียด และยังได้รับความรู้ครบถ้วน อีกทั้งยังได้แสดงศักยภาพที่ตนเองถนัด ผ่านการบูรณาการความรู้ทั้ง 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และ

คณิตศาสตร์ มาใช้ในการออกแบบและสร้างนวัตกรรมการบอร์ดเกม เกิดความภาคภูมิใจในผลงานตลอดจนตระหนักถึงความสำคัญของการทำงานร่วมกับผู้อื่นจนประสบความสำเร็จ ซึ่งถือเป็นความท้าทายใหม่ ๆ ที่นักเรียนได้รับ สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กล่าวว่า กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน มุ่งให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองตามศักยภาพ พัฒนาอย่างรอบด้าน เพื่อความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ และอยู่ร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข สอดคล้องกับ ญัตติพวงษ์ เทศทอง (2565) ได้จัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM เป็นกิจกรรมที่นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมนักเรียนสามารถเสนอแนวคิดของนักเรียนเพื่อแก้ปัญหา โดยการใช้ศาสตร์วิชาต่าง ๆ ซึ่งในบางกิจกรรมนักเรียนสามารถทำความเข้าใจได้ยาก ผู้สอนควรกำหนดสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียน และอุปกรณ์ที่หาได้ในท้องถิ่น เพื่อให้ นักเรียนได้สามารถสร้างนวัตกรรม สอดคล้องกับ ญัตติพวงษ์ เจริญชนะกิจ (2565) ที่กล่าวว่า การนำบอร์ดเกมมาใช้เพื่อประโยชน์ทางการศึกษามีประโยชน์เพิ่มเติมจากการใช้เกมรูปแบบปกติ โดยสามารถสร้างความร่วมมือและปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันได้ดีกว่า ผู้เล่นได้ปฏิบัติจริง และสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของ ทิศนา แฉมมณี (2566) กล่าวว่า ในการสอนควรต้องคำนึงถึงการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นสำคัญและช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ มิใช่เพียงการถ่ายทอดความรู้เท่านั้น โดยการจัดการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ยึดนักเรียนเป็นตัวตั้ง โดยคำนึงถึงความเหมาะสมกับนักเรียน และประโยชน์สูงสุดของนักเรียนควรจะได้รับ และมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างตื่นตัวและได้ใช้กระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ อันจะนำนักเรียนไปสู่การเกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง และสิ่งหนึ่งที่เป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการสร้างความรู้ที่ดีคือ บรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ดี ซึ่งมีส่วนประกอบ 3 ประการ คือ 1) เป็นบรรยากาศที่มีทางเลือกหลากหลาย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือกตามความสนใจ เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีความชอบและความสนใจไม่เหมือนกัน การมีทางเลือกที่หลากหลายหรือเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำในสิ่งที่สนใจจะให้นักเรียนมีแรงจูงใจและการเรียนรู้ต่อไป 2) เป็นสภาพแวดล้อมที่มีความแตกต่างกันอันจะเป็นประโยชน์ต่อการสร้างความรู้ เช่น ความถนัด ความสามารถ และประสบการณ์แตกต่างกันให้มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน การสร้างสรรค์ผลงานและความรู้ รวมทั้งพัฒนาทักษะทางสังคมด้วย 3) เป็นบรรยากาศที่มีความเป็นมิตร เป็นกันเอง บรรยากาศที่ทำให้ นักเรียนรู้สึกอบอุ่น ปลอดภัย และสบายใจ จะเอื้อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความสุข

4. ประเมินผลและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า

จากการนำข้อมูลจากชั้นที่ 3 (R2 : Research) : ทดลองใช้การจัดการเรียนรู้ มาวิเคราะห์ ประมวลผล เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ โดยควรพัฒนาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในชั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) ชั่วโมงที่ 2 โดยการปรับกิจกรรมการเรียนรู้และ ควรจัดหาสื่อการเรียนการสอนที่เป็นบอร์ดเกมให้มีความหลากหลาย และชั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการ แก้ปัญหา (Solution Design) ชั่วโมงที่ 7 – 8 โดยควรให้เวลานักเรียนในการร่วมกันคิดวิเคราะห์มากยิ่งขึ้น เนื่องจากควรปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิด วิเคราะห์ และสร้างสรรค์ อันนำไปสู่ความสามารถในการสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ ซึ่ง สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริลักษณ์ อิศณพงษ์, ภัทรภร ชัยประเสริฐ และ สมศิริ สิงห์ลพ (2564) โดยการใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง การคิด วิเคราะห์ การคิดแก้ปัญหา นำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ และการคิดสร้างสรรค์ พร้อม ๆ กับสร้าง องค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นทักษะสำคัญแห่งศตวรรษที่ 21 ที่นักเรียนควรได้รับการฝึกฝน มีการ แลกเปลี่ยนความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหาระหว่างนักเรียนกับนักเรียน นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ ไปใช้ในการแก้ปัญหาและสร้างชิ้นงานได้อย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งจัดหาสื่อการสอนที่มีความ หลากหลาย เพื่อช่วยเสริมประสบการณ์ให้นักเรียนอย่างหลากหลายและจุดประกายความคิด เป็น พื้นฐานนำไปสู่การออกแบบนวัตกรรมได้อย่างสร้างสรรค์ สอดคล้องกับ จินตวีร์ คล้ายสังข์ (2560) ที่ กล่าวว่าการใช้สื่อการเรียนรู้ที่ตรงกับพื้นฐาน ความต้องการ และเหมาะสมกับลักษณะของนักเรียน มากที่สุดจะช่วยให้การสอนมีประสิทธิภาพ และเกิดความพึงพอใจแก่นักเรียน และสอดคล้องกับ กิ่งกาญจน์ บุรณสินวัฒนกุล (2562) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ นักเรียนจะต้อง เป็นผู้ค้นพบหรือสร้างความรู้ขึ้นจากประสาทสัมผัสและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นเข้ากับ ความรู้เดิมที่ตนมีอยู่จนเกิดเป็นโครงสร้างความรู้ใหม่ขึ้น ดังนั้นหากพัฒนาปรับปรุงการออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ด้านการสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ ตลอดจนจัดหาสื่อการสอนบอร์ดเกมที่มี ความหลากหลาย ตรงตามความสนใจของนักเรียน จะทำให้แผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพ ช่วยพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนได้มากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมอยู่ใน ระดับดีมาก แต่มีบางประเด็นที่มีผลการประเมินอยู่ในระดับดี คือ การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ ดังนั้นก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูควรเตรียมสื่อการสอนบอร์ดเกมอย่างหลากหลาย เพื่อเป็น

ช่องทางให้นักเรียนได้ทำความรู้จักบอร์ดเกม และครูควรติดตามความคืบหน้าของผลงานนักเรียนเป็นระยะ รวมทั้งให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อจุดประกายความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งนำไปสู่การออกแบบและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่มีเอกลักษณ์และแปลกใหม่ และครูควรอำนวยความสะดวกให้นักเรียนสำหรับการสร้างและออกแบบนวัตกรรมบอร์ดเกม ด้วยการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างหลากหลายให้นักเรียนได้เลือกใช้ตามความเหมาะสมของนวัตกรรมบอร์ดเกมที่นักเรียนได้ออกแบบไว้

2. จากผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม ด้านการสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ มีคะแนนน้อยที่สุด อยู่ในระดับดี และในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 6 ขั้นตอน ต้องใช้ระยะเวลาปฏิบัติกิจกรรมนาน ดังนั้นควรมีการกำหนดเวลาที่เหมาะสม และถ้าต้องการส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม (นักออกแบบบอร์ดเกม) อาจจะต้องจัดกิจกรรมมากกว่า 1 รอบของขั้นตอนการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

1. นักเรียนมีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ดังนั้นควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมทางการศึกษาในเนื้อหาวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ เช่น ฟิสิกส์ ชีววิทยา โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ เป็นต้น

2. นักเรียนมีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีความคิดเห็นเชิงบวกต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนั้นควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเกี่ยวกับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กนกนาถ เอียดมาก และคณะ. (2561). พฤติกรรมการสร้างสรรค์นวัตกรรมของบุคลากรในมหาวิทยาลัย
จังหวัดสงขลา. วารสารวลัยลักษณ์, (10), 1-7.

กมลวรรณ ตั้งธนกานนท์. (2555). การประเมินทักษะพิสัย (Psychomotor Skill Assessment)

เอกสารชุดวิชาการพัฒนาเครื่องมือวัดจิตพิสัยและทักษะพิสัย. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

กมลวรรณ ตั้งธนกานนท์. (2556). การวัดและประเมินทักษะการปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กรมวิชาการ. (2545). การวิจัยเพื่อการพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน.

กรุงเทพฯ: ศุภสภาลาดพร้าว.

กรมวิชาการ. (2545). ผังมโนทัศน์และสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.

กรุงเทพฯ: ศุภสภา ลาดพร้าว.

กฤติยา วงศ์ก้อม. (2547). รูปแบบการพัฒนาครูด้านการประเมินการเรียนรู้ตามแนวคิดการประเมิน
แบบเสริมพลังอำนาจที่สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. ปรินญา
นิพนธ์ปริญญาคุษภีบัณฑิต. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กฤษยากาญจน์ โดพิทักษ์. (2563). การประเมินการปฏิบัติ : แนวคิดสู่การปฏิบัติ – Performance

Assessment : Concept to Practice. พิษณุโลก: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร.

กึ่งกาญจน์ บุณณสินวัฒนกุล. (2562). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้บอร์ดเกมการศึกษา เพื่อส่งเสริม
ความสามารถในการเรียนรู้ในรายวิชาพัฒนาการแบบเรียนภาษาไทยและความสุขในการเรียนรู้
สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

จารุกิตติ์ ชินนระชา. (2563). การพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมด้วยการจัดการเรียนรู้
แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

จิราพร รอดพ่วง. (2559). การพัฒนารูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้เชิงวิชาชีพเพื่อเสริมสร้างทักษะการ
จัดการเรียนรู้การคิดอย่างเป็นระบบ และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักศึกษาวิชาชีพครู.

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

จินตวีร์ คล้ายสังข์. (2560). **การผลิตและใช้สื่ออย่างเป็นระบบเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21.**

กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เจนจิรา สันติไพบูลย์. (2560). "การจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิด STEAM ร่วมกับการสอนเชิง
ผลิตภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการ และความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ใจทิพย์ ณ สงขลา. (2561). **การออกแบบการเรียนรู้แนวคิดจิตัล.** โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2526). **เทคโนโลยีทางการศึกษา (หลักการและแนวปฏิบัติ).** กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.

ณัชชา เจริญชนะกิจ. (2565). "แนวทางการออกแบบบอร์ดเกมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการ
ออกแบบการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ที่มีประสิทธิภาพ และเครื่องมือวางแผนการออกแบบบอร์ดเกม
การศึกษา" **วารสารครุศาสตร์**, 5(4), 1-14

ณัฐพงษ์ เทศทอง. (2564). "ผลการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริม
ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปี
ที่ 1." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ณัฐรินดา เนตรสว่าง. (2559). "การนำเกมจำลองสถานการณ์ (Beer Game) มาใช้ในการเรียนการ
สอน เรื่อง ปรากฏการณ์แส้ม้า (Bullwhip Effect) ในรายวิชาการจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์อุตสาหกรรม คณะ
บริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น.

دنุพล สืบสำราญ. (2567). "ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเกม KAHOOT เรื่อง บรรยากาศของเรา สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1". **วารสารวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยภาค
ตะวันออกเฉียงเหนือ**, 14(1), 28-41.

ดารุณี เฟื่องน้อย. (2563). "การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และการสร้าง
ผลงานทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม
แนวคิด STEAM Education." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- ถนอมขวัญ วิบูลย์ธนาสาร. (2561). “การพัฒนาชุดกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง พันธะเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.”
ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ทศนา แหมมณี. (2552). **ศาสตร์การสอน** (พิมพ์ครั้งที่ 5) กรุงเทพฯ : ด้านสุทธาการพิมพ์จำกัด.
- ทศนา แหมมณี. (2566). **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**.
กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีรภาพ แซ่เจี๋ย. (2560). “การใช้บอร์ดเกมประเภทวางแผนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
ในนักเรียนระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 ในโรงเรียนขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานเขตการศึกษาชั้น
พื้นฐาน จังหวัดปทุมธานี” วิทยานิพนธ์หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการ
การเรียนรู้และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- ธีระวุฒิ ศรีมังคละ. “เอกสารประกอบการอบรม เรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมสังคมศึกษา
ในระดับชั้นประถมศึกษาและชั้นมัธยมศึกษา ผู้ดำเนินการเปลี่ยนแปลงในชั้นเรียน.”
https://web.facebook.com/609751112485175/posts/2485918918201709/?_rdc=1&_rdr (สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มกราคม 2565).
- นภาศรี สงสัย. (2562). “การศึกษาผลการใช้บอร์ดเกมประกอบการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่องระบบนิเวศเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่
3 โรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์”. **วารสารกลุ่มมนุษยศาสตร์- สังคมศาสตร์** ปีที่ 3 ฉบับที่ 2
เดือนกรกฎาคม-ธันวาคม 2563
- นัยนา ถาวรายุศม์. (2565). “การสร้างความรู้ด้วยตนเองเพื่อเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้วิชา
ภาษาอังกฤษระดับประถมศึกษาในศตวรรษที่ 21” **วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ศรี
นครินทรวิโรฒ**, 23(1)
- ปัทมา ศรีมณี. (2562). “ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการสร้างสรรค์นวัตกรรมระดับบุคคล : กรณีศึกษา
พนักงานสายสนับสนุนมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (วิทยาเขตหาดใหญ่)”. สารนิพนธ์
สาขาวิชารัฐประศาสนศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- ปรัชญา ชื่อสัตย์. (2563). “การพัฒนาชุดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด
STEAM ร่วมกับโครงการเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์หุ่น
กระบอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขา
หลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- ปารีชาติ ชื่นเจริญ และคณะ (2565). การพัฒนาบอร์ดเกมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. **วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.**ปีที่ 15 ฉบับที่ 1 (ม.ค. – มิ.ย.) 2565
- พงศกร พรหมทา. (2561). “การพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พันธะเคมี: ผ้าฝ้ายกันน้ำ เพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.” **ปริญญา นิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ**
- ไพฑูริย์ สีนลารัตน์ และคณะ. (2561). **การศึกษา 4.0 เป็นยิ่งกว่าการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มงคล ศุภอำพนวงษ์. (2562). การออกแบบบอร์ดเกมส่งเสริมการปลูกฝังและการอนุรักษ์ป่าสงวน. **ปริญญา นิพนธ์ มหาวิทยาลัยสยาม**
- มณฑลลี ศาสนนันท์. (2552). **การจัดการนวัตกรรมและเทคโนโลยี** กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- มีสยา บัวผัน. (2563). “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4”. **วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**, 48(2), 203-224.
- มาเรียม นิลพันธุ์. (2558). **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.** นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์นครปฐม.
- มาเรียม นิลพันธุ์. (2558). “**วิธีวิจัยทางการศึกษา**”. ครั้งที่พิมพ์ 9 นครปฐม : ศูนย์วิจัยและพัฒนาทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
- ยศวีร์ สายฟ้า. (2555). การเสริมสร้าง วิทย์เทคโนโลยีศิลปะ และคณิตศาสตร์ด้วย STEAM Model. เข้าถึงจาก http://www.educathai.com/workshop_download_handout_download.php?id=60&page=4. 14 มิถุนายน 2565.
- วชรวรรธน์ ปิยะรัตน์มงคล. (2563). “การประยุกต์ใช้บอร์ดเกมในการฝึกอบรมที่ส่งผลต่อความคิดเชิงระบบและการเรียนรู้ของหัวหน้างาน.” **วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาดอลดชีวิตและการพัฒนามนุษย์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.**
- วศินีส อิศรเสนา ณ อยุธยา (2559). **เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ STEM Education (สะเต็มศึกษา).** กรุงเทพฯ, สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนาผล. (2558). **กระบวนการทัศน์การโค้ชเพื่อเสริมสร้างทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : บริษัทสนิทวงส์การพิมพ์ จำกัด

- วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนาผล. (2562). **การพัฒนาทักษะสร้างสรรค์นวัตกรรม**. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผู้นำนวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนรู้.
- วิสูตร โพธิ์เงิน (2560). "STEAM ศิลปะเพื่อเสริมศึกษา: การพัฒนาการรับรู้ความสามารถและแรงบันดาลใจให้เด็ก." *Journal of Education Studies* 45(1): 320-334.
- วีรยุทธ พลายเล็ก. (2563). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. มหาวิทยาลัยศิลปากร
- ศิริรัตน์ พริกสี. (2556). “นวัตกรรมเทคโนโลยี เพื่อการเรียนการสอนเคมี.” นิตสาร สสวท. ปีที่ 41 ฉบับที่ 181 มีนาคม-เมษายน 2556 หน้าที่ 17-18
- ศิริลักษณ์ อิศนพงษ์. (2564). “การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” . *วารสารศึกษาศาสตร์ มมธ*, 9(1), 37-47.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2557). เอกสารการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา. Retrieved from <http://www.stemedthailand.org/wp-content/uploads/2015/03/Intro-to-STEM.pdf>
- สฤณี อาชวานันทกุล. (2559). **Board game universe จักรวาลกระดานเดียว**. กรุงเทพฯ: แชลมอน.
- สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์ และคณะ. (2553). นวัตกรรม: ความหมาย ประเภท และความสำคัญต่อการเป็นผู้ประกอบการ, 33(128), 49-59.
- สมรัก อินทวิมลศรี. (2560). “ผลของการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สมรัก อินทวิมลศรี. (2562). “ผลของการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 47(2), 410-429
- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2551). **นวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ 9119 เทนนิคพริ้นติ้ง.

สุบรรณ เอี่ยมวิจารณ์ ประเสริฐ จรรยาสุภาพ สุรัชย์ กังวลและ สมเกียรติ ชัยพิบูลย์. (2561). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทย. **วารสารเศรษฐศาสตร์และนโยบายสาธารณะ**, 9(17), 35-52.

สุภัค โอพาพิริยกุล. (2562). “STEAM EDUCATION: นวัตกรรมการศึกษาบูรณาการสู่การจัดการเรียนรู้STEAM EDUCATION: Innovative Education Integrated into Learning Management.” **วารสารวิจัยและพัฒนาหลักสูตร** ปีที่ 9 ฉบับที่ 1 (เดือนมกราคม – มิถุนายน 2562) หน้า 1-16

สุวิมล ว่องวานิช. (2546). **การวัดทักษะการปฏิบัติ**. จุลสารการทดสอบอันดับที่ 4. กรุงเทพฯ : ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวิมล สพฤกษ์ศรี. (2561). “ชุมชนการเรียนรู้วิชาชีพโดยผสมผสานเทคโนโลยีเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ศิลปะเป็นฐานที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนระดับประถมศึกษา” **วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน (กลุ่มหลักสูตรและการนิเทศ)** มหาวิทยาลัยศิลปากร

สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ, (2550). **สุดยอดนวัตกรรมไทย**. กรุงเทพฯ: สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). **แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579**. กรุงเทพฯ : พรินทวานกราฟฟิค จำกัด.

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. “ร่างแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสาม พ.ศ. 2566 – 2570.” ตุลาคม 2564.

อนันต์ แก้วร่วมวงศ์. (2559). **THAI THAI INNOVATION**. กรุงเทพฯ: ซีเอส ล็อกซอินโฟ.

อรรถเศรษฐ์ ปรีดากรณ์. (2557). “การออกแบบบอร์ดเกมการศึกษาเรื่องวงสี่ธรรมชาติสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.” **วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต**. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อวัศยา สันคม. (2566). “การพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย”.

วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเวสเทิร์น, 9(2), 237-250.

- เอกพร ธรรมยศ. (2564). “การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการแยกสาร โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง.” ปรินญา นินท์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
- เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ. (2563). “การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา” วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน (กลุ่มหลักสูตรและการนิเทศ) มหาวิทยาลัยศิลปากร
- เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ. (2565). “การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี”.วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 13(1), 246-265.

ภาษาอังกฤษ

- Athanassios Androutsos & Vasiliki Brinia. (2019). Developing and Piloting a Pedagogy for Teaching Innovation, Collaboration, and Co-Creation in Secondary Education Based on Design Thinking, Digital Transformation, and Entrepreneurship. *Education Science*, 9(113), 2-11.
- Daud, & Salina. (2008). Knowledge Creation and Innovation in Classroom. *World Academy of Science, Engineering and Technology International. Journal of Educational and Pedagogical Sciences.*, 4(2), 440-442
- Hart, D. (1994) **Authentic assessment: A handbook for educators**. Menlo Park, California: Addison-Wesley.
- Herro, D., Quigley, C., Andrews, J., & Delacruz, J. (2017). Co-Measure : developing an assessment for student collaboration in STEAM activities. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1186/s40594-017-0094-z>
- Kim, Y., and Park, N. (2012). The effect of STEAM education on elementary school student’s creativity improvement, computer applications for security. *Control and System Engineering* 399: 115–121.
- Ming-tak, H., and Wai-shing, L. (2008). **Classroom Management: Creating a Positive Learning Environment**. Hong Kong: Hong Kong University Press.

National Research Council (NRC). (2012). **A framework for K-12 science education:**

Practices, cross cutting concepts and core ideas. Washington, DC: The National Academies Press

Payne, D. A. (2003). **Applied educational assessment (2nd ed.)** Belmont, CA: Wadsworth.

Riley, S. (2014). How to STEAM: The STEAM process. Retrieved on 16th May, 2021 from <http://educationcloset.com/steam/how-to-steam/>.

Riley, S. (2016). 6 Steps to creating a STEAM- centered classroom. Retrieved on 16th May, 2021 from <http://educationcloset.com/steam/how-to-steam/>.

Schilling , M.A. (2008). Strategic Management of Technological Innovation. 2nd ed. NY: McGraw-Hill Education.

Selinker, M. (2011). **The Kobold guide to board game design.** Kirkland, WA: Open Design.

Shahrul Azmi Mohd Yusof. (2016). "A Study on the Effectiveness of a Board Game as a Training Tool for Project Management" **Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering**

Silverman, S. (2013). **Instant Raspberry Pi Gaming : Your Guide to Gaming on the Raspberry Pi, From Classic Arcade Games to Modern 3D Adventures:** Birmingham Packt Publishing.

Soon Beom Kwona. (2011). He Effect of Convergence Education based STEAM on Elementary School Student's Creative Personality.

Tinsman, B. (2008). **The Game Inventer's Guidebook.** Garden City, NY: Morgan James Publishing, LLC.

Yakman, G. (2008). STEAM Education: An overview of creating a model of integrative education. Retrieved from [https://www.academia.edu/8113795/STEAM Education an overview of creating a model of integrative education](https://www.academia.edu/8113795/STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education)





รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ทำการวิจัย

ตารางที่ 17 รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ทำการวิจัย

ที่	รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	ตำแหน่ง	ผู้เชี่ยวชาญด้าน
1	อาจารย์ ดร.วิฑูส หาญดี	อาจารย์ประจำ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร	เคมี
2	อาจารย์ ดร.เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ	โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร (มัธยมศึกษา)	การจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็ม ศึกษา
3	อาจารย์รติ จิรนิติศัย	ศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา ราชบุรี	การจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็ม ศึกษา
4	อาจารย์ ดร.กฤษฎา วรพิน	อาจารย์ประจำ คณะวิทยาศาสตร์ (คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยศิลปากร	การวัดและประเมินผล
5	อาจารย์พฤติพงศ์ โลหะสุวรรณ	อาจารย์ประจำ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร	บอร์ดเกม

รายชื่อผู้ให้สัมภาษณ์

ตารางที่ 18 รายชื่อผู้ให้สัมภาษณ์

ที่	ผู้ให้สัมภาษณ์	ตำแหน่ง
1	นางสาวรรรณา นิ่มนวล	รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ
2	นายพรเทพ อยู่คง	ครู
3	นางสาวปัทมา สีหานาม	ครู



ภาคผนวก ข

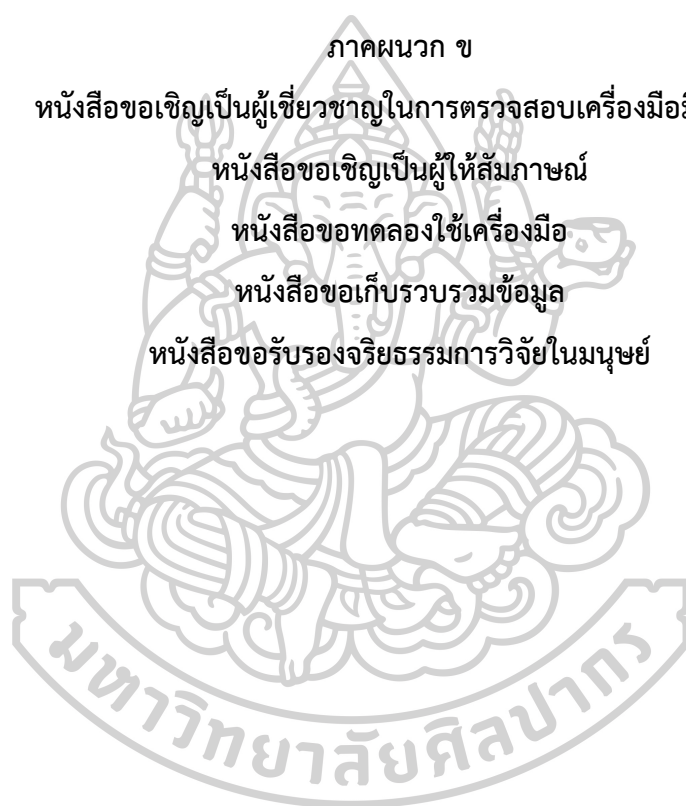
หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

หนังสือขอเชิญเป็นผู้ให้สัมภาษณ์

หนังสือขอทดลองใช้เครื่องมือ

หนังสือขอเก็บรวบรวมข้อมูล

หนังสือขอรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์





บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

โทร.0 3425 5095

ที่ อว 8612/620

วันที่ 11 เมษายน 2566

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.วิฑูรย์ หาญดี

ด้วย นางสาวกัลยา จันทร์อ่อน รหัสประจำตัว 630620122 นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังดำเนินการวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น "

ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการดำเนินการวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

(อาจารย์เอกชัย ภูมิระรื่น)

รองคณบดีฝ่ายกิจการพิเศษและองค์กรสัมพันธ์
รักษาการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

โทร.0 3425 5095

ที่อว 8612/621

วันที่ 11 เมษายน 2566

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ

ด้วย นางสาวกัลยา จันทร์อัน รหัสประจำตัว 630620122 นักศึกษาระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังดำเนินการวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลการจัด กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนต้น "

ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการดำเนินการวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

(อาจารย์เอกชัย ภูมิระรื่น)

รองคณบดีฝ่ายกิจการพิเศษและองค์กรสัมพันธ์

รักษาการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ที่ลว 8612/1592



คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

11 เมษายน 2566

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์รติ จิรนิติศัย

ด้วย นางสาวกัลยา จันทร์อ่อน รหัสประจำตัว 630620122 นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังดำเนินการวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น "

ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการดำเนินการวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์เอกชัย ภูมิระรื่น)

รองคณบดีฝ่ายกิจการพิเศษและองค์กรสัมพันธ์
รักษาการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์
โทร.0 3425 5095



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

โทร.0 3425 5095

ที่ อว 8612/622

วันที่ 11 เมษายน 2566

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.กฤษฎา วรพิน

ด้วย นางสาวกัลยา จันทร์อ่อน รหัสประจำตัว 630620122 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังดำเนินการวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลการจัด กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนต้น "

ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการดำเนินการวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

(อาจารย์เอกชัย ภูมีระรื่น)

รองคณบดีฝ่ายกิจการพิเศษและองค์กรสัมพันธ์
รักษาการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

โทร.0 3425 5095

ที่ อว 8612/623

วันที่ 11 เมษายน 2566

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์พุดผิงค์ โลหะสุวรรณ

ด้วย นางสาวกัลยา จันทร์อ่อน รหัสประจำตัว 630620122 นักศึกษาระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังดำเนินการวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลการจัด กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนต้น "

ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการดำเนินการวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

(อาจารย์เอกชัย ภูมิระริน)

รองคณบดีฝ่ายกิจการพิเศษและองค์กรสัมพันธ์
รักษาการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ที่ อว 8612/๒๐๒๐



คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

๖ สิงหาคม 2566

เรื่อง ขอสัมภาษณ์

เรียน นางสาววรรณ นิ่มนวล

ด้วย นางสาวกัลยา จันทร์อ่อน รหัสประจำตัว 630620122 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังดำเนินการวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการจัด กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนต้น " มีความประสงค์จะขอสัมภาษณ์ท่าน เกี่ยวกับความต้องการจำเป็นสำหรับกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างวันที่ 2-4 สิงหาคม 2566 ณ โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย เพื่อประกอบการดำเนินการวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดให้สัมภาษณ์แก่นักศึกษาดังกล่าวด้วย สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมต่าง ๆ คณะศึกษาศาสตร์ ขออนุญาตให้ นางสาวกัลยา จันทร์อ่อน หมายเลขโทรศัพท์ 085-137-2237

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริวรรณ วณิชวัฒน์วรชัย)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์

โทร.0 3425 5095

ที่ อว 8612/2566



คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

จ สิงหาคม 2566

เรื่อง ขอสัมภาษณ์

เรียน นายพรเทพ อยู่คง

ด้วย นางสาวกัลยา จันทร์อ่อน รหัสประจำตัว 630620122 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังดำเนินการวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น" มีความประสงค์จะขอสัมภาษณ์ท่าน เกี่ยวกับความต้องการจำเป็นสำหรับกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างวันที่ 2-4 สิงหาคม 2566 ณ โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย เพื่อประกอบการดำเนินการวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดให้สัมภาษณ์แก่นักศึกษาดังกล่าวด้วย สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมต่าง ๆ คณะศึกษาศาสตร์ ขออนุญาตให้ นางสาวกัลยา จันทร์อ่อน หมายเลขโทรศัพท์ 085-137-2237

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริวรรณ วณิชวัฒน์วรชัย)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์
โทร.0 3425 5095

ที่ อว 8612/3052



คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

๖ สิงหาคม 2566

เรื่อง ขอสัมภาษณ์

เรียน นางสาวปัทมา สีหนาม

ด้วย นางสาวกัลยา จันทร์อ่อน รหัสประจำตัว 630620122 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังดำเนินการวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น " มีความประสงค์จะขอสัมภาษณ์ท่าน เกี่ยวกับความต้องการจำเป็นสำหรับกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างวันที่ 2-4 สิงหาคม 2566 ณ โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย เพื่อประกอบการดำเนินการวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดให้สัมภาษณ์แก่นักศึกษาดังกล่าวด้วย สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมต่าง ๆ คณะศึกษาศาสตร์ ขออนุญาตให้ นางสาวกัลยา จันทร์อ่อน หมายเลขโทรศัพท์ 085-137-2237

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริวรรณ วณิชพัฒนวรชัย)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์
โทร.0 3425 5095

ที่ อว 8612/ ๒๕๖๖



คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

๙ สิงหาคม 2566

เรื่อง ขอตกลงเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย

ด้วย นางสาวกัลยา จันทร์อ่อน รหัสประจำตัว 630620122 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังดำเนินการวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการจัด กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น" มีความประสงค์จะขอตกลงเครื่องมือวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ลงเรียนกิจกรรม ชุมชนนักเคมีรุ่นเยาว์ เพื่อประกอบการดำเนินการวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นักศึกษาดังกล่าวได้ทดลองเครื่องมือวิจัยด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริวรรณ วณิชวัฒน์วรชัย)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติกรแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์
โทร.0 3425 5095

ที่ อว 8612/ ๘๐๒๙



คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

จ สิงหาคม 2566

เรื่อง ขออนุญาตเผยแพร่ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย

ด้วย นางสาวกัลยา จันทร์อ่อน รหัสประจำตัว 630620122 นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังดำเนินการวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น " มีความประสงค์จะขอเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ลงเรียนกิจกรรมชุมนุม นักเคมีรุ่นเยาว์ เพื่อประกอบการดำเนินการวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขออนุญาตจากท่านโปรดแจ้งผู้ที่เกี่ยวข้องทราบ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้แก่ นักศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริวรรณ วัฒนพัฒน์ชัย)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์
โทร.0 3425 5095



มหาวิทยาลัยศิลปากร

หนังสือฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

รหัสโครงการ: REC 66.0531-084-5299

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย): ผลการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ชื่อโครงการ (ภาษาอังกฤษ): RESULTS OF STUDENT DEVELOPMENT ACTIVITIES ACCORDING TO STEAM EDUCATION TO DEVELOP THE ABILITY TO CREATE INNOVATIVE BOARD GAMES OF JUNIOR HIGH SCHOOL STUDENTS

ผู้วิจัยหลัก: นางสาวกัญญา จันทร์อ่อน

สังกัด: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

เอกสารที่รับรอง:

1. แบบเสนอเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เวอร์ชัน 02 ฉบับลงวันที่ 19 กรกฎาคม 2566
2. แบบเสนอโครงการวิจัยเพื่อการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (ฉบับภาษาไทย) เวอร์ชัน 02 ฉบับลงวันที่ 19 กรกฎาคม 2566
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย เวอร์ชัน 01 ฉบับลงวันที่ 19 กรกฎาคม 2566

ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศิลปากร โดยยึดหลักเกณฑ์ตามคำประกาศ เฮลซิงกิ (Declaration of Helsinki) และมีความสอดคล้องกับหลักจริยธรรมสากล ตลอดจนกฎหมายข้อบังคับ และข้อกำหนดภายในประเทศ โดยขอให้รายงานความก้าวหน้าของโครงการวิจัยทุก 6 เดือน และรายงานฉบับสมบูรณ์เมื่อโครงการเสร็จสิ้น



(ศาสตราจารย์ ดร.พรศักดิ์ ศรีอมรศักดิ์)
ประธานกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยศิลปากร

หมายเลขใบรับรอง COA 66.0721-045

วันที่รับรอง: 21 กรกฎาคม พ.ศ. 2566

วันหมดอายุ: 20 กรกฎาคม พ.ศ. 2567

สำนักงานบริหารการวิจัย นวัตกรรมและการสร้างสรรค์

6 ถนนราชมรรคาใน ตำบลพระปฐมเจดีย์ อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม 73000

โทร 0-3425-5808 โทรสาร (Fax) : 0-3425-5808

email : humanethics@su.ac.th

ภาคผนวก ค

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้
 - ผลการประเมินคุณภาพ
2. แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม
 - ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
3. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้
 - ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
4. แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้
 - ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)



ตารางที่ 19 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้จัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อ	รายการที่พิจารณา	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					μ	σ	แปลผล
		1	2	3	4	5			
1	สาระสำคัญ								
	1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
	1.2 มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
	1.3 มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5	5	5	5	3	4.60	0.89	มากที่สุด
	1.4 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	5	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
	รวม						4.70	0.12	มากที่สุด
2	จุดประสงค์การเรียนรู้								
	2.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
	2.2 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
	2.3 มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
	2.4 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้	3	5	5	5	4	4.40	0.89	มาก
	รวม						4.70	0.20	มากที่สุด
3	สาระการเรียนรู้								
	3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
	3.2 มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด

ข้อ	รายการที่พิจารณา	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					μ	σ	แปลผล
		1	2	3	4	5			
	3.3 มีความเหมาะสมกับวัย ของนักเรียน	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
	3.4 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	5	5	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
รวม							4.70	0.12	มากที่สุด
4	การจัดกระบวนการเรียนรู้								
	4.1 สอดคล้องกับสาระการ เรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
	4.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
	4.3 มีความเหมาะสมกับเวลา ที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	4	4	4	4.20	0.45	มาก
	4.4 ได้รับความสนใจให้นักเรียน กระตือรือร้นที่จะเรียนรู้และ เข้าร่วมกิจกรรม	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
	4.5 กิจกรรมเป็นไปตามลำดับ	5	5	5	4	4	4.60	0.55	มากที่สุด
รวม							4.56	0.26	มากที่สุด
5	สื่อการเรียน								
	5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	5	5	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
	5.2 สอดคล้องกับสาระการ เรียนรู้และกิจกรรม	4	5	5	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
	5.3 ได้รับความสนใจของ นักเรียน	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
	5.4 มีความเหมาะสมกับวัย และความสนใจของนักเรียน	4	5	5	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
รวม							4.60	0.00	มากที่สุด

ข้อ	รายการที่พิจารณา	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					μ	σ	แปลผล
		1	2	3	4	5			
6	การวัดและประเมินผล								
	6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3	5	5	5	4	4.40	0.89	มาก
	6.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	3	5	5	5	4	4.40	0.89	มาก
	6.3 การวัดที่ระบุไว้สามารถประเมินได้	3	5	5	4	4	4.20	0.84	มาก
	6.4 ใช้เครื่องมือวัดได้อย่างเหมาะสม	3	5	5	4	4	4.20	0.84	มาก
	รวม						4.30	0.12	มาก
	สรุปรวม						4.59	0.16	มากที่สุด



ตารางที่ 20 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ด
เกม

รายการที่พิจารณา	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ความหมาย
	1	2	3	4	5		
1) การระบุปัญหา <ul style="list-style-type: none"> ● 4 คะแนน หมายถึง มีการกำหนดปัญหาและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่ สามารถแก้ไขปัญหาคือ สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดอย่างครบถ้วน ● 3 คะแนน หมายถึง มีการกำหนดปัญหาและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่ สามารถแก้ไขปัญหาคือ และ สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดบางส่วน ● 2 คะแนน หมายถึง มีการกำหนดปัญหาและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่ สามารถแก้ไขปัญหาคือ แต่ ไม่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนด ● 1 คะแนน หมายถึง มีการกำหนดปัญหาแต่ไม่สามารถสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่ สามารถแก้ไขปัญหาคือ 	0	0	+1	+1	+1	0.60	ใช้ได้

รายการที่พิจารณา	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ความหมาย
	1	2	3	4	5		
2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ <ul style="list-style-type: none"> ● 4 คะแนน หมายถึง นวัตกรรมบอร์ดเกมมีความ เป็นเอกลักษณ์ เอกลักษณ์ (ความสนุก ความน่าสนใจ และความน่าเล่น) ตาม คุณสมบัติครบ 3 ข้อ <ol style="list-style-type: none"> 1) กลไกของเกม 2) รูปแบบชิ้นงาน 3) เนื้อเรื่อง ● 3 คะแนน หมายถึง นวัตกรรมบอร์ดเกมมีความ เป็นเอกลักษณ์ตาม คุณสมบัติครบ 2 ข้อ ● 2 คะแนน หมายถึง นวัตกรรมบอร์ดเกมมีความ เป็นเอกลักษณ์ตาม คุณสมบัติครบ 1 ข้อ ● 1 คะแนน หมายถึง นวัตกรรมบอร์ดเกมมี คุณสมบัติ <ol style="list-style-type: none"> 1) กลไกของเกม 2) รูปแบบชิ้นงาน 3) เนื้อเรื่อง แต่ไม่มีความเป็นเอกลักษณ์ 	+1	0	+1	+1	0	0.60	ใช้ได้

รายการที่พิจารณา	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ความหมาย
	1	2	3	4	5		
3) การทำงานร่วมกับผู้อื่น <ul style="list-style-type: none"> ● 4 คะแนน หมายถึง สมาชิกให้ความร่วมมือในการสร้างผลงานมากกว่าร้อยละ 80 ● 3 คะแนน หมายถึง สมาชิกให้ความร่วมมือในการสร้างผลงาน ร้อยละ 61-80 ● 2 คะแนน หมายถึง สมาชิกให้ความร่วมมือในการสร้างผลงาน ร้อยละ 21-60 ● 1 คะแนน หมายถึง สมาชิกให้ความร่วมมือในการสร้างผลงานไม่เกินร้อยละ 20 	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
4) การสร้างนวัตกรรมให้สำเร็จ <ul style="list-style-type: none"> ● 4 คะแนน หมายถึง นวัตกรรมบอร์ดเกมมีคุณสมบัติครบ 4 ข้อ <ol style="list-style-type: none"> 1) สามารถนำมาใช้งานได้จริงเหมาะสมกับการใช้งาน 2) มีความแข็งแรงคงทน 3) สัดส่วนเหมาะสมกับการใช้งาน 4) สี สันสวยงามดึงดูดความสนใจ ● 3 คะแนน หมายถึง นวัตกรรมบอร์ดเกมมี 	+1	0	0	+1	+1	0.60	ใช้ได้

รายการที่พิจารณา	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ความหมาย
	1	2	3	4	5		
<p>คุณสมบัตื 3 ข้อ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 2 คะแนน หมายถึง นวัตกรรมบอร์ดเกมมี คุณสมบัตื 2 ข้อ ● 1 คะแนน หมายถึง นวัตกรรมบอร์ดเกมมี คุณสมบัตื 1 ข้อ 							
<p>5) การสร้างกรอบความรู้สะเต็มศึกษา</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 4 คะแนน หมายถึง มีมีการนำกรอบความรู้สะเต็มศึกษา มาใช้ในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมครบทั้ง 5 องค์ประกอบ ● 3 คะแนน หมายถึง มีการนำกรอบความรู้สะเต็มศึกษามาใช้ในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมเพียง 4 องค์ประกอบ ● 2 คะแนน หมายถึง มีการนำกรอบความรู้สะเต็มศึกษามาใช้ในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมเพียง 3 องค์ประกอบ ● 1 คะแนน หมายถึง มีการนำกรอบความรู้สะเต็มศึกษามาใช้ในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมเพียง 1-2 องค์ประกอบ 	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้

ตารางที่ 21 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้

ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้

แบบทดสอบ ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าดัชนี ความสอดคล้อง	ความหมาย
	1	2	3	4	5		
1	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
3	-1	+1	+1	+1	0	0.40	ตัดทิ้ง
4	0	+1	+1	+1	0	0.60	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
11	0	+1	+1	+1	0	0.60	ใช้ได้
12	-1	+1	+1	+1	0	0.40	ตัดทิ้ง
13	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้

แบบทดสอบ ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าดัชนี ความสอดคล้อง	ความหมาย
	1	2	3	4	5		
27	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้



ตารางที่ 22 ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ (แบบปรนัย)

ข้อ	ความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (r)	ผลการพิจารณา	ผลการคัดเลือก
1	0.72	0.81	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
2	0.79	0.21	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
3	0.50	0.70	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
4	0.53	0.89	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
5	0.83	0.69	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
6	0.36	0.86	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
7	0.50	0.93	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
8	0.34	0.47	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
9	0.53	0.89	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
10	0.14	0.00	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
11	0.36	0.15	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
12	0.11	0.61	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
13	0.17	0.69	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
14	0.64	0.86	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
15	0.79	0.21	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
16	0.57	0.29	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
17	0.21	0.21	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
18	0.22	0.75	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
19	0.79	0.21	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
20	0.39	0.86	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
21	0.36	0.15	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
22	0.34	0.47	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
23	0.41	0.58	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
24	0.50	0.70	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
25	0.50	-0.42	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
26	0.66	0.47	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
27	0.72	0.81	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
28	0.72	0.38	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้

จำนวนข้อสอบ	28
จำนวนกระดาษคำตอบ	26
คะแนนเฉลี่ย	14.58
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	4.26
ความเชื่อมั่น KR-20	0.70
ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	2.32

สรุปคุณภาพของข้อสอบ

ข้อสอบที่ดี ควรเก็บไว้ ได้แก่

1. ข้อที่ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี มี 8 ข้อ ได้แก่ 1 2 14 15 19 26 27 28
2. ข้อที่ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกดี มี 7 ข้อ ได้แก่ 3 4 7 9 16 23 24
3. ข้อที่ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี มี 6 ข้อ ได้แก่ 6 8 17 18 20 22

ข้อสอบที่ควรปรับปรุง ได้แก่

1. ข้อที่ง่ายมาก อำนาจจำแนกดี มี 1 ข้อ ได้แก่ 5
2. ข้อที่ยากมาก อำนาจจำแนกดี มี 2 ข้อ ได้แก่ 12 13
3. ข้อที่ความยากปานกลาง อำนาจจำแนกไม่ดี มี 2 ข้อ ได้แก่ 11 21

ข้อสอบที่ควรตัดทิ้งได้แก่

1. ข้อที่ง่ายมากหรือยากมาก อำนาจจำแนกไม่ดี 0 ข้อ
2. ข้อที่อำนาจจำแนกเป็น 0 มี 1 ข้อ ได้แก่ 10
3. ข้อที่อำนาจจำแนกเป็นลบ มี 1 ข้อ ได้แก่ 25

ตารางที่ 23 ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ (แบบอัตนัย)

ข้อ	ความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (r)	ผลการพิจารณา	ผลการคัดเลือก
29	0.54	0.51	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
30	0.53	0.37	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้



ตารางที่ 24 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม

รายการที่พิจารณา	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	แปลผล
	1	2	3	4	5		
ตอนที่ 1 สถานภาพและข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม							
1. เพศ <input type="checkbox"/> ชาย <input type="checkbox"/> หญิง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น							
1. นอกจากความสนุกแล้วนักเรียนชอบบอร์ดเกมของเพื่อนชื่ออะไรมากที่สุดเพราะเหตุใด	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2. นักเรียนใช้ความรู้วิชาเคมีเรื่องใดบ้างในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมและชอบเรื่องใดมากที่สุดเพราะอะไร	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
3. นักเรียนชอบบรรยากาศในห้องเรียนช่วงไหนมากที่สุด เพราะเหตุใด	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
4. นักเรียนคิดว่าการเรียนรู้ สามารถช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในบทเรียนมากขึ้นน้อยเพียงใด เพราะเหตุใด	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5. ในการออกแบบและสร้างบอร์ดเกมมีประโยชน์กับนักเรียนอย่างไรบ้าง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม							
1. นักเรียนอยากบอกอะไร ให้ครูทราบเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ภาคผนวก ง
เครื่องมือในงานวิจัย

1. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับความต้องการพื้นฐานสำหรับการจัดกิจกรรมพัฒนานักเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
2. แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับความต้องการพื้นฐานสำหรับการจัดกิจกรรมพัฒนานักเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจากผู้เกี่ยวข้อง
3. แผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
4. แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม
5. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้
6. แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

1. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

คำชี้แจง แบบสอบถามความคิดเห็นฉบับนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน เพื่อใช้สอบถาม ความต้องการเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีประเด็นคำถามดังนี้

ด้านเนื้อหาสาระ

1. นักเรียนต้องการเรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับการสร้างบอร์ดเกม

.....

.....

2. นักเรียนมีความคาดหวังและต้องการทำอะไรในการเรียนกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน (ชุมนุมนักเคมีรุ่นเยาว์)

.....

.....

ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. นักเรียนต้องการให้ครูจัดการเรียนรู้ในกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน (ชุมนุมนักเคมีรุ่นเยาว์) อย่างไร

.....

.....

ด้านสื่อการสอน

1. นักเรียนต้องการให้มีสื่อการสอนอะไรบ้างประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

ด้านการวัดและประเมินผล

1. นักเรียนต้องการให้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน (ชุมนุมนักเคมีรุ่นเยาว์) มีการเก็บคะแนน จากส่วนไหนบ้าง

.....

.....

2. นักเรียนต้องการให้ใครบ้างเป็นผู้ประเมินผลการเรียนรู้และความสามารถในการสร้าง
นวัตกรรมบอร์ดเกม

.....

.....

3. นักเรียนคิดว่าบอร์ดเกมที่ยากทำควรมีลักษณะเป็นอย่างไร

.....

.....



แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

คำชี้แจง แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้เป็นแบบสัมภาษณ์ เกี่ยวกับแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดให้ข้อมูลตามความเป็นจริง โดยแบบสัมภาษณ์แบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการสอน การวัดและประเมินผลของการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 ข้อ

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ จำนวน 1 ข้อ

แบบสัมภาษณ์

สัมภาษณ์เมื่อวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....เวลา.....

สถานที่สัมภาษณ์.....

สถานภาพและข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

1. ชื่อ - สกุล..... เพศ..... อายุ.....ปี
2. ระดับการศึกษา.....
3. ตำแหน่ง..... ประสบการณ์ในการทำงาน.....ปี
4. สถานที่ทำงาน.....
5. หมายเลขโทรศัพท์..... E - Mail.....

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการสอน การวัดและประเมินผลของการจัดการเรียนรู้

ด้านเนื้อหาสาระ

1. ท่านคิดว่า การจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ชุมนุมนักเคมีรุ่นเยาว์) ควรให้นักเรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์ด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติอะไรบ้าง

2. ท่านคิดว่า การจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ชุมนุมนักเคมีรุ่นเยาว์) ครูควรสอนในเนื้อหาในหัวข้อดังต่อไปนี้มีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

- บทเรียนเรื่อง บอร์ดเกม
- บทเรียนเรื่อง การแบ่งประเภทสารเคมีในชีวิตประจำวัน
- บทเรียนเรื่อง สัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตราย
- บทเรียนเรื่อง เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการเคมี
- บทเรียนเรื่อง การสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม

ด้านกิจกรรมการเรียนรู้

1. ท่านคิดว่าการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ควรมีแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างไรจึงจะพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ชุมนุมนักเคมีรุ่นเยาว์) ได้

ด้านสื่อการสอน

1. ท่านคิดว่า การจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ชุมนุมนักเคมีรุ่นเยาว์) ควรมีการใช้สื่ออะไรบ้างประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

ด้านการวัดและประเมินผล

1. ท่านคิดว่า การจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียน ควรมีการวัดและประเมินผลด้านใดบ้าง ด้วยวิธีและเครื่องมือใดบ้างจึงจะเหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....



แผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถ
ในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

แผนการจัดการเรียนรู้

กิจกรรมชุมนุม นักเคมีรุ่นเยาว์

ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง ความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี

15 ชั่วโมง

ครูผู้สอน นางสาวกัลยา จันทร์อ่อน

โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย

1. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

สารเคมีทั้งที่ใช้ในชีวิตประจำวันและในห้องปฏิบัติการมีหลายประเภท ดังนั้นการอ่านฉลากสารเคมีจึงเป็นสิ่งสำคัญอันจะช่วยให้สามารถใช้และเก็บรักษาสารเคมีได้อย่างถูกต้อง โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบ และเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม อีกทั้งการเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์การทดลอง จะส่งผลให้สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้ (K)

1. นักเรียนสามารถจำแนกประเภทของสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้
2. นักเรียนสามารถบอกความหมายสัญลักษณ์ระบุความเป็นอันตรายของสารเคมีได้
3. นักเรียนสามารถบอกชื่อเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการเคมีได้อย่างถูกต้อง

ทักษะที่สำคัญ (P)

1. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ห้องสมุด และแหล่งข้อมูลอื่น ๆ ได้
2. นักเรียนสามารถเลือกใช้อุปกรณ์แก้วในห้องปฏิบัติการเคมีได้อย่างเหมาะสม
3. นักเรียนสามารถออกแบบและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมได้

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้หรือกำจัดสารเคมีในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

3. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร การนำเสนอเพื่อถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล
2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์ เพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นการแสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล

4. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาความรู้และสร้างนวัตกรรม

4. การระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์

- การแบ่งประเภทสารเคมีในชีวิตประจำวัน

ในชีวิตประจำวันของเรา จะต้องเกี่ยวข้องกับสารหลายชนิดซึ่งมีลักษณะแตกต่างกัน สารที่ใช้ในชีวิตประจำวันจะมีสารเคมีเป็นองค์ประกอบ ซึ่งสามารถจำแนกประเภทได้ขึ้นอยู่กับว่าจะใช้เกณฑ์ใดในการจำแนก เช่น การใช้ประโยชน์, สถานะ, ลักษณะเนื้อสาร, สมบัติกรด-เบส เป็นต้น

- สัญลักษณ์ติดฉลากสารเคมี

ปัจจุบันการติดฉลากสารเคมีจะใช้ระบบเดียวกันทั่วโลก คือระบบ GHS (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals) สัญลักษณ์สีดาบนพื้นขาวอยู่ภายในกรอบสีแดงรูปสี่เหลี่ยมข้าวหลามตัด โดย GHS เป็นระบบการจำแนกประเภท การติดฉลาก และการแสดงรายละเอียดบนเอกสารข้อมูลความปลอดภัย (Safety Data Sheet : SDS) ของสารเคมีและเคมีภัณฑ์ ที่องค์การสหประชาชาติพัฒนาขึ้น เพื่อให้ใช้สื่อสารและมีความเข้าใจเกี่ยวกับอันตรายที่เกิดจากสารเคมีนั้น ๆ ในทิศทางเดียวกัน ซึ่งจะช่วยลดความซ้ำซ้อนและค่าใช้จ่ายในการทดสอบและประเมินสารเคมีและมั่นใจว่าการใช้สารเคมีแต่ละประเภทจะถูกต้องตามที่ระบุ โดยไม่เกิดผลเสียหรืออันตรายต่อสุขภาพมนุษย์และสิ่งแวดล้อมแต่อย่างใด และระบบ GHS ประกอบด้วยสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตราย 9 รูป



- เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการเคมี

การทดลองในห้องปฏิบัติการเคมีนั้นจะเกี่ยวข้องกับการชั่ง ตวง และวัดปริมาตรสารเคมีอยู่เสมอ ซึ่งในกระบวนการเหล่านี้มีอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่สามารถเลือกใช้ได้หลากหลาย เช่น ปีกเกอร์ กระบอกตวง บิวเรตต์ ปิเปตต์ และเครื่องชั่ง มีความแม่นยำในการวัดแตกต่างกัน การเลือกใช้อุปกรณ์ที่ถูกต้องและเหมาะสมจะทำให้ได้ผลการทดลองที่มีความแม่นยำ

เทคโนโลยี

- การค้นหาข้อมูลโดยใช้โปรแกรมค้นหา

การค้นหาข้อมูลโดยใช้โปรแกรมค้นหาหรือเสิร์ชเอนจิน คือโปรแกรมที่ช่วยในการสืบค้นข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต ผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต โทรศัพท์ เป็นต้น โดยข้อมูลครอบคลุมทั้งข้อความ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียง เพลง รวมทั้งข้อมูลอื่น ๆ หากกำหนดคำค้นหาที่มีความหมายเฉพาะเจาะจงหรือตรงกับสิ่งที่สืบค้นมากที่สุด จะส่งผลให้ได้ข้อมูลที่ตรงตามความต้องการมากขึ้น

- การใช้เทคโนโลยีในการนำเสนองานและเป็นเครื่องมือออกแบบกราฟิกแบบออนไลน์

เทคโนโลยี หมายถึง สิ่งที่มีมนุษย์พัฒนาขึ้น เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานหรือแก้ปัญหาต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น การนำโปรแกรม Power Point หรือเว็บ Canva มาช่วยอำนวยความสะดวกในการเขียนแบบ/ออกแบบผลงาน ทำให้ผู้สร้างผลงานทำงานได้รวดเร็วและสะดวกมากยิ่งขึ้น อีกทั้งเมื่อทำเสร็จแล้ว เรายังสามารถนำข้อมูลมาใช้ในการออกแบบครั้งต่อไปได้ความต้องการ

วิศวกรรม

- การใช้กระบวนการคิดเชิงระบบในการออกแบบนวัตกรรมบอร์ดเกม กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นขั้นตอนที่นำมาใช้ในดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ ซึ่งเริ่มโดยการสำรวจความต้องการและระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไข จากนั้นจึงค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องและวิเคราะห์เพื่อเลือกวิธีการที่เหมาะสม แล้วจึงทำการวางแผนและพัฒนา เมื่อได้สร้างชิ้นงานเรียบร้อยแล้วจึงนำไปทดสอบถ้ามีข้อบกพร่องให้ทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้มีประสิทธิภาพต่อไป

ศิลปะ

- การนำเอาองค์ประกอบต่าง ๆ ของศิลปะ อันได้แก่ เส้น สี แสงและเงา รูปร่าง ฯลฯ มาจัดเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดความงามในการเขียนสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายในระบบ GHS ตลอดจนการนำหลักการจัดองค์ประกอบของศิลปะมาออกแบบนวัตกรรมบอร์ดเกมให้มีความสวยงามและดึงดูดความสนใจ ตลอดจนการใช้ศาสตร์และศิลป์ในการเขียนอธิบายกติกาของการเล่นบอร์ดเกมให้ผู้อื่นสามารถเข้าด้วยภาษาที่กระชับ ได้ใจความและเข้าใจได้ง่าย

คณิตศาสตร์

- การนำรูปทรง และสัดส่วนที่เหมาะสมมาเป็นพื้นฐานในการเขียนสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายในระบบ GHS ของแบบร่างนวัตกรรมบอร์ดเกม รวมทั้งการนำหลักการทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการอ่านปริมาตรเครื่องแก้วชนิดต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการเคมี นอกจากนี้ยังนำหลักการบวก ลบ มาประยุกต์ใช้สำหรับการคำนวณคะแนนสำหรับหาผู้แพ้หรือชนะจากการเล่นบอร์ดเกม เป็นต้น

5. ชิ้นงานหรือภาระงาน

1. ใบงานที่ 1 การทำความรู้จักบอร์ดเกม
2. ใบงานที่ 2 การวิเคราะห์การออกแบบบอร์ดเกม
3. ใบงานที่ 3 การออกแบบบอร์ดเกม
4. ต้นแบบนวัตกรรมบอร์ดเกม
5. นวัตกรรมบอร์ดเกม

6. เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้

จุดประสงค์	วิธีวัดการวัด และ ประเมินผล	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ผ่าน
ความรู้ (K) 1. ความสามารถในการจำแนกประเภทของสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้ 2. ความสามารถในการบอกความหมายสัญลักษณ์ระบุความเป็นอันตรายของสารเคมีได้ 3. ความสามารถในการบอกชื่อเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการเคมีได้อย่างถูกต้อง	- การทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้	- แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้	- มีความถูกต้องร้อยละ 50 ขึ้นไป
ทักษะที่สำคัญ (P) 1. ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการเคมีได้อย่างเหมาะสม 2. ความสามารถในการสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ห้องสมุด และแหล่งข้อมูลอื่น ๆ 3. ความสามารถในการออกแบบและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม	- ประเมินจากพฤติกรรม - ประเมินนวัตกรรมบอร์ดเกม	- แบบประเมินพฤติกรรม - แบบประเมินนวัตกรรมบอร์ดเกม	- ระดับดีขึ้นไป - ระดับดีขึ้นไป
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) 1. การตระหนักถึงความสำคัญของการใช้หรือกำจัดสารเคมีในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย	- ประเมินจากพฤติกรรม	- แบบประเมินพฤติกรรม	- ระดับดีขึ้นไป

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

บทเรียนที่ 1 ทำความรู้จักบอร์ดเกม

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) (ชั่วโมงที่ 1-3) เน้นวิทยาศาสตร์

ชั่วโมงที่ 1

1. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้
 - 1.1 ในความคิดของนักเรียนบอร์ดเกมคืออะไร
 - 1.2 นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างบอร์ดเกมที่นักเรียนรู้จัก
2. นักเรียนได้รับการอธิบายกลไกของบอร์ดเกมพร้อมทั้งยกตัวอย่างบอร์ดเกมต่าง ๆ จากครู เช่น
 - 2.1 กลไก Matching & Sequencing ตัวอย่างเช่น UNO, Spot it
 - 2.2 กลไก Set Collection ตัวอย่างเช่น Splendor, Point Salad
 - 2.3 กลไก Take that ตัวอย่างเช่น Exploding Kittens, UNO, Go Town
 - 2.4 กลไก Storytelling ตัวอย่างเช่น Dixit
 - 2.5 กลไก Hand Management ตัวอย่างเช่น Betakkuma's Fart & Furious, Kariba, UNO
 - 2.6 กลไก Pattern Recognition ได้แก่ Taco Cat Goat Cheese Pizza, Halli Galli
3. นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 5 คน ตามความสมัครใจ และเลือกเล่นบอร์ดเกม (UNO, Spot it, Point Salad, Exploding Kittens, Dixit, Betakkuma's Fart & Furious, Kariba, Taco Cat Goat Cheese Pizza, Halli Galli, Go Town) ที่นักเรียนสนใจจนจบเกมและร่วมกันตอบคำถามประเด็นต่อไปนี้
 - 3.1 บอร์ดเกมที่เล่นชื่อว่าอะไร
 - 3.2 หลังจากเล่นบอร์ดเกมแล้วรู้สึกอย่างไร
 - 3.3 จุดที่นักเรียนรู้สึกสนุกที่สุดในเกม

ชั่วโมงที่ 2

4. นักเรียนเข้ากลุ่มเดิมที่จัดไว้ในชั่วโมงเรียนที่แล้ว และได้รับการทบทวนความรู้เดิม ด้วยการสุ่มตอบคำถามดังนี้
 - 4.1 ชั่วโมงที่ผ่านมา นักเรียนเล่นเกมบอร์ดเกมอะไร
 - 4.2 บอร์ดเกมที่นักเรียนเล่นใช้กลไกใด และมีลักษณะอย่างไร

5. นักเรียนเลือกเล่นบอร์ดเกมที่สนใจ (UNO, Spot it, Point Salad, Exploding Kittens, Dixit, Betakkuma's Fart & Furious, Kariba, Taco Cat Goat Cheese Pizza, Halli Galli, Go Town) โดยไม่ซ้ำกับชั่วโมงเรียนที่ 1 จนจบเกม

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดและร่วมกันวิเคราะห์ในประเด็นต่อไปนี้ลงในใบงานที่ 1 การทำความรู้จักบอร์ดเกม

- 6.1 บอร์ดเกมที่เล่นชื่อว่าอะไร
- 6.2 หลังจากเล่นบอร์ดเกมแล้วรู้สึกอย่างไร
- 6.3 จุดที่นักเรียนรู้สึกสนุกที่สุดในเกม
- 6.4 จุดที่นักเรียนรู้สึกว่าเล่นยากที่สุดในเกม
- 6.5 จุดที่นักเรียนได้เรียนรู้จากเกมหรือจากคนที่เล่นด้วยมีอะไรบ้าง
- 6.6 เกมที่ได้เล่นน่าจะนำไปปรับใช้ในวิชาอะไร

ชั่วโมงที่ 3

7. นักเรียนเข้ากลุ่มเดิมที่จัดให้ในชั่วโมงเรียนที่แล้ว และได้รับการทบทวนความรู้เดิม ด้วยการสุ่มตอบคำถามดังนี้

- 7.1 ชั่วโมงที่ผ่านมา นักเรียนเล่นเกมบอร์ดเกมอะไร
- 7.2 จุดที่สนุกที่สุดของบอร์ดเกมคืออะไร

8. นักเรียนเลือกเล่นบอร์ดเกมที่ฝึกกระบวนการคิดและการวางแผนที่นักเรียนสนใจ (Splendor, Ticket to Ride, Point Salad) เป็นต้น จนจบเกม

9. นักเรียนระดมความคิดเพื่อวิเคราะห์บอร์ดเกมที่เล่นกับหลักการออกแบบบอร์ดเกมของ Tinsman (2008) ลงในใบงานที่ 2 การวิเคราะห์การออกแบบบอร์ดเกม และนำเสนอหน้าชั้นเรียน

บทเรียนที่ 2 การแบ่งประเภทสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

(ชั่วโมงที่ 4-6) เน้นวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(ชั่วโมงที่ 4)

1. นักเรียนเข้ากลุ่มเดิมที่จัดให้ในชั่วโมงเรียนที่แล้ว ระดมความคิด และเขียนข้อสารเคมีที่พบเห็นในชีวิตประจำวันให้ได้มากที่สุด ภายในเวลา 3 นาที

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มได้รับบัตรภาพสารเคมีในชีวิตประจำวันจำนวน 10 ชนิด และให้นักเรียนระดมความคิด เพื่อแบ่งประเภทสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวันทั้งส่วนที่ระดมความคิดและส่วนที่ได้รับเพิ่มจากครู โดยใช้การใช้ประโยชน์เป็นเกณฑ์ ลงในใบกิจกรรมที่ 1 การแบ่งประเภทสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

3. นักเรียนได้รับการสุ่มออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนจำนวน 2 กลุ่ม

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อพิจารณาว่า สารแต่ละประเภทนั้นสามารถจำแนกได้อีกหรือไม่ โดยนักเรียนเป็นผู้กำหนดเกณฑ์การจำแนกเอง

5. นักเรียนได้รับการสุ่มออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนจำนวน 2 กลุ่ม

6. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปความรู้เรื่องการแบ่งประเภทสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวันว่าในชีวิตประจำวันของเรา จะต้องเกี่ยวข้องกับสารหลายชนิดซึ่งมีลักษณะแตกต่างกัน สารที่ใช้ในชีวิตประจำวันจะมีสารเคมีเป็นองค์ประกอบ ซึ่งสามารถจำแนกประเภทได้ขึ้นอยู่กับว่าจะใช้เกณฑ์ใดในการจำแนก เช่น การใช้ประโยชน์, สถานะ, ลักษณะเนื้อสาร, สมบัติกรด-เบส เป็นต้น จากการนำเสนอของเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน นักเรียนจะสังเกตเห็นว่า เพื่อนแต่ละกลุ่มจำแนกประเภทของสารได้แตกต่างกัน เนื่องจากใช้เกณฑ์การจำแนกที่ต่างกันนั่นเอง

7. นักเรียนได้รับการอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการการจำแนกสารด้วยวิธีการทางเคมี เช่น สมบัติความเป็นกรด-เบส โดยทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส, การนำไฟฟ้า โดยการต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งนำมาใช้ในการจำแนกประเภทสารเคมีในชีวิตประจำวันได้

8. นักเรียนได้รับการตรวจสอบความเข้าใจด้วยการเล่นเกม Kahoot

บทเรียนที่ 3 สัญลักษณ์ติดฉลากสารเคมี

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

(ชั่วโมงที่ 5)

1. นักเรียนได้รับการทบทวนความรู้เดิมเรื่องการแบ่งประเภทสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวันด้วยการตอบคำถาม “หากจำแนกประเภทสารเคมีในชีวิตประจำวัน โดยใช้ลักษณะเนื้อสารเป็นเกณฑ์ได้ 2 ประเภท ได้แก่ สารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสม โดยให้นักเรียนยกตัวอย่างสารเคมีในชีวิตประจำวันที่เป็นสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสม ผ่านแอปพลิเคชัน Mentimeter”

2. นักเรียนเข้ากลุ่มเดิมที่จัดไว้ในชั่วโมงเรียนที่แล้ว และรับชมคลิปวิดีโอข่าว “ไฟไหม้โรงงานสารเคมีกิ่งแก้ว” เพื่อร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

2.1 จากข่าว โรงงานที่เกิดเพลิงไหม้เป็นโรงงานที่ผลิตภัณฑ์ใด

2.2 นักเรียนคิดว่าทำไมจึงเกิดการระเบิดอย่างรุนแรงหลังจากเกิดเพลิงไหม้

3. นักเรียนสังเกตสัญลักษณ์บนฉลากสารเคมีตัวอย่างที่ครูนำมา และศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายตามระบบ GHS (Globally Harmonized System for Classification and Labelling of Chemicals) ที่อยู่บนฉลากขวดสารเคมีจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น <http://esprel.labsafety.nrct.go.th/content.asp?ID=209>

4. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปความรู้เรื่องสัญลักษณ์ติดฉลากสารเคมีเกี่ยวกับการแปลความหมายสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายในระบบ GHS ตลอดจนการปฏิบัติตนเพื่อให้สามารถใช้สารนั้น ๆ ได้อย่างปลอดภัย

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มได้รับการตรวจสอบความเข้าใจด้วยการถ่ายวิดีโอแสดงเหตุการณ์จำลองการใช้สารเคมีในชีวิตประจำวันอย่างถูกต้องและปลอดภัย โดยมีเงื่อนไขดังนี้

5.1 นักเรียนสามารถเลือกสารเคมีได้อย่างอิสระ โดยที่ฉลากสารเคมีชนิดนั้น ๆ จะต้องมีสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายในระบบ GHS

5.2 นักเรียนมีอิสระในการดำเนินเรื่องราวในวิดีโอ โดยต้องมีการแสดงฉลากสาร, สัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายในระบบ GHS, วิธีการใช้งานและการกำจัดอย่างถูกต้อง และปลอดภัย

5.3 ความยาวของวิดีโอไม่เกิน 1 นาที

บทเรียนที่ 4 เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการเคมี

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

(ชั่วโมงที่ 6)

1. นักเรียนได้การกระตุ้นความสนใจด้วยการรับชมคลิปวิดีโอ “การทำเค้ก” เพื่อร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

1.1 จากวิดีโอ นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใดในครั้งแรกเขาจึงทำเค้กแล้วไม่ประสบความสำเร็จ

1.2 นักเรียนคิดหาความต้องการทำอาหารให้ออกเหมือนต้นฉบับควรทำอย่างไร

1.3 นักเรียนคิดการทำอาหารและการทดลองทางวิทยาศาสตร์คล้ายคลึงกันอย่างไร

1.4 นักเรียนคิดว่าการชั่งและการตวงสำหรับการทำอาหารและการทดลองทางวิทยาศาสตร์เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

2. นักเรียนอ่านบทความ “พาราเซตามอล ใช้อย่างไรให้ปลอดภัย” เพื่อร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

2.1 นักเรียนคิดว่า หากยาแต่ละเม็ดมีปริมาณยาไม่เท่ากันจะเป็นอย่างไร

2.2 นักเรียนคิดว่าการผลิตยาเกี่ยวข้องกับเครื่อง ตวง วัดปริมาณสารหรือไม่
อย่างไร

2.3 นักเรียนคิดว่าทำไมการชั่งสาร หรือการตวงสารในการทำปฏิบัติการทาง
วิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญ

2.3 นักเรียนคิดว่าการชั่ง ตวง มีประโยชน์ต่อการใช้ชีวิตประจำวันอย่างไร

3. นักเรียนเข้ากลุ่มเดิมที่จัดไว้ในชั่วโมงเรียนที่แล้ว และสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตเพื่อ
จับคู่ชื่อและเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการเคมีที่ครูเตรียมไว้ให้ลงในใบกิจกรรมที่ 3 เครื่องแก้วใน
ห้องปฏิบัติการเคมี

4. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

4.1 อุปกรณ์ใดมีความแม่นยำมากที่สุด

4.2 อุปกรณ์ใดเหมาะสมในการใช้ตวงปริมาตรแบบคร่าวๆ

4.3 หากต้องการตวงน้ำปริมาตร 50 มิลลิลิตร ควรเลือกใช้ใช้อุปกรณ์ใด เพราะเหตุใด

5. นักเรียนได้รับการอธิบายเรื่องประโยชน์และหลักการตวงสารด้วยเครื่องแก้วใน
ห้องปฏิบัติการเคมี ได้แก่ หลอดทดลอง หลอดหยดสาร ปีกเกอร์ กระจกตวง ขวดปรับปริมาตร
ปิเปตต์ บิวเรตต์ และขวดรูปชมพู่ รวมถึงหลักการชั่งสารด้วยเครื่องชั่ง จากครู เพื่อให้ นักเรียน
สามารถเลือกอุปกรณ์การวัดได้เหมาะสมตามความต้องการ และความคลาดเคลื่อนอันเกิดจากการ
ตวงสารหรือชั่งสารได้

6. นักเรียนได้รับการฝึกทักษะปฏิบัติด้วยการตวงสารละลายโดยใช้กระจกตวงในปริมาตรที่
แตกต่างกัน

7. นักเรียนได้รับการตรวจสอบความเข้าใจด้วยการเล่นเกม Vonder Go

บทเรียนที่ 5 การสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม

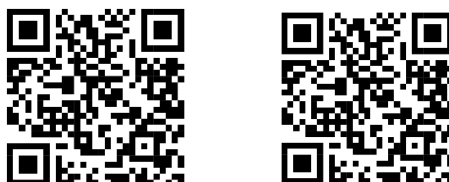
ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) (ชั่วโมงที่ 7-8) เน้นวิศวกรรม

1. นักเรียนเข้ากลุ่มเดิมที่จัดไว้ในชั่วโมงเรียนที่แล้ว และได้รับการทบทวนความรู้เดิม ด้วย
การสุ่มให้นักเรียนยกตัวอย่างเครื่องแก้วที่ได้เรียนมาในชั่วโมงที่ผ่านมา

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิด เพื่อออกแบบข้อคำถาม เพื่อนำมาสำรวจความต้องการ
ของเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน จำนวนไม่น้อยกว่า 12 คน เพื่อสอบถามความต้องการว่าต้องการเล่นเกมบอร์ด
เกมแนวไหน, ยกตัวอย่างบอร์ดเกมที่ชอบเล่นหรืออยากเล่น, ต้องการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
เรื่องใด เป็นต้น

3. นักเรียนนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการสำรวจมาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อกำหนดรูปแบบของ
บอร์ดเกม รวมทั้งระดมความคิดเพื่อออกแบบบอร์ดเกมทางวิทยาศาสตร์ที่ให้ความสนุกสนานและ

ความรู้แก่ผู้เล่นเกม ลงในใบงานที่ 3 การออกแบบบอร์ดเกม โดยนักเรียนสามารถค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับบอร์ดเกมเพิ่มเติมได้จาก ตัวอย่างบอร์ดเกมของครู หรือ อินเทอร์เน็ต เช่น <https://www.starfishlabz.com/blog/67> , <https://boardgamegeek.com/> เป็นต้น



ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการพัฒนา/แก้ปัญหา (Planning and Development)

(ชั่วโมงที่ 9-10) เน้นวิศวกรรม คณิตศาสตร์ และศิลปะ

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการสร้างต้นแบบบอร์ดเกมตามที่ได้ออกแบบไว้ ในชั่วโมงก่อนหน้านี้ โดยการเลือกวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ ได้แก่ กระดาษ โฟลีส เทรียญ ลูกเต๋า ตัวเดิน ดินสอ ปากกา สี ไม้บรรทัด กรรไกร กาว เทปกาว เป็นต้น มาสร้างเป็นต้นแบบบอร์ดเกมอย่างง่าย โดยมีครูคอยให้คำแนะนำและคำปรึกษาอย่างใกล้ชิด และเริ่มทดสอบคุณภาพภายในกลุ่ม เพื่อประเมินข้อกำหนดของบอร์ดเกมในเบื้องต้น

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) (ชั่วโมงที่ 11-13) เน้นวิศวกรรม คณิตศาสตร์ และศิลปะ

ชั่วโมงที่ 11

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มทดสอบคุณภาพของต้นแบบนวัตกรรมบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น โดยการทดลองเล่นบอร์ดเกมตั้งแต่เริ่มต้นจนจบเกมภายในกลุ่มของตนเอง
2. นักเรียนประเมินผลและเสนอแนวทางการปรับปรุงพัฒนาให้ต้นแบบบอร์ดเกมมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอต้นแบบบอร์ดเกมแก่ครู เพื่อประเมินความก้าวหน้าของชิ้นงาน และให้คำแนะนำทั้งทางด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์, กลไกของเกม, ความน่าสนใจของเกม เป็นต้น

ชั่วโมงที่ 12 - 13

4. เมื่อได้ต้นแบบนวัตกรรมบอร์ดเกมที่มีคุณภาพตามความต้องการของนักเรียนแล้ว นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมฉบับสมบูรณ์ ประกอบด้วย ตัวเกม กฎกติกา และกล่องหรือบรรจุภัณฑ์ของบอร์ดเกม โดยนักเรียนอาจจะเลือกใช้การใช้เทคโนโลยี/โปรแกรม/เครื่องมือ ออกแบบกราฟิกแบบออนไลน์ หรือออกแบบด้วยมือก็ได้ ขึ้นอยู่กับความถนัดของนักเรียน

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) (ชั่วโมงที่ 14-15)
เน้นวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม คณิตศาสตร์ และศิลปะ

ชั่วโมงที่ 14 - 15

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแบบนวัตกรรมบอร์ดเกมที่ตนเองสร้างขึ้นแก่ครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียน ดังนี้

1.1 นำเสนอชื่อเกมและอธิบายกฎกติกาของเกม

1.2 เชิญตัวแทนเพื่อนร่วมชั้นเรียนมาเป็นส่วนหนึ่งของผู้เล่นเกม

1.3 เล่นเกมตั้งแต่ต้นเกมจนจบเกม

2. เพื่อนร่วมชั้นเรียนและครูร่วมแสดงความคิดเห็นและให้คำแนะนำกับนักเรียนกลุ่มที่นำเสนอ เพื่อเป็นกำลังใจแก่นักเรียน

3. หลังจากได้มีส่วนร่วมและได้นำเสนอนวัตกรรมบอร์ดเกมในชั่วโมงที่แล้ว นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดร่วมกันเสนอแนวทางการพัฒนานวัตกรรมบอร์ดเกมของตนเองให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

4. นักเรียนและครูสรุปบทเรียนร่วมกันเกี่ยวกับผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5. นักเรียนได้รับการประเมินผลการเรียนรู้ผ่านการทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้

8. สื่อการสอน

1. บอร์ดเกม
2. บัตรภาพสารเคมีในชีวิตประจำวัน
3. คลิปวิดีโอข่าว “ไฟไหม้โรงงานสารเคมีกิ่งแก้ว”
4. คลิปวิดีโอข่าว “การทำเค้ก”
5. บทความ “พาราเซตามอล ใช้อย่างไรให้ปลอดภัย”
6. เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการเคมี ได้แก่ หลอดทดลอง หลอดหยดสาร ปีกเกอร์ กระจกตวง ขวดปรับปริมาตร ปีเปตต์ บิวเรตต์ และขวดรูปชมพู่ เป็นต้น
7. อุปกรณ์พื้นฐานสำหรับสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม เช่น กระดาษ โพสอิส เกรียง ลูกเต๋า ตัวเดิน ดินสอ ปากกา สี ไม้บรรทัด กรรไกร กาว เทปกาว เป็นต้น

ใบงานที่ 1 การทำความรู้จักบอร์ดเกม



1. บอร์ดเกมที่เล่นชื่อว่า

.....

.....

.....



4 จุดที่นักเรียนรู้สึกว่ายากที่สุดในเกม

.....

.....

.....

.....



2. หลังจากเล่นเกมแล้วรู้สึก

.....

.....

.....

.....

5 จุดที่นักเรียนได้เรียนรู้จากเกม
หรือจากคนที่เล่นด้วยมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....



3. จุดที่นักเรียนรู้สึกสนุกที่สุดในเกม

.....

.....

.....

.....



6 เกมที่ได้เล่นน่าจะนำไปปรับใช้ในวิชาอะไร

.....

.....

.....

.....

สมาชิก

1. ชั้น เลขที่
2. ชั้น เลขที่
3. ชั้น เลขที่
4. ชั้น เลขที่
5. ชั้น เลขที่



ใบงานที่ 2 การวิเคราะห์การออกแบบบอร์ดเกม



1) ชื่อเกม.....

2) กลไกหลักของเกม

- Matching & Sequencing Take that Hand Management
 Set Collection Storytelling Pattern Recognition

3) อุปกรณ์

.....

4) การเขียนกติกาการเล่น

4.1 จำนวนผู้เล่น

4.2 ระยะเวลาในการเล่น.....

4.3 กำหนดลำดับการเล่นของผู้เล่น

- กำหนดแน่นอน ตายตัว ช่วงชิงสิทธิ์เพื่อกำหนดลำดับ สลับกันเป็นผู้เริ่มเกม
 ใช้เวลาเพื่อกำหนดลำดับ อื่น ๆ

4.4 รูปแบบของเกม

- ทอยลูกเต๋า เพื่อ.....
 เปิดการ์ด เพื่อ.....
 แลกทรัพยากร เพื่อ.....
 อื่น ๆ เพื่อ.....

4.5 ขั้นตอนการเล่น

.....

5) การจบเกม.....

6) รูปแบบการคิดคะแนน.....

สมาชิก

1. ชั้น เลขที่

2. ชั้น เลขที่

3. ชั้น เลขที่

4. ชั้น เลขที่

5. ชั้น เลขที่



สื่อการสอน บัตรภาพสารเคมีในชีวิตประจำวัน



น้ำตาลทราย



ผงซักฟอก



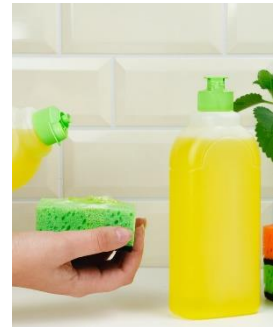
ผงชูรส



สบู่



น้ำยาล้างห้องน้ำ



น้ำยาล้างจาน



ยากันยุง



บลัช



ยาสีฟัน



ลิปสติก



ใบกิจกรรมที่ 1 การแบ่งประเภทสารเคมีในชีวิตประจำวัน

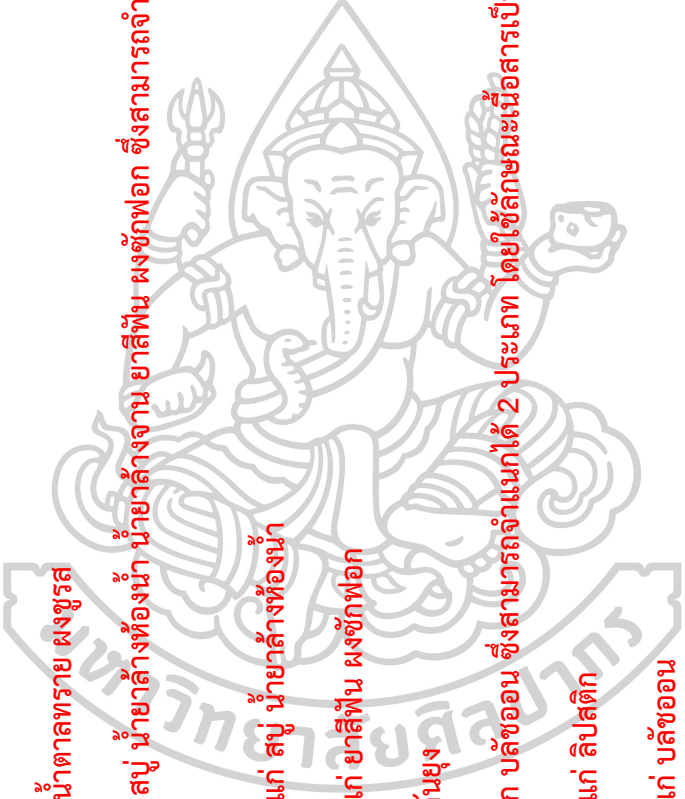


ใบกิจกรรมที่ 1 การแบ่งประเภทสารเคมีในชีวิตประจำวัน



จำแนกประเภทสารเคมีในชีวิตประจำวันโดยใช้การให้ประโยชน์ชนเป็นเกณฑ์ ได้ 4 ประเภท

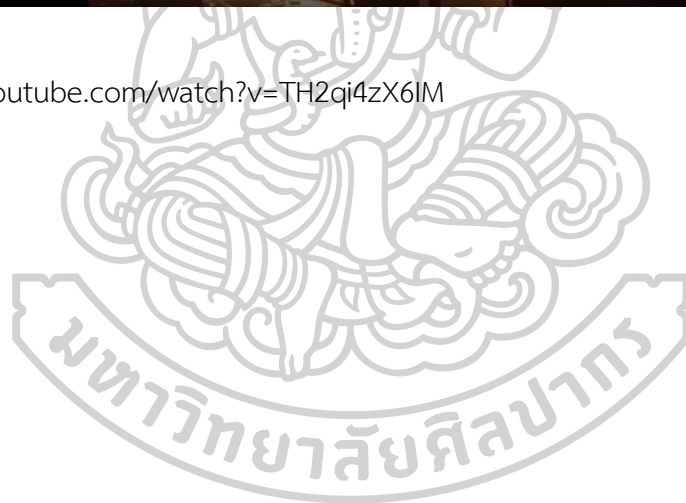
1. สารปรุงแต่งอาหาร ได้แก่ น้ำตาลทราย ผงชูรส
2. สารทำความสะอาด ได้แก่ สบู่ น้ำยาล้างห้องน้ำ ยาสิฟีน ผงซักฟอก ซึ่งสามารถจำแนกได้ 2 ประเภท โดยใช้ลักษณะเนื้อสารเป็นเกณฑ์ ได้แก่
 - 2.1 สารเนื้อเดียว ได้แก่ สบู่ น้ำยาล้างห้องน้ำ
 - 2.2 สารเนื้อผสม ได้แก่ ยาสิฟีน ผงซักฟอก
3. สารกำจัดแมลง ได้แก่ ยากันยุง
4. เครื่องสำอาง ได้แก่ ลิปสติก บลัชออน ซึ่งสามารถจำแนกได้ 2 ประเภท โดยใช้ลักษณะเนื้อสารเป็นเกณฑ์ ได้แก่
 - 4.1 สารเนื้อเดียว ได้แก่ ลิปสติก
 - 4.2 สารเนื้อผสม ได้แก่ บลัชออน



สื่อการสอน “คลิปวิดีโอข่าว “ไฟไหม้โรงงานสารเคมีกิ่งแก้ว”



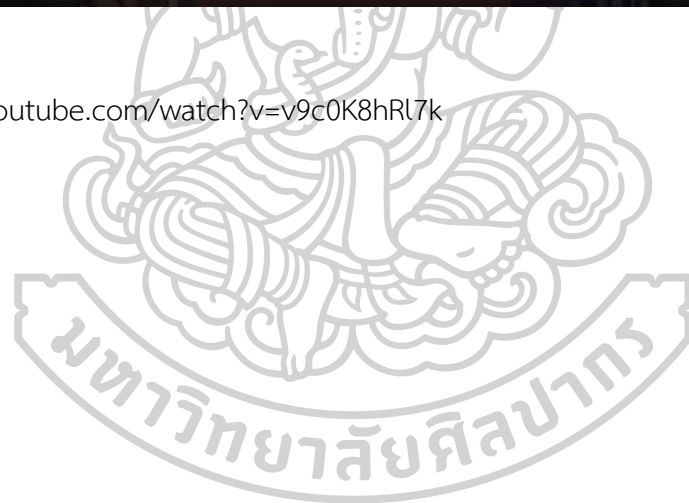
<https://m.youtube.com/watch?v=TH2qi4zX6IM>



สื่อการสอน “คลิปวิดีโอข่าว “การทำเค้ก”



<https://m.youtube.com/watch?v=v9c0K8hRl7k>



ยาพาราเซตามอล ? ใช้อย่างไรให้ปลอดภัย



ควรพิจารณาน้ำหนักตัวก่อนรับประทานยาในแต่ละครั้ง






(ขนาดยาที่เหมาะสม คือ 10-15 มิลลิกรัม ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม) รายละเอียดดังตาราง

ยาเม็ดขนาด 325 มิลลิกรัม

หรือ

ยาเม็ดขนาด 500 มิลลิกรัม

น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	ขนาดยาที่ใช้ ต่อครั้ง (เม็ด)
22-33	1 เม็ด 
มากกว่า 33-44	1 เม็ดครึ่ง  
มากกว่า 44	2 เม็ด  

น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	ขนาดยาที่ใช้ ต่อครั้ง (เม็ด)
34-50	1 เม็ด 
มากกว่า 50-67	1 เม็ดครึ่ง (ไม่เกินวันละ 5 ครั้ง)  
มากกว่า 67	2 เม็ด (ไม่เกินวันละ 4 ครั้ง)  

- ✔️ **สรรพคุณ:** ลดไข้ บรรเทาอาการปวด
- ✔️ รับประทานยาเฉพาะเมื่อมีอาการปวด หรือมีไข้
- ✔️ รับประทานยาแต่ละครั้งห่างกัน 4-6 ชั่วโมง
- ✔️ **ไม่ควร**รับประทานยาเกิน 4,000 มิลลิกรัมต่อวัน
- ✔️ หากดื่มสุราเป็นประจำ เป็นโรคตับหรือโรคไต ควรปรึกษาแพทย์หรือเภสัชกรก่อนใช้ยา



ใบกิจกรรมที่ 3 เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการเคมี



สำหรับวางเครื่องแก้ว

หลอดทดลอง

สำหรับวางเครื่องแก้ว

ปิเกตอร์

สำหรับวางเครื่องแก้ว

กระบอกลด

สำหรับวางเครื่องแก้ว

ปิเปตต์

สำหรับวางเครื่องแก้ว

หลอดหยดสาร

สำหรับวางเครื่องแก้ว

ปิเวเรตต์

สำหรับวางเครื่องแก้ว

ขวดปรับปริมาตร

สำหรับวางเครื่องแก้ว

ขวดรูปชมพู่

ใบงานที่ 3 การออกแบบบอร์ดเกม



- 1) ชื่อเกม.....
- 2) หัวข้อเรื่อง.....
- 3) ความจำเป็นและเป้าหมายของเกม.....
- 4) บอร์ดเกมต้นแบบ.....
- 5) กลไกหลักของเกม Matching & Sequencing Take that Hand Management
 Set Collection Storytelling Pattern Recognition
- 5) อุปกรณ์.....
- 6) การเขียนกติกาการเล่น
 - 6.1 จำนวนผู้เล่น.....
 - 6.2 ระยะเวลาในการเล่น.....
 - 6.3 กำหนดลำดับการเล่นของผู้เล่น
 กำหนดแน่นอนตายตัว ช่วงชิงสิทธิ์เพื่อกำหนดลำดับ อื่น ๆ
 - สลับกันเป็นผู้เริ่มเกม ใช้เวลาเพื่อกำหนดลำดับ
 - 6.4 รูปแบบของเกม
 ทอยลูกเต๋า เพื่อ..... เปิดการ์ด เพื่อ.....
 แลกทรัพยากร เพื่อ..... อื่น ๆ เพื่อ.....
 - 6.5 ขั้นตอนการเล่น.....
- 7) เรื่องของโชค กลยุทธ์ และความเสี่ยง
 - โชค คือก่อให้เกิดผลประโยชน์
 - กลยุทธ์.....
 - ความเสี่ยง.....
- 8) การจบเกม.....
- 9) รูปแบบการคิดคะแนน.....

แบบประเมินผลการเรียนรู้

เลขที่	คะแนนที่ได้รับ (คะแนน)	ผลการประเมิน	
		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			

เกณฑ์การประเมิน

ได้คะแนน 10 - 20 คะแนน แปลผล ผ่านเกณฑ์การประเมิน

ได้คะแนน 1 - 9 คะแนน แปลผล ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน

แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

กลุ่มที่	รายการประเมิน					คะแนน ค่าเฉลี่ย	ความสามารถ ในการสร้าง นวัตกรรม บอร์ดเกม	หมายเหตุ
	การระบุ ปัญหา	การสร้าง แนวคิด หรือ แนวทาง ใหม่	การทำงาน ร่วมกับ ผู้อื่น	การสร้าง นวัตกรรม ให้สำเร็จ	การสร้าง กรอบ ความรู้ สะสม ศึกษา			
1								
2								
3								
4								
5								

เกณฑ์การประเมิน

ช่วงคะแนนค่าเฉลี่ย

3.50 – 4.00

ระดับความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม

ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมอยู่ในระดับดีมาก

2.50 – 3.49

ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมอยู่ในระดับดี

1.50 – 2.49

ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมอยู่ในระดับพอใช้

1.00 – 1.49

ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมอยู่ในระดับควรปรับปรุง



เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
1) การระบุปัญหา	มีการกำหนดปัญหาและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่สามารถแก้ไขปัญหาได้ สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดอย่างครบถ้วน	มีการกำหนดปัญหาและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่สามารถแก้ไขปัญหาได้ และ สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดบางส่วน	มีการกำหนดปัญหาและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่สามารถแก้ไขปัญหาได้ แต่ไม่ สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนด	มีการกำหนดปัญหาแต่ไม่สามารถสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่สามารถแก้ไขปัญหาได้
2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่	นวัตกรรมบอร์ดเกมมีความเป็นเอกลักษณ์ (ความสนุก ความน่าสนใจ และความน่าเล่น) ตามคุณสมบัติครบ 3 ข้อ 1) กลไกของเกม 2) รูปแบบชิ้นงาน 3) เนื้อเรื่อง	นวัตกรรมบอร์ดเกมมีความเป็นเอกลักษณ์ ตามคุณสมบัติครบ 2 ข้อ	นวัตกรรมบอร์ดเกมมีความเป็นเอกลักษณ์ ตามคุณสมบัติครบ 1 ข้อ	นวัตกรรมบอร์ดเกมมีคุณสมบัติ 1) กลไกของเกม 2) รูปแบบชิ้นงาน 3) เนื้อเรื่อง แต่ไม่มีความเป็นเอกลักษณ์
3) การทำงานร่วมกับผู้อื่น	สมาชิกให้ความร่วมมือในการสร้างผลงานมากกว่าร้อยละ 80	สมาชิกให้ความร่วมมือในการสร้างผลงานร้อยละ 61-80	สมาชิกให้ความร่วมมือในการสร้างผลงานร้อยละ 21-60	สมาชิกให้ความร่วมมือในการสร้างผลงานไม่เกินร้อยละ 20
4) การสร้างนวัตกรรมให้สำเร็จ	นวัตกรรมบอร์ดเกมมีคุณสมบัติครบ 4 ข้อ 1) สามารถนำมาใช้งานได้จริงเหมาะสมกับการใช้งาน 2) มีความแข็งแรงคงทน 3) สีสันเหมาะสม	นวัตกรรมบอร์ดเกมมีคุณสมบัติ 3 ข้อ	นวัตกรรมบอร์ดเกมมีคุณสมบัติ 2 ข้อ	นวัตกรรมบอร์ดเกมมีคุณสมบัติ 1 ข้อ

รายการ ประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
	กับการใช้งาน 4) สีเส้นสวยงามดึงดูด ความสนใจ			
5) การสร้าง กรอบความรู้ สะเต็มศึกษา	มีการนำกรอบความรู้ สะเต็มศึกษามาใช้ใน การสร้างนวัตกรรม บอร์ดเกมครบทั้ง 5 องค์ประกอบ	มีการนำกรอบความรู้ สะเต็มศึกษามาใช้ใน การสร้างนวัตกรรม บอร์ดเกมเพียง 4 องค์ประกอบ	มีการนำกรอบความรู้ สะเต็มศึกษามาใช้ใน การสร้างนวัตกรรม บอร์ดเกมเพียง 3 องค์ประกอบ	มีการนำกรอบความรู้ สะเต็มศึกษามาใช้ใน การสร้างนวัตกรรม บอร์ดเกมเพียง 1-2 องค์ประกอบ

ช่วงคะแนนค่าเฉลี่ย

3.50 – 4.00

2.50 – 3.49

1.50 – 2.49

1.00 – 1.49

ระดับความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม

ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมอยู่ในระดับดีมาก

ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมอยู่ในระดับดี

ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมอยู่ในระดับพอใช้

ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมอยู่ในระดับควรปรับปรุง



แบบประเมินพฤติกรรม

กลุ่มที่	คะแนนที่ได้รับ (คะแนน)	แปลผล	ผลการประเมิน	
			ผ่าน	ไม่ผ่าน
1				
2				
3				
4				
5				

เกณฑ์การประเมิน

- ได้คะแนน 3 คะแนน แปลผล มีความตระหนักถึงความสำคัญของการใช้หรือกำจัดสารเคมีในชีวิตประจำวันในระดับดีมาก
- ได้คะแนน 2 คะแนน แปลผล มีความตระหนักถึงความสำคัญของการใช้หรือกำจัดสารเคมีในชีวิตประจำวันในระดับดี
- ได้คะแนน 1 คะแนน แปลผล มีความตระหนักถึงความสำคัญของการใช้หรือกำจัดสารเคมีในชีวิตประจำวันในระดับปรับปรุง



เกณฑ์การประเมินพฤติกรรม

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	3	2	1
การตระหนักถึง ความสำคัญของ การใช้หรือกำจัด สารเคมีใน ชีวิตประจำวันได้	แสดงถึงวิธีการใช้ และ/หรือการกำจัด สารเคมีชนิดนั้น ๆ ได้ อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับ สัญลักษณ์แสดงความ เป็นอันตรายในระบบ GHS ที่ปรากฏอยู่บน ฉลากสารเคมีอย่าง ครบถ้วน	แสดงถึงวิธีการใช้ และ/หรือการกำจัด สารเคมีชนิดนั้น ๆ ได้ อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับ สัญลักษณ์แสดงความ เป็นอันตรายในระบบ GHS ที่ปรากฏอยู่บน ฉลากสารเคมี แต่ไม่ ครบถ้วน	แสดงถึงวิธีการใช้ และ/หรือการกำจัด สารเคมีชนิดนั้น ๆ ได้ อย่างถูกต้องประเด็น ใดประเด็นหนึ่ง และ มีบางประเด็นไม่ สอดคล้องกับ สัญลักษณ์แสดงความ เป็นอันตรายในระบบ GHS ที่ปรากฏอยู่บน ฉลากสารเคมี

เกณฑ์การประเมิน

- 3 คะแนน แปลผล มีความตระหนักถึงความสำคัญของการใช้หรือกำจัด
สารเคมีในชีวิตประจำวันในระดับดีมาก
- 2 คะแนน แปลผล มีความตระหนักถึงความสำคัญของการใช้หรือกำจัด
สารเคมีในชีวิตประจำวันในระดับดี
- 1 คะแนน แปลผล มีความตระหนักถึงความสำคัญของการใช้หรือกำจัด
สารเคมีในชีวิตประจำวันในระดับปรับปรุง

แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม

แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม เป็นแบบประเมินวิธีการปฏิบัติหรือกระบวนการสร้างบอร์ดเกมที่มีความแตกต่างไปจากแบบเดิม ซึ่งอาจเกิดจากการคิดค้นใหม่ หรือการพัฒนาปรับปรุงต่อยอดจากของเดิมที่มีอยู่ผ่านกระบวนการคิดริเริ่มสร้างสรรค์และการบูรณาการความรู้ 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ถ่ายทอดออกมาเป็นบอร์ดเกมที่มีคุณประโยชน์และมีคุณภาพตามเป้าหมายที่มุ่งหวัง โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytic scoring rubric) มีองค์ประกอบการประเมิน 5 ประเด็น ได้แก่ 1) การระบุปัญหา 2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่น 4) การสร้างนวัตกรรมให้สำเร็จ และ 5) การสร้างกรอบความรู้สู่ระดับศึกษา ซึ่งจำแนกออกเป็น 4 ระดับ คือ ดีมาก ดีพอใช้ และควรปรับปรุง

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
1) การระบุปัญหา	มีการกำหนดปัญหาและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่สามารถแก้ไขปัญหาค้นคว้าได้ สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดอย่างครบถ้วน	มีการกำหนดปัญหาและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่สามารถแก้ไขปัญหาค้นคว้าได้ และสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดบางส่วน	มีการกำหนดปัญหาและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่สามารถแก้ไขปัญหาค้นคว้าได้ แต่ไม่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนด	มีการกำหนดปัญหาแต่ไม่สามารถสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่สามารถแก้ไขปัญหาค้นคว้าได้
2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่	นวัตกรรมบอร์ดเกมมีความเป็นเอกลักษณ์ (ความสนุก ความน่าสนใจ และความน่าเล่น) ตามคุณสมบัติครบ 3 ข้อ 1) กลไกของเกม 2) รูปแบบชิ้นงาน	นวัตกรรมบอร์ดเกมมีความเป็นเอกลักษณ์ตามคุณสมบัติครบ 2 ข้อ	นวัตกรรมบอร์ดเกมมีความเป็นเอกลักษณ์ตามคุณสมบัติครบ 1 ข้อ	นวัตกรรมบอร์ดเกมมีคุณสมบัติ 1) กลไกของเกม 2) รูปแบบชิ้นงาน 3) เนื้อเรื่อง แต่ไม่มีความเป็นเอกลักษณ์

รายการ ประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
	3) เนื้อเรื่อง			
3) การทำงานร่วมกับผู้อื่น	สมาชิกให้ความร่วมมือในการสร้างผลงานมากกว่าร้อยละ 80	สมาชิกให้ความร่วมมือในการสร้างผลงาน ร้อยละ 61-80	สมาชิกให้ความร่วมมือในการสร้างผลงาน ร้อยละ 21-60	สมาชิกให้ความร่วมมือในการสร้างผลงานไม่เกินร้อยละ 20
4) การสร้างนวัตกรรมให้สำเร็จ	นวัตกรรมบอร์ดเกมมีคุณสมบัติครบ 4 ข้อ 1) สามารถนำมาใช้งานได้จริงเหมาะสมกับการใช้งาน 2) มีความแข็งแรงคงทน 3) สัดส่วนเหมาะสมกับการใช้งาน 4) สี สีสวยงามดึงดูดความสนใจ	นวัตกรรมบอร์ดเกมมีคุณสมบัติ 3 ข้อ	นวัตกรรมบอร์ดเกมมีคุณสมบัติ 2 ข้อ	นวัตกรรมบอร์ดเกมมีคุณสมบัติ 1 ข้อ
5) การสร้างกรอบความรู้สะเต็มศึกษา	มีการนำกรอบความรู้สะเต็มศึกษา มาใช้ในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมครบทั้ง 5 องค์ประกอบ	มีการนำกรอบความรู้สะเต็มศึกษา มาใช้ในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมเพียง 4 องค์ประกอบ	มีการนำกรอบความรู้สะเต็มศึกษา มาใช้ในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมเพียง 3 องค์ประกอบ	มีการนำกรอบความรู้สะเต็มศึกษา มาใช้ในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมเพียง 1-2 องค์ประกอบ

ช่วงคะแนนค่าเฉลี่ย

3.50 – 4.00
2.50 – 3.49
1.50 – 2.49
1.00 – 1.49

ระดับความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม

ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมอยู่ในระดับดีมาก
ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมอยู่ในระดับดี
ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมอยู่ในระดับพอใช้
ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมอยู่ในระดับควรปรับปรุง

แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. สารในข้อใดไม่ใช่สารปรุงแต่งอาหาร

- | | |
|----------------------|------------------------|
| ก. ซูโครส | ข. กรดแอสซิติก |
| ค. โซเดียมไฮดรอกไซด์ | ง. โมโนโซเดียมกลูตาเมต |

จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

อรวางแผนเปิดร้านขายของชำในหมู่บ้านแห่งหนึ่ง เธอจึงสำรวจความต้องการซื้อของคนในหมู่บ้าน เพื่อขายสินค้าที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีในชีวิตประจำวันให้มีความต้องการแก่ลูกค้ามากที่สุด โดยผลการสำรวจพบว่า ลูกค้ามีความต้องการซื้อสินค้าต่าง ๆ ดังนี้ น้ำตาลทรายร้อยละ 15, น้ำตาลมะพร้าวร้อยละ 10, สบู่ก้อนร้อยละ 5, สบู่เหลวร้อยละ 15, น้ำยาล้างห้องน้ำร้อยละ 15, ยาฆ่าแมลงร้อยละ 10, น้ำยาล้างจานร้อยละ 10, โลชั่นบำรุงผิวร้อยละ 5 ลิปสติกร้อยละ 5 และผงชูรสร้อยละ 10

2. ลูกค้าส่วนใหญ่มีความต้องการสารเคมีในชีวิตประจำวันประเภทใดมากที่สุด

- | | |
|---------------------|-------------------|
| ก. เครื่องสำอาง | ข. สารกำจัดแมลง |
| ค. สารปรุงแต่งอาหาร | ง. สารทำความสะอาด |

จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

หนูดีจัดเตรียมของไปค่ายลูกเสือ โดยเริ่มจากนำสบู่เหลว แปรงสีฟัน ยาสีฟัน สกิลแคร์ น้ำหอม และผ้าเช็ดตัวใส่กระเป๋าใบเล็ก จากนั้นพับเสื้อผ้าสำหรับใส่ 3 วัน 2 คืน จำนวน 6 ชุดใส่กระเป๋าใบใหญ่ โดยก่อนปิดกระเป๋าหนูดีไม่มีสิ่งที่จะนำสเปรย์กันยุงและสเปรย์แอลกอฮอล์ใส่กระเป๋าไปด้วย

3. จากข้อความข้างต้น จงเรียงลำดับประเภทสารเคมีในชีวิตประจำวันที่หนูดีเตรียมสารเคมีไปค่ายลูกเสือจากมากไปน้อย

- | |
|--|
| ก. เครื่องสำอาง สารปรุงแต่งอาหาร |
| ข. สารทำความสะอาด เครื่องสำอาง สารกำจัดแมลง |
| ค. สารทำความสะอาด เครื่องสำอาง สารปรุงแต่งอาหาร |
| ง. เครื่องสำอาง สารทำความสะอาด สารกำจัดแมลง สารปรุงแต่งอาหาร |

จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

ครอบครัวของซิวเปิดร้านอาหารป่าเล็ก ๆ อยู่แถวชานเมือง ในจังหวัดกาญจนบุรี วันหนึ่งมีพนักงานขายเข้ามาเสนอขายผงชูรสให้ร้านอาหารของซิวในราคาที่ถูกลงกว่าท้องตลาด ซิวต้องการซื้อผงชูรสในราคาถูกลง เพื่อลดต้นทุน แต่ซิวเองก็มีความกังวลและสงสัยว่าผงชูรสดังกล่าวเป็นของแท้หรือไม่

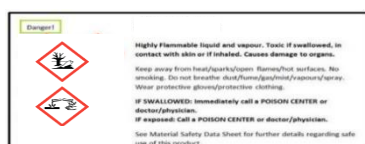
4. จากข้อความข้างต้น หากนักเรียนเป็นซิว นักเรียนจะเลือกวิธีการตรวจสอบในข้อใด เพื่อตรวจสอบผงชูรสดังกล่าวได้อย่างรวดเร็วและปลอดภัยที่สุด ภายใต้เงื่อนไขอุปกรณ์ที่มีอยู่อย่างจำกัด

- ก. ตักผงชูรสใส่จานหลุมโลหะ แล้วนำไปให้ความร้อนโดยใช้ไฟแช็ค และสังเกตการเปลี่ยนแปลง
- ข. ตักผงชูรสใส่ช้อนโลหะ แล้วนำไปให้ความร้อนโดยใช้เทียนไข และสังเกตการเปลี่ยนแปลง
- ค. ตักผงชูรสใส่ถ้วยกระเบื้อง แล้วนำไปให้ความร้อนโดยใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ และสังเกตการเปลี่ยนแปลง
- ง. ตักผงชูรสใส่จานหลุมโลหะ แล้วนำไปให้ความร้อนโดยใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ และสังเกตการเปลี่ยนแปลง

5. นักเรียนควรติดสัญลักษณ์ในข้อใดบริเวณที่มีสารเคมีที่มีคุณสมบัติกัดกร่อน



6. จงพิจารณาตัวอย่างฉลากสารเคมีต่อไปนี้



หากในการทดลองมีความจำเป็นต้องใช้สารเคมีที่มีฉลากดังภาพ นักเรียนควรปฏิบัติตนตามข้อใดเพื่อก่อให้เกิดความปลอดภัยมากที่สุด

- ก. ห้ามทำการทดลองใกล้เปลวไฟเด็ดขาด
- ข. ควรสวมอุปกรณ์ป้องกัน และไม่ทิ้งลงในอ่างน้ำ
- ค. หากเทสารเกิน สามารถทิ้งในอ่างน้ำได้ แต่ต้องเปิดน้ำตามในปริมาณมาก เพื่อเจือจางสารเคมี
- ง. ถูกทุกข้อ

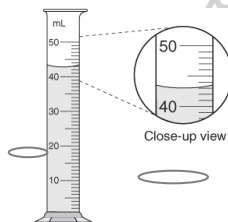
13. หากต้องการตวงสารปริมาตร 9 มิลลิลิตร การกระทำในข้อใดมีความแม่นยำมากที่สุด

- ก. ใช้ปิកเกอร์ขนาด 10 มิลลิลิตร ตวงสาร 1 ครั้ง
- ข. ใช้กระบอกลงขนาด 10 มิลลิลิตร ตวงสาร 1 ครั้ง
- ค. ใช้กระบอกลงขนาด 5 มิลลิลิตร ตวงสารทั้งหมด 2 ครั้ง
- ง. ใช้ขวดปรับปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร ตวงสารทั้งหมด 1 ครั้ง

14. ข้อใดเป็นหลักการอ่านปริมาตรที่ถูกต้อง



15. จากรูป ปริมาตรของของเหลวในกระบอกตวงมีค่าเท่าใด



- ก. 40.0 มิลลิลิตร
- ข. 43.0 มิลลิลิตร
- ค. 44.0 มิลลิลิตร
- ง. 46.0 มิลลิลิตร

พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้



16. ให้นักเรียนสร้างเกณฑ์ในการจำแนกประเภทสารเคมีในชีวิตประจำวันต่อไปนี้ พร้อมทั้งระบุรายละเอียดและจำแนกประเภทสารดังกล่าวให้ชัดเจน (5 คะแนน)

แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน
ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชุดนี้ใช้เพื่อสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

2. แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนมี 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 สถานภาพและข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ตอนที่ 1 สถานภาพและข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ ชาย หญิง

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

1. นอกจากความสนุกแล้วนักเรียนชอบบอร์ดเกมของเพื่อนชื่ออะไรมากที่สุด เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

2. นักเรียนใช้ความรู้วิชาเคมีเรื่องใดบ้างในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมและชอบเรื่องใดมากที่สุด เพราะอะไร

.....

.....

.....

3. นักเรียนชอบบรรยากาศในห้องเรียนช่วงไหนมากที่สุด เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

4. นักเรียนคิดว่าการเรียนรู้ สามารถช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในบทเรียนมากขึ้นน้อยเพียงใด เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

5. ในการออกแบบและสร้างบอร์ดเกมมีประโยชน์กับนักเรียนอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

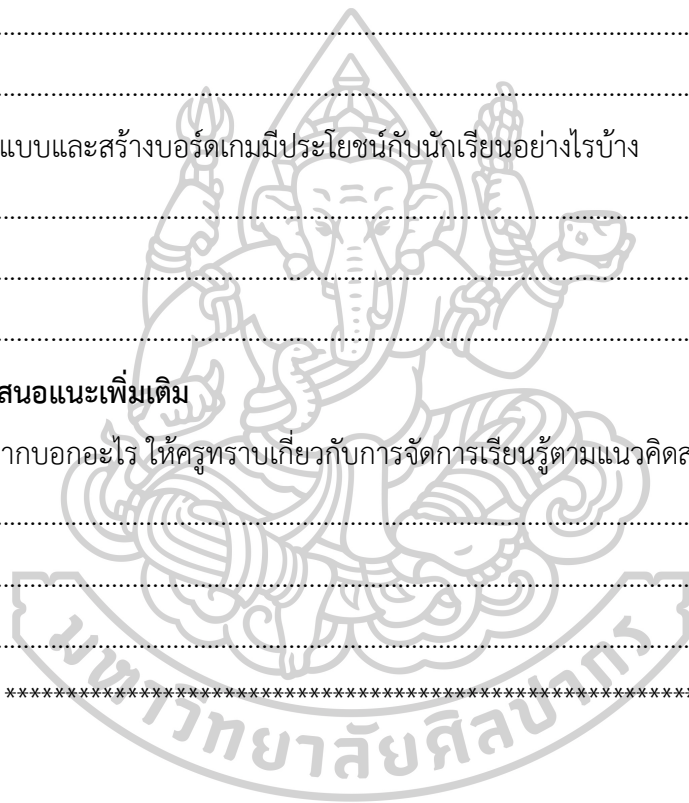
ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1. นักเรียนอยากบอกอะไร ให้ครูทราบเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

.....

.....

.....





รูปภาพนวัตกรรมบอร์ดเกม



ภาพที่ 1 Spot it การกิจพิชิตประเภทสาร



ภาพที่ 2 UNO ไอ้ สาระเคมี



ภาพที่ 3 Halli Galli เครื่องแก้วแสนสนุก



ภาพที่ 4 GHS Town



ภาพที่ 5 ทาโก้...ประเภทสารเคมี



รูปภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



ใบงานที่ 1 การทำความเข้าใจกับบอร์ดเกม

1. บอร์ดเกมที่เล่นชื่อว่าอะไร
 2. หลังจากเล่นบอร์ดเกมแล้วรู้สึกอย่างไร
 3. จุดที่นักเรียนรู้สึกสนุกที่สุดในการเล่น
 4. จุดที่นักเรียนรู้สึกว่าน่าเบื่อที่สุดในการเล่น
 5. จุดที่นักเรียนได้เรียนรู้จากเกม
 6. เกมที่ได้เล่นน่าจะนำไปปรับใช้ในวิชาอะไร

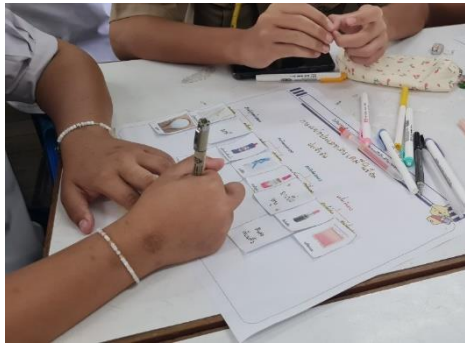
สมาธิ
 1. ชั้น 3/1 เลขที่ ๓๓
 2. ชั้น 3/1 เลขที่ ๓๔
 3. ชั้น 3/1 เลขที่ ๓๕
 4. ชั้น 3/1 เลขที่ ๓๖
 5. ชั้น 3/1 เลขที่ ๓๗

ใบงานที่ 2 การวิเคราะห์การออกแบบบอร์ดเกม

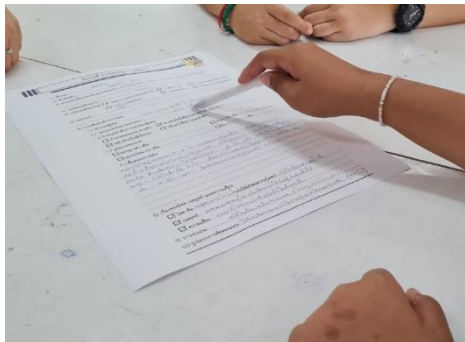
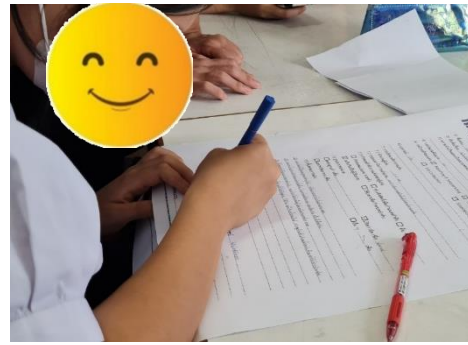
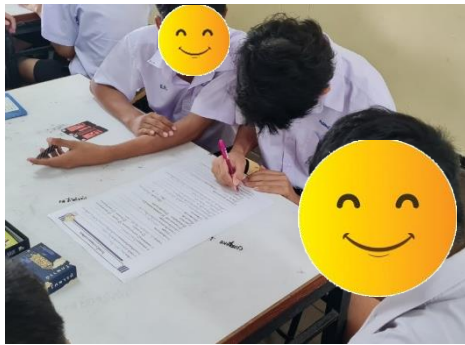
1) ชื่อเกม
 2) วัตถุประสงค์ของเกม
 Matching & Sequencing Take that Hand Management
 Set Collection Storytelling Pattern Recognition
 3) รูปแบบ
 4) การเขียนกติกาการเล่น
 4.1 จำนวนผู้เล่น
 4.2 ระยะเวลาในการเล่น นาที
 4.3 กำหนดลำดับการเล่นของผู้เล่น
 กำหนดก่อน คายตัว ช่างสลับสับเปลี่ยนก่อน สลับกันเป็นผู้เล่นเกม
 ใช้เวลาต่อก่อนแล้วค่อย ขึ้น ๆ
 4.4 รูปแบบของเกม
 ทอยลูกเต๋า เพื่อ
 เติมน้ำ เพื่อ
 เลิกทรัพยากร เพื่อ
 ขึ้น ๆ เพื่อ
 4.5 ขั้นตอนการเล่น
 5) การเล่นเกม
 6) รูปแบบการคิดคะแนน

สมาธิ
 1. ชั้น 3/1 เลขที่ ๓๓ 2. ชั้น 3/1 เลขที่ ๓๔
 3. ชั้น 3/1 เลขที่ ๓๕ 4. ชั้น 3/1 เลขที่ ๓๖
 5. ชั้น 3/1 เลขที่ ๓๗

ภาพที่ 6 ชั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) (ชั่วโมงที่ 1-3) เน้นวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 7 ชั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) (ชั่วโมงที่ 4-6) เน้นวิทยาศาสตร์



ใบงานที่ 3 การออกแบบบอร์ดเกม

- 1) ชื่อเกม ระบุประเภทของ สั้นๆและง่าย ๆ
- 2) หัวข้อเรื่อง สั้นๆและง่าย ๆ
- 3) ความจำเป็นและเป้าหมายของเกม ระบุเหตุผลว่า เกมนี้จำเป็นต่อสังคม
- 4) ชุดการ์ดที่นำมาใช้ Take that Chess PISA
- 5) กลไกของเกม Matching & Sequencing Take that Hand Management
 Set Collection Storytelling Pattern Recognition
- 6) อุปกรณ์ ระบุอุปกรณ์ที่จะใช้ ระบุวัสดุที่จะใช้ ระบุสีที่จะใช้ ระบุขนาดที่จะใช้
..... ระบุสีที่จะใช้ ระบุขนาดที่จะใช้ ระบุสีที่จะใช้ ระบุขนาดที่จะใช้
- 7) การเขียนกติกาการเล่น
7.1 จำนวนผู้เล่น 3-5 คน
7.2 ระยะเวลาในการเล่น ระบุเวลาที่จะใช้ในการเล่น
7.3 กำหนดลำดับการเล่นของผู้เล่น
 กำหนดแบบวน ซ้ายขวา วนซ้ายขวาที่ที่กำหนดลำดับ ขึ้น ๆ
 สลับกันเป็นคู่ผู้เล่น ให้เล่นพร้อมกันคนละด้าน
- 7.4 รูปแบบของการ์ด
 ระบุจำนวนการ์ด เพื่อ ระบุสีการ์ด เพื่อ
 ระบุลักษณะการ์ด เพื่อ ระบุอื่น ๆ เพื่อ
- 7.5 ขั้นตอนการเล่น
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
- 8) เรื่องของบอร์ด เกม และ ความเสี่ยง
 โทษ คือ
 กฎคือ
 ความเสี่ยง
.....
- 9) การประเมิน
.....
- 10) รูปแบบการคิดคะแนน
.....

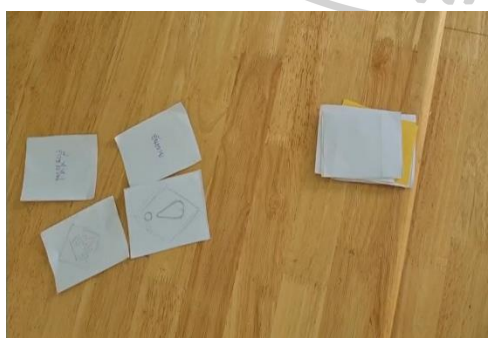
ใบงานที่ 3 การออกแบบบอร์ดเกม

- 1) ชื่อเกม GHSNO
- 2) หัวข้อเรื่อง ภูมิทัศน์ GHS
- 3) ความจำเป็นและเป้าหมายของเกม สั้นๆและง่าย ๆ GHS ในลักษณะของบอร์ดเกม
- 4) ชุดการ์ดที่นำมาใช้ UNO
- 5) กลไกของเกม Matching & Sequencing Take that Hand Management
 Set Collection Storytelling Pattern Recognition
- 6) อุปกรณ์
.....
- 7) การเขียนกติกาการเล่น
7.1 จำนวนผู้เล่น ระบุ 3-5 คน
7.2 ระยะเวลาในการเล่น ระบุ 30 นาที
7.3 กำหนดลำดับการเล่นของผู้เล่น
 กำหนดแบบวน ซ้ายขวา วนซ้ายขวาที่ที่กำหนดลำดับ ขึ้น ๆ
 สลับกันเป็นคู่ผู้เล่น ให้เล่นพร้อมกันคนละด้าน
- 7.4 รูปแบบของการ์ด
 ระบุจำนวนการ์ด เพื่อ ระบุสีการ์ด เพื่อ
 ระบุลักษณะการ์ด เพื่อ ระบุอื่น ๆ เพื่อ
- 7.5 ขั้นตอนการเล่น
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
- 8) เรื่องของบอร์ด เกม และ ความเสี่ยง
 โทษ คือ
 กฎคือ
 ความเสี่ยง
.....
- 9) การประเมิน
.....
- 10) รูปแบบการคิดคะแนน
.....

ภาพที่ 8 ชั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) (ชั่วโมงที่ 7-8) เน้นวิศวกรรม



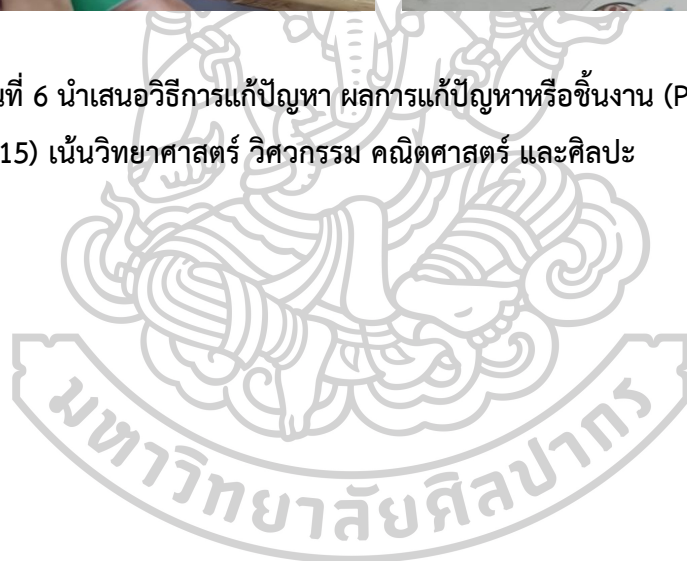
ภาพที่ 9 ชั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการพัฒนา/แก้ปัญหา (Planning and Development) (ชั่วโมงที่ 9-10) เน้นวิศวกรรม คณิตศาสตร์ และศิลปะ



ภาพที่ 10 ชั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) (ชั่วโมงที่ 11-13) เน้นวิศวกรรม คณิตศาสตร์ และศิลปะ



ภาพที่ 11 ชั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)
(ชั่วโมงที่ 14-15) เน้นวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม คณิตศาสตร์ และศิลปะ



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวกัลยา จันทร์อัน
วัน เดือน ปี เกิด	20 กันยายน 2536
วุฒิการศึกษา	สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี การศึกษาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์-เคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ศึกษาต่อระดับปริญญาโท สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์
ที่อยู่ปัจจุบัน	1200 ถนนเอกชัย ตำบลมหาชัย อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร 74000

