



การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



โดย
นายรติ จิรนริตติชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน(กลุ่มหลักสูตรและการนิเทศ) แบบ 2.1 ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

การพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและ
เป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน(กลุ่มหลักสูตรและการนิเทศ) แบบ 2.1 ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน
มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

THE DEVELOPMENT OF SCIENCE INSTRUCTIONAL MODEL TO ENHANCE
CREATIVE INNOVATION AND INNOVATOR OF UPPER SECONDARY SCHOOL
STUDENTS



By
MR. Rati CHIRANIRATISAI

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for Doctor of Philosophy CURRICULUM AND INSTRUCTION
Department of Curriculum and Instruction
Silpakorn University
Academic Year 2022
Copyright of Silpakorn University

หัวข้อ การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการ
สร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ตอนปลาย

โดย นายรติ จิรนิติศัย

สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน(กลุ่มหลักสูตรและการนิเทศ) แบบ 2.1
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ ดร. ชนสิทธิ์ สิทธิ์สูงเนิน

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริวรรณ วนิชวัฒนวรชัย
อาจารย์ ดร. สุวิมล สพฤกษ์ศรี

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

.....คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มาเรียม นิลพันธุ์)

พิจารณาเห็นชอบโดย
.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ศศิเทพ ปิติพรเทพิน)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชนสิทธิ์ สิทธิ์สูงเนิน)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริวรรณ วนิชวัฒนวรชัย)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ดร. สุวิมล สพฤกษ์ศรี)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สรัญญา จันทร์ชูสกุล)

630630003 : หลักสูตรและการสอน(กลุ่มหลักสูตรและการนิเทศ) แบบ 2.1 ปรัชญาคุชภักดิ์บัณฑิต

คำสำคัญ: รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์, การสร้างนวัตกรรม, ความเป็นนวัตกรรม

นาย รติ จิรนิติศัย: การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รองศาสตราจารย์ ดร. ชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและหาคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 2) ประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ 2.1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2.2) การสร้างนวัตกรรม 2.3) ความเป็นนวัตกรรม 2.4) ความคิดเห็นของนักเรียน และ 3) ขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม ปีการศึกษา 2565 จำนวน 28 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย รูปแบบการจัดการเรียนรู้ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินการสร้างนวัตกรรม แบบประเมินความเป็นนวัตกรรม และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) และการทดสอบค่าที (t -test) แบบ Dependent

ผลการวิจัย พบว่า

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการ 2) จุดมุ่งหมาย 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 3.1) การสร้างความสนใจ (Keenness) 3.2) การสำรวจและค้นหา (Reviewing) 3.3) การสร้างองค์ความรู้ Utilization) 3.4) การนำไปสู่นวัตกรรม (Viable to Innovation) 3.5) การตรวจสอบและประเมินผล (Inspection) และ 3.6) การนำเสนอและเผยแพร่ (Transference) 4) การวัดและประเมินผล และ 5) เงื่อนไขการนำไปใช้ ซึ่งประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิพบว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.88, SD = 0.32$)

2. ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า 2.1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2.2) นักเรียนมีการสร้างนวัตกรรม อยู่ในระดับดีมาก ($M = 2.71, SD = 0.46$) 2.3) นักเรียนมีความเป็นนวัตกรรม อยู่ในระดับดีมาก ($M = 2.62, SD = 0.48$) และ 2.4) นักเรียนมีความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.88, SD = 0.32$)

3. ผลการขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า 3.1) นักเรียนกลุ่มขยายผลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3.2) นักเรียนกลุ่มขยายผลมีการสร้างนวัตกรรม อยู่ในระดับดีมาก ($M = 2.64, SD = 0.48$) 3.3) นักเรียนกลุ่มขยายผลมีความเป็นนวัตกรรม อยู่ในระดับดีมาก ($M = 2.69, SD = 0.46$) และ 3.4) นักเรียนกลุ่มขยายผลมีความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.82, SD = 0.38$)

630630003 : Major CURRICULUM AND INSTRUCTION

Keyword : Science Instructional Model, Creative Innovation, Innovator

MR. Rati CHIRANIRATISAI : THE DEVELOPMENT OF SCIENCE INSTRUCTIONAL MODEL TO ENHANCE CREATIVE INNOVATION AND INNOVATOR OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS Thesis advisor : Associate Professor Chanasith Sithsungnoen, Ph.D.

The purposes of this study were 1) to develop and find the quality of science instructional model to enhance creative innovation and innovator of upper secondary school students 2) to evaluate the effectiveness of an instructional model as follows: 2.1) achievement 2.2) creative innovation 2.3) innovator 2.4) satisfaction towards instructional model and 3) to disseminate the implementation of the instructional model. The sample of the research were 28 upper secondary school students of Thamakavithayakom School by simple random sampling. The instruments of the research were the instructional model, usage manual, learning management plan, achievement test, creative innovation assessment form, innovator assessment form and student satisfaction interview form towards instructional model. Data were collected and analyzed by mean, standard deviation, content analysis, and a dependent t-test

The research findings were as follows:

1. The instructional model consisted of 5 components; 1) principle 2) objective 3) instructional process as it can be named KRUVIT model consisting of 6 stages as follows: 3.1) Keeness 3.2) Reviewing 3.3) Utilization 3.4) Viable to Innovation 3.5) Inspection and 3.6) Transference 4) measurement and evaluation 5) factors affecting the success. It was evaluated by experts and found that the appropriateness was at highest level. ($M = 4.88, SD = 0.32$)

2. The effectiveness of the instructional model were as follows: 2.1) the students' achievement after implementing the instructional model were higher than before attending to the class, 2.2) students have creative innovation at highest level ($M = 2.71, SD = 0.46$), 2.3) students have innovator at highest level ($M = 2.62, SD = 0.48$), and 2.4) students have satisfaction towards instructional model at highest level ($M = 4.88, SD = 0.32$)

3. The effectiveness of disseminating the instructional model were as follows: 3.1) the students' achievement after implementing the instructional model were higher than before attending to the class, 3.2) students have creative innovation at highest level ($M = 2.64, SD = 0.48$), 2.3) students have innovator at highest level ($M = 2.69, SD = 0.46$), and 2.4) students have satisfaction towards instructional model at highest level ($M = 4.82, SD = 0.38$)

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างสูง จาก รองศาสตราจารย์ ดร.ชนสิทธิ์ สิทธิ์สูงเนิน ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริวรรณ วณิชวัฒน์วรชัย และ ดร.สุวิมล สพฤกษ์ศรี ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรัญญา จันทร์ชูสกุล ผู้เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ และ รองศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน ผู้เป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนและตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อิศเรศ พิพัฒน์มงคลพร รองศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัฒน์ บุญสม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ศรีวิไล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แสงเดือน เจริญนิมิต ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจิราพร รามศิริ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมภัสสร บัรอด ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชรภรณ์ ประภาสะโนบล ดร.เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ ดร.ณัฐธินุช จุยก้าววงศ์ ดร.สิริกิร ทิตยวงษ์ และ ดร.จรัมจิต สร้อยสมุทร ที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่ายิ่ง ในการเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีความสอดคล้อง ครบคลุม และมีคุณภาพ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มาเรียม นิลพันธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุบลวรรณ ส่งเสริมและคณาจารย์จากทุกสถาบัน ทั้งโรงเรียนอนุบาลราชบุรี โรงเรียนเบญจมราชูทิศราชบุรี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยศิลปากร ซึ่งเป็นสถาบันการศึกษาอันทรงคุณค่าที่บ่มเพาะ ประสิทธิ์ประสาทความรู้ อบรมจริยธรรม ตลอดจนสร้างคนให้เต็มคนแก่ผู้วิจัยเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณคณะผู้บริหาร ครูและบุคลากรทางการศึกษา และนักเรียน ของโรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม โรงเรียนกำแพงแสนวิทยา และสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาราชบุรี ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการดำเนินการวิจัย จนทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงสมบูรณ์ได้ด้วยดี

ท้ายที่สุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณ ครอบครัว ผู้ที่มอบชีวิต โอกาส แรงใจ ทุนทรัพย์ และส่งเสริมสนับสนุน ด้านการศึกษาแก่ผู้วิจัย รวมไปถึงขอขอบพระคุณ เพื่อน พี่ น้อง และกัลยาณมิตรในชีวิตของผู้วิจัยทุกท่าน ที่ได้มอบกำลังใจ การสนับสนุน และมิตรภาพที่ดีต่อผู้วิจัยเสมอมา คุณประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแต่ทุกท่านผู้มีพระคุณ และผู้วิจัยจะน้อมนำองค์ความรู้ไปพัฒนาการศึกษาต่อไป

นาย รติ จิรนริตติสัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญแผนภาพ.....	ท
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
2. กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	11
3. คำถามการวิจัย.....	16
4. วัตถุประสงค์การวิจัย.....	17
5. สมมติฐานการวิจัย.....	18
6. ขอบเขตการวิจัย.....	19
7. นิยามศัพท์เฉพาะ.....	21
8. ประโยชน์ที่ได้รับ.....	24
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	25
1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	26
2. แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	49
3. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	61
4. แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างนวัตกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	94

5. แนวคิดเกี่ยวกับความเป็นนวัตกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	105
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	122
1. ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R ₁) การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน (Analysis : A)	124
2. ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D ₁) การออกแบบและพัฒนา (Design and Development : D&D).....	139
3. ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R ₂) การนำไปใช้ (Implementation : I).....	169
4. ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development : D ₂) การประเมินผล (Evaluation : E).....	175
5. ขั้นตอนที่ 5 การขยายผล (Dissemination).....	179
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	184
1. ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาและหาคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริม การสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	185
2. ตอนที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการ สร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	221
3. ตอนที่ 3 ผลการขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้าง นวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	245
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	258
1. สรุปผลการวิจัย	259
2. อภิปรายผลการวิจัย.....	261
3. ข้อเสนอแนะ.....	270
รายการอ้างอิง.....	272
ภาคผนวก	281
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	282
ภาคผนวก ข หนังสือขอทดลองเครื่องมือวิจัย	285

ภาคผนวก ค เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R ₁) การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน.....	288
ภาคผนวก ง เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D ₁) การออกแบบและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	298
ภาคผนวก จ เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R ₂) การออกแบบและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	310
ภาคผนวก ฉ ผลการวิเคราะห์ค่าคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	395
ภาคผนวก ช ค่าคะแนนตัวแปรตาม.....	417
ประวัติผู้เขียน	432



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ขอบเขตด้านเนื้อหา.....	20
ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้.....	36
ตารางที่ 3 โครงสร้างรายวิชา	44
ตารางที่ 4 การสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	58
ตารางที่ 5 การสังเคราะห์ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	72
ตารางที่ 6 การสังเคราะห์ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน	79
ตารางที่ 7 การสังเคราะห์ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	87
ตารางที่ 8 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เพื่อใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์	89
ตารางที่ 9 การสังเคราะห์องค์ประกอบของการประเมินการสร้างนวัตกรรม	98
ตารางที่ 10 การสังเคราะห์องค์ประกอบของความเป็นนวัตกรรม	109
ตารางที่ 11 ผลการสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	120
ตารางที่ 12 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือประเด็นการสนทนากลุ่ม.....	130
ตารางที่ 13 สรุปวิธีการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R ₁) เป็นการศึกษาและ วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน (Analysis : A).....	137
ตารางที่ 14 โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้.....	149
ตารางที่ 15 การวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	153
ตารางที่ 16 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับแบบประเมินการสร้างนวัตกรรม	159
ตารางที่ 17 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับแบบประเมินความเป็นนวัตกรรม.....	162
ตารางที่ 18 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับแบบสอบถามความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการ จัดการเรียนรู้	165

ตารางที่ 19	สรุปวิธีการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D ₁) เป็นการออกแบบและพัฒนา (Design and Development : D&D).....	167
ตารางที่ 20	กำหนดการการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่าง	173
ตารางที่ 21	สรุปวิธีการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R ₂) เป็นการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Implementation : I).....	174
ตารางที่ 22	สรุปวิธีการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development : D ₂) เป็นการประเมินผล (Evaluation : E).....	178
ตารางที่ 23	กำหนดการการขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มขยายผล	182
ตารางที่ 24	สรุปวิธีการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนที่ 5 การขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ (Dissemination)	183
ตารางที่ 25	ข้อมูลทั่วไปของนักเรียนที่ตอบแบบสอบถาม	196
ตารางที่ 26	ความต้องการ ความสนใจรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	197
ตารางที่ 27	ผลการสนทนากลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	206
ตารางที่ 28	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	213
ตารางที่ 29	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	215
ตารางที่ 30	ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	216
ตารางที่ 31	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	217
ตารางที่ 32	ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้.....	220
ตารางที่ 33	กิจกรรมที่นำมาใช้ขั้นการสำรวจและค้นหา (Reviewing: R).....	223
ตารางที่ 34	กิจกรรมที่นำมาใช้ขั้นการสร้างองค์ความรู้ (Utilization: U).....	225
ตารางที่ 35	กิจกรรมที่นำมาใช้ขั้นการนำไปสู่นวัตกรรม (Viable to Innovation: V).....	227

ตารางที่ 36 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลังเรียน	231
ตารางที่ 37 ผลการศึกษาการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง.....	232
ตารางที่ 38 ผลการศึกษาความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง.....	234
ตารางที่ 39 ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง.....	236
ตารางที่ 40 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มขยายผล ก่อนและหลังเรียน	249
ตารางที่ 41 ผลการศึกษาการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนกลุ่มขยายผล.....	250
ตารางที่ 42 ผลการศึกษาความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนกลุ่มขยายผล.....	252
ตารางที่ 43 ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มขยายผล.....	254
ตารางที่ 44 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบวิเคราะห์เอกสาร.....	396
ตารางที่ 45 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของประเด็นการสนทนากลุ่มครูผู้สอน กลุ่มสาระการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	397
ตารางที่ 46 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย.....	399
ตารางที่ 47 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับ การพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	400
ตารางที่ 48 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของประเด็นการสนทนากลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ.....	402
ตารางที่ 49 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลาย.....	403
ตารางที่ 50 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบประเมินความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย.....	407

ตารางที่ 51 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	408
ตารางที่ 52 ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	409
ตารางที่ 53 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	410
ตารางที่ 54 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	411
ตารางที่ 55 ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของแบบประเมินการสร้างนวัตกรรม.....	412
ตารางที่ 56 ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของแบบประเมินความเป็นนวัตกรรม	413
ตารางที่ 57 ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน	415
ตารางที่ 58 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนและหลังเรียน ของกลุ่มตัวอย่าง	418
ตารางที่ 59 คะแนนการสร้างนวัตกรรม ของกลุ่มตัวอย่าง.....	419
ตารางที่ 60 คะแนนความเป็นนวัตกรรม ของกลุ่มตัวอย่าง	421
ตารางที่ 61 คะแนนความคิดเห็นของนักเรียน ของกลุ่มตัวอย่าง	423
ตารางที่ 62 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังเรียน ของกลุ่มขยายผล	425
ตารางที่ 63 คะแนนการสร้างนวัตกรรม ของกลุ่มขยายผล	426
ตารางที่ 64 คะแนนความเป็นนวัตกรรม ของกลุ่มขยายผล.....	428
ตารางที่ 65 คะแนนความคิดเห็น ของกลุ่มขยายผล	430

สารบัญแผนภาพ

	หน้า
แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	15
แผนภาพที่ 2 กรอบการดำเนินการวิจัย.....	123
แผนภาพที่ 3 ขั้นตอนการสร้างแบบวิเคราะห์เอกสาร.....	129
แผนภาพที่ 4 ขั้นตอนการสร้างประเด็นการสนทนากลุ่ม.....	131
แผนภาพที่ 5 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม.....	133
แผนภาพที่ 6 ขั้นตอนการสร้างแบบสัมภาษณ์	135
แผนภาพที่ 7 ขั้นตอนการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรม และความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	145
แผนภาพที่ 8 ขั้นตอนการพัฒนา คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	148
แผนภาพที่ 9 ขั้นตอนการพัฒนา แผนการจัดการเรียนรู้.....	151
แผนภาพที่ 10 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	157
แผนภาพที่ 11 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินการสร้างนวัตกรรม	160
แผนภาพที่ 12 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความเป็นนวัตกรรม	163
แผนภาพที่ 13 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	166
แผนภาพที่ 14 การจัดสนทนากลุ่มครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	195
แผนภาพที่ 15 การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง.....	202
แผนภาพที่ 16 ร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและ ความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (KRUID Model)	203
แผนภาพที่ 17 การจัดสนทนากลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ (Focus Group Discussion) ในรูปแบบออนไลน์ ผ่านโปรแกรม ZOOM.....	207

แผนภาพที่ 18 รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (KRUVIT Model).....	209
แผนภาพที่ 19 การจัดการเรียนรู้ในขั้นการสร้างความสนใจ (Keeness: K)	222
แผนภาพที่ 20 การจัดการเรียนรู้ในขั้นการสำรวจและค้นหา (Reviewing: R)	224
แผนภาพที่ 21 การจัดการเรียนรู้ในขั้นการสร้างองค์ความรู้ (Utilization: U).....	226
แผนภาพที่ 22 การจัดการเรียนรู้ในขั้นการนำไปสู่นวัตกรรม (Viable to Innovation: V).....	228
แผนภาพที่ 23 การจัดการเรียนรู้ในขั้นการตรวจสอบและประเมินผล (Inspection: I).....	229
แผนภาพที่ 24 การจัดการเรียนรู้ในขั้นการนำเสนอและเผยแพร่ (Transference: T).....	230
แผนภาพที่ 25 ตัวอย่างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	233
แผนภาพที่ 26 รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (KRUVIT Model).....	241
แผนภาพที่ 27 การจัดการเรียนรู้ในขั้นการสร้างความสนใจ (Keeness: K) กลุ่มขยายผล	245
แผนภาพที่ 28 การจัดการเรียนรู้ในขั้นการสำรวจและค้นหา (Reviewing: R) กลุ่มขยายผล	246
แผนภาพที่ 29 การจัดการเรียนรู้ในขั้นการสร้างองค์ความรู้ (Utilization: U) กลุ่มขยายผล	246
แผนภาพที่ 30 การจัดการเรียนรู้ในขั้นการนำไปสู่นวัตกรรม (Viable to Innovation: V) กลุ่มขยายผล	247
แผนภาพที่ 31 การจัดการเรียนรู้ในขั้นการตรวจสอบและประเมินผล (Inspection: I) กลุ่มขยายผล	247
แผนภาพที่ 32 การจัดการเรียนรู้ในขั้นการนำเสนอและเผยแพร่ (Transference: T) กลุ่มขยายผล	248
แผนภาพที่ 33 ตัวอย่างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (กลุ่มขยายผล)	251

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อวิถีชีวิตของคน สังคม และประเทศชาติ การศึกษาเป็นกระบวนการพัฒนาคนให้มีคุณภาพ คุณธรรม เป็นการเสริมสร้างความรู้ ความสามารถพื้นฐานที่ช่วยให้การดำรงชีวิตของคนในสังคมเป็นไปอย่างสงบสุข เป็นการถ่ายทอดวิทยาการและเทคโนโลยี จากรุ่นหนึ่งไปสู่อีกรุ่นหนึ่ง เป็นการสร้างโอกาสในด้านต่าง ๆ ให้กับคนในสังคมมากยิ่งขึ้น ดังนั้น การศึกษาจึงมีความสำคัญและจะต้องเร่งเพิ่มโอกาสทางการศึกษาให้กับคนไทย ดังเจตนารมณ์ของแผนการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2560–2579 ที่มีเป้าหมาย 5 ประการ โดยประการแรก คือ การเข้าถึงโอกาสทางการศึกษา (Access) ซึ่งมุ่งหวังให้ประชาชนทุกช่วงวัยสามารถเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพและมาตรฐานอย่างทั่วถึง โดยประชากรทุกคนมีโอกาสได้รับบริการทางการศึกษาตั้งแต่ปฐมวัยถึงมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า ประชากรที่เป็นกำลังแรงงานจะได้รับการพัฒนาทักษะความรู้ ความสามารถ และสมรรถนะที่ตอบสนองความต้องการของตลาดแรงงาน ประชากรสูงวัยมีโอกาสได้เรียนรู้ฝึกฝน เพื่อพัฒนาความรู้ ความสามารถ และทักษะเพื่อการทำงาน หรือทักษะการมีชีวิตหลังวัยทำงานอย่างมีคุณค่าและเป็นสุข ประการที่ 2 คือ ความเท่าเทียมทางการศึกษา (Equity) ซึ่งมุ่งหวังให้ผู้เรียนทุกกลุ่มเป้าหมายได้รับบริการการศึกษาที่มีคุณภาพตามมาตรฐานอย่างเท่าเทียมกัน ทั้งผู้เรียนกลุ่มปกติ ผู้มีความสามารถพิเศษ ผู้มีความบกพร่องด้านต่าง ๆ ผู้พิการ ผู้ด้อยโอกาส และผู้มีภูมิหลังทางสังคมหรือฐานะทางเศรษฐกิจที่แตกต่างกัน ประการที่ 3 คือ คุณภาพการศึกษา (Quality) ซึ่งมุ่งหวังให้มีระบบการศึกษาที่มีคุณภาพ โดยประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาที่มีคุณภาพและมาตรฐาน เพื่อพัฒนาคุณลักษณะ ทักษะ ความรู้ ความสามารถ และสมรรถนะของแต่ละบุคคล ให้บรรลุขีดความสามารถเต็มตามศักยภาพ และความสามารถของแต่ละบุคคลพึงมี ประการที่ 4 คือ ประสิทธิภาพ (Efficiency) ซึ่งมุ่งหวังให้มีระบบการบริหารจัดการศึกษาที่มีประสิทธิภาพ เพื่อการลงทุนทางการศึกษาที่คุ้มค่าและบรรลุเป้าหมายโดยหน่วยงาน สถานศึกษา และสถาบันการศึกษาทุกแห่งสามารถบริหารและจัดการศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพด้วยคุณภาพและมาตรฐานระดับสากล และประการที่ 5 คือ การตอบโจทย์บริบทที่เปลี่ยนแปลง (Relevancy) ซึ่งมุ่งจัดให้มีระบบการศึกษาที่สนองตอบและก้าวทันการเปลี่ยนแปลงของโลกศตวรรษที่ 21 โดยเป็นระบบการศึกษาที่มีคุณภาพ

และมาตรฐาน สามารถพัฒนาทักษะ คุณลักษณะ และสมรรถนะในการทำงานของกำลังคนในประเทศ ให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดงาน สังคม และประเทศได้ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2562)

การพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ตามเจตนารมณ์ของแผนการศึกษาแห่งชาติ จะต้องมีแนวทางในการดำเนินการให้ความรู้และอบรมสั่งสอนให้เป็นไปตามความหมายของการจัดการศึกษา ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 มาตรา 4 ซึ่งได้ให้ความหมายของการศึกษาไว้ว่า “การศึกษา หมายถึง กระบวนการเรียนรู้เพื่อความเจริญงอกงามของบุคคลและสังคม โดยการถ่ายทอดความรู้ การฝึก การอบรม การสืบสานทางวัฒนธรรม การสร้างสรรค์จรรโลงความก้าวหน้าทางวิชาการ การสร้างองค์ความรู้อันเกิดจากการจัดสภาพแวดล้อม สังคมการเรียนรู้ และปัจจัยเกื้อหนุนให้บุคคลเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต” ในปัจจุบันการปรับเปลี่ยนทางสังคมในศตวรรษที่ 21 มนุษย์จำเป็นต้องเกิดการเปลี่ยนแปลง มีความเข้าใจตัวเอง สิ่งแวดล้อม การค้นพบใหม่ ๆ ดังนั้นการจัดการศึกษาในปัจจุบันก็ควรจะต้องมีการเปลี่ยนแปลง ควรมีการจัดการเรียนรู้เพื่อเตรียมความพร้อมผู้เรียนให้มีทักษะสำหรับการออกไปดำรงชีวิตในโลกศตวรรษที่ 21 (วิจารณ์ พานิช, 2555)

ในยุคศตวรรษที่ 21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วในทุกด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งมีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว การปรับหลักสูตรการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการเตรียมความพร้อมของพลเมืองในอนาคตของชาติ สำหรับประกอบอาชีพและดำรงชีวิตในสังคมโลกแห่งศตวรรษที่ 21 ด้วยเหตุผลนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) กระทรวงศึกษาธิการ ได้ทำการทบทวนและปรับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ให้ทันสมัยและทัดเทียมนานาชาติ อาทิเช่น มีการจัดเรียง โยกย้ายแนวคิดรวบยอด และทักษะต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับสภาพปัจจุบันที่พิจารณาการเชื่อมโยงกันของเนื้อหาต่าง ๆ ทั้งภายในกลุ่มสาระและระหว่างสาระการเรียนรู้ คำนึงถึงความเหมาะสมเกี่ยวกับวัยของผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความสุขและสนุกสนานควบคู่กับการฝึกฝนและพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์ควบคู่กับการพัฒนาความคิดระดับสูง ทั้งการคิดเป็นเหตุเป็นผล การคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ด้วยการทำกิจกรรมและปฏิบัติการต่าง ๆ

จนเกิดสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตได้อย่างเป็นระบบ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในศตวรรษที่ 21 เพื่อการปรับตัวเท่าทันการเปลี่ยนแปลงในสถานการณ์ใหม่ การศึกษาจึงยึดที่ผลลัพธ์ คือ กระบวนการที่ต้องใช้ความคิด เชื่อมโยงความรู้ในศาสตร์เดียวกัน และต่างศาสตร์ในการแก้ปัญหา ผลลัพธ์ก็คือทักษะทางปัญญาการรู้ การคิดและการปฏิบัติ การสร้างสรรค์นวัตกรรม การสื่อสารและการทำงานร่วมกัน การคิดเชิงวิพากษ์ การแก้ปัญหาและการตัดสินใจ การจัดการเรียนรู้จึงต้องคำนึงถึงองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ การสร้างความรู้คู่ลงในการสื่อสารสนเทศและเทคโนโลยี การคำนึงถึงบริบทที่เป็นจริง การเป็นสหวิทยาการ การยึดความร่วมมือ และการใช้การแก้ปัญหาเป็นเครื่องมือสอน การประเมินโปร่งใส และควรให้ผู้เรียนได้ถ่ายทอดความรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ จึงจะประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ ทั้งนี้ครูผู้สอนมีบทบาท คือ ทำให้บทเรียนมีความสอดคล้องกับชีวิตจริง ให้มีความสำคัญกับเทคโนโลยี เป็นที่ปรึกษา เน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติ และต้องพัฒนาวิชาชีพของตนเองอยู่ตลอดเวลา อีกทั้งควรต้องศึกษายุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579) ที่มุ่งปฏิรูปการเรียนรู้ที่ใช้การบูรณาการ 5 ศาสตร์สำคัญในการพัฒนาทักษะสำหรับศตวรรษที่ 21 ให้ผู้เรียน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศิลปะ รวมถึงใช้แนวคิดให้ผู้เรียนได้ไตร่ตรอง และกำกับการเรียนรู้ของตนเองได้ (จินตนา ศิริธัญญารัตน์, 2563)

จากผลการประเมินการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ตามโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ซึ่งเป็นโครงการขององค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Cooperation and Development หรือ OECD) พบว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศไทยไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ผลการประเมินปี 2012 พบว่า จากคะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์มาตรฐาน OECD 501 คะแนน ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 444 คะแนน อยู่ในกลุ่มเดียวกับประเทศสหรัฐ-อาหรับเอมิเรตส์ ประเทศบัลแกเรีย ประเทศชิลี ประเทศเซอร์เบีย และประเทศโรมาเนีย จัดอยู่ในช่วงอันดับที่ 44-49 จากทั้งหมด 65 ประเทศ (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ซึ่งแบบทดสอบ PISA เป็นแบบทดสอบที่ผู้เรียนต้องใช้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา ได้แก่ ด้านการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ ด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้านการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยสมรรถนะทั้ง 3 ด้านที่ใช้ในการแก้ปัญหา

นั้นขึ้นอยู่กับความรู้ของผู้เรียนด้านเนื้อหา ด้านกระบวนการ รวมทั้งการได้มาของความรู้ และขึ้นอยู่กับเจตคติของผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งประกอบด้วย ความสนใจวิทยาศาสตร์ การเห็นคุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ และความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม (นันทวัน นันทวนิช, 2557) จากผลการทดสอบประเทศไทยมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จัดอยู่ในระดับ 2 จากทั้งหมด 6 ระดับ ซึ่งเป็นระดับที่นักเรียนไทยมีความรู้วิทยาศาสตร์พอที่จะสร้างคำอธิบายที่พอจะเป็นไปได้ในสถานการณ์ที่คุ้นเคยหรือสามารถลงข้อสรุปจากการสำรวจตรวจสอบที่ไม่ซับซ้อน สามารถใช้เหตุผลที่ตรง ๆ และสามารถตีความตรง ๆ จากผลการสืบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือปัญหาทางเทคโนโลยี โดยในปี ค.ศ. 2007 คณะผู้เชี่ยวชาญ PISA นานาชาติได้ระบุว่าระดับ 2 เป็นระดับสมรรถนะพื้นฐานต่ำสุดของผลสัมฤทธิ์ที่นักเรียนเริ่มแสดงสมรรถนะที่สามารถมีส่วนร่วมอย่างมีประสิทธิภาพและสร้างสรรค์ในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ผลการทดสอบนี้สะท้อนถึงนักเรียนไทยไม่สามารถใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับตนเอง ท้องถิ่น ประเทศ รวมทั้งสถานการณ์ระดับโลกได้

ซึ่งจากการศึกษาทวิเคราะห์ PISA 2018: กรณีจีนสัมพันธ์ สิงคโปร์ และเอสโตเนีย พบว่าทั้ง 3 ประเทศไม่ได้เน้นให้ความสำคัญกับการพัฒนาในเชิงเนื้อหาวิชาการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ โดยตรง หรือเป็นการเตรียมการให้เกิดการเรียนรู้หรือตัวเพื่อสอบให้ได้คะแนนดีในวิชาเหล่านั้น มุมมองในการปลูกฝังและฝึกฝนผู้เรียนในทั้ง 3 ประเทศดังกล่าว กลับให้ความสำคัญกับสิ่งประกอบที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้เข้าใจเนื้อหาสาระและเกิดความฉลาดรู้ ได้แก่ พื้นฐานของการรู้จักคิด วิเคราะห์ และบูรณาการความรู้เหล่านั้นมาใช้ได้ในชีวิตจริงและสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง เป็นการเรียนรู้ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จริงในการประกอบการตัดสินใจ การประกอบอาชีพ และการดำรงชีวิตต่อไปในอนาคต ซึ่งแสดงให้เห็นว่าประเทศที่ประสบผลสำเร็จในการจัดการศึกษาในปัจจุบันได้หันไปให้ความสำคัญกับสิ่งที่เรียกว่า สิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการศึกษาเป็นนิเวศการเรียนรู้ หรือระบบนิเวศทางการศึกษา (Educational Ecosystem) ว่าสิ่งที่สถานศึกษาต้องเร่งทำในวันนี้ คือการสร้างระบบนิเวศ (Ecosystem) เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับพลวัตของเทคโนโลยีและโลกธุรกิจที่เปลี่ยนไปอย่างรวดเร็ว โดยมุ่งเน้นการสร้างประสบการณ์ตรงด้วยการพัฒนาห้องเรียน และพื้นที่การทำงานร่วม (Co-working Space) สนับสนุนการพัฒนาแพลตฟอร์มสำหรับการเรียนรู้ในรูปแบบของออนไลน์ สำหรับให้ได้เรียนรู้ ทำความเข้าใจเนื้อหาส่วนที่เป็นพื้นฐานก่อนที่จะเข้าชั้นเรียน

แบบไม่จำกัดจำนวนครั้งและระยะเวลา เพื่อให้การศึกษาในชั้นเรียนเป็นรูปแบบของการต่อยอดความรู้ และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2563)

ดังนั้นประเทศไทยจึงมีการกำหนดตัวชี้วัดหนึ่งในแผนการศึกษาชาติที่กำหนดให้สถานศึกษาที่จัดการศึกษาให้มีการบูรณาการองค์ความรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เช่นเดียวกับแผนพัฒนาการศึกษาที่ส่งเสริมการใช้สะเต็มศึกษาเพื่อยกระดับการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ เพื่อตอบสนองนโยบายของประเทศไทยที่มุ่งใช้การศึกษาเป็นตัวขับเคลื่อนประเทศให้หลุดพ้นจากการเป็นประเทศที่มีรายได้ปานกลาง และเป็นเพียงฐานการผลิตให้แก่ประเทศมหาอำนาจ กลายมาเป็นประเทศที่มีรายได้สูง และมีความสามารถเป็นผู้สร้างนวัตกรรม นอกจากนี้ ยังมีความท้าทายเกี่ยวกับการยกระดับการวัดผลสัมฤทธิ์ระดับนานาชาติ เช่น โครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) และโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยเทียบกับนานาชาติ (TIMSS) ซึ่งพบว่าประเทศไทยอยู่ในลำดับที่ไม่น่าพึงพอใจและล้าหลังห่างจากประเทศเพื่อนบ้าน อีกทั้งยังพบว่าจำนวนคนที่เรียนต่อในสาขาทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีมีจำนวนน้อยลง (ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, 2564)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education : STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการศาสตร์ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้และประยุกต์ความรู้ในศาสตร์ดังกล่าวมาใช้ในการสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการคิดวิเคราะห์ และการสร้างนวัตกรรม นอกจากนี้ยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาสาระ เห็นความสำคัญของแต่ละสาระการเรียนรู้ เห็นเป้าหมายของการบูรณาการของศาสตร์แต่ละด้านที่เป็นไปเพื่อพัฒนาการคิดและสร้างนวัตกรรม โดยลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษา คือ 1) เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้บูรณาการความรู้และทักษะวิชาที่เกี่ยวข้องในสะเต็มศึกษา 2) มีการท้าทายให้นักเรียนได้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนด 3) มีกิจกรรมกระตุ้นการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) 4) ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ผ่านการทำกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนด และ 5) สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนหรือการประกอบอาชีพในอนาคต (พัชรี รมพะยอม วิชยดิษฐ์, 2562)

ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จะประสบความสำเร็จได้นั้น จะต้องเข้าใจทฤษฎีการเรียนรู้ให้ชัดเจน ทฤษฎีหนึ่งที่ได้รับการยอมรับในปัจจุบัน คือ ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) ซึ่งเป็นทฤษฎีที่เน้นให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยนักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง โดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ มีการฝึกการปฏิบัติการคิดเป็น รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงาม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ อีกทั้งครูสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยเลือกกลวิธีการจัดการเรียนรู้ได้หลายกลวิธีที่เหมาะสมกับธรรมชาติการเรียนรู้ของนักเรียนและสอดคล้องกับแนวทางการปฏิรูปการเรียนรู้ ทั้งนี้ทุกกลวิธีการจัดการเรียนรู้เน้นส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งส่งเสริมการเป็นพลเมืองที่รู้วิทยาศาสตร์ และตระหนักถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2560) กลวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน (Inquiry-Based Learning : IBL) และการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐานเป็นการดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยครูผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ครูผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่นักเรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งเรียนรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น (ทศนา แคมมณี, 2562) ซึ่งสอดคล้องกับ Budnitz (2003) กล่าวว่า ลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructive Theory) โดยมีองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้ คือ คำถาม หรือการถามคำถาม (Asking Questions) ซึ่งเป็นหัวใจของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้เหมาะสมกับสังคมโลกในปัจจุบันที่มีการแลกเปลี่ยนอย่างรวดเร็วทั้งทางด้านความรู้ ข่าวสาร ข้อมูล รวมทั้งเทคโนโลยีต่าง ๆ

สำหรับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ มีกระบวนการกลุ่มย่อย ครูผู้สอนเป็นผู้สนับสนุนให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา และคิดอย่างสร้างสรรค์ อีกทั้งนักเรียนมีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง จากแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกสถานศึกษา (Savin-Baden & Howell Major, 2004) ซึ่งสอดคล้องกับนักวิชาการของไทย วัชรวิภา เล่าเรียนดี (2553) ได้กล่าวถึงลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 6 ประเด็น ดังนี้ 1) การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ 2)

กลุ่มเล็ก ๆ ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ 3) ครูสนับสนุนให้ผู้เรียนคิดและแก้ปัญหา 4) ปัญหาเป็นปัญหาจริงหรือเกิดขึ้นจริงและปัญหาจะกระตุ้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ 5) ปัญหาจะพาไปสู่การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และ 6) ความรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง

ในศตวรรษที่ 21 มนุษย์ที่จะอยู่ในโลกยุคใหม่ได้ต้องฝึกความสร้างสรรค์และนวัตกรรม โดยทักษะการแก้ปัญหา เป็นทักษะที่จำเป็นต้องสร้างในเด็กไทยเพื่อให้เด็กไทยมีความสามารถในการเผชิญปัญหา และสามารถแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเกิดจากการฝึกทักษะการคิดเป็นพื้นฐาน เช่น ทักษะการคิดสร้างสรรค์เพื่อช่วยในการขยายกรอบความคิดไม่ยึดติดกับปัญหา หรือวิธีการแก้ปัญหาแบบเดิม ๆ และคิดหาวิธีการหรือแนวทางแก้ไขปัญหาแบบใหม่ ๆ ให้ผู้เรียนได้รู้ว่าในหนึ่งปัญหาสามารถหาทางออกได้มากกว่าหนึ่งทาง หาทางเลือกที่ดีที่สุดและเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา โดยกระบวนการที่คนใหม่คือ การศึกษาจะไม่มุ่งเน้นการมอบความรู้ (knowledge) ให้แก่เด็ก แต่มุ่งเน้นการมอบทักษะ (skill) ให้แก่เด็กแทน เด็กไทยควรได้รับการพัฒนาทักษะ 3 ด้าน คือ 1) ทักษะการเรียนรู้ (learning skill) คือสามารถเรียนรู้ได้จากทุกสถานที่และทุกเวลา ประกอบด้วย การคิดเชิงวิพากษ์ การสื่อสาร การทำงานเป็นทีม และการสร้างนวัตกรรม 2) ทักษะการใช้ชีวิต (life skill) คือ การรู้จักใช้ชีวิตที่มีจุดมุ่งหมาย ไม่มีพฤติกรรมเสี่ยง ประกอบด้วย รู้จุดหมายของชีวิตมีแรงบันดาลใจและรู้จักวางแผนกล้าตัดสินใจและรับผิดชอบผลลัพธ์ของการใจทำงานมุ่งหวังผลสัมฤทธิ์ รู้จักประเมินตนเอง และมีความยืดหยุ่น 3) ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (IT skill) คือ การรู้จักเสพและใช้ข้อมูลข่าวสารอย่างรู้เท่าทัน ประกอบด้วย รู้ทันข้อมูลข่าวสารและรู้จักใช้เทคโนโลยีสารสนเทศยุคใหม่อย่างชาญฉลาด ทักษะทั้งสามประการรวมเรียกว่า ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (21st century skills) (วิจารณ์ พานิช, 2555)

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและไม่อาจคาดเดาได้อย่างชัดเจนของสภาพแวดล้อม เทคโนโลยี และความต้องการของตลาด ทำให้แนวทางการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องไม่เพียงพอที่จะทำให้องค์กรมีความมั่นคงในระยะยาว ดังนั้นทุกองค์กรจึงเริ่มมุ่งเน้นความสำคัญของนวัตกรรม เพื่อใช้เป็นกลยุทธ์สร้างความได้เปรียบในการแข่งขันและเพิ่มโอกาสในการเติบโตอย่างยั่งยืน เนื่องจากการสร้างนวัตกรรมต้องพิจารณาระยะเวลาและการวางแผนงานอย่างรอบคอบให้สามารถใช้ทรัพยากรและขีดความสามารถขององค์กร รวมไปถึงสามารถบูรณาการองค์ความรู้และเครื่องมือ ที่จะให้ผลลัพธ์ตามที่องค์กรคาดหวัง นอกจากนี้องค์กรต้องส่งเสริมวัฒนธรรมและการกำหนดนโยบายที่จะสนับสนุนให้มินวัตกรรมเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ไม่เพียงแต่ภาคธุรกิจ นวัตกรรมยังก้าวเข้าไปมีส่วนสำคัญในทุกภาคส่วน ทั้งภาคเอกชน ภาครัฐ หรือแม้แต่ในวงการการศึกษา ต่างก็ให้

ความสำคัญกับนวัตกรรม ดังนั้น การเตรียมผู้เรียนเพื่อให้ก้าวเข้าสู่สังคมยุคนวัตกรรมจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน เพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถคิดค้น เสาะหา และสร้างสรรค์องค์ความรู้ที่เป็นนวัตกรรม เพื่อเตรียมพวกเขาเหล่านั้นให้ตรงกับความต้องการของสังคมในยุคปัจจุบันและอนาคต (เนาวนิตย์ สงคราม, 2562)

โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการจัดการศึกษาในยุคปัจจุบัน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายประเทศไทย 4.0 จึงจำเป็นต้องเพิ่มศักยภาพกำลังคน โดยการยกระดับคุณภาพ การศึกษาระดับมัธยมศึกษา ในด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ตลอดจนการคิด วิเคราะห์ การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา และการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันและการประกอบ อาชีพ โดยโรงเรียนท่ามะกาวิทยาคมได้เข้าร่วมโครงการขยายผลสะเต็มศึกษาในโรงเรียน นอกจากนี้ ยังมีโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ของสถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยมีเป้าประสงค์ คือ ครูสามารถออกแบบและ จัดการเรียนรู้ พัฒนาสื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้ มีความสามารถในการวัดและประเมินผลการ เรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีทักษะการเรียนรู้ มีเจตคติที่ดีต่อการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี อีกทั้งนักเรียนมีการคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมี วิจารณญาณ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการแก้ปัญหา สามารถสร้างนวัตกรรม ผลงาน ชิ้นงาน สิ่งประดิษฐ์ สามารถใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้และ การสื่อสารได้อย่างเหมาะสม สามารถสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สืบค้น และสร้างข้อความ คาคการณ์ทางคณิตศาสตร์ และแก้ปัญหา แต่ในปัจจุบันจากผลการวิเคราะห์การประเมินตนเองของ สถานศึกษา (Self-Assessment Report : SAR) ประจำปีการศึกษา 2564 พบว่า มาตรฐานด้าน กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ครูผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้ผ่าน กระบวนการคิดและปฏิบัติจริง แต่ยังมีขาดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมของ นักเรียน จึงส่งผลให้มาตรฐานด้านผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการของนักเรียน พบว่านักเรียนยังขาดความรู้ และทักษะพื้นฐานในการสร้างนวัตกรรม และการนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน (รายงานการ ประเมินตนเองของโรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม, 2564)

การสร้างนวัตกรรม เป็นความสามารถในการนำความรู้ ความสามารถ ความคิด สร้างสรรค์ ทักษะและประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาใช้เพื่อการพัฒนาด้านการ จัดการ การผลิต กระบวนการผลิต หรือการบริการแนวใหม่ ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ หรือตลาด โดยความสำคัญของการสร้างนวัตกรรม ได้แก่ 1) ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และการ

พัฒนาเทคโนโลยีให้เจริญรุดหน้า 2) ทำให้มีการนำความรู้ความสามารถและความคิดสร้างสรรค์ไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ 3) ทำให้เกิดสิ่งประดิษฐ์ ผลผลิต ผลงานและการบริการใหม่ ๆ ที่ตรงตามความต้องการของตลาด 4) ทำให้เกิดการส่งเสริมและพัฒนาภูมิปัญญาให้มีคุณค่ามากขึ้น 5) ทำให้ผู้คิดค้นมีชื่อเสียงและร่ำรวยได้ 6) ช่วยส่งเสริมและพัฒนาความสามารถของมนุษยชาติ 7) ช่วยพัฒนาการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้คุ้มค่าและยาวนานยิ่งขึ้น 8) ช่วยให้คนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น มีสิ่งอำนวยความสะดวกที่เหมาะสมตามความต้องการ 9) ช่วยในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศชาติในระยะยาว และ 10) ช่วยปกป้องคุ้มครองโลกให้มีสมดุลธรรมชาติได้ยาวนาน (เนาวนิตย์ สงคราม, 2562) ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ พิชญาน์ พานะกิจ (2558) ที่สังเคราะห์ลักษณะความสำคัญของนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นแนวทาง/แนวคิดที่ได้ค้นคิด/เครื่องมือที่ยังไม่เคยมีมาก่อนหรือเป็นการพัฒนาดัดแปลงจากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้ทันสมัยและใช้ได้ผลดียิ่งขึ้น เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

อีกทั้งในปัจจุบันประเทศไทยให้ความสำคัญกับการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ เพื่อสร้างศักยภาพของคนไทยให้เป็นการกำลังคนที่มีคุณภาพ สามารถดำรงชีวิตและประกอบอาชีพอยู่ในโลกที่มีความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนั้นจึงมีการกำหนดเกี่ยวกับคุณลักษณะคุณภาพที่พึงประสงค์ของคนไทย สำหรับสร้างคนไทย 4.0 โดยคุณลักษณะหนึ่งที่สำคัญ คือ การส่งเสริมให้พลเมืองมีความสามารถเป็นผู้ร่วมสร้างนวัตกรรม (Innovation co-creator) เพื่อเพิ่มโอกาสและมูลค่าให้กับตนเองและสังคม (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2562)

ดังนั้นการปลูกฝังความเป็นนวัตกรรมในมนุษย์ทุกคน เพื่อให้สามารถเป็นผู้สร้างนวัตกรรมได้นั้น จึงมีความสำคัญเป็นอย่างมากในปัจจุบัน โดยมีทักษะห้าประการที่ทำให้คนมีนวัตกรรมแตกต่างจากคนไม่มีนวัตกรรม ได้แก่ การเชื่อมโยง การตั้งคำถาม การสังเกต การทดลอง และการสร้างเครือข่าย และพวกเขาแบ่งทักษะดังกล่าวออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ คือ การทำ และการคิด การทำ การตั้งคำถาม เปิดโอกาสให้นักวิจัยก้าวออกจากสภาพการณ์ที่เป็นอยู่และพิจารณาความเป็นไปได้ใหม่ ๆ นวัตกรรมจะจับรายละเอียด พฤติกรรมเล็ก ๆ น้อย ๆ ในกิจกรรมของลูกค้า ผู้ผลิต และบริษัทอื่นด้วยการสังเกต ซึ่งช่วยแนะวิธีใหม่ในการทำสิ่งต่าง ๆ พวกเขาได้เปิดประสบการณ์ใหม่ สำรวจโลกอย่างไม่ลดละผ่านการทดลอง ส่วนการสร้างเครือข่ายกับคนที่มีความรู้หลังแตกต่างกันจะทำให้พวกเขาได้รับมุมมองที่ต่างไปโดยสิ้นเชิง ซึ่งการคิดหรือการกระทำในรูปแบบข้างต้นรวมกัน ช่วยให้นักวิจัยเกิดการเชื่อมโยง เพื่อบ่มเพาะความรู้ความเข้าใจใหม่ ๆ (Tony Wagner, 2561)

ด้วยหลักการ แนวคิด และเหตุผลดังกล่าวที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การส่งเสริมการสร้างนวัตกรรม และการส่งเสริมความเป็นนวัตกรรม ให้กับนักเรียน ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษา การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมุ่งให้นักเรียนได้ เรียนรู้เนื้อหาวิชาไปพร้อม ๆ กับการพัฒนาการสร้างนวัตกรรมและพัฒนาความเป็นนวัตกรรมควบคู่ กัน เพื่อช่วยพัฒนาให้นักเรียนบรรลุถึงขีดสูงสุดตามศักยภาพของตนเองและพร้อมสำหรับการ ดำรงชีวิตได้อย่างสร้างสรรค์ในโลกปัจจุบัน



2. กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัยสำหรับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนา

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีดำเนินการวิจัยในลักษณะการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) โดยใช้แบบแผนแบบผสมผสานวิธี (Mixed Methods Research) เนื่องจากแนวคิดการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) สามารถนำมาใช้ในการแสวงหาและพัฒนานวัตกรรมจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ ก็คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีกระบวนการในการพัฒนา 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R1) การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D1) การออกแบบและพัฒนา เป็นการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R2) การนำไปใช้ เป็นการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development : D2) การประเมินผล เป็นการประเมินและปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และขั้นตอนที่ 5 การขยายผล (Dissemination) (ไพฑูริย์ ศรีฟ้า, 2548; มาเรียม นิลพันธุ์, 2558; ทิศนา แคมมณี, 2562)

2. แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาระบบการเรียนรู้ออกแบบให้นักเรียนแต่ละคนเกิดทักษะต่าง ๆ ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดการออกแบบระบบการเรียนการสอนแบบ ADDIE Model (Richey, Klein, and Tracey, 2011) และการออกแบบการเรียนการสอนเชิงระบบ (Dick, Carey & Carey, 2005) ร่วมกับแนวคิดการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) ซึ่งในการออกแบบระบบการเรียนการสอนแบบ ADDIE Model เป็นกระบวนการที่ใช้วิธีการเชิงระบบ ประกอบด้วย ขั้นตอนการดำเนินการ 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นและหลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 2) ขั้นตอนการออกแบบ

(Design) เป็นการระบุกิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินการเรียนรู้ การเลือกสื่อ และวิธีการจัดการเรียนรู้ 3) ขั้นตอนการพัฒนา (Development) เป็นการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ การพัฒนานวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ และพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินผล 4) ขั้นตอนการนำไปใช้ (Implementation) เป็นการนำแผนการจัดการเรียนรู้ นวัตกรรม และเครื่องมือวัดผลและประเมินผลไปใช้ในสถานการณ์จริง และ 5) ขั้นตอนการประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ทุกระดับสำหรับการนำไปใช้ในครั้งต่อไป สำหรับการออกแบบการเรียนการสอนเชิงระบบของ Dick Carey and Carey ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 10 องค์ประกอบ คือ 1) การกำหนดเป้าหมายของการเรียนการสอน (Identify Instructional Goals) 2) การวิเคราะห์การสอน (Analysis Instruction) 3) การวิเคราะห์ผู้เรียนและบริบท (Analysis Learner and Contexts) 4) เขียนวัตถุประสงค์เชิงปฏิบัติการ (Write Performance Objectives) 5) การพัฒนาเครื่องประเมิน (Develop Assessment Instruction) 6) พัฒนายุทธศาสตร์การสอน (Develop Instructional Strategy) 7) เลือกและพัฒนาวัสดุการเรียนการสอน (Develop and Select Instructional materials) 8) ออกแบบและจัดการประเมินระหว่างเรียน (Design and Conduct Formative Evaluation of Instruction) 9) ออกแบบและการประเมินผลภายหลังการเรียนการสอน (Design and Conduct Summative Evaluation) และ 10) ทบทวนการจัดการเรียนการสอน (Revise Instruction) ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการโดยนำแนวคิดการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R & D) นำมาประยุกต์ร่วมกับแนวคิดการออกแบบระบบการเรียนการสอนแบบ ADDIE Model และการออกแบบระบบการเรียนการสอนของ Dick, Carey and Carey มาใช้ในการตัดสินใจเกี่ยวกับการวางแผนการจัดการเรียนรู้และการดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งระบบให้มีความสัมพันธ์กัน

3. แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

3.1 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism)

ทฤษฎีที่ว่าด้วยการสร้างองค์ความรู้ หรือทฤษฎีการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งมีแนวคิดหลักว่า บุคคลเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีต่าง ๆ โดยอาศัยประสบการณ์เดิมกับโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ และแรงจูงใจของตนเองเป็นจุดเริ่มต้น เมื่อได้สัมผัสกับสถานการณ์ใหม่โดยผ่านกระบวนการและกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติ และสืบค้นด้วยตนเอง หรือมีการแลกเปลี่ยนความรู้จะส่งผลให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ (Biggs & Moore, 1993; Fosnot, 1996; ประมวล ศิริพันธ์แก้ว, 2541)

3.2 แนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา (STEM Education)

การจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน โดยนำลักษณะธรรมชาติและกระบวนการของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันเพื่อที่มุ่งให้นักเรียนเกิดความรู้ กระบวนการคิด ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการปฏิบัติงาน เพื่อนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (Vasquez, 2013; Hopkins Public School, 2016; Livescience, 2016; พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557; ปฐมภรณ์ พิมพ์ทอง, 2564) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 1) การระบุปัญหา 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) การทดสอบและประเมินผล และ 6) การนำเสนอผลการแก้ปัญหา

3.3 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน (Inquiry-Based Learning)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ โดยมีครูเป็นผู้กำกับควบคุม ดำเนินการให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ กระตุ้น ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ รวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน (Gerber et al., 2001; Budnitz, 2003; พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2544; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555; ทิศนา แคมมณี, 2562) ขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน ประกอบด้วย 1) การสร้างความสนใจ 2) การสำรวจและค้นหา 3) การอธิบาย 4) การขยายความรู้ และ 5) การประเมินผล

3.4 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นสถานการณ์ของการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายที่กำหนด โดยที่ครูนำนักเรียนไปสู่สถานการณ์ของปัญหาจริง หรือจัดสถานการณ์จำลองสถานการณ์ให้นักเรียนได้เผชิญปัญหา และฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ปัญหา และการแก้ปัญหาร่วมกันในกลุ่ม ซึ่งจะทำให้นักเรียนเข้าใจปัญหาได้ชัดเจนมากขึ้น ได้เห็นทางเลือก และวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา และทำให้นักเรียนเกิดการใฝ่รู้ เกิดทักษะการคิด และการแก้ปัญหา (Arends, 2001; Lynda, 2004; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550; ณพ

สร สวัสดิบัญญัติ, 2553; วัชรา เล่าเรียนดี, 2553) ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วย 1) การนำเสนอปัญหา 2) การทำความเข้าใจกับปัญหา 3) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 4) การนำเสนอผลการแก้ปัญหา และ 5) การประเมินผล

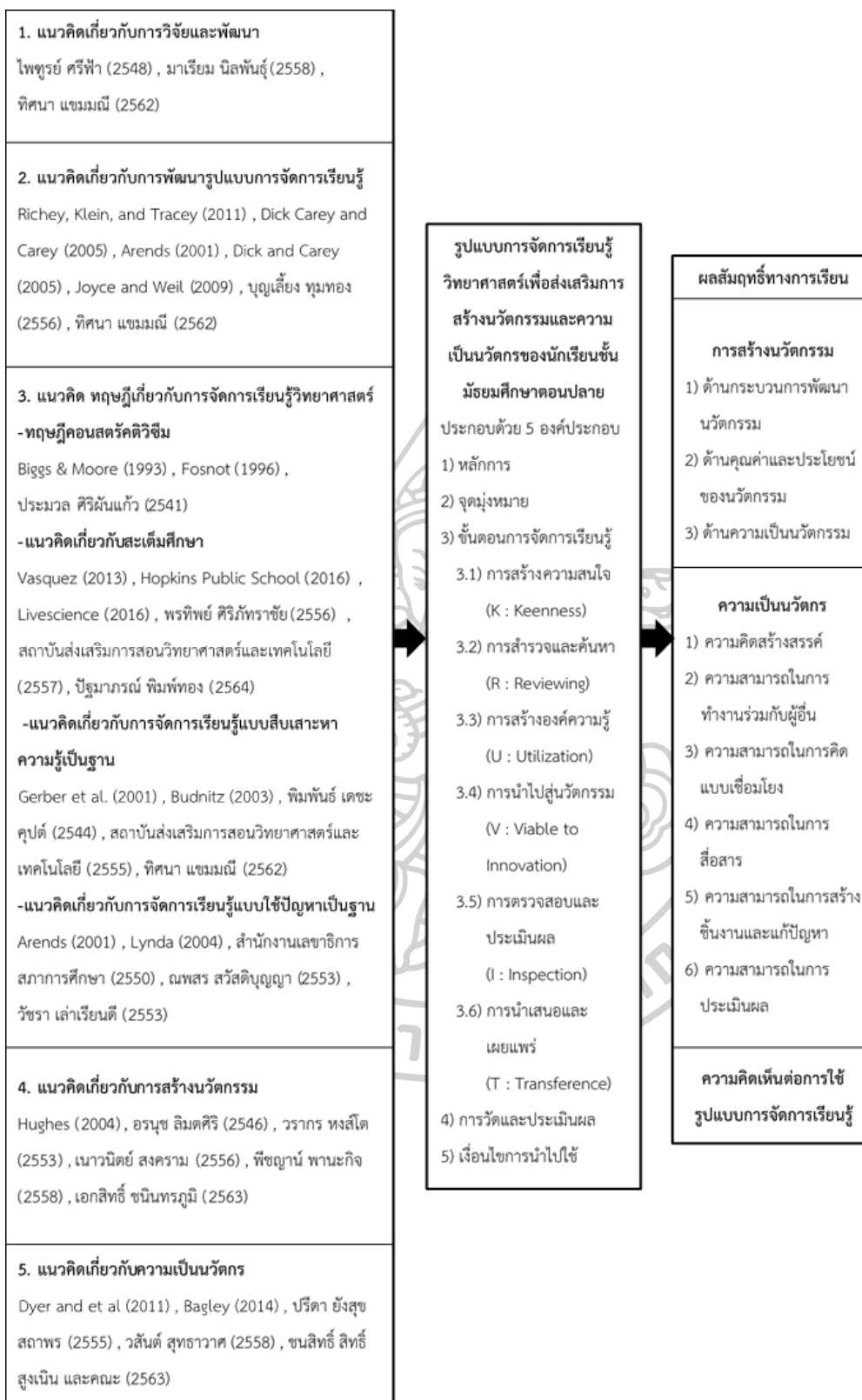
4. แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างนวัตกรรม

นวัตกรรม เป็นความคิด การปฏิบัติ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ หรือเป็นการพัฒนาดัดแปลงมาจากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้ทันสมัยและใช้ได้ผลดียิ่งขึ้น เมื่อนำนวัตกรรมมาใช้จะช่วยให้การทำงานนั้นได้ผลดีมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงกว่าเดิม (Hughes, 2004; อรุณข ลิมตศิริ, 2546; วรากร หงส์โต, 2553; เนาวนิตย์ สงคราม, 2556; พิชญาน์ พานะกิจ, 2558; เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ, 2563) องค์ประกอบของการประเมินการสร้างนวัตกรรม ประกอบด้วย 1) ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม 2) ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม และ 3) ด้านความเป็นนวัตกรรม

5. แนวคิดเกี่ยวกับความเป็นนวัตกรรม

นวัตกรรม คือผู้ที่คิดทำ จัดทำ สร้างสรรค์สิ่งของต่าง ๆ ที่เกิดจากความต้องการใช้งานเพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน และใช้ประโยชน์ของคนในสังคม บุคคลผู้สร้างสรรค์หรือค้นพบวิธีการ รูปแบบเครื่องมือ หรือสิ่งอื่นใดที่เป็นสิ่งใหม่เป็นประโยชน์ อาจเรียกสิ่งใหม่นั้นว่าเป็นสิ่งประดิษฐ์ซึ่งอาจสามารถนำไปต่อยอดเป็นนวัตกรรมได้ (Dyer and et al, 2011; Bagley, 2014; ปรีดา ยิ่งสุขสถาพร, 2555; วสันต์ สุทธาวาส, 2558; ชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน และคณะ, 2563) องค์ประกอบของความเป็นนวัตกรรม ประกอบด้วย 1) ความคิดสร้างสรรค์ 2) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น 3) ความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยง 4) ความสามารถในการสื่อสาร 5) ความสามารถในการสร้างชิ้นงานและแก้ปัญหา และ 6) ความสามารถในการประเมินผล

จากกรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย (Conceptual Framework) เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยนำเสนอรายละเอียด ดังแผนภาพที่ 1



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

3. คำถามการวิจัย

ผู้วิจัยกำหนดคำถามการวิจัยเพื่อออกแบบการวิจัย ดังนี้

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้อุทฺทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่พัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบอะไรบ้าง อย่างไร และมีคุณภาพอยู่ในระดับใด

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้อุทฺทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิผลเป็นอย่างไร ในด้านต่อไปนี้

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้อุทฺทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่ อย่างไร

2.2 การสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้อุทฺทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย อยู่ในระดับใด อย่างไร

2.3 ความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้อุทฺทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย อยู่ในระดับใด อย่างไร

2.4 ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้อุทฺทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย อยู่ในระดับใด อย่างไร

3. การขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้อุทฺทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิผลเป็นอย่างไร ในด้านต่อไปนี้

3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มขยายผล ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้อุทฺทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่ อย่างไร

3.2 การสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มขยายผล ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้อุทฺทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย อยู่ในระดับใด อย่างไร

3.3 ความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มขยายผล ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย อยู่ในระดับใด อย่างไร

3.4 ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มขยายผล ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย อยู่ในระดับใด อย่างไร

4. วัตถุประสงค์การวิจัย

การพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. เพื่อประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะ ดังนี้

2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.2 เพื่อศึกษาการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.3 เพื่อศึกษาความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.4 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3. เพื่อขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้อุทฺทยาสาตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะดังนี้

3.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มขยายผล ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้อุทฺทยาสาตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3.2 เพื่อศึกษาการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มขยายผล ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้อุทฺทยาสาตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3.3 เพื่อศึกษาความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มขยายผล ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้อุทฺทยาสาตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3.4 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มขยายผล ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้อุทฺทยาสาตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

5. สมมติฐานการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้อุทฺทยาสาตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. การสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้อุทฺทยาสาตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย อยู่ในระดับดีขึ้น

3. ความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้อุทฺทยาสาตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย อยู่ในระดับดีขึ้น

4. ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย อยู่ในระดับมากขึ้นไป

6. ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1. ขอบเขตการวิจัยที่ใช้ในการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ (Implementation)

1.1 ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรที่ศึกษา ประกอบด้วย

1. ตัวแปรต้น คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. ตัวแปรตาม คือ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2) การสร้างนวัตกรรม 3) ความเป็นนวัตกรรม และ 4) ความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

1.2 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากาญจนบุรี ปีการศึกษา 2565 จำนวน 26 ห้องเรียน รวมนักเรียนจำนวน 1,036 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม ปีการศึกษา 2565 จำนวน 28 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

1.3 ขอบเขตด้านระยะเวลา

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โดยใช้ระยะเวลาในการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ รวมเป็น 21 คาบ

1.4 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) (ว32102) หน่วย

การเรียนรู้ เรื่อง น้ำ และหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง อาหาร ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) มีเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

หน่วยการเรียนรู้	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
น้ำ	ว 2.1 ม.4-6/8-13	โมเลกุลของน้ำ
		สารในแหล่งน้ำธรรมชาติ
		การละลายของสารในน้ำ
อาหาร	ว 2.1 ม.4-6/14-19	ไขมันและน้ำมัน
		คาร์โบไฮเดรต
		โปรตีน
		วิตามินและเกลือแร่
		บรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร

2. ขอบเขตการวิจัยที่ใช้ในการขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ (Dissemination)

2.1 ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรที่ศึกษา ประกอบด้วย

1. ตัวแปรต้น คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ตอนปลาย

2. ตัวแปรตาม คือ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2) การสร้างนวัตกรรม 3) ความเป็นนวัตกรรม และ 4) ความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

2.2 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการขยายผล ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนกำแพงแสนวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา นครปฐม ปีการศึกษา 2565 จำนวน 26 ห้องเรียน รวมนักเรียนจำนวน 1,038 คน โดยนักเรียนมีความรู้ความสามารถและคุณลักษณะไม่แตกต่างกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการขยายผล ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 โรงเรียนกำแพงแสนวิทยา ปีการศึกษา 2565 จำนวน 40 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

2.3 ขอบเขตด้านระยะเวลา

การขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โดยใช้ระยะเวลา จำนวน 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ รวมเป็น 21 คาบ

2.4 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง น้ำ และหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง อาหาร ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

7. นิยามศัพท์เฉพาะ

การวิจัยและพัฒนา หมายถึง กระบวนการที่นำมาใช้ในการแสวงหาและพัฒนาการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R1) เป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการ ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Develop : D1) เป็นการออกแบบและพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R2) เป็นการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Develop : D2) เป็นการประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และ ขั้นตอนที่ 5 การขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ (Dissemination)

การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การดำเนินการโดยนำแนวคิดการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R & D) นำมาประยุกต์ร่วมกับแนวคิดการออกแบบระบบการเรียนการสอนแบบ ADDIE Model และการออกแบบระบบการเรียนการสอนของ Dick, Carey and Carey มาใช้ในการตัดสินใจเกี่ยวกับการวางแผนการจัดการเรียนรู้และการดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งระบบให้มีความสัมพันธ์กันประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) การวิจัย (R1) เป็นการวิเคราะห์ (Analysis) 2) การพัฒนา (D1) เป็นการออกแบบและพัฒนา (Design and

Development) 3) การวิจัย (R2) เป็นการนำไปใช้ (Implementation) 4) การพัฒนา (D2) เป็นการประเมินผล (Evaluation) และ 5) การขยายผล (Dissemination)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ใช้แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม แนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างนวัตกรรม และแนวคิดเกี่ยวกับความเป็นนวัตกรรม โดยมี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการ 2) จุดมุ่งหมาย 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 3.1) การสร้างความสนใจ 3.2) การสำรวจและค้นหา 3.3) การสร้างองค์ความรู้ 3.4) การนำไปสู่นวัตกรรม 3.5) การตรวจสอบและประเมินผล และ 3.6) การนำเสนอและเผยแพร่ 4) การวัดและประเมินผล และ 5) เงื่อนไขการนำไปใช้

ประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ผลที่ได้จากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้แก่ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2) การสร้างนวัตกรรม 3) ความเป็นนวัตกรรม และ 4) ความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) ความรู้เกี่ยวกับเรื่องน้ำและอาหาร วัดได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นคำถามแบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ

การสร้างนวัตกรรม หมายถึง ความคิด การปฏิบัติ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ หรือเป็นการพัฒนาดัดแปลงมาจากของเดิมที่มีอยู่แล้ว ให้ทันสมัยและใช้ได้ผลดียิ่งขึ้น เมื่อนำนวัตกรรมมาใช้จะช่วยให้การทำงานนั้นได้ผลดีมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงกว่าเดิม โดยการประเมินการสร้างนวัตกรรมประกอบด้วย 1) ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม 2) ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม และ 3) ด้านความเป็นนวัตกรรม ประเมินโดยใช้แบบประเมินการสร้างนวัตกรรม โดยผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric) และเกณฑ์การตัดสินผลการสร้างนวัตกรรม 4 ระดับ ได้แก่ ระดับดีมาก ระดับดี ระดับพอใช้ และระดับปรับปรุง

ความเป็นนวัตกรรม หมายถึง ผู้ที่คิดทำ จัดทำ สร้างสรรค์สิ่งของต่าง ๆ ที่เกิดจากความต้องการใช้งานเพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน และใช้ประโยชน์ของคนในสังคม บุคคลผู้

สร้างสรรค์หรือค้นพบวิธีการ รูปแบบเครื่องมือ หรือสิ่งอื่นใดที่เป็นสิ่งใหม่เป็นประโยชน์ อาจเรียกสิ่งใหม่นั้นว่าเป็นสิ่งประดิษฐ์ซึ่งอาจสามารถนำไปต่อยอดเป็นนวัตกรรมได้ โดยการประเมินความเป็นนวัตกรรมประกอบด้วย 1) ความคิดสร้างสรรค์ 2) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น 3) ความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยง 4) ความสามารถในการสื่อสาร 5) ความสามารถในการสร้างชิ้นงานและแก้ปัญหา และ 6) ความสามารถในการประเมินผล ประเมินโดยใช้แบบประเมินความเป็นนวัตกรรม ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 4 ระดับ โดยผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การตัดสินผลความเป็นนวัตกรรม 4 ระดับ ได้แก่ ระดับดีมาก ระดับดี ระดับพอใช้ และระดับปรับปรุง

ความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีต่อการเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการประเมินความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 1) ด้านการจัดการเรียนรู้ 2) ด้านครูผู้สอน และ 3) ด้านประโยชน์ที่ได้รับ ประเมินโดยใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การตัดสินผลความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 5 ระดับ ได้แก่ ระดับมากที่สุด ระดับมาก ระดับปานกลาง ระดับน้อย และระดับน้อยที่สุด

นักเรียน หมายถึง ผู้ที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากาญจนบุรี และเป็นผู้เรียนที่เรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กลุ่มขยายผล หมายถึง ผู้ที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนกำแพงแสนวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา นครปฐม และเป็นผู้เรียนที่เรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

8. ประโยชน์ที่ได้รับ

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทำให้เกิดประโยชน์จากการวิจัย ดังนี้

สำหรับนักเรียน

1. นักเรียนมีความสามารถในการสร้างนวัตกรรม สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น
2. นักเรียนมีความเป็นนวัตกรรม สามารถคิด กระทำ และตัดสินใจในการแสวงหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

สำหรับครูผู้สอน

1. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการพัฒนาปรับปรุงหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ให้มีความสอดคล้องกับสภาพสังคมปัจจุบัน
2. เป็นแนวทางสำหรับนักการศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม สำหรับนักเรียนในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21

สำหรับสถานศึกษา

1. โรงเรียนได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ สามารถนำมาส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียน
2. โรงเรียนอื่น ๆ สามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียน เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนได้

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและ
ความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
กับการวิจัย ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง
พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้
 - 2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนา
 - 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบระบบการเรียนการสอน
 - 2.3 แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้
3. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 3.1 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม
 - 3.2 แนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา
 - 3.3 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน
 - 3.4 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
4. แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างนวัตกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 4.1 ความหมายของการสร้างนวัตกรรม
 - 4.2 การประเมินการสร้างนวัตกรรม
 - 4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างนวัตกรรม
5. แนวคิดเกี่ยวกับความเป็นนวัตกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 ความหมายของนวัตกรรม
 - 5.2 คุณลักษณะของความเป็นนวัตกรรม
 - 5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเป็นนวัตกรรม

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.1 วิสัยทัศน์

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มุ่งเน้นพัฒนานักเรียนด้วยกระบวนการและทักษะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สอดคล้องตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อให้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้สิ่งต่าง ๆ นำไปสู่ความเป็นพลโลกในศตวรรษที่ 21

1.2 หลักการ

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักการของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

1.3 เป้าหมาย

ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี

4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

1.4 สารและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศการถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและ การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซีดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

สาระชีววิทยา

1. เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์การแบ่งเซลล์และการหายใจระดับเซลล์

2. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์รวมทั้งการหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนองต่อการเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอโมนกับการรักษาคุณภาพ และพฤติกรรมของสัตว์รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

5. เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหา และผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์และแนวทางการแก้ไขปัญหา

สาระเคมี

1. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมีปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสมดุลในปฏิกิริยาเคมีสมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

สาระฟิสิกส์

1. เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรงแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุงานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้งรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า และกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสารสภาพยืดหยุ่นของวัสดุ และโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยุง และหลักของอาร์คิมิดีสความตึงผิว และแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติและสมการแบร์นูลลีกฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสีแรงนิวเคลียร์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

1. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัยและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม การศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณีแผนที่ และการนำไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการพยากรณ์อากาศ

3. เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซี ดาวฤกษ์และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์จากการศึกษาตำแหน่งดาวบนทรงกลมฟ้า และปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

1.5 คุณภาพนักเรียนเมื่อจบการศึกษามัธยมศึกษาปีที่ 6

1. เข้าใจโครงสร้าง ลักษณะเฉพาะและการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่ การทำหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ของพืช และการทำงานของระบบย่อยอาหารของมนุษย์

2. เข้าใจสมบัติและการจำแนกกลุ่มของวัสดุ สถานะและการเปลี่ยนสถานะของสสารการละลาย การเปลี่ยนแปลงทางเคมี การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และผันกลับไม่ได้ และการแยกสารอย่างง่าย

3. เข้าใจลักษณะของแรงโน้มถ่วงของโลก แรงลัพธ์แรงเสียดทาน แรงไฟฟ้าและผลของแรงต่าง ๆ ผลที่เกิดจากแรงกระทำต่อวัตถุ ความดัน หลักการที่มีต่อวัตถุ วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ปรากฏการณ์เบื้องต้นของเสียง และแสง

4. เข้าใจปรากฏการณ์การขึ้นและตก รวมถึงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างปรากฏของดวงจันทร์องค์ประกอบของระบบสุริยะ คาบการโคจรของดาวเคราะห์ความแตกต่างของดาวเคราะห์และดาวฤกษ์การขึ้นและตกของกลุ่มดาวฤกษ์การใช้แผนที่ดาว การเกิดอุปราคาพัฒนาการ และประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ

5. เข้าใจลักษณะของแหล่งน้ำ วัฏจักรน้ำ กระบวนการเกิดเมฆ หมอก น้ำค้าง น้ำค้างแข็ง หยาดน้ำฟ้า กระบวนการเกิดหิน วัฏจักรหิน การใช้ประโยชน์หินและแร่ การเกิดซากดึกดำบรรพ์ การเกิดลมบก ลมทะเล มรสุม ลักษณะและผลกระทบของภัยธรรมชาติธรณีพิบัติภัย การเกิดและผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจก

6. ค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพและประเมินความน่าเชื่อถือ ตัดสินใจเลือกข้อมูลใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการทำงานร่วมกันเข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพสิทธิของผู้อื่น

7. ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ คาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง สร้างสมมติฐานที่สอดคล้องกับคำถามหรือปัญหาที่จะสำรวจ ตรวจสอบ วางแผนและสำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์และเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสม ในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ

8. วิเคราะห์ข้อมูล ลงความเห็น และสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบในรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบได้อย่างมีเหตุผล และหลักฐานอ้างอิง

9. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น ในสิ่งที่จะเรียนรู้มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามความสนใจของตนเอง แสดงความคิดเห็นของตนเอง ยอมรับในข้อมูลที่มีหลักฐานอ้างอิง และรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น

10. แสดงความรับผิดชอบด้วยการทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างมุ่งมั่นรอบคอบ ประหยัด ซื่อสัตย์งานลุล่วงเป็นผลสำเร็จ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

11. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้นและศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ

12. แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้การดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า

โดยสรุป หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ โดยมีสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ เทคโนโลยี ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ และเมื่อนักเรียนจบหลักสูตร นักเรียนจะสามารถวิเคราะห์ข้อมูล ลงความเห็น และสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มาจากการสำรวจตรวจสอบในรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบได้อย่างมีเหตุผลและหลักฐานอ้างอิง สามารถใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น และสามารถศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามความสนใจ รวมทั้งตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพล และผลกระทบซึ่งกันและกัน

1.6 รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) รหัสวิชา ว32102 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

1.6.1 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาวิทยาศาสตร์กายภาพเกี่ยวกับองค์ประกอบในอากาศ อะตอม ธาตุ การใช้ประโยชน์จากอากาศ มลพิษทางอากาศ โมเลกุลของน้ำ สารในแหล่งน้ำธรรมชาติ การละลายของสาร ในน้ำ ไขมันและน้ำมัน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามินและเกลือแร่ บรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร เชื้อเพลิง แบตเตอรี่ และสารกัมมันตรังสี

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิด และการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

1.6.2 สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด

ม.4-6/1 ระบุว่าสารเป็นธาตุหรือสารประกอบ และอยู่ในรูปอะตอม โมเลกุล หรือไอออนจากสูตรเคมี

ม.4-6/2 เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแบบจำลองอะตอมของโบร์กับแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

ม.4-6/3 ระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอม และไอออนที่เกิดจากอะตอมเดียว

ม.4-6/4 เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุและระบุการเป็นไอโซโทป

ม.4-6/5 ระบุหมู่และคาบของธาตุ และระบุว่าธาตุเป็นโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ กลุ่มธาตุเรพรีเซนเททีฟหรือกลุ่มธาตุแทรนซิชันจากตารางธาตุ

ม.4-6/6 เปรียบเทียบสมบัติการนำไฟฟ้า การให้และรับอิเล็กตรอนระหว่างธาตุในกลุ่มโลหะกับอโลหะ

ม.4-6/7 สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์และอันตรายที่เกิดจากธาตุเรพรีเซนเททีฟและธาตุแทรนซิชัน

ม.4-6/8 ระบุว่าพันธะโคเวเลนต์เป็นพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม และระบุจำนวนคู่อิเล็กตรอนระหว่างอะตอมคู่ร่วมพันธะ จากสูตรโครงสร้าง

ม.4-6/9 ระบุสภาพขั้วของสารที่โมเลกุลประกอบด้วย 2 อะตอม

ม.4-6/10 ระบุสารที่เกิดพันธะไฮโดรเจนได้จากสูตรโครงสร้าง

ม.4-6/11 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของสารโคเวเลนต์กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตามสภาพขั้วหรือการเกิดพันธะไฮโดรเจน

ม.4-6/12 เขียนสูตรเคมีของไอออนและสารประกอบไอออนิก

ม.4-6/13 ระบุว่าสารเกิดการละลายแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัว พร้อมให้เหตุผลและระบุว่าสารละลายที่ได้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ หรือนอนอิเล็กโทรไลต์

ม.4-6/14 ระบุสารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอนว่าอิ่มตัวหรือไม่อิ่มตัว จากสูตรโครงสร้าง

ม.4-6/15 สืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์ชนิดนั้น

ม.4-6/16 ระบุสมบัติความเป็นกรด-เบสจากโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์

ม.4-6/17 อธิบายสมบัติการละลายในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ของสาร

ม.4-6/18 วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติเทอร์มอพลาสติกและเทอร์มอเซตของพอลิเมอร์ และการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์

ม.4-6/19 สืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พร้อมแนวทางป้องกันหรือแก้ไข

ม.4-6/20 ระบุสูตรเคมีของสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ และแปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี

ม.4-6/21 ทดลองและอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ม.4-6/22 สืบค้นข้อมูลและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน หรือในอุตสาหกรรม

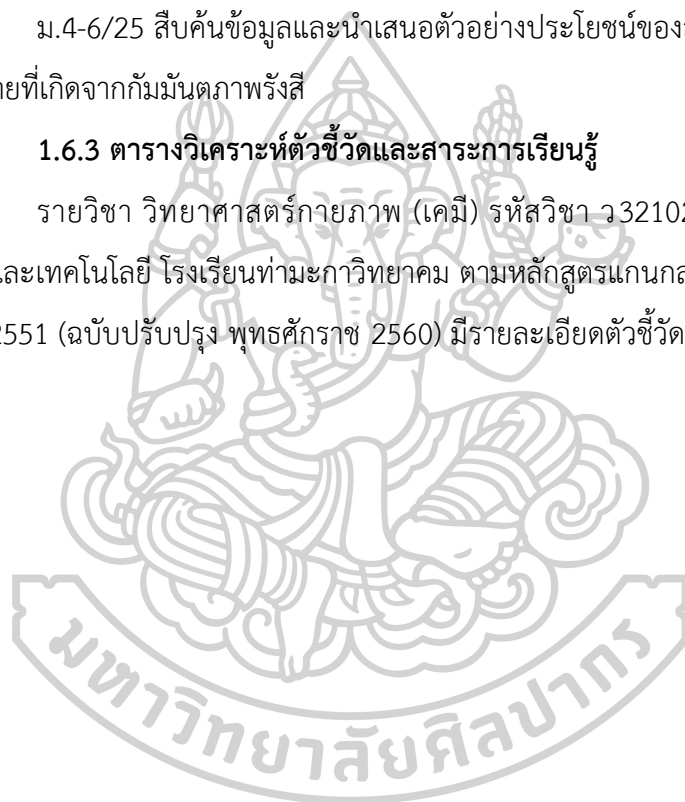
ม.4-6/23 อธิบายความหมายของปฏิกิริยารีดอกซ์

ม.4-6/24 อธิบายสมบัติของสารกัมมันตรังสี และคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี

ม.4-6/25 สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์ของสารกัมมันตรังสีและการป้องกันอันตรายที่เกิดจากกัมมันตภาพรังสี

1.6.3 ตารางวิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้

รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) รหัสวิชา ว 32102 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) มีรายละเอียดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ ดังตารางที่ 2



ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
<p>ว 2.1 ม.4-6/1 ระบุว่าสารเป็นธาตุหรือสารประกอบ และอยู่ในรูปอะตอม โมเลกุล หรือไอออนจากสูตรเคมี</p>	<p>สารเคมีทุกชนิดสามารถระบุได้ว่าเป็นธาตุหรือสารประกอบ และอยู่ในรูปของอะตอม โมเลกุลหรือไอออนได้โดยพิจารณาจากสูตรเคมี</p>
<p>ว 2.1 ม.4-6/2 เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแบบจำลองอะตอมของโบร์กับแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก</p>	<p>- แบบจำลองอะตอมใช้อธิบายตำแหน่งของโปรตอนนิวตรอน และอิเล็กตรอนในอะตอม โดยโปรตอนและนิวตรอนอยู่รวมกันในนิวเคลียส ส่วนอิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียส ซึ่งในแบบจำลองอะตอมของโบร์อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นวง โดยแต่ละวงมีระยะห่างจากนิวเคลียสและมีพลังงานต่างกัน และอิเล็กตรอนวงนอกสุด เรียกว่า เวเลนซ์อิเล็กตรอน</p> <p>- แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก แสดงโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสในลักษณะกลุ่มหมอก เนื่องจากอิเล็กตรอนมีขนาดเล็กและเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วตลอดเวลา จึงไม่สามารถระบุตำแหน่งที่แน่นอนได้</p>
<p>ว 2.1 ม.4-6/3 ระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอม และไอออนที่เกิดจากอะตอมเดียว</p>	<p>- อะตอมของธาตุเป็นกลางทางไฟฟ้า มีจำนวนโปรตอนเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอน การระบุชนิดของธาตุพิจารณาจากจำนวนโปรตอน</p> <p>- เมื่ออะตอมของธาตุมีการให้หรือรับอิเล็กตรอน ทำให้จำนวนโปรตอนและอิเล็กตรอนไม่เท่ากัน เกิดเป็นไอออน โดยไอออนที่มีจำนวนอิเล็กตรอนน้อยกว่าจำนวนโปรตอน เรียกว่า ไอออนบวก ส่วนไอออนที่มีจำนวนอิเล็กตรอนมากกว่าโปรตอน เรียกว่า ไอออนลบ</p>

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ว 2.1 ม.4-6/4 เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุและระบุการเป็นไอโซโทป	สัญลักษณ์นิวเคลียร์ประกอบด้วยสัญลักษณ์ธาตุเลขอะตอมและเลขมวล โดยเลขอะตอมเป็นตัวเลขที่แสดงจำนวนโปรตอนในอะตอม เลขมวลเป็นตัวเลขที่แสดงผลรวมของจำนวนโปรตอนกับนิวตรอนในอะตอม ธาตุชนิดเดียวกันแต่มีเลขมวลต่างกัน เรียกว่าไอโซโทป
ว 2.1 ม.4-6/5 ระบุหมู่และคาบของธาตุ และระบุว่าธาตุเป็นโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ กลุ่มธาตุเรฟริเซน เทททิฟหรือกลุ่มธาตุแทรนซิชันจากตารางธาตุ	ธาตุจัดเป็นหมวดหมู่ได้อย่างเป็นระบบ โดยอาศัยตารางธาตุ ซึ่งในปัจจุบันจัดเรียงตามเลขอะตอมและความคล้ายคลึงของสมบัติแบ่งออกเป็นหมู่ซึ่งเป็นแถวในแนวตั้งและคาบซึ่งเป็นแถวในแนวนอนทำให้ธาตุที่มีสมบัติเป็นโลหะ อโลหะและกึ่งโลหะอยู่เป็นกลุ่มบริเวณใกล้ๆ กัน และแบ่งธาตุออกเป็นกลุ่มธาตุเรฟริเซนเทททิฟและกลุ่มธาตุแทรนซิชัน
ว 2.1 ม.4-6/6 เปรียบเทียบสมบัติการนำไฟฟ้า การให้และรับอิเล็กตรอนระหว่างธาตุในกลุ่มโลหะกับอโลหะ	ธาตุในกลุ่มโลหะ จะนำไฟฟ้าได้ดีและมีแนวโน้มให้อิเล็กตรอน ส่วนธาตุในกลุ่มอโลหะ จะไม่นำไฟฟ้า และมีแนวโน้มรับอิเล็กตรอน โดยธาตุเรฟริเซนเทททิฟในหมู่ IA - IIA และธาตุแทรนซิชันทุกธาตุจัดเป็นธาตุในกลุ่มโลหะ ส่วนธาตุเรฟริเซนเทททิฟในหมู่ IIIA - VIIA มีทั้งธาตุในกลุ่มโลหะและอโลหะส่วนธาตุเรฟริเซนเทททิฟในหมู่VIII จัดเป็นธาตุอโลหะทั้งหมด
ว 2.1 ม.4-6/7 สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์และอันตรายที่เกิดจากธาตุเรฟริเซนเทททิฟและธาตุแทรนซิชัน	ธาตุเรฟริเซนเทททิฟและธาตุแทรนซิชัน นำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้หลากหลายซึ่งธาตุบางชนิดมีสมบัติที่เป็นอันตราย จึงต้องคำนึงถึงการป้องกันอันตรายเพื่อความปลอดภัยในการใช้ประโยชน์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
<p>ว 2.1 ม.4-6/8 ระบุว่าพันธะโคเวเลนต์เป็นพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม และระบุจำนวนคู่อิเล็กตรอนระหว่างอะตอมคู่ร่วมพันธะจากสูตรโครงสร้าง</p>	<p>พันธะโคเวเลนต์เป็นการยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมด้วยการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน เกิดเป็นโมเลกุลโดยการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน 1 คู่เรียกว่า พันธะเดี่ยว เขียนแทนด้วยเส้นพันธะ 1 เส้น ในโครงสร้างโมเลกุล ส่วนการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน 2 คู่ และ 3 คู่ เรียกว่าพันธะคู่และพันธะสาม เขียนแทนด้วยเส้นพันธะ 2 เส้น และ 3 เส้น ตามลำดับ</p>
<p>ว 2.1 ม.4-6/9 ระบุสภาพขั้วของสารที่โมเลกุลประกอบด้วย 2 อะตอม</p> <p>ว 2.1 ม.4-6/10 ระบุสารที่เกิดพันธะไฮโดรเจนได้จากสูตรโครงสร้าง</p> <p>ว 2.1 ม.4-6/11 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของสารโคเวเลนต์กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตามสภาพขั้วหรือการเกิดพันธะไฮโดรเจน</p>	<p>สารที่มีพันธะภายในโมเลกุลเป็นพันธะโคเวเลนต์ทั้งหมด เรียกว่า สารโคเวเลนต์โดยสารโคเวเลนต์ที่ประกอบด้วย 2 อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันเป็นสารไม่มีขั้ว ส่วนสารโคเวเลนต์ที่ประกอบด้วย 2 อะตอมของธาตุต่างชนิดกัน เป็นสารมีขั้ว สำหรับสารโคเวเลนต์ที่ประกอบด้วยอะตอมมากกว่า 2 อะตอม อาจเป็นสารมีขั้วหรือไม่มีขั้วขึ้นอยู่กับรูปร่างของโมเลกุล ซึ่งสภาพขั้วของสารโคเวเลนต์ส่งผลต่อแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลที่ทำให้จุดหลอมเหลวและจุดเดือดของสารโคเวเลนต์แตกต่างกัน นอกจากนี้สารบางชนิดมีจุดเดือดสูงกว่าปกติเนื่องจากมีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลสูงที่เรียกว่าพันธะไฮโดรเจน ซึ่งสารเหล่านี้มีพันธะ N-H O-H หรือ F-H ภายในโครงสร้างโมเลกุล</p>

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ว 2.1 ม.4-6/12 เขียนสูตรเคมีของไอออนและสารประกอบไอออนิก	สารประกอบไอออนิกส่วนใหญ่เกิดจากการรวมตัวกันของไอออนบวกของธาตุโลหะและไอออนลบของธาตุอโลหะ ในบางกรณีไอออนอาจประกอบด้วยกลุ่มของอะตอม โดยเมื่อไอออนรวมตัวกันเกิดเป็นสารประกอบไอออนิกจะมีสัดส่วนการรวมตัวเพื่อให้ประจุของสารประกอบเป็นกลางทางไฟฟ้า โดยไอออนบวกและไอออนลบจะจัดเรียงตัวสลับต่อเนื่องกันไป ใน 3 มิติเกิดเป็นผลึกของสาร ซึ่งสูตรเคมีของสารประกอบไอออนิกประกอบด้วยสัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนบวกตามด้วยสัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนลบ โดยมีตัวเลขที่แสดงจำนวนไอออนแต่ละชนิดเป็นอัตราส่วนอย่างต่ำ
ว 2.1 ม.4-6/13 ระบุว่าสารเกิดการละลายแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัว พร้อมให้เหตุผล และระบุว่าสารละลายที่ได้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ หรือนอนอิเล็กโทรไลต์	สารจะละลายน้ำได้เมื่อองค์ประกอบของสารสามารถเกิดแรงดึงดูดกับโมเลกุลของน้ำได้ โดยการละลายของสารในน้ำเกิดได้ 2 ลักษณะ คือ การละลายแบบแตกตัว และการละลายแบบไม่แตกตัว การละลายแบบแตกตัวเกิดขึ้นกับสารประกอบไอออนิก และสารโคเวเลนต์บางชนิดที่มีสมบัติเป็นกรดหรือเบส โดยเมื่อสารเกิดการละลายแบบแตกตัวจะได้ไอออนที่สามารถเคลื่อนที่ได้ทำให้ได้สารละลายที่นำไฟฟ้า ซึ่งเรียกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ การละลายแบบไม่แตกตัวเกิดขึ้นกับสารโคเวเลนต์ที่มีขั้วสูงสามารถดึงดูดกับโมเลกุลของน้ำได้ดีโดยเมื่อเกิดการละลายโมเลกุลของสารจะไม่แตกตัวเป็นไอออน และสารละลายที่ได้จะไม่นำไฟฟ้า ซึ่งเรียกว่า สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
<p>ว 2.1 ม.4-6/14 ระบุสารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอนว่าอิ่มตัวหรือไม่อิ่มตัวจากสูตรโครงสร้าง</p>	<p>- สารประกอบอินทรีย์เป็นสารประกอบของคาร์บอนส่วนใหญ่พบในสิ่งมีชีวิต มีโครงสร้างหลากหลายและแบ่งได้หลายประเภท เนื่องจากธาตุคาร์บอน สามารถเกิดพันธะกับคาร์บอนด้วยกันเองและธาตุอื่น ๆ นอกจากนี้พันธะระหว่างคาร์บอนยังมีหลายรูปแบบ ได้แก่ พันธะเดี่ยว พันธะคู่ พันธะสาม</p> <p>- สารประกอบอินทรีย์ที่มีเฉพาะธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ เรียกว่า สารประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวมีพันธะระหว่างคาร์บอนเป็นพันธะเดี่ยวทุกพันธะในโครงสร้าง ส่วนสารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัวมีพันธะระหว่างคาร์บอนเป็นพันธะคู่หรือพันธะสามอย่างน้อย 1 พันธะในโครงสร้าง</p>
<p>ว 2.1 ม.4-6/15 สืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์ชนิดนั้น</p>	<p>สารที่พบในชีวิตประจำวันมีทั้งโมเลกุลขนาดเล็กและขนาดใหญ่ พอลิเมอร์เป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ที่เกิดจากมอนอเมอร์ หลายโมเลกุลเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเคมีทำให้สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์แตกต่างจากมอนอเมอร์ที่เป็นสารตั้งต้น เช่น สถานะ จุดหลอมเหลว การละลาย</p>
<p>ว 2.1 ม.4-6/16 ระบุสมบัติความเป็นกรด-เบสจากโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์</p>	<p>สารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ $-COOH$ สามารถแสดงสมบัติความเป็นกรด ส่วนสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ $-NH_2$ สามารถแสดงสมบัติความเป็นเบส</p>

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ว 2.1 ม.4-6/17 อธิบายสมบัติการละลายในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ของสาร	การละลายของสารพิจารณาได้จากความมีขั้วของตัวละลายและตัวทำละลาย โดยสารสามารถละลายได้ในตัวทำละลายที่มีขั้วใกล้เคียงกันโดยสารมีขั้วละลายในตัวทำละลายที่มีขั้ว ส่วนสารไม่มีขั้วละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้วและสารมีขั้วไม่ละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว
ว 2.1 ม.4-6/18 วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติเทอร์มอพลาสติกและเทอร์มอเซตของพอลิเมอร์ และการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์	โครงสร้างของพอลิเมอร์อาจเป็นแบบเส้น แบบกิ่งหรือแบบร่างแห โดยพอลิเมอร์แบบเส้นและแบบกิ่ง มีสมบัติเทอร์มอพลาสติก ส่วนพอลิเมอร์แบบร่างแห มีสมบัติเทอร์มอเซต จึงมีการใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน
ว 2.1 ม.4-6/19 สืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พร้อมแนวทางป้องกันหรือแก้ไข	การใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ในปริมาณมากก่อให้เกิดปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงควรตระหนักถึงการลดปริมาณการใช้การใช้ซ้ำ และการนำกลับมาใช้ใหม่
ว 2.1 ม.4-6/20 ระบุสูตรเคมีของสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ และแปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี	<ul style="list-style-type: none"> - ปฏิกิริยาเคมีทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารโดยปฏิกิริยาเคมีอาจให้พลังงานความร้อนพลังงานแสง หรือพลังงานไฟฟ้า ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้ - ปฏิกิริยาเคมีแสดงได้ด้วยสมการเคมีซึ่งมีสูตรเคมีของสารตั้งต้นอยู่ทางด้านซ้ายของลูกศร และสูตรเคมีของผลิตภัณฑ์อยู่ทางด้านขวาโดยจำนวนอะตอมรวมของแต่ละธาตุทางด้านซ้ายและขวาเท่ากัน นอกจากนี้สมการเคมียังอาจแสดงปัจจัยอื่น เช่น สถานะ พลังงานที่เกี่ยวข้อง ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีที่ใช้

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
<p>ว 2.1 ม.4-6/21 ทดลองและอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี</p> <p>ว 2.1 ม.4-6/22 สืบค้นข้อมูลและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน หรือในอุตสาหกรรม</p>	<p>- อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นอยู่กับความเข้มข้นอุณหภูมิ พื้นที่ผิว หรือตัวเร่งปฏิกิริยา</p> <p>- ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และในอุตสาหกรรม</p>
<p>ว 2.1 ม.4-6/23 อธิบายความหมายของปฏิกิริยารีดอกซ์</p>	<p>ปฏิกิริยาเคมีบางประเภทเกิดจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอนของสารในปฏิกิริยาเคมีซึ่งเรียกว่า ปฏิกิริยารีดอกซ์</p>
<p>ว 2.1 ม.4-6/24 อธิบายสมบัติของสารกัมมันตรังสี และคำนวณครึ่งชีวิต และ ปริมาณ ของ สารกัมมันตรังสี</p>	<p>สารที่สามารถแผ่รังสีได้ เรียกว่า สารกัมมันตรังสีซึ่งมีนิวเคลียสที่สลายตัวอย่างต่อเนื่อง ระยะเวลาที่สารกัมมันตรังสีสลายตัวจนเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม เรียกว่า ครึ่งชีวิต โดยสารกัมมันตรังสีแต่ละชนิดมีค่าครึ่งชีวิตแตกต่างกัน</p>
<p>ว 2.1 ม.4-6/25 สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์ของสารกัมมันตรังสี และการป้องกันอันตรายที่เกิดจากกัมมันตภาพรังสี</p>	<p>รังสีที่แผ่จากสารกัมมันตรังสีมีหลายชนิด เช่น แอลฟา บีตา แกมมา ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน การนำสารกัมมันตรังสีแต่ละชนิดมาใช้ต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งมีการจัดการอย่างเหมาะสม</p>

1.6.4 โครงสร้างรายวิชา

รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) รหัสวิชา ว32102 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เวลา 60 ชั่วโมง มีรายละเอียดโครงสร้างรายวิชา ดังตารางที่ 3



ตารางที่ 3 โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	มาตรฐาน /ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	อากาศ	ว 2.1 ม.4-6/1-7	<p>อากาศเป็นสารผสมประกอบด้วยแก๊สหลายชนิดในปริมาณที่แตกต่างกัน อยู่ในรูปของอะตอมและโมเลกุล โดยสารที่อยู่ในรูปอะตอมจัดเป็นธาตุเสมอ ส่วนสารที่อยู่ในรูปโมเลกุลอาจเป็นธาตุหรือสารประกอบก็ได้ อะตอมเป็นหน่วยย่อยของสารเคมี ภายในอะตอมประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอนและอิเล็กตรอน ซึ่งมีจำนวนที่แตกต่างกันในธาตุแต่ละชนิด ส่งผลให้ธาตุแต่ละชนิดมีมวลและสมบัติเฉพาะที่แตกต่างกัน โดยโปรตอนและนิวตรอนรวมกันอยู่ในนิวเคลียส ส่วนอิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียส แบบจำลองอะตอมของโบร์เสนอว่า อิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสเป็นวง ส่วนแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกเสนอว่า อิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสในลักษณะกลุ่มหมอกอะตอมของธาตุต่างชนิดกันมีจำนวนโปรตอนไม่เท่ากัน อะตอมเป็นกลางทางไฟฟ้าเมื่ออะตอมของธาตุมีการให้หรือรับอิเล็กตรอนทำให้เกิดเป็นไอออน สัญลักษณ์นิวเคลียร์แสดงชนิดและจำนวนอนุภาคในอะตอมของธาตุ ธาตุชนิดเดียวกันที่มีเลขมวลต่างกันเป็นไอโซโทปกัน ตารางธาตุจัดเรียงธาตุตามเลขอะตอมและสมบัติที่คล้ายคลึงกันของธาตุ แบ่งธาตุออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มธาตุเรฟริเซนเททีฟและกลุ่มธาตุแทรนซิชัน และยังสามารถแบ่งธาตุออกเป็นโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ โดยธาตุที่เป็นองค์ประกอบของแก๊สในอากาศส่วนใหญ่เป็นธาตุอโลหะ แก๊สหลายชนิดในอากาศนำมาใช้ประโยชน์ได้มาก แต่บางชนิดเป็นพิษโดยส่งผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์และสิ่งแวดล้อม</p>	9	10

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ที่	หน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐาน /ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
2	น้ำ	ว 2.1 ม.4-6/ 8-13	น้ำ เป็นสารเคมีชนิดหนึ่งที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานในร่างกายของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โมเลกุลของน้ำเกิดจากอะตอมของธาตุไฮโดรเจน 2 อะตอม ยึดเหนี่ยวกับธาตุออกซิเจน 1 อะตอม ด้วยพันธะเคมีที่เรียกว่า พันธะโคเวเลนต์น้ำจัดเป็น สารโคเวเลนต์ และยังมีสารอื่นอีกหลายชนิดที่เป็น สารโคเวเลนต์ สถานะและจุดเดือดของสารโคเวเลนต์ขึ้นอยู่กับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล ซึ่งมีความสัมพันธ์กับสภาพขั้วของสารและพันธะไฮโดรเจน ในแหล่งน้ำธรรมชาตินอกจากมีน้ำเป็นองค์ประกอบหลักแล้ว ยังมีสารอื่นละลายอยู่ด้วย สารที่ละลายน้ำได้มีทั้งสารโคเวเลนต์และ สารประกอบไอออนิกสารประกอบไอออนิกเกิดจากการยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนบวกกับไอออนลบด้วยพันธะไอออนิกในอัตราส่วนอย่างต่ำ ที่ทำให้ประจุรวมของสารประกอบเป็นศูนย์ การละลายของสารในน้ำมี 2 แบบคือการละลายแบบแตกตัวและไม่แตกตัว ซึ่งทำให้ได้สารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์ตามลำดับ	9	10

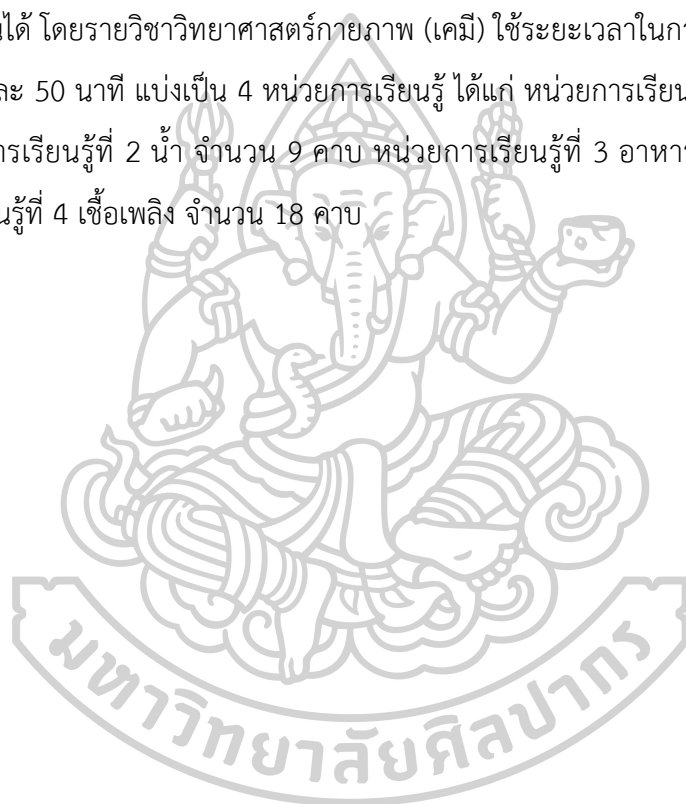
ตารางที่ 3 (ต่อ)

ที่	หน่วยการเรียนรู้	มาตรฐาน /ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
3	อาหาร	ว 2.1 ม.4-6/ 14-19	อาหารเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์โดยไขมัน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และวิตามินเป็นสารประกอบอินทรีย์ ส่วนเกลือแร่เป็นไอออนหรือสารประกอบไอออนิก สารประกอบอินทรีย์เป็นสารประกอบของธาตุคาร์บอนซึ่ง อาจมีธาตุอื่น เป็นองค์ประกอบร่วมด้วย เช่น ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ ไขมันมีทั้ง ชนิดอิ่ม ตัวและไม่อิ่ม ตัวซึ่ง พิจารณาได้จาก ชนิดพันธะระหว่างคาร์บอนอะตอมในกรดไขมัน ซึ่งใช้เกณฑ์เดียวกับสารประกอบไฮโดรคาร์บอน คาร์โบไฮเดรตที่เป็นมอนอเมอร์และพอลิเมอร์มีสมบัติแตกต่างกัน โปรตีนเป็นพอลิเมอร์ที่มีมอนอเมอร์เป็นกรดแอมิโนซึ่งมีหมู่คาร์บอกซิลและหมู่เอมีโน จึงแสดงสมบัติความเป็นกรด-เบสได้ วิตามินแต่ละชนิดมีสภาพขั้วแตกต่างกัน ทำให้บางชนิดละลายได้ในน้ำ บางชนิดละลายได้ในน้ำมัน ซึ่งเป็นไปตามหลักการ like dissolves like ส่วนเกลือแร่แต่ละชนิดมีประโยชน์ที่แตกต่างกัน บรรจุภัณฑ์สำหรับ	18	20

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ที่	หน่วยการเรียนรู้	มาตรฐาน /ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
			อาหารส่วนใหญ่ทำมาจากพลาสติก ซึ่ง เป็น พอลิเมอร์สังเคราะห์ มีทั้งชนิดพอลิเมอร์เทอร์โมพลาสติกและพอลิเมอร์เทอร์โมเซตซึ่งใช้งานได้แตกต่างกันพลาสติก ย่อยสลายได้ยากและมีการใช้ในปริมาณมากจึง ก่อให้เกิด ปัญหาขยะ การลดการใช้ การใช้ซ้ำและการนำกลับมาใช้ใหม่ เป็นการช่วยลดปัญหาได้ทางหนึ่ง		
4	เชื้อเพลิง	ว 2.1 ม.4-6/ 20-25	พลังงานที่นำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ได้มาจากปฏิกิริยาเคมี และปฏิกิริยานิวเคลียร์ โดยปฏิกิริยาเคมีที่ให้พลังงานอาจได้มาจากปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้า ซึ่งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเขียนแสดงได้ด้วยสมการเคมี โดยแสดงชนิดและจำนวนของสารตั้งต้นที่ทำให้ปฏิกิริยากันและผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นรวมทั้งภาวะในการเกิดปฏิกิริยา การพิจารณาว่าปฏิกิริยาเคมีเกิดเร็วหรือช้าพิจารณาได้จากอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ความเข้มข้น อุณหภูมิ พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น ตัวเร่งปฏิกิริยา ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม ปฏิกิริยารีดอกซ์เป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกิดจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอนของสาร โดยปฏิกิริยารีดอกซ์มีทั้งที่ให้กระแสไฟฟ้าและไม่ให้กระแสไฟฟ้า สำหรับปฏิกิริยานิวเคลียร์จะใช้สารกัมมันตรังสีเป็นแหล่งของพลังงาน	18	10
สอบกลางภาค				3	20
สอบปลายภาค				3	30
รวม				60	100

โดยสรุป รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) ว32102 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์กายภาพ องค์ประกอบในอากาศ อะตอม ธาตุ การใช้ประโยชน์จากอากาศ มลพิษทางอากาศ โมเลกุลของน้ำ สารในแหล่งน้ำธรรมชาติ การละลายของสาร ในน้ำ ไขมันและน้ำมัน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามินและเกลือแร่ บรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร เชื้อเพลิง แบตเตอรี่ และสารกัมมันตรังสี อีกทั้งนักเรียนสามารถนำองค์ความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ โดยรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) ใช้ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ จำนวน 60 คาบ คาบละ 50 นาที แบ่งเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อากาศ จำนวน 9 คาบ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 น้ำ จำนวน 9 คาบ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 อาหาร จำนวน 18 คาบ และ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เชื้อเพลิง จำนวน 18 คาบ



2. แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์หลักการ แนวคิดของการวิจัยและพัฒนา การออกแบบระบบการเรียนการสอน และแนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนา

การวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) เป็นการแสวงหาความรู้และพัฒนาความรู้ทางการศึกษา ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย มีการวิจัยก่อนแล้วนำผลการวิจัยมาพัฒนานวัตกรรมแล้วนำผลที่พัฒนาจากการพัฒนานวัตกรรมไปสู่การพัฒนาปรับปรุงแก้ไข โดยขั้นตอนการวิจัยจะเริ่มจาก ขั้นตอนที่ 1 วิจัย (Research : R₁) เป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ปัญหาที่เกิดขึ้นหรือประเมินความต้องการ ขั้นตอนที่ 2 พัฒนา (Develop : D₁) เป็นการออกแบบและพัฒนา นวัตกรรมการศึกษา โดยนำผลขั้นที่ 1 มาพัฒนานวัตกรรม ให้มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ ไปขั้นที่ 3 วิจัย (Research : R₂) เป็นการนำนวัตกรรมไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายมีการประเมินระหว่างการใช้และเมื่อดำเนินการใช้แล้ว ในขั้นที่ 4 พัฒนา (Develop : D₂) ประเมินประสิทธิผลของนวัตกรรม กระบวนการพัฒนานวัตกรรม ใช้ระเบียบวิธีการวิจัยและพัฒนาในการพัฒนาการศึกษา การวิจัยและพัฒนา มาจากคำว่า Educational Research and Development เรียกย่อ ๆ ว่า R & D เป็นวิธีการที่ใช้พัฒนาและตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของงานด้านการศึกษา (ไพฑูริย์ ศรีฟ้า, 2548: 1) การวิจัยและพัฒนาเป็นกระบวนการศึกษาค้นคว้าคิดค้นอย่างเป็นระบบและน่าเชื่อถือโดยมีเป้าหมายในการพัฒนาผลผลิตเทคโนโลยี สิ่งประดิษฐ์ สื่อ อุปกรณ์ เทคนิควิธีหรือรูปแบบการทำงานหรือระบบบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลยิ่งขึ้นอย่างชัดเจน การวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) เป็นการศึกษาวิจัยพื้นฐาน (Basic Research) เป็นการศึกษาที่มุ่งเน้นความรู้และความเป็นจริงเกี่ยวกับทฤษฎี หลักการ กฎเกณฑ์ในการหาความรู้ทางด้านวิชาการ ส่วนการวิจัยประยุกต์ (Applied Research) เป็นการศึกษาวิจัยที่มุ่งเน้นการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558: 13) กระบวนการวิจัยและพัฒนาเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และพัฒนางาน เป็นยุทธศาสตร์ที่สำคัญต่อการปฏิรูปการเรียนรู้ให้ประสบความสำเร็จและมีความยั่งยืน การวิจัยและพัฒนาเป็นการพัฒนาแบบหนึ่งที่ใช้การวิจัยเป็นเครื่องมือหรือยุทธวิธีในการดำเนินงานที่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น โดยใช้กระบวนการวิจัยในการพัฒนางานได้อย่างเป็น

ระบบระเบียบมีการศึกษาทดลองบนฐานข้อมูลที่เชื่อถือได้และมีการปรับปรุงพัฒนาไปการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง (ทีศนา แชมมณี, 2562: 8)

โดยสรุป การวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R & D) เป็นกระบวนการที่ช่วยให้ผู้วิจัยสามารถค้นหาแนวคิด หลักการ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ได้ข้อมูลเชิงประจักษ์นำผลที่ได้มาพัฒนาปรับปรุง เพื่อให้ได้คุณภาพและมีประสิทธิภาพทางการศึกษา และสามารถใช้ประโยชน์จากผลการวิจัยนำไปพัฒนาปรับปรุงได้ เริ่มต้นจากการค้นคว้าหาความรู้ใหม่ ๆ การกำหนดนโยบายการวางแผน การแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งพัฒนาระบบการดำเนินงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยมีกระบวนการวิจัยและพัฒนา คือ การวิจัย (R_1) การพัฒนา (D_1) การวิจัย (R_2) และการพัฒนา (D_2)

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบระบบการเรียนการสอน

การออกแบบระบบการเรียนการสอนแบบ ADDIE (ADDIE Model)

Richey, Klein, and Tracey (2011) ได้กล่าวว่า การออกแบบระบบการเรียนการสอนที่เรียกว่า ADDIE Model ประกอบด้วยกิจกรรมในการดำเนินงาน 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การวิเคราะห์ (Analysis) 2) การออกแบบ (Design) 3) การพัฒนา (Development) 4) การนำไปใช้ (Implementation) และ 5) การประเมินผล (Evaluation) โดยรายละเอียดแต่ละขั้นมีดังนี้

1. การวิเคราะห์ (A : Analysis) เป็นขั้นตอนแรกของรูปแบบการเรียนการสอน ADDIE โดยการวิเคราะห์พิจารณาในประเด็นต่าง ๆ เช่น คุณลักษณะของนักเรียน วัตถุประสงค์ ความรู้ทักษะ และพฤติกรรมที่คาดหวัง ปริมาณและความลึกของเนื้อหา และแหล่งข้อมูลที่มี ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

1.1 การวิเคราะห์ปัญหาและความต้องการในการเรียนการสอนหรือการฝึกอบรม

1.2 การวิเคราะห์ระบบสิ่งแวดล้อมและสภาพขององค์กรเพื่อพิจารณาถึงทรัพยากร

1.3 การศึกษาลักษณะของกลุ่มประชากร

1.4 การวิเคราะห์เป้าหมายและจุดประสงค์ว่าเป็นการเรียนรู้ในลักษณะใดเช่น เรียนรู้เนื้อหาการเรียนรู้ทักษะหรือการเรียนรู้ที่เป็นความต้องการเฉพาะ

2. การออกแบบ (Design) เป็นขั้นตอนที่ดำเนินการต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยออกแบบบทเรียนตามกลยุทธ์ที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์โดยพิจารณาในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ วัตถุประสงค์ของบทเรียน การเรียงลำดับเนื้อหา วิธีการนำเสนอเนื้อหา การเลือกใช้สื่อ และการนำเสนอแบบทดสอบ เป็นต้น ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

- 2.1 การกำหนดเป้าหมายจุดประสงค์ที่สามารถสังเกตวัดได้
- 2.2 การจัดลำดับเป้าหมายและจุดประสงค์ให้ง่ายต่อการเรียนและการปฏิบัติ
- 2.3 การวางแผนการประเมินผลการเรียนรู้และการปฏิบัติ
- 2.4 การพิจารณาวิธีการเรียนการสอนให้เหมาะกับเนื้อหาการจัดกลุ่มการทำกิจกรรม
ของนักเรียนในลักษณะต่าง ๆ ในลักษณะกลุ่มและรายบุคคล
- 2.5 การคัดเลือกสื่อการเรียนการสอน
3. การพัฒนา (D : Development) เป็นขั้นตอนที่นำผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการ
ออกแบบมาดำเนินการจริง เพื่อพัฒนาบทเรียนตามที่วิเคราะห์ไว้ในขั้นตอนแรก เพื่อพัฒนาบทเรียน
ต้นแบบที่พร้อมจะนำไปทดลองใช้ในขั้นตอนต่อไป
 - 3.1 การสร้างสื่อ/กิจกรรมหรือโปรแกรมการเรียนการสอนตามที่ได้ออกแบบไว้
 - 3.2 การทดสอบ (Try-out) สื่อ/กิจกรรมหรือโปรแกรมการเรียนการสอนกับ
กลุ่มเป้าหมาย
 - 3.3 การปรับปรุงสื่อ/กิจกรรมหรือโปรแกรมการเรียนการสอน
4. การทดลองใช้ (I : Implementation) เป็นการนำบทเรียนที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับ
กลุ่มเป้าหมายตามวิธีการที่กำหนดไว้
 - 4.1 การเผยแพร่สื่อ/กิจกรรมหรือโปรแกรมการเรียนการสอนที่สร้างขึ้น
 - 4.2 การให้ความช่วยเหลือสนับสนุนให้ครูยอมรับสื่อ/กิจกรรมหรือโปรแกรมการเรียน
การสอนที่สร้างขึ้นและนำไปใช้
5. การประเมินผล (E : Evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายของรูปแบบการเรียนการสอน
ADDIE เพื่อประเมินผลบทเรียน และนำผลที่ได้ไปปรับปรุงคุณภาพของบทเรียน
 - 5.1 การสร้างเครื่องมือเพื่อประเมินสื่อ/กิจกรรมหรือโปรแกรมการเรียนการสอนตาม
จุดประสงค์ที่กำหนดไว้
 - 5.2 การทดสอบ (Try-out) สื่อ/กิจกรรมหรือโปรแกรมการเรียนการสอนและเครื่องมือ
วัดประเมินผลกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อวินิจฉัยผลการเรียนรู้ที่เกิดจากผู้เรียนและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ
ความสำเร็จและความล้มเหลวในการใช้โปรแกรมการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นเพื่อปรับปรุงแก้ไขให้มี
ความสมบูรณ์ขึ้น
 - 5.3 การประเมินผลหลังการนำสื่อกิจกรรมหรือโปรแกรมการเรียนการสอนไปใช้

ระบบการเรียนการสอนของ Dick Carey and Carey

Dick Carey and Carey (2005) ได้เสนอขั้นตอนระบบการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ ซึ่งเหมาะสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานและเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง เพราะมีขั้นตอนที่ชัดเจน โดยมี 10 ขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดเป้าหมายของการเรียนการสอน (Identify Instructional Goals) เป็นการกำหนดเป้าหมายของการเรียนการสอน เป็นการกำหนดให้นักเรียนสามารถทำอะไรได้บ้างเมื่อเรียนจบบทเรียนไปแล้ว ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้จากการปฏิบัติงาน (Performance Analysis) และวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นของนักเรียน (Need Assessment) ตามความต้องการในการเรียนรู้สิ่งใหม่ของนักเรียน

2. การวิเคราะห์การสอน (Analysis Instruction) เป็นขั้นตอนที่ดำเนินการวิเคราะห์การดำเนินการอย่างไรให้เป็นไปตามเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ โดยการวิเคราะห์ทีละขั้นตอน ซึ่งในขั้นตอนสุดท้ายของการวิเคราะห์การเรียนการสอน เป็นตัวกำหนดทักษะ ความรู้ เจตคติ พฤติกรรม นำเข้า (Entry Behavior) ที่นักเรียนสามารถทำได้ก่อนที่จะเรียนในครั้งต่อไป

3. การวิเคราะห์นักเรียนและบริบท (Analysis Learner and Contexts) เป็นการช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ทักษะต่าง ๆ บริบทต่าง ๆ ที่จะต้องใช้ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งทักษะ ความชอบ และเจตคติของนักเรียนจะถูกกำหนดโดยสถาบันหรือแหล่งฝึกทักษะ ข้อมูลเหล่านี้จะมีต่อระบบการเรียนการสอนในแต่ละขั้น เพื่อใช้ในการพัฒนากิจกรรมการสอนต่อไป

4. เขียนวัตถุประสงค์เชิงปฏิบัติการ (Write Performance Objectives) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์การเรียนการสอนและพฤติกรรมนำเข้าที่กำหนดไว้ เป็นการเขียนที่ระบุไว้ชัดเจนว่าผู้เรียนสามารถทำอะไรได้บ้างในด้านของความรู้และการปฏิบัติ เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนแต่ละครั้ง ข้อความที่ได้จากการเขียนในแต่ละครั้งได้มาจากทักษะที่ระบุไว้ในขั้นการวิเคราะห์การเรียนการสอน ต้องระบุทักษะที่นักเรียนจะต้องรู้เงื่อนไขที่ต้องปฏิบัติในการพัฒนาทักษะของนักเรียนพร้อมทั้งเกณฑ์ที่เป็นตัวบ่งชี้ของการบรรลุผลสำเร็จในการจัดการเรียนการสอน

5. การพัฒนาเครื่องประเมิน (Develop Assessment Instruction) เป็นการพัฒนาเครื่องมือประเมินผล เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นจะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ สามารถวัดความสามารถของนักเรียนได้ตามความต้องการ

6. พัฒนายุทธศาสตร์การสอน (Develop Instructional Strategy) เป็นการกำหนดกลยุทธ์ในการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ กลยุทธ์นี้จะเน้นการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนในด้านกิจกรรมก่อนเรียน การนำเสนอเนื้อหา การมีส่วนร่วมของนักเรียน และการวัดและประเมินผล

7. เลือกและพัฒนาวัสดุการเรียนการสอน (Develop and Select Instructional materials) เป็นการกำหนดการจัดการเรียนการสอน ประกอบด้วย คู่มือ สื่อการเรียนการสอน และการประเมินผล การเลือกใช้สื่อขึ้นอยู่กับผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักเรียน

8. ออกแบบและจัดการประเมินระหว่างเรียน (Design and Conduct Formative Evaluation of Instruction) หลังจากออกแบบการเรียนการสอน ต่อมาเป็นขั้นของการประเมินผล โดยรวบรวมข้อมูลเพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงการเรียนการสอน การประเมินผลระหว่างเรียน สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ 1) การประเมินเป็นรายบุคคล 2) การประเมินแบบกลุ่มย่อย และ 3) การประเมินภาคสนาม ในการออกแบบการประเมินจะต้องมีความแตกต่างกันของแบบประเมิน เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีความแตกต่างกัน

9. ออกแบบและการประเมินผลภายหลังการเรียนการสอน (Design and Conduct Summative Evaluation) เป็นขั้นของการประเมินคุณค่าของการเรียนการสอนจะปรากฏภายหลัง ที่ได้จัดการเรียนการสอนเสร็จสิ้นแล้วประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและทบทวนมีการการออกแบบการเรียนการสอนที่ได้กำหนดไว้บรรลุมาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่

10. ทบทวนการจัดการเรียนการสอน (Revise Instruction) เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการออกแบบระบบและพัฒนาการเรียนการสอน และเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการทบทวนการจัดการเรียนการสอน ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะนำมาใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้อของนักเรียน เป็นการระบุประสบการณ์การเรียนรู้ที่แตกต่างกันของนักเรียนในการบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ของแต่ละคน ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการประเมินสามารถนำมาใช้ในการตรวจสอบการวิเคราะห์การเรียนการสอนและคุณลักษณะของนักเรียน ซึ่งอาจเป็นสิ่งจำเป็นในการตรวจสอบเกี่ยวกับการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของนักเรียนให้สอดคล้องกับการจัดทำแบบทดสอบ

จากการศึกษาการออกแบบระบบการเรียนการสอน สรุปได้ว่า การวิเคราะห์การเรียนการสอนนำไปสู่การออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการโดยนำแนวคิดการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R & D) นำมาประยุกต์ร่วมกับแนวคิดการออกแบบระบบการเรียนการสอนแบบ ADDIE Model และการออกแบบ

ระบบการเรียนการสอนของ Dick, Carey and Carey มาใช้ในการตัดสินใจเกี่ยวกับการวางแผนการจัดการเรียนรู้และการดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งระบบให้มีความสัมพันธ์กัน

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้

2.3.1 ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

Saylor, Alexander, and Lewis (1981) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แบบ (Pattern) หรือแผน (Plan) ของการสอนที่มีการจัดกระทำพฤติกรรมขึ้นจำนวนหนึ่ง ซึ่งมีความแตกต่างกันเพื่อจุดหมาย หรือจุดเน้นเฉพาะเจาะจงอย่างใดอย่างหนึ่ง

Joyce and Weil (2009) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แนวทางในการสอนของครูผู้สอนที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความคิด ทักษะ ค่านิยม การแสดงออก รวมทั้งการให้แนวทางของวิธีการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพแก่นักเรียน โดยคาดหวังว่าการดำเนินการดังกล่าวจะส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการเรียนรู้ที่ดีในอนาคต

สุรางค์ ไคว้ตระกูล (2550) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีความหมายในสาระหลักเหมือนกันกับรูปแบบการเรียนการสอน จากการใช้คำในเรื่องเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และรูปแบบการเรียนการสอน โดยทั่วไปแล้วนักศึกษามีการใช้ในลักษณะที่เป็นเรื่องเดียวกัน เช่น “รูปแบบการสอน-การเรียนรู้”

ชนาธิป พรสกุล (2554) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แบบแผนการดำเนินการสอนที่จัดเป็นระบบมีความสอดคล้องกับทฤษฎีหรือหลักการเรียนรู้ ได้มีการพิสูจน์หรือทดสอบแล้วว่า มีประสิทธิภาพสามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้

ทิตินา แคมมณี (2562) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง สภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอน ที่จัดขึ้นอย่างเป็นระบบระเบียบตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อต่าง ๆ โดยมีการจัดกระบวนการหรือขั้นตอนในการเรียนการสอนโดยอาศัยวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ เข้าไปช่วยทำให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามหลักการที่ยึดถือ

โดยสรุป รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แบบแผนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่มีผู้ดำเนินการพัฒนาขึ้นมาตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดที่มีลักษณะเฉพาะเพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพื่อการแก้ปัญหาหรือให้เกิดความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนนั้นได้กำหนดไว้

2.3.2 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

Arends (2001) กล่าวว่า องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1. หลักการตามทฤษฎีที่นำมาใช้เป็นแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้
2. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
3. ขั้นตอนวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังจากการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้
4. เงื่อนไขทางสิ่งแวดล้อมในกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสนับสนุนให้การจัดการเรียนรู้ประสบผลสำเร็จหรือส่งผลไปสู่ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

Dick and Carey (2005: 9) กล่าวว่า องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ

1. การกำหนดจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้
2. การพัฒนาการจัดการเรียนรู้
3. การประเมินผลการจัดการเรียนรู้

จาก 3 องค์ประกอบสามารถแบ่งกิจกรรมการออกแบบระบบการจัดการเรียนรู้ ออกเป็น 10 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดเป้าหมายการจัดการเรียนรู้ (Identify Instructional Goals) เป็นการกำหนดเป้าหมายการจัดการเรียนรู้ ซึ่งต้องพัฒนาให้สอดคล้องกับความมุ่งหมายทางการศึกษา จากนั้นวิเคราะห์ความต้องการจำเป็น (Needs Analysis) และวิเคราะห์นักเรียน
2. วิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ (Conduct Instructional Analysis) ขั้นตอนนี้อาจทำก่อนหรือหลังขั้นที่ 3 หรืออาจทำไปพร้อม ๆ กันก็ได้ การวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้เป็นการวิเคราะห์ภารกิจ หรือวิเคราะห์ขั้นตอนดำเนินการจัดการเรียนรู้ ผลการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ที่ได้จะเป็นการจัดหมวดหมู่ของภารกิจ (Task Classification) ตามลักษณะของจุดมุ่งหมายการจัดการเรียนรู้
3. กำหนดคุณลักษณะของนักเรียน โดยศึกษาพฤติกรรมเบื้องต้นและคุณลักษณะของนักเรียน (Identify Entry Behaviors) ว่าเป็นนักเรียนระดับใด มีพื้นความรู้เพียงใด

4. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Write Performance Objectives) ซึ่งเป็น วัตถุประสงค์เฉพาะหรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายการสอนเพื่อ ประโยชน์ดังนี้

- 4.1 ช่วยให้เห็นแนวทางการจัดการเรียนรู้
- 4.2 เป็นแนวทางในการวางแผน การจัดสภาพแวดล้อมการจัดการเรียนรู้
- 4.3 ช่วยให้เห็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ
- 4.4 ช่วยนักเรียนให้เรียนอย่างมีจุดมุ่งหมาย

5. สร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Develop Criterion Referenced Test Items) เพื่อประเมินการจัดการเรียนรู้

6. พัฒนายุทธศาสตร์การจัดการเรียนรู้ (Develop Instructional Strategy) เป็น แผนการจัดการเรียนรู้หรือเหตุการณ์การจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมี ประสิทธิภาพตามจุดมุ่งหมายการจัดการเรียนรู้

7. พัฒนาและเลือกวัสดุการจัดการเรียนรู้ (Develop and Select Instructional Materials) เป็นการพัฒนาและเลือกสื่อการเรียนการจัดการเรียนรู้ทั้งสื่อสิ่งพิมพ์และสื่อโสตทัศน

8. ออกแบบและประเมินระหว่างเรียน (Design and Conduct Formative Evaluation)

9. ออกแบบและประเมินหลังเรียน (Design and Conduct Summative Evaluation)

10. ปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ (Revise Instruction) เป็นขั้นการแก้ไขและปรับปรุง การจัดการเรียนรู้ตั้งแต่ขั้นที่ 2 ถึงขั้นที่ 8

Joyce and Weil (2009: 5) กล่าวว่า องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยทั่วไปมีองค์ประกอบ 5 ประการ ดังนี้

1. หลักการของรูปแบบเป็นส่วนที่กล่าวถึงความเชื่อ แนวคิดของทฤษฎีที่รองรับ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้จะเป็นตัวกำหนดจุดประสงค์เนื้อหา กิจกรรม และขั้นตอนการดำเนินการในรูปแบบการจัดการเรียนรู้

2. จุดประสงค์ เป็นส่วนที่ระบุถึงความคาดหวังที่ต้องการให้เกิดขึ้นจากการใช้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้

3. เนื้อหา เป็นส่วนที่ระบุถึงเนื้อหาและกิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

4. กิจกรรมและขั้นตอนการดำเนินการ เป็นส่วนที่ระบุถึงวิธีการปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนเมื่อนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้

5. การวัดและประเมินผล เป็นส่วนที่ประเมินถึงประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

บุญเลี้ยง ทุมทอง (2556) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยทั่วไป มีองค์ประกอบร่วมที่สำคัญในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1. หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นส่วนที่กล่าวถึงความเชื่อและแนวคิด ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของการออกแบบและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะเป็นการกำหนด จุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมและขั้นตอนการดำเนินงานของรูปแบบการสอน

2. จุดประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุถึงความคาดหวังหรือสิ่ง ที่ต้องการให้เกิดขึ้นจากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

3. กระบวนการจัดการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุถึงขั้นตอน วิธีการและกิจกรรมต่าง ๆ ที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

4. การวัดและประเมินผล เป็นส่วนของการประเมินผลการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ทิตินา แคมมณี (2562) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ จำเป็นต้องมี องค์ประกอบสำคัญดังนี้

1. ปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อที่เป็นพื้นฐานหรือหลักของ รูปแบบการจัดการเรียนรู้

2. การบรรยายและอธิบายสภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับ หลักการที่ยึดถือ

3. การจัดระบบมีการจัดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบ ให้สามารถนำนักเรียนไปสู่เป้าหมายของระบบหรือกระบวนการนั้น ๆ

4. การอธิบายหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีสอนและเทคนิคการจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ อัน จะช่วยให้ กระบวนการจัดการเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

จากองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของนักการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยได้ สังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

Arends (2001)	Dick and Carey (2005)	Joyce and Weil (2009)	บุญเลี้ยง ทุมทอง (2556)	ทศนา เขมมณี (2562)	ผู้วิจัย สังเคราะห์
<p>หลักการตามทฤษฎีที่นำมาใช้เป็นแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้ นั้น ๆ</p>	<p>-</p>	<p>หลักการของรูปแบบเป็นส่วนที่กล่าวถึงความเชื่อแนวคิดของทฤษฎีที่รองรับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้จะเป็นตัวกำหนดจุดประสงค์เนื้อหา กิจกรรม และขั้นตอนการดำเนินการในรูปแบบการจัดการเรียนรู้</p>	<p>หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นส่วนที่กล่าวถึงความเชื่อและแนวคิด ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของการออกแบบและพัฒนากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะเป็นการกำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรม และขั้นตอนการดำเนินการเรียนรู</p>	<p>ปรัชญาทฤษฎีหลักการแนวคิดหรือความเชื่อที่เป็นพื้นฐานหรือหลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้</p>	<p>หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นส่วนที่กล่าวถึงแนวคิด ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของการออกแบบและพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะเป็นการกำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมและขั้นตอนการดำเนินงานของรูปแบบการจัดการจัดการเรียนรู้</p>
<p>ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง</p>	<p>การกำหนดจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้</p>	<p>จุดประสงค์เป็นส่วนที่ระบุถึงความคิดหวังที่ต้องการให้เกิดขึ้นจากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เนื้อหา เป็นส่วนที่ระบุถึงเนื้อหาและกิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้</p>	<p>จุดประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุถึงความคาดหวังที่ต้องการให้เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้</p>	<p>การบรรยายและอธิบายสภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหลักการที่ยึดถือ</p>	<p>จุดมุ่งหมาย จุดประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุถึงความคาดหวังหรือสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นจากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้</p>

ตารางที่ 4 (ต่อ)

Arends (2001)	Dick and Carey (2005)	Joyce and Weil (2009)	บุญเลี้ยง ทุมทอง (2556)	ทิศนา แคมมณี (2562)	ผลการสังเคราะห์
ขั้นตอนวิธีการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้บรรลุตามผลการเรียนรู้ ที่คาดหวังจากการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้	การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ การประเมินผลการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมและขั้นตอนการ ดำเนินการ เป็นส่วนที่ระบุถึง วิธีการปฏิบัติในแต่ละ ขั้นตอนเมื่อมาในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้	กระบวนการจัดการเรียนรู้ เป็น ส่วนที่ระบุถึงขั้นตอน วิธีการ และกิจกรรมต่าง ๆ ที่จะใช้ในการ จัดการเรียนรู้อยู่ เพื่อให้บรรลุ จุดประสงค์ของรูปแบบการจัดการ เรียนรู้	การจัดระบบ มี การ จัด องค์ประกอบและความสัมพันธ์ ขององค์ประกอบของระบบให้ สามารถนำมาจัดการเรียนรู้อย่างเหมาะสมของระบบหรือ กระบวนการนั้น ๆ	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนวิธีการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้บรรลุตามจุดมุ่งหมาย ที่คาดหวังจากการจัดการ เรียนรู้ตามรูปแบบ การ จัดการเรียนรู้อยู่
-	การประเมินผลการจัดการ เรียนรู้	การวัดและประเมินผล เป็น ส่วน ที่ ปร ะ เมิ ็น ถึง ประสิทธิภาพของรูปแบบ การจัดการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล เป็น ส่วนของการประเมินผลการ เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของ รูปแบบการจัดการเรียนรู้	-	การวัดและประเมินผล เป็นส่วนของการประเมินผล การเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมาย ของรูปแบบการจัดการ เรียนรู้
เงื่อนไขทางสิ่งแวดล้อมใน กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ ส่งเสริม สนับสนุนให้การ จัดการเรียนรู้ประสบผลสำเร็จ หรือส่งผลไปสู่ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	-	-	-	การอธิบายหรือให้ข้อมูล เกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ และเทคนิคต่าง ๆ อันจะช่วยให้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ เกิดประสิทธิภาพสูงสุด	เงื่อนไขการนำไปใช้ เงื่อนไขทางสิ่งแวดล้อมใน กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ ส่งเสริม สนับสนุนให้การ จัดการเรียนรู้อยู่ ประสบ ผลสำเร็จ

จากตารางที่ 4 ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Arends (2001) , Dick and Carey (2005) , Joyce and Weil (2009) , บุญเลี้ยง ทุมทอง (2556) , ทิศนา แคมมณี (2562) ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1) หลักการ

หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นส่วนที่กล่าวถึงแนวคิด ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของการออกแบบและพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะเป็นการกำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมและขั้นตอนการดำเนินงานของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

2) จุดมุ่งหมาย

จุดประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุถึงความคาดหวังหรือสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นจากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

3) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่คาดหวังจากการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้

4) การวัดและประเมินผล

เป็นส่วนของการประเมินผลการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

5) เงื่อนไขการนำไปใช้

เงื่อนไขทางสิ่งแวดล้อมในกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสนับสนุนให้การจัดการเรียนรู้ประสบผลสำเร็จ

3. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism)

3.1.1 แนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism)

ทิสนา แคมมณี (2562) นำเสนอเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่ว่า Vygotsky เป็นนักจิตวิทยาชาวรัสเซียที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาในสมัยเดียวกันกับ Piaget ผลงานของเขาเป็นที่ยอมรับกันในประเทศรัสเซียและเริ่มเผยแพร่สู่ประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศต่าง ๆ ในยุโรปเมื่อได้รับการแปลเป็นภาษาอังกฤษในปี ค.ศ. 1962 ต่อมาในปี ค.ศ. 1986 Kozulin ได้แปลและปรับปรุงหนังสือของ Vygotsky อีกครั้งหนึ่ง เป็นผลทำให้มีผู้นิยมนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย

ทฤษฎีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของ Piaget และของ Vygotsky เป็นรากฐานที่สำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) Piaget อธิบายว่า พัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซับหรือดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สัมพันธ์กันได้จะเกิดภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในสภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) Piaget เชื่อว่าคนทุกคนจะมีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม วุฒิภาวะ และกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น ส่วน Vygotsky ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมเป็นอย่างมาก ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติแล้ว ยังมีสิ่งแวดล้อมทางสังคมซึ่งก็คือวัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น

ทั้ง Piaget และ Vygotsky นับว่าเป็นนักทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มพุทธินิยม (Cognitivism) ซึ่งเป็นกลุ่มที่ให้ความสนใจศึกษาเกี่ยวกับ “Cognition” หรือกระบวนการรู้คิด หรือกระบวนการทางปัญญา แนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ ถ้าเปรียบเทียบกับแนวคิดนี้กับแนวคิดของทฤษฎีกลุ่มปรนัยนิยม (Objectivism) ซึ่งมีความเห็นว่า โลกนี้มีความรู้ความจริง ซึ่งเป็นแก่นแท้แน่นอนไม่เปลี่ยนแปลง การศึกษาคือการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ความรู้ความจริงเหล่านี้ ดังนั้นครูจึงต้องพยายามถ่ายทอดความรู้ความจริงนี้ให้ผู้เรียน และผู้เรียนจะสามารถรับรู้สิ่งที่ครูถ่ายทอดได้อย่างเข้าใจตามที่ครูต้องการ แต่นักทฤษฎีกลุ่มการสร้างความรู้มีความเห็นว่า แม้โลกนี้จะมีอยู่จริงและสิ่ง

ต่าง ๆ ที่อยู่ในโลกนี้จริง แต่ความหมายของสิ่งเหล่านั้นมิได้มีอยู่ในตัวมัน สิ่งต่าง ๆ มีความหมายขึ้นจากการคิดของคนที่รับรู้สิ่งนั้น และแต่ละคนจะให้ความหมายแก่สิ่งเดียวกัน แตกต่างไปอย่างหลากหลาย ดังนั้นสิ่งต่าง ๆ ในโลกนี้จึงไม่มีความหมายที่ถูกต้องหรือเป็นเป็นจริงที่สุด แต่ขึ้นกับความหมายของคนในโลก คนแต่ละคนเกิดความคิดจากประสบการณ์ อีกทั้งสิ่งแวดล้อมที่อยู่ประสบการณ์นั้นก็ย่อมเป็นส่วนหนึ่งของความคิดนั้น หรือเป็นความหมายส่วนหนึ่งของความคิดนั้น ด้วยเหตุนี้ Vygotsky จึงเน้นความสำคัญของความแตกต่างระหว่างบุคคล และการให้ความช่วยเหลือนักเรียนเพื่อความก้าวหน้า จากระดับพัฒนาการที่เป็นอยู่ไปถึงระดับพัฒนาการที่เด็กมีศักยภาพจะไปถึงได้

โดยสรุป แนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องจัดกระทำข้อมูลกับสิ่งแวดล้อม ไม่ใช่เพียงรับข้อมูลเข้ามา และนอกจากกระบวนการเรียนรู้จะเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ภายในสมองแล้วยังเป็นกระบวนการทางสังคม การสร้างความรู้จึงเป็นกระบวนการทั้งทางด้านสติปัญญาและสังคม เกิดจากการใช้ประสาทสัมผัสแล้วทำการไตร่ตรองความคิดเพื่อนำไปสู่กระบวนการในการค้นหาคำตอบ

3.1.2 ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม

Biggs and Moore (1993) กล่าวว่า คอนสตรัคติวิซึม เป็นทฤษฎีการสร้างความรู้เชิงจิตวิทยา มีมุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติของการเรียนรู้ โดยเน้นความสัมพันธ์ของความรู้ ซึ่งเป็นสิ่งที่ถูกสร้างมาเฉพาะบุคคลไม่ใช่การส่งผ่าน และมีการสร้างที่สอดคล้องกันเป็นลำดับการสอนตามแนวคิดนี้ต้องใช้ความคิดหรือการศึกษาอย่างลึกซึ้ง ทฤษฎีการสร้างความรู้ไม่ใช่ทฤษฎีการสอนแต่เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยมีพื้นฐานมาจากกลุ่มจิตวิทยาการเรียนรู้ ปรัชญา และมานุษยวิทยา การเรียนรู้ตามทฤษฎีนี้จึงเป็นกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม

Fosnot (1996) กล่าวว่า คอนสตรัคติวิซึม เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้ และเป็นการบรรยายโดยอาศัยพื้นฐานทางจิตวิทยา ปรัชญาและมานุษยวิทยาว่าความรู้ คืออะไร และได้รับความรู้มาอย่างไร ทฤษฎีนี้จึงอธิบายความรู้ว่าเป็นสิ่งชั่วคราวมีการพัฒนาไม่เป็นปรนัยและถูกสร้างขึ้นภายในตัวคน โดยอาศัยสื่อกลางทางสังคมและวัฒนธรรม ส่วนการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีนี้ถูกมองว่าเป็นกระบวนการที่สามารถควบคุมได้ด้วยตนเอง

ประมวล ศิริพันธ์แก้ว (2541) กล่าวว่า คอนสตรัคติวิซึม เป็นทฤษฎีที่เชื่อว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้ว เมื่อได้สัมผัสกับสถานการณ์ใหม่โดยผ่านกระบวนการและกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติ และสืบค้นด้วยตนเองหรือมีการแลกเปลี่ยนความรู้จาก

เพื่อน ความเข้าใจมีผลต่อการเรียนรู้ การเรียนรู้จะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพถ้าความรู้ที่มีอยู่ไม่ขัดต่อความรู้ความเข้าใจเดิม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) กล่าวว่า คอนสตรัคติวิซิม เป็นทฤษฎีที่เชื่อว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาบ้างแล้ว ความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ไม่ได้มาจากการบอกเล่า แต่เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนต้องสืบค้น แสวงหา สืบตรวจสอบ และค้นคว้าต่าง ๆ ด้วยวิธีการของตนจนทำให้เกิดความเข้าใจ และเกิดการรับรู้ที่มีความหมาย จึงสามารถเป็นองค์ความรู้และเก็บข้อมูลในสมองได้ยาวนาน

โดยสรุป ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิม (Constructivism) หมายถึง ทฤษฎีที่ว่าด้วยการสร้างองค์ความรู้ หรือทฤษฎีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งมีแนวคิดหลักว่าบุคคลเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีต่าง ๆ โดยอาศัยประสบการณ์เดิมกับโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ และแรงจูงใจของตนเองเป็นจุดเริ่มต้น เมื่อได้สัมผัสกับสถานการณ์ใหม่ โดยผ่านกระบวนการและกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติ และสืบค้นด้วยตนเองหรือมีการแลกเปลี่ยนความรู้ จะส่งผลให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

3.1.3 บทบาทของผู้สอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิม

Brooks and Brooks (1993) ได้อธิบายเกี่ยวกับบทบาทการสอนของครูตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิมไว้ 12 ประการ ดังนี้

1. ผู้สอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิม จะต้องเป็นผู้ให้กำลังใจและยอมรับความเป็นอิสระและความคิดริเริ่มของผู้เรียน เพราะความเป็นอิสระและความคิดริเริ่มของผู้เรียน เป็นสาเหตุทำให้ผู้เรียนได้มีการเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ การที่ผู้เรียนเกิดคำถามและสามารถตอบคำถามนั้นได้โดยการวิเคราะห์ แสดงว่าผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ และสามารถกลายเป็นผู้แก้ปัญหาได้ดีเท่ากับผู้ค้นพบปัญหา

2. ผู้สอนควรใช้ข้อมูลตามธรรมชาติและแหล่งการเรียนรู้ที่แท้จริง ประกอบกับความชำนาญในการสอนตามกรอบแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิมนั้น เริ่มต้นด้วยการเรียนรู้จากผลของการค้นคว้า ความสัมพันธ์กับปัญหาที่แท้จริง

3. ผู้สอนควรใช้คำพูดที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความคิด เช่น ให้จำแนก ให้วิเคราะห์ ให้ทำนาย และให้สร้างสรรค์ โดยให้ผู้เรียนใช้กิจกรรมทางปัญญา ได้แก่ การวิเคราะห์ (Analysis) การ

แปลความหมาย (Interpretation) การจัดประเภท (Classification) และการทำนาย (Prediction) เพื่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สร้างความเข้าใจเนื้อหาต่าง ๆ

4. ผู้สอนยินยอมให้ผู้เรียนนำเข้าสู่บทเรียน เปลี่ยนกลยุทธ์ในการสอนและการเปลี่ยนแปลงเนื้อหา ซึ่งไม่ได้หมายความว่า ความสนใจหรือความไม่สนใจของผู้เรียนนั้นจะส่งผลให้ประเด็นหลักหรือเนื้อหาตามหลักสูตรต้องตัดออกไป แต่หมายความว่า ผู้สอนจะนำสิ่งที่ได้จากผู้เรียนในขณะนั้นมาใช้ในการเรียนการสอน การที่ผู้เรียนมีความสนใจ กระตือรือร้น เป็นสิ่งที่มีประโยชน์มากกว่าการเรียนรู้เฉพาะบทเรียน

5. ผู้สอนจะต้องพยายามทำความเข้าใจทัศนคติของผู้เรียน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความเข้าใจของตนเองออกมาก่อนการถามความเข้าใจของผู้เรียนจะเป็นการจำกัดความคิดของผู้เรียน ผู้เรียนจะยุติการคิดเพื่อรอคำแนะนำและคำตอบจากผู้สอน

6. ผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการสนทนาทั้งกับผู้สอนและผู้อื่น แนวทางหนึ่งที่จะเปลี่ยนแปลงหรือเป็นแรงเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดความเข้าใจมากขึ้น คือการเข้าไปมีส่วนร่วมในการอภิปราย การที่ผู้เรียนได้มีโอกาสในการเสนอความคิดของตนเอง ได้รับฟังและได้สะท้อนความคิดของผู้อื่นถือเป็นกระบวนการที่ช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความเข้าใจใหม่ หรือสะท้อนความเข้าใจเดิมที่ตนมีอยู่

7. ผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ถาม กระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถใช้คำถามที่ซับซ้อน และใช้คำถามปลายเปิดถือเป็นการท้าทายให้ผู้เรียนได้แสวงหาไปถึงประเด็นที่ลึกซึ้งและกว้างไกล เพื่อนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงหรือการปฏิรูปความเข้าใจของตนเอง

8. ผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีการตอบสนอง เมื่อผู้เรียนได้มีการเริ่มต้นในการตอบสนอง และมีการตอบสนองบ่อยขึ้น ผู้เรียนจะได้มีโอกาสตรวจสอบและประเมินความเข้าใจและความผิดพลาดของตนเอง เป็นกระบวนการที่นำผู้เรียนไปสู่การสร้างความเข้าใจในประเด็นปัญหาและความคิดของตนเอง

9. ผู้สอนจะกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีการโต้แย้งหรือปฏิเสธสมมติฐานที่ตั้งขึ้น และกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายโต้แย้งส่งผลให้ผู้เรียนได้มีการพัฒนาทางปัญญา

10. ผู้สอนต้องให้เวลากับผู้เรียนเพื่อรอคำตอบหลังจากที่ถามคำถาม ผู้เรียนบางส่วนจะไม่พร้อมที่จะตอบสนองในทันที จึงต้องใช้เวลา การที่ผู้สอนต้องการคำตอบทันที อาจจะกลายเป็นการยับยั้งความคิดของผู้เรียนได้

11. ผู้สอนควรใช้เวลากับผู้เรียนในการสร้างความสัมพันธ์และการสร้างสรรค์ การเปรียบเทียบ ผู้สอนควรจัดเตรียมกิจกรรมสำหรับชั้นเรียนและจัดเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้สร้างรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างแนวความคิดต่าง ๆ ด้วยตนเอง

12. ผู้สอนต้องคอยตอบสนองความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียนในทุกสถานการณ์
ทิตินา แชมมณี (2562) ได้กล่าวว่า บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้ตามแนว
ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม คือ

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสังเกต สำรวจเพื่อให้เห็นปัญหา
 2. มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน เช่น แนะนำ ถามให้คิด หรือสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง
 3. ช่วยให้ผู้เรียนคิดค้น ให้ทำงานเป็นกลุ่ม
 4. ประเมินความคิดรวบยอดของผู้เรียน ตรวจสอบความคิดและทักษะการคิดต่าง ๆ
- การปฏิบัติ การแก้ปัญหาและพัฒนา ให้เคารพความคิดและเหตุผลของผู้อื่น

โดยสรุป บทบาทผู้สอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม มีบทบาทสำคัญกับผู้เรียนเป็นอย่างมาก โดยครูจะต้องใช้เวลากับผู้เรียนในการหาคำตอบ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สังเกต และยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยใช้แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายในการตอบสนองความอยากรู้อยากเห็น และจัดกิจกรรมกลุ่มเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันและระหว่างผู้เรียนกับครู

3.2 แนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา (STEM Education) ได้รับการกล่าวถึงครั้งแรกตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ. 1990 ในการประชุมด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา (The Interagency Meeting on Science Education) จัดขึ้นโดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (The National Science Foundation : NSF) ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้มีการกำหนดอักษรย่อสะเต็ม ซึ่งหมายถึง การบูรณาการของศาสตร์ 4 ศาสตร์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) สาเหตุของการเกิดขึ้นของสะเต็มศึกษา เนื่องมาจากในช่วงเวลานั้น ประเทศสหรัฐอเมริกาขาดแคลนบุคลากรที่ทำงานในด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ตลอดจนคะแนนในการประเมินระดับนานาชาติตกต่ำลงเรื่อย ๆ ประกอบกับการเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ทำให้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มีความจำเป็น ด้วยเหตุนี้ประเทศสหรัฐอเมริกานำโดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ จึงได้ส่งเสริมให้มีการเน้นสะเต็มศึกษา ในการจัดการศึกษาทุกระดับ โดยมีเป้าหมาย 3 ประการคือ 1) เพื่อเพิ่มความสามารถใน

การแข่งขันด้านสะเต็ม และคะแนนการประเมินด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์กับนานาชาติประเทศ
 2) เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเรียนในสาขาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มมากขึ้น และ 3) เพื่อส่งเสริมให้นักเรียน
 ทุกคนเป็นประชาชนที่รู้สะเต็ม คือสามารถนำความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มไปใช้ในการ
 ดำรงชีวิตในโลกปัจจุบัน (ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2560; พัชรี รมพะยอม วิชัยดิษฐ, 2562; ปัฐมาภรณ์
 พิมพ์ทอง, 2564)

3.2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

Vasquez (2013) ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ว่าเป็นการบูรณาการ
 วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีการแบบสหวิทยาการควบคู่กับการ
 นำไปใช้ในชีวิตจริงกับการเรียนรู้โดยมีปัญหาเป็นฐาน โดยสะเต็มศึกษาจะเป็นการบูรณาการทั้ง 4
 สาขาวิชา เพื่อเชื่อมโยงวิธีการเรียนรู้ให้เข้าด้วยกัน ซึ่งทั้ง 4 สาขาวิชาสามารถอธิบายได้ดังนี้

วิทยาศาสตร์ (Science : S) เป็นการศึกษาทำความเข้าใจปรากฏการณ์ทาง
 ธรรมชาติ ซึ่งสามารถแยกออกได้เป็น ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ ดาราศาสตร์ และวิทยาศาสตร์พื้นฐาน
 ทั่วไป

เทคโนโลยี (Technology : T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือ
 กระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของมนุษย์ โดยผ่านกระบวนการทำงานทาง
 เทคโนโลยี

วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering : E) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการคิดแก้ปัญหาผ่านการ
 วางแผน ออกแบบ สร้างหรือดัดแปลง เพื่อให้เกิดกระบวนการและการพัฒนาสำหรับนวัตกรรมต่าง ๆ
 โดยผ่านกระบวนการ Engineering design process

คณิตศาสตร์ (Mathematic : M) เป็นวิชาที่ไม่ใช่หมายถึงแค่การนับจำนวนเท่านั้น
 แต่เกี่ยวกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญ คือ กระบวนการคิดคณิตศาสตร์ ภาษาคณิตศาสตร์ การส่งเสริม
 การคิด คณิตศาสตร์ขั้นสูง

Hopkins Public School (2016) ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ว่าเป็นการ
 เรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ไม่ได้หมายความว่า
 จัดการเรียนการสอนสี่วิชานี้แบบเอกเทศ STEM คือ การบูรณาการหลักสูตรรายวิชาหรือเชื่อมโยงโอกาส
 การเรียนรู้ในศาสตร์ทั้งสี่ให้แก่นักเรียนได้เกิดการสำรวจ ค้นพบ และรู้จักแก้ปัญหา

Livescience (2016) ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ว่าเป็นหลักสูตรที่ให้ความรู้
 ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แก่นักเรียนในลักษณะของสห

วิทยาการ ไม่สอน 4 วิชานี้ออกจากกัน ซึ่งจะนำไปสู่การนำไปใช้ได้ในชีวิตจริงและมุ่งให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปพัฒนาประเทศให้เติบโตเพิ่มมากขึ้น

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย (2556) ให้ความหมายของ สะเต็มศึกษา คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาสผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้าและการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ว่าเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน ช่วยผู้เรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 สหวิทยาการกับชีวิตจริงและการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหา การหาข้อมูล และวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้

ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง (2564) ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ว่าเป็นการบูรณาการความรู้และทักษะของศาสตร์ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้แบบบูรณาการ และมีทักษะที่เป็นสากลที่สามารถนำไปใช้ได้ในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะเป็นพหุวิชา

โดยสรุป สะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน โดยนำลักษณะธรรมชาติและกระบวนการของแต่ละสาขาวิชามาสผสมผสานกันเพื่อที่จะมุ่งให้นักเรียนเกิดความรู้ กระบวนการคิด ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการปฏิบัติงาน เพื่อนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

3.2.2 การบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

Vasquez et al. (2013) ได้แบ่งระดับการบูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1) การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary)

นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดนี้แยกกัน เช่น การบูรณาการในรายวิชาคณิตศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์

2) การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary)

นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แยกกันตามหัวข้อหลัก (Theme) ที่ครูทุกวิชากำหนดร่วมกัน และมีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้น ๆ

3) การบูรณาการแบบสหวิทยา (Interdisciplinary)

นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะจาก 2 วิชาขึ้นไปร่วมกัน โดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชาเพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกัน

4) การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary)

นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาและฝึกทักษะของทั้ง 4 วิชาแล้วนั้นยังได้ประยุกต์ความรู้ทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง

Roger Bybee (2013) ได้แบ่งการบูรณาการในสะเต็มเป็น 9 ลักษณะ ดังนี้

1) ให้ความสำคัญกับศาสตร์ใดศาสตร์หนึ่งเป็นสำคัญ

2) ให้ความสำคัญกับวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นหลัก และแยกจากศาสตร์อีกสองศาสตร์ คือ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ อย่างชัดเจน

3) ศาสตร์อื่น ๆ ได้แก่ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ รวมเข้าด้วยกัน เป็นวิทยาศาสตร์ เปรียบเหมือนวิทยาศาสตร์ คือ บ้านหนึ่งหลัง ส่วนศาสตร์อื่น ๆ คือห้องต่าง ๆ ในบ้านหลังนั้น

4) แยกแต่ละศาสตร์ออกจากกัน และให้ความสำคัญกับแต่ละศาสตร์เท่า ๆ กัน

5) วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ แยกกันอย่างชัดเจน แต่ก็เชื่อมโยงกันด้วยเทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์

6) ศาสตร์แต่ละศาสตร์แยกกันอย่างชัดเจน แต่มีการนำแนวคิดและกระบวนการบางอย่างของแต่ละศาสตร์นำมาใช้และประยุกต์ใช้ในศาสตร์อื่น

7) การนำศาสตร์สองหรือสามศาสตร์มารวมกัน โดยให้ความสำคัญกับแต่ละศาสตร์อย่างเท่าเทียมกัน

8) การบูรณาการแบบคาบเกี่ยวกันของแต่ละศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ในวิชา หรือ บทเรียนเดียวกัน

9) การบูรณาการทุกศาสตร์เข้าด้วยกันเป็นหนึ่งวิชา เรียกว่าเป็นการบูรณาการแบบข้ามศาสตร์ โดยมุ่งใช้ความรู้ และทักษะจากทุกศาสตร์ ในการอธิบายหรือแก้ปัญหาในชีวิตจริง

3.2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

Nation Research Council หรือ NRC (NRC, 2012 อ้างถึงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) เสนอขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5. ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

Billiar, Hubelbank, Oliva, & Camesano (2014) เสนอขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มี 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุปัญหา/ความต้องการ (Identify the Problem/Need)
2. การศึกษาและจัดลำดับจุดประสงค์และข้อจำกัด (Research and Rank Objectives and Constraints)
3. การหาวิธีการแก้ปัญหา (Develop Possible Solution)
4. เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดภายใต้ข้อจำกัด (Select the Best Solution within Constraints)
5. สร้างแบบจำลองของการแก้ปัญหา (Construct a Prototype/Model Solution)
6. การทดสอบ/ประเมินผลของแบบจำลองการแก้ปัญหา (Test/Evaluate the Solution)
7. การนำเสนอ/สื่อสารผลการประเมิน (Present/Communicate the Results)
8. การปรับปรุงและแก้ไขพัฒนา (Redesign and Revise)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) เสนอขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเป็นขั้นตอนการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ มีขั้นตอนดังนี้

1. การระบุปัญหา (Identify and challenge)

ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน และจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง บางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราระบุประกอบไปด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหาผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้น เพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore ideas)

ขั้นตอนนี้จะทำการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา โดยในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ผู้แก้ปัญหาอาจมีการดำเนินการในขั้นตอนนี้โดยพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหา แล้วจดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นสำเร็จแล้วจึงทำการประเมินแนวคิดเหล่านั้นโดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. การวางแผนและพัฒนา (Plan and develop)

ในการวางแผนการดำเนินงาน ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน ในขั้นตอนของการพัฒนาผู้แก้ปัญหามust วาดแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4. การทดสอบและประเมินผล (Test and evaluate)

เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดลองและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

5. การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the solution)

หลังจากการพัฒนา ปรับปรุง ทดสอบ และประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหามust นำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

จากขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การสังเคราะห์ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

NRC (2012)	Billiar, Hubelbank, Oliva, & Camesano (2014)	สถาบันส่งเสริมการ สอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี (2557)	ผู้วิจัยสังเคราะห์
ระบุปัญหา	การระบุปัญหา/ความ ต้องการ	การระบุปัญหา	การระบุปัญหา
รวบรวมข้อมูลและ แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ ปัญหา	การศึกษาและจัดลำดับ จุดประสงค์และ ข้อจำกัด	การค้นหาแนวคิดที่ เกี่ยวข้อง	การค้นหาแนวคิดที่ เกี่ยวข้อง
ออกแบบวิธีการ แก้ปัญหา	การหาวิธีการแก้ปัญหา	การวางแผนและพัฒนา	การออกแบบวิธีการ แก้ปัญหา
วางแผนและ ดำเนินการแก้ปัญหา	เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ ดีที่สุดภายใต้ข้อจำกัด สร้างแบบจำลองของ การแก้ปัญหา		การวางแผนและ ดำเนินการแก้ปัญหา
ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข วิธีการแก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน	การทดสอบ/ ประเมินผลของ แบบจำลองการ แก้ปัญหา	การทดสอบและ ประเมินผล	การทดสอบและ ประเมินผล
นำเสนอวิธีการ แก้ปัญหา ผลการ แก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	การนำเสนอ/สื่อสารผล การประเมิน การปรับปรุงและแก้ไข พัฒนา	การนำเสนอผลลัพธ์	การนำเสนอผลการ แก้ปัญหา

จากตารางที่ 5 ผลการสังเคราะห์ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา NRC (2012) , Billiar, Hubelbank, Oliva, & Camesano (2014) , สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย

1) การระบุปัญหา

เป็นการทำความเข้าใจปัญหา วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

3) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

4) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5) การทดสอบและประเมินผล

เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ

6) การนำเสนอผลการแก้ปัญหา

เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

3.2.4 การวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ได้ให้แนวทางการวัดผลและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษาดังนี้

การวัดผลและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา เน้นการวัดและประเมินผลในสภาพจริงและที่นักเรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน ครูผู้สอนจะได้ข้อมูลที่เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และ

พัฒนานักเรียนให้เต็มตามศักยภาพตามความถนัด และความสนใจของแต่ละบุคคล ซึ่งแนวทางการวัด และประเมินผลมีดังนี้

3.2.5 การประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment)

การประเมินจากสภาพจริง (Authentic Assessment) คือ การประเมิน ความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน จากการแสดงออก การกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างความรู้ด้วย ตนเอง

3.2.5.1 ลักษณะสำคัญของการประเมินจากสภาพจริง

1. การประเมินต้องผสมผสานไปกับการจัดการเรียนรู้และต้องประเมิน อย่างต่อเนื่องโดยใช้วิธีประเมินหลาย ๆ วิธีที่ครอบคลุมพฤติกรรมหลาย ๆ ด้านในสถานการณ์ต่างกัน
2. สามารถประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการ ปฏิบัติงาน ศักยภาพของนักเรียนในแง่ของผู้ผลิตและกระบวนการที่ได้ผลผลิตมากกว่าที่จะประเมินว่า นักเรียนสามารถจดจำความรู้อะไรบ้าง
3. มุ่งเน้นประเมินศักยภาพโดยรวมของนักเรียนทั้งด้านความรู้พื้นฐาน ความคิดระดับสูง ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร เจตคติ ลักษณะนิสัย ทักษะในด้านต่าง ๆ และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
4. ให้ความสำคัญต่อพัฒนาการของนักเรียน ข้อมูลที่ได้จากการประเมิน หลาย ๆ ด้าน และหลากหลายวิธี สามารถนำมาใช้ในการวินิจฉัยจุดเด่นของนักเรียนที่ควรส่งเสริม และวินิจฉัยจุดด้อยที่จะต้องให้ความช่วยเหลือหรือแก้ไข เพื่อให้ นักเรียนได้พัฒนาเต็มศักยภาพ
5. ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการจัดการ เรียนรู้ และการวางแผนการจัดการเรียนรู้ของครูว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ หรือไม่ ครูสามารถนำข้อมูลจากการประเมินมาปรับกระบวนการนำเสนอเนื้อหา กิจกรรม และตัวแปร อื่น ๆ
6. เป็นการประเมินที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้รู้จัก ตัวเอง เชื่อมั่นในตัวเอง และสามารถพัฒนาตนเองได้
7. เป็นการประเมินที่ทำให้การจัดการเรียนรู้มีความหมาย และเพิ่มความ เชื่อมั่นได้ว่านักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่การใช้ชีวิตในสังคมได้

3.2.5.2 วิธีการและแหล่งข้อมูลที่ใช้

เพื่อให้การวัดและประเมินผลได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน ผลการประเมินอาจจะได้มาจากแหล่งข้อมูลและวิธีการต่าง ๆ ดังนี้

1. การสังเกตการณ์พฤติกรรมการแสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม
2. ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน
3. การสัมภาษณ์
4. บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน
5. การประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน
6. การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ
7. การใช้แฟ้มสะสมผลงาน
8. การทดสอบ

3.2.6 การวัดและประเมินด้านความสามารถ (Performance Assessment)

1. ความสามารถของนักเรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานที่กำหนดให้และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ปัญหาหรือปฏิบัติงานได้จริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงานและกระบวนการคิด
2. การประเมินผลด้านความสามารถ ประเมินได้ทั้งการแสดงออก กระบวนการทำงาน และผลผลิตของงานโดยจะให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด คุณภาพของงานมากกว่าผลสำเร็จของงาน
3. ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของนักเรียนทำได้หลายแนวทางต่าง ๆ กัน ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และความสนใจของนักเรียน

3.3 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน

3.3.1 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

Budnitz (2003) กล่าวว่า ลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning : IBL) เป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructive Theory) โดยมีองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้ คือ คำถาม หรือการถามคำถาม (Asking Questions) ซึ่งเป็นหัวใจของการเรียนรู้

แบบสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้เหมาะสมกับสังคมโลกในปัจจุบันที่มีการแลกเปลี่ยนอย่างรวดเร็วทั้งทางด้านความรู้ ข่าวสาร ข้อมูล รวมทั้งเทคโนโลยีต่าง ๆ การสืบเสาะหาความรู้เป็นแนวคิดที่มีความซับซ้อนและมีความหมายแตกต่างกันไปตามบริบทที่ใช้และผู้ให้คำจำกัดความ

Wu and Hsieh (2006) กล่าวว่า ลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย คือ การถามคำถาม ออกแบบการสำรวจข้อมูล การสำรวจข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปผล การคิดค้นประดิษฐ์การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสื่อสารคำอธิบาย

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2544) กล่าวว่า ลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้ผู้เรียนได้บรรลุเป้าหมาย วิธีสืบเสาะหาความรู้จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) กล่าวว่า ลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา ตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้เรียนรู้ที่มีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ เผชิญหน้ามา

ทิตินา แคมมณี (2562) กล่าวว่า ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการสืบเสาะ เป็นการดำเนินการเรียนการสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งเรียนรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น

โดยสรุป ลักษณะของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ โดยมีครูเป็นผู้กำกับควบคุมดำเนินการให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ กระตุ้น ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ รวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน

3.3.2 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

Gerber et al. (2001) กล่าวว่า ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การสำรวจ (exploration) ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ ให้ผู้เรียนเก็บข้อมูลที่จำเป็นเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ของวิชาวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 2 การสร้างมโนทัศน์หรือการสร้างความรู้ (concept invention/term introduction) เป็นขั้นตอนที่ต่อจากการสำรวจ ผู้เรียนสามารถตีความจากข้อมูลที่ได้ สร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนพัฒนาความรู้ความเข้าใจมโนทัศน์และคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 3 การขยายมโนทัศน์ (expansion) เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำมโนทัศน์มาใช้ประโยชน์ สามารถเชื่อมโยงประสบการณ์ใหม่กับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่

Budnitz (2003) กล่าวว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การสร้างความสนใจ (Engagement)
2. การสำรวจและค้นหา (Exploration)
3. การอธิบาย (Explanation)
4. การขยายความรู้ (Elaboration)
5. การประเมินผล (Evaluation)

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) กล่าวว่า ขั้นตอนของกระบวนการสืบเสาะ แบ่งเป็น 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน ครูเป็นผู้นำอภิปรายโดยตั้งปัญหาเป็นอันดับแรก

ขั้นที่ 2 ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรมทดลอง อาจจะเป็นการตั้งสมมติฐาน ครูอธิบายหรือให้คำแนะนำเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองว่ามีวิธีการใช้อย่างไร จึงจะไม่เกิดอันตราย และมีข้อควรระวังในการทดลองแต่ละครั้งอย่างไรบ้าง

ขั้นที่ 3 ขั้นทำการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือกระทำการทดลอง พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง

ขั้นที่ 4 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง เป็นขั้นของการนำเสนอข้อมูล และสรุปผลการทดลอง ในตอนนี้ครูต้องนำการอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อนำผู้เรียนไปสู่ข้อสรุป เพื่อให้ได้แนวคิดหรือหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียน

ทศนา แคมมณี (2562) กล่าวว่า ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เผชิญปัญหา ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ได้ใช้กระตุ้นความสนใจและต้องการสืบเสาะหาความรู้ควรเหมาะสมกับความสามารถและความสนใจของผู้เรียน

ขั้นที่ 2 แสดงความคิดเห็นต่อปัญหา ผู้สอนอาจจะกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นที่มีความแตกต่างทางความคิด เพื่อท้าทายให้ผู้เรียนพยายามหาทางสืบเสาะหาข้อมูล

ขั้นที่ 3 วางแผนในการแสวงหาความรู้ เป็นการวางแผนที่มีสืบเสาะหาข้อมูลแหล่งที่มาของข้อมูล เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ในขั้นนี้เป็นการฝึกทักษะการสืบเสาะ (Inquiry) ของผู้เรียน ผู้สอนทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการให้คำแนะนำเกี่ยวกับการวางแผนและแหล่งความรู้

ขั้นที่ 4 ดำเนินการสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียนดำเนินการเสาะหาความรู้ตามแผนงานที่ตั้งไว้

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลข้อมูล การนำเสนอและการอภิปรายผล ผู้เรียนนำเสนอผลอภิปรายร่วมกันและประเมินผลงานและกระบวนการเรียนรู้ที่ได้รับ

ขั้นที่ 6 กำหนดประเด็นปัญหาที่จะต้องมีการสืบเสาะหาคำตอบต่อไป การสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้ได้รับความรู้ ความเข้าใจ และคำตอบในเรื่องที่ศึกษา

จากขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐานของนักการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การสังเคราะห์ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน

Gerber et al. (2001)	Budnitz (2003)	พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544)	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555)	ทิตนา เขมมณี (2562)	ผู้วิจัย สังเคราะห์
-	ขั้นการสร้างความสนใจ	ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	ขั้นการสร้างความสนใจ	ขั้นเผชิญปัญหา	การสร้างใจ
ขั้นการสำรวจ	ขั้นการสำรวจและค้นหา	ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรมทดลอง	ขั้นการสำรวจและค้นหา	ขั้นแสดงความคิดเห็นต่อปัญหา	การสำรวจและค้นหา
		ขั้นทำการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล		วางแผนในการแสวงหาความรู้	
ขั้นการสร้างโมเดลหรือการสร้างความรู้	ขั้นการอธิบาย	ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง	ขั้นการอธิบาย	ขั้นดำเนินการสืบเสาะหาความรู้	การอธิบาย
				ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล	
ขั้นการขยายโมเดล	ขั้นการขยายความรู้	-	ขั้นการขยายความรู้	ขั้นวิเคราะห์ข้อผิดพลาดและการอภิปรายผล	การขยายความรู้
		กำหนดประเด็นปัญหาที่จะต้องมีกรสืบเสาะหาคำตอบต่อไป			
-	ขั้นการประเมินผล	-	ขั้นการประเมินผล	-	การประเมินผล

จากตารางที่ 6 ผลการสังเคราะห์ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นฐาน Gerber et al. (2001), Budnitz (2003), พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544), สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555), ทิศนา ขัมมณี (2562) ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน ประกอบด้วย

1) การสร้างความสนใจ

การให้นักเรียนเผชิญปัญหา หรือสถานการณ์ที่ใช้กระตุ้นความสนใจ และความต้องการสืบเสาะหาความรู้

2) การสำรวจและค้นหา

การให้นักเรียนวางแผนในการแสวงหาความรู้ เป็นการวางแผนที่มีสืบเสาะหาข้อมูล แหล่งที่มาของข้อมูล เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และดำเนินการสืบเสาะหาความรู้ตามแผนงานที่ตั้งไว้

3) การอธิบาย

การวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลข้อมูล การนำเสนอและการอภิปรายผล นักเรียนนำเสนอผล อภิปรายร่วมกัน

4) การขยายความรู้

การให้นักเรียนนำมโนทัศน์มาใช้ประโยชน์ สามารถเชื่อมโยงประสบการณ์ใหม่กับ ประสบการณ์เดิมที่มีอยู่

5) การประเมินผล

การประเมินผลงานและกระบวนการเรียนรู้ที่ได้รับ

3.4 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning : PBL) เป็นการจัดการศึกษาที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา และคิดอย่างสร้างสรรค์ อีกทั้งผู้เรียนมีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติ และแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจากแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกสถานศึกษา (Savin- Baden and Howell Major, 2004) การจัดการเรียนรู้แบบการใช้ปัญหาเป็นฐานจะบรรลุเป้าหมายเมื่อเรียนเป็นกลุ่มย่อย (Small Group) ผู้เรียนสามารถนำตนเองได้ (Self-Directed) และสามารถประเมินผลตัวเองได้ (Self-Assessed)

3.4.1 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

Howard (2000) กล่าวโดยสรุปว่าลักษณะทั่วไปของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีดังนี้

1. เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้อย่างแท้จริง (Student-Centered Learning)
2. จัดผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย (ขนาดประมาณ 6-10 คน)
3. ครูทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ (Facilitator) หรือผู้ให้คำแนะนำ (Guide)
4. ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้น (สิ่งเร้า) ให้เกิดการเรียนรู้
5. เลือกปัญหาที่พบบ่อยในสถานการณ์จริงและสร้างปัญหาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร อีกทั้งมีวิธีแก้ไขปัญหานั้นได้อย่างหลากหลายอาจมีคำตอบได้หลายคำตอบ
6. ผู้เรียนเป็นผู้แก้ปัญหาโดยการแสวงหาข้อมูลใหม่ ๆ ด้วยตนเอง (Self-Directed Learning)
7. การประเมินผลใช้การประเมินผลจากสถานการณ์จริง (Authentic Assessment) ดูจากความสามารถในการปฏิบัติ (แนวทางการแก้ปัญหา) ของผู้เรียน

Savin (2004) ได้ระบุคุณลักษณะสำคัญ 8 ประการของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นหลักดังนี้

1. ให้ความสำคัญและยอมรับประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน
2. ผู้เรียนต้องรับผิดชอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง
3. เนื้อหามีลักษณะเป็นสหสาขาวิชา
4. มีการผสมผสานกันระหว่างทฤษฎีและภาคปฏิบัติ
5. ให้ความสำคัญกับกระบวนการหาความรู้

6. เน้นทักษะการสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันเพื่อหาความรู้
7. ผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้
8. ประเมินผลโดยการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตัวเองของผู้เรียน

กฤษยา ตันติผลาชีวะ (2548) ได้กล่าวถึงลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ ดังนี้

1. ประเด็นปัญหาสำหรับการเรียนรู้ เป็นหัวใจสำคัญของการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นฐานประเด็นปัญหาสำหรับการเรียนรู้ควรมีความหลากหลายและต้องอาศัยการค้นคว้าหาคำตอบใหม่ ๆ ในแง่มุมที่ต่างกัน ซึ่งผู้เรียนต้องใช้พื้นฐานความสามารถสร้างมโนทัศน์ (Concept) ได้สำหรับข้อประเด็นปัญหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องเป็นปัญหาที่ตรงกับจุดประสงค์ของหลักสูตรที่กำหนดไว้ วิธีการนำเสนอประเด็นปัญหาอาจทำได้โดยการเล่าเรื่องกรณีศึกษา หรือการสร้างสถานการณ์จำลอง

2. สื่อการเรียนรู้ ในการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นฐานผู้เรียนจะต้องศึกษาค้นคว้าคำตอบด้วยตนเองจึงจำเป็นที่ผู้เรียนควรมีสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากที่สมบูรณ์ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่สามารถให้เป็นแหล่งค้นคว้าของผู้เรียน โดยผู้สอนเป็นผู้จัดเอกสารแหล่งเรียนรู้ บุคคล สถานที่ สำหรับผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า

3. ความรับผิดชอบของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนจะต้องมีความรับผิดชอบด้วยตนเองที่ต้องการศึกษาค้นคว้าเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบหรือข้อมูลที่ผู้เรียนจะต้องช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ในการอภิปรายข้อปัญหาเพื่อสรุปประเด็นของปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา ดำเนินการตามขั้นตอน แล้วจะทำให้การเรียนของผู้เรียนนั้นมีประสิทธิภาพ

4. บทบาทของผู้สอน โดยผู้สอนทำหน้าที่สนับสนุนการเรียนให้เป็นไปตามจุดประสงค์ของการสอน โดยผู้สอนทำหน้าที่ 3 ประการ

- 4.1 เป็นผู้อำนวยความสะดวกในด้านการจัดสรรวัสดุอุปกรณ์และสิ่งจำเป็นต่าง ๆ ในการสอน เพื่อใช้ในการศึกษาหาข้อมูลและคำของผู้เรียน

- 4.2 การให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนในสถานการณ์ที่จำเป็นเท่านั้น เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้โดยอาศัยประสบการณ์เดิมที่มีอยู่

- 4.3 เป็นผู้ประเมินสมรรถนะของผู้เรียนขณะดำเนินการศึกษาค้นคว้า การนำเสนอปัญหาการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างผู้เรียนโดยมีการสรุปประเด็นในการเรียนแต่ละครั้ง

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) ได้กล่าวถึงลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1. ต้องมีสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและเริ่มต้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้
2. ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นพบเห็นในชีวิตจริงของผู้เรียนหรือมีโอกาสดังเกิดขึ้นจริง เป็นปัญหาแบบปลายเปิด
3. ผู้เรียนเรียนรู้โดยการแก้ปัญหา ค้นหา และแสวงหาความรู้คำตอบด้วยตนเอง การวางแผนการเรียนรู้ บริหารเวลา คัดเลือกวิธีการเรียนรู้ และประสบการณ์การเรียนรู้ รวมทั้งประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง

วิชา เล่าเรียนดี (2553) ได้กล่าวถึงลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 6 ประเด็น ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
2. กลุ่มเล็ก ๆ ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้
3. ครูสนับสนุนให้ผู้เรียนคิดและแก้ปัญหา
4. ปัญหาเป็นปัญหาจริงหรือเกิดขึ้นจริงและปัญหาจะกระตุ้นให้ผู้เรียนเรียนรู้
5. ปัญหาจะพาไปสู่การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา
6. ความรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง

โดยสรุป ลักษณะของการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นสถานการณ์ของการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายที่กำหนด โดยที่ผู้สอนนำผู้เรียนไปสู่สถานการณ์ของปัญหาจริง หรือผู้สอนจัดสถานการณ์จำลองสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหา และฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ปัญหา และการแก้ปัญหาร่วมกันในกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาได้ชัดเจนมากขึ้น ได้เห็นทางเลือก และวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา และทำให้ผู้เรียนเกิดการใฝ่รู้ เกิดทักษะการคิดและการแก้ปัญหา

3.4.2 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

Arends (2001) เสนอขั้นตอนในการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 5 ขั้นตอนดังนี้

1. แนะนำปัญหา เพื่อชี้แจงจุดมุ่งหมายของการเรียน สร้างทัศนคติที่ดีต่อการเรียน บอกสิ่งที่จะต้องทำและแนะนำขั้นตอนในการศึกษา
2. กำหนดงานที่ต้องดำเนินการ

3. รวบรวมข้อมูล
4. เติรียนนำเสนอผลงาน
5. วิเคราะห์และประเมินผลการทำงาน

Lynda (2004) ได้กล่าวว่า การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีระบบในการเรียน 4 ขั้นตอนหรือเรียกว่า FILA ดังนี้

1. Facts เป็นการตีความของคำถามให้มีความชัดเจน ต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาเกิดขึ้นให้ตรงกันและสรุปให้เหมือนกัน

2. Idea เป็นแนวความคิดเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นมีวิธีการหรือสมมติฐานใดบ้าง

3. Learning Issue หัวข้อหรือแนวคิดที่จะต้องไปหาเนื้อหา หรือคำตอบ ที่จะต้องนำไปศึกษาค้นคว้า

4. Activities เป็นกิจกรรมการเรียนการสอน ที่ผู้เรียนจะต้องดำเนินการเพื่อให้ได้คำตอบมา

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้โดยปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมองเห็นถึงปัญหา โดยที่ผู้เรียนสามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้อยากเรียนและเกิดความสนใจที่จะศึกษาค้นคว้าให้ได้มาซึ่งคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ ผู้เรียนจะต้องนำเสนอและอธิบายถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดสิ่งที่ต้องการอยากรเรียนและสามารถดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยวิธีการที่มีความหลากหลายเพื่อหาคำตอบ

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ จุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากศึกษาค้นคว้ามาอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันภายในกลุ่ม และสามารถอภิปรายผลและสังเคราะห์ออกมาเป็นความรู้ว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ มีความเพียงพอกับการตรวจสอบข้อสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ ถ้าข้อมูลไม่เพียงพอต้องเรียนรู้เพิ่มเติมแผนการเรียนรู้ แหล่งข้อมูลและดำเนินการศึกษาค้นคว้า เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่สมบูรณ์

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนสรุปผลของของกลุ่มและประเมินผล งานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่ ตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่ม และสรุปองค์ ความรู้ในภาพรวม

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนได้นำเสนอข้อมูลที่ ได้จากการจัดระบบองค์ความรู้ และนำเสนอผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ผู้เรียนร่วมกันประเมินผล งาน

วัชรา เล่าเรียนดี (2553) ได้สรุปแนวทางการปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1. จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหา ได้แสวงหาค้นพบปัญหาด้วยตัวเอง จัด สถานการณ์บทบาทสมมติ เรื่องสั้น หรือวีดิทัศน์ เป็นต้น
2. จัดกลุ่มนักเรียนร่วมมือกันเรียนรู้ ให้ได้ร่วมมืออภิปรายแสดงความคิดเห็นเพื่อทำ ความเข้าใจกับปัญหาให้ชัดเจน
3. ให้นักเรียนถามคำถามในเรื่องที่เขาสงสัย ไม่รู้ หรือไม่เข้าใจในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ ปัญหา (ครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนถามคำถาม)
4. นักเรียนร่วมกันคิดวิธีแก้ปัญหา วางแผนแก้ปัญหา และระบุสื่อ วัสดุอุปกรณ์ที่ ต้องใช้
5. นักเรียนร่วมกันแสวงหาความรู้ และเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อแก้ปัญหา
6. นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหา หาคำตอบของปัญหาที่เลือก และนำเสนอผลการ เรียนรู้ หรือผลการแก้ปัญหาอาจจะนำเสนอในรูปแบบโครงงาน การแสดงนิทรรศการ
7. ร่วมกันประเมินผลการทำงานกลุ่มและผลงานกลุ่ม นำเสนอข้อเสนอแนะในการ พัฒนาการเรียนรู้ต่อไป

ณพสร สวัสดิบุญญา (2553) ได้สรุปว่าขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ออกเป็น 7 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 บอกความหมายของศัพท์เทคนิคในศัพท์เฉพาะของโจทย์ปัญหา (Explicit) ขั้นของการนำเข้าสู่บทเรียน ครูเป็นผู้กำหนดโจทย์ปัญหาให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบโดยใช้ กระบวนการกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้ความเข้าใจศึกษาศัพท์เทคนิคศัพท์เฉพาะและความหมายของ โจทย์ปัญหานั้น

ขั้นตอนที่ 2 ระบุปัญหา สำรวจปัญหา (Explore) เป็นขั้นที่มีสรุปคำอธิบายของปัญหาที่คนในกลุ่มมีความเข้าใจและสามารถอธิบายถึงเหตุการณ์หรือสิ่งที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นได้อย่างชัดเจน

ขั้นตอนที่ 3 อธิบายวิเคราะห์ปัญหาตั้งสมมติฐาน (Explain) เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องการจะนำเสนอความคิดและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับข้อสรุปปัญหาของกลุ่ม เพื่อตั้งสมมติฐานของโจทย์ปัญหานั้น

ขั้นตอนที่ 4 กำหนดจุดประสงค์จากประสบการณ์การเรียนรู้ (Experience) เป็นขั้นที่นำการสร้างจุดประสงค์การเรียนรู้จากสมมติฐานและร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหา

ขั้นตอนที่ 5 ค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ (Expand) เป็นขั้นที่ทุกคนในกลุ่มได้รับความรับผิดชอบค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น เอกสารทางวิชาการ ข้อมูลจากชุมชน ภูมิปัญญาท้องถิ่น ฯลฯ

ขั้นตอนที่ 6 สังเคราะห์ข้อมูลสรุปที่จะเป็นหลักการในความรู้และคุณค่าทางคุณธรรมจริยธรรม(Explicate) เป็นขั้นการนำเสนอข้อมูลที่ได้ไปค้นคว้าหาความรู้นำมาเสนอต่อกลุ่มเพื่อสรุปเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ให้ผู้เรียนสรุปคุณค่าทางคุณธรรมจริยธรรมที่ได้พบจากประสบการณ์การเรียนรู้ ที่มีผลในการปลูกฝังให้ผู้เรียนรับผิดชอบต่อตนเอง และสังคมมากยิ่งขึ้น

ขั้นตอนที่ 7 รายงานและประเมินผล (Expose) เป็นขั้นการอภิปรายผลงาน ที่ได้กิจกรรมการเรียนรู้และร่วมกันอภิปรายผลที่ได้รับจากการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ โดยเน้นให้ผู้เรียนเกิดการค้นพบความรู้ด้วยตนเองเป็นการประเมินแบบสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาผู้เรียนในครั้งต่อไป

จากขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานของนักการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การสังเคราะห์ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

Arends (2001)	Lynda (2004)	สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550)	ณพธร สวัสดิ์บุญญา (2553)	วีรภา เล่าเรียนดี (2553)	ผู้วิจัยสังเคราะห์
ขั้นแนะนำปัญหา	การตีความของคำถาม	ขั้นกำหนดปัญหา	บอกความหมายของศัพท์เทคนิคในศัพท์เฉพาะของโจทย์ปัญหา	จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหา	การนำเสนอปัญหา
ขั้นกำหนดงานที่ต้องดำเนินการ	แนวความคิดเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น	ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา	อธิบายวิเคราะห์ปัญหาตั้งสมมุติฐาน	จัดกลุ่มนักเรียนร่วมกันเรียนรู้	การทำความเข้าใจกับปัญหา
ขั้นรวบรวมข้อมูล	หัวข้อหรือแนวคิดที่จะต้องไปหาเนื้อหา	-	กำหนดจุดประสงค์จากประสบการณ์การเรียนรู้	ให้นักเรียนร่วมกันคิดวิธีแก้ปัญหา วางแผนแก้ปัญหา	การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
ขั้นเตรียมนำเสนอผลงาน	กิจกรรมการเรียนรู้	ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า	ค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้	นักเรียนร่วมกันแสวงหาความรู้ และเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อแก้ปัญหา	
ขั้นวิเคราะห์และประเมินผลการทำงาน	-	ขั้นสังเคราะห์ความรู้ จุดมุ่งหมาย สรรูปและประเมินค่าของคำตอบ	สังเคราะห์ข้อมูลสรุปที่จะเป็นหลักการในความรู้อะไรและคุณค่าทางคุณธรรมจริยธรรม	นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหา หาคำตอบของปัญหาที่เลือกและนำเสนอผลการเรียนรู้	การนำเสนอผลการแก้ปัญหา
	-	ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน	รายงานและประเมินผล	ร่วมกันประเมินผลการทำงานกลุ่ม และผลงานกลุ่ม นำเสนอข้อเสนอแนะ	การประเมินผล

จากตารางที่ 7 ผลการสังเคราะห์ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน Arends (2001) , Lynda (2004), สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550), ณพสร สวัสดิ์บุญญา (2553), วัชรา เล่าเรียนดี (2553) ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนของการใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วย

1) การนำเสนอปัญหา

การส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจและมองเห็นถึงปัญหา โดยที่นักเรียนสามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่นักเรียนอยากรู้อยากเรียน และเกิดความสนใจที่จะศึกษาค้นคว้าให้ได้มาซึ่งคำตอบ

2) การทำความเข้าใจกับปัญหา

นักเรียนนำเสนอและอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

3) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนร่วมกันคิดวิธีแก้ปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา และระบุวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ และดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่ตั้งไว้

4) การนำเสนอผลการแก้ปัญหา

นักเรียนนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ

5) การประเมินผล

การประเมินผลการทำงานกลุ่มและผลงานกลุ่ม นำเสนอข้อเสนอแนะในการพัฒนาการเรียนรู้ครั้งต่อไป

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยใช้ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม แนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน และแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เพื่อใช้ในรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เพื่อใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

ขั้นตอนของแนวคิด สะเต็มศึกษา	ขั้นตอนของการจัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้เป็นฐาน	ขั้นตอนของการจัดการ เรียนรู้แบบใช้ปัญหา เป็นฐาน	ผู้วิจัยสังเคราะห์
การระบุปัญหา	การสร้างความสนใจ	การนำเสนอปัญหา	การสร้างความ สนใจ
การค้นหาแนวคิดที่ เกี่ยวข้อง	การสำรวจและค้นหา	การทำความเข้าใจกับ ปัญหา	การสำรวจและ ค้นหา
การออกแบบวิธีการ แก้ปัญหา	การอธิบาย	-	การสร้างองค์ ความรู้
การวางแผนและ ดำเนินการแก้ปัญหา	การขยายความรู้	การวางแผนและ ดำเนินการแก้ปัญหา	การนำไปสู่ นวัตกรรม
การทดสอบและ ประเมินผล	การประเมินผล	การประเมินผล	การตรวจสอบและ ประเมินผล
การนำเสนอผลการ แก้ปัญหา	-	การนำเสนอผลการ แก้ปัญหา	การนำเสนอและ เผยแพร่

จากตารางที่ 8 ผลการสังเคราะห์ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แนวคิด เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน และแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบ ใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้เพื่อใช้ในการพัฒนารูปแบบ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

1) การสร้างความสนใจ

เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน โดยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ จากสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ อีกทั้งเป็นการทบทวนความรู้เดิม เพื่อเชื่อมโยงสู่องค์ความรู้ใหม่ พร้อมทั้งแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

2) การสำรวจและค้นหา

เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย โดยใช้กระบวนการกลุ่มในการร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย และจัดกระทำข้อมูล

3) การสร้างองค์ความรู้

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนสร้างข้อสรุปจากขั้นตอนที่ 2 พร้อมทั้งมีการนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในห้องเรียน และสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่

4) การนำไปสู่นวัตกรรม

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนประยุกต์ใช้องค์ความรู้ใหม่ มาออกแบบ และลงมือสร้างชิ้นงาน หรือวิธีการในการแก้ปัญหา ตามสถานการณ์ปัญหา หรือข้อจำกัดและเงื่อนไขที่กำหนด

5) การตรวจสอบและประเมินผล

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ

6) การนำเสนอและเผยแพร่

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงาน หรือวิธีการ ให้กับผู้อื่น พร้อมทั้งข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

Dowey (2013) ได้ศึกษาเจตคติ ความสนใจ และการรับรู้ความสามารถของตนเองต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหญิงโรงเรียนมัธยมศึกษาที่เป็นชนกลุ่มน้อยในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยศึกษาเฉพาะในกลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำและเรียนในหลักสูตรสะสม ซึ่งมีจุดประสงค์ของการวิจัย คือ เพื่อศึกษาปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายในที่มีต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบสำรวจที่สร้างตามวิธีของ Likert ทำการวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อศึกษาอิทธิพลของความแตกต่างทางเชื้อชาติและความสามารถทางวิชาการที่มีผลต่อเจตคติและความสนใจต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เป็นชนกลุ่มน้อยที่มีชาติพันธุ์กลุ่มเอเชีย/ฟิลิปปินส์ มีเจตคติและความสนใจต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มชาติพันธุ์อื่น ๆ และพบว่านักเรียนที่ได้รับการให้กำลังใจและการส่งเสริมจากครอบครัวในด้านต่าง ๆ จะมีการรับรู้ในความสามารถของตนเองทางด้านวิทยาศาสตร์ได้ดีด้วย

Holmquist (2014) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบนักเรียนสองกลุ่มในระดับประถมศึกษาที่เรียนการทำหุ่นยนต์ตามแนวสะเต็มศึกษาและไม่ได้เรียนตามแนวสะเต็มศึกษา อีกทั้งศึกษาทัศนคติต่อการเรียนหลังจากการทำกิจกรรม เพื่อพัฒนาการเรียนด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนการทำหุ่นยนต์ตามแนวสะเต็มศึกษามีผลการเรียนและ

ทัศนคติที่ดีขึ้นและสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนตามแนวสะเต็มศึกษา นอกจากนี้ยังพบว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ส่งผลให้นักเรียนมียุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันได้ดีขึ้นอีกด้วย

รุจิราพร รามศิริ (2556) ศึกษาการพัฒนาารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างทักษะการวิจัย ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย รูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน หน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินทักษะการวิจัย แบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1. รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างทักษะการวิจัย ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา มีชื่อว่า “RPSCSA Model” มี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนคือ 3.1) ขั้นตระหนักในปัญหา 3.2) ขั้นค้นพบปัญหา 3.3) ขั้นค้นคว้าหาคำตอบ 3.4) ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล 3.5) ขั้นสรุปและนำเสนอผลการวิจัย และ 3.6) ขั้นประเมินผล 4) การวัดและประเมินผล และ 5) เงื่อนไขสำคัญในการนำรูปแบบไปใช้ให้ประสบความสำเร็จ 2. ประสิทธิภาพของรูปแบบ พบว่า 2.1) มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถพื้นฐาน และแบบการเรียนรู้ของนักเรียน ที่ส่งผลร่วมกันต่อทักษะการวิจัยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถพื้นฐาน และแบบการเรียนรู้ของนักเรียนที่ร่วมกันส่งผลต่อทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 2.2) หลังเรียนตามรูปแบบ นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2.3) นักเรียนที่มีความสามารถพื้นฐานและแบบการเรียนรู้ต่างกันที่เรียนตามรูปแบบ มีพัฒนาการด้านทักษะการวิจัยสูงขึ้นจากระดับปานกลางเป็นระดับมาก และมีพัฒนาการด้านทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงขึ้นจากระดับน้อยเป็นระดับปานกลาง 2.4) นักเรียนที่เรียนตามรูปแบบ มีความคงทนของทักษะการวิจัยเฉพาะนักเรียนที่มีความสามารถพื้นฐานสูงและต่ำ และนักเรียนที่มีแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือและแบบพึ่งพา นักเรียนทุกกลุ่มมีความคงทนของทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในระยะติดตามผล และ 2.5) หลังเรียนตามรูปแบบ นักเรียนที่มีความสามารถพื้นฐานและแบบการเรียนรู้ต่างกัน มีจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก

มณฑิยา สงเสริม (2561) ศึกษาการพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีวีวิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น , แบบวัดการคิดวิเคราะห์ , แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ , แบบวัดการคิดแก้ปัญหา , แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ผลการวิจัยพบว่า 1) ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญคือ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้มี 8 ขั้นตอน คือ ขั้นกระตุ้นระลึกความรู้เดิม (Stimulus recall of prior learning) ขั้นแจ้งจุดประสงค์ (Objectives) ขั้นสร้างความรู้ (Native knowledge) ขั้นกระบวนการกลุ่ม (Group processing) ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Sharing) ขั้นขยายความรู้ (Expansion) ขั้นสอนให้คิดต่อ (Re-educate) ขั้นตรวจสอบและติดตาม (Monitoring) 4) ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนจากการเรียนตามรูปแบบ และรูปแบบมีคุณภาพเหมาะสมตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับมากค่าเฉลี่ย 4.49 2) ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พบว่าผู้เรียนในกลุ่มทดลองมีผลการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีเจตคติต่อวิชาชีววิทยาในระดับมากค่าเฉลี่ย 3.87

นิภาพร ช่วยธานี (2562) ศึกษาการพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มของนักศึกษาปริญญาตรี เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) จำนวน 4 แผน ใช้เวลา 20 ชั่วโมง 2) แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็ม เป็นข้อสอบชนิดคำถามปลายเปิด 3) แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน วิเคราะห์ด้วยการเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มก่อนและหลังเรียนด้วยการทดสอบสถิติที่ทีกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน และใช้การวิเคราะห์เนื้อหาจากคำตอบเพื่อสรุปประเด็นตามตัวชี้วัดทั้ง 5 ตัวชี้วัด ผลการวิจัย พบว่า 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มสำหรับนักศึกษาปริญญาตรีประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจและตรวจสอบความรู้เดิม 2) ขั้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นการโต้แย้ง 5) ขั้นการออกแบบและดำเนินการแก้ปัญหา 6) ขั้นขยายความรู้ และ 7) ขั้นประเมิน 2) ผลคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลเชิงคุณภาพ และความก้าวหน้าด้านทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มโดยภาพรวมอยู่

ในระดับปานกลาง และ 3) ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละด้านอยู่ในระดับมาก

วุฒิ ถนอมวิริยะกุล (2562) ศึกษาการพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 2) แผนการจัดการเรียนรู้ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4) แบบประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 5) แบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้ องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย แนวคิดรูปแบบการสอนทักษะการคิดเพื่อนำไปสู่การคิดอย่างมีวิจารณญาณจากแนวคิดของนักวิชาการ หลักการ วัตถุประสงค์ สารการเรียนรู้ ขั้นตอนการเรียนการสอนของรูปแบบที่สังเคราะห์มาจากแนวคิดรูปแบบการสอนทักษะการคิด มี 7 ขั้นตอน และการประเมินผล โดยการประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องขององค์ประกอบของรูปแบบจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีคุณภาพในระดับมากที่สุด 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางการเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ในระดับมาก

วิเศษ พึ่งประยูร (2562) ศึกษาการพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามเพื่อพัฒนาความคิดเชิงวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบวัดความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ 4) แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามเพื่อพัฒนาความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีผู้เชี่ยวชาญให้ความคิดเห็นความเหมาะสมของรูปแบบ ในระดับมากที่สุด ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญ คือ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) การจัดการเรียนรู้ มี 6 ขั้นตอน คือ 3.1) กระตุ้นผู้เรียน (Stimulation) 3.2) พิจารณาสาเหตุ (Consideration) 3.3) สืบเสาะแสวงหา (Inquiry) 3.4) สำรวจและตรวจสอบ (Exploration) 3.5) บันทึกลงและอภิปราย (Discussion) และ 3.6) สรุปและขยายความรู้ (Conclusion) 2. ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

6 ขั้นตอน พบว่า ผู้เรียนในกลุ่มทดลอง 2.1) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2.2) มีความคิดเห็นเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมากที่สุด และ 2.3) มีจิตวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมากที่สุด

4. แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างนวัตกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 ความหมายของการสร้างนวัตกรรม

Hughes (2004) ให้ความหมายของการสร้างนวัตกรรมว่าเป็นการนำวิธีการใหม่ ๆ มาปฏิบัติหลังจากได้ผ่านการทดลอง หรือได้รับการพัฒนามาเป็นขั้น ๆ แล้ว เริ่มตั้งแต่การคิดค้น การพัฒนา ซึ่งอาจจะเป็นไปในรูปของโครงการทดลองปฏิบัติก่อน แล้วจึงนำไปปฏิบัติจริง ซึ่งมีความแตกต่างไปจากการปฏิบัติเดิมที่เคยปฏิบัติมา

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2543) ให้ความหมายของการสร้างนวัตกรรม หมายถึง วิธีการปฏิบัติใหม่ ๆ ที่แปลกไปจากเดิมโดยอาจจะได้มาจากการคิดค้นพบวิธีการใหม่ ๆ ขึ้นมาหรือมีการปรับปรุงของเก่าให้เหมาะสม และสิ่งทั้งหลายเหล่านี้ได้รับการทดลอง พัฒนาจนเป็นที่เชื่อถือได้แล้วว่าได้ผลดีในทางปฏิบัติ ทำให้ระบบก้าวไปสู่จุดหมายปลายทางได้อย่างมีประสิทธิภาพขึ้น

อรนุช ลิมตศิริ (2546) ให้ความหมายของการสร้างนวัตกรรม หมายถึง แนวความคิด การกระทำ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ซึ่งพัฒนาจากของเดิมที่มีอยู่ หรือเป็นการค้นพบขึ้นใหม่โดยไม่ได้ปรับปรุงจากสิ่งที่มีอยู่ในการพัฒนาหรือการสร้างนวัตกรรมนั้นได้กระทำอย่างเป็นระบบ มีการทดสอบ และปรับปรุงจนกระทั่งมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์น่าพอใจ เมื่อนำไปใช้ในสถานการณ์จริงสามารถช่วยให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

เนาวนิตย์ สงคราม (2556) ให้ความหมายของการสร้างนวัตกรรม หมายถึง แนวความคิด หรือองค์ความรู้ใหม่ที่ไม่เคยปรากฏมาก่อน หรือวิธีการ การกระทำ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ หรือการพัฒนาจากเดิมที่มีอยู่ให้เหมาะสมกับสภาพงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้สูงขึ้น

พยัต วุฒิรงค์ (2557) ให้ความหมายของการสร้างนวัตกรรม หมายถึง การสร้างสิ่งใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อนในหน่วยงาน องค์กร ประเทศ หรือในโลก และต้องสามารถนำมาใช้ได้จริง เพื่อสร้างให้เกิดประโยชน์ในเชิงเศรษฐกิจ สังคม หรือจิตใจ เมื่อองค์กรมีการสร้างสรรค์นวัตกรรมเพิ่มขึ้น องค์กรนั้นจะกลายเป็น องค์กรนวัตกรรม

โดยสรุป ความหมายของการสร้างนวัตกรรม หมายถึง ความคิด การปฏิบัติ หรือ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ หรือเป็นการพัฒนาตัดแปลงมาจากของเดิมที่มีอยู่แล้ว ให้ทันสมัยและใช้ได้ผลดียิ่งขึ้น เมื่อนำนวัตกรรมมาใช้จะช่วยให้การทำงานนั้นได้ผลดีมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงกว่าเดิม

4.2 การประเมินการสร้างนวัตกรรม

อรนุช ลิ้มศิริ (2546) ได้เสนอเกณฑ์ในการพิจารณาว่าวิธีการ แนวคิด หรือการกระทำใด ๆ เป็นนวัตกรรมหรือไม่ โดยให้ใช้เกณฑ์ต่อไปนี้

1. เป็นสิ่งใหม่ทั้งหมดหรือบางส่วน เช่น คิดวิธีการใหม่ได้หรือนำเอาวิธีการซึ่งเคยปฏิบัติแต่เดิมมาปรับปรุงบางส่วนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
2. การประดิษฐ์คิดค้นนั้นใช้วิธีการจัดระบบ (System Approach) โดยพิจารณาถึงข้อมูลที่ป้อนเข้า กระบวนการ และผลลัพธ์
3. มีการพิสูจน์วิจัยเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่า สิ่งใหม่นั้นมีประสิทธิภาพ น่าเชื่อถือได้
4. สิ่งใหม่นั้นยังไม่เป็นส่วนหนึ่งของระบบงานในปัจจุบัน เพียงแต่มีการนำไปใช้ในบางกลุ่ม ยังไม่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปหรือยังไม่แพร่หลาย

วรากร หงส์โต (2553) ได้สร้างแบบประเมินนวัตกรรมการเรียนการสอน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินนวัตกรรมการเรียนการสอนที่ครูผู้สอนวิชาคอมพิวเตอร์ได้สร้างขึ้นจากการเข้าร่วมชุมชนการเรียนรู้ออนไลน์โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่

1. ด้านความเป็นนวัตกรรมมี 1 ตัวบ่งชี้ คือ ความเป็นนวัตกรรม
2. ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรมมี 6 ตัวบ่งชี้ คือ
 - 2.1 วัตถุประสงค์และเป้าหมายของการพัฒนานวัตกรรม
 - 2.2 การใช้หลักการ แนวคิด ทฤษฎีในการพัฒนานวัตกรรม
 - 2.3 การออกแบบและพัฒนานวัตกรรม
 - 2.4 กระบวนการพัฒนานวัตกรรม
 - 2.5 การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตกรรม
 - 2.6 ความสำเร็จของการพัฒนานวัตกรรม
3. ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรมมี 6 ตัวบ่งชี้ คือ
 - 3.1 การแก้ปัญหาหรือพัฒนาคุณภาพผู้เรียน
 - 3.2 การใช้ทรัพยากรในการพัฒนานวัตกรรม
 - 3.3 การเรียนรู้ร่วมกัน

3.4 ส่งเสริมให้เกิดกระบวนการแสวงหาความรู้

3.5 การยอมรับ

3.6 การนำไปใช้

เนาวนิตย์ สงคราม (2556) ได้เสนอแบบประเมินนวัตกรรม ซึ่งได้พัฒนาจากการสนทนากลุ่มด้วยฐานการวิจัยจากผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้เป็นอย่างดีเยี่ยมในด้านการวัดและประเมินผล ด้านการสร้างนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ และด้านเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่

1. มาตรฐานด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรมมี 8 ตัวบ่งชี้ คือ

1.1 มาตรฐานด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม

1.2 การกำหนดเป้าหมายที่สอดคล้องกับปัญหา

1.3 กรอบความคิดในการสร้างนวัตกรรม

1.4 การออกแบบนวัตกรรมตามหลักการและทฤษฎี

1.5 การปรับปรุงนวัตกรรมต้นแบบ

1.6 การประเมินและสรุปผลนวัตกรรม

1.7 การนำเสนอนวัตกรรม/เผยแพร่วัตกรรม

1.8 ความค้ำประกันเรื่องลิขสิทธิ์/จรรยาบรรณ

2. มาตรฐานด้านคุณค่ามี 6 ตัวบ่งชี้ คือ

2.1 องค์กรความรู้ใหม่ที่ต่อยอดจากองค์ความรู้เดิม

2.2 การแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์

2.3 ความคุ้มค่าในการใช้ทรัพยากรเพื่อแก้ปัญหา

2.4 ความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ

2.5 การยอมรับจากผู้ใช้งาน

2.6 การเรียนรู้ร่วมกันจากกลุ่มผู้พัฒนานวัตกรรม

3. ความเป็นนวัตกรรมมี 3 ตัวบ่งชี้ คือ

3.1 สิ่งใหม่วิธีการใหม่หรือแนวทางใหม่

3.2 การสร้างสรรค์ในผลงาน

3.3 ลิขสิทธิ์หรือสิทธิบัตร

พีชญาณ์ พานะกิจ (2558) ได้เสนอแบบประเมินนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยให้คะแนนแบบคะแนนรูบรีค (Rubric Scoring) ประกอบด้วย 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรมมี 5 ตัวบ่งชี้ คือ
 - 1.1 กำหนดวัตถุประสงค์/เป้าหมายสอดคล้องกับปัญหา
 - 1.2 การออกแบบพัฒนานวัตกรรม
 - 1.3 การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตกรรม
 - 1.4 การประเมินและสรุปผล
 - 1.5 การนำเสนอนวัตกรรม
2. ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรมมี 3 ตัวบ่งชี้ คือ
 - 2.1 การแก้ปัญหาได้ตรงตามความต้องการ
 - 2.2 การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า
 - 2.3 การนำไปใช้
3. ด้านความเป็นนวัตกรรมมี 1 ตัวบ่งชี้ คือ
 - 3.1 ความเป็นนวัตกรรม

เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ (2563) ได้เสนอแบบประเมินนวัตกรรม ประกอบด้วย 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความเป็นนวัตกรรมมี 3 ตัวบ่งชี้ คือ
 - 1.1 การเผยแพร่และการยอมรับนวัตกรรม
 - 1.2 กระบวนการคิดเชื่อมโยง
 - 1.3 ลักษณะของการสร้างนวัตกรรม
2. ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรมมี 2 ตัวบ่งชี้ คือ
 - 1.1 กระบวนการพัฒนานวัตกรรมเป็นการที่นำสู่การพัฒนาในด้านต่าง ๆ
 - 1.2 การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า
3. ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรมมี 2 ตัวบ่งชี้ คือ
 - 2.1 แนวคิดโดยใช้อัจฉริยะ ทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากเดิม
 - 2.2 การประเมินและทดสอบแนวคิด

จากองค์ประกอบของการประเมินการสร้างนวัตกรรมของนักการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์องค์ประกอบของการประเมินนวัตกรรม ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การสังเคราะห์องค์ประกอบของการประเมินการสร้างนวัตกรรม

อรนุช ลิมตศิริ (2546)	วารการ หงส์โต (2553)	เนาวรัตน์ สงคราม (2556)	พิชญาน์ พานะกิจ (2558)	เอกสิทธิ์ ชินทรภูมิ (2563)	ผู้วิจัยสังเคราะห์
<p>- การประดิษฐ์คิดค้นนั้นใช้วิธีการจัดระบบ (System Approach) โดยพิจารณาถึงข้อมูล ที่ป้อนเข้ากระบวนการ และผลลัพธ์</p> <p>- มีการพิสูจน์วิจัยเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่า สิ่งหม่นั้นมีประสิทธิภาพ น่าเชื่อถือได้</p>	<p>ด้านกระบวนการพัฒนา นวัตกรรมมี 6 ตัวบ่งชี้ คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. วัตถุประสงค์และเป้าหมายของการพัฒนานวัตกรรม 2. การใช้หลักการ แนวคิด ทฤษฎีในการพัฒนานวัตกรรม 3. การออกแบบและพัฒนานวัตกรรม 4. กระบวนการพัฒนานวัตกรรม 5. การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตกรรม 6. ความสำเร็จของการพัฒนานวัตกรรม 	<p>ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรมมี 8 ตัวบ่งชี้ คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. มาตรฐานด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม 2. การกำหนดเป้าหมายที่สอดคล้องกับปัญหา 3. ครอบคลุมกับปัญหา 4. ครอบคลุมคิดในการสร้างนวัตกรรม 5. การปรับปรุงนวัตกรรมต้นแบบ 6. การประเมินและสรุปผลนวัตกรรม 7. การนำเสนอนวัตกรรม/เผยแพร่ นวัตกรรม 8. ความคืบหน้าเรื่องลิขสิทธิ์/จรรยาบรรณ 	<p>ด้านกระบวนการพัฒนา นวัตกรรมมี 5 ตัวบ่งชี้ ได้แก่</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. กำหนดวัตถุประสงค์/เป้าหมายสอดคล้องกับปัญหา 2. การออกแบบพัฒนา นวัตกรรม 3. การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตกรรม 4. การประเมินและสรุปผล 5. การนำเสนอ นวัตกรรม 	<p>ด้านกระบวนการพัฒนา นวัตกรรมมี 2 ตัวบ่งชี้ คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. กระบวนการพัฒนา นวัตกรรมเป็นการที่นำสู่การพัฒนาในด้านต่าง ๆ 2. การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า 	<p>ด้านกระบวนการพัฒนา นวัตกรรม</p>

ตารางที่ 9 (ต่อ)

อรุณข ลิมศิริ (2546)	วรากร หงส์โต (2553)	เนาวนิตย์ สงคราม (2556)	พิชญาน์ พานะกิจ (2558)	เอกสิทธิ์ ชนิทรภูมิ (2563)	ผู้วิจัยสังเคราะห์
<p>สิ่งใหม่นั้นยังไม่เป็นส่วนหนึ่งของระบบงานในปัจจุบัน เพียงแต่มีการนำไปใช้ในบางกลุ่ม ยังไม่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป หรือยังไม่แพร่หลาย</p>	<p>ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรมมี 6 ตัวบ่งชี้ คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การแก้ปัญหาหรือพัฒนาคุณภาพผู้เรียน 2. การใช้ทรัพยากรในการพัฒนานวัตกรรม 3. การเรียนรู้ร่วมกัน 4. ส่งเสริมให้เกิดกระบวนการแสวงหาความรู้ 5. การยอมรับ 6. การนำไปใช้ 	<p>มาตรฐานด้านคุณค่ามี 6 ตัวบ่งชี้ คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. องค์กรมีความรู้ใหม่ที่ต่อยอดจากองค์ความรู้เดิม 2. การแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ 3. ความคุ้มค่าในการใช้ทรัพยากรเพื่อแก้ปัญหา 4. ความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ 5. การยอมรับจากผู้ใช้งาน 6. การเรียนรู้ร่วมกันจากกลุ่มผู้พัฒนานวัตกรรม 	<p>ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรมมี 3 ตัวบ่งชี้ คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การแก้ปัญหาได้ตรงตามความต้องการ 2. การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า 3. การนำไปใช้ 	<p>ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรมมี 2 ตัวบ่งชี้ คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. แนวคิดโดยอิงองค์ความรู้ทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากเดิม 2. การประเมินและทดสอบแนวคิด 	<p>ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม</p>

ตารางที่ 9 (ต่อ)

อรุณข ลิมศิริ (2546)	วรากร หงส์โต (2553)	เนาวนิตย์ สงคราม (2556)	พิชญาน์ พานะกิจ (2558)	เอกสิทธิ์ ชนิทรภูมิ (2563)	ผู้วิจัยสังเคราะห์
เป็นสิ่งใหม่ทั้งหมดหรือบางส่วน เช่น คิววิธีการใหม่ได้หรือนำเอาวิธีการซึ่งเคยปฏิบัติแต่เดิมมาปรับปรุงบางส่วนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น	ด้านความเป็นนวัตกรรมมี 1 ตัวบ่งชี้ คือ ความเป็นนวัตกรรม	ความเป็นนวัตกรรมมี 3 ตัวบ่งชี้ คือ 1. สิ่งใหม่วิธีการใหม่หรือแนวทางใหม่ 2. การสร้างสรรค์ในผลงาน 3. ลิขสิทธิ์หรือสิทธิบัตร	ด้านความเป็นนวัตกรรมมี 1 ตัวบ่งชี้ คือ 1. ความเป็นนวัตกรรม	ด้านความเป็นนวัตกรรมมี 3 ตัวบ่งชี้ คือ 1. การเผยแพร่และการยอมรับนวัตกรรม 2. กระบวนการคิดที่เชื่อมโยง 3. ลักษณะของการสร้างนวัตกรรม	ด้านความเป็นนวัตกรรม

จากตารางที่ 9 ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบของการประเมินการสร้างนวัตกรรม อรณูช ลิมตศิริ (2546), วรากร หงส์โต (2553), เนาวนิตย์ สงคราม (2556), พิชญาน์ พานะกิจ (2558), เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ (2563) ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบของการประเมินการสร้างนวัตกรรม ประกอบด้วย

- 1) ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม
 - 1.1 กำหนดวัตถุประสงค์/เป้าหมาย
 - 1.2 การออกแบบพัฒนานวัตกรรม
 - 1.3 การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตกรรม
 - 1.4 การประเมินและสรุปผล
 - 1.5 การนำเสนอนวัตกรรม
 - 2) ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม
 - 2.1 การเกิดองค์ความรู้ใหม่ที่ต่อยอดจากองค์ความรู้เดิม
 - 2.2 การแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์
 - 2.3 ความคุ้มค่าในการใช้ทรัพยากรเพื่อแก้ปัญหา
 - 2.4 ความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ
 - 2.5 การยอมรับจากผู้ใช้งาน
 - 3) ด้านความเป็นนวัตกรรม
 - 3.1 สิ่งใหม่/วิธีการใหม่/แนวทางใหม่
 - 3.2 การสร้างสรรค์ผลงาน
- 4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างนวัตกรรม**

Olga B. Mikhailova (2018) ในกระบวนการทางสังคมพื้นฐานของวิธีการที่เป็นระบบ เพื่อการศึกษาคุณสมบัติส่วนบุคคลและลักษณะศักยภาพเชิงนวัตกรรมถือเป็นผลรวมของทรัพยากรส่วนบุคคล (สินทรัพย์) เป็นตัวเป็นต้นในกิจกรรมที่เชื่อมโยงถึงกัน โครงสร้างของนวัตกรรมศักยภาพของบุคลิกภาพประกอบด้วยของกิจกรรมประเภทต่อไปนี้ 1) คุณค่า-แรงจูงใจ (ประสิทธิผลเชิงสร้างสรรค์) 2) การใช้งาน (นวัตกรรม) และ 3) ทรัพย์สินทางปัญญา (ความคิดสร้างสรรค์) ศักยภาพนวัตกรรมของบุคลิกภาพเป็นชุดของความถนัดความสามารถและคุณสมบัติของมนุษย์ตระหนักว่าเป็นผลมาจากการรวมเข้ากับกิจกรรมสร้างสรรค์ประกอบด้วยองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องและร่วมกันระหว่าง

ประสิทธิผลเชิงสร้างสรรค์นวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์แสดงในทางปัญญาและมีคุณค่าทาง
 อารมณ์ชนิดของกิจกรรม

Athanassios Androutsos & Vasiliki Brinia (2019) ความคิดเชิงออกแบบเป็นวิธีการ
 ตามการเรียนรู้แบบโครงงาน แต่มีนัยสำคัญความแตกต่างกัน โดยให้ความสำคัญในการคิดเชิง
 ออกแบบคือการสร้างความรู้ใหม่และผลิตภัณฑ์ที่เป็นนวัตกรรมผ่านร่วมกันสร้าง คือ การทำงาน
 ร่วมกันกับผู้ใช้และสมาชิกคนอื่น ๆ ของกลุ่มที่มีความสนใจร่วมกัน การสร้างผ่านการมีส่วนร่วมของ
 ผู้ใช้ เป็นกระบวนการของการออกแบบผลิตภัณฑ์หรือบริการพร้อมกับผู้ใช้ เป็นวิธีการที่ผู้ใช้เป็น
 ศูนย์กลางในการออกแบบวิธีคิดการโต้ตอบกับผู้ใช้ ควรเกี่ยวข้องกับการเอาใจใส่เพื่อให้ตระหนักถึง
 ความต้องการของผู้ใช้และออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้โดยรวม เนื่องจากการโต้ตอบกับผู้ใช้เป็น
 กระบวนการคิดเชิงออกแบบ ยังเกี่ยวข้องกับการสังเกตกิจกรรมของผู้ใช้และวิธีคิดและการกระทำ
 ดังนั้นนวัตกรรมส่วนใหญ่มาจากการวิเคราะห์ผู้ใช้ที่ใช้ความเอาใจใส่และกระบวนการออกแบบร่วมที่
 พยายามทำเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้และเป้าหมายทางธุรกิจในแนวทางที่เป็นไปได้
 เป็นที่ต้องการและมีศักยภาพ

นิวัฒน์ บุญสม (2556) ศึกษาการพัฒนาารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดของ
 กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เพื่อส่งเสริมนวัตกรรมด้านสุขภาพของนักเรียนที่มี
 ความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย รูปแบบการเรียนการ
 สอน คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินความสามารถในการ
 แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และแบบประเมินพฤติกรรมการสุขภาพ ผลการวิจัยพบว่า 1. รูปแบบการเรียน
 การสอนตามแนวคิดของกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมนวัตกรรมด้านสุขภาพ
 ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ มีชื่อว่า “4CO-PAC Model” มีองค์ประกอบ
 สำคัญ 3 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบเชิงหลักการและวัตถุประสงค์ องค์ประกอบเชิงกระบวนการ
 การเรียนการสอน และองค์ประกอบเชิงเงื่อนไขการนำรูปแบบไปใช้ กระบวนการเรียนการสอนมี 4
 คือ 1) การร่วมกันค้นหาปัญหา (Collaborative Problem Finding) 2) การร่วมกันค้นหา แนวคิด
 (Collaborative Idea Finding) 3) การร่วมกันสร้างนวัตกรรม (Collaborative Innovation
 Building) 4) การร่วมกันสร้างการยอมรับ (Collaborative Acceptance Building) ซึ่งทุกขั้นตอน
 หลักจะมีขั้นตอนย่อย 3 ขั้นที่ เรียกว่า “PAC” ได้แก่ ขั้นเตรียมการ (Preparation : P) ขั้นปฏิบัติ
 (Action : A) และขั้นสรุป (Conclusion : C) โดยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มี
 ประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด 2. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และนวัตกรรม

ด้านสุขภาพของนักเรียน ในช่วงระหว่างการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน มีพัฒนาการขึ้นและโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีและมีพฤติกรรมสุขภาพ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี 3. ผลการขยายผล พบว่า หลังการจัดการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน นักเรียนกลุ่มขยายผลมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี และมีนวัตกรรมด้านสุขภาพและพฤติกรรมสุขภาพ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีเยี่ยม

พิชญาน์ พานะกิจ (2558) ศึกษาการพัฒนาารูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ คู่มือการใช้รูปแบบ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และแบบประเมินนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีชื่อว่า “PEACE Model” มี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหา (Presenting Problem: P) (2) ขั้นที่ 2 การสร้างความสนใจร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน (Engaging : E) (3) ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ (Analyzing : A) (4) ขั้นที่ 4 การจำแนก (Classifying : C) (5) ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluating : E) 4) การวัดและประเมินผล 2 ด้าน คือ ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และด้านนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ และ 5) เงื่อนไขสำคัญในการนำรูปแบบไปใช้ให้ประสบผลสำเร็จ รูปแบบการสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.12/80.12 ประสิทธิภาพของรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีดังนี้ 2.1) หลังเรียนนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2.2) นักเรียนที่มีความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน มีพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อยู่ในระดับสูง และ 2.3) นักเรียนมีพัฒนาการด้านนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี ผลการขยายผลรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา พบว่า นักเรียนกลุ่มขยายผลการวิจัยที่เรียนตามรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดี

เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ (2563) ศึกษาการพัฒนาารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพรูปแบบเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อประเมินประสิทธิผลของการพัฒนารูปแบบ ประกอบด้วย 2.1) เปรียบเทียบทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี ก่อนเรียนและหลังเรียน 2.2) ศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการใช้รูปแบบ 3) เพื่อขยายผลรูปแบบการเรียนการสอน การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีดำเนินการวิจัยในลักษณะของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) โดยใช้ระเบียบวิธีการวิจัยแบบผสมผสานวิธี (Mixed Methods Research) ที่มีลักษณะเป็นแบบแผนเชิงผสมผสานแบบรองรับภายใน (The Embedded Design) ด้วยการศึกษาช่วงแรกเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) และต่อด้วยการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) แบ่งเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้ 1) Research (R1) ศึกษาและวิเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอน วิธีเรียนรู้ ความคิดเห็น การประเมินผล 2) Development (D1) ออกแบบและพัฒนารูปแบบ คู่มือการใช้รูปแบบ หน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้แบบบันทึกการสร้างนวัตกรรม แบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม และแบบสอบถามความคิดเห็น ประเมินประสิทธิภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยสนทนากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Focus Group Discussion : FGD) 3) Research (R2) การนำรูปแบบไปทดลองใช้ (Implementation) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร และ 4) Development (D2) การนำรูปแบบไปขยายผลเพื่อประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการเรียนการสอนมีชื่อว่า “6Ds Model” มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.08/85.58 ส่วนผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบไปทดลองใช้พบว่า 2.1) หลังใช้รูปแบบนักเรียนมีทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และ 2.2) นักเรียนมีความคิดเห็นที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอนมากที่สุด 3) การขยายผลรูปแบบนักเรียนมีทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

5. แนวคิดเกี่ยวกับความเป็นนวัตกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 ความหมายของนวัตกรรม

Dyer and et al (2011) กล่าวว่า นวัตกรรม คือ ผู้ที่ต้องมีความเชี่ยวชาญเฉพาะใน 5 ทักษะ คือ การเชื่อมโยงความคิด ตั้งคำถาม สังเกต ปฏิสัมพันธ์ และทดลอง นอกจากนี้ต้องกล้าทำสิ่งใหม่ ไม่พอใจกับสถานภาพปัจจุบัน กล้าเสี่ยงอย่างชาญฉลาดในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง มีความกระตือรือร้นในการตั้งคำถาม

Bagley (2014) กล่าวว่า นวัตกรรม คือ บุคคลที่มีคุณลักษณะเป็นผู้ริเริ่มคิด เรียนรู้ และลงมือทำในสิ่งที่แปลกใหม่ ทำในสิ่งที่แตกต่างหรือทำสิ่งที่ไม่เคยทำมาก่อน มีความเป็นผู้นำ มุ่งมั่น และเป็นทีเคารพ แสดงบทบาทชัดเจน มีความรับผิดชอบในตนเองและผู้อื่น เข้าใจนวัตกรรม เห็นคุณค่า จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและภัยคุกคามที่อาจเกิดขึ้น มีความมุ่งมั่นที่หลากหลายและเข้าใจจุดที่แตกต่างของมุมมองที่ซับซ้อนและท้าทาย รู้จักการตั้งคำถาม การสังเกต กระตือรือร้น รู้จักการทดลอง ประสบการณ์ใหม่ และทดสอบความคิดใหม่ ๆ มีความสามารถในการเชื่อมโยงความคิดระหว่างคำถามหรือปัญหา โดยการสอบถาม สังเกต และการทดลองและสร้างสรรค์ เหล่านี้ล้วนเป็นคุณลักษณะสำคัญของนวัตกรรม ที่สะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการนำไปสู่การผลิตนวัตกรรม

ปรีดา ยังสุขสถาพร (2555) กล่าวว่า นวัตกรรม (innovator) หมายถึง ผู้ริเริ่มประดิษฐ์คิดค้น สร้างสรรค์ และสนับสนุนให้เกิดเทคนิควิธีการ รูปแบบ เครื่องมือ กระบวนการ หรือผลงาน ที่เป็นนวัตกรรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของตนเอง/องค์กร

วสันต์ สุทธาวาศ (2558) กล่าวว่า นวัตกรรม คือ ผู้ที่ริเริ่มประดิษฐ์คิดค้น สร้างสรรค์และสนับสนุน ให้เกิดเทคนิควิธีการ รูปแบบ เครื่องมือ กระบวนการ หรือผลงานที่เป็นนวัตกรรม สำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของตนเอง องค์กร และส่งมอบไปยังระบบการจัดการศึกษา ซึ่งมีประโยชน์มีคุณค่า และเหมาะสมต่อการพัฒนาและแก้ปัญหาทางการศึกษาขั้นพื้นฐานในภาครัฐ

ชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน และคณะ (2563) กล่าวว่า นวัตกรรม ความหมายว่า บุคคล หรือผู้ที่กระทำการสิ่งต่าง ๆ โดยการริเริ่มคิด เรียนรู้ และลงมือทำสิ่งใหม่ ด้วยความเข้าใจ กล้า และลงมือทำสิ่งที่แปลกใหม่ หรือสิ่งที่ไม่เคยทำมาก่อน มีความสร้างสรรค์ และสามารถประยุกต์ใช้จนเกิดคุณค่าสู่การสร้างสรรค์นวัตกรรม

โดยสรุป ความเป็นนวัตกรรม หมายถึง ผู้ที่คิดทำ จัดทำ สร้างสรรค์สิ่งของต่าง ๆ ที่เกิดจากความต้องการใช้งานเพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน และใช้ประโยชน์ของคนในสังคม บุคคล

ผู้สร้างสรรค์หรือค้นพบวิธีการ รูปแบบเครื่องมือ หรือสิ่งอื่นใดที่เป็นสิ่งใหม่เป็นประโยชน์ อาจเรียกสิ่งใหม่นั้นว่าเป็นสิ่งประดิษฐ์ซึ่งอาจสามารถนำไปต่อยอดเป็นนวัตกรรมได้

5.2 คุณลักษณะของความเป็นนวัตกรรม

Tornatzky and Klein (1982) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบหรือคุณลักษณะของนวัตกรรม 10 คุณลักษณะ ได้แก่

- 1) สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (collaboration)
- 2) ให้ความสำคัญกับความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบ (relative advantage)
- 3) สามารถทำงานที่ซับซ้อนได้ (complexity)
- 4) การมีต้นทุน (cost)
- 5) ความสามารถในการสื่อสาร (communicability)
- 6) ความสามารถในการจำแนก (divisibility)
- 7) ความสามารถในการทำกำไร (profitability)
- 8) การมีแนวคิดทางสังคม (social approach)
- 9) ความสามารถในการทดลอง (trialability)
- 10) ความช่างสังเกต (observability)

Tony Wagner (2018) กล่าวว่า คุณสมบัติที่จำเป็นในการเป็นนวัตกรรมที่ประสบความสำเร็จ มี 4 ประการ ดังนี้

- 1) ความสงสัยใคร่รู้
- 2) การร่วมมือ
- 3) การคิดเชิงบูรณาการ หรือคิดแบบเชื่อมโยง
- 4) แนวโน้มที่จะลงมือทำและทดลอง

วสันต์ สุทธาวาศ (2558) กล่าวว่า องค์ประกอบสำคัญของคุณลักษณะที่บ่งชี้ศักยภาพความเป็นนวัตกรรม ประกอบด้วย

- 1) การมีความคิดสร้างสรรค์
- 2) ความสัมพันธ์อันดีกับเครือข่ายต่าง ๆ มีปฏิสัมพันธ์ และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี
- 3) มีผลงานโดดเด่นเกินความคาดหวัง
- 4) การเชื่อมโยงความคิด การเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว
- 5) มีพลังขับเคลื่อนเชิงบวกในการทำงานเชิงสร้างสรรค์ให้ประสบผลสำเร็จ

6) ทำงานเชิงรุกและรวดเร็ว

7) กำหนดปัญหาชัดเจน แก้ปัญหาได้

พฤทธิ ศิริบรรณพิทักษ์ (2560) ได้ระบุคุณลักษณะสำคัญของนวัตกรรม ออกเป็น 10 คุณลักษณะ ดังนี้

- 1) มีความมุ่งมั่นและขยันหมั่นเพียร (Determination and Perseverance)
- 2) มีแรงผลักดันมุ่งผลสัมฤทธิ์ (Achievement Drive)
- 3) มุ่งเป้าประสงค์ (Goal Orientation)
- 4) เน้นการควบคุมจากภายในตนเอง (Internal Locus of Control)
- 5) มีความอดทนต่อความไม่ชัดเจน (Tolerance for Ambiguity)
- 6) มีความอดทนต่อความล้มเหลว (Tolerance for Failure)
- 7) มีความสามารถในการประเมินและบริหารความเสี่ยง (Calculated Risk Taking)
- 8) มีพลังงานสูง (High Energy Level)
- 9) มีความคิดสร้างสรรค์ (Creativity)
- 10) มีวิสัยทัศน์ (Vision)

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2561) กล่าวว่า คุณลักษณะและทักษะของนักเรียน เพื่อก้าวเข้าสู่ความเป็นนักประดิษฐ์ ที่คิดสร้างสรรค์จัดทำสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดจากความต้องการใช้งานเพื่ออำนวยความสะดวกสบายต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันและใช้ประโยชน์ของคนในสังคมนั้น จะมีคุณลักษณะและทักษะที่คล้าย ๆ กัน สรุปคุณลักษณะของนักประดิษฐ์ ได้แก่

- 1) มีแรงบันดาลใจ
- 2) กล้าคิดทำสิ่งใหม่
- 3) มีความเพียรพยายามที่จะทำงานให้บรรลุผลสำเร็จ
- 4) เปิดใจกว้าง
- 5) ยอมรับความผิดพลาด
- 6) การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมที่ดี
- 7) มีจิตสาธารณะ

ชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน และคณะ (2564) กล่าวว่า คุณลักษณะของความเป็นนวัตกรรม ประกอบด้วย

- 1) สามารถระบุปัญหา/สภาพความต้องการได้

- 2) สามารถกำหนดวัตถุประสงค์เป้าหมายของนวัตกรรม
 - 3) มีทักษะการสืบค้นข้อมูลได้หลากหลาย
 - 4) มีการสืบค้นหาข้อมูลความรู้ที่เกี่ยวข้องได้อย่างครอบคลุม
 - 5) มีการสรุป เชื่อมโยงข้อมูลเพื่อนำไปออกแบบนวัตกรรมหรือแก้ปัญหา
 - 6) สามารถสร้างแนวคิด/แนวทางใหม่ ๆ ในการสร้างชิ้นงานและแก้ปัญหา
 - 7) มีแนวคิด/วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายในการทำงาน
 - 8) มีการออกแบบการทำงานเป็นขั้นตอน
 - 9) ใช้หลักวิชาหรือองค์ความรู้ในการออกแบบนวัตกรรม
 - 10) มีลำดับขั้นตอนในการทำงาน/สร้างนวัตกรรม
 - 11) มีการประเมินผลระหว่างการดำเนินงาน/สร้างนวัตกรรม
 - 12) มีการปรับปรุงระหว่างการดำเนินงานอยู่เสมอ
 - 13) มีความมุ่งมั่นในการทำงานให้สำเร็จ
 - 14) เป็นคนอารมณ์ดีมองโลกในแง่บวก
 - 15) สามารถสื่อสารกับผู้อื่นได้ตรงความต้องการ
 - 16) ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
 - 17) แสดงออกถึงความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดีเมื่อปฏิบัติงานกลุ่ม
 - 18) มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลการเรียนรู้กับเพื่อนภายในกลุ่ม
 - 19) มีความกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นของตัวเอง
 - 20) มีความสามารถในการนำเสนอแนวความคิด/ผลงาน/นวัตกรรมได้
- ปิยนันต์ คล้ายจันทร์ (2563) ได้กล่าวถึงเป้าหมายของการเป็นนวัตกรรม ดังนี้

- 1) มีความคิดที่แตกต่าง (Divergent Thinking)
- 2) มีความอยากรู้อยากเห็น (Insatiable Curiosity)
- 3) มีความมุ่งมั่น (Stamina)
- 4) ความเป็นผู้นำ (Compelling Leadership)
- 5) มีความเคารพต่อตนเองและผู้อื่น (Respect for Innovators)
- 6) มีความกล้าที่จะคิดและยอมรับความคิดตนเองและผู้อื่น (Courage)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้สังเคราะห์องค์ประกอบของความเป็นนวัตกรรม ตามที่นักการศึกษาได้

กล่าวไว้ ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การสังเคราะห์องค์ประกอบของความเป็นนวัตกรรม

Tomatzky and Klein (1982)	-	Tony Wagner (2018)	วสันต์ สุทธาวาท (2558)	พทธี ศิริบรรณพิทักษ์ (2560)	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2561)	ปิยนันต์ คล้ายจันทร์ (2563)	ชนสิทธิ์ สิทธิสุขเนิน และคณะ (2564)	ผู้วิจัย สังเคราะห์
- สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ - การมีแนวคิดทางสังคม	การร่วมมือ	การคิดเชิงบูรณาการ หรือคิดแบบเชื่อมโยง	มีความคิดสร้างสรรค์ - สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ - มีความสัมพันธ์และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	มีความคิดสร้างสรรค์ - เน้นการควบคุมตนเอง - ไม่ชัดเจน	กล้าคิดทำสิ่งใหม่	มีความคิดที่แตกต่าง	มีความสามารถในการนำเสนอแนวคิด/ผลงาน/นวัตกรรมได้ - แสดงออกถึงความเป็นตัวนำและผู้ตามที่ดีเมื่อปฏิบัติงานกลุ่ม - ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น - มีความกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นของตัวเอง - มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลการเรียนรู้กับเพื่อนภายในกลุ่ม - เป็นคนอารมณ์ดีมองโลกในแง่บวก	ความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
- สามารถทำงานที่ซับซ้อนได้ - ให้ความสำคัญกับคุณค่า ได้เปรียบโดยเปรียบเทียบ - ความสามารถในการจำแนก			การเชื่อมโยงความคิด การเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว	- มีศักยภาพ - มีความอดทนต่อความไม่ชัดเจน			- มีทักษะการสืบค้นข้อมูลได้หลากหลาย - มีการสืบค้นหาข้อมูลความรู้ที่เกี่ยวข้องได้อย่างครอบคลุม - มีการสรุป เชื่อมโยงข้อมูลเพื่อนำไปออกแบบนวัตกรรมหรือแก้ปัญหา - มีการออกแบบการทำงานเป็นขั้นตอน	ความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยง

ตารางที่ 10 (ต่อ)

Tornatzky and Klein (1982)	Tony Wagner (2018)	วรัตน์ สุทธาวาศ (2558)	ฤทธิ์ ศิริบรรณพิทักษ์ (2560)	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2561)	ปิยนันต์ คล้ายจันทร์ (2563)	ชนสิทธิ์ ลิขิตสุเนิน และคณะ (2564)	ผู้วิจัย สังเคราะห์
<ul style="list-style-type: none"> - การมีต้นทุน - ความสามารถในการทำกำไร - ความสามารถในการทดลอง - ความช่างสังเกต 	<ul style="list-style-type: none"> - แนวโน้มที่จะลงมือทำและทดลอง - ความสงสัยใคร่รู้ 	<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดปัญหาชัดเจน - กำหนดปัญหาได้ - มีผลงานโดดเด่นเกินความคาดหมาย - ทำงานจริงจังและรวดเร็ว - มีพลังขับเคลื่อนเชิงบวกในการทำงานเชิงสร้างสรรค์ให้ประสบความสำเร็จ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีความมุ่งมั่นและขยันหมั่นเพียร - มีแรงผลักดันมุ่งผลสัมฤทธิ์ - มุ่งเป้าประสงค์ - มีพลังคุณภาพสูง 	<ul style="list-style-type: none"> - มีแรงบันดาลใจ - มีความเพียรพยายามที่จะทำงานให้บรรลุผลสำเร็จ 	<ul style="list-style-type: none"> - สามารถระบุปัญหา/สภาพความต้องการ - มีความมุ่งมั่น - มีความอยากรู้อยากเห็น 	<ul style="list-style-type: none"> - สามารถกำหนดวัตถุประสงค์เป้าหมายของนวัตกรรม - มีแนวคิด/วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายในการทำงาน - ใช้หลักทฤษฎีองค์ความรู้ในการออกแบบนวัตกรรม - สามารถสร้างแนวคิด/แนวทางใหม่ ๆ ในการสร้างชิ้นงานและแก้ปัญหา - มีลำดับขั้นตอนในการทำงาน/สร้างนวัตกรรม - มีความมุ่งมั่นในการทำงานให้สำเร็จ 	<ul style="list-style-type: none"> - ความสามารถในการสื่อสาร - ความสามารถในการสร้างชิ้นงานและแก้ปัญหา
-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> - มีความสามารถในการประเมินและบริหารความเสี่ยง - มีความอดทนต่อความล้มเหลว 	ยอมรับความผิดพลาด	-	<ul style="list-style-type: none"> - มีการประเมินผลระหว่างการทำดำเนินงาน/สร้างนวัตกรรม - มีการปรับปรุงระหว่างการทำดำเนินงานอยู่เสมอ 	<ul style="list-style-type: none"> - ความสามารถในการประเมินผล - การประเมินผล

จากตารางที่ 10 ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบของความเป็นนวัตกรรม Tornatzky and Klein (1982), Tony Wagner (2018), วสันต์ สุทธาวาส (2558), พงษ์สิทธิ์ ศิริบรรณพิทักษ์ (2560), สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2561), ปิยนันต์ คล้ายจันทร์ (2563), ชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน และคณะ (2564) พบว่า ความเป็นนวัตกรรมที่ผู้วิจัยนำมาศึกษา ประกอบด้วย

- 1) ความคิดสร้างสรรค์
- 2) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
- 3) ความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยง
- 4) ความสามารถในการสื่อสาร
- 5) ความสามารถในการสร้างชิ้นงานและแก้ปัญหา
- 6) ความสามารถในการประเมินผล

5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเป็นนวัตกรรม

จินตนา ศิริธัญญารัตน์ (2556) ศึกษาการพัฒนาารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการกลยุทธ์การพัฒนาทักษะกระบวนการคิดขั้นสูงเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูงในศตวรรษที่ 21 และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะการคิดขั้นสูงในศตวรรษที่ 21 ด้านการคิดเชิงวิพากษ์ แบบวัดการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอน ผลการวิจัยพบว่า 1. รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการกลยุทธ์การพัฒนาทักษะกระบวนการคิดขั้นสูงเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูงในศตวรรษที่ 21 และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา มีชื่อว่า “PIAEIED Model” มีองค์ประกอบ คือ หลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการเรียนการสอน และเงื่อนไขการนำรูปแบบไปใช้ กระบวนการเรียนการสอนมี 7 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นเตรียมความพร้อมด้านความรู้และทักษะที่จำเป็น (Preparing Essential Knowledge and Skill) 2) ขั้นร่วมกันตั้งคำถามเพื่อการสืบเสาะและการแก้ปัญหา (Identifying Enquiry Questions and Problem Solving) 3) ขั้นร่วมกันวิเคราะห์เจาะลึกความรู้และแนวทางการแก้ปัญหา (Analyzing and Examining Deeper Knowledge and Solutions) 4) ขั้นประเมินผลแนวทางการแก้ปัญหาและระบุวิธีการแก้ปัญหา (Evaluating and Identifying Solutions Methodology) 5) ขั้นดำเนินการสืบเสาะและแก้ปัญหา (Investigating and Problem Solving) 6) ขั้นขยายความรู้ (Extending of New Knowledge) 7) ขั้นการพัฒนาและเผยแพร่ (Developing and Distributing the Results) โยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นมี

ประสิทธิภาพเท่ากับ 83.86/84.14 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ 2. หลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน PIAEIED Model นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3. ทักษะการคิดขั้นสูงในศตวรรษที่ 21 ด้านการคิดเชิงวิพากษ์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน PIAEIED Model มีพัฒนาการสูงขึ้นในช่วงระหว่างเรียน 4. ทักษะการคิดขั้นสูงในศตวรรษที่ 21 ด้านการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน PIAEIED Model อยู่ในระดับดี 5. ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการใช้รูปแบบ โดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด และ 6. ในการขยายผล หลังการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน PIAEIED Model นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทักษะการคิดขั้นสูงในศตวรรษที่ 21 ด้านการคิดเชิงวิพากษ์และจิตวิทยาศาสตร์ มีพัฒนาการสูงขึ้นในช่วงเวลาระหว่างเรียน และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอนอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด

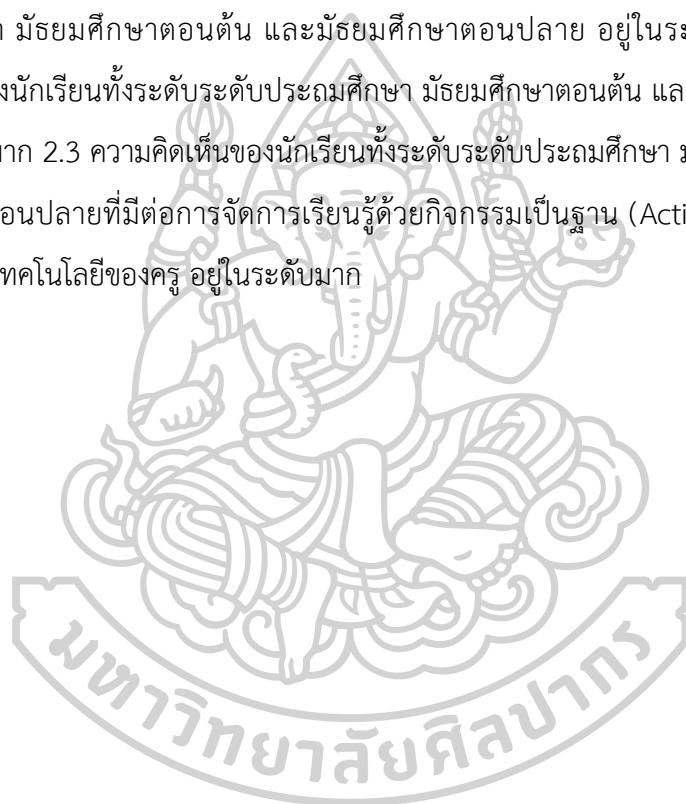
วสันต์ สุทธาวาศ (2558) ศึกษาการพัฒนาโปรแกรมสร้างศักยภาพความเป็นนวัตกรรม การศึกษา นี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) ศึกษาแนวคิดเชิงทฤษฎีของคุณลักษณะและการเสริมสร้างศักยภาพความเป็นนวัตกรรมการศึกษา 2) พัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างศักยภาพความเป็นนวัตกรรม การศึกษา และ 3) ประเมินประสิทธิภาพโปรแกรม ผลการวิจัยพบว่า คุณลักษณะความเป็นนวัตกรรม การศึกษา มี 4 ด้าน (ADAB) ประกอบด้วย ความสามารถ ทักษะการค้นพบ เจตคติ และพฤติกรรม รวมถึงมีหลักการทำงานที่สำคัญ 4 ประการ (GIVE) ประกอบด้วย การกำหนดเป้าหมายที่เหมาะสม การบูรณาการ การสร้างคุณค่าที่แท้จริง และการส่งเสริมให้เกิดนวัตกรรม โดยโปรแกรมพัฒนาจากแนวคิด ARM Model มุ่งองค์ประกอบเชิงระบบ 3 โมดูล (3As) ได้แก่ การเพิ่มพูนความพร้อม การประยุกต์ สร้างสรรค์ และการประเมินคุณค่าเชิงนวัตกรรม โดยมีภารกิจ (Task) ที่ใช้การจำลองสถานการณ์ และประยุกต์ใช้กับภาระงานจริง (Sim & Scene) เป็นตัวกระตุ้นศักยภาพ และใช้แนวคิด ARM Matrix ในการวิเคราะห์แนวโน้มศักยภาพ ทั้งนี้ ผลการเสริมสร้างศักยภาพ พบว่าคุณลักษณะความเป็นนวัตกรรมการศึกษาหลังการพัฒนาของกลุ่มทดลองโดยรวมทุกด้าน มีค่าสูงกว่า ก่อนได้รับการพัฒนา รวมถึงสูงกว่ากลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 รวมถึงมีข้อค้นพบเกี่ยวกับช่วงเวลาแห่งการยอมรับนวัตกรรม (Moment in Innovation) สำหรับภาพรวมโปรแกรมนี้ได้รับการยอมรับเป็นฉันทามติเชิงนโยบาย โดยได้ค่าสัมประสิทธิ์ Cohen's Kappa ในระดับดี (Substantial) ที่ .634 นอกจากนี้ ได้สังเคราะห์และสรุปเป็นรูปแบบ เรียกว่า

“วงรอบแห่งการพัฒนานวัตกรการศึกษา” และเป็นความสัมพันธ์ เชิงระบบ เรียกว่า “รูปแบบความเชื่อมโยงของโปรแกรมเสริมสร้างศักยภาพความเป็นนวัตกรการศึกษา” เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในวงกว้างต่อไป

ปิยนันต์ คล้ายจันทร์ (2563) ศึกษาารูปแบบการเสริมสร้างความเป็นนวัตกรสำหรับหลักสูตรระดับปริญญาตรีของมหาวิทยาลัยเอกชนในประเทศไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษากรอบแนวคิดความเป็นนวัตกรและวิธีการเสริมสร้างนวัตกรของมหาวิทยาลัยเอกชน 2) ศึกษาสภาพที่พึงประสงค์การเสริมสร้างความเป็นนวัตกรสำหรับหลักสูตรระดับปริญญาตรีของมหาวิทยาลัยเอกชนในประเทศไทย และ 3) พัฒนารูปแบบการเสริมสร้างความเป็นนวัตกรสำหรับหลักสูตรระดับปริญญาตรีของมหาวิทยาลัยเอกชนในประเทศไทย ผลการศึกษา พบว่า กรอบแนวคิดการเสริมสร้างความเป็นนวัตกรสำหรับหลักสูตรระดับปริญญาตรี ของมหาวิทยาลัยเอกชนได้เป็น 2 ด้าน ได้แก่ 1) การเสริมสร้างความเป็นนวัตกร ประกอบด้วย การบริหารงานวิชาการ และแนวคิดเกี่ยวกับนวัตกรรมและการเสริมสร้างนวัตกรรม 2) ความเป็นนวัตกร ประกอบด้วย กระบวนการคิดเชิงออกแบบ และทักษะที่จะค้นหาและค้นพบความคิดสร้างสรรค์ สำหรับชื่อรูปแบบ “ การบริหารวิชาการเพื่อพัฒนาเป้าหมายและกระบวนการเสริมสร้างสมรรถนะความเป็นนวัตกร” ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ด้านปัจจัยนำเข้า ประกอบด้วย การพัฒนาเป้าหมายความเป็นนวัตกร 2) ด้านกระบวนการ ประกอบด้วย กระบวนการเสริมสร้างความเป็นนวัตกร และ 3) ด้านผลผลิต ประกอบด้วย สมรรถนะความเป็นนวัตกร

ชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน และคณะ (2564) ศึกษาการพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรและผลงานสร้างสรรค์สำหรับนักเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมเป็นฐาน (Activity Based Learning : ABL) ร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรและผลงานสร้างสรรค์สำหรับนักเรียน 2) แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมเป็นฐาน (Activity Based Learning : ABL) ร่วมกับเทคโนโลยีฯ 3) แบบประเมินความเป็นนวัตกรของนักเรียน 4) แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียน และ 5) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมเป็นฐาน (Activity Based Learning : ABL) ร่วมกับเทคโนโลยีของครู ผลการวิจัย พบว่า 1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมเป็นฐาน (Activity Based Learning : ABL) ร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรและผลงานสร้างสรรค์สำหรับนักเรียน มีองค์ประกอบ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการ 2) จุดมุ่งหมาย 3) ขั้นตอนการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 กระตุ้นและให้ประสบการณ์ (Stimulation and Experience) ขั้นที่ 2 ให้ความรู้ใหม่ (New Knowledge Provision) ขั้นที่ 3 จัดกิจกรรม (Activity Organization) ขั้นที่ 4 นำเสนอผลงาน (Presentation) ขั้นที่ 5 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share) ขั้นที่ 6 ปรับปรุงและนำไปใช้ (Improvement and Implementation) 4) การวัดและประเมินผล 5) ปัจจัยความสำเร็จ และมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก 2. ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมเป็นฐาน (Activity Based Learning : ABL) ร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์สำหรับนักเรียน พบว่า 2.1 ความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนทั้งระดับระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย อยู่ในระดับดีมาก 2.2 ผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนทั้งระดับระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย อยู่ในระดับดีมาก 2.3 ความคิดเห็นของนักเรียนทั้งระดับระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมเป็นฐาน (Activity Based Learning : ABL) ร่วมกับเทคโนโลยีของครู อยู่ในระดับมาก



สรุปการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ โดยมีสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เทคโนโลยี ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ และเมื่อนักเรียนจบ หลักสูตร นักเรียนจะสามารถวิเคราะห์ข้อมูล ลงความเห็น และสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มาจากการสำรวจตรวจสอบในรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบได้อย่างมีเหตุผลและหลักฐานอ้างอิง สามารถใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น และสามารถศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามความสนใจ รวมทั้งตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) ว32102 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์กายภาพ องค์ประกอบในอากาศ อะตอม ธาตุ การใช้ประโยชน์จากอากาศ มลพิษทางอากาศ โมเลกุลของน้ำ สารในแหล่งน้ำธรรมชาติ การละลายของสารในน้ำ ไขมันและน้ำมัน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามิน และเกลือแร่ บรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร เชื้อเพลิง แบตเตอรี่ และสารกัมมันตรังสี อีกทั้งนักเรียนสามารถนำองค์ความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ โดยรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) ใช้ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ จำนวน 60 คาบ คาบละ 50 นาที แบ่งเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อากาศ จำนวน 9 คาบ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 น้ำ จำนวน 9 คาบ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 อาหาร จำนวน 18 คาบ และหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เชื้อเพลิง จำนวน 18 คาบ

แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

แนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D)

สามารถนำมาใช้ในการแสวงหาและพัฒนานวัตกรรมจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนานักเรียน ซึ่งในการศึกษารุ่นนี้ นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ ก็คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีกระบวนการในการพัฒนา 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R₁) การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล

พื้นฐาน เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D₁) การออกแบบและพัฒนา เป็นการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R₂) การนำไปใช้เป็นการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development : D₂) การประเมินผล เป็นการประเมินและปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และขั้นตอนที่ 5 การขยายผล (Dissemination)

แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบระบบการเรียนการสอน เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงมุ่งเน้นไปที่การพัฒนากระบวนการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนเกิดทักษะต่าง ๆ ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดการออกแบบระบบการเรียนการสอนแบบ ADDIE Model และการออกแบบการเรียนการสอนเชิงระบบ ซึ่งในการออกแบบระบบการเรียนการสอนแบบ ADDIE Model เป็นกระบวนการที่ใช้วิธีการเชิงระบบประกอบด้วย ขั้นตอนการดำเนินการ 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นและหลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 2) ขั้นตอนการออกแบบ (Design) เป็นการระบุกิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินการเรียนรู้ การเลือกสื่อ และวิธีการจัดการเรียนรู้ 3) ขั้นตอนการพัฒนา (Development) เป็นการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ การพัฒนานวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ และพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินผล 4) ขั้นตอนการนำไปใช้ (Implementation) เป็นการนำแผนการจัดการเรียนรู้ นวัตกรรม และเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์จริง และ 5) ขั้นตอนการประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ทุกระดับสำหรับการนำไปใช้ในครั้งต่อไป สำหรับการออกแบบการเรียนการสอนเชิงระบบของ Dick Carey and Carey ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 10 องค์ประกอบ คือ 1) การกำหนดเป้าหมายของการเรียนการสอน (Identify Instructional Goals) 2) การวิเคราะห์การสอน (Analysis Instruction) 3) การวิเคราะห์ผู้เรียนและบริบท (Analysis Learner and Contexts) 4) เขียนวัตถุประสงค์เชิงปฏิบัติการ (Write Performance Objectives) 5) การพัฒนาเครื่องประเมิน (Develop Assessment Instruction) 6) พัฒนายุทธศาสตร์การสอน (Develop Instructional Strategy) 7) เลือกและพัฒนาวัสดุการเรียนการสอน (Develop and Select Instructional materials) 8) ออกแบบและจัดการประเมินระหว่างเรียน (Design and Conduct Formation Evaluation of Instruction) 9) ออกแบบและการประเมินผลภายหลังการเรียนการสอน (Design

and Conduct Summative Evaluation) และ 10) ทบวนการจัดการเรียนการสอน (Revise Instruction)

แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้หมายถึงแบบแผนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผู้ดำเนินการพัฒนาขึ้นมาตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ หรือแนวคิดที่มีลักษณะเฉพาะเพื่อในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพื่อการแก้ปัญหาหรือให้เกิดความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนนั้นได้กำหนดไว้ โดยมีองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 1) หลักการ หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นส่วนที่กล่าวถึงแนวคิด ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของการออกแบบและพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะเป็นการกำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมและขั้นตอนการดำเนินงานของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2) จุดมุ่งหมาย จุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นส่วนที่ระบุถึงความคาดหวังหรือสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นจากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่คาดหวังจากการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4) การวัดและประเมินผล เป็นส่วนของการประเมินผลการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และ 5) เงื่อนไขการนำไปใช้ เงื่อนไขทางสิ่งแวดล้อมในกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสนับสนุนให้การจัดการเรียนรู้ประสบผลสำเร็จ

แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ทฤษฎีที่ว่าด้วยการสร้างองค์ความรู้ หรือทฤษฎีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งมีแนวคิดหลักกว่าบุคคลเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีต่าง ๆ โดยอาศัยประสบการณ์เดิมกับโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ และแรงจูงใจของตนเองเป็นจุดเริ่มต้น เมื่อได้สัมผัสกับสถานการณ์ใหม่โดยผ่านกระบวนการและกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติ และสืบค้นด้วยตนเองหรือมีการแลกเปลี่ยนความรู้จะส่งผลให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องจัดกระทำข้อมูลกับสิ่งแวดล้อม ไม่ใช่เพียงรับข้อมูลเข้ามา และนอกจากกระบวนการเรียนรู้จะเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ภายในสมองแล้วยังเป็นกระบวนการทางสังคม การสร้างความรู้จึงเป็นกระบวนการทั้งทางด้านสติปัญญาและสังคม เกิดจากการใช้ประสาทสัมผัสแล้วทำการไตร่ตรองความคิดเพื่อนำไปสู่กระบวนการในการค้นหาคำตอบ

แนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา การจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน โดยนำลักษณะธรรมชาติและกระบวนการของแต่ละสาขามารวมผสมผสานกันเพื่อที่มุ่งให้นักเรียนเกิดความรู้ กระบวนการคิด ทักษะ

การแก้ปัญหา ทักษะการปฏิบัติงาน เพื่อนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยมีขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 1) การระบุปัญหา 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) การทดสอบและประเมินผล และ 6) การนำเสนอผลการแก้ปัญหา

แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ โดยมีครูเป็นผู้กำกับควบคุมดำเนินการให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ กระตุ้น ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ รวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน โดยมีขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน ประกอบด้วย 1) การสร้างความสนใจ 2) การสำรวจและค้นหา 3) การอธิบาย 4) การขยายความรู้ และ 5) การประเมินผล

แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นสถานการณ์ของการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายที่กำหนด โดยที่ผู้สอนนำผู้เรียนไปสู่สถานการณ์ของปัญหาจริง หรือผู้สอนจัดสถานการณ์จำลองสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหา และฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ปัญหา และการแก้ปัญหาร่วมกันในกลุ่ม ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาได้ชัดเจนมากขึ้น ได้เห็นทางเลือก และวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา และทำให้ผู้เรียนเกิดการใฝ่รู้ เกิดทักษะการคิดและการแก้ปัญหา โดยมีขั้นตอนของการใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วย 1) การนำเสนอปัญหา 2) การทำความเข้าใจกับปัญหา 3) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 4) การนำเสนอผลการแก้ปัญหา และ 5) การประเมินผล

แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างนวัตกรรม การสร้างนวัตกรรม หมายถึง ความคิด การปฏิบัติ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ หรือเป็นการพัฒนาดัดแปลงมาจากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้ทันสมัยและใช้ได้ผลดียิ่งขึ้น เมื่อนำนวัตกรรมมาใช้จะช่วยให้การทำงานนั้นได้ผลดีมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงกว่าเดิม โดยมีองค์ประกอบของการประเมินการสร้างนวัตกรรม ประกอบด้วย 1) ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม 1.1 กำหนดวัตถุประสงค์/เป้าหมาย 1.2 การออกแบบพัฒนานวัตกรรม 1.3 การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตกรรม 1.4 การประเมินและสรุปผล 1.5 การนำเสนอนวัตกรรม 2) ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม 2.1 การเกิดองค์ความรู้ใหม่ที่ต่อยอดจากองค์ความรู้เดิม 2.2 การแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ 2.3 ความคุ้มค่าในการใช้ทรัพยากรเพื่อแก้ปัญหา 2.4 ความเป็นไปได้ในทาง

ปฏิบัติ 2.5 การยอมรับจากผู้ใช้งาน 3) ด้านความเป็นนวัตกรรม 3.1 สิ่งใหม่/วิธีการใหม่/แนวทางใหม่
3.2 การสร้างสรรค์ผลงาน

แนวคิดเกี่ยวกับความเป็นนวัตกรรม **ความเป็นนวัตกรรม** หมายถึง ผู้ที่คิดทำ จัดทำ
สร้างสรรค์สิ่งของต่าง ๆ ที่เกิดจากความต้องการใช้งานเพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน และ
ใช้ประโยชน์ของคนในสังคม บุคคลผู้สร้างสรรค์หรือค้นพบวิธีการ รูปแบบเครื่องมือ หรือสิ่งอื่นใดที่
เป็นสิ่งใหม่เป็นประโยชน์ อาจเรียกสิ่งใหม่นั้นว่าเป็นสิ่งประดิษฐ์ซึ่งอาจสามารถนำไปต่อยอดเป็น
นวัตกรรมได้ โดยความเป็นนวัตกรรมที่ผู้วิจัยนำมาศึกษา ประกอบด้วย 1) ความคิดสร้างสรรค์ 2)
ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น 3) ความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยง 4) ความสามารถในการ
สื่อสาร 5) ความสามารถในการสร้างชิ้นงานและแก้ปัญหา และ 6) ความสามารถในการ
ประเมินผล

จากผลการวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับ
ปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษา
ตอนปลาย แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม แนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน แนวคิด
เกี่ยวกับการสร้างนวัตกรรม และแนวคิดเกี่ยวกับความเป็นนวัตกรรม ผู้วิจัยสังเคราะห์ขั้นตอนของการ
จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนของการจัดการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

		ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้					
		ขั้นที่ 1.0	ขั้นที่ 2.0	ขั้นที่ 3.0	ขั้นที่ 4.0	ขั้นที่ 5.0	ขั้นที่ 6.0
แนวคิด ทฤษฎี		การสร้าง ความสนใจ (K : Keeness)	การสำรวจ และค้นหา (R : Reviewing)	การสร้าง องค์ความรู้ (U : Utilization)	การนำไปสู่ นวัตกรรม (V : Viable to Innovation)	การตรวจสอบและ ประเมินผล (I : Inspection)	การนำเสนอและ เผยแพร่ (T : Transference)
สะเต็มศึกษา		1. การระบุปัญหา	2. การค้นหาแนวคิด ที่เกี่ยวข้อง	3. การออกแบบ วิธีการแก้ปัญหา	4. การวางแผนและ ดำเนินการแก้ปัญหา	5. การทดสอบและ ประเมินผล	6. การนำเสนอผล การแก้ปัญหา
การจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหา ความรู้เป็นฐาน (IBL)		1. การสร้างความ สนใจ	2. การสำรวจและ ค้นหา	3. การอธิบาย	4. การขยายความรู้	5. การประเมินผล	-
การจัดการเรียนรู้ แบบใช้ปัญหาเป็น ฐาน (PBL)		การนำเสนอปัญหา	การทำความเข้าใจ กับปัญหา	-	การวางแผนและ ดำเนินการแก้ปัญหา	การประเมินผล	การนำเสนอผลการ แก้ปัญหา

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้						
	ขั้นที่ 1.0 การสร้าง ความสนใจ (K : Keenness)	ขั้นที่ 2.0 การสำรวจ และค้นหา (R : Reviewing)	ขั้นที่ 3.0 การสร้าง องค์ความรู้ (U : Utilization)	ขั้นที่ 4.0 การนำไปสู่ นวัตกรรม (V : Viable to Innovation)	ขั้นที่ 5.0 การตรวจสอบและ ประเมินผล (I : Inspection)	ขั้นที่ 6.0 การนำเสนอและ เผยแพร่ (T : Transference)
แนวคิด ทฤษฎี						
การสร้างนวัตกรรม						
ความเป็นนวัตกรรม						
	1) ด้านกระบวนการพัฒนาวัตกรรม 2) ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม 3) ด้านความเป็นนวัตกรรม					
	1) ความคิดสร้างสรรค์ 2) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น 3) ความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยง 4) ความสามารถในการสื่อสาร 5) ความสามารถในการสร้างชิ้นงานและแก้ปัญหา 6) ความสามารถในการประเมินผล					

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยใช้แบบแผนแบบผสมผสานวิธี (Mixed Methods Research) ที่มีลักษณะเป็นแบบแผนเชิงผสมผสานแบบรองรับภายใน (The Embedded Design) ด้วยการศึกษาวิธีการเชิงปริมาณ (Quantitative Methods) เสริมด้วยวิธีการเชิงคุณภาพ (Qualitative Methods) เพื่อตอบคำถามการวิจัยให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์การวิจัย โดยมีรายละเอียดวิธีดำเนินการวิจัยเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R₁) การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน (Analysis : A) เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

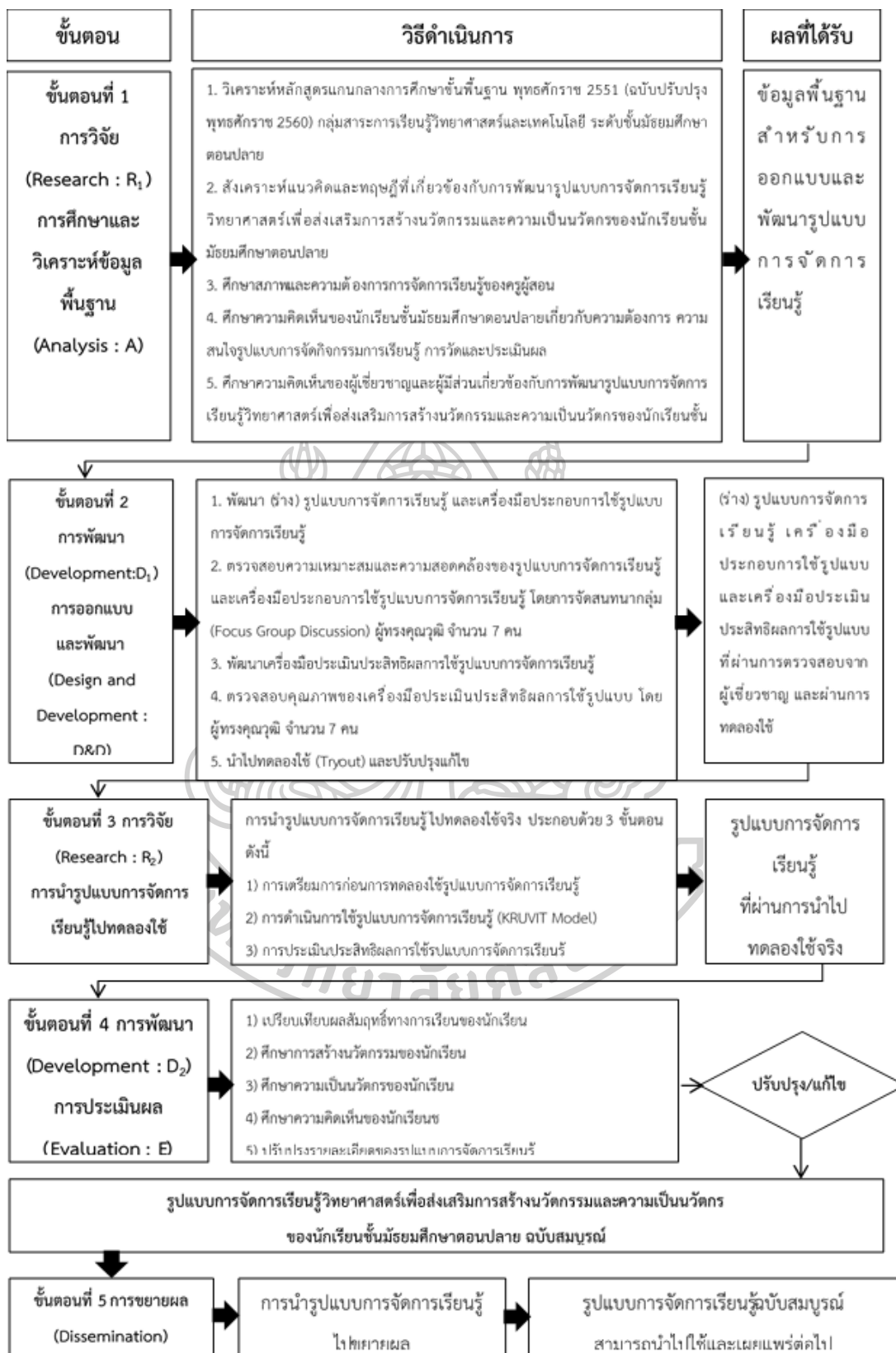
ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D₁) การออกแบบและพัฒนา (Design and Development : D&D) เป็นการพัฒนาและหาคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R₂) การนำไปใช้ (Implementation : I) เป็นการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้

ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development : D₂) การประเมินผล (Evaluation : E) เป็นการประเมินและปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 5 การขยายผล (Dissemination) เป็นการขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

วิธีดำเนินการวิจัย การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยดำเนินการตามกรอบดำเนินการวิจัย ดังแผนภาพที่ 2



แผนภาพที่ 2 กรอบการดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R) การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน (Analysis : A)

เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีรายละเอียดดังนี้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อสังเคราะห์แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
3. เพื่อศึกษาสภาพและความต้องการการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน
4. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเกี่ยวกับความต้องการความสนใจรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล
5. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูลเอกสาร ประกอบด้วย

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

แหล่งข้อมูลบุคคล ประกอบด้วย

1. ครูผู้สอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 10 คน ได้มาจากการคัดเลือกแบบอาสาสมัคร (Voluntary Selection) โดยมีเกณฑ์

การคัดเลือกคือ 1) มีประสบการณ์การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระยะเวลา 10 ปีขึ้นไป และ 2) มีวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ขึ้นไป ประกอบด้วย

- 1.1) ครูผู้สอนสาระฟิสิกส์ จำนวน 2 คน
- 1.2) ครูผู้สอนสาระเคมี จำนวน 2 คน
- 1.3) ครูผู้สอนสาระชีววิทยา จำนวน 2 คน
- 1.4) ครูผู้สอนสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ จำนวน 2 คน
- 1.5) ครูผู้สอนสาระเทคโนโลยี จำนวน 2 คน

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม ปีการศึกษา 2565 จำนวน 135 คน ได้มาจากวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม ผู้วิจัยทำการสุ่มระดับชั้นละ 1 ห้องเรียน โดยใช้การสุ่มอย่างง่าย ด้วยวิธีการจับสลาก ผลของการสุ่มได้ห้องเรียนที่เป็นตัวอย่างประกอบด้วย

- 2.1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 จำนวน 44 คน
- 2.2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 จำนวน 48 คน
- 2.3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/3 จำนวน 43 คน

3. ผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 5 คน ประกอบด้วย

3.1) ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 2 คน โดยมีคุณสมบัติคือ มีประสบการณ์การจัดการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระยะเวลา 10 ปีขึ้นไป และจบการศึกษาระดับปริญญาเอกด้านหลักสูตรและการสอน

- 3.2) ผู้อำนวยการสถานศึกษา จำนวน 1 คน
- 3.3) รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ จำนวน 1 คน
- 3.4) ศึกษานิเทศก์ จำนวน 1 คน โดยมีคุณสมบัติคือ มีประสบการณ์การนิเทศการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระยะเวลา 10 ปีขึ้นไป และ มีวิทยฐานะ ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ ขึ้นไป

วิธีดำเนินการ

1. ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยศึกษาข้อมูลพื้นฐานเชิงนโยบายการจัดการเรียนรู้

2. ศึกษาและสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3. ศึกษาสภาพและความต้องการการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสนทนากลุ่มเพื่อนำข้อมูลเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันของครูผู้สอน และความต้องการในการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 10 คน

4. ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเกี่ยวกับความต้องการความสนใจรูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล โดยการสอบถามนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 135 คน

5. ศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง จำนวน 5 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบวิเคราะห์เอกสาร จำนวน 2 ฉบับ ได้แก่

1.1 แบบวิเคราะห์เอกสารข้อมูลพื้นฐานเชิงนโยบายการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.2 แบบวิเคราะห์เอกสารแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. ประเด็นการสนทนากลุ่ม จำนวน 1 ฉบับ ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลสภาพและความต้องการการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3. แบบสอบถามความคิดเห็น จำนวน 1 ฉบับ ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเกี่ยวกับความต้องการ ความสนใจรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล

4. แบบสัมภาษณ์ จำนวน 1 ฉบับ ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบวิเคราะห์เอกสาร จำนวน 2 ฉบับ มีขั้นตอนดำเนินการสร้างเช่นเดียวกัน ดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารและตำราเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบวิเคราะห์เอกสาร

1.2 สร้างแบบวิเคราะห์เอกสาร โดยกำหนดประเด็นการวิเคราะห์เอกสาร ได้แก่ ประเภทของเอกสาร ชื่อเอกสาร ชื่อผู้แต่งและปีที่พิมพ์ สถานที่พิมพ์ วันที่ศึกษา ประเด็นที่ศึกษา และสรุปประเด็นสำคัญ

1.3 นำแบบวิเคราะห์เอกสารที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของแบบวิเคราะห์เอกสารเชิงทฤษฎี และนำไปปรับปรุงแก้ไข

1.4 นำแบบวิเคราะห์เอกสารที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ จำนวน 5 คน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 2 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและประเมินผลการศึกษา จำนวน 1 คน เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวิเคราะห์เอกสาร (Index of Objective Congruence : IOC) แล้วเลือกค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.50 ขึ้นไป โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินผล ดังนี้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558: 177)

+1 หมายถึง แบบวิเคราะห์เอกสารมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการวิจัย

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบวิเคราะห์เอกสารมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์หรือไม่

-1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบวิเคราะห์เอกสารไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการวิจัย

ให้นำคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือแต่ละคนมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) จากสูตร

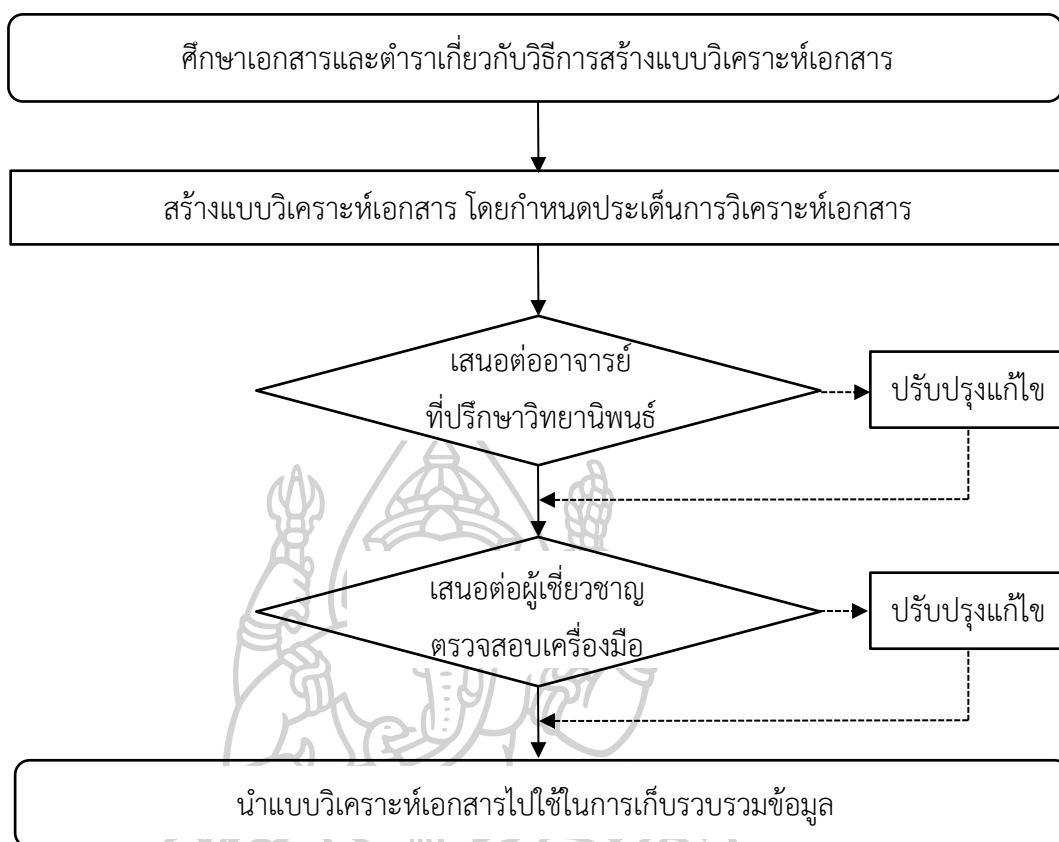
$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

1.5 นำข้อมูลที่รวบรวมจากผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ซึ่งผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของทุกประเด็น คือ 1.00 แสดงว่า แบบวิเคราะห์เอกสารมีความสอดคล้องเหมาะสมสามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่อไปได้

1.6 จัดทำแบบวิเคราะห์เอกสารฉบับสมบูรณ์ และนำแบบวิเคราะห์เอกสารไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

จากขั้นตอนการสร้างแบบวิเคราะห์เอกสารที่ใช้ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเชิงนโยบายการจัดการศึกษา และแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สรุปลงได้ดังแผนภาพที่ 3





แผนภาพที่ 3 ขั้นตอนการสร้างแบบวิเคราะห์เอกสาร

2. ประเด็นการสนทนากลุ่มครูผู้สอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีขั้นตอนดำเนินการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารและตำราเกี่ยวกับวิธีการสร้างประเด็นการสนทนากลุ่ม

2.2 สร้างประเด็นการสนทนากลุ่ม โดยมีข้อคำถามแบบปลายเปิด (Opened Form) และมีสาระครอบคลุมวัตถุประสงค์การวิจัย ประกอบด้วย 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของครูผู้สอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 2 ประเด็นคำถามการสนทนากลุ่ม

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

2.3 นำประเด็นการสนทนากลุ่มที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของประเด็นการสนทนากลุ่มเชิงทฤษฎีและนำไปปรับปรุงแก้ไข

2.4 นำประเด็นการสนทนากลุ่มที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องของประเด็นการสนทนากลุ่ม (Index of Objective Congruence : IOC) แล้วเลือกค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.50 ขึ้นไป โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินผลเช่นเดียวกับการสร้างแบบวิเคราะห์เอกสาร

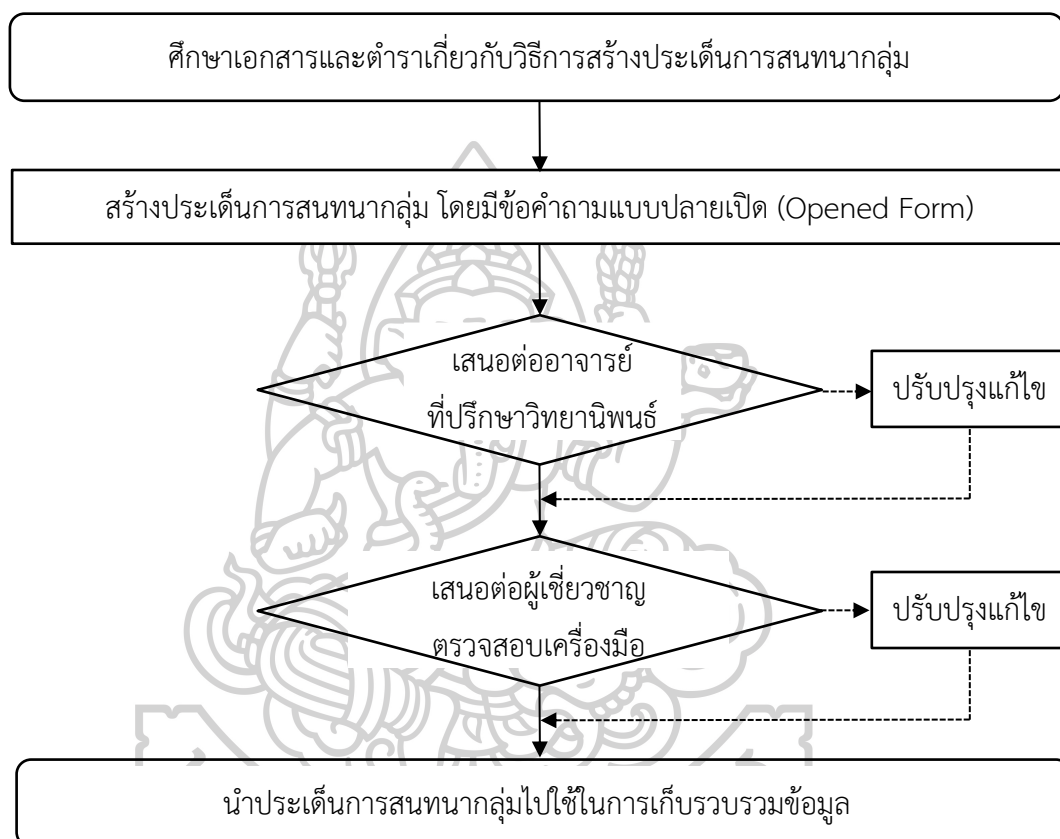
2.5 นำข้อมูลที่รวบรวมจากผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ซึ่งผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของทุกประเด็น คือ 0.80-1.00 แสดงว่า ประเด็นการสนทนากลุ่มมีความสอดคล้องเหมาะสม สามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่อไปได้ โดยข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือและการปรับปรุงแก้ไขประเด็นการสนทนากลุ่ม ปรากฏดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือประเด็นการสนทนากลุ่ม

ประเด็นที่ควรปรับปรุง/แก้ไข	ผลการปรับปรุง/แก้ไข
ควรเพิ่มเติมประเด็นเกี่ยวกับสื่อการสอนที่ควรนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้	ผู้วิจัยเพิ่มประเด็นเกี่ยวกับสื่อการสอนที่ควรนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้
ควรเพิ่มเติมประเด็น บทบาทของครูผู้สอน สำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ควรมีลักษณะอย่างไร	ผู้วิจัยเพิ่มประเด็นการสนทนากลุ่มเกี่ยวกับ บทบาทของครูผู้สอน ควรมีลักษณะอย่างไร

2.6 จัดทำประเด็นการสนทนากลุ่มฉบับสมบูรณ์ และนำประเด็นการสนทนากลุ่มไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

จากขั้นตอนการสร้างประเด็นการสนทนากลุ่มครูผู้สอน กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสภาพ และความต้องการการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สรุปได้ดังแผนภาพที่ 4



แผนภาพที่ 4 ขั้นตอนการสร้างประเด็นการสนทนากลุ่ม

3. แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เกี่ยวกับความต้องการ ความสนใจรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล มีขั้นตอนดำเนินการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและตำราเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบสอบถาม

3.2 สร้างแบบสอบถาม โดยมีลักษณะเป็นแบบ Checklist ประกอบด้วย 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความต้องการเกี่ยวกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

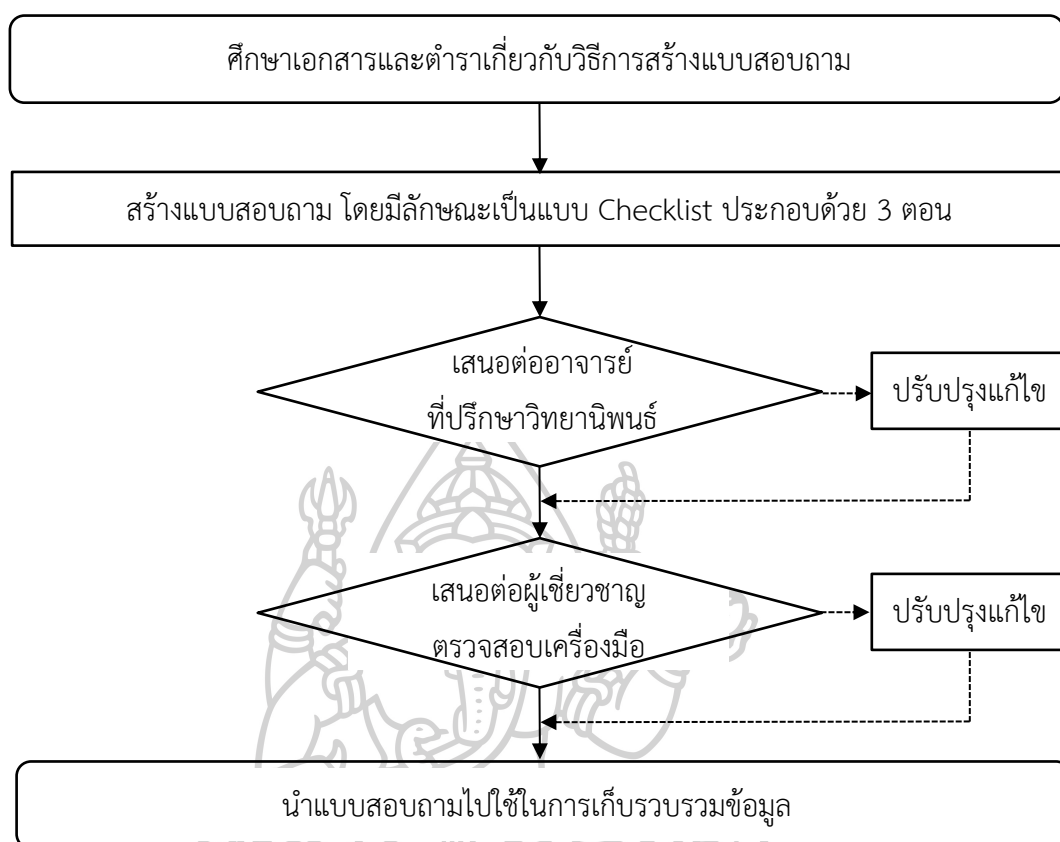
3.3 นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของแบบสอบถามเชิงทฤษฎีและนำไปปรับปรุงแก้ไข

3.4 นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถาม (Index of Objective Congruence : IOC) แล้วเลือกค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.50 ขึ้นไป โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินผลเช่นเดียวกับการสร้างแบบวิเคราะห์เอกสาร

3.5 นำข้อมูลที่รวบรวมจากผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ซึ่งผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของทุกประเด็น คือ 1.00 แสดงว่า แบบสอบถามมีความสอดคล้องเหมาะสม สามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่อไปได้

3.6 จัดทำแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ และนำแบบสอบถามไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

จากขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม เพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการ ความสนใจ รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สรุปได้ดังแผนภาพที่ 5



แผนภาพที่ 5 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม

4. แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีขั้นตอนดำเนินการสร้าง ดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารและตำราเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) ที่มีลักษณะเป็นแบบบันทึกเชิงพรรณนาความ

4.2 สร้างแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

ตอนที่ 2 เป็นแบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบ

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

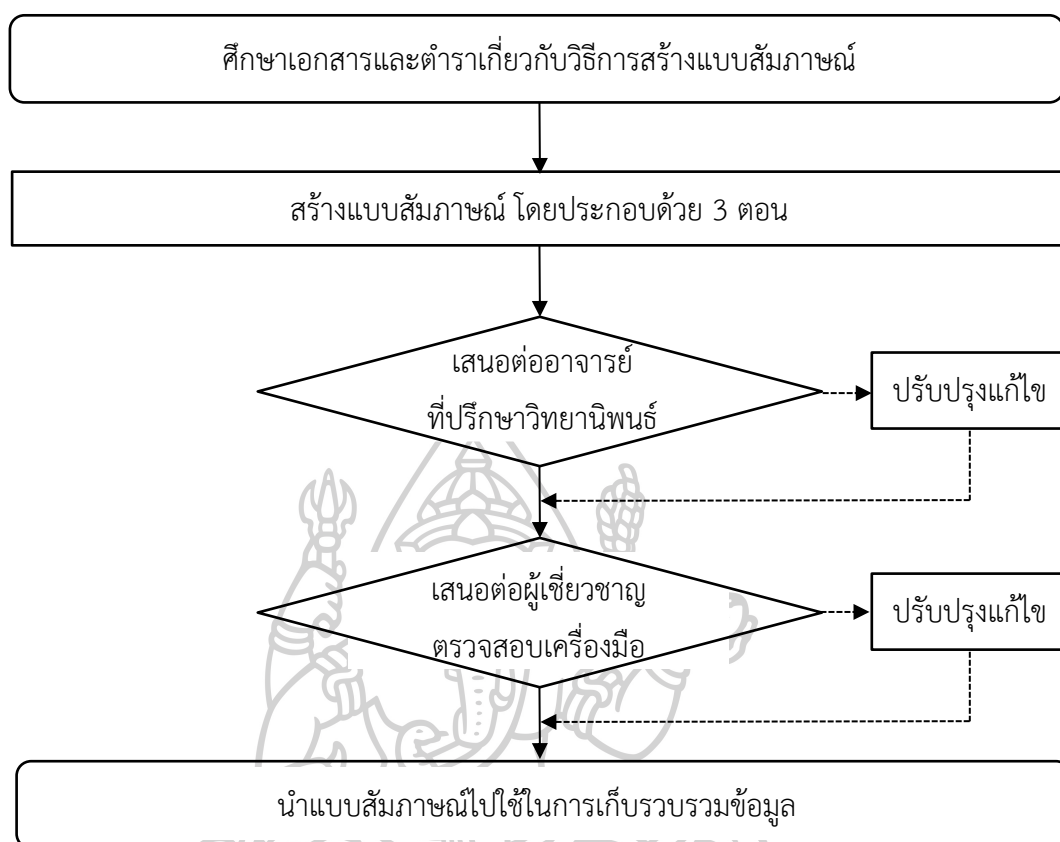
4.3 นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของแบบสอบถามเชิงทฤษฎีและนำไปปรับปรุงแก้ไข

4.4 นำแบบสัมภาษณ์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถาม (Index of Objective Congruence : IOC) แล้วเลือกค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.50 ขึ้นไป โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินผลเช่นเดียวกับการสร้างแบบวิเคราะห์เอกสาร

4.5 นำข้อมูลที่รวบรวมจากผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ซึ่งผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของทุกประเด็น คือ 1.00 แสดงว่า แบบสัมภาษณ์มีความสอดคล้องเหมาะสม สามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่อไปได้

4.6 จัดทำแบบสัมภาษณ์ฉบับสมบูรณ์ และนำแบบสัมภาษณ์ไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

จากขั้นตอนการสร้างแบบสัมภาษณ์ เพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สรุปได้ดังแผนภาพที่ 6



แผนภาพที่ 6 ขั้นตอนการสร้างแบบสัมภาษณ์



การวิเคราะห์ข้อมูล/สถิติที่ใช้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเชิงนโยบายการจัดการศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งได้จากแบบวิเคราะห์เอกสาร โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ตามขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพของ สุกงศ์ จันทวานิช (2554: 17) ซึ่งมี 5 ขั้นตอน คือ 1) การใช้แนวคิดทฤษฎีและการสร้างกรอบแนวคิดสำหรับการวิเคราะห์ 2) การตรวจสอบข้อมูล 3) การจัดบันทึกและทำดัชนีข้อมูล 4) การทำข้อสรุปชั่วคราวและการกำจัดข้อมูล และ 5) การสร้างข้อสรุป

2. การวิเคราะห์ข้อมูลและการสังเคราะห์เอกสารเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี และผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

3. การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสนทนากลุ่มครูผู้สอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

4. การวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งได้มาจากรูปแบบสอบถาม โดยการหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย (M) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

5. การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

จากขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบและพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สามารถสรุปวิธีการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนที่ 1 ได้ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 สรุปวิธีการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R₁) เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน (Analysis : A)

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีดำเนินการ	แหล่งข้อมูล	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล/สถิติที่ใช้	ผลที่ได้รับ
1. เพื่อวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	การวิเคราะห์เอกสาร	หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	แบบวิเคราะห์เอกสาร	การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)	ข้อมูลพื้นฐานเชิงนโยบายการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อสังเคราะห์แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	การวิเคราะห์เอกสาร	เอกสารแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	แบบวิเคราะห์เอกสาร	การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)	ข้อมูลแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตารางที่ 13 (ต่อ)

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีดำเนินการ	แหล่งข้อมูล	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล/สถิติที่ใช้	ผลที่ได้รับ
3. เพื่อศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพและความต้องการจัดการการเรียนรู้ของครูผู้สอน	การสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion)	ครูผู้สอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 10 คน	ประเด็นการสนทนากลุ่ม	การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)	ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพและความต้องการจัดการการเรียนรู้ของครูผู้สอน
4. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเกี่ยวกับความต้องการ ความสนใจรูปแบบการจัดการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล	การสนทนากลุ่ม	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	แบบสอบถาม	ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)	ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับความต้องการ ความสนใจรูปแบบการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล
5. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	การสัมภาษณ์	1. ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2. ผู้อำนวยการสถานศึกษา 3. รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ 4. ศึกษานิเทศก์	แบบสัมภาษณ์	การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)	ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D₁) การออกแบบและพัฒนา (Design and Development : D&D)

เป็นการพัฒนาและหาคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แล้วจัดสนทนากลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ (Focus Group Discussion : FGD) จำนวน 7 คน เพื่ออภิปรายรูปแบบการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Tryout) กับนักเรียนที่มีลักษณะไม่แตกต่างกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ก่อนนำไปใช้จริง โดยมีรายละเอียดดังนี้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และเครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้
2. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินการสร้างนวัตกรรม แบบประเมินความเป็นนวัตกรรม และแบบประเมินความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูลเอกสาร ประกอบด้วย

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้
3. เครื่องมือประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินการสร้างนวัตกรรม แบบประเมินความเป็นนวัตกรรม และแบบประเมินความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

แหล่งข้อมูลบุคคล ประกอบด้วย

1. ผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อให้ข้อมูลและตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และเพื่อรับรองโครงร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ก่อนการนำไปทดลองใช้ จำนวน 7 คน ประกอบด้วย

1.1 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 2 คน โดยมีคุณสมบัติคือ จบการศึกษาระดับปริญญาเอกด้านหลักสูตรและการสอน และมีตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ หรือ อาจารย์ ขึ้นไป

1.2 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 4 คน โดยมีคุณสมบัติคือ จบการศึกษาระดับปริญญาเอกด้านหลักสูตรและการสอน/การจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และมีตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ หรือมีประสบการณ์การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระยะเวลา 10 ปี ขึ้นไป

1.3 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิจัยและประเมินผลการศึกษา จำนวน 1 คน โดยมีคุณสมบัติคือ จบการศึกษาระดับปริญญาเอกด้านการวิจัยและประเมินผลการศึกษา และมีตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ หรือ อาจารย์ ขึ้นไป

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม ปีการศึกษา 2565 จำนวน 35 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อใช้ในการทดลองใช้ (Tryout) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อใช้ในการทดลองใช้ (Tryout) เครื่องมือประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

วิธีดำเนินการ

1. พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาใช้ในการสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. พัฒนาเครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาใช้ในการสร้างเครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้

3. พัฒนาเครื่องมือประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินการสร้างนวัตกรรม แบบประเมินความเป็นนวัตกรรม และแบบประเมินความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

4. ตรวจสอบคุณภาพโดยการทดลองใช้ (Tryout) ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. เครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้

3. เครื่องมือประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินการสร้างนวัตกรรม แบบประเมินความเป็นนวัตกรรม และแบบประเมินความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.1 ร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาใช้ในการสังเคราะห์ร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.2 นำร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมเชิงทฤษฎี แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

1.3 สร้างประเด็นการสนทนากลุ่ม ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1.3.1 ศึกษาเอกสารและตำราเกี่ยวกับวิธีการสร้างประเด็นการสนทนากลุ่ม

1.3.2 สร้างประเด็นการสนทนากลุ่มตามโครงสร้างที่กำหนด

1.3.3 นำประเด็นการสนทนากลุ่มที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของประเด็นการสนทนากลุ่มเชิงทฤษฎี และนำไปปรับปรุงแก้ไข

1.3.4 นำประเด็นการสนทนากลุ่มที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องของประเด็นการสนทนากลุ่ม (Index of Objective Congruence : IOC) แล้วเลือกค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.50 ขึ้นไป โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินผลเช่นเดียวกับการสร้างแบบวิเคราะห์เอกสาร

1.3.5 นำข้อมูลที่รวบรวมจากผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ซึ่งผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของทุกประเด็น คือ 1.00 แสดงว่า ประเด็นการสนทนากลุ่มมีความสอดคล้องเหมาะสมสามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่อไปได้

1.3.6 จัดทำประเด็นการสนทนากลุ่มฉบับสมบูรณ์ และนำประเด็นการสนทนากลุ่มไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

1.4 จัดสนทนากลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ (Focus Group Discussion : FGD) จำนวน 7 คน โดยใช้รูปแบบออนไลน์ โปรแกรม Zoom ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อวิพากษ์ ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเป็นไปได้ในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ในงานวิจัย

1.5 ปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิจากการสนทนากลุ่ม

1.6 หลังจากนั้น นำเสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้ต่อผู้ทรงคุณวุฒิอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบประเมินคุณภาพความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยการประเมินนี้มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ประเมินความเหมาะสมในการกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ การวิเคราะห์ข้อมูลในการประเมินความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผลการประเมินพิจารณาจากค่าเฉลี่ย (M) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนความสอดคล้องตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วนำมาแปลความหมายตามเกณฑ์ กำหนดเกณฑ์การพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558: 179)

ระดับ 5 หมายถึง มีความเหมาะสม/สอดคล้องมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง มีความเหมาะสม/สอดคล้องมาก

ระดับ 3 หมายถึง มีความเหมาะสม/สอดคล้องปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความเหมาะสม/สอดคล้องน้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีความเหมาะสม/สอดคล้องน้อยที่สุด

การวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการประเมินพิจารณาจากค่าเฉลี่ยคะแนนความสอดคล้องตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ และนำมาแปลความหมายตามเกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ยคะแนน 4.50 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสม/สอดคล้องมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยคะแนน 3.50 – 4.49 หมายถึง มีความเหมาะสม/สอดคล้องมาก

ค่าเฉลี่ยคะแนน 2.50 – 3.49 หมายถึง มีความเหมาะสม/สอดคล้องปานกลาง

ค่าเฉลี่ยคะแนน 1.50 – 2.49 หมายถึง มีความเหมาะสม/สอดคล้องน้อย

ค่าเฉลี่ยคะแนน 1.00 – 1.49 หมายถึง มีความเหมาะสม/สอดคล้องน้อยที่สุด

พิจารณาค่าความสอดคล้องที่มีค่าเฉลี่ย ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน น้อยกว่า 1.00 แสดงว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสม/สอดคล้อง สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ในการประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1.6.1 ศึกษาเอกสารและตำราเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

1.6.2 สร้างแบบประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

1.6.3 นำแบบประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของแบบประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เชิงทฤษฎีและนำไปปรับปรุงแก้ไข

1.6.4 นำแบบประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

เครื่องมือ จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ (Index of Objective Congruence : IOC) แล้วเลือกค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.50 ขึ้นไป โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินผลเช่นเดียวกับการสร้างแบบวิเคราะห์เอกสาร

1.6.5 นำข้อมูลที่รวบรวมจากผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ซึ่งผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของทุกประเด็น คือ 1.00 แสดงว่า แบบประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องเหมาะสม สามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่อไปได้

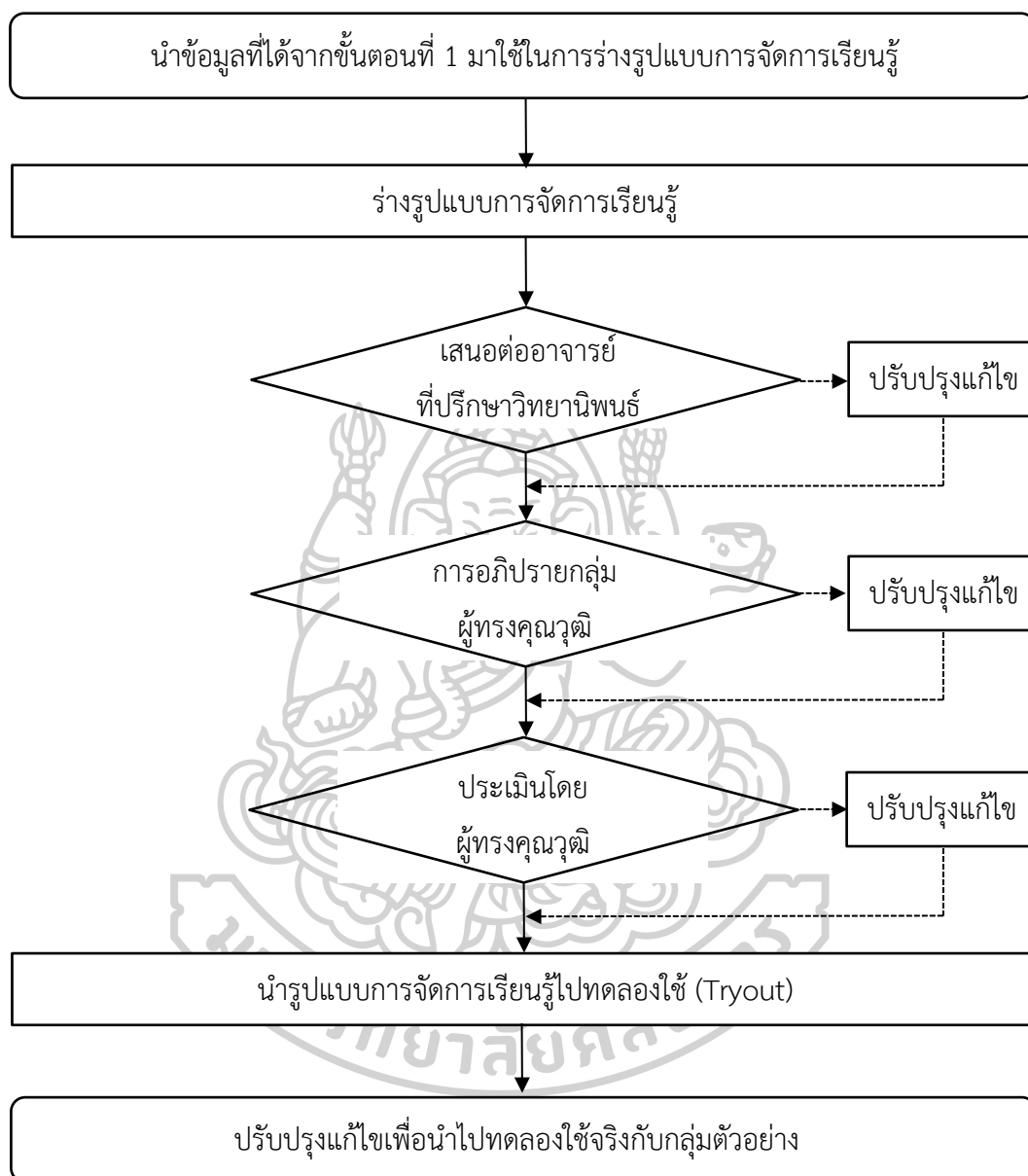
1.6.6 จัดทำแบบประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ และนำแบบประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

1.7 นำข้อมูลที่รวบรวมจากผู้ทรงคุณวุฒิมาคำนวณค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนความเหมาะสม/สอดคล้องตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

1.8 นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ผ่านการตรวจสอบความสอดคล้องเชิงโครงสร้างโดยผู้ทรงคุณวุฒิ และปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Tryout) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม ปีการศึกษา 2565 จำนวน 35 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

1.9 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้ (Tryout) ไปปรับปรุงแก้ไข และจัดทำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่สมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

จากขั้นตอนการพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สรุปได้ดังแผนภาพที่ 7



แผนภาพที่ 7 ขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้าง
นวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. เครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้

2.1 คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

2.1.1 ศึกษาข้อมูลจากเอกสาร ตำรา และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

2.1.2 สร้างคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย สารระสำคัญ 6 ประการ คือ 1) แนวทางการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2) ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 3) แนวคิด หลักการ และทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4) องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 5) แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และ 6) เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล

2.1.3 นำคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมเชิงทฤษฎี แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

2.1.4 นำคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 7 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพ ความสอดคล้องเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยการประเมินนี้มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (M) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) กำหนดเกณฑ์พิจารณา และการวิเคราะห์ข้อมูลในการประเมินความสอดคล้องตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ เช่นเดียวกับการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ในการประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

2.1.4.1 ศึกษาเอกสารและตำราเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

2.1.4.2 สร้างแบบประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

2.1.4.3 นำแบบประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของแบบประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงทฤษฎีและนำไปปรับปรุงแก้ไข

2.1.4.4 นำแบบประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ (Index of Objective Congruence : IOC) แล้วเลือกค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.50 ขึ้นไป โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินผลเช่นเดียวกับการสร้างแบบวิเคราะห์เอกสาร

2.1.4.5 นำข้อมูลที่รวบรวมจากผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือมา คำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ซึ่งผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของทุกประเด็น คือ 1.00 แสดงว่า แบบประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องเหมาะสม สามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่อไปได้

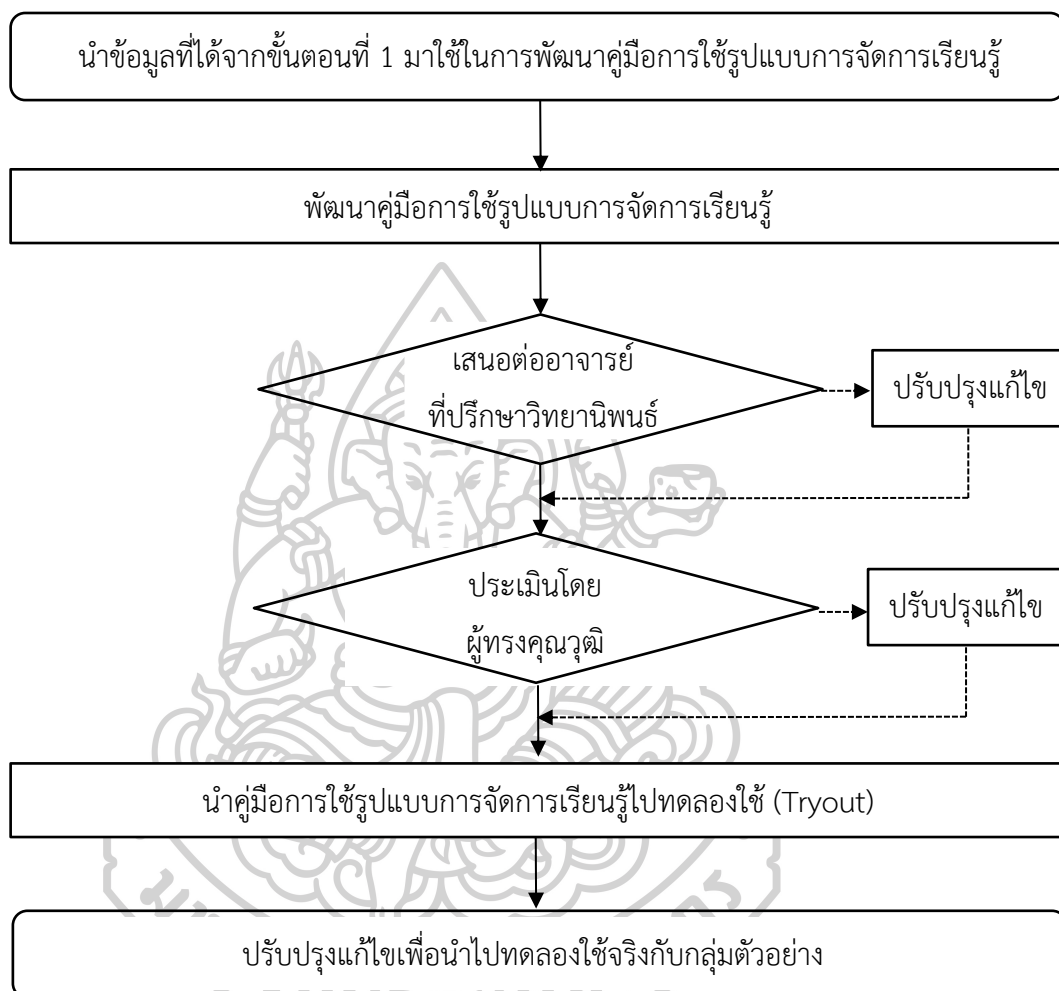
2.1.4.6 จัดทำแบบประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ และนำแบบประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

2.1.5 นำข้อมูลที่รวบรวมจากผู้ทรงคุณวุฒิมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนความเหมาะสม/สอดคล้องตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

2.1.6 นำคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ผ่านการตรวจสอบความสอดคล้องเชิงโครงสร้างโดยผู้ทรงคุณวุฒิ และปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Tryout) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม ปีการศึกษา 2565 จำนวน 35 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

2.1.7 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้ (Tryout) ไปปรับปรุงแก้ไข และจัดทำคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่สมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

จากขั้นตอนการพัฒนาคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สรุปได้ตั้งแผนภาพที่ 8



แผนภาพที่ 8 ขั้นตอนการพัฒนาคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

2.2 แผนการจัดการเรียนรู้

2.2.1 ศึกษาข้อมูลจากเอกสาร ตำรา และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

2.2.2 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) ว32102 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ประกอบด้วย 11 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด 2) จุดประสงค์การเรียนรู้ 3) สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด 4) สาระการเรียนรู้ 5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 6) สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน 7) ชิ้นงาน/ภาระงาน 8) การวัดและประเมินผล 9) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 10) สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ และ 11) บันทึกหลังสอน มีจำนวน 7 แผน ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	คาบที่	หน่วยการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
1	1-3	น้ำ	โมเลกุลของน้ำ
2	4-6		สารในแหล่งน้ำธรรมชาติ
3	7-9		การละลายของสารในน้ำ
4	10-12	อาหาร	ไขมัน น้ำมัน คาร์โบไฮเดรต
5	13-15		โปรตีน วิตามิน เกลือแร่
6	16-18		บรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร
7	19-21		การสร้างนวัตกรรม

2.2.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมเชิงทฤษฎี แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

2.2.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 7 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพ ความสอดคล้องเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการประเมินนี้มีลักษณะเป็นมาตรฐานประเมินค่า

(Rating Scale) 5 ระดับ วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (M) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) กำหนดเกณฑ์พิจารณา และการวิเคราะห์ข้อมูลในการประเมินความสอดคล้องตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ เช่นเดียวกับการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ในการประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัย ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

2.2.4.1 ศึกษาเอกสารและตำราเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

2.2.4.2 สร้างแบบประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

2.2.4.3 นำแบบประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของแบบประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เชิงทฤษฎีและนำไปปรับปรุงแก้ไข

2.2.4.4 นำแบบประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือ จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยนำปหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ (Index of Objective Congruence : IOC) แล้วเลือกค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.50 ขึ้นไป โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินผลเช่นเดียวกับการสร้างแบบวิเคราะห์เอกสาร

2.2.4.5 นำข้อมูลที่รวบรวมจากผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือมา คำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ซึ่งผลการหาค่า ดัชนีความสอดคล้องของทุกประเด็น คือ 1.00 แสดงว่า แบบประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของ แผนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องเหมาะสม สามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่อไปได้

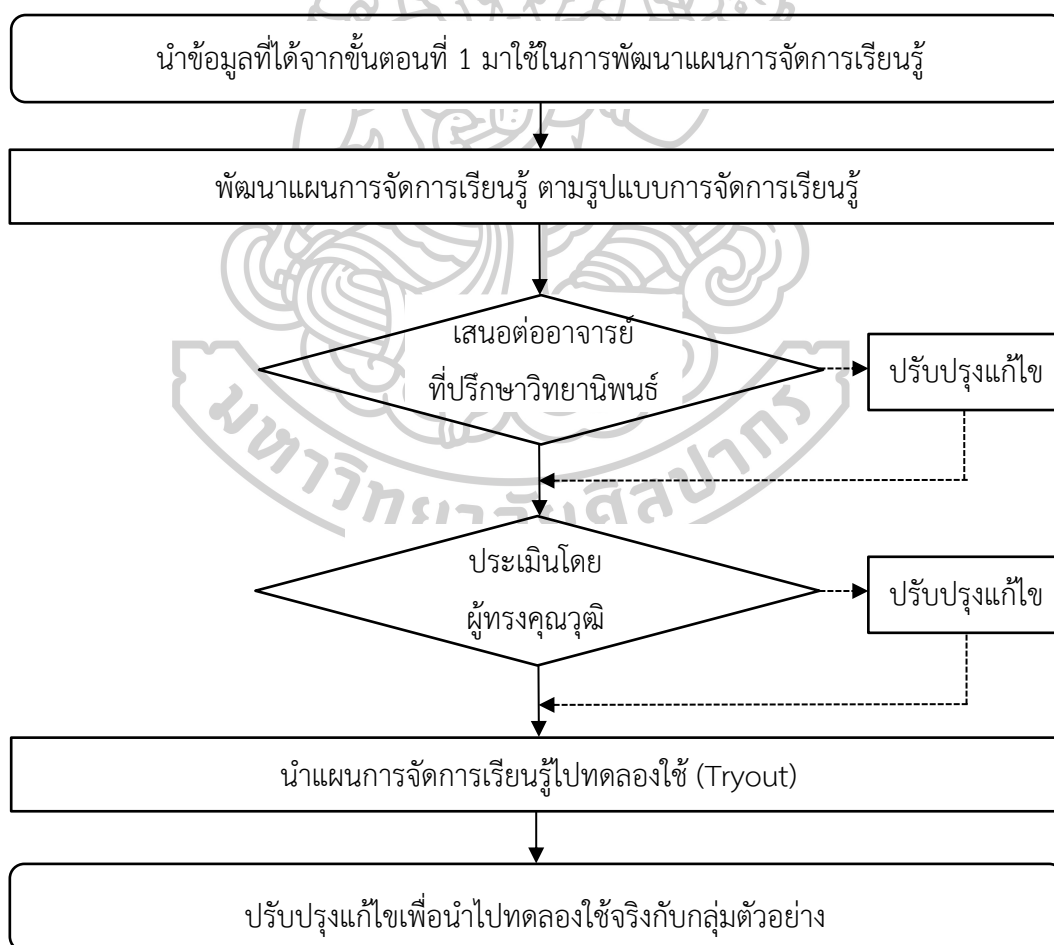
2.2.4.6 จัดทำแบบประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของแผนการจัดการ เรียนรู้ และนำแบบประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้เก็บรวบรวม ข้อมูล

2.2.5 นำข้อมูลที่รวบรวมจากผู้ทรงคุณวุฒิมาคำนวณค่าเฉลี่ย และค่าส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนความเหมาะสม/สอดคล้องตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

2.2.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ผ่านการตรวจสอบความสอดคล้องเชิงโครงสร้างโดยผู้ทรงคุณวุฒิ และปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Tryout) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนท่ามะกาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2565 จำนวน 35 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

2.2.7 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้ (Tryout) ไปปรับปรุงแก้ไข และจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

จากขั้นตอนการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สรุปได้ดังแผนภาพที่ 9



แผนภาพที่ 9 ขั้นตอนการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

3. เครื่องมือประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินการสร้างนวัตกรรม แบบประเมินความเป็นนวัตกรรม และแบบประเมินความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

3.1 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) เรื่อง น้ำและอาหาร

3.1.1 ศึกษาตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) เรื่อง น้ำและอาหาร

3.1.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

3.1.3 ศึกษาระดับของพฤติกรรมที่ต้องการวัดตามหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิด Revised Bloom's Taxonomy (Krathwohl & Anderson, 2000) เพื่อใช้ในการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และจำนวนข้อสอบ

3.1.4 สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) ความรู้เกี่ยวกับ น้ำและอาหาร จำนวน 1 ฉบับ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ มีรายละเอียดดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	ระดับพฤติกรรมการเรียนรู้						
	จำ	เข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า	สร้างสรรค์	รวม
ว2.1ม.4-6/8 ระบุว่าพันธะโคเวเลนต์เป็นพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม และระบุจำนวนคู่อิเล็กตรอนระหว่างคู่ร่วมพันธะจากสูตรโครงสร้าง	-	2	-	2	-	-	4
ว2.1ม.4-6/9 ระบุสภาพขั้วของสารที่โมเลกุลประกอบด้วย 2 อะตอม	2	-	-	2	-	-	4
ว2.1ม.4-6/10 ระบุสารที่เกิดพันธะไฮโดรเจนได้จากสูตรโครงสร้าง	-	2	-	-	-	-	2
ว2.1ม.4-6/11 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของสารโคเวเลนต์กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตามสภาพขั้วหรือการเกิดพันธะไฮโดรเจน	-	-	-	2	2	-	4
ว2.1ม.4-6/12 เขียนสูตรเคมีของไอออนและสารประกอบไอออนิก	-	-	2	2	-	-	4
ว2.1ม.4-6/13 ระบุว่าสารเกิดการละลายแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัว พร้อมให้เหตุผลและระบุว่าสารละลายที่ได้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์หรือนอนอิเล็กโทรไลต์	-	-	-	2	2	-	4
ว2.1ม.4-6/14 ระบุว่าสารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอนว่าอิ่มตัวหรือไม่อิ่มตัวจากสูตรโครงสร้าง	-	-	2	2	-	-	4
ว2.1ม.4-6/15 สืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์ชนิดนั้น	-	-	-	-	2	-	2

ตารางที่ 15 (ต่อ)

มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	ระดับพฤติกรรมการเรียนรู้						
	จำ	เข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า	สร้างสรรค์	รวม
ว2.1ม.4-6/16 ระบุสมบัติความเป็นกรด-เบสจากโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์	-	2	2	-	-	-	4
ว2.1ม.4-6/17 อธิบายสมบัติการละลายในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ของสาร	-	2	2	-	-	-	4
ว 2.1ม .4-6/ 18 วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติเทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซตของพอลิเมอร์ และการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์	-	-	-	2	-	-	2
ว2.1ม .4-6/19 สืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พร้อมแนวทางป้องกันหรือแก้ไข	-	-	-	-	2	-	2
รวม	2	8	8	14	8	-	40

3.1.5 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมเชิงทฤษฎี แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

3.1.6 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 7 คน เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Index of Objective Congruence : IOC) แล้วเลือกค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.50 ขึ้นไป โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินผลเช่นเดียวกับการสร้างแบบวิเคราะห์เอกสาร

3.1.7 นำข้อมูลที่รวบรวมจากผู้ทรงคุณวุฒิมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ซึ่งผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบ

คือ 0.71-1.00 แสดงว่า ข้อสอบจำนวน 40 ข้อ ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความสอดคล้องเหมาะสม สามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่อไปได้

3.1.8 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปทดลองใช้ (Tryout) กับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน ได้มา โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม ซึ่งมี ลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

3.1.9 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้ (Tryout) มาวิเคราะห์รายข้อ (Item Analysis) แบบปรนัย เพื่อหาคุณภาพ ตรวจสอบความยากง่าย (Difficulty) อำนาจจำแนก (Discrimination) และความเชื่อมั่น (Reliability) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ตรวจสอบความยากง่าย (Difficulty) คือ คุณสมบัติของเครื่องมือประเภท แบบทดสอบที่วัดความรู้ (Knowledge) ที่ระบุว่าข้อสอบนั้นยากง่ายเพียงใด โดยใช้สูตร

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

p หมายถึง ความยากง่ายของแบบทดสอบ

R หมายถึง จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบข้อนั้นถูก

N หมายถึง จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบข้อนั้น

เกณฑ์กำหนดค่าความยากง่าย คือ 0.20 – 0.80 ถ้าค่าความยากง่าย < 0.20 ถือว่าข้อนั้นยากเกินไป และถ้าค่าความยากง่าย > 0.80 ถือว่าข้อนั้นง่ายเกินไป

2) ตรวจสอบค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) คือ คุณสมบัติของเครื่องมือที่ จำแนกเด็กเก่ง และเด็กอ่อนได้ โดยใช้สูตร

$$r = \frac{R_u - R_l}{\frac{N}{2}}$$

r หมายถึง ค่าอำนาจจำแนก

R_u หมายถึง จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_l หมายถึง จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

N หมายถึง จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน
เกณฑ์การพิจารณาค่าอำนาจจำแนกควรมีค่าอำนาจจำแนก 0.20 ขึ้นไป
สำหรับการแปลค่าอำนาจจำแนก แปลผลได้ดังนี้

0.40 – 1.00	คือ	จำแนกได้ดี เป็นข้อสอบที่ดี
0.30 – 0.39	คือ	จำแนกได้ เป็นข้อสอบที่ดีพอสมควร อาจต้องปรับปรุง
0.20 – 0.29	คือ	จำแนกได้พอใช้ แต่ต้องปรับปรุง
-1.00 – 0.19	คือ	ไม่สามารถจำแนกได้ ต้องปรับปรุง หรือต้องตัดทิ้ง

3) การตรวจสอบค่าความเชื่อมั่น (Reliability) คือ คุณสมบัติของเครื่องมือที่ให้ผลการวัดคงที่ คงเส้นคงวาม่าเสมอ ผู้วิจัยเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ ปรนัยจำนวน 20 ข้อ นำมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR 20 (Kuder Richardson 20) โดยใช้สูตร

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

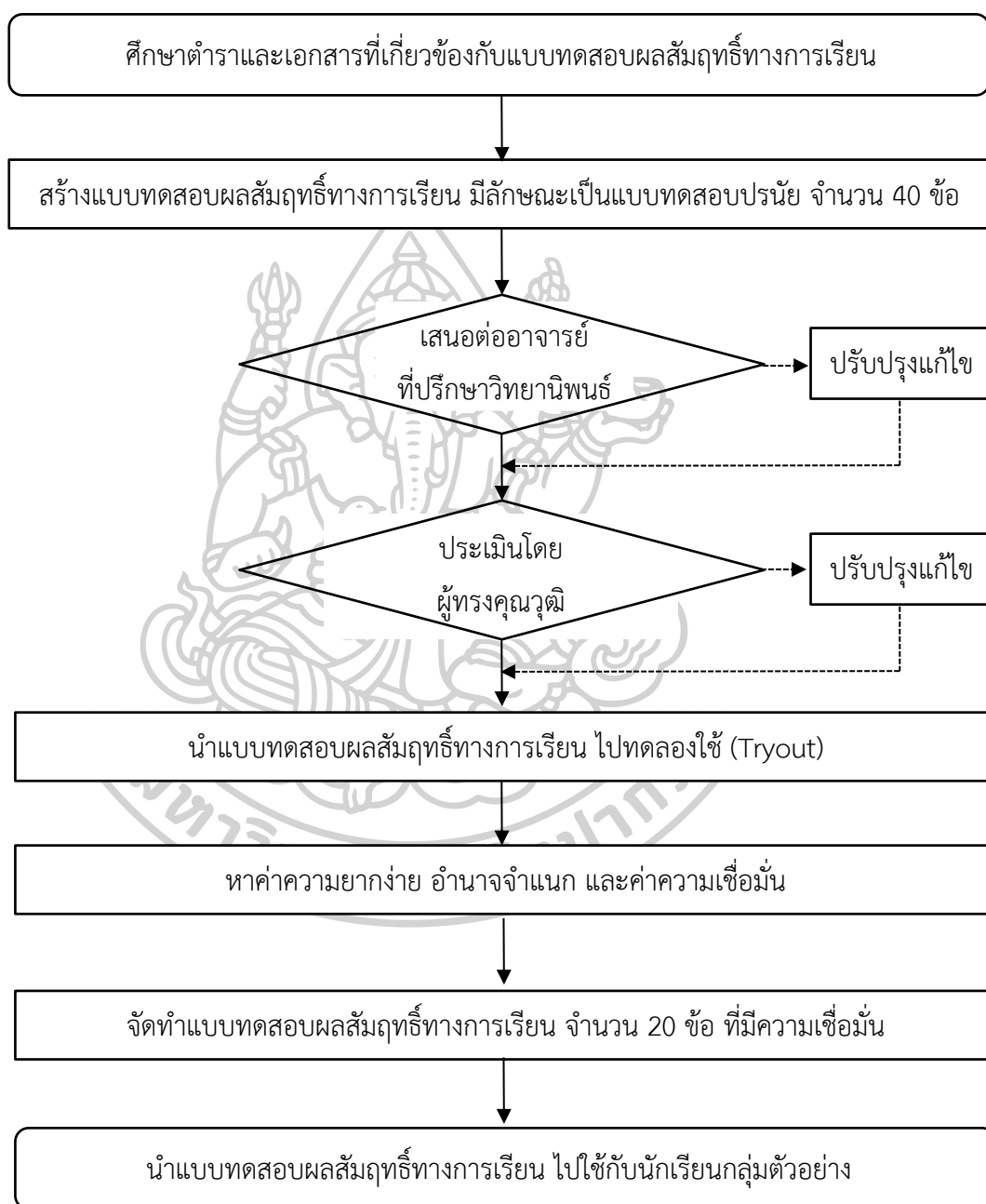
r_{tt}	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
n	แทน	จำนวนข้อคำถาม
S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ
p	แทน	สัดส่วนของคนทำถูกแต่ละข้อ
q	แทน	สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ

3.1.10 นำผลการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัย จำนวน 40 ข้อ ไปวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ พบว่า ข้อที่ 1 , 4-5 , 7-40 มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.43-0.80 แต่ข้อที่ 2-3 และ 6 มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.90-0.93 ผลการตรวจสอบค่าอำนาจจำแนก พบว่า ข้อที่ 1-5 , 7-31 , 33 , 35-40 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 แต่ข้อที่ 6 , 32 , 34 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.07-0.13

ผู้วิจัยเลือกข้อสอบจำนวน 20 ข้อ มาใช้ในการวิจัย แล้วหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson 20) พบว่า มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.87 ซึ่งแสดงว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้

3.1.11 จัดทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้ เก็บรวบรวมข้อมูล

จากขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ดังแผนภาพที่ 10



แผนภาพที่ 10 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2 แบบประเมินการสร้างนวัตกรรม

3.2.1 ศึกษาตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินการสร้างนวัตกรรม เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินการสร้างนวัตกรรม

3.2.2 กำหนดนิยาม ประเด็น และโครงสร้างของพฤติกรรมที่บ่งชี้การสร้างนวัตกรรม จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการสร้างนวัตกรรม ซึ่งได้ผลคือ การสร้างนวัตกรรม หมายถึง ความคิด การปฏิบัติ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ หรือเป็นการพัฒนาดัดแปลงมาจากของเดิมที่มีอยู่แล้ว ให้ทันสมัยและใช้ได้ผลดียิ่งขึ้น เมื่อนำนวัตกรรมมาใช้จะช่วยให้การทำงานนั้น ได้ผลดีมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงกว่าเดิม ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ 1) ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม 2) ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม และ 3) ด้านความเป็นนวัตกรรม

3.2.3 สร้างแบบประเมินการสร้างนวัตกรรม โดยผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (scoring rubric) โดยเกณฑ์การตัดสินพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ย แบ่งเป็น 4 ระดับ เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์แปลผลในการวิจัย (Best, 1977) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	2.51 – 3.00	หมายถึง การสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับดีมาก
คะแนนเฉลี่ย	2.01 – 2.50	หมายถึง การสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับดี
คะแนนเฉลี่ย	1.51 – 2.00	หมายถึง การสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับพอใช้
คะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.50	หมายถึง การสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับ

ปรับปรุง

3.2.4 นำแบบประเมินการสร้างนวัตกรรม เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมเชิงทฤษฎี แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

3.2.5 นำแบบประเมินการสร้างนวัตกรรมที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 7 คน เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินการสร้างนวัตกรรม (Index of Objective Congruence : IOC) แล้วเลือกค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.50 ขึ้นไป โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินผลเช่นเดียวกับการสร้างแบบวิเคราะห์เอกสาร

3.2.6 นำข้อมูลที่รวบรวมจากผู้ทรงคุณวุฒิมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ซึ่งผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของทุกประเด็น คือ 0.86-1.00 แสดงว่า แบบประเมินการสร้างนวัตกรรม มีความสอดคล้องเหมาะสม

สามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่อไปได้ โดยข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิและการปรับปรุงแก้ไข
ปรากฏดังตารางที่ 16

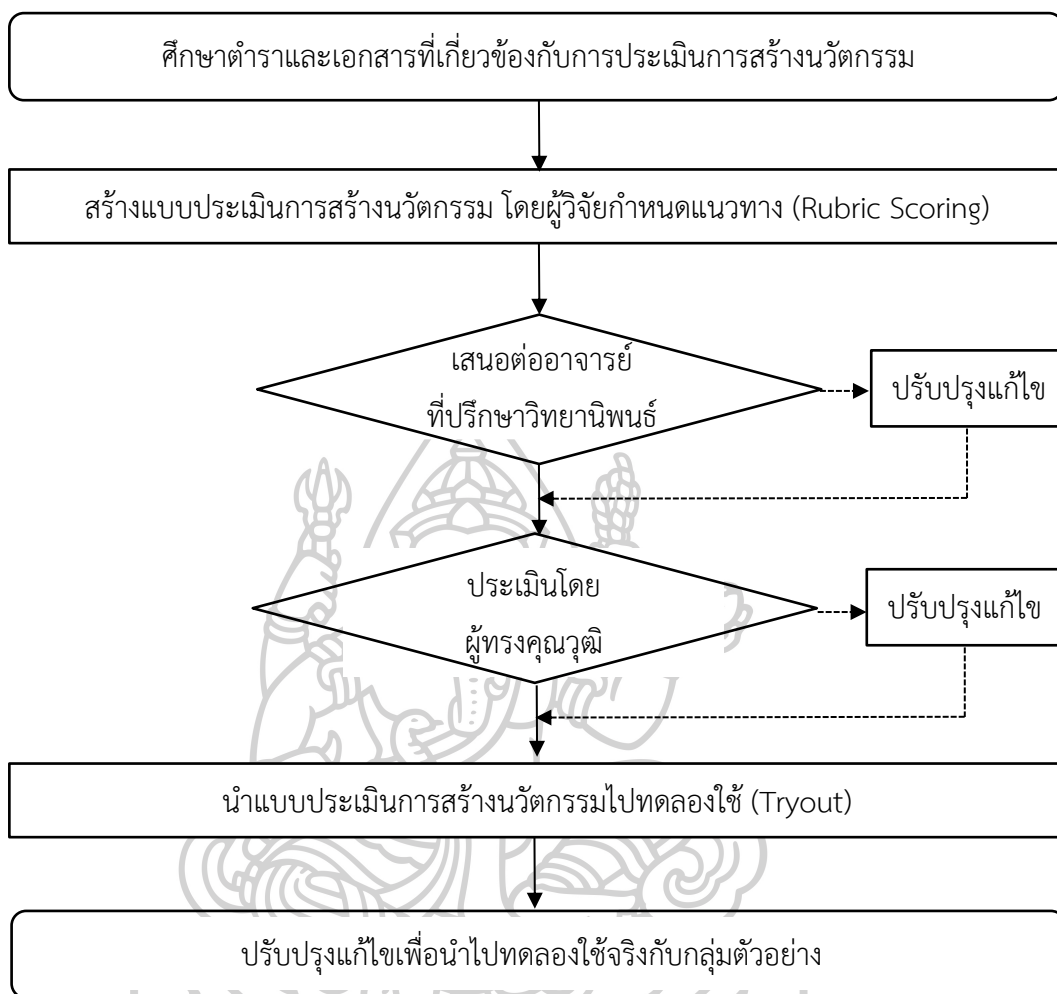
ตารางที่ 16 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับแบบประเมินการสร้างนวัตกรรม

ประเด็นที่ควรปรับปรุง/แก้ไข	ผลการปรับปรุง/แก้ไข
ปรับรายละเอียดแนวทางการให้คะแนนด้าน กระบวนการพัฒนานวัตกรรม และด้านคุณค่า และประโยชน์ของนวัตกรรม ควรเขียนอธิบายให้ ชัดเจนในแต่ละเกณฑ์	ผู้วิจัยปรับแก้รายละเอียดแนวทางการให้คะแนน ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม และด้าน คุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม ให้ชัดเจนใน แต่ละเกณฑ์
ปรับเกณฑ์การตัดสินให้สอดคล้องกับระดับของ เกณฑ์การประเมิน	ผู้วิจัยปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.2.7 นำแบบประเมินการสร้างนวัตกรรม ไปทดลองใช้ (Tryout) กับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนท่ามะกาวิทยาฯ ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน ได้มาโดยวิธีการ
สุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียง
กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

3.2.8 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้ (Tryout) ไปปรับปรุงแก้ไข และจัดทำ
แบบประเมินการสร้างนวัตกรรมที่สมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

จากขั้นตอนการสร้างแบบประเมินการสร้างนวัตกรรม สรุปได้ดังแผนภาพที่ 11



แผนภาพที่ 11 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินการสร้างนวัตกรรม

3.3 แบบประเมินความเป็นนวัตกรรม

3.3.1 ศึกษาตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความเป็นนวัตกรรม เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินความเป็นนวัตกรรม

3.3.2 พัฒนาแบบประเมินความเป็นนวัตกรรม ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) 4 ระดับ โดยให้นักเรียนประเมินตนเอง กำหนดให้

3	หมายถึง	ปฏิบัติมาก
2	หมายถึง	ปฏิบัติปานกลาง
1	หมายถึง	ปฏิบัติน้อย
0	หมายถึง	ไม่ปฏิบัติ

โดยเกณฑ์การตัดสินพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ย แบ่งเป็น 4 ระดับ เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์แปลผลในการวิจัย (Best, 1977) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	2.51 – 3.00	หมายถึง ความเป็นนวัตกรรมอยู่ในระดับดีมาก
คะแนนเฉลี่ย	2.01 – 2.50	หมายถึง ความเป็นนวัตกรรมอยู่ในระดับดี
คะแนนเฉลี่ย	1.51 – 2.00	หมายถึง ความเป็นนวัตกรรมอยู่ในระดับพอใช้
คะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.50	หมายถึง ความเป็นนวัตกรรมอยู่ในระดับปรับปรุง

โดยในการประเมินความเป็นนวัตกรรม ประกอบด้วยองค์ประกอบที่ใช้วัดความเป็นนวัตกรรม 6 ด้าน ได้แก่ 1) ความคิดสร้างสรรค์ 2) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น 3) ความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยง 4) ความสามารถในการสื่อสาร 5) ความสามารถในการสร้างชิ้นงานและแก้ปัญหา และ 6) ความสามารถในการประเมินผล

3.3.3 นำแบบประเมินความเป็นนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมเชิงทฤษฎี แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

3.3.4 นำแบบประเมินความเป็นนวัตกรรม ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 7 คน เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินความเป็นนวัตกรรม (Index of Objective Congruence : IOC) แล้วเลือกค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.50 ขึ้นไป โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินผลเช่นเดียวกับการสร้างแบบวิเคราะห์เอกสาร

3.3.5 นำข้อมูลที่รวบรวมจากผู้ทรงคุณวุฒิมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ซึ่งผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของทุก

ประเด็น คือ 0.71-1.00 แสดงว่า แบบประเมินความเป็นนวัตกรรม มีความสอดคล้องเหมาะสม สามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่อไปได้ โดยข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิและการปรับปรุงแก้ไข ปรากฏดังตารางที่ 17

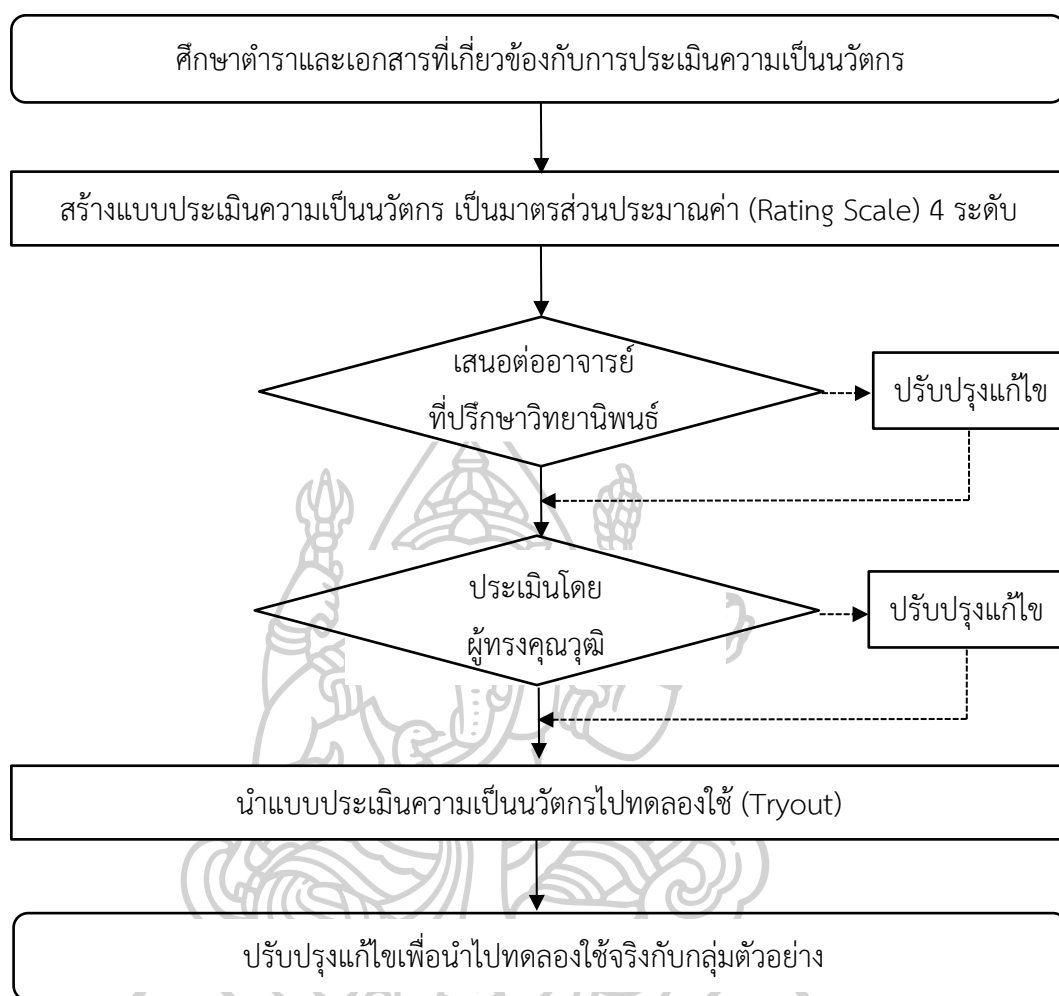
ตารางที่ 17 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับแบบประเมินความเป็นนวัตกรรม

ประเด็นที่ควรปรับปรุง/แก้ไข	ผลการปรับปรุง/แก้ไข
ควรปรับแก้ประเด็นการประเมินด้านความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยง ควรระบุข้อความหรือใช้คำที่สื่อความหมายชัดเจน	ผู้วิจัยปรับแก้ประเด็นการประเมินด้านความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยง และระบุข้อความที่สื่อความหมายชัดเจน
ควรเพิ่มประเด็นการประเมินด้านความสามารถในการประเมินผล ให้ครอบคลุมทั้งระหว่างและหลังดำเนินงาน	ผู้วิจัยเพิ่มประเด็นการประเมินด้านความสามารถในการประเมินผล ให้ครอบคลุมทั้งระหว่างและหลังดำเนินงาน
ปรับเกณฑ์การตัดสินให้สอดคล้องกับแบบประเมินความเป็นนวัตกรรม	ผู้วิจัยปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.3.6 นำแบบประเมินความเป็นนวัตกรรม ไปทดลองใช้ (Tryout) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

3.2.7 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง (Tryout) ไปปรับปรุงแก้ไข และจัดทำแบบประเมินความเป็นนวัตกรรมที่สมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

จากขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความเป็นนวัตกรรม สรุปได้ดังแผนภาพที่ 12



แผนภาพที่ 12 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความเป็นนวัตกร

3.4 แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3.4.1 ศึกษาตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบถามความคิดเห็น เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3.4.2 สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ 1) ด้านการจัดการเรียนรู้ 2) ด้านครูผู้สอน และ 3) ด้านประโยชน์ที่ได้รับ โดยกำหนดระดับความคิดเห็น ดังนี้

5	หมายถึง	เห็นด้วยมากที่สุด
4	หมายถึง	เห็นด้วยมาก
3	หมายถึง	เห็นด้วยปานกลาง
2	หมายถึง	เห็นด้วยน้อย
1	หมายถึง	เห็นด้วยน้อยที่สุด

การแปลความหมายของคะแนนความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ กำหนดเกณฑ์ ดังนี้

คะแนน	4.50-5.00	หมายถึง	ความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด
คะแนน	3.50-4.49	หมายถึง	ความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก
คะแนน	2.50-3.49	หมายถึง	ความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง
คะแนน	1.50-2.49	หมายถึง	ความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อย
คะแนน	1.00-1.49	หมายถึง	ความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อยที่สุด

3.4.3 นำแบบสอบถามความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมเชิงทฤษฎี แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

3.4.4 นำแบบสอบถามความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 7 คน เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ (Index of Objective Congruence : IOC) แล้วเลือกค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.50 ขึ้นไป โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินผลเช่นเดียวกับการสร้างแบบวิเคราะห์เอกสาร

3.4.5 นำข้อมูลที่รวบรวมจากผู้ทรงคุณวุฒิมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) โดยผลการตรวจแบบสอบถามความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของ

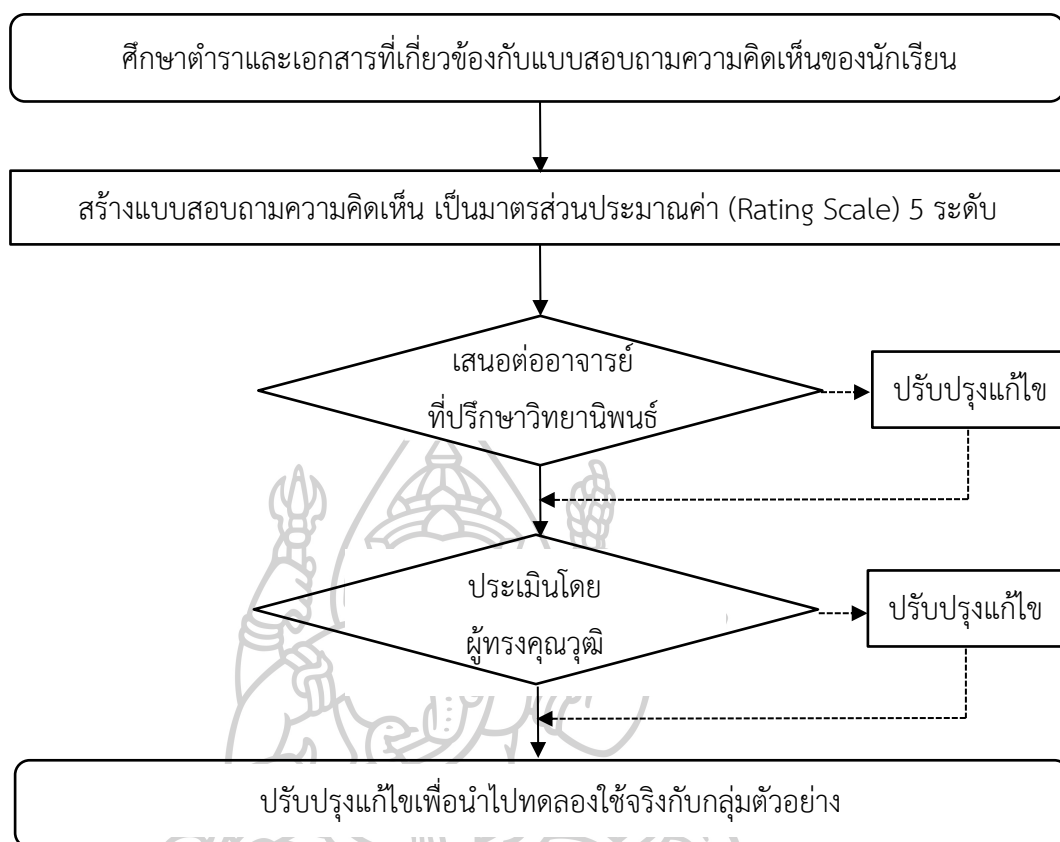
ทุกประเด็น คือ 0.86-1.00 แสดงว่า แบบสอบถามความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องเหมาะสม สามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่อไปได้ โดยข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิและการปรับปรุงแก้ไข ปรากฏดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับแบบสอบถามความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

ประเด็นที่ควรปรับปรุง/แก้ไข	ผลการปรับปรุง/แก้ไข
ควรปรับประเด็นการประเมินด้านการจัดการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม KRUVIT Model	ผู้วิจัยปรับแก้ไขประเด็นการประเมินด้านการจัดการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม KRUVIT Model
ควรปรับประเด็นการประเมินด้านครูผู้สอน ให้สอดคล้องกับบทบาทครูผู้สอนที่ส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม	ผู้วิจัยปรับแก้ไขประเด็นการประเมินด้านครูผู้สอน ให้สอดคล้องกับบทบาทครูผู้สอนที่ส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม

3.4.6 จัดทำแบบสอบถามความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

จากขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สรุปได้ดังแผนภาพที่ 13



แผนภาพที่ 13 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาและหาคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา สามารถสรุปวิธีการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนที่ 2 ได้ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 สรุปวิธีการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D₁) เป็นการออกแบบและพัฒนา (Design and Development : D&D)

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีดำเนินการ	แหล่งข้อมูล	เครื่องมือ	การวิเคราะห์/สถิติที่ใช้	ผลที่ได้รับ
1.2 เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ คู่มือการจัดการเรียนรู้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้	<ol style="list-style-type: none"> นำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาใช้ในการพัฒนาเครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ พัฒนาเครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ คู่มือการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ นำเครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้และนำเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของเครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ นำไปทดลองใช้ (Tryout) ปรับปรุงแก้ไขเพื่อเตรียมนำไปใช้ทดลองจริง 	<ol style="list-style-type: none"> เอกสารข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 7 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนทามะกาวิทยาคม ปีการศึกษา 2565 จำนวน 35 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อใช้ในการทดลองใช้ (Tryout) 	<ol style="list-style-type: none"> แบบวิเคราะห์เอกสาร แบบประเมินคุณภาพ ความสอดคล้องเหมาะสมของเครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 	<ol style="list-style-type: none"> การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) หาค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และค่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่า 1.00 	<ol style="list-style-type: none"> คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 19 (ต่อ)

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีดำเนินการ	แหล่งข้อมูล	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล/สถิติที่ใช้	ผลที่ได้รับ
<p>2. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือประเมินประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ได้แก่ประสิทธิภาพการเรียนรู้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินการสร้างนวัตกรรมคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้แบบประเมินทาง การเรียน แบบประเมิน การสร้างนวัตกรรม และความ เป็นนวัตกรรม และแบบ ประเมินความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้</p>	<p>1. ศึกษาตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้องมาเป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือประเมินประสิทธิภาพการใช้แบบการจัดการเรียนรู้</p> <p>2. พัฒนาเครื่องมือประเมินประสิทธิภาพการใช้แบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมิน การสร้างนวัตกรรม แบบประเมินความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ ประเมินความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้</p> <p>3. นำเครื่องมือประเมินประสิทธิภาพการใช้แบบการจัดการเรียนรู้ เรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์</p> <p>4. ปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือประเมินประสิทธิภาพการใช้แบบการจัดการเรียนรู้และนำเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของเครื่องมือประเมินประสิทธิภาพการใช้แบบ การจัดการเรียนรู้</p> <p>5. ปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือประเมินประสิทธิภาพการใช้แบบการจัดการเรียนรู้</p> <p>6. นำไปทดลองใช้ (Tryout)</p> <p>7. ปรับปรุงแก้ไขเพื่อเตรียมนำไปใช้ทดลองจริง</p>	<p>1. เอกสารข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากกาวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1</p> <p>2. ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 7 คน</p> <p>3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6/1 โรงเรียนท่ามะกา วิทยาลัยการศึกษ 2565 จำนวน 30 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดย ใช้ ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ครั้งนี้ เพื่อใช้ในการทดลอง ใช้ (Tryout)</p>	<p>1. แบบวิเคราะห์เอกสาร</p> <p>2. แบบประเมินคุณภาพ ความสอดคล้องเหมาะสม ของเครื่องมือ ประเมินประสิทธิภาพ การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้</p>	<p>1. การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)</p> <p>2. ใช้การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)</p>	<p>1. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน</p> <p>2. แบบประเมิน การ ส ร ้าง นวัตกรรม</p> <p>3. แบบประเมิน ความคิดเห็นต่อการ จัดการเรียนรู้อ</p> <p>4. แบบประเมิน ความคิดเห็นต่อ การใช้รูปแบบ การจัดการเรียนรู้</p>

3. ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R₂) การนำไปใช้ (Implementation : I)

เป็นการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ได้พัฒนาจากขั้นตอนที่ 2 ไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีรายละเอียดดังนี้

วัตถุประสงค์

เพื่อนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปทดลองใช้

แหล่งข้อมูล

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากาญจนบุรี ปีการศึกษา 2565 จำนวน 26 ห้องเรียน รวมนักเรียนจำนวน 1,036 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม ปีการศึกษา 2565 จำนวน 28 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้แก่ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้
3. เครื่องมือประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ 1) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2) แบบประเมินการสร้างนวัตกรรม 3) แบบประเมินความเป็นนวัตกรรม และ 4) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

วิธีดำเนินการ

การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ดำเนินการ 3 ขั้นตอน คือ 1) การเตรียมการก่อนการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2) การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และ 3) การประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย การทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การประเมินการสร้างนวัตกรรม การประเมินความเป็นนวัตกรรม และการประเมินความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมการก่อนการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยเตรียมการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยการเตรียมกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม ปีการศึกษา 2565 จำนวน 28 คน

การชี้แจงข้อปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้

1. ชี้แจงให้นักเรียนทราบจุดมุ่งหมายในการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. ชี้แจงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ บทบาทนักเรียน และบทบาทครูผู้สอน

3. แนะนำนักเรียนในการสืบค้นข้อมูลสารสนเทศ ซึ่งจะส่งเสริมการเรียนรู้ให้ประสบความสำเร็จยิ่งขึ้น แนะนำการใช้สื่อการจัดการเรียนรู้ และวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ

4. ชี้แจงการวัดและประเมินผล เพื่อให้นักเรียนทราบถึงเกณฑ์การประเมิน

ขั้นที่ 2 การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

หลังจากการเตรียมการก่อนการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยการชี้แจงและแนะนำข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างแล้ว ผู้วิจัยนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ ไปใช้จัดการเรียนรู้จริง โดยใช้เวลาจำนวน 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ รวมใช้เวลา 21 คาบ

2.1 แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยประยุกต์ใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มตัวอย่างเดียวมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (The One-Group Pretest-Posttest Design)

O ₁	X	O ₂
----------------	---	----------------

O₁ หมายถึง การทดสอบก่อนเรียน

X หมายถึง การเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

O₂ หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

การศึกษาการสร้างนวัตกรรม ความเป็นนวัตกรรม และความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยประยุกต์ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One-Shot Case Design

X	O
---	---

X หมายถึง การเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

O หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

2.2 การรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม ปีการศึกษา 2565 จำนวน 28 คน โดยใช้เนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) (ว32102) หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง น้ำ และหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง อาหาร ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ (KRUVIT Model) ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (K : Keenness) เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน โดยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ จากสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ประเด็นคำถาม สื่อคลิปวิดีโอ อีกทั้งเป็นการทบทวนความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงสู่องค์ความรู้ใหม่ พร้อมทั้งแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (R : Reviewing) เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย โดยใช้กระบวนการกลุ่มการร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย และจัดกระทำข้อมูล อีกทั้งครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดเตรียมสื่อ วัสดุอุปกรณ์ เทคโนโลยี และบรรยากาศในชั้นเรียนที่เอื้อต่อการสำรวจและค้นหาข้อมูล

ขั้นที่ 3 การสร้างองค์ความรู้ (U : Utilization) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนสร้างข้อสรุปจากขั้นที่ 2 พร้อมทั้งมีการนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในห้องเรียน และสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ โดยมีครูผู้สอนช่วยชี้แนะให้กับนักเรียน และจัดบรรยากาศชั้นเรียนให้เอื้อต่อการนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

ขั้นที่ 4 การนำไปสู่นวัตกรรม (V : Viable to Innovation) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนประยุกต์ใช้องค์ความรู้ใหม่ มาออกแบบ และลงมือปฏิบัติชิ้นงาน ตามสถานการณ์ปัญหาหรือข้อจำกัด และเงื่อนไขที่ครูผู้สอนกำหนด อีกทั้งครูผู้สอนช่วยกระตุ้นนักเรียนแต่ละกลุ่มให้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม

ขั้นที่ 5 การตรวจสอบและประเมินผล (I : Inspection) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานนวัตกรรม โดยมีครูผู้สอนให้ข้อเสนอแนะกับนักเรียนในการปรับปรุง/พัฒนานวัตกรรม

ขั้นที่ 6 การนำเสนอและเผยแพร่ (T : Transference) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานนวัตกรรมในช่องทางที่หลากหลาย โดยครูผู้สอนจัดบรรยากาศชั้นเรียนให้เอื้อต่อการนำเสนอและเผยแพร่นวัตกรรมของนักเรียน

ผู้วิจัยทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง มีรายละเอียดดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 กำหนดการการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่าง

วัน/เดือน/ปี	แผนการจัดการเรียนรู้ / กิจกรรม
4 พ.ย. 2565	ปฐมนิเทศ / ทดสอบก่อนเรียน
11 พ.ย. 2565	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
18 พ.ย. 2565	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
25 พ.ย. 2565	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
2 ธ.ค. 2565	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4
9 ธ.ค. 2565	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5
16 ธ.ค. 2565	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6
23 ธ.ค. 2565	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7
30 ธ.ค. 2565	ทดสอบหลังเรียน

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินผลการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในประเด็น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การสร้างนวัตกรรม ความเป็นนวัตกรรม และความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ก่อนการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. หลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

2.1 ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2 ประเมินการสร้างนวัตกรรมของนักเรียน โดยครูผู้สอนเป็นผู้ประเมิน

2.3 ประเมินความเป็นนวัตกรรมของนักเรียน โดยนักเรียนเป็นผู้ประเมิน

2.4 ประเมินความคิดเห็นของนักเรียน โดยนักเรียนเป็นผู้ประเมิน

จากขั้นตอนที่ 3 การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปทดลองใช้จริง สามารถสรุปวิธีการดำเนินการวิจัย ได้ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 สรุปวิธีการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R₂) เป็นการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Implementation : I)

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีดำเนินการ	แหล่งข้อมูล	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล/สถิติที่ใช้	ผลที่ได้รับ
1. เพื่อนำรูปแบบการจัด การ เรี ย น รู้ วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริม การสร้างนวัตกรรมและความ เป็น นวัตกรรมของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปทดลองใช้	<p>ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมการก่อนการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้</p> <ul style="list-style-type: none"> - การชี้แจงข้อปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้กับนักเรียน <p>ขั้นตอนที่ 2 การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้</p> <ul style="list-style-type: none"> - นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ ไปใช้จัดการเรียนรู้จริง โดยใช้เวลา จำนวน 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ รวมใช้เวลา 21 คาบ <p>ขั้นตอนที่ 3 การประเมินผลการจัดการเรียนรู้</p> <ul style="list-style-type: none"> - เก็บรวบรวมข้อมูลในประเด็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การสร้างนวัตกรรม ความเป็นนวัตกรรม และความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 	<p>นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนท่ามะกาวิทยา ค ม ปี การศึกษา 2565 มีนักเรียน 28 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยให้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2. เครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ <ol style="list-style-type: none"> 2.1 คู่มือการใช้รูปแบบ 2.2 แผนการจัดการเรียนรู้ 3. เครื่องมือประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ <ol style="list-style-type: none"> 3.1 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3.2 แบบประเมินการสร้างนวัตกรรม 3.3 แบบประเมินความเป็นนวัตกรรม 3.4 แบบสอบถามความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 	-	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริม การสร้างนวัตกรรมเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ผ่านการนำไปใช้จริง

4. ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development : D₂) การประเมินผล (Evaluation : E)

เป็นการประเมินและปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ศึกษาประสิทธิผล การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากขั้นตอนที่ 3 มีรายละเอียดดังนี้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดย

1.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.2 ศึกษาการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.3 ศึกษาความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.4 ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. เพื่อปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

แหล่งข้อมูล

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากาญจนบุรี ปีการศึกษา 2565 จำนวน 26 ห้องเรียน รวมนักเรียนจำนวน 1,036 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม ปีการศึกษา 2565 จำนวน 28 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. แบบประเมินการสร้างนวัตกรรม
3. แบบประเมินความเป็นนวัตกรรม
4. แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

วิธีดำเนินการ

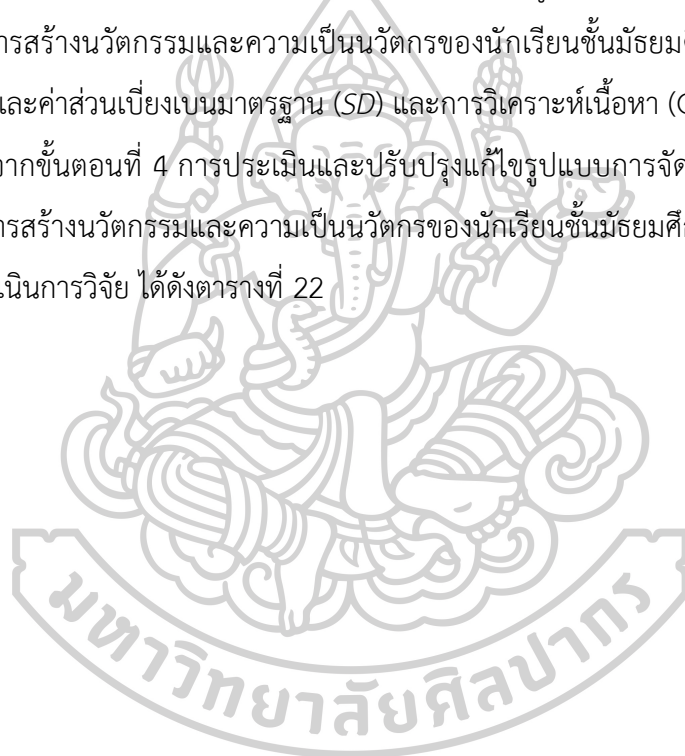
หลังการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และตรวจสอบแก้ไขปรับปรุง โดยดำเนินการดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. ศึกษาการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
3. ศึกษาความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
4. ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
5. ปรับปรุงรายละเอียดของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

1. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนและหลังเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย (M) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และ t-test dependent
2. วิเคราะห์การสร้างนวัตกรรมของนักเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย (M) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
3. วิเคราะห์ความเป็นนวัตกรรมของนักเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย (M) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
4. วิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียน ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้ค่าเฉลี่ย (M) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

จากขั้นตอนที่ 4 การประเมินและปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สามารถสรุปวิธีการดำเนินการวิจัย ได้ดังตารางที่ 22



ตารางที่ 22 สรุปวิธีการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development : D₂) เป็นการประเมินผล (Evaluation : E)

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีดำเนินการ	แหล่งข้อมูล	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล/สถิติที่ใช้	ผลที่ได้รับ
1.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	การประเมิน	นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนท่ามะกาวิทยา คม ปีการศึกษา 2565 มีนักเรียน 28 คน	แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ค่าเฉลี่ย (<i>M</i>) และค่า ส่วน เบ ย ง เบน มาตรฐาน (<i>SD</i>) t-test dependent	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
1.2 ศึกษาการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	การประเมิน	นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนท่ามะกาวิทยา คม ปีการศึกษา 2565 มีนักเรียน 28 คน	แบบประเมินการสร้างนวัตกรรม	ค่าเฉลี่ย (<i>M</i>) และค่า ส่วน เบ ย ง เบน มาตรฐาน (<i>SD</i>)	ผลการศึกษาการสร้างนวัตกรรมของนักเรียน

5. ขั้นตอนที่ 5 การขยายผล (Dissemination)

เป็นการขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

แหล่งข้อมูล

1. ประชากรที่ใช้ในการขยายผล ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนกำแพงแสนวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครปฐม ปีการศึกษา 2565 จำนวน 26 ห้องเรียน รวมนักเรียนจำนวน 1,038 คน โดยนักเรียนมีความรู้ความสามารถและคุณลักษณะไม่แตกต่างกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการขยายผล ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 โรงเรียนกำแพงแสนวิทยา ปีการศึกษา 2565 จำนวน 40 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษา ประกอบด้วย

1. ตัวแปรต้น คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. ตัวแปรตาม คือ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2) การสร้างนวัตกรรม 3) ความเป็นนวัตกรรม และ 4) ความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. เครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้

3. เครื่องมือประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ 1) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2) แบบประเมินการสร้างนวัตกรรม 3) แบบประเมินความเป็นนวัตกรรม และ

4) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

แบบแผนการทดลองในการขยายผล

การขยายผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยประยุกต์ใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มตัวอย่างเดียวมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (The One-Group Pretest-Posttest Design)

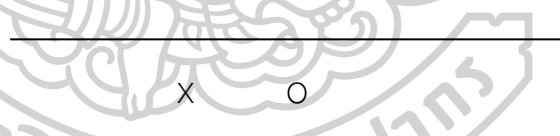


O₁ หมายถึง การทดสอบก่อนเรียน

X หมายถึง การเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

O₂ หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

การศึกษาการสร้างนวัตกรรม ความเป็นนวัตกรรม และความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยประยุกต์ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One-Shot Case Design



X หมายถึง การเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริม

การสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

O หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

วิธีดำเนินการ

หลังจากปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ให้มีความเหมาะสมและสมบูรณ์ พร้อมทั้งนำไปใช้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการขยายผล ดังนี้

1. ขออนุญาตจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร เพื่อขอความอนุเคราะห์โรงเรียนกำแพงแสนวิทยา ในการขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. เตรียมความพร้อมของครูผู้สอน ซึ่งเป็นผู้สอนในการขยายผลครั้งนี้ ก่อนนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ โดยให้ผู้สอนทำความเข้าใจองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล

3. ชี้แจงรายละเอียดการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หลักการ เหตุผล และประโยชน์ให้นักเรียนทราบ และทำความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติ เพื่อให้ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้เรียน

4. ดำเนินการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแผนที่กำหนด

5. เก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการขยายผล

6. ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิผลของการขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ การขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีรายละเอียดดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 กำหนดการการขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มขยายผล

วัน/เดือน/ปี	แผนการจัดการเรียนรู้ / กิจกรรม
27 ธ.ค. 2565	ปฐมนิเทศ / ทดสอบก่อนเรียน
3 ม.ค. 2566	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
10 ม.ค. 2566	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
17 ม.ค. 2566	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
24 ม.ค. 2566	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4
31 ม.ค. 2566	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5
7 ก.พ. 2566	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6
14 ก.พ. 2566	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7
21 ก.พ. 2566	ทดสอบหลังเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

1. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนและหลังเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย (M) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และ t-test dependent
2. วิเคราะห์การสร้างนวัตกรรมของนักเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย (M) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
3. วิเคราะห์ความเป็นนวัตกรรมของนักเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย (M) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
4. วิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียน ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้ค่าเฉลี่ย (M) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

จากขั้นตอนที่ 5 การขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สามารถสรุปวิธีการดำเนินการวิจัย ได้ดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 สรุปวิธีการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนที่ 5 การขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ (Dissemination)

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีดำเนินการ	แหล่งข้อมูล	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล/สถิติที่ใช้	ผลที่ได้รับ
เพื่อขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาการศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	1. ขออนุญาตจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2. เตรียมความพร้อมของครูผู้สอน โดยให้ผู้สอนทำความเข้าใจองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล 3.ชี้แจงรายละเอียดการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หลักการ เหตุผล และประโยชน์ให้นักเรียนทราบ 4. ดำเนินการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแผนที่กำหนด 5. เก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการขยายผล 6. ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิภาพของการขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 โรงเรียนกำแพงแสนวิทยา ปีการศึกษา 2565 จำนวน 40 คน	1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2. เครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ - คู่มือการใช้รูปแบบ - แผนการจัดการเรียนรู้ 3. เครื่องมือประเมินประสิทธิภาพการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ - แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน - แบบประเมินการสร้างนวัตกรรม - แบบประเมินนวัตกรรม - แบบประเมินความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้	ค่าเฉลี่ย (M) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)	รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาการศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ฉบับสมบูรณ์สามารถนำไปใช้และเผยแพร่ต่อไป

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 2) เพื่อประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะ คือ 2.1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 2.2) เพื่อศึกษาการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 2.3) เพื่อศึกษาความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 2.4) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และ 3) เพื่อขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย การวิจัยครั้งนี้ใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยแบบแผนแบบผสมผสานวิธี (Mix Methods Research) ที่มีลักษณะเป็นแบบแผนเชิงผสมผสานแบบรองรับภายใน (The Embedded Design) ด้วยการศึกษาวิธีการเชิงปริมาณ (Quantitative Methods) เสริมด้วยวิธีการเชิงคุณภาพ (Qualitative Methods) มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาและหาคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 3 ผลการขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาและหาคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผลการพัฒนาและหาคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนได้แก่

1. ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบและพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. ผลการพัฒนาและหาคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

โดยมีรายละเอียดของการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบและพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.1 ผลการวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ โดยมีสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ เทคโนโลยี ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ และเมื่อนักเรียนจบหลักสูตร นักเรียนจะสามารถวิเคราะห์ข้อมูล ลงความเห็น และสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบในรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบได้อย่างมีเหตุผลและ

หลักฐานอ้างอิง สามารถใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น และสามารถศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามความสนใจ รวมทั้งตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) ว32102 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์กายภาพ องค์ประกอบในอากาศ อะตอม ธาตุ การใช้ประโยชน์จากอากาศ มลพิษทางอากาศ โมเลกุลของน้ำ สารในแหล่งน้ำธรรมชาติ การละลายของสารในน้ำ ไขมันและน้ำมัน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามินและเกลือแร่ บรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร เชื้อเพลิง แบตเตอรี่ และสารกัมมันตรังสี อีกทั้งนักเรียนสามารถนำองค์ความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ โดยรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) ใช้ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ จำนวน 60 คาบ คาบละ 50 นาที แบ่งเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อากาศ จำนวน 9 คาบ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 น้ำ จำนวน 9 คาบ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 อาหาร จำนวน 18 คาบ และหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เชื้อเพลิง จำนวน 18 คาบ

1.2 ผลการสังเคราะห์แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1) แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

1.1) แนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) สามารถนำมาใช้ในการแสวงหาและพัฒนานวัตกรรมจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนานักเรียนซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ ก็คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีกระบวนการในการพัฒนา 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R₁) การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบและพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D₁) การออกแบบและพัฒนา เป็นการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R₂) การนำไปใช้ เป็นการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา

(Development : D₂) การประเมินผล เป็นการประเมินและปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และขั้นตอนที่ 5 การขยายผล (Dissemination)

1.2) แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบระบบการเรียนการสอน เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงมุ่งเน้นไปที่การพัฒนากระบวนการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนเกิดทักษะต่าง ๆ ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดการออกแบบระบบการเรียนการสอนแบบ ADDIE Model และการออกแบบการเรียนการสอนเชิงระบบ ซึ่งในการออกแบบระบบการเรียนการสอนแบบ ADDIE Model เป็นกระบวนการที่ใช้วิธีการเชิงระบบ ประกอบด้วย ขั้นตอนการดำเนินการ 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นและหลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 2) ขั้นตอนการออกแบบ (Design) เป็นการระบุกิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินการเรียนรู้ การเลือกสื่อ และวิธีการจัดการเรียนรู้ 3) ขั้นตอนการพัฒนา (Development) เป็นการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ การพัฒนานวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ และพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินผล 4) ขั้นตอนการนำไปใช้ (Implementation) เป็นการนำแผนการจัดการเรียนรู้ นวัตกรรม และเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์จริง และ 5) ขั้นตอนการประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ทุกระดับสำหรับการนำไปใช้ในครั้งต่อไป สำหรับการออกแบบการเรียนการสอนเชิงระบบของ Dick Carey and Carey ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 10 องค์ประกอบ คือ 1) การกำหนดเป้าหมายของการเรียนการสอน (Identify Instructional Goals) 2) การวิเคราะห์การสอน (Analysis Instruction) 3) การวิเคราะห์ผู้เรียนและบริบท (Analysis Learner and Contexts) 4) เขียนวัตถุประสงค์เชิงปฏิบัติการ (Write Performance Objectives) 5) การพัฒนาเครื่องประเมิน (Develop Assessment Instruction) 6) พัฒนายุทธศาสตร์การสอน (Develop Instructional Strategy) 7) เลือกและพัฒนาวัสดุการเรียนการสอน (Develop and Select Instructional materials) 8) ออกแบบและจัดการประเมินระหว่างเรียน (Design and Conduct Formation Evaluation of Instruction) 9) ออกแบบและการประเมินผลภายหลังการเรียนการสอน (Design and Conduct Summative Evaluation) และ 10) ทบทวนการจัดการเรียนการสอน (Revise Instruction)

1.3) แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้

หมายถึงแบบแผนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผู้ดำเนินการพัฒนาขึ้นมาตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดที่มีลักษณะเฉพาะเพื่อในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพื่อการแก้ปัญหาหรือให้เกิดความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนนั้นได้กำหนดไว้ โดยมีองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 1) หลักการ หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นส่วนที่กล่าวถึงแนวคิด ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของการออกแบบและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะเป็นการกำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมและขั้นตอนการดำเนินงานของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2) จุดมุ่งหมาย จุดประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุถึงความคาดหวังหรือสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นจากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่คาดหวังจากการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4) การวัดและประเมินผล เป็นส่วนของการประเมินผลการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และ 5) เงื่อนไขการนำไปใช้ เงื่อนไขทางสิ่งแวดล้อมในกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสนับสนุนให้การจัดการเรียนรู้ประสบผลสำเร็จ

2) แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.1) ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ทฤษฎีที่ว่าด้วยการสร้างองค์ความรู้ หรือทฤษฎี

การเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งมีแนวคิดหลักว่า บุคคลเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีต่าง ๆ โดยอาศัยประสบการณ์เดิมกับโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ และแรงจูงใจของตนเองเป็นจุดเริ่มต้น เมื่อได้สัมผัสกับสถานการณ์ใหม่โดยผ่านกระบวนการและกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติ และสืบค้นด้วยตนเองหรือมีการแลกเปลี่ยนความรู้จะส่งผลให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องจัดกระทำข้อมูลกับสิ่งแวดล้อม ไม่ใช่เพียงรับข้อมูลเข้ามา และนอกจากกระบวนการเรียนรู้จะเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ภายในสมองแล้วยังเป็นกระบวนการทางสังคม การสร้างความรู้จึงเป็นกระบวนการทั้งทางด้านสติปัญญาและสังคม เกิดจากการใช้ประสาทสัมผัสแล้วทำการไตร่ตรองความคิดเพื่อนำไปสู่กระบวนการในการค้นหาคำตอบ

2.2) แนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา การจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4

สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน โดยนำลักษณะธรรมชาติและกระบวนการของแต่ละสาขามาผสมผสานกันเพื่อ ที่มุ่งให้นักเรียนเกิดความรู้ กระบวนการคิด ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการปฏิบัติงาน เพื่อนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาใน

ชีวิตประจำวัน โดยมีขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 1) การระบุปัญหา 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) การทดสอบและประเมินผล และ 6) การนำเสนอผลการแก้ปัญหา

2.3) แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ โดยมีครูเป็นผู้กำกับควบคุมดำเนินการให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ กระตุ้น ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ รวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน โดยมีขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน ประกอบด้วย 1) การสร้างความสนใจ 2) การสำรวจและค้นหา 3) การอธิบาย 4) การขยายความรู้ และ 5) การประเมินผล

2.4) แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นสถานการณ์ของการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายที่กำหนด โดยที่ผู้สอนนำผู้เรียนไปสู่สถานการณ์ของปัญหาจริง หรือผู้สอนจัดสถานการณ์จำลองสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหา และฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ปัญหา และการแก้ปัญหาาร่วมกันในกลุ่ม ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาได้ชัดเจนมากขึ้น ได้เห็นทางเลือก และวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา และทำให้ผู้เรียนเกิดการใฝ่รู้ เกิดทักษะการคิดและการแก้ปัญหา โดยมีขั้นตอนของการใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วย 1) การนำเสนอปัญหา 2) การทำความเข้าใจกับปัญหา 3) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 4) การนำเสนอผลการแก้ปัญหา และ 5) การประเมินผล

3) แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างนวัตกรรม การสร้างนวัตกรรม หมายถึง ความคิด การปฏิบัติ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ หรือเป็นการพัฒนาที่ดัดแปลงมาจากของเดิมที่มีอยู่แล้ว ให้ทันสมัยและใช้ได้ผลดียิ่งขึ้น เมื่อนำนวัตกรรมมาใช้จะช่วยให้การทำงานนั้นได้ผลดีมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงกว่าเดิม โดยมีองค์ประกอบของการประเมินการสร้างนวัตกรรม ประกอบด้วย 1) ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม ประกอบด้วยตัวชี้วัดดังนี้ 1.1 กำหนดวัตถุประสงค์/เป้าหมาย สอดคล้องกับปัญหา 1.2 การออกแบบพัฒนานวัตกรรม 1.3 การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตกรรม 1.4 การประเมินและสรุปผล 1.5 การนำเสนอนวัตกรรม 2) ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม ประกอบด้วยตัวชี้วัดดังนี้ 2.1 องค์ความรู้ใหม่ที่ต่อยอดจากองค์ความรู้เดิม 2.2 การแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ 2.3 ความคุ้มค่าในการใช้ทรัพยากรเพื่อแก้ปัญหา 2.4 ความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ

2.5 การยอมรับจากผู้ใช้งาน 3) ด้านความเป็นนวัตกรรม ประกอบด้วยตัวชี้วัดดังนี้ 3.1 สิ่งใหม่วิธีการใหม่หรือแนวทางใหม่ 3.2 การสร้างสรรค์ในผลงาน

4) แนวคิดเกี่ยวกับความเป็นนวัตกรรม ความเป็นนวัตกรรม หมายถึง ผู้ที่คิดทำ จัดทำ สร้างสรรค์สิ่งของต่าง ๆ ที่เกิดจากความต้องการใช้งานเพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน และใช้ประโยชน์ของคนในสังคม บุคคลผู้สร้างสรรค์หรือค้นพบวิธีการ รูปแบบเครื่องมือ หรือสิ่งอื่นใดที่เป็นสิ่งใหม่เป็นประโยชน์ อาจเรียกสิ่งใหม่นั้นว่าเป็นสิ่งประดิษฐ์ซึ่งอาจสามารถนำไปต่อยอดเป็นนวัตกรรมได้ โดยความเป็นนวัตกรรมที่ผู้วิจัยนำมาศึกษา ประกอบด้วย 1) ความคิดสร้างสรรค์ 2) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น 3) ความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยง 4) ความสามารถในการสื่อสาร 5) ความสามารถในการสร้างชิ้นงานและแก้ปัญหา และ 6) ความสามารถในการประเมินผล

1.3 ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน

ผลจากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน จากการสนทนากลุ่มครูผู้สอนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 10 คน ปรากฏดังนี้

ประเด็นที่ 1 ปัญหาที่พบในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน คือ นักเรียนไม่สามารถนำองค์ความรู้ไปใช้เชื่อมโยงสู่ชีวิตประจำวันได้ เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน วิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะเน้นกิจกรรมการทดลองตามแบบแผนการทดลองที่หนังสือเรียนกำหนดมาให้ ขาดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนนำองค์ความรู้ไปสู่การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ดังตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการสนทนากลุ่ม ดังนี้

“นักเรียนสอบถามว่า เนื้อหาส่วนนี้เรียนไปทำไม ครูจึงถามกลับว่า แล้วในชีวิตประจำวันของนักเรียนนั้น ความรู้เรื่องนี้สามารถนำไปใช้หรือเกี่ยวข้องอย่างไร ปรากฏว่า นักเรียนไม่สามารถตอบคำถามได้”

(ครูคนที่ 1)

“นักเรียนไม่สามารถนำองค์ความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ จะเห็นได้จากตอนที่ให้นักเรียนลองคิดสิ่งประดิษฐ์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ ปรากฏว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดสิ่งประดิษฐ์ไม่ได้”

(ครูคนที่ 4)

“ปัญหาหนึ่งที่พบในปัจจุบันคือ ครูสอนตามหนังสือเรียน ดังนั้น หนังสือเรียนมีเนื้อหาอย่างไร มีการทดลองแบบใด ครูแค้ให้นักเรียนทำตามในหนังสือเรียน จึงทำให้นักเรียนขาดการคิด การสร้างองค์ความรู้ การจินตนาการและการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ”

(ครูคนที่ 5)

“ครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะเน้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน แบบ 5E เพียงอย่างเดียว จึงทำให้นักเรียนของเรามีความสามารถในการสืบเสาะ การค้นหา แต่ขาดการต่อยอดองค์ความรู้ที่สืบเสาะค้นหา มา จะเห็นได้จาก เมื่อให้นักเรียนทำชิ้นงาน นักเรียนจะมีความสามารถในการหาเนื้อหา แต่เมื่อได้เนื้อหาที่มากพอ แต่ไม่สามารถจัดกระทำออกมาเป็นชิ้นงานได้ และก็ขาดความมั่นใจในการทำชิ้นงาน”

(ครูคนที่ 7)

“ครูส่วนใหญ่กลัวสอนไม่ทัน กลัวสอนไม่ครบเนื้อหาในหนังสือเรียน ครูจึงเน้นการบรรยาย ขาดการฝึกให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งขาดการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง”

(ครูคนที่ 9)

ประเด็นที่ 2 ในปัจจุบันการส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากนักเรียนจะได้นำองค์ความรู้ไปใช้ในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ หรือพัฒนาต่อยอดสิ่งเดิมเพื่อให้มีคุณค่าหรือสามารถเกิดประโยชน์ได้มากขึ้น อีกทั้งการปลูกฝังความเป็นนวัตกรรมในตัวนักเรียนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นสิ่งที่ดีมาก เพราะจะทำให้นักเรียนเหล่านี้เติบโตไปเป็นบัณฑิตในอนาคตที่มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทยในอนาคตได้ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ควรใช้แนวคิด/วิธีการจัดการเรียนรู้/ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ การใช้แนวคิด STEM Education , การใช้ปัญหาเป็นฐาน , การสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน , GPAS 5 Steps , เน้นกิจกรรม

การทดลอง , ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง , ฝึกให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม , ให้นักเรียนวางแผนและ ออกแบบชิ้นงาน ดังตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการสนทนากลุ่ม ดังนี้

“การส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลาย มีความสำคัญเป็นอย่างมาก ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้าง นวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียน ควรใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อให้ นักเรียนรู้สึกอยากแก้ไขสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ อีกทั้งเน้นเรื่องของการบูรณาการ โดยใช้ STEM Education”

(ครูคนที่ 2)

“การส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลาย มีความสำคัญเป็นอย่างมาก ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้าง นวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียน ควรใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ GPAS 5 Steps ใช้การสืบ เสาะหาความรู้ และเน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง”

(ครูคนที่ 3)

“การส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลาย มีความสำคัญ ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความ เป็นนวัตกรรมของนักเรียน ควรใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติจริง เน้นให้นักเรียนทำงานเป็น กลุ่ม และฝึกการวางแผนการทำงานและการออกแบบชิ้นงานของกลุ่ม”

(ครูคนที่ 6)

“การส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลาย มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้าง นวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียน ควรใช้ STEM Education และเน้นให้นักเรียนฝึกการ นำเสนอผลงานที่ได้สร้างขึ้นของแต่ละกลุ่ม และฝึกให้นักเรียนรู้จักประเมินชิ้นงานของกลุ่มอื่นด้วย”

(ครูคนที่ 7)

“การส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความสำคัญ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียน ควรมีลักษณะ ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง ไม่เน้นการทำลองตามหนังสือเรียน แต่เน้นการฝึกการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กระบวนการกลุ่ม และควรมีการให้นักเรียนกล้าแสดงออกทางความคิด และออกแบบชิ้นงานใหม่ๆ”

(ครูคนที่ 10)

ประเด็นที่ 3 การวัดและประเมินผลการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ควรมีลักษณะการประเมินตามสภาพจริง ประเมินทั้งชิ้นงาน นวัตกรรม ประสิทธิภาพของนวัตกรรม และกระบวนการสร้างนวัตกรรม โดยผู้ประเมินมีทั้งครูผู้สอน ตัวนักเรียนประเมินตนเอง และเพื่อนประเมินเพื่อน ดังตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการสนทนากลุ่ม ดังนี้

“การประเมินควรมีลักษณะการประเมินตามสภาพจริง เน้นกระบวนการที่นักเรียนสร้างนวัตกรรม และจำเป็นต้องประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่นักเรียนสร้างขึ้นด้วย”

(ครูคนที่ 1)

“การประเมินควรมีทั้งครูเป็นผู้ประเมิน นักเรียนประเมินตนเอง และเพื่อนประเมินเพื่อนในกลุ่ม”

(ครูคนที่ 2)

“การประเมินการการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ควรดูเป็นพัฒนาการ เนื่องจากการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ต้องใช้ระยะเวลาในการฝึกฝนและปลูกฝังให้กับนักเรียน”

(ครูคนที่ 6)

“ควรมีการประเมินที่หลากหลาย ไม่ใช่แค่ครูเป็นผู้ประเมินเพียงอย่างเดียว อีกทั้งไม่ควรประเมินแค่ชิ้นงานนวัตกรรม แต่ต้องประเมินระหว่างเรียนด้วย ซึ่งเป็นการประเมินกระบวนการ ทักษะ ความรู้ คุณลักษณะต่าง ๆ”

(ครูคนที่ 8)

“การประเมินการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียน ต้องประเมินหลากหลายวิธี เน้นการประเมินตามสภาพจริง ประเมินโดยครู นักเรียน และเพื่อน”

(ครูคนที่ 10)

ประเด็นที่ 4 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จะประสบความสำเร็จได้ ปัจจัยที่สำคัญคือ จะต้องมีการสนับสนุนจากทางฝ่ายบริหาร มีการจัดสรรงบประมาณ มีการจัดอาคารสถานที่ สภาพแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน วัสดุอุปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีควรมีความพร้อมสำหรับการจัดการเรียนรู้ รวมไปถึงตัวครูผู้สอนจะต้องมีการกำกับติดตามการสร้างนวัตกรรมของนักเรียน ดังตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการสนทนากลุ่ม ดังนี้

“ปัจจัยที่สำคัญคือ ฝ่ายบริหารต้องให้การสนับสนุน ทั้งอาคาร สถานที่ สภาพแวดล้อม วัสดุอุปกรณ์ เทคโนโลยี เพราะการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม นักเรียนจะต้องได้รับการเอื้ออำนวยอย่างเต็มที่จากโรงเรียน”

(ครูคนที่ 2)

“ปัจจัยที่สำคัญที่สุดอยู่ที่ครูผู้สอน จะต้องมีความพร้อม เตรียมการสอนให้ดีที่สุด และจะต้องมีการกำกับติดตาม ดูแลการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมให้กับนักเรียนอย่างเต็มที่”

(ครูคนที่ 3)

“ปัจจัยที่สำคัญคือ ความพร้อมในห้องเรียน วัสดุอุปกรณ์ เทคโนโลยี ต้องส่งเสริมให้นักเรียนมีความต้องการในการเรียนรู้และการสร้างนวัตกรรม”

(ครูคนที่ 5)

“ปัจจัยที่สำคัญคือ ครู ครูจะต้องรู้และเข้าใจการสร้างนวัตกรรมก่อน จึงจะสามารถถ่ายทอดและอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียนในการสร้างนวัตกรรมได้”

(ครูคนที่ 6)

“ปัจจัยที่จะทำให้การจัดการเรียนรู้ประสบความสำเร็จ คือ การได้รับการสนับสนุน ทั้งวัสดุอุปกรณ์ งบประมาณ การจัดสภาพแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน”

(ครูคนที่ 8)



แผนภาพที่ 14 การจัดสนทนากลุ่มครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.4 ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเกี่ยวกับความต้องการ ความสนใจรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล

ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเกี่ยวกับความต้องการ ความสนใจรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ดังตารางที่ 25 และตารางที่ 26 ดังนี้

ตารางที่ 25 ข้อมูลทั่วไปของนักเรียนที่ตอบแบบสอบถาม

สถานภาพและข้อมูลทั่วไป	นักเรียน (N=135)	
	จำนวน	ร้อยละ
1. ระดับชั้น		
มัธยมศึกษาปีที่ 4	55	40.74
มัธยมศึกษาปีที่ 5	38	28.15
มัธยมศึกษาปีที่ 6	42	31.11
รวม	135	100.00
2. เพศ		
ชาย	49	36.29
หญิง	86	63.71
รวม	135	100

จากตารางที่ 25 พบว่า เมื่อจำแนกตามระดับชั้น นักเรียนส่วนใหญ่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 55 คน คิดเป็นร้อยละ 40.74 รองลงมาคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 31.11 คิดเป็นร้อยละ 31.11 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 28.15 เมื่อจำแนกตามเพศ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 86 คน คิดเป็นร้อยละ 63.71 และรองลงมา คือ เพศชาย จำนวน 49 คน คิดเป็นร้อยละ 36.29

ตารางที่ 26 ความต้องการ ความสนใจรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ความต้องการของนักเรียน	นักเรียน		ลำดับ
	จำนวน	ร้อยละ	
1. ด้านรูปแบบ/ลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
การบรรยาย	38	28.15	7
การสาธิต	21	15.56	10
การอภิปราย	31	22.96	9
การบูรณาการกับสาขาวิชาอื่นๆ	50	37.03	3
การสืบค้นข้อมูล	41	30.37	6
การทำงานกลุ่ม	48	35.56	5
การทดลอง	89	65.92	1
การลงมือปฏิบัติชิ้นงาน	54	40.00	2
การใช้ปัญหาจากชีวิตจริง	46	34.07	4
การนำเสนองาน	35	25.93	8
2. ด้านผู้ประเมิน			
ครูผู้สอน	88	65.19	1
นักเรียนประเมินตนเอง	83	61.48	2
เพื่อนประเมินเพื่อน	77	57.04	3
3. ด้านวิธีการประเมิน			
การประเมินจากแบบทดสอบ (ข้อสอบ)	30	22.22	3
การประเมินจากการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน	72	53.33	2
การประเมินจากผลงาน/ชิ้นงาน	76	56.29	1
การประเมินจากการสัมภาษณ์	19	14.07	4

จากตารางที่ 26 พบว่า ด้านรูปแบบ/ลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กิจกรรมที่นักเรียนต้องการให้นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด คือ การทดลอง จำนวน 89 คน คิดเป็นร้อยละ 65.92 และกิจกรรมที่นักเรียนต้องการให้นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้น้อยที่สุด คือ การสาธิต จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 15.56

ด้านผู้ประเมิน นักเรียนต้องการให้บุคคลที่เป็นผู้ประเมินมากที่สุด คือ ครูผู้สอน จำนวน 88 คน คิดเป็นร้อยละ 65.19 และบุคคลที่เป็นผู้ประเมินรองลงมา คือ นักเรียนประเมินตนเอง จำนวน 83 คน คิดเป็นร้อยละ 61.48 และบุคคลที่เป็นผู้ประเมินน้อยที่สุด คือ เพื่อนประเมินเพื่อน จำนวน 77 คน คิดเป็นร้อยละ 57.04

ด้านวิธีการประเมิน นักเรียนต้องการให้มีวิธีการประเมินมากที่สุด คือ การประเมินจากผลงาน/ชิ้นงาน จำนวน 76 คน คิดเป็นร้อยละ 56.29 และวิธีการประเมินที่นักเรียนต้องการน้อยที่สุด คือ การประเมินจากการสัมภาษณ์ จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 14.07

1.5 ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากการสัมภาษณ์ ผู้อำนวยการสถานศึกษา 1 คน รองผู้อำนวยการสถานศึกษา กลุ่มบริหารวิชาการ จำนวน 1 คน ศึกษานิเทศก์ จำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 2 คน ปรากฏดังนี้

ประเด็นที่ 1 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากการสัมภาษณ์ พบว่า ควรใช้แนวคิด/วิธีการ/เทคนิคการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ STEM Education , การสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน , การใช้ปัญหาเป็นฐาน , เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง , เน้นการบูรณาการ และเน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ดังตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ ดังนี้

“การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ควรใช้แนวทางการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง ใช้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับเพื่อนนักเรียน เพื่อให้เกิดการสร้างนวัตกรรม โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และเป็นปัญหาที่พบจริงในชีวิตประจำวัน รวมถึงฝึกให้นักเรียนได้รู้จักการวางแผนและออกแบบชิ้นงาน/นวัตกรรม”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1)

“ควรใช้ STEM Education เพราะจะทำให้นักเรียนได้เกิดการบูรณาการความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ เพื่อนำองค์ความรู้ไปใช้สร้างชิ้นงาน/นวัตกรรม โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม อีกทั้งในการสืบค้น/ค้นหาข้อมูล ครูผู้สอนจะต้องเน้นให้นักเรียนได้ใช้การสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน และฝึกการใช้เทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์สูงสุด”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2)

“การจัดการเรียนรู้ควรใช้วิธีการที่หลากหลาย แต่ควรเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และเน้นการบูรณาการความรู้โดยใช้แนวคิด STEM Education”

(ศึกษานิเทศก์)

ประเด็นที่ 2 การวัดและประเมินผลการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากการสัมภาษณ์ พบว่า ควรเป็นการประเมินตามสภาพจริง มีการประเมินระหว่างเรียน และประเมินในรูปแบบพัฒนาการ สำหรับการประเมินชิ้นงาน/นวัตกรรม ควรประเมินจากทั้งกระบวนการสร้าง ชิ้นงาน/นวัตกรรมมีคุณค่าและมีความเป็นนวัตกรรมหรือไม่ สำหรับการประเมินความเป็นนวัตกรรม คือการประเมินคุณลักษณะของนักเรียน ควรประเมินจากความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยง ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการประเมินผล โดยบุคคลที่เป็นผู้ประเมิน ควรประกอบไปด้วย ครูผู้สอน นักเรียนประเมินตนเอง และเพื่อนประเมินเพื่อน ดังตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ ดังนี้

“การวัดและประเมินผลการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ควรเน้นที่พัฒนาการ มากกว่าการตัดสินผล ใช้เครื่องมือและวิธีการประเมินที่หลากหลาย อาทิเช่น ให้นักเรียนประเมินตนเอง เพื่อนักเรียนประเมินกันเอง เป็นต้น อีกทั้ง ความเป็นนวัตกรรม ควรดูที่คุณลักษณะที่เกิดขึ้นจริงในตัวองักเรียน โดยดูจากความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสารทำงานร่วมกับผู้อื่น อีกทั้งต้องรู้จักเป็นผู้สร้างและประเมินผลเพื่อพัฒนาต่อยอดได้ด้วย”

(รองผู้อำนวยการสถานศึกษา กลุ่มบริหารวิชาการ)

“การสร้างนวัตกรรม ควรประเมิน 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความเป็นนวัตกรรม คือ ตูว่าต่อยอดใหม่ ใหม่ใหม่ ช้าหรือไม่ 2) กระบวนการในการสร้าง คือ ดูที่การทำงาน การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ การออกแบบและการวางแผน 3) คุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม ดูว่า สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้จริงหรือไม่ มีความคุ้มค่าในการใช้ทรัพยากรใหม่ เป็นต้น”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1)

“การประเมินความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากครูผู้สอนเป็นผู้ประเมินแล้ว ควรให้นักเรียนประเมินตนเอง และมีการให้เพื่อนนักเรียนประเมินกันเองด้วย โดยการประเมินความเป็นนวัตกรรม ควรมืองค์ประกอบ คือ 1) ความคิดสร้างสรรค์ 2) การทำงานร่วมกับผู้อื่น 3) การคิดแบบเชื่อมโยง 4) ความสามารถในการสื่อสาร 5) ความสามารถในการสร้างชิ้นงานและแก้ปัญหา และ 6) ความสามารถในการประเมินผล”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2)

ประเด็นที่ 3 ปัจจัย/เงื่อนไขของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 1) ครูผู้สอนจะต้องมีความพร้อมทางวิชาการ ปรับบทบาทจากผู้ให้ความรู้ เป็นผู้อำนวยการความสะดวกในการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียน อีกทั้งมีความใส่ใจ กำกับติดตามการสร้างนวัตกรรมของนักเรียน 2) ฝ่ายบริหาร จะต้องมีการส่งเสริมสนับสนุนทรัพยากร/วัสดุอุปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งเปิดโอกาสให้มีการนำเสนอผลงานทางวิชาการให้กับนักเรียน และ 3) ชุมชนการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) จะต้องมีการ

ความเข้มแข็ง ได้รับความสนับสนุนจากฝ่ายบริหาร และการปฏิบัติของคณะครูในกลุ่ม PLC ดังตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ ดังนี้

“ปัจจัยที่สำคัญที่สุด คือ ครูผู้สอน ถ้าครูผู้สอนไม่ปรับบทบาท จากผู้ให้ความรู้เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียน นักเรียนก็จะไม่สามารถต่อยอดองค์ความรู้ไปสู่การสร้างนวัตกรรมได้ อีกทั้งเรื่องของ PLC ทั้งฝ่ายบริหารและคณะครู ควรให้ความสำคัญกับชุมชนการเรียนรู้วิชาชีพ ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน เห็นข้อดี ข้อเสีย ข้อควรปรับปรุง ซึ่งจะส่งผลที่ดีต่อนักเรียนอย่างแน่นอน”

(ผู้อำนวยการสถานศึกษา)

“ปัจจัย/เงื่อนไขที่จะทำให้การจัดการเรียนรู้ประสบความสำเร็จ คือการที่ฝ่ายบริหารจะต้องให้การสนับสนุนการจัดการเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ ไม่ว่าจะเป็น อาคาร สถานที่ สภาพแวดล้อมภายในและภายนอก สื่อวัสดุอุปกรณ์ต้องมีความพร้อมและทันสมัย ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนมีความสนใจในการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม อีกทั้งครูผู้สอนจะต้องมีการเตรียมความพร้อมในตนเองเรื่องของวิชาการ ต้องแม่นยำเนื้อหา ศาสตร์การสอน รวมไปถึงการใช้เทคโนโลยี และการให้ความสำคัญกับชุมชนการเรียนรู้วิชาชีพอีกด้วย”

(ศึกษานิเทศก์)

“ปัจจัย/เงื่อนไขที่สำคัญที่จะทำให้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประสบความสำเร็จ คือตัวครูผู้สอน ครูจะต้องมีความพร้อมในวิชาการ มีการวางแผนการจัดการเรียนรู้เป็นอย่างดี และเข้าใจในเรื่องของการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม อีกทั้งในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียน จะต้องใช้ระยะเวลา ใช้ความอดทน ดังนั้นครูผู้สอนต้องมีความใส่ใจและมีการกำกับติดตามการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ รวมทั้งสถานศึกษาควรเปิดโอกาสให้มีเวทีการนำเสนอผลงานทางวิชาการทั้งของครูและนักเรียน”

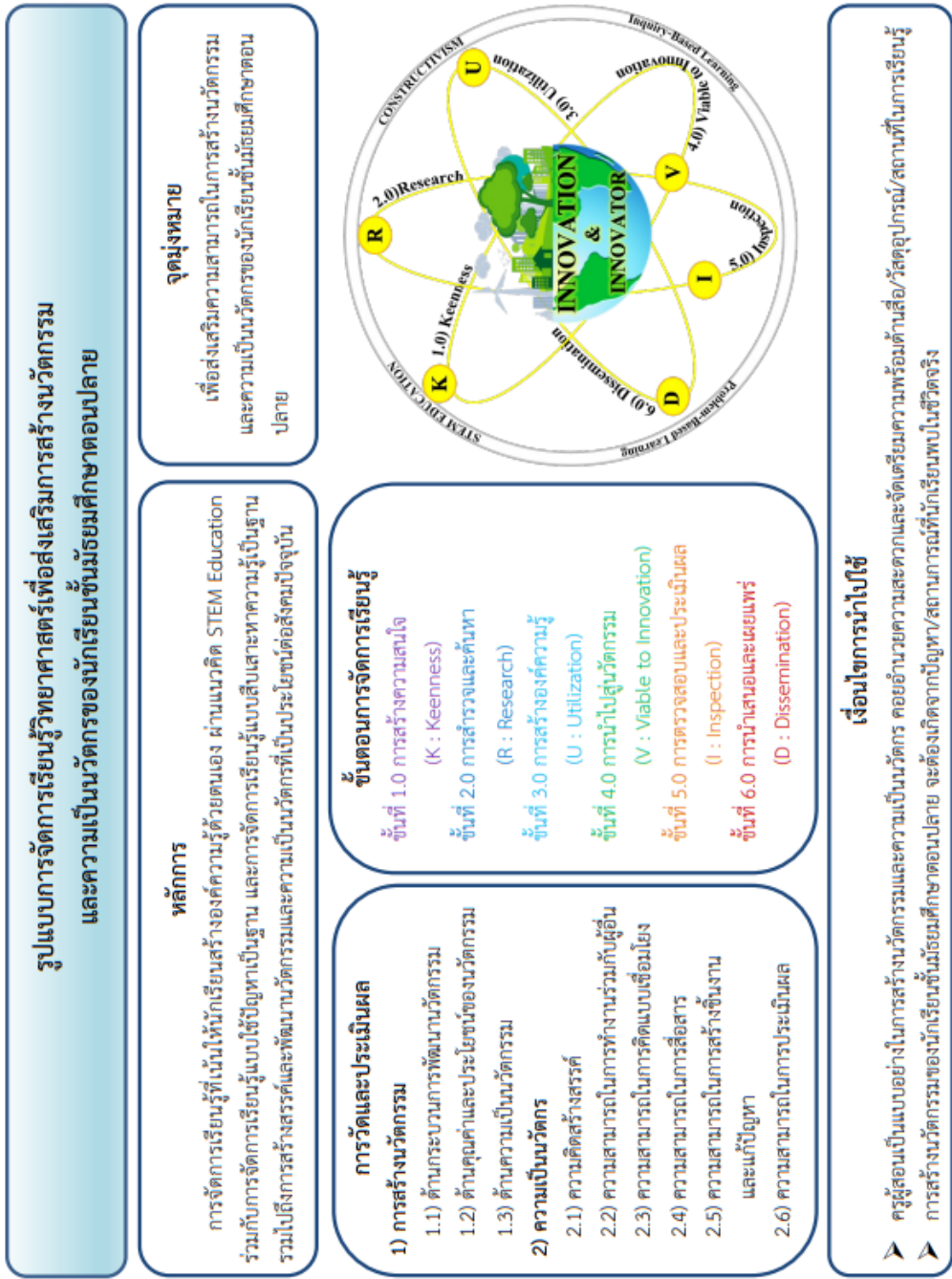
(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1)



แผนภาพที่ 15 การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

2. ผลการพัฒนาและหาคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.1 ผลการออกแบบและพัฒนาาร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานในขั้นตอนที่ 1 มาใช้ในการออกแบบและพัฒนาาร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (KRUID Model) มีองค์ประกอบของรูปแบบ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ หลักการ จุดมุ่งหมาย ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และเงื่อนไขการนำไปใช้ ดังแผนภาพที่ 16



แผนภาพที่ 16 รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (KRUVID Model)

จากแผนภาพที่ 16 ร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (KRUID Model) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นก่อนการสนทนากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ เมืองค์ประกอบและรายละเอียดดังนี้

1. หลักการ

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านแนวคิด STEM Education ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน รวมไปถึงการสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อสังคมปัจจุบัน

2. จุดมุ่งหมาย

เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (K : Keenness) เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน โดยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ จากสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ อีกทั้งเป็นการทบทวนความรู้เดิม เพื่อเชื่อมโยงสู่องค์ความรู้ใหม่ พร้อมทั้งแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (R : Research) เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย โดยใช้กระบวนการกลุ่มในการร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย และจัดกระทำข้อมูล

ขั้นที่ 3 การสร้างองค์ความรู้ (U : Utilization) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนสร้างข้อสรุปจากขั้นตอนที่ 2 พร้อมทั้งมีการนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในห้องเรียน และสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่

ขั้นที่ 4 การนำไปสู่นวัตกรรม (V : Viable to Innovation) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนประยุกต์ใช้องค์ความรู้ใหม่ มาออกแบบ และลงมือสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา ตามสถานการณ์ปัญหา หรือข้อจำกัดและเงื่อนไขที่กำหนด

ขั้นที่ 5 การตรวจสอบและประเมินผล (I : Inspection) เป็นขั้นตอนที่นักเรียน ทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ

ขั้นที่ 6 การนำเสนอและเผยแพร่ (D : Dissemination) เป็นขั้นตอนที่นักเรียน นำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ ให้กับผู้อื่น พร้อมทั้ง ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

4. การวัดและประเมินผล

1) การสร้างนวัตกรรม ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่

- 1.1) ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม
- 1.2) ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม
- 1.3) ด้านความเป็นนวัตกรรม

2) ความเป็นนวัตกรรม ประกอบด้วย 6 ด้าน ได้แก่

- 2.1) ความคิดสร้างสรรค์
- 2.2) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
- 2.3) ความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยง
- 2.4) ความสามารถในการสื่อสาร
- 2.5) ความสามารถในการสร้างชิ้นงานและแก้ปัญหา

2.6) ความสามารถในการประเมินผล

5. เงื่อนไขการนำไปใช้

1) ครูผู้สอนเป็นแบบอย่างในการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม คอยอำนวยความสะดวกและจัดเตรียมความพร้อมด้านสื่อ/วัสดุอุปกรณ์/สถานที่ในการเรียนรู้

2) การสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จะต้องเกิดจากปัญหา/สถานการณ์ที่นักเรียนพบในชีวิตจริง

**2.2 ผลการสนทนากลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ (Focus Group Discussion : FGD) เพื่อ
วิพากษ์ ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**

ผลการสนทนากลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 7 คน เพื่อวิพากษ์ ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังตารางที่ 27

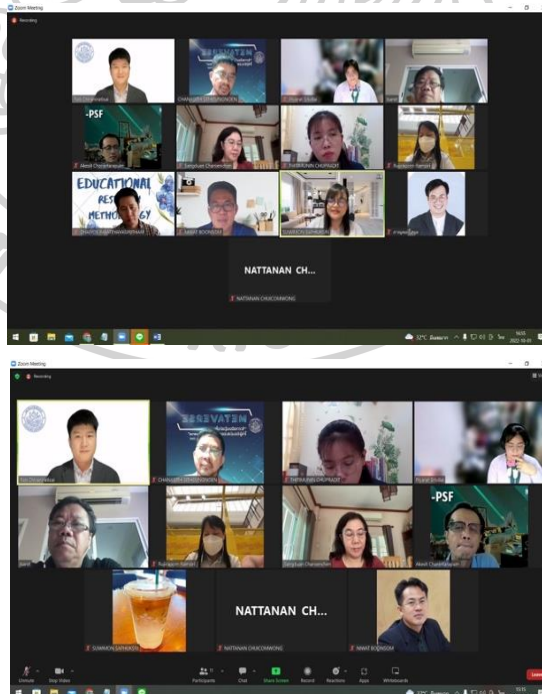
ตารางที่ 27 ผลการสนทนากลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ประเด็นการสนทนากลุ่ม	ผลการสนทนากลุ่ม
ด้านองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	
1. หลักการ มีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร	ควรปรับการเขียนให้เป็นรูปธรรม และแสดงให้เห็นถึงจุดเน้นของแต่ละแนวคิด ทฤษฎีพื้นฐานที่นำมาใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้
2. จุดมุ่งหมาย มีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร	มีความเหมาะสมดี
3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร	1) ควรใช้คำภาษาอังกฤษให้สอดคล้องกับภาษาไทย ในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 2) ควรเขียนอธิบายให้เห็นถึงจุดเน้นของแต่ละแนวคิด ทฤษฎีพื้นฐานว่าปรากฏอยู่ในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ขั้นใดบ้าง 3) ควรเพิ่มเติมรายละเอียดของบทบาทครูผู้สอน และบทบาทของนักเรียน
4. การวัดและประเมินผล มีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร	ควรปรับการวัดและประเมินผล โดยแสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบของแต่ละตัวแปรทั้งการสร้างนวัตกรรม และความเป็นนวัตกรรม รวมไปถึงควรเขียนแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดของนิยาม วิธีการ เกณฑ์การวัดและประเมินผล
5. เจื่อนใจการนำไปใช้ มีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร	ควรปรับให้แสดงถึงเจื่อนใจของการที่ครูท่านอื่น หรือสถานศึกษาที่มีความสนใจในรูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้ ถ้าจะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้ไปใช้จะต้องมีเจื่อนใจ หรือจะต้องปฏิบัติอย่างไร ถ้าขาดปัจจัยเจื่อนใจเหล่านี้ จะไม่สามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้ไปใช้ได้

ตารางที่ 27 (ต่อ)

ประเด็นที่ควรปรับปรุง/แก้ไข	ผลการปรับปรุง/แก้ไข
องค์ประกอบด้านเงื่อนไขการนำไปใช้ ควรอธิบายถึงข้อพึงระวัง/จะต้อง เตรียมก่อนการนำไปใช้ ให้ชัดเจน และเป็นรูปธรรม	ผู้วิจัยปรับแก้เงื่อนไขการนำไปใช้ ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

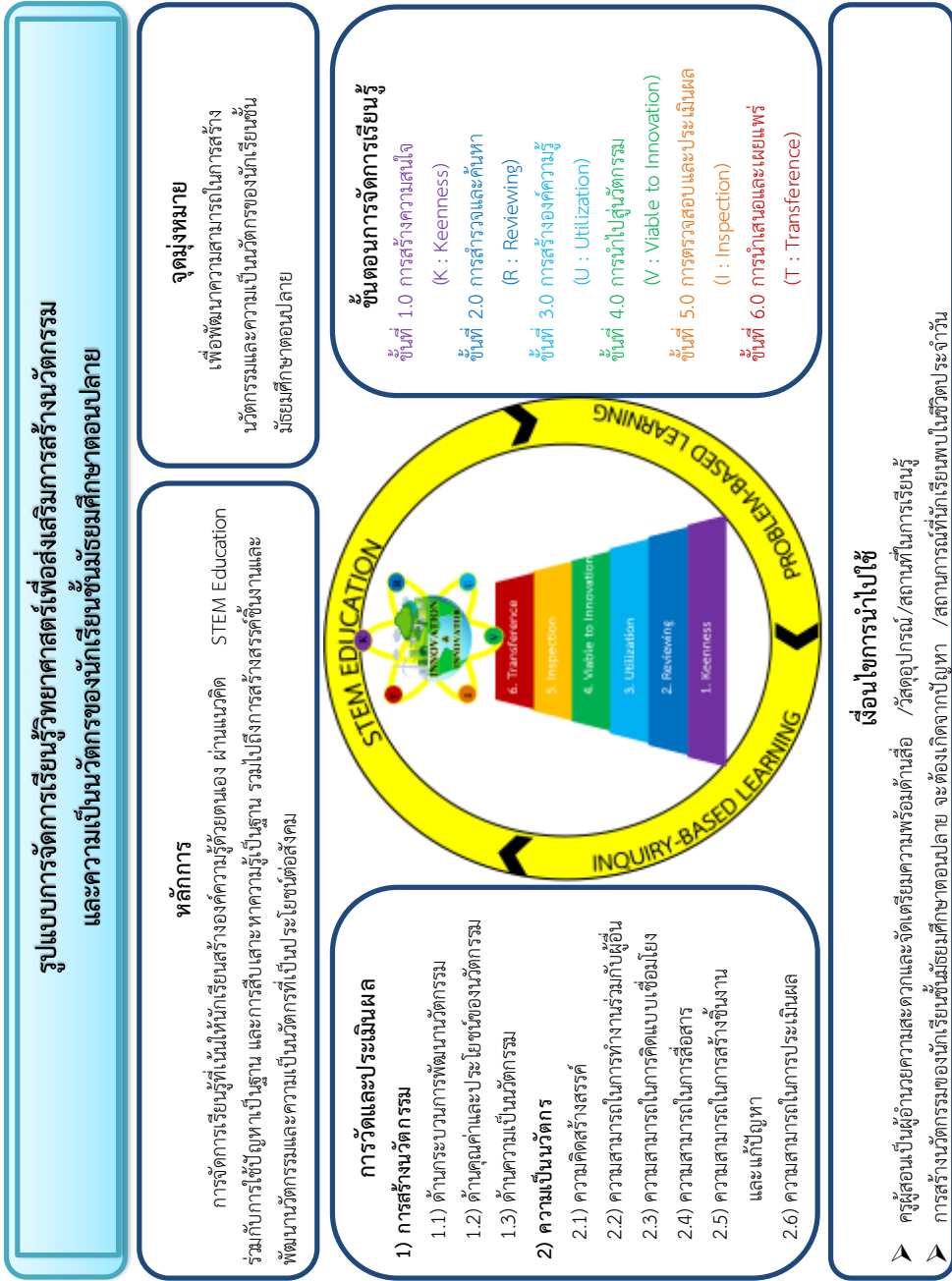
2.3 ผลการร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้าง
นวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (KRUVIT Model) ซึ่งได้
จากการสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสนทนากลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไข
รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ มี
องค์ประกอบของรูปแบบ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ หลักการ จุดมุ่งหมาย ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ การ
วัดและประเมินผล และเงื่อนไขการนำไปใช้ ดังแผนภาพที่ 17



แผนภาพที่ 17 การจัดสนทนากลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ (Focus Group Discussion) ในรูปแบบออนไลน์
ผ่านโปรแกรม ZOOM

2.3 ผลการร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (KRUVIT Model) ซึ่งได้จากการสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสนทนากลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบของรูปแบบ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ หลักการ จุดมุ่งหมาย ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และเงื่อนไขการนำไปใช้ ดังแผนภาพที่ 18





แผนภาพที่ 18 รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (KRUVIT Model)

จากแผนภาพที่ 18 รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (KRUID Model) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นหลังการสนทนากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ มีองค์ประกอบและรายละเอียดดังนี้

1. หลักการ

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านแนวคิด STEM Education ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน และการสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน รวมไปถึงการสร้างสรรคชิ้นงานและพัฒนานวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม

2. จุดมุ่งหมาย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ (KRUVIT Model) ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
<p>ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (K : Keenness)</p> <p>เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน โดยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ จากสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ อีกทั้งเป็นการทบทวนความรู้เดิม เพื่อเชื่อมโยงสู่องค์ความรู้ใหม่ พร้อมทั้งแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ</p>	<p>ครูผู้สอนจัดกิจกรรมสร้างความสนใจให้กับนักเรียน โดยอาจจะใช้ประเด็นคำถาม สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน สื่อ คลิป VDO ที่สอดคล้องกับวิทยาศาสตร์</p>	<p>นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทางความคิดกับเพื่อน</p>

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
<p>ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (R : Reviewing)</p> <p>เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย โดยใช้กระบวนการกลุ่มในการร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย และจัดกระทำข้อมูล</p>	<p>ครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน โดยจัดเตรียมสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ เทคโนโลยี และบรรยากาศในชั้นเรียนให้เอื้อต่อการสำรวจและค้นหาข้อมูล</p>	<p>นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม โดยการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย และทำการวิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายกับเพื่อนในกลุ่ม และจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหา</p>
<p>ขั้นที่ 3 การสร้างองค์ความรู้ (U : Utilization)</p> <p>เป็นขั้นตอนที่นักเรียนสร้างข้อสรุปจากขั้นตอนที่ 2 พร้อมทั้งมีการนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในห้องเรียน และสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ครูผู้สอนจัดบรรยากาศชั้นเรียนให้เอื้อต่อการนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม 2. ครูผู้สอนช่วยชี้แนะให้กับนักเรียนเพื่อการสร้างองค์ความรู้ใหม่ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างข้อสรุปจากขั้นตอนที่ 2 2. นักเรียนนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันระหว่างกลุ่ม 3. นักเรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่
<p>ขั้นที่ 4 การนำไปสู่นวัตกรรม (V : Viable to Innovation)</p> <p>เป็นขั้นตอนที่นักเรียนประยุกต์ใช้องค์ความรู้ใหม่ มาออกแบบ และลงมือสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา ตามสถานการณ์ปัญหา หรือข้อจำกัด และเงื่อนไขที่กำหนด</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ครูผู้สอนอำนวยความสะดวกจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ เพื่อให้ นักเรียนออกแบบและลงมือสร้างนวัตกรรม 2. ครูผู้สอนช่วยกระตุ้นนักเรียนในการทำงานกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับนักเรียน และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน 	<p>นักเรียนแต่ละกลุ่มนำองค์ความรู้ มาออกแบบและลงมือสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา ตามสถานการณ์ปัญหา หรือข้อจำกัด และเงื่อนไขที่กำหนด</p>
<p>ขั้นที่ 5 การตรวจสอบและประเมินผล (I : Inspection)</p> <p>เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ</p>	<p>ครูผู้สอนให้ข้อเสนอแนะกับนักเรียนในการปรับปรุง/พัฒนานวัตกรรม</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ 2. นักเรียนปรับปรุง/พัฒนา/แก้ไขชิ้นงานหรือวิธีการให้สมบูรณ์มากขึ้น

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 6 การนำเสนอและเผยแพร่ (T : Transference) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการให้กับผู้อื่น พร้อมทั้งข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป	1. ครูผู้สอนจัดบรรยากาศชั้นเรียนให้เอื้อต่อการนำเสนอและเผยแพร่ นวัตกรรมของนักเรียนอย่างหลากหลาย 2. ครูผู้สอนให้ข้อเสนอแนะกับนักเรียนในการปรับปรุง/พัฒนา/ต่อยอดนวัตกรรม	นักเรียนนำเสนอและเผยแพร่ นวัตกรรมให้กับผู้อื่นในช่องทางที่หลากหลาย

4. การวัดและประเมินผล

1) การสร้างนวัตกรรม หมายถึง ความคิด การปฏิบัติ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ หรือเป็นการพัฒนาตัดแปลงมาจากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้ทันสมัย และใช้ได้ผลดียิ่งขึ้น เมื่อนำนวัตกรรมมาใช้จะช่วยให้การทำงานนั้นได้ผลดีมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงกว่าเดิม โดยการวัดและประเมินผลการสร้างนวัตกรรมจะกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (Rubric Scoring)

2) ความเป็นนวัตกรรม หมายถึง ผู้ที่คิดทำ จัดทำ สร้างสรรค์สิ่งของต่าง ๆ ที่เกิดจากความต้องการใช้งานเพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน และใช้ประโยชน์ของคนในสังคม บุคคลผู้สร้างสรรค์หรือค้นพบวิธีการ รูปแบบเครื่องมือ หรือสิ่งอื่นใดที่เป็นสิ่งใหม่เป็นประโยชน์ อาจเรียกสิ่งใหม่นั้นว่าเป็นสิ่งประดิษฐ์ซึ่งอาจสามารถนำไปต่อยอดเป็นนวัตกรรมได้ โดยการวัดและประเมินผลความเป็นนวัตกรรมใช้แบบประเมินความเป็นนวัตกรรมซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 4 ระดับ

5. เงื่อนไขการนำไปใช้

1) ครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกและจัดเตรียมความพร้อมด้านสื่อ/วัสดุ อุปกรณ์/สถานที่ในการเรียนรู้

2) การสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จะต้องเกิดจากปัญหา/สถานการณ์ที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวัน

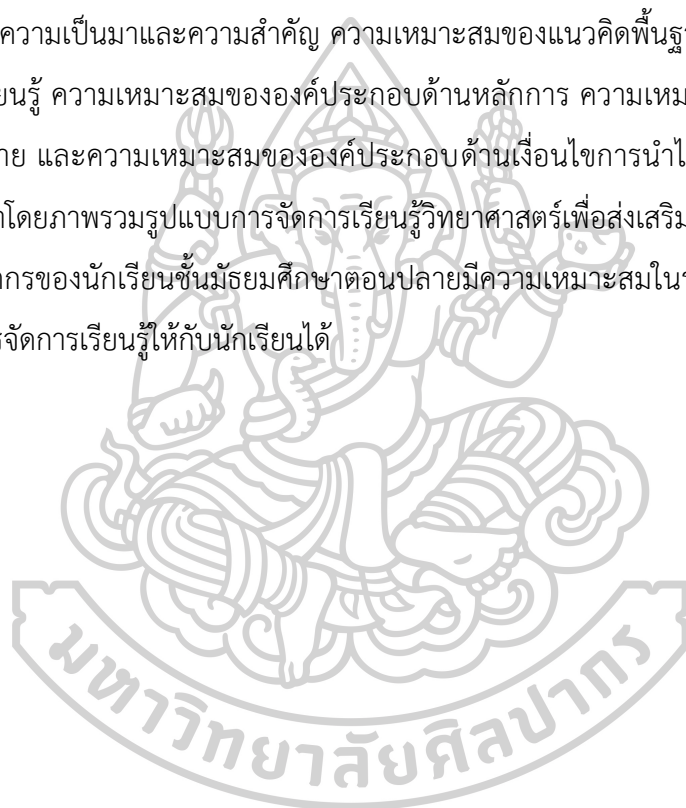
2.4 ผลการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ไปตรวจสอบประเมินคุณภาพความเหมาะสม โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 7 คน อีกครั้ง พบว่าผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นดังนี้

1) ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

รายการประเมิน	M	SD	ผลการประเมิน	ลำดับที่
1. ความเหมาะสมของความเป็นมาและความสำคัญ	4.86	0.36	มากที่สุด	4
2. ความเหมาะสมของแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้	4.86	0.36	มากที่สุด	4
3. ความเหมาะสมขององค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	4.90	0.30	มากที่สุด	2
4. ความเหมาะสมขององค์ประกอบด้านหลักการ	4.86	0.36	มากที่สุด	4
5. ความเหมาะสมขององค์ประกอบด้านจุดมุ่งหมาย	4.86	0.36	มากที่สุด	4
6. ความเหมาะสมขององค์ประกอบด้านขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	4.90	0.30	มากที่สุด	2
7. ความเหมาะสมขององค์ประกอบด้านการวัดและประเมินผล	4.93	0.27	มากที่สุด	1
8. ความเหมาะสมขององค์ประกอบด้านเงื่อนไขการนำไปใช้	4.86	0.36	มากที่สุด	4
รวม	4.88	0.32	มากที่สุด	-

จากตารางที่ 28 พบว่า ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.88$, $SD = 0.32$) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ประเมินความเหมาะสมของทุกรายการอยู่ในระดับมากที่สุด รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ ความเหมาะสมขององค์ประกอบด้านการวัดและประเมินผล ($M = 4.93$, $SD = 0.27$) รองลงมาคือ ความเหมาะสมขององค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และความเหมาะสมขององค์ประกอบด้าน ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ($M = 4.90$, $SD = 0.30$) และรายการที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ความเหมาะสมของความเป็นมาและความสำคัญ ความเหมาะสมของแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ การจัดการเรียนรู้ ความเหมาะสมขององค์ประกอบด้านหลักการ ความเหมาะสมขององค์ประกอบ ด้านจุดมุ่งหมาย และความเหมาะสมขององค์ประกอบด้านเงื่อนไขการนำไปใช้ ($M = 4.86$, $SD = 0.36$) แสดงว่าโดยภาพรวมรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและ ความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด สามารถ นำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้



2) ผลการประเมินความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังตารางที่ 29

ตารางที่ 29 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

รายการประเมิน	<i>M</i>	<i>SD</i>	ผลการประเมิน	ลำดับที่
1. สาระสำคัญในคู่มือมีความครบถ้วนและสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้	4.86	0.38	มากที่สุด	2
2. สาระสำคัญในคู่มือมีความชัดเจนเพียงพอที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้แล้วทำให้บรรลุผลตามจุดมุ่งหมาย	4.86	0.38	มากที่สุด	2
3. แนวทางในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ แสดงถึงความต้องการให้ผู้ศึกษาคู่มือมีความรู้ความเข้าใจ และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง	4.86	0.38	มากที่สุด	2
4. แนวทางในการจัดการเรียนรู้แสดงให้เห็นถึงบทบาทของครูผู้สอนและนักเรียน เพื่อนำไปสู่การบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด	1
รวม	4.89	0.31	มากที่สุด	-

จากตารางที่ 29 พบว่า ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.89$, $SD = 0.31$) โดยผู้ทรงคุณวุฒิประเมินความเหมาะสมของทุกรายการอยู่ในระดับมากที่สุด รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ แนวทางในการจัดการเรียนรู้แสดงให้เห็นถึงบทบาทของครูผู้สอนและนักเรียน เพื่อนำไปสู่การบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ($M = 5.00$, $SD = 0.00$) รองลงมาคือ

สาระสำคัญในคู่มือมีความครบถ้วนและสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ สาระสำคัญในคู่มือมีความชัดเจนเพียงพอที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้แล้วทำให้บรรลุผลตามจุดมุ่งหมาย และแนวทางในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ แสดงถึงความต้องการให้ผู้ศึกษาคู่มือมีความรู้ความเข้าใจ และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง ($M = 4.86$, $SD = 0.38$) แสดงว่าโดยภาพรวมคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้ ซึ่งข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิและการแก้ไขปรับปรุง ปรากฏดังตารางที่ 30

ตารางที่ 30 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

ประเด็นที่ควรปรับปรุง/แก้ไข	ผลการปรับปรุง/แก้ไข
ควรเขียนอธิบายแนวทางการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย และเป็นรูปธรรม	ผู้วิจัยปรับแก้แนวทางการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ
ควรเพิ่มรายละเอียดของแนวคิด หลักการ และทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้	ผู้วิจัยปรับแก้เพิ่มรายละเอียดของแนวคิด หลักการ และทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ
ควรอธิบายองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล ให้ละเอียด พร้อมทั้งแสดงเกณฑ์การประเมินและเกณฑ์การตัดสิน	ผู้วิจัยปรับแก้เพิ่มรายละเอียดการอธิบายองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล พร้อมทั้งแสดงเกณฑ์การประเมินและเกณฑ์การตัดสิน

3) ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังตารางที่ 31

สนใจ																			
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ตารางที่ 31 (ต่อ)

รายการ ประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7					
	M	SD	ผลการ ประเมิน	M	SD	ผลการ ประเมิน	M	SD	ผลการ ประเมิน	M	SD	ผลการ ประเมิน	M	SD	ผลการ ประเมิน	M	SD	ผลการ ประเมิน	M	SD	ผลการ ประเมิน			
ขั้นที่ 2 การ สำรวจและ ค้นหา	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด
ขั้นที่ 3 การ สร้างองค์ ความรู้	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	4.86	0.38	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด
ขั้นที่ 4 การ นำไปสู่ นวัตกรรม	5.00	0.00	มากที่สุด	4.71	0.76	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด
ขั้นที่ 5 การ ตรวจสอบ และ ประเมินผล	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	4.86	0.38	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด
ขั้นที่ 6 การ นำเสนอและ เผยแพร่	5.00	0.00	มากที่สุด	4.86	0.38	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	4.86	0.38	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด
สื่อ/แหล่งการ เรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	4.89	0.46	มาก ที่สุด	4.87	0.45	มาก ที่สุด	4.92	0.37	มาก ที่สุด	4.92	0.37	มาก ที่สุด	4.92	0.37	มาก ที่สุด	4.87	0.45	มาก ที่สุด	4.88	0.42	มาก ที่สุด	4.91	0.38	มาก ที่สุด

จากตารางที่ 31 พบว่า ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.89$, $SD = 0.42$) โดยผู้ทรงคุณวุฒิประเมินความเหมาะสมของรายการประเมินส่วนใหญ่อยู่ในระดับมากที่สุด มีรายการประเมินจำนวน 3 รายการที่อยู่ในระดับมาก คือ ชิ้นงาน/ภาระงาน และการวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ($M = 4.43$, $SD = 0.98$) และการวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ($M = 4.43$, $SD = 0.98$) เมื่อพิจารณาแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ($M = 4.92$, $SD = 0.37$) และแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ($M = 4.87$, $SD = 0.45$) เมื่อพิจารณารายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วน ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา และสื่อ/แหล่งการเรียนรู้ ($M = 5.00$, $SD = 0.00$) และรายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ การวัดและประเมินผล ($M = 4.55$, $SD = 0.80$) แสดงว่าโดยภาพรวมแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้ ซึ่งข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิและการปรับปรุงแก้ไข ปรากฏดังตารางที่ 32



ตารางที่ 32 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้

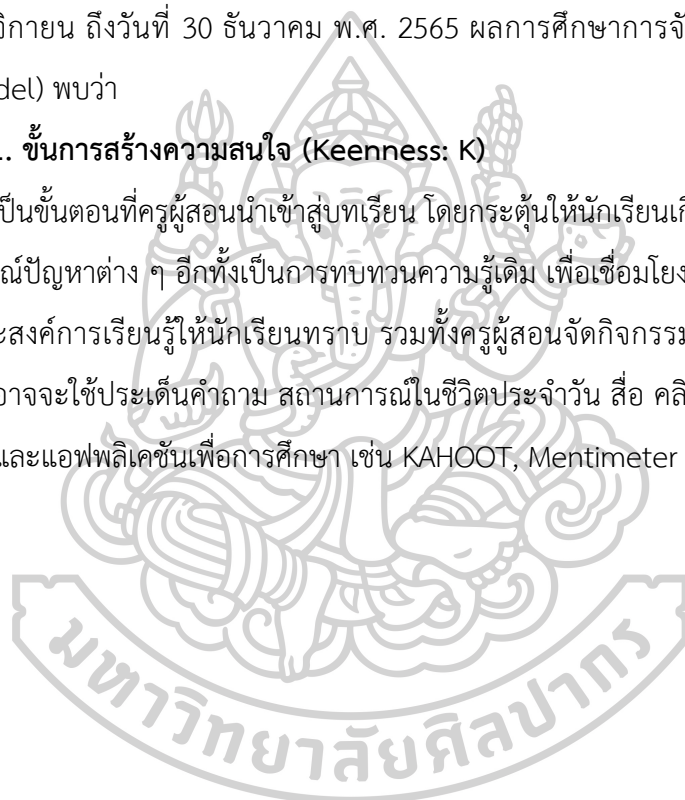
ประเด็นที่ควรปรับปรุง/แก้ไข	ผลการปรับปรุง/แก้ไข
ควรเพิ่มจุดประสงค์การเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ทุกแผนการจัดการเรียนรู้	ผู้วิจัยเพิ่มจุดประสงค์การเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ในทุกแผนการจัดการเรียนรู้
ควรเพิ่มรายละเอียดสาระสำคัญ/ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการสร้างนวัตกรรมของในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	ผู้วิจัยเพิ่มรายละเอียดสาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด เกี่ยวกับการสร้างนวัตกรรมในทุกแผนการจัดการเรียนรู้
ในการกำหนดชิ้นงาน/ภาระงาน ควรเป็นชิ้นงาน/ภาระงานที่เป็นรูปธรรม สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	ผู้วิจัยปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ
เกณฑ์การวัดและประเมินผลในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ต้องสอดคล้องกับเครื่องมือ/แบบประเมิน	ผู้วิจัยปรับเกณฑ์การวัดและประเมินผลในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับเครื่องมือ/แบบประเมิน
ในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของ KRU-VIT model ควรเน้น การใช้คำถามของครูผู้สอนให้หลากหลายและใช้ภาษาที่ชัดเจน	ผู้วิจัยปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ
ขั้นการสำรวจและค้นหา (Reviewing) ควรเขียนอธิบายให้นักเรียนสามารถสำรวจและค้นหาจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย และควรเน้นการใช้เทคโนโลยีในการสืบค้น	ผู้วิจัยปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ
ขั้นการนำไปสู่นวัตกรรม (Viable to Innovation) ควรเขียนอธิบายสอดคล้องกับชิ้นงาน/ภาระงานของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	ผู้วิจัยปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ
ขั้นการนำเสนอและเผยแพร่ (Transference) ควรให้นักเรียนได้นำเสนอและเผยแพร่ในช่องทางที่หลากหลาย	ผู้วิจัยปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

2. ตอนที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กาญจนบุรี จำนวน 28 คน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ รวมเป็น 21 คาบ ระหว่างวันที่ 4 พฤศจิกายน ถึงวันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ. 2565 ผลการศึกษาการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน (KRUVIT Model) พบว่า

1. ขั้นการสร้างความสนใจ (Keeness: K)

เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน โดยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ จากสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ อีกทั้งเป็นการทบทวนความรู้เดิม เพื่อเชื่อมโยงสู่องค์ความรู้ใหม่ พร้อมทั้งแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ รวมทั้งครูผู้สอนจัดกิจกรรมสร้างความสนใจให้นักเรียน โดยอาจจะใช้ประเด็นคำถาม สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน สื่อ คลิป VDO ที่สอดคล้องกับวิทยาศาสตร์ และแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา เช่น KAHOOT, Mentimeter เป็นต้น





แผนภาพที่ 19 การจัดการเรียนรู้ในชั้นการสร้างความสนใจ (Keenness: K)

2. ชั้นการสำรวจและค้นหา (Reviewing: R)

เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย โดยใช้กระบวนการกลุ่มในการร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย และจัดกระทำข้อมูล อีกทั้งครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน โดยจัดเตรียมสื่อ วัสดุอุปกรณ์ เทคโนโลยี และบรรยากาศในชั้นเรียนให้เอื้อต่อการสำรวจและค้นหาข้อมูล

ตารางที่ 33 กิจกรรมที่นำมาใช้ชั้นการสำรวจและค้นหา (Reviewing: R)

แผนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมที่นำมาใช้
1	นักเรียนแบ่งกลุ่ม ทำการสำรวจและค้นหาเกี่ยวกับ โมเลกุลของน้ำ และ ความแตกต่างของพันธะโคเวเลนต์ 3 ชนิด ได้แก่ พันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม
2	นักเรียนแบ่งกลุ่ม ทำการสำรวจและค้นหาเกี่ยวกับ สารในแหล่งน้ำ ธรรมชาติ และเปรียบเทียบข้อมูลจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสาร โคเวเลนต์
3	นักเรียนแบ่งกลุ่ม ทำการสำรวจและค้นหาเกี่ยวกับ การนำไฟฟ้าของ สารละลายอิเล็กโทรไลต์
4	นักเรียนแบ่งกลุ่ม ทำการสำรวจและค้นหาเกี่ยวกับ สมบัติของพอลิเมอร์ และมอนอเมอร์ จากกิจกรรมทดลองเปรียบเทียบสมบัติบางประการ ของกลูโคสและแป้งมันสำปะหลัง
5	นักเรียนแบ่งกลุ่ม ทำการสำรวจและค้นหาเกี่ยวกับ ผู้ที่บริโภคเฉพาะถั่ว และผักที่มีปริมาณโปรตีนสูง แต่ทำไมยังเกิดภาวะขาดโปรตีนได้
6	นักเรียนแบ่งกลุ่ม ทำการสำรวจและค้นหาเกี่ยวกับ การนำพลาสติกมา ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร ควรคำนึงถึงเรื่องใดเป็นสำคัญ และ ควรมีข้อปฏิบัติอย่างไร
7	นักเรียนแบ่งกลุ่ม ทำการสำรวจและค้นหาเกี่ยวกับ วิธีการ/แนวทาง/สิ่ง ใด เกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ที่จะมาทดแทนการใช้โฟม/พลาสติก

ในระหว่างการดำเนินกิจกรรมในชั้นนี้ พบว่า นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม โดยการสืบค้น ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย และทำการวิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายกับเพื่อนในกลุ่ม และจัด กระทำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหา



แผนภาพที่ 20 การจัดการเรียนรู้ในชั้นการสำรวจและค้นหา (Reviewing: R)

3. ชั้นการสร้างองค์ความรู้ (Utilization: U)

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนสร้างข้อสรุปจากขั้นตอนที่ 2 พร้อมทั้งมีการนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในห้องเรียน และสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ อีกทั้งครูผู้สอนจัดบรรยากาศชั้นเรียนเอื้อต่อการนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และช่วยชี้แนะให้นักเรียนเพื่อการสร้างองค์ความรู้ใหม่

ตารางที่ 34 กิจกรรมที่นำมาใช้ชั้นการสร้างความรู้ (Utilization: U)

แผนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมที่นำมาใช้
1	นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมสรุปองค์ความรู้ เกี่ยวกับ พันธะโคเวเลนต์ สภาพขั้วของสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล และความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของสารโคเวเลนต์กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตามสภาพขั้วหรือการเกิดพันธะไฮโดรเจน
2	นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมสรุปองค์ความรู้ เกี่ยวกับ พันธะไอออนิก การเขียนสูตรเคมีของสารประกอบไอออนิก และการเปรียบเทียบจุดหลอมเหลวและจุดเดือดระหว่างสารโคเวเลนต์กับสารประกอบไอออนิก
3	นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมสรุปองค์ความรู้ เกี่ยวกับ การละลายน้ำแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัวจากสูตรเคมีของสาร และสารละลายที่ได้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์หรือนอนอิเล็กโทรไลต์
4	นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมสรุปองค์ความรู้ เกี่ยวกับ ความหมายของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน และสารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว สมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์
5	นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมสรุปองค์ความรู้ เกี่ยวกับ สารประกอบอินทรีย์มีสมบัติกรด-เบสจากสูตรโครงสร้าง และสมบัติการละลายในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ของสาร
6	นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมสรุปองค์ความรู้ เกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติเทอร์มอพลาสติก และเทอร์มอเซตของพอลิเมอร์
7	นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมสรุปองค์ความรู้ เกี่ยวกับ นวัตกรรมบรรจุภัณฑ์ที่จะมาทดแทนการใช้โฟม/พลาสติก

ในระหว่างการทำเนนกิจกรรมในขั้นนี้ พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีความมุ่งมั่นตั้งใจร่วมกันสร้างข้อสรุปจากการดำเนินกิจกรรมในขั้นตอนที่ 2 อีกทั้งนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันทั้งในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม จนสร้างองค์ความรู้ใหม่



แผนภาพที่ 21 การจัดการเรียนรู้ในขั้นการสร้างองค์ความรู้ (Utilization: U)

4. ขั้นการนำไปสู่นวัตกรรม (Viable to Innovation: V)

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนประยุกต์ใช้องค์ความรู้ใหม่ มาออกแบบ และลงมือสร้างชิ้นงาน หรือวิธีการในการแก้ปัญหา ตามสถานการณ์ปัญหา หรือข้อจำกัดและเงื่อนไขที่กำหนด โดยครูผู้สอน อำนวยความสะดวก จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ เพื่อให้เรียนออกแบบและลงมือพัฒนาสร้างนวัตกรรม รวมทั้งช่วยกระตุ้นนักเรียนในการทำงานกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับนักเรียน และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน

ตารางที่ 35 กิจกรรมที่นำมาใช้ขึ้นการนำไปสู่นวัตกรรม (Viable to Innovation: V)

แผนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมที่นำมาใช้
1	นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนและออกแบบนวัตกรรม เกี่ยวกับ การใช้ประโยชน์จากองค์ประกอบทางเคมีของน้ำ
2	นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนและออกแบบนวัตกรรม เกี่ยวกับ การทำให้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติสามารถนำมาใช้อุปโภค/บริโภคได้
3	นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนและออกแบบนวัตกรรม เกี่ยวกับ เครื่องดื่มที่มีคุณประโยชน์ต่อร่างกาย
4	นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนและออกแบบนวัตกรรม เกี่ยวกับ การใช้ประโยชน์จากไขมันและน้ำมัน
5	นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนและออกแบบนวัตกรรม เกี่ยวกับ อาหารเพื่อสุขภาพ โดยใช้องค์ความรู้จากเรื่อง ไขมัน น้ำมัน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามินและเกลือแร่
6	นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนและออกแบบนวัตกรรม เกี่ยวกับ บรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
7	นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการจัดทำนวัตกรรมเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ที่จะมาทดแทนการใช้โฟม/พลาสติก

ในระหว่างการดำเนินกิจกรรมในขั้นนี้ พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอองค์ความรู้ มาออกแบบ พัฒนา และลงมือสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา ตามสถานการณ์ปัญหา หรือข้อจำกัดและเงื่อนไขที่กำหนดได้



แผนภาพที่ 22 การจัดการเรียนรู้ในขั้นการนำไปสู่นวัตกรรม (Viable to Innovation: V)

5. ขั้นการตรวจสอบและประเมินผล (Inspection: I)

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยครูผู้สอนให้ข้อเสนอแนะกับนักเรียนในการปรับปรุง/พัฒนานวัตกรรม

ในระหว่างการทำกิจกรรมในขั้นนี้ พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ รวมทั้งรับฟังความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ เพื่อใช้ในการปรับปรุง/พัฒนา/แก้ไขชิ้นงานหรือวิธีการให้สมบูรณ์มากขึ้น



แผนภาพที่ 23 การจัดการเรียนรู้ในขั้นการตรวจสอบและประเมินผล (Inspection: I)

6. การนำเสนอและเผยแพร่ (Transference: T)

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ ให้กับผู้อื่น พร้อมทั้งข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป โดยครูผู้สอนจัดบรรยากาศชั้นเรียนให้เอื้อต่อการนำเสนอและเผยแพร่นวัตกรรมของนักเรียนอย่างหลากหลาย

ในระหว่างการทำกิจกรรมในขั้นนี้ พบว่า นักเรียนนำเสนอและเผยแพร่นวัตกรรมให้กับผู้อื่นในช่องทางที่หลากหลาย รวมทั้งมีการปรับปรุง/พัฒนา/ต่อยอดนวัตกรรม



แผนภาพที่ 24 การจัดการเรียนรู้ในขั้นการนำเสนอและเผยแพร่ (Transference: T)

1) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังเรียน ดังตารางที่ 36

ตารางที่ 36 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลังเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	N	คะแนนเต็ม	M	SD	t-test	P
ก่อนเรียน	28	20	6.36	1.28	-21.71	.000
หลังเรียน	28	20	15.71	1.94		

*นัยสำคัญระดับที่ .05

จากตารางที่ 36 พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 6.36 ($M = 6.36$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.28 ($SD = 1.28$) และคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หลังเรียนมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 15.71 ($M = 15.71$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.94 ($SD = 1.94$) แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หลังเรียน ($M = 15.71$, $SD = 1.94$) มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน ($M = 6.36$, $SD = 1.28$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยในข้อที่

2) ผลการศึกษาการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผลการศึกษาการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นรายกลุ่ม มีทั้งหมด 6 กลุ่ม โดยภาพรวมและจำแนกเป็นรายด้าน จากการประเมินด้วยแบบประเมินการสร้างนวัตกรรม ดังตารางที่ 37

ตารางที่ 37 ผลการศึกษาการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

องค์ประกอบของการสร้างนวัตกรรม	คะแนนเต็ม	M	SD	แปลผล	ลำดับที่
ด้านกระบวนการพัฒนา	3.00	2.73	0.48	ดีมาก	2
ด้านคุณค่าและประโยชน์ของ	3.00	2.60	0.48	ดีมาก	3
ด้านความเป็นนวัตกรรม	3.00	2.91	0.12	ดีมาก	1
รวม	3.00	2.71	0.46	ดีมาก	-

จากตารางที่ 37 พบว่าหลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในภาพรวมพบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความสามารถในการสร้างนวัตกรรม อยู่ในระดับดีมาก ($M = 2.71$, $SD = 0.46$) ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยในข้อที่ 2

เมื่อพิจารณารายด้านพบว่าทั้ง 3 ด้านอยู่ในระดับดีมาก โดยด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.73 ($M = 2.73$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.48 ($SD = 0.48$) ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.60 ($M = 2.60$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.48 ($SD = 0.48$) และด้านความเป็นนวัตกรรม มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.91 ($M = 2.91$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.12 ($SD = 0.12$) โดยด้านที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านความเป็น

นวัตกรรม ($M = 2.91$, $SD = 0.12$) และด้านที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม ($M = 2.60$, $SD = 0.48$)



แผนภาพที่ 25 ตัวอย่างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3) ผลการศึกษาความเป็นนวัตกรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผลการศึกษาความเป็นนวัตกรของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยภาพรวมและจำแนกเป็นรายด้าน จากการประเมินตนเองของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบประเมินความเป็นนวัตกร ดังตารางที่ 38

ตารางที่ 38 ผลการศึกษาความเป็นนวัตกรของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

องค์ประกอบของความเป็น นวัตกร	จำนวน นักเรียน	คะแนน เต็ม	<i>M</i>	<i>SD</i>	แปลผล	ลำดับที่
ด้านความคิดสร้างสรรค์	28	3.00	2.48	0.50	ดี	6
ด้านความสามารถในการ ทำงานร่วมกับผู้อื่น	28	3.00	2.81	0.39	ดีมาก	1
ด้านความสามารถในการคิด แบบเชื่อมโยง	28	3.00	2.56	0.49	ดีมาก	4
ด้านความสามารถในการ สื่อสาร	28	3.00	2.55	0.50	ดีมาก	5
ด้านความสามารถในการ สร้างชิ้นงาน	28	3.00	2.62	0.48	ดีมาก	3
ด้านความสามารถในการ ประเมินผล	28	3.00	2.70	0.46	ดีมาก	2
รวม	28	3.00	2.62	0.48	ดีมาก	-

จากตารางที่ 38 พบว่าหลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในภาพรวมพบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความเป็นนวัตกรรม อยู่ในระดับดีมาก ($M = 2.62$, $SD = 0.48$) ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยในข้อที่ 3

เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า 5 ด้านอยู่ในระดับดีมาก ได้แก่ ด้านความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ด้านความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยง ด้านความสามารถในการสื่อสาร ด้านความสามารถในการสร้างชิ้นงาน และด้านความสามารถในการประเมินผล ส่วนด้านความคิดสร้างสรรค์ อยู่ในระดับดี โดยด้านความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.81 ($M = 2.81$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.39 ($SD = 0.39$) ด้านความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยงมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.56 ($M = 2.56$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.49 ($SD = 0.49$) ด้านความสามารถในการสื่อสารมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.55 ($M = 2.55$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.50 ($SD = 0.50$) ด้านความสามารถในการสร้างชิ้นงานมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.62 ($M = 2.62$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.48 ($SD = 0.48$) และด้านความสามารถในการประเมินผลมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.70 ($M = 2.70$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.46 ($SD = 0.46$) โดยด้านที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ($M = 2.81$, $SD = 0.39$) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ด้านความคิดสร้างสรรค์ ($M = 2.48$, $SD = 0.50$)



4) ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยภาพรวมและจำแนกเป็นรายด้าน จากการประเมินตนเองของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียน ดังตารางที่ 39

ตารางที่ 39 ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ความคิดเห็น	M	SD	แปลผล	ลำดับที่
ด้านการจัดการเรียนรู้				
การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น	4.93	0.26	มากที่สุด	1
การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	4.86	0.36	มากที่สุด	3
การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีการสืบเสาะหาความรู้	4.89	0.31	มากที่สุด	2
การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆได้	4.82	0.39	มากที่สุด	5
การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างนวัตกรรมได้	4.86	0.36	มากที่สุด	3
ผลรวมด้านการจัดการเรียนรู้	4.87	0.34	มากที่สุด	3

ตารางที่ 39 (ต่อ)

ความคิดเห็น	M	SD	แปลผล	ลำดับที่
ด้านครูผู้สอน				
ครูมีความรู้ในเนื้อหาวิชาและสามารถถ่ายทอดให้กับนักเรียนได้	4.93	0.26	มากที่สุด	3
ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น	4.96	0.19	มากที่สุด	1
ครูสร้างบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนอย่างเหมาะสม	4.96	0.19	มากที่สุด	1
ครูใช้สื่อ/แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายและน่าสนใจ	4.75	0.44	มากที่สุด	5
ครูเป็นแบบอย่างที่ดีให้กับนักเรียนในด้านการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม	4.89	0.31	มากที่สุด	4
ผลรวมด้านครูผู้สอน	4.90	0.30	มากที่สุด	1
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ				
นักเรียนมีการสืบเสาะหาความรู้ และสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	4.86	0.36	มากที่สุด	4
นักเรียนสามารถวางแผนและออกแบบการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ	4.89	0.31	มากที่สุด	2

ตารางที่ 39 (ต่อ)

ความคิดเห็น	M	SD	แปลผล	ลำดับที่
นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ สู่การสร้างนวัตกรรมได้	4.93	0.26	มากที่สุด	1
นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับ ผู้อื่นได้	4.89	0.31	มากที่สุด	2
นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น	4.82	0.39	มากที่สุด	5
ผลรวมด้านประโยชน์ที่ได้รับ	4.88	0.32	มากที่สุด	2
รวม	4.88	0.32	มากที่สุด	-

จากตารางที่ 39 พบว่าหลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในภาพรวมพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย อยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.88$, $SD = 0.32$) ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยในข้อที่ 4

เมื่อพิจารณารายด้านพบว่าทั้ง 3 ด้านอยู่ในระดับมากที่สุด โดยนักเรียนมีความคิดเห็นด้านครูผู้สอนเป็นลำดับที่ 1 ($M = 4.90$, $SD = 0.30$) มีการประเมินด้านย่อยลำดับแรก คือ ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น และครูสร้างบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนอย่างเหมาะสม ($M = 4.96$, $SD = 0.19$) และลำดับสุดท้าย คือ ครูใช้สื่อ/แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายและน่าสนใจ ($M = 4.75$, $SD = 0.44$) นักเรียนมีความคิดเห็นด้านประโยชน์ที่ได้รับเป็นอันดับที่ 2 ($M = 4.88$, $SD = 0.32$) มีการประเมินด้านย่อยลำดับแรก คือ นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้สู่การสร้างนวัตกรรมได้ ($M = 4.93$, $SD = 0.26$) และลำดับสุดท้าย คือ นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ($M = 4.82$, $SD = 0.39$) และลำดับสุดท้าย คือ นักเรียนมีความคิดเห็นด้านการจัดการเรียนรู้ ($M = 4.87$, $SD = 0.34$) มีการประเมินด้านย่อยลำดับแรก คือ การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น ($M = 4.93$, $SD = 0.26$) และลำดับสุดท้าย คือ การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ($M = 4.75$, $SD =$

0.44) และจากการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอน ปลาย พบว่า นักเรียนเขียนข้อเสนอแนะที่น่าสนใจสรุปได้ดังต่อไปนี้

“ครูให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้ในทุกขั้นตอน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูลที่หลากหลายที่มากกว่าในหนังสือเรียน ซึ่งเป็นสิ่งที่ดีมาก เพราะใน ปัจจุบันความรู้ไม่ได้อยู่แต่ในหนังสือเรียนเท่านั้น”

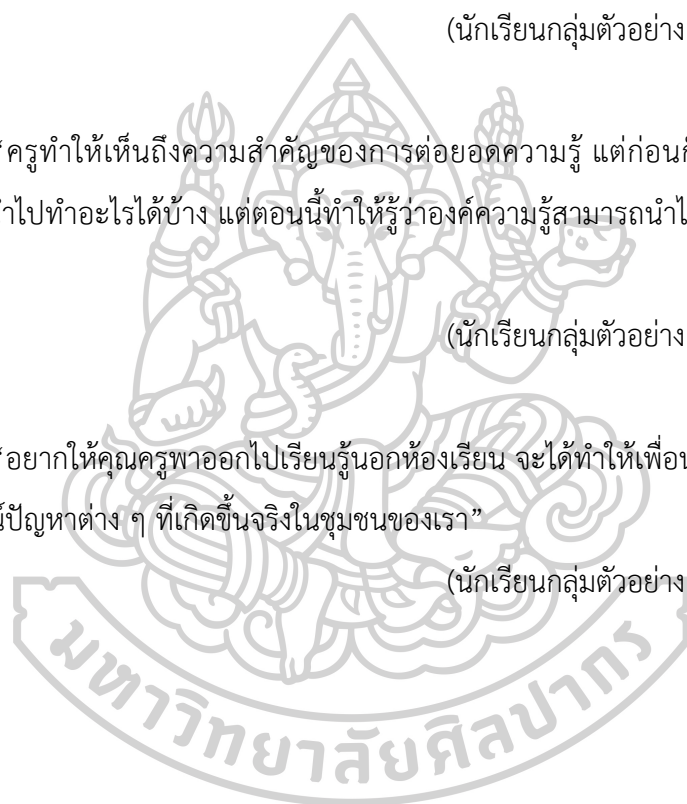
(นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเขียนแสดงความคิดเห็น)

“ครูทำให้เห็นถึงความสำคัญของการต่อยอดความรู้ แต่ก่อนก็สงสัยว่าเนื้อหาที่เรียน เรียนแล้วจะนำไปทำอะไรได้บ้าง แต่ตอนนี้ทำให้รู้ว่าองค์ความรู้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ใน ชีวิตจริงได้”

(นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเขียนแสดงความคิดเห็น)

“อยากให้คุณครูพาออกไปเรียนรู้นอกห้องเรียน จะได้ทำให้เพื่อน ๆ ได้เห็นและตระหนัก ถึงสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนของเรา”

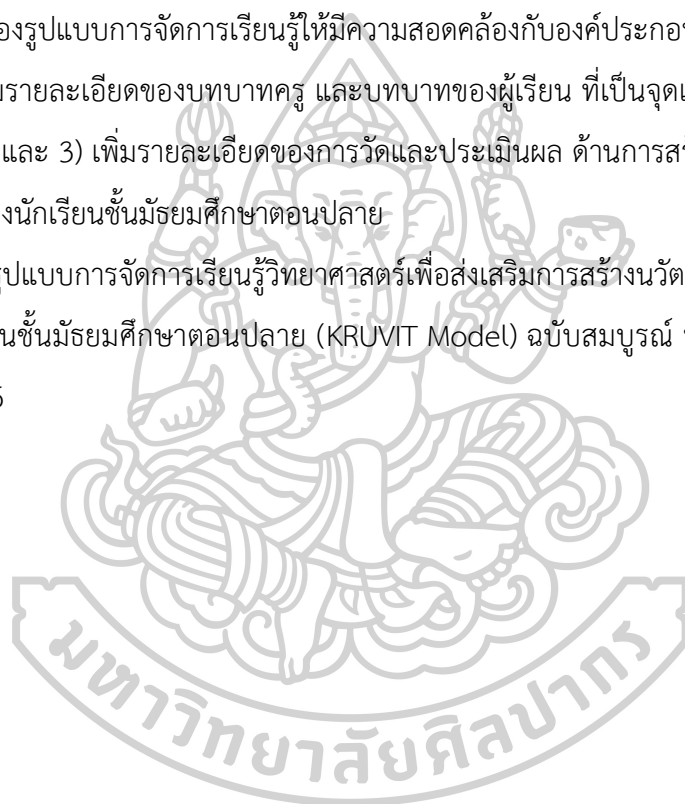
(นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเขียนแสดงความคิดเห็น)

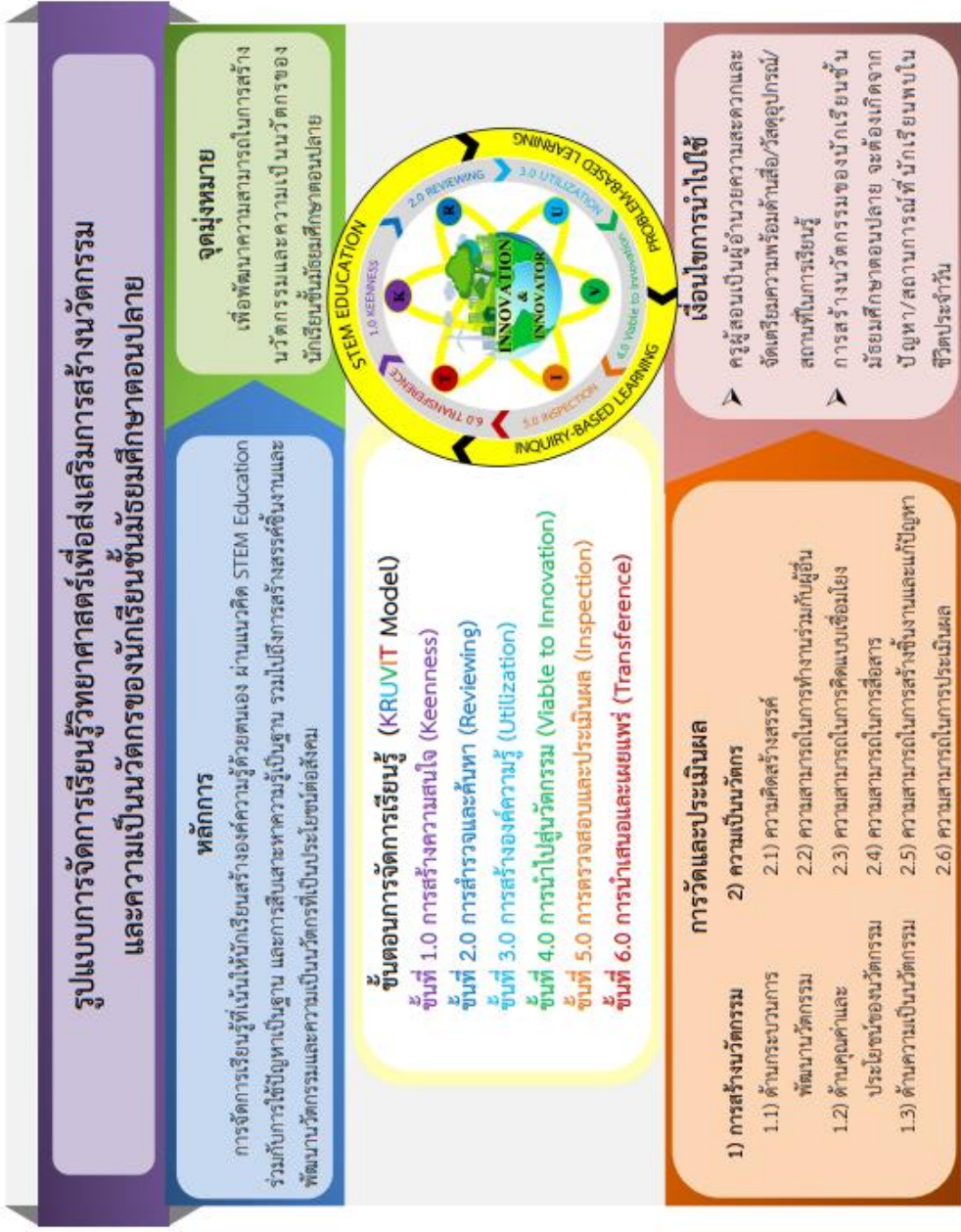


5) ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (KRUVIT Model) ฉบับสมบูรณ์ พร้อมนำไปขยายผล

หลังจากผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และศึกษาผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ปรับปรุง/พัฒนา ตามประเด็นดังนี้ 1) ปรับรูปภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้มีความสอดคล้องกับองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2) เพิ่มรายละเอียดของบทบาทครู และบทบาทของผู้เรียน ที่เป็นจุดเน้นในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ และ 3) เพิ่มรายละเอียดของการวัดและประเมินผล ด้านการสร้างนวัตกรรม และความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (KRUVIT Model) ฉบับสมบูรณ์ พร้อมนำไปขยายผล ดังแผนภาพที่ 26





แผนภาพที่ 26 รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (KRUVIT Model)

จากแผนภาพที่ 26 รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (KRUID Model) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นหลังการสนทนากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ มีองค์ประกอบและรายละเอียดดังนี้

1. หลักการ

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านแนวคิด STEM Education ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน และการสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน รวมไปถึงการสร้างสรรคชิ้นงานและพัฒนานวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม

2. จุดมุ่งหมาย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ (KRUVIT Model) ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
<p>ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (K : Keenness)</p> <p>เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน โดยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ จากสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ อีกทั้งเป็นการทบทวนความรู้เดิม เพื่อเชื่อมโยงสู่องค์ความรู้ใหม่ พร้อมทั้งแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ</p>	<p>ครูผู้สอนจัดกิจกรรมสร้างความสนใจให้กับนักเรียน โดยอาจจะใช้ประเด็นคำถาม สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน สื่อ คลิป VDO ที่สอดคล้องกับวิทยาศาสตร์</p>	<p>นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทางความคิดและการระดมปัญหาเกี่ยวกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน</p>

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
<p>ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (R : Reviewing)</p> <p>เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย โดยใช้กระบวนการกลุ่มในการร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย และจัดกระทำข้อมูล</p>	<p>ครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน โดยจัดเตรียมสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ เทคโนโลยี และบรรยากาศในชั้นเรียนให้เอื้อต่อการสำรวจและค้นหาข้อมูล</p>	<p>นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม โดยการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย และทำการวิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายกับเพื่อนในกลุ่ม และจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหา</p>
<p>ขั้นที่ 3 การสร้างองค์ความรู้ (U : Utilization)</p> <p>เป็นขั้นตอนที่นักเรียนสร้างข้อสรุปจากขั้นตอนที่ 2 พร้อมทั้งมีการนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในห้องเรียน และสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ครูผู้สอนจัดบรรยากาศชั้นเรียนให้เอื้อต่อการนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม 2. ครูผู้สอนช่วยชี้แนะให้กับนักเรียนเพื่อการสร้างองค์ความรู้ใหม่ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างข้อสรุปจากขั้นตอนที่ 2 2. นักเรียนนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันระหว่างกลุ่ม 3. นักเรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่
<p>ขั้นที่ 4 การนำไปสู่นวัตกรรม (V : Viable to Innovation)</p> <p>เป็นขั้นตอนที่นักเรียนประยุกต์ใช้องค์ความรู้ใหม่ มาออกแบบ และลงมือสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา ตามสถานการณ์ปัญหา หรือข้อจำกัด และเงื่อนไขที่กำหนด</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ครูผู้สอนอำนวยความสะดวกจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ เพื่อให้ นักเรียนออกแบบและลงมือสร้างนวัตกรรม 2. ครูผู้สอนช่วยกระตุ้นนักเรียนในการทำงานกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับนักเรียน และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน 	<p>นักเรียนแต่ละกลุ่มนำองค์ความรู้ มาออกแบบและลงมือสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา ตามสถานการณ์ปัญหา หรือข้อจำกัด และเงื่อนไขที่กำหนด</p>
<p>ขั้นที่ 5 การตรวจสอบและประเมินผล (I : Inspection)</p> <p>เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ</p>	<p>ครูผู้สอนให้ข้อเสนอแนะกับนักเรียนในการปรับปรุง/พัฒนานวัตกรรม</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ 2. นักเรียนปรับปรุง/พัฒนา/แก้ไขชิ้นงานหรือวิธีการให้สมบูรณ์มากขึ้น

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
<p>ขั้นที่ 6 การนำเสนอและเผยแพร่ (T : Transference)</p> <p>เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการให้กับผู้อื่น พร้อมทั้งข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป</p>	<p>1. ครูผู้สอนจัดบรรยากาศชั้นเรียนให้เอื้อต่อการนำเสนอและเผยแพร่นวัตกรรมของนักเรียนอย่างหลากหลาย</p> <p>2. ครูผู้สอนให้ข้อเสนอแนะกับนักเรียนในการปรับปรุง/พัฒนา/ต่อยอดนวัตกรรม</p>	<p>นักเรียนนำเสนอและเผยแพร่ นวัตกรรมให้กับผู้อื่นในช่องทางที่หลากหลาย</p>

4. การวัดและประเมินผล

1) การสร้างนวัตกรรม หมายถึง ความคิด การปฏิบัติ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ หรือเป็นการพัฒนาดัดแปลงมาจากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้ทันสมัย และใช้ได้ผลดียิ่งขึ้น เมื่อนำนวัตกรรมมาใช้ จะช่วยให้การทำงานนั้นได้ผลดีมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงกว่าเดิม โดยการวัดและประเมินผล การสร้างนวัตกรรมจะกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (Rubric Scoring) ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม 2) ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม และ 3) ด้านความเป็นนวัตกรรม

2) ความเป็นนวัตกรรม หมายถึง ผู้ที่คิดทำ จัดทำ สร้างสรรค์สิ่งของต่าง ๆ ที่เกิดจากความ ต้องการใช้งานเพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน และใช้ประโยชน์ของคนในสังคม บุคคลผู้ สร้างสรรค์หรือค้นพบวิธีการ รูปแบบเครื่องมือ หรือสิ่งอื่นใดที่เป็นสิ่งใหม่เป็นประโยชน์ อาจเรียกสิ่งใหม่นั้นว่าเป็นสิ่งประดิษฐ์ซึ่งอาจสามารถนำไปต่อยอดเป็นนวัตกรรมได้ โดยการวัดและประเมินผล ความเป็นนวัตกรรมใช้แบบประเมินความเป็นนวัตกรรมซึ่งมีลักษณะเป็นมาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) 4 ระดับ ประกอบด้วย 6 ด้าน ได้แก่ 1) ความคิดสร้างสรรค์ 2) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

3) ความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยง 4) ความสามารถในการสื่อสาร 5) ความสามารถในการสร้างชิ้นงานและแก้ปัญหา และ 6) ความสามารถในการประเมินผล

5. เงื่อนไขการนำไปใช้

- 1) ครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกและจัดเตรียมความพร้อมด้านสื่อ/วัสดุอุปกรณ์/สถานที่ในการเรียนรู้
- 2) การสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จะต้องเกิดจากปัญหา/สถานการณ์ที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวัน

3. ตอนที่ 3 ผลการขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายไปขยายผลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 โรงเรียนกำแพงแสนวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา นครปฐม จำนวน 40 คน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการขยายผลครั้งนี้ โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ รวมเป็น 21 คาบ ระหว่างวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2565 ถึงวันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 ในการดำเนินการใช้การจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน (KRUVIT Model) ดังแผนภาพ

1. ขั้นการสร้างความสนใจ (Keeness: K)



แผนภาพที่ 27 การจัดการเรียนรู้ในขั้นการสร้างความสนใจ (Keeness: K) กลุ่มขยายผล

2. ขั้นการสำรวจและค้นหา (Reviewing: R)



แผนภาพที่ 28 การจัดการเรียนรู้ในขั้นการสำรวจและค้นหา (Reviewing: R) กลุ่มขยายผล

3. ขั้นการสร้างองค์ความรู้ (Utilization: U)



แผนภาพที่ 29 การจัดการเรียนรู้ในขั้นการสร้างองค์ความรู้ (Utilization: U) กลุ่มขยายผล

4. ขั้นการนำไปสู่นวัตกรรม (Viable to Innovation: V)



แผนภาพที่ 30 การจัดการเรียนรู้ในขั้นการนำไปสู่นวัตกรรม (Viable to Innovation: V)

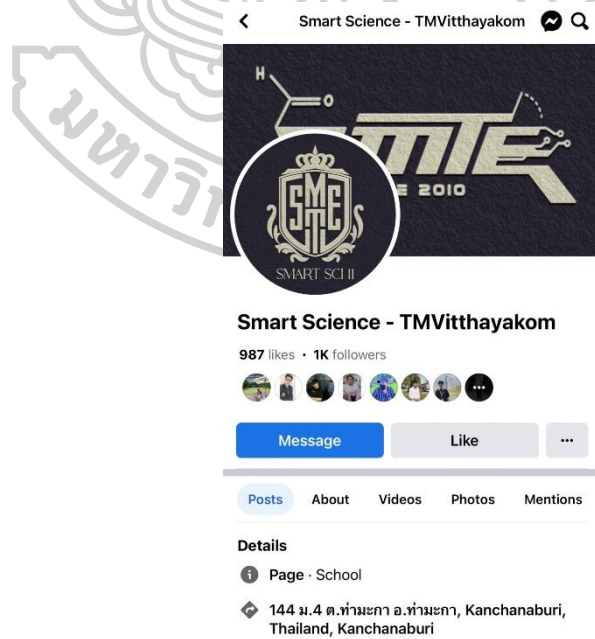
กลุ่มขยายผล

5. ขั้นการตรวจสอบและประเมินผล (Inspection: I)



แผนภาพที่ 31 การจัดการเรียนรู้ในขั้นการตรวจสอบและประเมินผล (Inspection: I) กลุ่มขยายผล

6. ขั้นตอนการนำเสนอและเผยแพร่ (Transference: T)



แผนภาพที่ 32 การจัดการเรียนรู้ในขั้นการนำเสนอและเผยแพร่ (Transference: T) กลุ่มขยายผล

1) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มขยายผล

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มขยายผล ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังเรียน ดังตารางที่ 40

ตารางที่ 40 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มขยายผล ก่อนและหลังเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	N	คะแนนเต็ม	M	SD	t-test	P
ก่อนเรียน	40	20	6.82	1.52	-45.92	.000
หลังเรียน	40	20	15.60	1.17		

*นัยสำคัญระดับที่ .05

จากตารางที่ 40 พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มขยายผล ก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 6.82 ($M = 6.82$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.52 ($SD = 1.52$) และคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มขยายผลที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หลังเรียนมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 15.60 ($M = 15.60$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.17 ($SD = 1.17$) แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มขยายผลที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หลังเรียน ($M = 15.60$, $SD = 1.17$) มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน ($M = 6.82$, $SD = 1.52$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) ผลการศึกษาการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มขยายผล

ผลการศึกษาการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนกลุ่มขยายผล ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นรายกลุ่ม มีทั้งหมด 8 กลุ่ม โดยภาพรวมและจำแนกเป็นรายด้าน จากการประเมินด้วยแบบประเมินการสร้างนวัตกรรม ดังตารางที่ 41

ตารางที่ 41 ผลการศึกษาการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนกลุ่มขยายผล

องค์ประกอบของการสร้างนวัตกรรม	คะแนนเต็ม	M	SD	แปลผล	ลำดับที่
ด้านกระบวนการพัฒนา	3.00	2.70	0.46	ดีมาก	1
ด้านคุณค่าและประโยชน์ของ	3.00	2.55	0.50	ดีมาก	3
ด้านความเป็นนวัตกรรม	3.00	2.69	0.48	ดีมาก	2
รวม	3.00	2.64	0.48	ดีมาก	-

จากตารางที่ 41 พบว่าหลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในภาพรวมพบว่านักเรียนกลุ่มขยายผลมีความสามารถในการสร้างนวัตกรรม อยู่ในระดับดีมาก ($M = 2.64$, $SD = 0.48$)

เมื่อพิจารณารายด้านพบว่าทั้ง 3 ด้านอยู่ในระดับดีมาก โดยด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.70 ($M = 2.70$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.46 ($SD = 0.46$) ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.55 ($M = 2.55$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.50 ($SD = 0.50$) และด้านความเป็นนวัตกรรม มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.69 ($M = 2.69$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.48 ($SD = 0.48$) โดยด้านที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้าน

กระบวนการพัฒนานวัตกรรม ($M = 2.70$, $SD = 0.46$) และด้านที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม ($M = 2.55$, $SD = 0.50$)



แผนภาพที่ 33 ตัวอย่างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (กลุ่มขยายผล)

3) ผลการศึกษาความเป็นนวัตกรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มขยายผล

ผลการศึกษาความเป็นนวัตกรของนักเรียนกลุ่มขยายผล ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยภาพรวมและจำแนกเป็นรายด้าน จากการประเมินตนเองของนักเรียนกลุ่มขยายผล ด้วยแบบประเมินความเป็นนวัตกร ดังตารางที่ 42

ตารางที่ 42 ผลการศึกษาความเป็นนวัตกรของนักเรียนกลุ่มขยายผล

องค์ประกอบของความเป็น นวัตกร	จำนวน นักเรียน	คะแนน เต็ม	<i>M</i>	<i>SD</i>	แปลผล	ลำดับที่
ด้านความคิดสร้างสรรค์	40	3.00	2.69	0.46	ดีมาก	3
ด้านความสามารถในการ ทำงานร่วมกับผู้อื่น	40	3.00	2.87	0.34	ดีมาก	1
ด้านความสามารถในการคิด แบบเชื่อมโยง	40	3.00	2.59	0.49	ดีมาก	5
ด้านความสามารถในการ สื่อสาร	40	3.00	2.54	0.50	ดีมาก	6
ด้านความสามารถในการ สร้างชิ้นงาน	40	3.00	2.68	0.43	ดีมาก	4
ด้านความสามารถในการ ประเมินผล	40	3.00	2.76	0.43	ดีมาก	2
รวม	40	3.00	2.69	0.46	ดีมาก	-

จากตารางที่ 42 พบว่าหลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในภาพรวมพบว่านักเรียนกลุ่มขยายผลมีความเป็นนวัตกรรม อยู่ในระดับดีมาก ($M = 2.69$, $SD = 0.46$)

เมื่อพิจารณารายด้านพบว่าทั้ง 6 ด้านอยู่ในระดับดีมาก โดยด้านความคิดสร้างสรรค์มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.69 ($M = 2.69$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.46 ($SD = 0.46$) ด้านความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.87 ($M = 2.87$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.34 ($SD = 0.34$) ด้านความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยงมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.59 ($M = 2.59$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.49 ($SD = 0.49$) ด้านความสามารถในการสื่อสารมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.54 ($M = 2.54$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.50 ($SD = 0.50$) ด้านความสามารถในการสร้างชิ้นงานมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.68 ($M = 2.68$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.43 ($SD = 0.43$) และด้านความสามารถในการประเมินผลมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.76 ($M = 2.76$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.43 ($SD = 0.43$) โดยด้านที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ($M = 2.87$, $SD = 0.34$) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ด้านความสามารถในการสื่อสาร ($M = 2.54$, $SD = 0.50$)

4) ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มขยายผล

ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มขยายผล ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยภาพรวมและจำแนกเป็นรายด้าน จากการประเมินตนเองของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียน ดังตารางที่ 43

ตารางที่ 43 ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มขยายผล

ความคิดเห็น	<i>M</i>	<i>SD</i>	แปลผล	ลำดับที่
ด้านการจัดการเรียนรู้				
การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น	4.95	0.22	มากที่สุด	1
การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	4.90	0.30	มากที่สุด	2
การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีการสืบเสาะหาความรู้	4.83	0.38	มากที่สุด	3
การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้	4.80	0.41	มากที่สุด	4
การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างนวัตกรรมได้	4.73	0.45	มากที่สุด	5
ผลรวมด้านการจัดการเรียนรู้	4.84	0.37	มากที่สุด	2

ตารางที่ 43 (ต่อ)

ความคิดเห็น	<i>M</i>	<i>SD</i>	แปลผล	ลำดับที่
ด้านครูผู้สอน				
ครูมีความรู้ในเนื้อหาวิชาและสามารถถ่ายทอดให้กับนักเรียนได้	4.90	0.30	มากที่สุด	1
ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น	4.83	0.38	มากที่สุด	4
ครูสร้างบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนอย่างเหมาะสม	4.90	0.30	มากที่สุด	1
ครูใช้สื่อ/แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายและน่าสนใจ	4.75	0.44	มากที่สุด	5
ครูเป็นแบบอย่างที่ดีให้กับนักเรียนในด้านการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม	4.85	0.36	มากที่สุด	3

ตารางที่ 43 (ต่อ)

ความคิดเห็น	<i>M</i>	<i>SD</i>	แปลผล	ลำดับที่
ผลรวมด้านครูผู้สอน	4.85	0.36	มากที่สุด	1
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ				
นักเรียนมีการสืบเสาะหา ความรู้และสามารถสร้างองค์ ความรู้ด้วยตนเอง	4.65	0.48	มากที่สุด	5
นักเรียนสามารถวางแผนและ ออกแบบการแก้ปัญหาใน สถานการณ์ต่าง ๆ	4.70	0.46	มากที่สุด	4
นักเรียนสามารถประยุกต์ ความรู้สู่การสร้างนวัตกรรมได้	4.85	0.36	มากที่สุด	2
นักเรียนสามารถทำงาน ร่วมกับผู้อื่นได้	4.80	0.41	มากที่สุด	3
นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการ เรียนวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น	4.88	0.33	มากที่สุด	1
ผลรวมด้านประโยชน์ที่ได้รับ	4.78	0.42	มากที่สุด	3
รวม	4.82	0.38	มากที่สุด	-

จากตารางที่ 43 พบว่าหลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในภาพรวมพบว่า นักเรียนกลุ่มขยายผลมีความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย อยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.82$, $SD = 0.38$)

เมื่อพิจารณารายด้านพบว่าทั้ง 3 ด้านอยู่ในระดับมากที่สุด โดยนักเรียนมีความคิดเห็นด้านครูผู้สอนเป็นลำดับที่ 1 ($M = 4.85$, $SD = 0.36$) มีการประเมินด้านย่อยลำดับแรก คือ ครูมีความรู้ในเนื้อหาวิชาและสามารถถ่ายทอดให้กับนักเรียนได้ และครูสร้างบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนอย่างเหมาะสม ($M = 4.90$, $SD = 0.30$) และลำดับสุดท้าย คือ ครูใช้สื่อ/แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายและน่าสนใจ ($M = 4.75$, $SD = 0.44$) นักเรียนมีความคิดเห็นด้านการจัดการเรียนรู้เป็นอันดับที่ 2 ($M = 4.84$, $SD = 0.37$) มีการประเมินด้านย่อยลำดับแรก คือ การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น ($M = 4.95$, $SD = 0.22$) และลำดับสุดท้าย คือ การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างนวัตกรรมได้ ($M = 4.73$, $SD = 0.45$) และลำดับสุดท้าย คือ นักเรียนมีความคิดเห็นด้านประโยชน์ที่ได้รับ ($M = 4.78$, $SD = 0.42$) มีการประเมินด้านย่อยลำดับแรก คือ นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ($M = 4.88$, $SD = 0.33$) และลำดับสุดท้าย คือ นักเรียนมีการสืบเสาะหาความรู้และสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ($M = 4.65$, $SD = 0.48$) และจากการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มขยายผล ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนเขียนข้อเสนอแนะที่น่าสนใจสรุปได้ดังต่อไปนี้

“คุณครูถ่ายทอดความรู้ และดูแลนักเรียนได้เป็นอย่างดี ถึงแม้คุณครูจะมอบหมายงานให้นักเรียนทำงานนอกเวลา คุณครูก็ไม่ทิ้งพวกเรา ช่วยเหลือพวกเราเต็มที่”

(นักเรียนกลุ่มขยายผลเขียนแสดงความคิดเห็น)

“ชอบการสอนของครูที่เน้นที่นักเรียน ไม่ใช่แค่สอนตามหนังสือ แต่หากิจกรรมที่หลากหลายมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียน”

(นักเรียนกลุ่มขยายผลเขียนแสดงความคิดเห็น)

“อยากให้คุณครูเพิ่มเวลาในการที่จะให้นักเรียนสร้างนวัตกรรม”

(นักเรียนกลุ่มขยายผลเขียนแสดงความคิดเห็น)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 2) เพื่อประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะ คือ 2.1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 2.2) เพื่อศึกษาการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 2.3) เพื่อศึกษาความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 2.4) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และ 3) เพื่อขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย การวิจัยครั้งนี้ใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยใช้แบบแผนแบบผสมผสานวิธี (Mix Methods Research) ที่มีลักษณะเป็นแบบแผนเชิงผสมผสานแบบรองรับภายใน (The Embedded Design) ด้วยการศึกษาวิธีการเชิงปริมาณ (Quantitative Methods) เสริมด้วยวิธีการเชิงคุณภาพ (Qualitative Methods) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 2) คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 3) แผนการจัดการเรียนรู้ 4) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 5) แบบประเมินการสร้างนวัตกรรม 6) แบบประเมินความเป็นนวัตกรรม และ 7) แบบประเมินความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการ

วิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม ปีการศึกษา 2565 จำนวน 28 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม และกลุ่มขยายผลที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 โรงเรียนกำแพงแสนวิทยา ปีการศึกษา 2565 จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าร้อยละ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) และการทดสอบค่าที (t-test) แบบ Dependent ผู้วิจัยสามารถสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1.1 ผลการพัฒนาและหาคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า

รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (KRUVIT Model) ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่

- 1) หลักการ การจัดการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านแนวคิด STEM Education ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน และการสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน รวมไปถึงการสร้างสรรค์ชิ้นงานและพัฒนานวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม
- 2) จุดมุ่งหมาย เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
- 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้
 - ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (K : Keeness) เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน โดยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ จากสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ อีกทั้งเป็นการทบทวนความรู้เดิม เพื่อเชื่อมโยงสู่องค์ความรู้ใหม่ และแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
 - ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (R : Reviewing) เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย โดยใช้กระบวนการกลุ่มในการร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย และจัดกระทำข้อมูล
 - ขั้นที่ 3 การสร้างองค์ความรู้ (U : Utilization) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนสร้างข้อสรุปจากขั้นตอนที่ 2 พร้อมทั้งมีการนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในห้องเรียน และสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่
 - ขั้นที่ 4 การนำไปสู่นวัตกรรม (V : Viable to Innovation) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนประยุกต์ใช้องค์ความรู้ใหม่ มาออกแบบ และลงมือสร้างชิ้นงาน

หรือวิธีการในการแก้ปัญหา ตามสถานการณ์ปัญหา หรือข้อจำกัดและเงื่อนไขที่กำหนด ชั้นที่ 5 การตรวจสอบและประเมินผล (I : Inspection) เป็นขั้นที่นักเรียนทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ และชั้นที่ 6 การนำเสนอและเผยแพร่ (T : Transference) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการให้กับผู้อื่น พร้อมทั้งข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป 4) การวัดและประเมินผล ประกอบด้วย 4.1) การสร้างนวัตกรรม โดยมีองค์ประกอบของการประเมินการสร้างนวัตกรรม ประกอบด้วย ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม และ ด้านความเป็นนวัตกรรม 4.2) ความเป็นนวัตกรรม ประกอบด้วย ความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยง ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการสร้างชิ้นงานและแก้ปัญหา และความสามารถในการประเมินผล และ 5) เงื่อนไขการนำไปใช้ ประกอบด้วย 5.1) ครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก จัดเตรียมสื่อ/วัสดุอุปกรณ์/สถานที่ในการเรียนรู้ และ 5.2) การสร้างนวัตกรรมจะต้องเกิดจากปัญหา/สถานการณ์ที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวัน ผลการหาคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 7 คน พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.88$, $SD = 0.32$)

1.2 ผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า

1) หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

2) หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนมีการสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับดีมาก ($M = 2.71$, $SD = 0.46$) ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

3) หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนมีความเป็นนวัตกรรม อยู่ในระดับดีมาก ($M = 2.62$, $SD = 0.48$) ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3

4) หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนมีความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.88$, $SD = 0.32$) ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4

1.3 ผลการขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า

1) หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนกลุ่มขยายผลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนกลุ่มขยายผลมีการสร้างนวัตกรรม อยู่ในระดับดีมาก ($M = 2.64$, $SD = 0.48$)

3) หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนกลุ่มขยายผลมีความเป็นนวัตกรรม อยู่ในระดับดีมาก ($M = 2.69$, $SD = 0.46$)

4) หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนกลุ่มขยายผลมีความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.82$, $SD = 0.38$)

2. อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

2.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (KRUVIT Model) ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและเชิงเนื้อหา และมีความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.88$, $SD = 0.32$) ทั้งนี้เนื่องมาจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีการดำเนินการอย่างเป็นระบบ ใช้

วิธีการดำเนินการวิจัยในลักษณะการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) โดยใช้แบบแผนแบบผสมผสานวิธี (Mixed Methods Research) เนื่องจากแนวคิดการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) สามารถนำมาใช้ในการแสวงหาและพัฒนาแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ แนวคิดการจัดการเรียนรู้ ก็คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีกระบวนการในการพัฒนา 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R₁) การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบและพัฒนาแบบแผนการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D₁) การออกแบบและพัฒนา เป็นการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของแบบแผนการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R₂) การนำไปใช้ เป็นการนำแบบแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development : D₂) การประเมินผล เป็นการประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบแผนการจัดการเรียนรู้ และขั้นตอนที่ 5 การขยายผล (Dissemination) (ไพฑูริย์ ศรีฟ้า, 2548; มาเรียม นิลพันธุ์, 2558; ทิศนา ขมมณี, 2562) เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงมุ่งเน้นไปที่การพัฒนากระบวนการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนเกิดทักษะต่าง ๆ ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดการออกแบบระบบการเรียนการสอนแบบ ADDIE Model (Richey, Klein, and Tracey, 2011) และการออกแบบการเรียนการสอนเชิงระบบ (Dick, Carey & Carey, 2005) ร่วมกับแนวคิดการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) ซึ่งในการออกแบบระบบการเรียนการสอนแบบ ADDIE Model เป็นกระบวนการที่ใช้วิธีการเชิงระบบ ประกอบด้วย ขั้นตอนการดำเนินการ 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นและหลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 2) ขั้นตอนการออกแบบ (Design) เป็นการระบุกิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินการเรียนรู้ การเลือกสื่อ และวิธีการจัดการเรียนรู้ 3) ขั้นตอนการพัฒนา (Development) เป็นการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ การพัฒนานวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ และพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินผล 4) ขั้นตอนการนำไปใช้ (Implementation) เป็นการนำแผนการจัดการเรียนรู้ นวัตกรรม และเครื่องมือวัดผลและประเมินผลไปใช้ในสถานการณ์จริง และ 5) ขั้นตอนการประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ทุกระดับสำหรับการนำไปใช้ในครั้งต่อไป สำหรับการออกแบบการเรียนการสอนเชิงระบบของ Dick Carey and Carey ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 10 องค์ประกอบ คือ

1) การกำหนดเป้าหมายของการเรียนการสอน (Identify Instructional Goals) 2) การวิเคราะห์การสอน (Analysis Instruction) 3) การวิเคราะห์ผู้เรียนและบริบท (Analysis Learner and Contexts) 4) เขียนวัตถุประสงค์เชิงปฏิบัติการ (Write Performance Objectives) 5) การพัฒนาเครื่องประเมิน (Develop Assessment Instruction) 6) พัฒนายุทธศาสตร์การสอน (Develop Instructional Strategy) 7) เลือกและพัฒนาวัสดุการเรียนการสอน (Develop and Select Instructional materials) 8) ออกแบบและจัดการประเมินระหว่างเรียน (Design and Conduct Formation Evaluation of Instruction) 9) ออกแบบและการประเมินผลภายหลังการเรียนการสอน (Design and Conduct Summative Evaluation) และ 10) ทบทวนการจัดการเรียนการสอน (Revise Instruction) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ มณเฑียร ส่งเสริม (2561) ได้ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า 1) ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญ คือ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้มี 8 ขั้นตอน คือ ขั้นกระตุ้นระลึกความจำเดิม (Stimulus recall of prior learning) ขั้นแจ้งจุดประสงค์ (Objectives) ขั้นสร้างความรู้ (Native knowledge) ขั้นกระบวนการกลุ่ม (Group processing) ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Sharing) ขั้นขยายความรู้ (Expansion) ขั้นสอนให้คิดต่อ (Re-educate) ขั้นตรวจสอบและติดตาม (Monitoring) 4) ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนจากการเรียนตามรูปแบบ และรูปแบบมีคุณภาพเหมาะสมตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับมาก

2.2 การประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริม การสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า

1) หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้าง นวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อ ที่ 1 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ พัฒนามาจากแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย ประกอบด้วย

1.1) แนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism) ซึ่งเป็นแนวคิดของ ทฤษฎีการสร้างความรู้ เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องจัดกระทำข้อมูลกับสิ่งแวดล้อม ไม่ใช่เพียงรับ ข้อมูลเข้ามา และนอกจากกระบวนการเรียนรู้จะเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ภายในสมองแล้วยังเป็น

กระบวนการทางสังคม การสร้างความรู้จึงเป็นกระบวนการทั้งทางด้านสติปัญญาและสังคม เกิดจากการใช้ประสาทสัมผัสแล้วทำการไตร่ตรองความคิดเพื่อนำไปสู่กระบวนการในการค้นหาคำตอบ (Biggs & Moore, 1993; Fosnot, 1996; ประมวล ศิริพันธ์แก้ว, 2541) 2) แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งเป็นการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน โดยนำลักษณะธรรมชาติและกระบวนการของแต่ละสาขามาสวมผสมผสานกันเพื่อที่จะมุ่งให้นักเรียนเกิดความรู้ กระบวนการคิด ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการปฏิบัติงาน เพื่อนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2560; พัชรี ร่มพะยอม วิชัยดิษฐ, 2562; ปฐมภรณ์ พิมพ์ทอง, 2564) 3) แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ โดยมีครูเป็นผู้กำกับควบคุมดำเนินการให้คำปรึกษาช่วยเหลือ กระตุ้น ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ รวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน (Gerber et al., 2001; Budnitz, 2003; พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2544; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555; ทิศนา แคมมณี, 2562) 4) การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นสถานการณ์ของการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายที่กำหนด โดยที่ครูนำนักเรียนไปสู่สถานการณ์ของปัญหาจริง หรือจัดสถานการณ์จำลองสถานการณ์ให้นักเรียนได้เผชิญปัญหา และฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ปัญหา และการแก้ปัญหาร่วมกันในกลุ่ม ซึ่งจะทำให้นักเรียนเข้าใจปัญหาได้ชัดเจนมากขึ้น ได้เห็นทางเลือก และวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา และทำให้นักเรียนเกิดการใฝ่รู้ เกิดทักษะการคิดและการแก้ปัญหา (Arends, 2001; Lynda, 2004; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550; ณพสร สวัสดิปัญญา, 2553; วิชรา เล่าเรียนดี, 2553) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ วุฒิ ถนอมวิริยะกุล (2562) ได้ศึกษาการพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้ องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย แนวคิดรูปแบบการสอนทักษะการคิดเพื่อนำไปสู่การคิดอย่างมีวิจารณญาณจากแนวคิดของนักวิชาการ หลักการ วัตถุประสงค์ สารการเรียนรู้ ชั้นการเรียนการสอนของรูปแบบที่สังเคราะห์มาจากแนวคิดรูปแบบการสอนทักษะการคิด มี 7 ชั้น และการประเมินผลโดยการประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องขององค์ประกอบของรูปแบบจากผู้เชี่ยวชาญพบว่า มีคุณภาพในระดับมากที่สุด

1.2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังตรงตามวิสัยทัศน์ และเป้าหมายของหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ โดยมีสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ เทคโนโลยี ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ และเมื่อนักเรียนจบหลักสูตร นักเรียนจะสามารถวิเคราะห์ข้อมูล ลงความเห็น และสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบในรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบได้อย่างมีเหตุผลและหลักฐานอ้างอิง สามารถใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น และสามารถศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามความสนใจ รวมทั้งตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน อีกทั้งเมื่อนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปขยายผล ก็ได้ประสิทธิผลสอดคล้องกับผลการวิจัย กล่าวคือ หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนกลุ่มขยายผลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนมีการสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับดีมาก ($M = 2.71$, $SD = 0.46$) ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์มาจากหลักการ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในขั้นการนำไปสู่นวัตกรรม (Viable to Innovation) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่นักเรียนประยุกต์ใช้องค์ความรู้ใหม่ มาออกแบบ และลงมือสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา ตามสถานการณ์ปัญหา หรือข้อจำกัดและเงื่อนไขที่กำหนด โดยครูผู้สอนอำนวยความสะดวก จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ เพื่อให้นักเรียนออกแบบและลงมือสร้างนวัตกรรม อีกทั้งช่วยกระตุ้นนักเรียนในการทำงานกลุ่ม มีการ

แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับนักเรียน และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน สอดคล้องกับ เนาวนิตย์ สงคราม (2562) ซึ่งระบุความสำคัญของการสร้างนวัตกรรม ได้แก่ 1) ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และการพัฒนาเทคโนโลยีให้เจริญ 2) ทำให้มีการนำความรู้ความสามารถและความคิดสร้างสรรค์ไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ 3) ทำให้เกิดสิ่งประดิษฐ์ ผลผลิต ผลงานและการบริการใหม่ ๆ ที่ตรงตามความต้องการของตลาด 4) ทำให้เกิดการส่งเสริมและพัฒนาภูมิปัญญาให้มีคุณค่ามากขึ้น 5) ทำให้ผู้คิดค้นมีชื่อเสียงและร่ำรวยได้ 6) ช่วยส่งเสริมและพัฒนาความสามารถของมนุษยชาติ 7) ช่วยพัฒนาการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้คุ้มค่าและยาวนานยิ่งขึ้น 8) ช่วยให้คนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น มีสิ่งอำนวยความสะดวกที่เหมาะสมตามความต้องการ 9) ช่วยในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศชาติในระยะยาว และ 10) ช่วยปกป้องคุ้มครองโลกให้มีสมดุลธรรมชาติได้ยาวนาน อีกทั้งผลการวิจัย สอดคล้องกับผลการวิจัยของ เอกสิทธิ์ ชินนทรภูมิ (2563) ได้ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนการสอนมีชื่อว่า “6Ds Model” มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.08/85.58 ส่วนผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบไปทดลองใช้พบว่า หลังใช้รูปแบบนักเรียนมีทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปขยายผล ก็ได้ประสิทธิผลสอดคล้องกับผลการวิจัย กล่าวคือ หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนกลุ่มขยายผลมีการสร้างนวัตกรรม อยู่ในระดับดีมาก ($M = 2.64$, $SD = 0.48$)

เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม ถึงแม้ว่านักเรียนจะมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก แต่เมื่อเทียบกับด้านอื่น ๆ ปรากฏว่ามีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปขยายผล พบว่า หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนกลุ่มขยายผลมีการสร้างนวัตกรรม อยู่ในระดับดีมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าทั้ง 3 ด้าน อยู่ในระดับดีมาก โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ กระบวนการพัฒนานวัตกรรม รองลงมา คือ ด้านความเป็นนวัตกรรม และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า นวัตกรรมที่นักเรียนสร้างขึ้น ถึงแม้จะเป็นการเกิดจาก

องค์ความรู้ใหม่ที่ต่อยอดจากองค์ความรู้เดิม สามารถการแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ และมี ความคุ้มค่าในการใช้ทรัพยากรเพื่อแก้ปัญหา แต่ยังคงความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ และการยอมรับ จากผู้ใช้งาน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ พิชญานัน พานะกิจ (2558) ได้ศึกษาการพัฒนา รูปแบบ การสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีชื่อว่า “PEACE Model โดยนักเรียนมีพัฒนาการด้านนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี ผลการขยาย ผลรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และนวัตกรรมทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา พบว่านักเรียนกลุ่มขยายผลการวิจัยที่เรียนตามรูปแบบการ สอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์มี ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีนวัตกรรมทาง วิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณารายด้านพบว่าด้านคุณค่าและประโยชน์ของ นวัตกรรมมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด

3) หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้าง นวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนมีความเป็นนวัตกรรม อยู่ในระดับดีมาก ($M = 2.62$, $SD = 0.48$) ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ใน KRUVIT Model ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การสร้างความ สนใจ (K : Keenness) เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน โดยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจใน การเรียนรู้ จากสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ อีกทั้งเป็นการทบทวนความรู้เดิม เพื่อเชื่อมโยงสู่องค์ความรู้ ใหม่ และแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (R : Reviewing) เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย โดยใช้กระบวนการกลุ่มในการ ร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย และจัดกระทำข้อมูล ขั้นที่ 3 การสร้างองค์ความรู้ (U : Utilization) เป็น ขั้นตอนที่นักเรียนสร้างข้อสรุปจากขั้นตอนที่ 2 พร้อมทั้งมีการนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันใน ห้องเรียน และสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ ขั้นที่ 4 การนำไปสู่นวัตกรรม (V : Viable to Innovation) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนประยุกต์ใช้องค์ความรู้ใหม่ มาออกแบบ และลงมือสร้างชิ้นงานหรือวิธีการใน การแก้ปัญหา ตามสถานการณ์ปัญหา หรือข้อจำกัดและเงื่อนไขที่กำหนด ขั้นที่ 5 การตรวจสอบและ ประเมินผล (I : Inspection) เป็นขั้นที่นักเรียนทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ และขั้นที่ 6 การนำเสนอและเผยแพร่ (T : Transference) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำเสนอแนวคิดและ

ขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการให้กับผู้อื่น พร้อมทั้งข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป ซึ่งทุกขั้นตอนเป็นการปลูกฝังความเป็นนวัตกรรมในตัวของนักเรียน ซึ่งการจะมีความเป็นนวัตกรรมได้นั้น ผู้นั้นจะต้องเป็นผู้ที่คิดทำ จัดทำ สร้างสรรค์สิ่งของต่าง ๆ ที่เกิดจากความต้องการใช้งานเพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน และใช้ประโยชน์ของคนในสังคม บุคคลผู้สร้างสรรค์หรือค้นพบวิธีการ รูปแบบเครื่องมือ หรือสิ่งอื่นใดที่เป็นสิ่งใหม่เป็นประโยชน์ อาจเรียกสิ่งใหม่นั้นว่าเป็นสิ่งประดิษฐ์ซึ่งอาจสามารถนำไปต่อยอดเป็นนวัตกรรมได้ รวมทั้งคุณลักษณะที่สำคัญของความเป็นนวัตกรรม คือ 1) ความคิดสร้างสรรค์ 2) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น 3) ความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยง 4) ความสามารถในการสื่อสาร 5) ความสามารถในการสร้างชิ้นงานและแก้ปัญหา และ 6) ความสามารถในการประเมินผล (Dyer and et al, 2011; Bagley, 2014; ปรีดา ยิ่งสุขสถาพร, 2555; วสันต์ สุทธาวาศ, 2558; ชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน และคณะ, 2563) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน และคณะ (2564) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์สำหรับนักเรียน ผลการวิจัย พบว่า 1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมเป็นฐาน (Activity Based Learning : ABL) ร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์สำหรับนักเรียน มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก และ 2. ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมเป็นฐาน (Activity Based Learning : ABL) ร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์สำหรับนักเรียน พบว่า 2.1 ความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนทั้งระดับระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย อยู่ในระดับดีมาก อีกทั้งเมื่อนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปขยายผล ก็ได้ประสิทธิผลสอดคล้องกับผลการวิจัย กล่าวคือ หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนกลุ่มขยายผลมีความเป็นนวัตกรรม อยู่ในระดับดีมาก ($M = 2.69$, $SD = 0.46$)

4) หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนมีความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.88$, $SD = 0.32$) ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ได้แสดงความคิดและลงมือปฏิบัติจริงในทุกกิจกรรม อีกทั้งเปิด

โอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ทั้งกับครูผู้สอน และเพื่อนร่วมชั้นเรียน รวมทั้งนักเรียนได้นำสิ่งที่ตนเองคิด ออกแบบ และพัฒนาชิ้นงาน นำเสนอเผยแพร่ทั้งในและนอกห้องเรียน จนเกิดความภาคภูมิใจ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิภาพรรณ พิณลา และวิภาดา พิณลา (2565) ได้ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้สังคมศึกษาสำหรับนิสิตวิชาชีพครู พบว่านิสิตมีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับมากที่สุด ทุกประเด็นความคิดเห็น ได้แก่ ด้านครูผู้สอน ด้านการจัดการเรียนรู้ ด้านประโยชน์ต่อผู้เรียน ด้านสื่อ/อุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้ และด้านการวัดผลและประเมินผล อีกทั้งเมื่อนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปขยายผล ก็ได้ประสิทธิผลสอดคล้องกับผลการวิจัย กล่าวคือ หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนกลุ่มขยายผลมีความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.82$, $SD = 0.38$)

เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านครูผู้สอน มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ประจักษ์ น้อยเหนือ (2563) ได้ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้วรรณคดีไทยตามแนวคิด Active Learning เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และความซาบซึ้งในวรรณคดีไทยของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจด้านครูผู้สอนเป็นลำดับที่ 1 อีกทั้งเมื่อนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปขยายผลพบว่า หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนกลุ่มขยายผลมีความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าทั้ง 3 ด้าน อยู่ในระดับมากที่สุด โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ด้านครูผู้สอน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ครูผู้สอนมีความรู้ในเนื้อหาวิชาและสามารถถ่ายทอดให้กับนักเรียนได้อย่างดี เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น สร้างบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้อย่างเหมาะสม มีการใช้สื่อ/แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายและน่าสนใจ และเป็นแบบอย่างที่ดีให้กับนักเรียนในด้านการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ซึ่งตรงกับผลการศึกษาข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่นักเรียนเสนอแนะไว้ในตอนท้ายสรุปได้ดังต่อไปนี้

“ครูทำให้เห็นถึงความสำคัญของการต่อยอดความรู้ แต่ก่อนก็สงสัยว่าเนื้อหาที่เรียนเรียนแล้วจะนำไปทำอะไรได้บ้าง แต่ตอนนี้ทำให้รู้ว่าองค์ความรู้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตจริงได้”

(นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเขียนแสดงความคิดเห็น)

“คุณครูถ่ายทอดความรู้ และดูแลนักเรียนได้เป็นอย่างดี ถึงแม้คุณครูจะมอบหมายงานให้นักเรียนทำงานนอกเวลา คุณครูก็ไม่ทิ้งพวกเรา ช่วยเหลือพวกเราเต็มที่”

(นักเรียนกลุ่มขยายผลเขียนแสดงความคิดเห็น)

3. ข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

1) จากผลการวิจัยพบว่าการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนในด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด แต่เมื่อพิจารณาผลการขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ พบว่าการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนกลุ่มขยายผลในด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม มีค่าเฉลี่ยสูงขึ้น ซึ่งจากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนกลุ่มขยายผล พบว่า ครูผู้สอนให้ความสำคัญกับสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจริงกับชุมชน สังคมของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความตระหนักและอยากที่จะแก้ไขปัญหาต่าง ๆ รวมทั้งครูผู้สอนควรมีการกำกับ ติดตาม และอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน ทั้งในและนอกห้องเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ดำเนินการสร้างนวัตกรรมตามแผนงานที่วางไว้อย่างเต็มศักยภาพ

2) จากผลการวิจัยพบว่าความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนในด้านความคิดสร้างสรรค์ มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด แต่เมื่อพิจารณาผลการขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ พบว่า ความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนกลุ่มขยายผลในด้านความคิดสร้างสรรค์ มีค่าเฉลี่ยสูงขึ้น ทั้งนี้ ในทุกขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรให้ความสำคัญกับประเด็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ของนักเรียน เพราะจะทำให้ให้นักเรียนเกิดความกล้าคิด กล้าแสดงออก และครูผู้สอนควรร่วมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในประเด็นที่นักเรียนสนใจ/คิดต่างจากผู้อื่น

3) จากผลการวิจัยพบว่าความคิดเห็นของนักเรียนในด้านการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ดังนั้น ครูผู้สอน/นักการศึกษาที่สนใจนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ ควรให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เน้นให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาในประเด็นสถานการณ์ต่าง ๆ ได้รวมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างนวัตกรรมได้

3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1) การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทางด้านวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการวิจัยและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายสาขาวิชา เพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ที่กว้างขวางมากยิ่งขึ้นในการส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม

2) ควรมีการศึกษาความคงทนของความเป็นนวัตกรรมของนักเรียน เนื่องจากความเป็นนวัตกรรมนั้นจะต้องเกิดจากการบ่มเพาะ ปลูกฝัง ลงมือปฏิบัติฝึกฝน มีความตระหนัก และต้องใช้เวลา ซึ่งถ้ามีการศึกษาวิจัยเรื่องความคงทนของความเป็นนวัตกรรมของนักเรียน จะสามารถถอดบทเรียนออกมาเป็นแนวปฏิบัติที่เป็นเลิศ ให้กับนักเรียนรุ่นต่อ ๆ ไปได้

3) ควรศึกษาการวิจัยในหัวข้อ เพื่อพัฒนาให้เกิดตัวแปรตามอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะของผู้เรียนในยุคปัจจุบัน ทักษะทางอาชีพและการเรียนรู้ สมรรถนะการคิดขั้นสูง สมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน เป็นต้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กรมวิชาการ. (2545). **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **แนวทางการบริหารจัดการหลักสูตรตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กาญจนา คุณารักษ์. (2545). **การออกแบบการเรียนการสอน**. พิมพ์ครั้งที่ 2. นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- กุลยา ตันติผลาชีวะ. (2548). **การเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นพื้นฐาน**. กรุงเทพฯ: วารสารสารานุกรมศึกษาศาสตร์.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). **ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์การอ่านและวิทยาศาสตร์นักเรียนรู้อะไรและทำอะไรได้บ้าง**. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- จินตนา ศิริธัญญรัตน์. (2556). “การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการกลยุทธ์การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูงในศตวรรษที่ 21 และจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา.” วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- _____. (2563). **การออกแบบระบบการเรียนการสอน**. พิมพ์ครั้งที่ 3. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ชนาธิป พรสกุล. (2554). **การสอนกระบวนการคิดทฤษฎีและการนำไปใช้**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน และคณะ. (2563). **รูปแบบการยกระดับคุณภาพการเรียนการสอนตามแนวคิด GPAS 5 Steps เพื่อเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้ในยุคไทยแลนด์ 4.0**. นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- _____. (2564). **การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์สำหรับนักเรียน**. นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2543). **เทคโนโลยีการศึกษา ทฤษฎีและการวิจัย**. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรินติ้งเฮาส์.
- นันทวัน นันทวนิช. (2557). “การประเมินการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015.” **สสวท** 42,

186: 40-41.

นิภาพร ช่วยธานี. (2562). “การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มของนักศึกษาปริญญาตรี.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุขฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

นิวัฒน์ บุญสม. (2556). “การพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดของกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เพื่อส่งเสริมนวัตกรรมด้านสุขภาพของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์.” วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุขฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

เนาวนิตย์ สงคราม. (2553). “การพัฒนา รูปแบบการเรียนรู้แบบโครงงานและการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อการสร้างความรู้ที่เป็นนวัตกรรมสำหรับนิสิตครุศาสตร์บัณฑิตในสถาบันอุดมศึกษานักศึกษาของรัฐ.” รายงานวิจัยสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา.

_____. (2556). “การพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บแบบผสมผสานด้วยการเรียนรู้เป็นทีมและกระบวนการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อสร้างนวัตกรรมของนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต.” รายงานวิจัยคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. (2562). **การสร้างนวัตกรรม**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ณพสร สวัสดิบุญญา. (2553). “รูปแบบการฝึกอบรมหัวหน้าแผนกวิชาเพื่อพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการเรียนรู้อยู่โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการจัดการเรียนการสอน.” วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุขฎีบัณฑิต สาขาวิชาบริหารอาชีพและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ทิตนา แคมมณี. (2544). **วิทยาการด้านการคิด**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์บริษัทเดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ จำกัด.

_____. (2562). **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 14. กรุงเทพฯ: ด่านสุทธาการพิมพ์.

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2542). **นวัตกรรมการศึกษา**. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์.

บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2556). **ทฤษฎีและการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้**. กรุงเทพฯ: เอส.พรินต์ติ้งไทย แพคคอรี่.

ประจักษ์ น้อยเหนือ. (2563). “การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้วรรณคดีไทยตามแนวคิด Active Learning เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และความซาบซึ้งในวรรณคดีไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.” วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุขฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- ประมวล ศิริผั่นแก้ว. (2541). “การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้.”
วารสาร สสวท. 26, 103: 8-10.
- ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง. (2564). **การจัดการเรียนรู้สู่ระดับศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: บริษัท วิสต้า อินเทอร์เน็ต จำกัด.
- ปิยนันต์ คล้ายจันทร์. (2563). “รูปแบบการเสริมสร้างความเป็นนวัตกรรมสำหรับหลักสูตรระดับปริญญาตรีของมหาวิทยาลัยเอกชนในประเทศไทย.” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต.
- ปรีดา ยิ่งสุขสถาพร. (2555). **Innovation คิดจริง ทำได้**. กรุงเทพฯ: สมาคมนวัตกรรมการและทรัพย์สินทางปัญญา.
- พฤทธิ ศิริบรรณพิทักษ์. (2560). “ภาวะผู้นำเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนประถมศึกษา.” **วารสารครูศาสตร์** 45, 4 (ตุลาคม-ธันวาคม 2560).
- พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. (2556). “STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21.” **วารสารนักบริหาร** 33, 2: 49-56.
- พยัคฆ์ วุฒิรงค์. (2557). **การจัดการนวัตกรรม : ทรัพยากร องค์การแห่งการเรียนรู้ และนวัตกรรม**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พัชรี รมพะยอม วิชัยดิษฐ์. (2562). **การจัดการเรียนรู้วิชาเคมีสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- พันธ์ ทองชุมนุม. (2547). **การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). **การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิด วิธีการ เทคนิคการสอน 2**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ บริษัทเดอะมาสเตอร์กรุ๊ป เมเจนเม้น จำกัด.
- พิสิษฐ์ สุวรรณแพทย์. (2557). “การพัฒนาแบบแผนการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการเรียนรู้แบบสืบสอบเพื่อเสริมสร้างความคาดหวังวิชาฟิสิกส์สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี.” วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- พิชญาน์ พานะกิจ. (2558). “การพัฒนาแบบแผนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา.” วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ไพฑูรย์ ศรีฟ้า. (2548). **การจัดการนวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ**. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). **แนวการสอนวิทยาศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

- มาเรียม นิลพันธุ์. (2558). **วิธีวิจัยทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 9. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- มณฑิธร ส่งเสริม. (2561). “การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุซงฎิบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.
- รุจิราพร รามศิริ. (2556). “การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างทักษะการวิจัย ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา.” วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุซงฎิบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัชรา เล่าเรียนดี. (2553). **รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด**. พิมพ์ครั้งที่ 5. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). **วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21**. พิมพ์ครั้งที่ 13. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรีสฤษดิ์วงศ์.
- วิภาพรรณ พินลา และวิภาดา พินลา. (2565). “การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้สังคมศึกษาสำหรับนิสิตวิชาชีพครู.” **วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต** 16, 1: 155-168.
- วิเศษ พึ่งประยูร. (2562). “การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามเพื่อพัฒนาความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุซงฎิบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วรกร หงษ์โต. (2553). “การพัฒนารูปแบบชุมชนการเรียนรู้ออนไลน์โดยใช้กระบวนการสร้างความรู้เพื่อการสร้างนวัตกรรมการเรียนการสอนของครูผู้สอนวิชาคอมพิวเตอร์.” วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุซงฎิบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วสันต์ สุทธาวาส. (2558). “การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างศักยภาพความเป็นนวัตกรรมการศึกษา.” วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุซงฎิบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วุฒิ ถนอมวิริยะกุล. (2562). “การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุซงฎิบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). **การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์**
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). **การวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์**.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). **ความรู้เบื้องต้นสะเต็ม**. กรุงเทพฯ:
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2550). **จิตวิทยาการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- สุภางค์ จันทวานิช. (2554). **วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 19. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการ
เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักนิตินิตการ สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. (2556). **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.
2542**. เข้าถึงเมื่อ 23 พฤษภาคม. เข้าถึงได้จาก <http://www.moe.go.th/webld>
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). **ข้อยุทธศาสตร์การปฏิรูปการศึกษาคณะกรรมการ
อำนวยการปฏิรูปการศึกษา**. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). **แผนการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2560-2579**.
กรุงเทพฯ: บริษัท พรินทวานกราฟฟิค จำกัด.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2562). **สภาวะการศึกษาไทย ปี 2560/2561 ฐานข้อมูลกับการ
บรรลุตามเป้าหมายแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579**. กรุงเทพฯ: บริษัท 21
เซ็นจูรี จำกัด.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2563). **เราเรียนรู้อะไรบ้างนอกเหนือจากคะแนนและอันดับจาก
ผลการสอบ PISA 2018 : กรณีจีนสี่มณฑล สิงคโปร์ และเอสโตเนีย**. กรุงเทพฯ: บริษัท
พรินทวานกราฟฟิค จำกัด.
- ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2560). **วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม สู่การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
อย่างสร้างสรรค์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- อรนุช ลิมตศิริ. (2546). **นวัตกรรมและเทคโนโลยีการเรียนการสอน**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย
รามคำแหง.
- เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ. (2563). “การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริม
ทักษะการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา.” วิทยานิพนธ์ปริญญา

ปรัชญาดุสิตบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศิลปากร.

ภาษาต่างประเทศ

- Arends, Richard. (2001). **Learning to Teacher**. (5th ed.). Singapore: McGraw -Hill Higher Education.
- 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.
- Bagley, Rebecca O. (2014). **The 10 Traits of Great Innovators**. Accessed October 23. Available from <http://www.forbes.com/sites/rebeccabagley/2014/01/15/the-10-traits-of-great-innovators/#1046058ed50b>.
- Best, J. W. (1977). **Research in Education**. New Jersey: Prentice hall Inc.
- Biggs, J. B., & Moore, P. J. (1993). **Process of Learning**. (3th ed.). Sydney: Practice-Hall.
- Billiar, K., Hubelbank, J., Oliva, T., and Camesano, T. (2014). “Teaching STEM by design.” **Advance in Engineering Education** 4, 1: 1-21.
- Brooks, J. G., & Brooks, M. G. (1993). **The Case for Constructivist Classrooms**. New Jersey: Prentice Hall.
- Budnitz, N. (2003). **What do we mean by inquiry**. Accessed October 24. Available from http://www.biology.duke.edu/cibl/inquiry/what_is_inquiry.htm.
- Bybee, R. (2013). **The case for STEM education: Challenges and opportunities**. Arlington, VA: NSTA Press.
- Campbell, Donal T. and Stanley Julian C. (1963). **Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research**. Chicago: Randmcnally college publishing company.
- Carin, A. (1997). **Teaching Modern Science**. (7th ed.). New Jersey: Practice-Hall.
- Clark, A. (2000). **Introduction to instructional system design**. Accessed October 25. Available from <http://www.nwlink.com/donclark/hrd/sat1html>.
- Dick, W., Carey, L& Carey, J. O. (2005). **The systematic design of Instruction**. (6th ed.). Boston, Mass: Pearson/Allyn and Bacon.

- Dowey, A. L. (2013). "Attitudes, Interest, and Perceived Self-Efficacy toward Science Of Middle School Minority Female Students : Considerations for their Low Achievement and Participation in STEM Disciplines." Degree Doctor of Education. University of California, San Diego.
- Fosnot, C. L. (1996). **Constructivism: A psychological theory of learning.** In C. T. Fosnot (Ed.), **Constructivism: Theory, perspectives, and practice.** New York: Teachers College Press.
- Grasha, A.F., and Reichman. (1980). **Student learning styles inventory.** Faculty Resource center, University of Cincinnati.
- Gega Peter, C. and Peter Joseph, M. (1998). **Science in Elementary Education.** 8th ed. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Gerber BL, Brovey AJ, Price CB. (2001). "Site-based professional development: Learning cycle and technology integration." In: Proceedings of the Annual Meeting of the Association for the Education of Teachers in Science. Costa Mesa, CA, USA: January 18-21.
- Harty, H. and Al-Faleh, N. (1983). "Saudi Arabian Students Chemistry Achievement And Science Attitudes Stemming from Lecture Demonstration and Small Group Teaching Methods." **Journal of Research in Science Teaching.**
- Haver, Crosley. (2007). "Effects of Tradition Teach vs a Mulyisensory Instructional Package on the Science Achievement and Attitudes of English language Learners Middle-School Students and English-Speaking Middle-School Student." John's University New York: School of Education and Human Service.
- Holmquist, S. (2014). "A multi-case study of student interactions with educational robots and impact on Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) learning and attitudes." Graduate Theses and Dissertations.
- Hopkins Public School. (2016). STEM Curriculum. Accessed October 25. Available from <https://www.hopkinsschools.org/servicesdepartments/teaching-learningassessment/curriculum-areas/stem-curriculum>.
- Howard S. Barrows. (2000). **Problem - Based Learning an Approach to Medical Education.** Accessed January 17. Available from <https://app.nova.edu/>

- toolbox/instructionalproducts/edd8124/fall11/1980-BarrowsTamblyn-PBL.pdf
- Hughes Thomas P. (2004). **Human-built world: How to think about technology and culture**. Chicago: University of Chicago Press.
- Joyce, B. & Weil, M. (2009). **Models of teaching**. London: Pearson Education.
- Kruse, K. & Keil, J. (2016). **Technology-based training: the art and science of design, development, and delivery**. San Francisco: Jossey-Bass/Pfeiffer.
- Livescience. (2016). **What is STEM Education**. Accessed January 17. Available from <http://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>.
- Luecke, R. and Katz, R. (2003). **Managing Creativity and Innovation**. MA: Harvard Business School Press.
- Lynda Keng Neo. (2004). **Authentic Problem-Based Learning: Rewriting Business Education**. Megan: Prentice Hall.
- Olga B. Mikhailova. (2018). "FEATURES OF CREATIVITY AND INNOVATION DEVELOPMENT IN STUDENTS AT SECONDARY AND HIGH SCHOOL." **International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education** 6, 2: 11-20.
- Richardson, G. and Blades, D. (2000). "Social Studies and Science Education : Developing World Citizenship Through Interdisciplinary Partnerships." Department of Secondary Education.
- Richey, Klein and Tracey. (2011). **The instructional design knowledge base: theory, research and Practice**. New York-London: Routledge.
- Savin-Baden, M. and Howell Major, C. (2004). **Facilitating Problem-based Learning: Illuminating Perspectives**. Buckingham: SRHE/Open University Press.
- Saylor, J.G., Alexander, W., and Lewis, A. (1981). **A Curriculum planning for better Teaching and learning**. New York: Holt, Reinhart and Winston.
- Sunal, D.W. and Sunal Szymanski Cynthia. (2003). **Science in the Elementary and Middle School**. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Tony Wagner. (2561). **Creating innovators: คู่มือสร้างนักนวัตกรรมเปลี่ยนโลก**. กรุงเทพฯ: บั๊คสเคป.
- Vasquez, J. A., Sneider, C., & Comer, M. (2013). **STEM Lesson Essentials : Integrating Science Technology Engineering and Mathematics**. Portsmouth, NH: Heinemann.

Wu H. and Hsieh, C. (2006). "Developing sixth grades' inquiry skills to construct explanations in inquiry-based learning environments." **International Journal of Science Education** 28, 11: 1289-1313.





ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรม
และความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้วยวิธีการสนทนากลุ่ม
(Focus Group Discussion: FGD)

- | | | |
|-------------------|----------------|---|
| 1. รศ.ดร.อิศเรศ | พิพัฒน์มงคลพร | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศิลปากร |
| 2. รศ.ดร.ไชยยศ | ไพวิทยศิริธรรม | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศิลปากร |
| 3. ผศ.ดร.นิวัฒน์ | บุญสม | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศิลปากร |
| 4. ผศ.ดร.ปิยรัตน์ | ศรวิไล | คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 5. ผศ.ดร.แสงเดือน | เจริญฉิม | คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน |
| 6. ผศ.ดร.รุจิราพร | รามศิริ | คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน |
| 7. ดร.เอกสิทธิ์ | ชนินทรภูมิ | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศิลปากร |

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- | | | |
|-------------------|-------------|---|
| 1. ผศ.ดร.สมภัสสร | บัวรอด | คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง |
| 2. ผศ.ดร.วัชรภรณ์ | ประภาสะโนบล | คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี |
| 3. ดร.ณัฐฉินุช | จุกำวงศ์ | คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี |
| 4. ดร.จริมจิต | สร้อยสมุทร | ศึกษานิเทศก์
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
ประถมศึกษา
กาญจนบุรี เขต 2 |
| 5. ดร.สิริกร | ทิตยวงษ์ | โรงเรียนคลองพิทยาลงกรณ์
กรุงเทพมหานคร |





ภาคผนวก ข
หนังสือขอตกลงเครื่องมือวิจัย

ที่ ฮว 8606/4038



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชมังคลาภิเษก
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

23 กันยายน 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม

ด้วย นายรติ จิรนิริติชัย รหัสประจำตัว 630630003 นักศึกษาระดับปริญญาตรีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังดำเนินการวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย " มีความประสงค์จะขอเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อประกอบการดำเนินการวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดแจ้งผู้ที่เกี่ยวข้องทราบ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้แก่ นักศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร. อริกมาศ มากจ้อย)

ผู้อำนวยการแผนรองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.088-2292013

ที่ ฮว 8606 (45) / 4039



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

23 กันยายน 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนท่าแพแสนวิทยา

ด้วย นายรติ จิรนิริคิย รหัสประจำตัว 630630003 นักศึกษาระดับปริญญาโท บัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังดำเนินการวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย " มีความประสงค์จะขอเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อประกอบการดำเนินการวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดแจ้งผู้ที่เกี่ยวข้องทราบ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้แก่นักศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร. อธิกมาส มากชัย)

ผู้อำนวยการแทนรองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.088-2292013



ภาคผนวก ค

เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R₁)
การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

1. แบบวิเคราะห์เอกสาร
2. ประเด็นการสนทนากลุ่มครูผู้สอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
3. แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
4. แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 2 ประเด็นคำถามการสนทนากลุ่ม

ประเด็นที่ 1 ปัจจุบันนี้ท่านใช้แนวคิด วิธีการจัดการเรียนรู้ เทคนิค หรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ใดบ้าง ใน
การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ประเด็นที่ 2 ท่านพบปัญหาใดบ้าง จากการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

ประเด็นที่ 3 ท่านคิดว่าการส่งเสริมการสร้างนวัตกรรม และความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ตอนปลาย มีความสำคัญหรือไม่ อย่างไร

ประเด็นที่ 4 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ควรใช้แนวคิด วิธีการจัดการเรียนรู้ เทคนิค หรือรูปแบบ
การจัดการเรียนรู้ใดบ้าง

ประเด็นที่ 5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ควรมีลักษณะอย่างไรบ้าง

ประเด็นที่ 6 การวัดและประเมินผลการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาตอนปลาย ควรมีลักษณะใด

.....
.....

ประเด็นที่ 7 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จะต้องมีปัจจัย/เงื่อนไขใดบ้าง เพื่อให้การจัดการเรียนรู้
ประสบความสำเร็จ

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

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

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

แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
เกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัย : นายรติ จิรนิติศัย นักศึกษาปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศิลปากร

คำชี้แจง :

1. เครื่องมือฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเกี่ยวกับความต้องการในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. คำตอบของนักเรียนจะมีประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จึงขอให้ออกตอบคำถามทุกข้ออย่างครบถ้วนและตามความเป็นจริง

3. เครื่องฉบับนี้มี 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความต้องการเกี่ยวกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
เกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ ชาย หญิง
2. ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4
 มัธยมศึกษาปีที่ 5
 มัธยมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 2 ความต้องการเกี่ยวกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล

1. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนต้องการให้มีกิจกรรมรูปแบบใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- การบรรยาย
- การสาธิต
- การอภิปราย
- การบูรณาการกับสาขาวิชาอื่น ๆ
- การสืบค้นข้อมูล
- การทำงานกลุ่ม
- การทดลอง
- การลงมือปฏิบัติชิ้นงาน
- การใช้ปัญหาจากชีวิตจริง
- การนำเสนองาน
- อื่น ๆ (ระบุ).....

2. นักเรียนต้องการให้ผู้ประเมินเป็นใครบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ครูประเมิน
- นักเรียนประเมินตนเอง
- เพื่อนประเมินเพื่อน
- อื่น ๆ (ระบุ).....

3. นักเรียนต้องการให้มีวิธีการประเมินเป็นลักษณะใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- การประเมินจากแบบทดสอบ
- การประเมินจากการปฏิบัติกิจกรรมในช่วงระหว่างเรียน
- การประเมินจากผลงาน/ชิ้นงาน
- การประเมินจากการสัมภาษณ์
- อื่น ๆ (ระบุ).....

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

***** ขอขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือ *****

แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัย : นายรติ จิรนิรติชัย นักศึกษาปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

1. ชื่อ-สกุล ผู้ให้สัมภาษณ์
 2. สถานที่ทำงาน
 3. ตำแหน่งหน้าที่การงาน
 - ผู้อำนวยการสถานศึกษา
 - รองผู้อำนวยการสถานศึกษา กลุ่มบริหารวิชาการ
 - ศึกษานิเทศก์
 - ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 4. ประสบการณ์ในการทำงานปี
 5. วุฒิการศึกษา สาขา
- มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้าง
นวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ท่านคิดว่าในปัจจุบัน การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีปัญหาหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

2. ท่านคิดว่าในปัจจุบัน การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของ
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความสำคัญหรือไม่ อย่างไร

.....

6. ท่านคิดว่าการวัดและประเมินผลความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ควรมีลักษณะ/
 รูปแบบ/เครื่องมือ อย่างไร

.....

.....

.....

7. ท่านคิดว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนชั้น
 มัธยมศึกษาตอนปลาย จะต้องมีปัจจัย/เงื่อนไขใดบ้าง และมีลักษณะอย่างไร เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ประสบความสำเร็จ

.....

.....

.....

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....



ภาคผนวก ง

เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D₁)

การออกแบบและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

1. ประเด็นการสนทนากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ
2. แบบประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
3. แบบประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
4. แบบประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 2 ประเด็นสนทนากลุ่ม เพื่อแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ แต่ละองค์ประกอบมีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

1.1 หลักการ

1.2 จุดมุ่งหมาย

1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

1.4 การวัดและประเมินผล

1.5 เงื่อนไขการนำไปใช้

2. ความเป็นไปได้ของการนำรูปแบบไปใช้

แบบประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัย : นายรติ จิรนิติศัย นักศึกษาปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศิลปากร

คำชี้แจง :

1. แบบประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

2. ขอให้ท่านพิจารณาความเหมาะสมและความสอดคล้อง และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างตรงกับความคิดเห็นของท่าน และโปรดให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมลงในช่องว่างท้ายรายการประเมิน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสม/สอดคล้องอยู่ในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสม/สอดคล้องอยู่ในระดับมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสม/สอดคล้องอยู่ในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสม/สอดคล้องอยู่ในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสม/สอดคล้องอยู่ในระดับน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1. ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้						
1.1 ความชัดเจนในการเขียนลำดับความเป็นมาและความสำคัญของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้						
1.2 การใช้ภาษาและการเรียบเรียง ทำให้เห็นภาพรวมและจุดเน้นของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม						
2. แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้						
2.1 ความชัดเจนในการบรรยายแนวคิดพื้นฐานที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้						
2.2 การใช้ภาษาในการอธิบายเกี่ยวกับแนวคิดต่าง ๆ มีความเหมาะสมชัดเจน						
3. องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้						
3.1 การกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความสมบูรณ์ครอบคลุมความจำเป็นของการส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย						
3.2 แต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์สอดคล้อง เชื่อมโยงซึ่งกันและกัน						
3.3 การเรียงลำดับองค์ประกอบในรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมเข้าใจง่าย						

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
4. องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ (หลักการ)						
4.1 ความชัดเจนของหลักการ						
4.2 ความสอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐานที่นำมาพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้						
4.3 การใช้ภาษา และการเรียบเรียงถ้อยคำมีความชัดเจน และเข้าใจง่าย						
5. องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ (จุดมุ่งหมาย)						
5.1 มีความสอดคล้องกับหลักการ						
5.2 มีความสอดคล้องกับทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง						
5.3 จุดมุ่งหมายมีความชัดเจน แสดงถึงสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียน						
6. องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ (ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้)						
6.1 ชั้นที่ 1 มีความเหมาะสม สอดคล้องกับแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนได้						
6.2 ชั้นที่ 2 มีความเหมาะสม สอดคล้องกับแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนได้						

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
6. องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ (ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้) (ต่อ)						
6.3 ชั้นที่ 3 มีความเหมาะสม สอดคล้องกับ แนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริม การสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนได้						
6.4 ชั้นที่ 4 มีความเหมาะสม สอดคล้องกับ แนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริม การสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนได้						
6.5 ชั้นที่ 5 มีความเหมาะสม สอดคล้องกับ แนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริม การสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนได้						
6.6 ชั้นที่ 6 มีความเหมาะสม สอดคล้องกับ แนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริม การสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนได้						
7. องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ (การวัดและประเมินผล)						
7.1 การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับ หลักการและจุดมุ่งหมายของรูปแบบการ จัดการเรียนรู้						
7.2 การวัดและประเมินผลมีความเหมาะสม ตามหลักเกณฑ์และแนวทางการประเมิน						

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
8. องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ (เงื่อนไขการนำไปใช้)						
8.1 มีความสอดคล้องกับหลักการ จุดมุ่งหมาย ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและ ประเมินผล						
8.2 การใช้ภาษามีความเหมาะสม เข้าใจง่าย						

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....
(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

**แบบประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**

ผู้วิจัย : นายรติ จิรนิติศัย นักศึกษาปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศิลปากร

คำชี้แจง :

1. แบบประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตาม วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สำหรับ ผู้เชี่ยวชาญใช้ประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

2. ขอให้ท่านพิจารณาความเหมาะสมและความสอดคล้อง และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างตรงกับ ความคิดเห็นของท่าน และโปรดให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมลงในช่องว่างท้ายรายการประเมิน โดยมีเกณฑ์การให้ คะแนนดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสม/สอดคล้องอยู่ในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสม/สอดคล้องอยู่ในระดับมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสม/สอดคล้องอยู่ในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสม/สอดคล้องอยู่ในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสม/สอดคล้องอยู่ในระดับน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
<p>1. สาระสำคัญในคู่มือ ซึ่งประกอบด้วย</p> <ul style="list-style-type: none"> - ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ - แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ - องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ - ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ - ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล <p>มีความครบถ้วนและสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้</p>						
<p>2. สาระสำคัญในคู่มือมีความชัดเจนเพียงพอที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้แล้วทำให้บรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้</p>						
<p>3. แนวทางในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แสดงถึงความต้องการให้ผู้ศึกษาคู่มือมีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง</p>						
<p>4. แนวทางในการจัดการเรียนรู้แสดงให้เห็นถึงบทบาทของครูผู้สอน และนักเรียน เพื่อนำไปสู่การบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้</p>						

**แบบประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้
ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**

ผู้วิจัย : นายรติ จิรนิรติศัย นักศึกษาปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศิลปากร

คำชี้แจง :

1. แบบประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้

2. ขอให้ท่านพิจารณาความเหมาะสมและความสอดคล้อง และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างตรงกับความคิดเห็นของท่าน และโปรดให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมลงในช่องว่างท้ายรายการประเมิน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสม/สอดคล้องอยู่ในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสม/สอดคล้องอยู่ในระดับมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสม/สอดคล้องอยู่ในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสม/สอดคล้องอยู่ในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสม/สอดคล้องอยู่ในระดับน้อยที่สุด

3. เอกสารประกอบการประเมิน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยแนบเอกสารประกอบการประเมินด้านท้ายของแบบประเมิน

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ครบถ้วน						
2. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด						
3. สาระสำคัญ						
4. สาระการเรียนรู้						
5. จุดเน้นการพัฒนาผู้เรียน						
6. ชิ้นงาน/ภาระงาน						
7. การวัดและประเมินผล						
8. กิจกรรมการเรียนรู้						
8.1 ขั้นการสร้างความสนใจ						
8.2 ขั้นการสำรวจและค้นหา						
8.3 ขั้นการสร้างองค์ความรู้						
8.4 ขั้นการนำไปสู่วัตถุกรรม						
8.5 ขั้นการตรวจสอบและประเมินผล						
8.6 ขั้นการนำเสนอและเผยแพร่						
9. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้						



ภาคผนวก จ

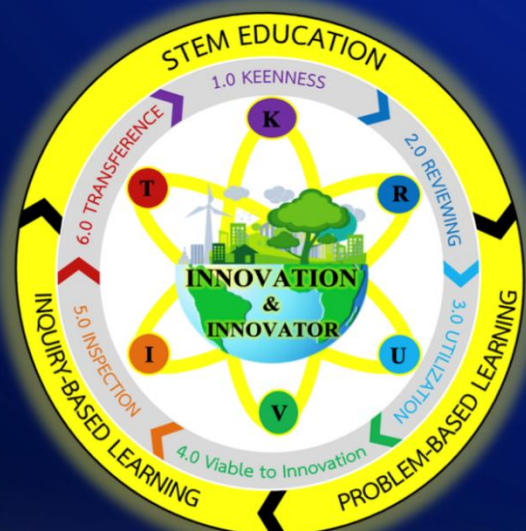
เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยชั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R₂)
การออกแบบและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

1. คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและ
ความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้าง
นวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
3. เครื่องมือประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้
 - 3.1 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 3.2 แบบประเมินการสร้างนวัตกรรม
 - 3.3 แบบประเมินความเป็นนวัตกรรม
 - 3.4 แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วย
รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



คู่มือ

รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



นายรติ จิรนิติศัย

นักศึกษาปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

ก

คำนำ

คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายฉบับนี้ เป็นเอกสารที่อธิบายรายละเอียดของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อให้ผู้ที่ต้องการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ ได้เข้าใจองค์ประกอบต่าง ๆ ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนได้ทราบถึงสิ่งที่ควรศึกษาและจัดเตรียม เพื่อให้การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้บรรลุผลตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ คู่มือฉบับนี้ประกอบด้วยสาระสำคัญ 6 ประการ ดังนี้

1. แนวทางการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายไปใช้
2. ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
3. แนวคิด หลักการ และทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง
4. องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
5. แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
6. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์สำหรับนักการศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำขออภัยไว้ ณ ที่นี้

รติ จิรนิติศัย

สารบัญ		หน้า
คำนำ		ก
สารบัญ		ข
แนวทางการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรม และความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย		1
ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริม การสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย		3
แนวคิด หลักการ และทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง		7
องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรม และความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย		10
ภาคผนวก		20
ภาคผนวก ก แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริม การสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย		21
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1		22
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2		29
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3		35
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4		41
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5		47
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6		53
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7		59
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล		65
- แบบประเมินการสร้างนวัตกรรม		66
- แบบประเมินความเป็นนวัตกรรม		70
- แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		72
- แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน		80

แนวทางการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญ ดังนั้นก่อนที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ จึงต้องทราบข้อควรปฏิบัติและแนวทางในการดำเนินการก่อนการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

ข้อควรปฏิบัติก่อนการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

ข้อควรปฏิบัติก่อนการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อเตรียมการที่มีประสิทธิภาพ สรุปได้พอสังเขปดังแผนภาพ

ศึกษาคู่มือการใช้รูปแบบ
การจัดการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริม
สร้างนวัตกรรมและ
ความเป็นนวัตกรรมของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ตอนปลาย



1. ศึกษาแนวทางในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้
2. ศึกษาความเป็นมาและความสำคัญของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แนวคิด หลักการ และทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบ องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
3. ศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้
4. ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการวัดและประเมินผล

จัดเตรียมสิ่งที่จำเป็นในการ
จัดการเรียนรู้



1. จัดเตรียมสื่อการสอนที่เสนอไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียน
2. จัดเตรียมเครื่องมือการวัดและประเมินผลที่ใช้ ก่อนระหว่าง และหลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แบบประเมินการสร้างนวัตกรรม , แบบประเมินความเป็นนวัตกรรม และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อควรปฏิบัติก่อนการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาเอกสารคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีการดำเนินงานดังนี้

1.1 ศึกษาแนวทางในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ เพื่อความเข้าใจและปฏิบัติได้เป็นแนวทางเดียวกัน

1.2 ศึกษาความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ แนวคิด หลักการ และทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ หลักการ จุดมุ่งหมาย ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และเงื่อนไขการนำไปใช้ ทำให้เห็นภาพความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ รวมทั้งมีความเข้าใจในคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

1.3 ศึกษาตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (KRUVIT Model) ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

- ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Keeness : K)
- ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Reviewing : R)
- ขั้นที่ 3 การสร้างองค์ความรู้ (Utilization : U)
- ขั้นที่ 4 การนำไปสู่นวัตกรรม (Viable to Innovation : V)
- ขั้นที่ 5 การตรวจสอบและประเมินผล (Inspection : I)
- ขั้นที่ 6 การนำเสนอและเผยแพร่ (Transference : T)

2. จัดเตรียมสิ่งที่จำเป็นในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

2.1 จัดเตรียมสื่อการสอนที่เสนอไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียน

2.2 ศึกษาและจัดเตรียมเครื่องมือสำหรับการวัดและประเมินผลที่ใช้ก่อน ระหว่าง และหลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แบบประเมินการสร้างนวัตกรรม , แบบประเมินความเป็นนวัตกรรม และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

**ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**

ในยุคศตวรรษที่ 21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วในทุกด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งมีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว การปรับหลักสูตรการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเตรียมความพร้อมของพลเมืองในอนาคตของชาติ สำหรับประกอบอาชีพและดำรงชีวิตในสังคมโลกแห่งศตวรรษที่ 21 ด้วยเหตุผลนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) กระทรวงศึกษาธิการในการทบทวนและปรับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ให้ทันสมัยและทัดเทียมนานาชาติ อาทิเช่น มีการจัดเรียงโยกย้ายแนวคิดรวบยอดและทักษะต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับสภาพปัจจุบันทัดเทียมนานาชาติ พิจารณาการเชื่อมโยงกันของเนื้อหาต่าง ๆ ทั้งภายในกลุ่มสาระและระหว่างสาระการเรียนรู้ คำนึงถึงความเหมาะสมเกี่ยวกับวัยของนักเรียน ให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีความสุขและสนุกสนานควบคู่กับการฝึกฝนและพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์ควบคู่กับการพัฒนาความคิดระดับสูง ทั้งการคิดเป็นเหตุเป็นผล การคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ด้วยการทำกิจกรรมและปฏิบัติการต่าง ๆ จนเกิดสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตได้อย่างเป็นระบบ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในศตวรรษที่ 21 เพื่อการปรับตัวเท่าทันการเปลี่ยนแปลงในสถานการณ์ใหม่ การศึกษาจึงยึดที่ผลลัพธ์ คือ กระบวนการที่ต้องใช้ความคิด เชื่อมโยงความรู้ในศาสตร์เดียวกัน และต่างศาสตร์ในการแก้ปัญหา ผลลัพธ์ก็คือทักษะทางปัญญาการรู้ การคิด และการปฏิบัติ การสร้างสรรค์นวัตกรรม การสื่อสารและการทำงานร่วมกัน การคิดเชิงวิพากษ์ การแก้ปัญหา และการตัดสินใจ การจัดการเรียนรู้จึงต้องคำนึงถึงองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ การสร้างความรู้คล่องในการสื่อสารสนเทศและเทคโนโลยี การคำนึงถึงบริบทที่เป็นจริง การเป็นสหวิทยาการ การยึดความร่วมมือ และการใช้การแก้ปัญหาเป็นเครื่องมือสอน การประเมินโปร่งใส และควรให้ผู้เรียนได้ถ่ายทอดความรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ จึงจะประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ ทั้งนี้ครูผู้สอนมีบทบาท คือ ทำให้บทเรียนมีความสอดคล้องกับชีวิตจริง ให้ความสำคัญกับเทคโนโลยี เป็นที่ปรึกษา เน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติและต้องพัฒนาตนเองอยู่ตลอดเวลา อีกทั้งควรต้องศึกษายุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579) ที่มุ่งปฏิรูปการเรียนรู้ที่ใช้การบูรณาการ 5 ศาสตร์สำคัญในการ

พัฒนาทักษะสำหรับศตวรรษที่ 21 ให้นักเรียน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ ศิลปะ รวมถึงใช้แนวคิดให้นักเรียนได้ไตร่ตรอง และกำกับการเรียนรู้ของตนเองได้ (จินตนา ศิริชัยญารัตน์, 2563)

ในปัจจุบันมนุษย์ที่จะอยู่ในโลกยุคใหม่ต้องฝึกความสร้างสรรค์และนวัตกรรม โดยทักษะการแก้ปัญหาเป็น ทักษะที่จำเป็นต้องสร้างในเด็กไทยเพื่อให้เด็กไทยมีความสามารถในการเผชิญปัญหา และสามารถแก้ปัญหาได้ อย่างสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเกิดจากการฝึกทักษะการคิดเป็นพื้นฐาน เช่น ทักษะการคิดสร้างสรรค์เพื่อ ช่วยในการขยายกรอบความคิดไม่ยึดติดกับปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหาแบบเดิม ๆ และคิดหาวิธีการหรือแนว ทางแก้ปัญหาแบบใหม่ ๆ ให้นักเรียนได้รู้ว่าในหนึ่งปัญหาสามารถหาทางออกได้มากกว่าหนึ่งทาง หาทางเลือกที่ ดีที่สุดและเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา โดยกระบวนการที่คนใหม่ คือ การศึกษาจะไม่มุ่งเน้นการมอบความรู้ (knowledge) ให้แก่เด็ก แต่มุ่งเน้นการมอบทักษะ (skill) ให้แก่เด็กแทน เด็กไทยควรได้รับการพัฒนาทักษะ 3 ด้าน คือ 1) ทักษะการเรียนรู้ (learning skill) คือสามารถเรียนรู้ได้จากทุกสถานที่และเวลา ประกอบด้วย การคิด เชิงวิพากษ์ การสื่อสาร การทำงานเป็นทีม และการสร้างนวัตกรรม 2) ทักษะการใช้ชีวิต (life skill) คือการรู้จักใช้ ชีวิตที่มีจุดมุ่งหมายไม่มีพฤติกรรมเสี่ยงประกอบด้วยรู้จุดหมายของชีวิตมีแรงบันดาลใจและรู้จักวางแผนกล้า ตัดสินใจและรับผิดชอบต่อผลลัพธ์ของการทำงานมุ่งหวังผลสัมฤทธิ์ รู้จักประเมินตนเองและมีความยืดหยุ่น 3) ทักษะ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (IT skill) คือ การรู้จักใช้ข้อมูลข่าวสารอย่างรู้เท่าทัน ประกอบด้วย รู้ทันข้อมูลข่าวสาร และรู้จักใช้เทคโนโลยีสารสนเทศยุคใหม่อย่างชาญฉลาด ทักษะทั้งสามประการรวมเรียกว่าทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (วิจารณ์ พานิช, 2555)

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและไม่อาจคาดเดาได้อย่างชัดเจนของสภาพแวดล้อม เทคโนโลยี และความต้องการของตลาด ทำให้แนวทางการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องไม่เพียงพอที่จะทำให้องค์กรมีความมั่นคงใน ระยะยาว ดังนั้นทุกองค์กรจึงเริ่มมุ่งเน้นความสำคัญของนวัตกรรม เพื่อใช้เป็นกลยุทธ์สร้างความได้เปรียบในการ แข่งขันและเพิ่มโอกาสในการเติบโตอย่างยั่งยืน เนื่องจากการสร้างนวัตกรรมต้องพิจารณาระยะเวลาและการ วางแผนงานอย่างรอบคอบให้สามารถใช้ทรัพยากรและขีดความสามารถขององค์กร รวมไปถึงสามารถบูรณาการณ องค์กรความรู้และเครื่องมือที่จะให้ผลลัพธ์ตามที่องค์กรคาดหวัง นอกจากนี้องค์กรต้องส่งเสริมวัฒนธรรมและการ กำหนดนโยบายที่จะสนับสนุนให้มนวัตกรรมเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ไม่เพียงแต่ภาคธุรกิจ นวัตกรรมยังก้าวเข้าไปมี ส่วนสำคัญในทุกภาคส่วน ทั้งภาคเอกชน ภาครัฐ หรือแม้แต่ในวงการการศึกษา ต่างก็ให้ความสำคัญกับนวัตกรรม ดังนั้น การเตรียมนักเรียนเพื่อให้ก้าวเข้าสู่สังคมยุคนวัตกรรมจึงมีความจำเป็น โดยเฉพาะในการจัดการเรียนรู้ของ ครูผู้สอน เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถคิดค้น เสาะหา และสร้างสรรค์องค์ความรู้ที่เป็นนวัตกรรม เพื่อเตรียมพวก เขาเหล่านั้นให้ตรงกับความต้องการของสังคมในยุคปัจจุบันและอนาคต (เนาวนิตย์ สงคราม, 2562)

อีกทั้งประเทศไทยให้ความสำคัญกับการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ เพื่อสร้างศักยภาพของคนไทยให้ เป็นกำลังคนที่มีคุณภาพ สามารถดำรงชีวิตและประกอบอาชีพอยู่ในโลกที่มีความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ดังนั้นจึงมีการกำหนดเกี่ยวกับคุณลักษณะคุณภาพที่พึงประสงค์ของคนไทย สำหรับสร้างคนไทย 4.0 โดยคุณลักษณะหนึ่งที่สำคัญ คือ การส่งเสริมให้พลเมืองมีความสามารถเป็นผู้ร่วมสร้างนวัตกรรม (Innovation co-creator) เพื่อเพิ่มโอกาสและมูลค่าให้กับตนเองและสังคม (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2562) ดังนั้น การปลูกฝังความเป็นนวัตกรรมในมนุษย์ทุกคน เพื่อให้สามารถเป็นผู้สร้างนวัตกรรมได้นั้น จึงมีความสำคัญเป็นอย่างมากในปัจจุบัน โดยมีทักษะห้าประการที่ทำให้คนมีนวัตกรรมแตกต่างจากคนไม่มีนวัตกรรม ได้แก่ การเชื่อมโยง การตั้งคำถาม การสังเกต การทดลอง และการสร้างเครือข่าย และพวกเขาแบ่งทักษะดังกล่าวออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ คือ การทำ และการคิด การทำการตั้งคำถาม เปิดโอกาสให้นักเรียนก้าวออกจากสภาพการณ์ที่เป็นอยู่และ พิจารณาความเป็นไปได้ใหม่ ๆ นวัตกรรมจะจับรายละเอียดพฤติกรรมเล็ก ๆ น้อย ๆ ในกิจกรรมของลูกค้า ผู้ผลิต และบริษัทอื่นด้วยการสังเกต ซึ่งช่วยแนะวิธีใหม่ในการทำสิ่งต่าง ๆ พวกเขาได้เปิดประสบการณ์ใหม่ สํารวจโลก อย่างไม่ลดละผ่านการทดลอง ส่วนการสร้างเครือข่ายกับคนที่มีภูมิหลังแตกต่างกันจะทำให้พวกเขาได้รับมุมมองที่ ต่างไปโดยสิ้นเชิง ซึ่งการคิดหรือการกระทำตามรูปแบบข้างต้น รวมกันช่วยให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงเพื่อเพิ่มพูน ความรู้ความเข้าใจใหม่ ๆ (Tony Wagner, 2561)

โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการจัดการศึกษาในยุคปัจจุบัน เพื่อให้บรรลุ เป้าหมายประเทศไทย 4.0 จึงจำเป็นต้องเพิ่มศักยภาพกำลังคน โดยการยกระดับคุณภาพการศึกษาระดับ มัธยมศึกษา ในด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ตลอดจนการคิดวิเคราะห์ การคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ การแก้ปัญหา และการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ โดยโรงเรียนท่ามะกาวิทยาคมได้เข้าร่วม โครงการขยายผลสะเต็มศึกษาในโรงเรียน นอกจากนี้ยังมีโครงการห้องเรียนพิเศษ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยมีเป้าหมายคือ ครูสามารถออกแบบและจัดการเรียนรู้ พัฒนาสื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้ มีความสามารถในการวัดและ ประเมินผลการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีทักษะการเรียนรู้ มีเจตคติที่ดีต่อการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี อีกทั้งนักเรียนมีการคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการแก้ปัญหา สามารถสร้างนวัตกรรม ผลงาน ชิ้นงาน สิ่งประดิษฐ์ สามารถใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้และการสื่อสารได้อย่างเหมาะสม สามารถสืบ เสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สํารวจ และสร้างข้อความ คาดการณ์ทางคณิตศาสตร์ และแก้ปัญหา แต่ใน ปัจจุบันจากผลการวิเคราะห์การประเมินตนเองของสถานศึกษา (Self-Assessment Report : SAR) ประจำปี

การศึกษา 2564 พบว่า มาตรฐานด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ครูผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติจริง แต่ยังคงขาดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมของนักเรียน จึงส่งผลให้มาตรฐานด้านผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการของนักเรียน พบว่านักเรียนยังขาดความรู้และทักษะพื้นฐานในการสร้างนวัตกรรม และการนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน (รายงานการประเมินตนเองของโรงเรียนท่ามะกาวิทยาาคม, 2564)

ด้วยหลักการ แนวคิด และเหตุผลดังกล่าวที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ การส่งเสริมการสร้างนวัตกรรม และการส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมให้กับนักเรียน ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษา การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมุ่งให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาวิชาไปพร้อม ๆ กับการพัฒนาการสร้างนวัตกรรมและการพัฒนาความเป็นนวัตกรรมควบคู่กัน เพื่อช่วยพัฒนาให้นักเรียนบรรลุถึงขีดสูงสุดตามศักยภาพของตนเองและพร้อมสำหรับการดำรงชีวิตได้อย่างสร้างสรรค์ในโลกปัจจุบัน

**แนวคิด หลักการ และทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**

1. แนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนา

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีดำเนินการวิจัยในลักษณะการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) โดยใช้กระบวนการวิจัยแบบผสมผสานวิธี (Mixed Methods Research) เนื่องจากแนวคิดการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) สามารถนำมาใช้ในการแสวงหาและพัฒนา นวัตกรรมจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ ก็คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีกระบวนการในการพัฒนา 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R₁) การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D₁) การออกแบบและพัฒนา เป็นการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R₂) การนำไปใช้ เป็นการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development : D₂) การประเมินผลเป็นการประเมินและปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และขั้นตอนที่ 5 การขยายผล (Dissemination) (ไพฑูริย์ ศรีฟ้า, 2548; มาเรียม นิลพันธุ์, 2558; ทิศนา ขัมมณี, 2562)

2. แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงมุ่งเน้นไปที่การพัฒนากระบวนการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนเกิดทักษะต่าง ๆ ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดการออกแบบระบบการเรียนการสอนแบบ ADDIE Model (Richey, Klein, and Tracey, 2011) และการออกแบบการเรียนการสอนเชิงระบบ (Dick, Carey & Carey, 2005) ร่วมกับแนวคิดการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) ซึ่งในการออกแบบระบบการเรียนการสอนแบบ ADDIE Model เป็น กระบวนการที่ใช้วิธีการเชิงระบบ ประกอบด้วย ขั้นตอนการดำเนินการ 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นและหลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 2) ขั้นตอนการออกแบบ (Design) เป็นการระบุกิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินการเรียนรู้ การเลือกสื่อ และวิธีการจัดการเรียนรู้ 3) ขั้นตอนการพัฒนา (Development) เป็นการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ การพัฒนานวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ และพัฒนาเครื่องมือวัดและ

ประเมินผล 4) ขั้นตอนการนำไปใช้ (Implementation) เป็นการนำแผนการจัดการเรียนรู้ นวัตกรรม และ เครื่องมือวัดผลการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์จริง และ 5) ขั้นตอนการประเมินผล (Evaluation) เป็นการ ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ทุกระดับสำหรับการนำไปใช้ในครั้งต่อไป สำหรับการออกแบบการเรียนการสอนเชิง ระบบของ Dick Carey and Carey ประกอบด้วย องค์ประกอบที่สำคัญ 10 องค์ประกอบ คือ 1) การกำหนด เป้าหมายของการเรียนการสอน (Identify Instructional Goals) 2) การวิเคราะห์การสอน (Analysis Instruction) 3) การวิเคราะห์นักเรียนและบริบท (Analysis Learner and Contexts) 4) เขียนวัตถุประสงค์เชิง ปฏิบัติการ (Write Performance Objectives) 5) การพัฒนาเครื่องประเมิน (Develop Assessment Instruction) 6) พัฒนายุทธศาสตร์การสอน (Develop Instructional Strategy) 7) เลือกและพัฒนาวัสดุการเรียน การสอน (Develop and Select Instructional materials) 8) ออกแบบและจัดการประเมินระหว่างเรียน (Design and Conduct Formative Evaluation of Instruction) 9) ออกแบบและการประเมินผลภายหลังการ เรียนการสอน (Design and Conduct Summative Evaluation) และ 10) ทบทวนการจัดการเรียนการสอน (Revise Instruction)

ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการโดยนำแนวคิดการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R & D) นำมาประยุกต์ร่วมกับแนวคิดการออกแบบระบบการเรียนการสอนแบบ ADDIE Model และการออกแบบ ระบบการเรียนการสอนของ Dick, Carey and Carey มาใช้ในการตัดสินใจเกี่ยวกับการวางแผนการจัดการเรียนรู้ และการดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งระบบให้มีความสัมพันธ์กัน

3. แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

3.1 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism)

ทฤษฎีที่ว่าด้วยการสร้างองค์ความรู้ หรือทฤษฎีการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งมี แนวคิดหลักว่า บุคคลเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีต่าง ๆ โดยอาศัยประสบการณ์เดิมกับ โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ และแรงจูงใจของตนเองเป็นจุดเริ่มต้น เมื่อได้สัมผัสกับสถานการณ์ใหม่โดยผ่าน กระบวนการและกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติ และสืบค้นด้วยตนเองหรือมีการแลกเปลี่ยนความรู้จะส่งผลให้การ เรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ (Biggs & Moore, 1993; Fosnot, 1996; ประมวล ศิริพันธ์แก้ว, 2541)

3.2 แนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา (STEM Education)

การจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน โดยนำลักษณะธรรมชาติและกระบวนการของแต่ละสาขามาผสมผสานกัน เพื่อที่มุ่งให้ นักเรียนเกิดความรู้ กระบวนการคิด ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการปฏิบัติงาน เพื่อนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาใน

ชีวิตประจำวัน (Vasquez ,2013; Hopkins Public School, 2016; Livescience, 2016; พรทิพย์ ศิริภักทราชัย, 2556; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557; ปฐมภรณ์ พิมพ์ทอง, 2564) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 1) การระบุปัญหา 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) การทดสอบและประเมินผล และ 6) การนำเสนอผลการแก้ปัญหา

3.3 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ โดยมีครูเป็นผู้กำกับควบคุมดำเนินการให้คำปรึกษา ช่วยเหลือกระตุ้นส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองโดยครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถามเกิดความคิดและลงมือแสวงหาความรู้ รวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน (Gerber et al., 2001; Budnitz, 2003; พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2544; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555; ทิศนา ขมมณี, 2562) ขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน ประกอบด้วย 1) การสร้างความสนใจ 2) การสำรวจและค้นหา 3) การอธิบาย 4) การขยายความรู้ และ 5) การประเมินผล

3.4 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นสถานการณ์ของการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายที่กำหนด โดยที่ครูนำนักเรียนไปสู่สถานการณ์ของปัญหาจริง หรือจัดสถานการณ์จำลองสถานการณ์ให้นักเรียนได้เผชิญปัญหา และฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ปัญหา และการแก้ปัญหาร่วมกันในกลุ่ม ซึ่งจะทำให้นักเรียนเข้าใจปัญหาได้ชัดเจนมากขึ้น ได้เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา และทำให้นักเรียนเกิดการใฝ่รู้ เกิดทักษะการคิดและการแก้ปัญหา (Arends, 2001; Lynda, 2004; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550; ณพสร สวัสดิบุญญา, 2553; วัชรา เล่าเรียนดี, 2553) ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วย 1) การนำเสนอปัญหา 2) การทำความเข้าใจกับปัญหา 3) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 4) การนำเสนอผลการแก้ปัญหา และ 5) การประเมินผล

4. แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างนวัตกรรม

เป็นความคิด การปฏิบัติ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ หรือเป็นการพัฒนาดัดแปลงมาจากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้ทันสมัยและใช้ได้ผลดียิ่งขึ้น เมื่อนำนวัตกรรมมาใช้จะช่วยให้การทำงานนั้นได้ผลดีมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงกว่าเดิม (Hughes, 2004; อรุณขุ ลิมตศิริ, 2546; วรากร หงส์โต, 2553; เนาวนิตย์ สงคราม, 2556; พิชญาน์ พา

นะกิจ, 2558; เอกสิทธิ์ ชินินทรภูมิ, 2563) องค์ประกอบของการประเมินการสร้างนวัตกรรม ประกอบด้วย

1) ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม 2) ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม และ 3) ด้านความเป็นนวัตกรรม

5. แนวคิดเกี่ยวกับความเป็นนวัตกรรม

ผู้ที่คิดทำ จัดทำ สร้างสรรค์สิ่งของต่าง ๆ ที่เกิดจากความต้องการใช้งานเพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน และใช้ประโยชน์ของคนในสังคม บุคคลผู้สร้างสรรค์หรือค้นพบวิธีการ รูปแบบเครื่องมือ หรือสิ่งอื่นใดที่เป็นสิ่งใหม่เป็นประโยชน์ อาจเรียกสิ่งใหม่นั้นว่าเป็นสิ่งประดิษฐ์ซึ่งอาจสามารถนำไปต่อยอดเป็นนวัตกรรมได้ (Dyer and et al, 2011; Bagley, 2014; ปรีดา ยังสุขสถาพร, 2555; วสันต์ สุทธาวาศ, 2558; ชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน และคณะ, 2563) องค์ประกอบของความเป็นนวัตกรรม ประกอบด้วย 1) ความคิดสร้างสรรค์ 2) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น 3) ความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยง 4) ความสามารถในการสื่อสาร 5) ความสามารถในการสร้างชิ้นงานและแก้ปัญหา และ 6) ความสามารถในการประเมินผล

องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยใช้ชื่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ว่า “KRUVIT Model” และมีองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ หลักการ จุดมุ่งหมาย ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และเงื่อนไขการนำไปใช้ ดังแผนภาพ

รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรม และความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

หลักการ

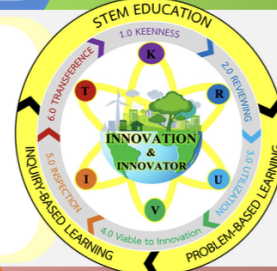
การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านแนวคิด STEM Education ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน และการสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน รวมไปถึงการสร้างสร้งชิ้นงานและพัฒนา นวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม

จุดมุ่งหมาย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้าง นวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ (KRUVIT Model)

- ขั้นที่ 1.0 การสร้างความสนใจ (Keeness)
- ขั้นที่ 2.0 การสำรวจและค้นหา (Reviewing)
- ขั้นที่ 3.0 การสร้างองค์ความรู้ (Utilization)
- ขั้นที่ 4.0 การนำไปสู่นวัตกรรม (Viable to Innovation)
- ขั้นที่ 5.0 การตรวจสอบและประเมินผล (Inspection)
- ขั้นที่ 6.0 การนำเสนอและเผยแพร่ (Transference)



การวัดและประเมินผล

- | | |
|---|---|
| 1) การสร้างนวัตกรรม | 2) ความเป็นนวัตกรรม |
| 1.1) ด้านกระบวนการ
พัฒนาวัตกรรม | 2.1) ความคิดสร้างสรรค์ |
| 1.2) ด้านคุณค่าและ
ประโยชน์ของนวัตกรรม | 2.2) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น |
| 1.3) ด้านความเป็นนวัตกรรม | 2.3) ความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยง |
| | 2.4) ความสามารถในการสื่อสาร |
| | 2.5) ความสามารถในการสร้างชิ้นงานและแก้ปัญหา |
| | 2.6) ความสามารถในการประเมินผล |

เงื่อนไขการนำไปใช้

- ครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกและจัดเตรียมความพร้อมด้านสื่อ/วัสดุอุปกรณ์/สถานที่ในการเรียนรู้
- การสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จะต้องเกิดจากปัญหา/สถานการณ์ที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวัน



จากแผนภาพ รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีองค์ประกอบและรายละเอียดดังนี้

1. หลักการ

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านแนวคิด STEM Education ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน และการสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน รวมไปถึงการสร้างสรรค์ชิ้นงานและพัฒนาวัตกรรมการ
ความเป็นนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม

2. จุดมุ่งหมาย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอน
ปลาย

3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ (KRUVIT Model) ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดัง
รายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
<p>ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (K : Keenness)</p> <p>เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนนำเข้าสู่ บทเรียน โดยกระตุ้นให้นักเรียนเกิด แรงจูงใจในการเรียนรู้ จาก สถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ อีกทั้ง เป็นการทบทวนความรู้เดิม เพื่อ เชื่อมโยงสู่องค์ความรู้ใหม่ พร้อมทั้ง แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ นักเรียนทราบ</p>	<p>ครูผู้สอนจัดกิจกรรมสร้างความ สนใจให้กับนักเรียน โดยอาจจะใช้ ประเด็นคำถาม สถานการณ์ใน ชีวิตประจำวัน สื่อ คลิป VDO ที่ สอดคล้องกับวิทยาศาสตร์</p>	<p>นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมร่วมกับ เพื่อนในชั้นเรียน มีการแลกเปลี่ยน เรียนรู้ทางความคิดกับเพื่อน</p>

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
<p>ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (R : Reviewing)</p> <p>เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย โดยใช้กระบวนการกลุ่มในการร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย และจัดกระทำข้อมูล</p>	<p>ครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน โดยจัดเตรียมสื่อวัสดุอุปกรณ์ เทคโนโลยี และบรรยากาศในชั้นเรียนให้เอื้อต่อการสำรวจและค้นหาข้อมูล</p>	<p>นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม โดยการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย และทำการวิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายกับเพื่อนในกลุ่ม และจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหา</p>
<p>ขั้นที่ 3 การสร้างองค์ความรู้ (U : Utilization)</p> <p>เป็นขั้นตอนที่นักเรียนสร้างข้อสรุปจากขั้นตอนที่ 2 พร้อมทั้งมีการนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในห้องเรียน และสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่</p>	<p>1. ครูผู้สอนจัดบรรยากาศชั้นเรียนให้เอื้อต่อการนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม</p> <p>2. ครูผู้สอนช่วยชี้แนะให้กับนักเรียน เพื่อการสร้างองค์ความรู้ใหม่</p>	<p>1. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างข้อสรุปจากขั้นตอนที่ 2</p> <p>2. นักเรียนนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันระหว่างกลุ่ม</p> <p>3. นักเรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่</p>
<p>ขั้นที่ 4 การนำไปสู่นวัตกรรม (V : Viable to Innovation)</p> <p>เป็นขั้นตอนที่นักเรียนประยุกต์ใช้องค์ความรู้ใหม่ มาออกแบบ และลงมือสร้างชิ้นงาน หรือวิธีการในการแก้ปัญหา ตามสถานการณ์ปัญหา หรือข้อจำกัด และเงื่อนไขที่กำหนด</p>	<p>1. ครูผู้สอนอำนวยความสะดวกจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ เพื่อให้ นักเรียนออกแบบและลงมือสร้างนวัตกรรม</p> <p>2. ครูผู้สอนช่วยกระตุ้นนักเรียนในการทำงานกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับนักเรียน และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน</p>	<p>นักเรียนแต่ละกลุ่มนำองค์ความรู้ มาออกแบบและลงมือสร้างชิ้นงาน หรือวิธีการในการแก้ปัญหา ตามสถานการณ์ปัญหา หรือข้อจำกัด และเงื่อนไขที่กำหนด</p>

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 5 การตรวจสอบและประเมินผล (I : Inspection) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ	ครูผู้สอนให้ข้อเสนอแนะกับนักเรียนในการปรับปรุง/พัฒนานวัตกรรม	1. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ 2. นักเรียนปรับปรุง/พัฒนา/แก้ไขชิ้นงานหรือวิธีการให้สมบูรณ์มากขึ้น
ขั้นที่ 6 การนำเสนอและเผยแพร่ (T : Transference) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการให้กับผู้อื่น พร้อมทั้งข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป	1. ครูผู้สอนจัดบรรยากาศชั้นเรียนให้เอื้อต่อการนำเสนอและเผยแพร่ นวัตกรรมของนักเรียนอย่างหลากหลาย 2. ครูผู้สอนให้ข้อเสนอแนะกับนักเรียนในการปรับปรุง/พัฒนา/ต่อยอดนวัตกรรม	นักเรียนนำเสนอและเผยแพร่ นวัตกรรมให้กับผู้อื่นในช่องทางที่หลากหลาย

4. การวัดและประเมินผล

1) การสร้างนวัตกรรม หมายถึง ความคิด การปฏิบัติ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ หรือเป็นการพัฒนา ตัดแปลงมาจากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้ทันสมัย และใช้ได้ผลดียิ่งขึ้น เมื่อนำนวัตกรรมมาใช้จะช่วยให้การทำงานนั้น ได้ผลดีมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงกว่าเดิม โดยการวัดและประเมินผลการสร้างนวัตกรรมจะกำหนดเกณฑ์ การให้คะแนน (Rubric Scoring) มีรายละเอียดและเกณฑ์การตัดสินดังนี้

เกณฑ์การประเมินการสร้างนวัตกรรม

ตัวบ่งชี้	3	2	1
1. ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม			
1.1 การกำหนดวัตถุประสงค์/เป้าหมาย	วัตถุประสงค์/เป้าหมาย สอดคล้องกับสภาพ ปัญหาและความเป็นไปได้	วัตถุประสงค์/เป้าหมาย สอดคล้องกับสภาพ ปัญหา	วัตถุประสงค์/เป้าหมาย ไม่สอดคล้องกับสภาพ ปัญหา
1.2 การออกแบบพัฒนานวัตกรรม	มีแนวคิดหรือทฤษฎีในการออกแบบนวัตกรรม และมีขั้นตอนเป็นระบบ	มีแนวคิดหรือทฤษฎีในการออกแบบนวัตกรรม แต่ขั้นตอนไม่เป็นระบบ	ไม่มีแนวคิดหรือทฤษฎีในการออกแบบนวัตกรรม
1.3 การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตกรรม	นักเรียนทุกคนภายในกลุ่มมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตกรรม	นักเรียนบางคนภายในกลุ่ม ไม่มีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตกรรม	การพัฒนานวัตกรรม เกิดขึ้นจากนักเรียนคนเดียว
1.4 การประเมินและสรุปผล	มีการประเมินผลการใช้ของนวัตกรรม และสรุปผลการทำงาน	มีการประเมินผลการใช้ของนวัตกรรม หรือสรุปผลการทำงาน (ปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง)	ไม่มีทั้งการประเมินผล การใช้ของนวัตกรรม และสรุปผลการทำงาน
1.5 การนำเสนอ นวัตกรรม	นำเสนอ นวัตกรรมได้ สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ และมีความ น่าสนใจ	นำเสนอ นวัตกรรมได้ สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ หรือมีความ น่าสนใจ (ปฏิบัติอย่างใด อย่างหนึ่ง)	นำเสนอ นวัตกรรมแต่ไม่ สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ และไม่น่าสนใจ

เกณฑ์การประเมินการสร้างนวัตกรรม (ต่อ)

ตัวบ่งชี้	3	2	1
2. ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม			
2.1 การเกิดองค์ความรู้ใหม่ที่ต่อยอดจากองค์ความรู้เดิม	เกิดองค์ความรู้ใหม่ที่ต่อยอดจากองค์ความรู้เดิม และเป็นประโยชน์ต่อผู้อื่น โดยมีหลักฐานชัดเจน	เกิดองค์ความรู้ใหม่ที่ต่อยอดจากองค์ความรู้เดิม และเป็นประโยชน์ต่อผู้อื่น แต่ไม่ปรากฏหลักฐาน	ไม่เกิดองค์ความรู้ใหม่ที่ต่อยอดจากองค์ความรู้เดิม
2.2 การแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์	แก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ทุกข้อ	แก้ปัญหาได้แต่ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์	แก้ปัญหาไม่ได้ตรงตามวัตถุประสงค์
2.3 ความคุ้มค่าในการใช้ทรัพยากรเพื่อแก้ปัญหา	ใช้ทรัพยากรเพื่อแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมและคุ้มค่า	ใช้ทรัพยากรเพื่อแก้ปัญหาได้เหมาะสม แต่ไม่คุ้มค่า	ใช้ทรัพยากรเพื่อแก้ปัญหาไม่เหมาะสมและไม่คุ้มค่า
2.4 ความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ	นำไปใช้ได้ สะดวก และไม่ซับซ้อน	นำไปใช้ได้ สะดวก แต่มีความซับซ้อน	นำไปใช้ได้ แต่ไม่สะดวกและมีความซับซ้อน
2.5 การยอมรับจากผู้ใช้งาน	เป็นที่ยอมรับของทุกคน ทั้งในกลุ่มและนอกกลุ่ม	เป็นที่ยอมรับเฉพาะในกลุ่ม (ทุกคนในกลุ่ม)	เป็นที่ยอมรับเฉพาะในกลุ่ม (บางคนในกลุ่ม)
3. ด้านความเป็นนวัตกรรม			
3.1 สิ่งใหม่/วิธีการใหม่/แนวทางใหม่	เป็นสิ่งใหม่/วิธีการใหม่/แนวทางใหม่ ที่ไม่เคยปรากฏมาก่อน และเมื่อนำไปใช้แล้วได้ผลที่ดี	เป็นสิ่งใหม่/วิธีการใหม่/แนวทางใหม่ ที่มีอยู่แล้วแต่นำมาปรับปรุง/พัฒนา และเมื่อนำไปใช้แล้วได้ผลที่ดีกว่าเดิม	เป็นสิ่งใหม่/วิธีการใหม่/แนวทางใหม่ ที่มีอยู่แล้วแต่นำมาปรับปรุง/พัฒนา และเมื่อนำไปใช้แล้วได้ผลเหมือนเดิม/น้อยกว่าเดิม
3.2 การสร้างสรรค์ผลงาน	มีความแปลกใหม่ แสดงให้เห็นถึงความริเริ่มสร้างสรรค์ และมีความน่าสนใจ	มีความแปลกใหม่ แสดงให้เห็นถึงความริเริ่มสร้างสรรค์ แต่ไม่น่าสนใจ	ไม่มีความแปลกใหม่ ไม่แสดงถึงความริเริ่มสร้างสรรค์

เกณฑ์การตัดสิน

2.51 - 3.00	หมายถึง	การสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับดีมาก
2.01 - 2.50	หมายถึง	การสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับดี
1.51 - 2.00	หมายถึง	การสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับพอใช้
1.00 - 1.50	หมายถึง	การสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับปรับปรุง

2) **ความเป็นนวัตกรรม** หมายถึง ผู้ที่คิดทำ จัดทำ สร้างสรรค์สิ่งของต่าง ๆ ที่เกิดจากความต้องการใช้งาน เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน และใช้ประโยชน์ของคนในสังคม บุคคลผู้สร้างสรรค์หรือค้นพบวิธีการ รูปแบบเครื่องมือ หรือสิ่งอื่นใดที่เป็นสิ่งใหม่เป็นประโยชน์ อาจเรียกสิ่งใหม่นั้นว่าเป็นสิ่งประดิษฐ์ซึ่งอาจสามารถนำไปต่อยอดเป็นนวัตกรรมได้ โดยการวัดและประเมินผลความเป็นนวัตกรรมใช้แบบประเมินความเป็นนวัตกรรมซึ่งมีลักษณะเป็นมาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) 4 ระดับ มีรายละเอียดและเกณฑ์การตัดสินดังนี้

คำชี้แจง : ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงกับระดับการปฏิบัติของนักเรียน

ระดับ 3	หมายถึง	นักเรียนปฏิบัติมาก
ระดับ 2	หมายถึง	นักเรียนปฏิบัติปานกลาง
ระดับ 1	หมายถึง	นักเรียนปฏิบัติน้อย
ระดับ 0	หมายถึง	นักเรียนไม่ปฏิบัติ

ข้อที่	รายการ	ระดับการปฏิบัติ			
		3	2	1	0
1. ด้านความคิดสร้างสรรค์					
1.1	ชอบคิดแปลกใหม่แตกต่างจากเดิม				
1.2	สามารถแก้ไขปัญหาได้ด้วยหลากหลายวิธี				
1.3	มีความกล้าในการทำสิ่งใหม่/ดัดแปลง				
2. ด้านความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น					
2.1	ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น				
2.2	มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับเพื่อนในกลุ่ม				
2.3	เป็นคนอารมณ์ดี มองโลกในแง่บวก				

ข้อที่	รายการ	ระดับการปฏิบัติ			
		3	2	1	0
3. ด้านความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยง					
3.1	สามารถทำงานที่ซับซ้อนได้จนสำเร็จ				
3.2	มีความอดทนต่อความไม่ชัดเจน				
3.3	มีการสืบค้นข้อมูลจากหลากหลายแหล่ง ก่อนสรุป				
4. ด้านความสามารถในการสื่อสาร					
4.1	มีความกล้าแสดงออก				
4.2	สามารถสื่อสารกับผู้อื่นได้ตรงความต้องการและบรรลุวัตถุประสงค์				
5. ด้านความสามารถในการสร้างชิ้นงานและแก้ปัญหา					
5.1	มีความมุ่งมั่นอยากทำงานให้สำเร็จ				
5.2	มีความอยากรู้อยากเห็น				
5.3	ชอบวางแผนและออกแบบการทำงาน				
5.4	ชอบลงมือปฏิบัติและทดลอง				
5.5	ทำงานเชิงรุกและรวดเร็ว				
6. ด้านความสามารถในการประเมิน					
6.1	มีการประเมินผลระหว่างการดำเนินงาน				
6.2	มีการปรับปรุงระหว่างการดำเนินงาน				
6.3	มีการสรุปผลและประเมินผลหลังการดำเนินงาน				

เกณฑ์การตัดสิน

2.51 - 3.00	หมายถึง	ความเป็นนวัตกรรมอยู่ในระดับดีมาก
2.01 - 2.50	หมายถึง	ความเป็นนวัตกรรมอยู่ในระดับดี
1.51 - 2.00	หมายถึง	ความเป็นนวัตกรรมอยู่ในระดับพอใช้
1.00 - 1.50	หมายถึง	ความเป็นนวัตกรรมอยู่ในระดับปรับปรุง

5. เื่อนไขการนำไปใช้

- 1) ครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกและจัดเตรียมความพร้อมด้านสื่อ/วัสดุอุปกรณ์/สถานที่ในการเรียนรู้
- 2) การสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จะต้องเกิดจากปัญหา/สถานการณ์ที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวัน

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) รหัสวิชา ว32102
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 น้ำ เรื่อง โมเลกุลของน้ำ เวลา 3 ชั่วโมง
 ผู้สอน นายรติ จิรนิติศัย

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด

ม.4-6/8 ระบุว่าพันธะโคเวเลนต์เป็นพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม และระบุจำนวนคู่อิเล็กตรอนระหว่างอะตอมคู่ร่วมพันธะจากสูตรโครงสร้าง

ม.4-6/9 ระบุสภาพขั้วของสารที่ไม่เลกุลประกอบด้วย 2 อะตอม

ม.4-6/10 ระบุสารที่เกิดพันธะไฮโดรเจนได้จากสูตรโครงสร้าง

ม.4-6/11 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของสารโคเวเลนต์กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตามสภาพขั้วหรือการเกิดพันธะไฮโดรเจน

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน K

- 1) ระบุจำนวนอะตอมของธาตุองค์ประกอบในโมเลกุลของสารโคเวเลนต์จากสูตรโมเลกุลหรือสูตรโครงสร้าง
- 2) ระบุว่าพันธะโคเวเลนต์เป็นพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม และระบุจำนวนคู่อิเล็กตรอนระหว่างอะตอมคู่ร่วมพันธะจากสูตรโครงสร้าง
- 3) ระบุสภาพขั้วของสารที่ไม่เลกุลประกอบด้วย 2 อะตอม
- 4) ระบุสารที่เกิดพันธะไฮโดรเจนได้จากสูตรโครงสร้าง
- 5) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของสารโคเวเลนต์กับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลตามสภาพขั้วหรือการเกิดพันธะไฮโดรเจน

2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน P

- 1) ทักษะกระบวนการพัฒนานวัตกรรม

2.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน A

- 1) ความคิดสร้างสรรค์
- 2) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
- 3) ความสามารถในการสื่อสาร

3. สารสำคัญ / ความคิดรวบยอด

พันธะโคเวเลนต์เป็นการยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมด้วยการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน เกิดเป็นโมเลกุล โดยการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน 1 คู่ เรียกว่า พันธะเดี่ยว เขียนแทนด้วยเส้นพันธะ 1 เส้น ในโครงสร้างโมเลกุล ส่วนการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน 2 คู่ และ 3 คู่ เรียกว่า พันธะคู่และพันธะสาม เขียนแทนด้วยเส้นพันธะ 2 เส้น และ 3 เส้น ตามลำดับ

สารที่มีพันธะภายในโมเลกุลเป็นพันธะโคเวเลนต์ทั้งหมดเรียกว่า สารโคเวเลนต์ โดยสารโคเวเลนต์ที่ประกอบด้วย 2 อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันเป็นสารไม่มีขั้ว ส่วนสารโคเวเลนต์ที่ประกอบด้วย 2 อะตอมของธาตุต่างชนิดกัน เป็นสารมีขั้ว สำหรับสารโคเวเลนต์ที่ประกอบด้วยอะตอมมากกว่า 2 อะตอม อาจเป็นสารมีขั้วหรือไม่ มีขั้วขึ้นอยู่กับรูปร่างของโมเลกุล ซึ่งสภาพขั้วของสารโคเวเลนต์ส่งผลต่อแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลที่ทำให้จุดหลอมเหลวและจุดเดือดของสารโคเวเลนต์แตกต่างกัน นอกจากนี้สารบางชนิดมีจุดเดือดสูงกว่าปกติเนื่องจากมีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลสูงที่เรียกว่า พันธะไฮโดรเจน ซึ่งสารเหล่านี้มีพันธะ N-H , O-H หรือ F-H ภายในโครงสร้างโมเลกุล

การออกแบบและพัฒนานวัตกรรมเกี่ยวกับ การใช้ประโยชน์จากองค์ประกอบทางเคมีของน้ำ นั่นคือ ธาตุไฮโดรเจน และธาตุออกซิเจน

4. สารการเรียนรู้

- 4.1 โมเลกุลของน้ำ
 - พันธะโคเวเลนต์
 - การเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำและความมีขั้ว

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 5.1 มีวินัย
- 5.2 ใฝ่เรียนรู้
- 5.3 มุ่งมั่นในการทำงาน
- 5.4 มีจิตสาธารณะ

6. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 6.1 ความสามารถในการสื่อสาร
- 6.2 ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 6.3 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

7. ชิ้นงานหรือภาระงาน

ใบกิจกรรม เรื่อง โมเลกุลของน้ำ

8. การวัดและประเมินผล

ด้าน	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
K	ครูตรวจใบกิจกรรม เรื่อง โมเลกุลของน้ำ	ใบกิจกรรม เรื่อง โมเลกุลของน้ำ	นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง โมเลกุลของน้ำ ถูกต้อง มากกว่าร้อยละ 80 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์
P	ครูสังเกตทักษะกระบวนการ พัฒนานวัตกรรม	แบบประเมินทักษะกระบวนการพัฒนานวัตกรรม	นักเรียนมีผลการประเมิน ทักษะกระบวนการพัฒนานวัตกรรม อยู่ในระดับดี มากกว่าร้อยละ 80 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์
A	ครูสังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์	แบบสังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์	นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ อยู่ในระดับดี มากกว่าร้อยละ 80 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์

9. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม “KRUVIT Model”

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Keenness)

1.1) นักเรียนทบทวนความรู้เดิม โดยครูใช้แอปพลิเคชัน KAHOOT มีประเด็นคำถามดังนี้

- O_2 และ Pb เป็นธาตุ (แนวคำตอบ ถูกต้อง)
- H_2O และ NaCl เป็นสารประกอบ (แนวคำตอบ ถูกต้อง)
- Al (อะลูมิเนียม) และ O (ออกซิเจน) เป็นธาตุโลหะ (แนวคำตอบ ไม่ถูกต้อง เหตุผลเพราะ Al (อะลูมิเนียม) เป็นธาตุโลหะ แต่ O (ออกซิเจน) เป็นธาตุอโลหะ)
- สารละลายเป็นสารผสมที่เป็นเนื้อเดียว (แนวคำตอบ ถูกต้อง)
- น้ำแข็งและไอน้ำมีองค์ประกอบทางเคมีเหมือนกัน (แนวคำตอบ ถูกต้อง)

1.2) นักเรียนดูคลิปวิดีโอเกี่ยวกับความสำคัญของน้ำ หลังจากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามตามประเด็นที่ครูกำหนดดังนี้

- จบบอกประโยชน์ ความสำคัญ สถานะที่พบ และสูตรเคมีของน้ำ (แนวคำตอบ มนุษย์ใช้น้ำในการอุปโภคและบริโภค น้ำเป็นองค์ประกอบของร่างกาย น้ำเป็นตัวทำละลาย น้ำมี 3 สถานะ น้ำมีสูตรเคมีเป็น H_2O)

1.3) นักเรียนพิจารณารูป 2.1 ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพ(เคมี) แล้วระบุชนิดและจำนวนอะตอมของธาตุองค์ประกอบ (แนวคำตอบ อะตอมไฮโดรเจนยึดเหนี่ยวกับอะตอมออกซิเจน)

ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Reviewing)

2.1) นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน แล้วทำการสำรวจและค้นหาข้อมูลจากใบกิจกรรม เรื่อง โมเลกุลของน้ำ และแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เกี่ยวกับประเด็นคำถามที่ครูกำหนดดังนี้

- เราจะสามารถพิจารณาได้อย่างไรว่า การยึดเหนี่ยวกันระหว่างอะตอม หรือที่เรียกว่าพันธะเคมี จะเป็นพันธะโลหะ พันธะโคเวเลนต์ หรือพันธะไอออนิก

2.2) ตัวแทนนักเรียนของแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสำรวจและค้นหา

2.3) นักเรียนแต่ละกลุ่มพิจารณารูป 2.2 ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพ(เคมี) จากนั้นร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความหมายของจตุรอะตอมของแต่ละธาตุ

2.4) นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความเหมือนและความแตกต่างของพันธะโคเวเลนต์ทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ พันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม

2.5) นักเรียนและครูร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับ สูตรโมเลกุล โดยใช้โจทย์ปัญหาจากใบกิจกรรม เรื่อง โมเลกุลของน้ำ

2.6) นักเรียนพิจารณารูป 2.4 ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์(เคมี) จากนั้นร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ น้ำและไอน้ำ เหมือนและแตกต่างกันอย่างไร

2.7) นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล สภาพผิวของโมเลกุล และจุดเดือดของสารโคเวเลนต์

ขั้นที่ 3 การสร้างองค์ความรู้ (Utilization)

3.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมสรุปองค์ความรู้ เกี่ยวกับ พันธะโคเวเลนต์ สภาพผิวของสารที่โมเลกุลประกอบด้วย 2 อะตอม แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล และความสัมพันธระหว่างจุดเดือดของสารโคเวเลนต์กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตามสภาพผิวหรือการเกิดพันธะไฮโดรเจน

ขั้นที่ 4 การนำไปสู่นวัตกรรม (Viable to Innovation)

4.1) ครูกำหนดประเด็นคำถามเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบและพัฒนานวัตกรรม ดังนี้

- นักเรียนจะสามารถใช้ประโยชน์จากองค์ประกอบทางเคมีของน้ำ นั่นคือ ธาตุไฮโดรเจนและธาตุออกซิเจน ได้อย่างไรบ้าง

4.2) นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนและออกแบบนวัตกรรมเกี่ยวกับ การใช้ประโยชน์จากองค์ประกอบทางเคมีของน้ำ

4.3) นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง โมเลกุลของน้ำ ให้สมบูรณ์

ขั้นที่ 5 การตรวจสอบและประเมินผล (Inspection)

5.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมเกี่ยวกับ การใช้ประโยชน์จากองค์ประกอบทางเคมีของน้ำ ให้กับครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียน

5.2) นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อเสนอแนะจากครูผู้สอนและเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ เพื่อนำไปพัฒนา/ปรับปรุง

ขั้นที่ 6 การนำเสนอและเผยแพร่ (Transference)

6.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ นวัตกรรม เกี่ยวกับ การใช้ประโยชน์จากองค์ประกอบทางเคมีของน้ำ ในช่องทางที่หลากหลาย

10. สื่อ / แหล่งการเรียนรู้**10.1 สื่อการเรียนรู้**

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี)
- 2) ใบกิจกรรม เรื่อง โมเลกุลของน้ำ
- 3) Power Point เรื่อง โมเลกุลของน้ำ

10.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

- <https://www.youtube.com/watch?v=gTgJYgRWuLs>

11. บันทึกหลังสอน**11.1 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน K**

.....
.....

11.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน P

.....
.....

11.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน A

.....
.....

11.4 ปัญหา/อุปสรรคที่พบ

.....
.....

11.5 แนวทางการแก้ไข/แนวทางการพัฒนา

.....
.....

ลงชื่อ.....

(นายรติ จิรนิติศัย)

ครูผู้สอน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) รหัสวิชา ว32102
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 น้ำ เรื่อง สารในแหล่งน้ำธรรมชาติ เวลา 3 ชั่วโมง
 ผู้สอน นายติ จิรนิติชัย

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด

ม.4-6/12 เขียนสูตรเคมีของไอออนและสารประกอบไอออนิก

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน K

- 1) อธิบายการเกิดพันธะไอออนิก
- 2) เขียนสูตรเคมีของไอออนที่พบในชีวิตประจำวัน
- 3) เขียนสูตรเอมพิริคัลของสารประกอบไอออนิกจากไอออนที่กำหนดให้
- 4) เปรียบเทียบจุดหลอมเหลวและจุดเดือดระหว่างสารโคเวเลนต์กับสารประกอบไอออนิก

2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน P

- 1) ทักษะกระบวนการพัฒนานวัตกรรม

2.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน A

- 1) ความคิดสร้างสรรค์
- 2) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
- 3) ความสามารถในการสื่อสาร

3. สารสำคัญ / ความคิดรวบยอด

สารประกอบไอออนิกส่วนใหญ่เกิดจากการรวมตัวกันของไอออนบวกของธาตุโลหะและไอออนลบของธาตุอโลหะ ในบางกรณีไอออนอาจประกอบด้วยกลุ่มของอะตอม โดยเมื่อไอออนรวมตัวกันเกิดเป็นสารประกอบไอออนิกจะมีสัดส่วนการรวมตัวเพื่อให้ประจุของสารประกอบเป็นกลางทางไฟฟ้า โดยไอออนบวกและไอออนลบจะจัดเรียงตัวสลับต่อเนื่องกันไป ใน 3 มิติเกิดเป็นผลึกของสาร ซึ่งสูตรเคมีของสารประกอบไอออนิกประกอบด้วยสัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนบวกตามด้วยสัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนลบ โดยมีตัวเลขที่แสดงจำนวนไอออนแต่ละชนิดเป็นอัตราส่วนอย่างต่ำ

การออกแบบและพัฒนานวัตกรรมเกี่ยวกับ การทำให้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ สามารถนำมาใช้ในการอุปโภค/บริโภคได้

4. สารการเรียนรู้

4.1 สารในแหล่งน้ำธรรมชาติ

- สารประกอบไอออนิก
- การเปลี่ยนแปลงสถานะของสารประกอบไอออนิก

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 5.1 มีวินัย
- 5.2 ใฝ่เรียนรู้
- 5.3 มุ่งมั่นในการทำงาน
- 5.4 มีจิตสาธารณะ

6. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 6.1 ความสามารถในการสื่อสาร
- 6.2 ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 6.3 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

7. ชิ้นงานหรือภาระงาน

ใบกิจกรรม เรื่อง สารในแหล่งน้ำธรรมชาติ

8. การวัดและประเมินผล

ด้าน	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
K	ครูตรวจใบกิจกรรม เรื่อง สารในแหล่งน้ำธรรมชาติ	ใบกิจกรรม เรื่อง สารในแหล่งน้ำธรรมชาติ	นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง สารในแหล่งน้ำธรรมชาติ ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์
P	ครูสังเกตทักษะกระบวนการ พัฒนานวัตกรรม	แบบประเมินทักษะกระบวนการพัฒนานวัตกรรม	นักเรียนมีผลการประเมิน ทักษะกระบวนการพัฒนา นวัตกรรม อยู่ในระดับดี มากกว่าร้อยละ 80 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์
A	ครูสังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์	แบบสังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์	นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ อยู่ในระดับดี มากกว่าร้อยละ 80 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์

9. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม “KRUVIT Model”

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Keenness)

- 1.1) นักเรียนดูคลิปวิดีโอเกี่ยวกับแหล่งน้ำธรรมชาติ แล้วร่วมกันตอบประเด็นคำถาม
 - แหล่งน้ำธรรมชาติสามารถนำมาอุปโภค/บริโภคได้อย่างปลอดภัยหรือไม่
(แนวคำตอบ ไม่ปลอดภัย)
- 1.2) นักเรียนร่วมกันอภิปรายเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของน้ำกลั่นกับน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า น้ำกลั่นเป็นสารบริสุทธิ์ ส่วนน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติเป็นสารผสมที่มีสารอื่นละลายอยู่
- 1.3) นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน แล้วทำการสำรวจและค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นที่ครูกำหนด ดังนี้
 - ให้นักเรียนยกตัวอย่างสารที่ละลายอยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติ
 - ให้นักเรียนแบ่งสารที่เป็นสารโคเวเลนต์ และไม่ใช่อะไรโคเวเลนต์ (โดยใช้องค์ความรู้เดิมจากการเรียนครั้งก่อน)

1.4) นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ NaCl ว่าเป็นสารโคเวเลนต์ หรือไม่ใช่สารโคเวเลนต์ (แนวคำตอบ NaCl ไม่ใช่สารโคเวเลนต์ แต่เป็นสารประกอบไอออนิก ที่ประกอบด้วยไอออนของโซเดียม (Na^+) และไอออนของคลอรีน (Cl^-) โดยไอออนบวกและไอออนลบในสารประกอบไอออนิกยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะเคมี เรียกว่า พันธะไอออนิก)

ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Reviewing)

2.1) นักเรียนแต่ละกลุ่ม ทำใบกิจกรรม เรื่อง สารในแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยศึกษาแหล่งน้ำทะเล น้ำบาดาล แหล่งน้ำแร่ เพื่อศึกษาการจัดเรียงตัวของไอออนในสารประกอบไอออนิก

2.2) นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเขียนสูตรของสารประกอบไอออนิก ที่เรียกว่า สูตรเคมีเพื่อแสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของไอออนที่เป็นองค์ประกอบที่ทำให้สารประกอบเป็นกลางทางไฟฟ้า

2.3) นักเรียนร่วมกันเปรียบเทียบข้อมูลจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารโคเวเลนต์จากตารางที่ 2.2 ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพ(เคมี) และจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารประกอบไอออนิกจากตารางที่ 2.5 ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพ(เคมี)

ขั้นที่ 3 การสร้างองค์ความรู้ (Utilization)

3.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมสรุปองค์ความรู้ เกี่ยวกับ พันธะไอออนิก การเขียนสูตรเคมีของสารประกอบไอออนิก และการเปรียบเทียบจุดหลอมเหลวและจุดเดือดระหว่างสารโคเวเลนต์กับสารประกอบไอออนิก

ขั้นที่ 4 การนำไปสู่วัตถุประสงค์ (Viable to Innovation)

4.1) ครูกำหนดประเด็นคำถามให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบและพัฒนาวัตกรรมการ ดังนี้

- นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร เพื่อที่จะสามารถอุปโภค/บริโภคน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ได้อย่างปลอดภัย

4.2) นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนและออกแบบนวัตกรรมเกี่ยวกับ การทำให้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ สามารถนำมาใช้ในการอุปโภค/บริโภคได้

4.3) นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง สารในแหล่งน้ำธรรมชาติ ให้สมบูรณ์

ขั้นที่ 5 การตรวจสอบและประเมินผล (Inspection)

5.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมเกี่ยวกับ การทำให้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ สามารถนำมาใช้ในการอุปโภค/บริโภคได้ ให้กับครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียน

5.2) นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อเสนอแนะจากครูผู้สอนและเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ เพื่อนำไปพัฒนา/ปรับปรุง

ขั้นที่ 6 การนำเสนอและเผยแพร่ (Transference)

6.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ นวัตกรรม ที่ทำให้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ สามารถนำมาใช้ในการอุปโภค/บริโภคได้ ในช่องทางที่หลากหลาย

10. สื่อ / แหล่งการเรียนรู้**10.1 สื่อการเรียนรู้**

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี)
- 2) ใบกิจกรรม เรื่อง สารในแหล่งน้ำธรรมชาติ
- 3) Power Point เรื่อง สารในแหล่งน้ำธรรมชาติ

10.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

- <https://www.youtube.com/watch?v=ZOu8PnxMMw>

11. บันทึกหลังสอน**11.1 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน K**

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

11.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน P

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

11.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน A

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

11.4 ปัญหา/อุปสรรคที่พบ

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

11.5 แนวทางการแก้ไข/แนวทางการพัฒนา

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

ลงชื่อ.....

(นายรติ จิรนิตย์)

ครูผู้สอน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) รหัสวิชา ว32102
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 น้ำ เรื่อง การละลายของสารในน้ำ เวลา 3 ชั่วโมง
 ผู้สอน นายรติ จิรนิติชัย

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด

ม.4-6/13 ระบุว่าสารเกิดการละลายแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัว พร้อมให้เหตุผลและระบุว่าสารละลายที่ได้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์หรือ nonelectrolyte

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน K

- 1) ระบุว่าสารเกิดการละลายน้ำแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัวจากสูตรเคมีของสาร และสารละลายที่ได้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์หรือ nonelectrolyte

2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน P

- 1) ทักษะกระบวนการพัฒนานวัตกรรม

2.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน A

- 1) ความคิดสร้างสรรค์
- 2) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
- 3) ความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยง
- 4) ความสามารถในการสื่อสาร

3. สารสำคัญ / ความคิดรวบยอด

สารจะละลายน้ำได้เมื่อองค์ประกอบของสารสามารถเกิดแรงดึงดูดกับโมเลกุลของน้ำได้ โดยการละลายของสารในน้ำเกิดได้ 2 ลักษณะคือ การละลายแบบแตกตัว และการละลายแบบไม่แตกตัว การละลายแบบแตกตัวเกิดขึ้นกับสารประกอบไอออนิก และสารโคเวเลนต์บางชนิดที่มีสมบัติเป็นกรดหรือเบส โดยเมื่อสารเกิดการละลายแบบแตกตัวจะได้ไอออนที่สามารถเคลื่อนที่ได้ทำให้ได้สารละลายที่นำไฟฟ้า ซึ่งเรียกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ การละลายแบบไม่แตกตัวเกิดขึ้นกับสารโคเวเลนต์ที่มีขั้วสูง สามารถดึงดูดกับโมเลกุลของน้ำได้ดี โดยเมื่อเกิดการละลาย โมเลกุลของสารจะไม่แตกตัวเป็นไอออน และสารละลายที่ได้จะไม่นำไฟฟ้า ซึ่งเรียกว่า สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์

การออกแบบและพัฒนานวัตกรรมเกี่ยวกับ เครื่องดื่มที่มีคุณประโยชน์ต่อร่างกาย โดยใช้องค์ความรู้เรื่องการละลายของสารในน้ำ

4. สารการเรียนรู้

4.1 การละลายของสารในน้ำ

- การละลายแบบแตกตัว
- การละลายแบบไม่แตกตัว

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 5.1 มีวินัย
- 5.2 ใฝ่เรียนรู้
- 5.3 มุ่งมั่นในการทำงาน
- 5.4 มีจิตสาธารณะ

6. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 6.1 ความสามารถในการสื่อสาร
- 6.2 ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 6.3 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

7. ชิ้นงานหรือภาระงาน

- ใบกิจกรรม เรื่อง การละลายของสารในน้ำ

8. การวัดและประเมินผล

ด้าน	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
K	ครูตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การละลายของสารในน้ำ	ใบกิจกรรม เรื่อง การละลายของสารในน้ำ	นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง การละลายของสารในน้ำ ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์
P	ครูสังเกตทักษะกระบวนการ พัฒนานวัตกรรม	แบบประเมินทักษะกระบวนการพัฒนานวัตกรรม	นักเรียนมีผลการประเมิน ทักษะกระบวนการพัฒนา นวัตกรรม อยู่ในระดับดี มากกว่าร้อยละ 80 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์
A	ครูสังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์	แบบสังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์	นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์อยู่ในระดับดีมากกว่า ร้อยละ 80 จึงจะถือว่าผ่าน เกณฑ์

9. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม “KRUVIT Model”

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Keenness)

1.1) นักเรียนทบทวนความรู้เดิม เกี่ยวกับ ไอออนที่เป็นองค์ประกอบของสารประกอบไอออนิก

สูตรเคมี	ไอออนบวก	ไอออนลบ
$Al_2(SO_4)_3$	Al^{3+}	SO_4^{2-}
CaO	Ca^{2+}	O^{2-}
KCl	K^+	Cl^-
$(NH_4)_2CO_3$	NH_4^+	CO_3^{2-}
Na_3PO_4	Na^+	PO_4^{3-}
Li_2SO_4	Li^+	SO_4^{2-}
$Mg(C_2H_3O_2)_2$	Mg^{2+}	$C_2H_3O_2^-$

1.2) นักเรียนร่วมกันสังเกต การสาคิของครู โดยการยกตัวอย่างการเตรียมน้ำเกลือแร่ โดยการนำผงเกลือแร่ ซึ่งประกอบด้วยเกลือแกงและกลูโคส มาละลายในน้ำ จากนั้นเขียนสูตรเคมีของเกลือแกงและกลูโคส แล้วใช้คำถามว่า NaCl และ $C_6H_{12}O_6$ เมื่อละลายในน้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Reviewing)

- 2.1) นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ร่วมกันพิจารณารูป 2.10 ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) ซึ่งแสดงการละลายของเกลือแกงในน้ำ เพื่อศึกษาการละลายแบบแตกตัว ที่เรียกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์
- 2.2) นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ การนำไฟฟ้าของสารละลายอิเล็กโทรไลต์
- 2.3) นักเรียนร่วมกันสำรวจและค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นที่ครูกำหนดดังนี้
 - สารโคเวเลนต์ไม่สามารถนำไฟฟ้าได้ จริงหรือไม่
- 2.4) นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปข้อมูล พร้อมแลกเปลี่ยนกับกลุ่มอื่นๆ

ขั้นที่ 3 การสร้างองค์ความรู้ (Utilization)

- 3.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมสรุปองค์ความรู้ เกี่ยวกับ การละลายน้ำแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัวจากสูตรเคมีของสาร และสารละลายที่ได้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์หรืออนอิเล็กโทรไลต์

ขั้นที่ 4 การนำไปสู่นวัตกรรม (Viable to Innovation)

- 4.1) นักเรียนดูคลิปวิดีโอ เกี่ยวกับ ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ
- 4.2) ครูกำหนดประเด็นคำถามเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบและพัฒนานวัตกรรม ดังนี้
 - ถ้านักเรียนเปิดบริษัท/ธุรกิจเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ นักเรียนออกแบบสูตร ส่วนประกอบของเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ พร้อมทั้งคำนวณต้นทุน กำหนดราคาขายอย่างไร
- 4.3) นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนและออกแบบนวัตกรรมเกี่ยวกับ เครื่องดื่มที่มีคุณประโยชน์ต่อร่างกาย โดยใช้องค์ความรู้เรื่องการละลายของสารในน้ำ
- 4.4) นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง การละลายของสารในน้ำ ให้สมบูรณ์

ขั้นที่ 5 การตรวจสอบและประเมินผล (Inspection)

- 5.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมเกี่ยวกับ เครื่องดื่มที่มีคุณประโยชน์ต่อร่างกาย โดยใช้องค์ความรู้เรื่องการละลายของสารในน้ำ ให้กับครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียน
- 5.2) นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อเสนอแนะจากครูผู้สอนและเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ เพื่อนำไปพัฒนา/ปรับปรุง

ขั้นที่ 6 การนำเสนอและเผยแพร่ (Transference)

6.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ นวัตกรรม เครื่องดื่มที่มีคุณประโยชน์ต่อร่างกาย โดยใช้องค์ความรู้เรื่อง การละลายของสารในน้ำ ในช่องทางที่หลากหลาย

10. สื่อ / แหล่งการเรียนรู้**10.1 สื่อการเรียนรู้**

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี)
- 2) ใบกิจกรรม เรื่อง การละลายของสารในน้ำ
- 3) Power Point เรื่อง การละลายของสารในน้ำ

10.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

- <https://www.youtube.com/watch?v=xfHczw5jHKU>

11. บันทึกหลังสอน**11.1 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน K**

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

11.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน P

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

11.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน A

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

11.4 ปัญหา/อุปสรรคที่พบ

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

11.5 แนวทางการแก้ไข/แนวทางการพัฒนา

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

ลงชื่อ.....

(นายรติ จิรนิติศัย)

ครูผู้สอน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) รหัสวิชา ว32102
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 อาหาร เรื่อง ไขมัน น้ำมัน และคาร์โบไฮเดรต เวลา 3 ชั่วโมง
 ผู้สอน นายรติ จิรนิติชัย

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด

ม.4-6/14 ระบุสารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอนว่าอิ่มตัวหรือไม่อิ่มตัวจากสูตรโครงสร้าง

ม.4-6/15 สืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์ชนิดนั้น

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน K

- 1) อธิบายความหมายของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน
- 2) ระบุสารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอนว่าอิ่มตัวหรือไม่อิ่มตัวจากสูตรโครงสร้าง
- 3) สืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์ชนิดนั้น

2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน P

- 1) ทักษะกระบวนการพัฒนานวัตกรรม

2.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน A

- 1) ความคิดสร้างสรรค์
- 2) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
- 3) ความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยง
- 4) ความสามารถในการสื่อสาร

3. สารสำคัญ / ความคิดรวบยอด

สารประกอบอินทรีย์เป็นสารประกอบของคาร์บอน ส่วนใหญ่พบในสิ่งมีชีวิต มีโครงสร้างหลากหลายและแบ่งได้หลายประเภท เนื่องจากธาตุคาร์บอนสามารถเกิดพันธะกับคาร์บอนด้วยตัวเอง และธาตุอื่น ๆ นอกจากนี้พันธะระหว่างคาร์บอนยังมีหลายรูปแบบ ได้แก่ พันธะเดี่ยว พันธะคู่ พันธะสาม สารประกอบอินทรีย์ที่มีเฉพาะธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ เรียกว่า สารประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวมีพันธะระหว่างคาร์บอนเป็นพันธะเดี่ยวทุกพันธะในโครงสร้าง ส่วนสารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัวมีพันธะระหว่างคาร์บอนเป็นพันธะคู่หรือพันธะสามอย่างน้อย 1 พันธะในโครงสร้าง

สารที่พบในชีวิตประจำวันมีทั้งโมเลกุลขนาดเล็กและขนาดใหญ่ พอลิเมอร์เป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ที่เกิดจากมอนอเมอร์หลายโมเลกุลเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเคมีทำให้สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์แตกต่างจากมอนอเมอร์ที่เป็นสารตั้งต้น เช่น สถานะ จุดหลอมเหลว การละลาย

การออกแบบและพัฒนาวัสดุกรรมเกี่ยวกับ การใช้ประโยชน์จากไขมันและน้ำมัน

4. สารการเรียนรู้

- 4.1 ไขมันและน้ำมัน
- 4.2 คาร์โบไฮเดรต

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 5.1 มีวินัย
- 5.2 ใฝ่เรียนรู้
- 5.3 มุ่งมั่นในการทำงาน
- 5.4 มีจิตสาธารณะ

6. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 6.1 ความสามารถในการสื่อสาร
- 6.2 ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 6.3 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

7. ชิ้นงานหรือภาระงาน

- ใบกิจกรรม เรื่อง ไขมัน น้ำมัน และคาร์โบไฮเดรต

8. การวัดและประเมินผล

ด้าน	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
K	ครูตรวจใบกิจกรรม เรื่อง ไขมัน น้ำมัน และคาร์โบไฮเดรต	ใบกิจกรรม เรื่อง ไขมัน น้ำมัน และคาร์โบไฮเดรต	นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง ไขมัน น้ำมัน และคาร์โบไฮเดรต ถูกต้อง มากกว่าร้อยละ 80 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์
P	ครูสังเกตทักษะกระบวนการพัฒนานวัตกรรม	แบบประเมินทักษะกระบวนการพัฒนานวัตกรรม	นักเรียนมีผลการประเมินทักษะกระบวนการพัฒนานวัตกรรม อยู่ในระดับดี มากกว่าร้อยละ 80 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์
A	ครูสังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์	แบบสังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์	นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ อยู่ในระดับดี มากกว่าร้อยละ 80 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์

9. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม “KRUVIT Model”

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Keenness)

- 1.1) นักเรียนทำแบบตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน โดยครูใช้แอปพลิเคชัน KAHOOT
- 1.2) นักเรียนดูคลิปวิดีโอ เกี่ยวกับ ประโยชน์และโทษของไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว
- 1.3) ครูสุ่มนักเรียน เพื่อให้นักเรียนนำเสนออาหารที่รับประทานมือเช้า หรือนำเสนออาหารที่นักเรียนชื่นชอบก็ได้
- 1.4) นักเรียนร่วมกันพิจารณารูป 3.7 ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพ(เคมี) เกี่ยวกับการย่อยคาร์โบไฮเดรตในแป้งให้เป็นกลูโคส แล้วให้นักเรียนพิจารณาว่าแป้งกับกลูโคสแตกต่างกันอย่างไร

ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Reviewing)

2.1) นักเรียนสำรวจและค้นหาเกี่ยวกับธาตุองค์ประกอบของสารประกอบอินทรีย์ และความแตกต่างของสารประกอบอินทรีย์ประเภทอิมิตัวและไม่อิมิตัว จากใบกิจกรรม เรื่อง ไชมันและน้ำมัน และสามารถหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย

2.2) นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน เพื่อศึกษารูป 3.8 ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพ(เคมี)

2.3) นักเรียนร่วมกันอภิปรายความสัมพันธ์ระหว่างมอนอเมอร์กับพอลิเมอร์

2.4) นักเรียนร่วมกันสำรวจและค้นหา เกี่ยวกับ สมบัติของพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ จากกิจกรรมการทดลองเปรียบเทียบสมบัติบางประการของกลูโคสและแป้งมันสำปะหลัง

กิจกรรม 3.1 การทดลองเปรียบเทียบสมบัติบางประการของกลูโคสและแป้งมันสำปะหลัง

จุดประสงค์

เพื่อศึกษาสมบัติการละลาย และการติดกระดาษของสารละลายกลูโคสและน้ำแป้งมันสำปะหลัง

เวลาที่ใช้	50 นาที
อภิปรายก่อนการทดลอง	5 นาที
ทำการทดลอง	30 นาที
อภิปรายหลังทำการทดลอง	15 นาที

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

รายการ	ปริมาณต่อกลุ่ม
สารเคมี	
1. แป้งมันสำปะหลัง	5 g
2. กลูโคส	5 g
3. น้ำกลั่น	25 mL
วัสดุและอุปกรณ์	
1. บีกเกอร์ ขนาด 50 mL	1 ใบ
2. แท่งแก้วคน	1 แท่ง
3. เครื่องชั่ง	1 เครื่อง
4. เตาแม่เหล็กความร้อน	1 เครื่อง
5. กระดาษขนาด 5 cm x 7 cm	1 แผ่น

2.5) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

ขั้นที่ 3 การสร้างองค์ความรู้ (Utilization)

3.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมสรุปองค์ความรู้ เกี่ยวกับ ความหมายของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน และสารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอนอิมิตัวและไม่อิมิตัว สมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์

ขั้นที่ 4 การนำไปสู่วัตถุกรรม (Viable to Innovation)

- 4.1) ครูกำหนดประเด็นคำถามเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบและพัฒนาวัตถุกรรม ดังนี้
 - ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์จากองค์ความรู้เรื่องไขมันและน้ำมัน นักเรียนจะออกแบบผลิตภัณฑ์นั้นอย่างไร เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อกิจการของนักเรียน
- 4.2) นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนและออกแบบวัตถุกรรมเกี่ยวกับ การใช้ประโยชน์จากไขมันและน้ำมัน
- 4.3) นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง ไขมัน น้ำมัน และคาร์โบไฮเดรต ให้สมบูรณ์

ขั้นที่ 5 การตรวจสอบและประเมินผล (Inspection)

- 5.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอการออกแบบและพัฒนาวัตถุกรรมเกี่ยวกับ ประโยชน์จากไขมันและน้ำมัน ให้กับครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียน
- 5.2) นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อเสนอแนะจากครูผู้สอนและเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ เพื่อนำไปพัฒนา/ปรับปรุง

ขั้นที่ 6 การนำเสนอและเผยแพร่ (Transference)

- 6.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ วัตถุกรรม เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากไขมันและน้ำมัน ในช่องทางที่หลากหลาย

10. สื่อ / แหล่งการเรียนรู้**10.1 สื่อการเรียนรู้**

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี)
- 2) ใบกิจกรรม เรื่อง ไขมัน น้ำมัน และคาร์โบไฮเดรต
- 3) Power Point เรื่อง ไขมัน น้ำมัน และคาร์โบไฮเดรต

10.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

- <https://www.youtube.com/watch?v=rqVJCFEyzdU>

11. บันทึกหลังสอน**11.1 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน K**

.....
.....

11.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน P

.....
.....

11.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน A

.....
.....

11.4 ปัญหา/อุปสรรคที่พบ

.....
.....

11.5 แนวทางการแก้ไข/แนวทางการพัฒนา

.....
.....

ลงชื่อ.....

(นายรติ จิรนิติศัย)

ครูผู้สอน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) รหัสวิชา ว32102
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 อาหาร เรื่อง โปรตีน วิตามิน และเกลือแร่ เวลา 3 ชั่วโมง
 ผู้สอน นายรติ จิรนิติชัย

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด

ม.4-6/16 ระบุสมบัติความเป็นกรด-เบสจากโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์

ม.4-6/17 อธิบายสมบัติการละลายในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ของสาร

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน K

- 1) ระบุว่าสารประกอบอินทรีย์มีสมบัติกรด-เบสจากสูตรโครงสร้าง
- 2) อธิบายสมบัติการละลายในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ของสาร

2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน P

- 1) ทักษะกระบวนการพัฒนานวัตกรรม

2.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน A

- 1) ความคิดสร้างสรรค์
- 2) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
- 3) ความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยง
- 4) ความสามารถในการประเมินผล

3. สารสำคัญ / ความคิดรวบยอด

สารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ $-COOH$ สามารถแสดงสมบัติความเป็นกรด ส่วนสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ $-NH_2$ สามารถแสดงสมบัติความเป็นเบส

การละลายของสารพิจารณาได้จากความมีขั้วของตัวละลายและตัวทำละลาย โดยสารสามารถละลายได้ในตัวทำละลายที่มีขั้วใกล้เคียงกัน โดยสารมีขั้วละลายในตัวทำละลายที่มีขั้ว ส่วนสารไม่มีขั้วละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้วและสารมีขั้วไม่ละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว

การออกแบบและพัฒนานวัตกรรมเกี่ยวกับ อาหารเพื่อสุขภาพ โดยใช้องค์ความรู้จากเรื่อง ไขมัน น้ำมัน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามินและเกลือแร่

4. สารการเรียนรู้

4.1 โปรตีน วิตามิน และเกลือแร่

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

5.1 มีวินัย

5.2 ใฝ่เรียนรู้

5.3 มุ่งมั่นในการทำงาน

5.4 มีจิตสาธารณะ

6. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

6.1 ความสามารถในการสื่อสาร

6.2 ความสามารถในการแก้ปัญหา

6.3 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

7. ชิ้นงานหรือภาระงาน

- ใบกิจกรรม เรื่อง โปรตีน วิตามิน และเกลือแร่

8. การวัดและประเมินผล

ด้าน	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
K	ครูตรวจใบกิจกรรม เรื่อง โปรตีน วิตามิน และเกลือแร่	ใบกิจกรรม เรื่อง โปรตีน วิตามิน และเกลือแร่	นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง โปรตีน วิตามิน และเกลือแร่ ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์
P	ครูสังเกตทักษะกระบวนการ พัฒนานวัตกรรม	แบบประเมินทักษะกระบวนการพัฒนานวัตกรรม	นักเรียนมีผลการประเมิน ทักษะกระบวนการพัฒนา นวัตกรรม อยู่ในระดับดี มากกว่าร้อยละ 80 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์
A	ครูสังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์	แบบสังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์	นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ อยู่ในระดับดี มากกว่าร้อยละ 80 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์

9. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม “KRUVIT Model”

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Keenness)

1.1) นักเรียนดูคลิปวิดีโอ เกี่ยวกับ ประโยชน์ของโปรตีนต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ และ ภาวะร่างกายขาดวิตามินและเกลือแร่ เพื่อให้ นักเรียนเห็นความสำคัญของวิตามินและเกลือแร่ต่อร่างกายมนุษย์

1.2) นักเรียนพิจารณาสูตรโครงสร้างของวิตามิน B1 , วิตามิน C , วิตามิน A และ วิตามิน D แล้วพิจารณาประเด็นคำถามของครูดังนี้

- โมเลกุลของวิตามินที่ละลายน้ำควรมีลักษณะอย่างไร และแตกต่างจากโมเลกุลของวิตามินที่ละลายในไขมันอย่างไร (แนวคำตอบ โมเลกุลของวิตามินที่ละลายในน้ำแตกต่างจากโมเลกุลของวิตามินที่ละลายในไขมัน คือ มีประจุ หรือมีหมู่ที่สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้หลายหมู่)

1.3) ครูถามนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่บทเรียนว่า นักเรียนรู้จัก “like dissolves like” หรือไม่

ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Reviewing)

2.1) นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน เพื่อสำรวจและค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นคำถามที่ครูกำหนดไว้ก่อนหน้า (แนวคำตอบ โปรตีนจัดเป็นพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งที่มีกรดแอมิโนเป็นมอนอเมอร์ ร่างกายจะย่อยโปรตีนให้มีขนาดเล็กลง จนได้เป็นกรดแอมิโนชนิดต่าง ๆ แล้วดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือด)

2.2) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายประเด็นคำถามที่ครูกำหนดดังนี้

- เพราะเหตุใดผู้ที่บริโภคเฉพาะถั่วและผักบางชนิดที่มีโปรตีนในปริมาณสูง ยังเกิดภาวะขาดโปรตีนได้ (เพื่อเชื่อมโยงสู่กรดแอมิโนจำเป็นและไม่จำเป็น)

2.3) นักเรียนพิจารณารูป 3.18 ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพ(เคมี) แล้วร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับสารซักล้างช่วยจัดคราบไขมันได้อย่างไร (แนวคำตอบ โมเลกุลของสารซักล้างมีทั้งส่วนที่มีขั้วและไม่ขั้ว ซึ่งในกระบวนการซักล้าง โมเลกุลดังกล่าวจะหันส่วนไม่มีขั้วเข้าหาคราบไขมัน และส่วนมีขั้วหันเข้าหาโมเลกุลน้ำ ทำให้คราบไขมันหลุดออกมาเป็นหยดน้ำมันที่ถูกห่อหุ้มด้วยโมเลกุลของสารซักล้างเกิดเป็นไมเซลล์ (micelle) ที่กระจายตัวในน้ำ)

2.4) นักเรียนสืบค้นเกี่ยวกับการต่อยอดองค์ความรู้ของการเกิดไมเซลล์ช่วยทำให้ไขมันกระจายตัวอยู่ในน้ำ ได้ดีเกิดเป็นของผสมที่เรียกว่า อิมัลชัน (emulsion) (แนวคำตอบ น้ำมัน น้ำสลัด ครีมทาผิว)

ขั้นที่ 3 การสร้างองค์ความรู้ (Utilization)

3.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมสรุปองค์ความรู้ เกี่ยวกับ สารประกอบอินทรีย์มีสมบัติกรด-เบสจากสูตรโครงสร้าง

3.2) นักเรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ เกี่ยวกับ สมบัติการละลายในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ของสาร (สมบัติการละลายเป็นไปตามหลักการที่เรียกว่า “like dissolves like” คือ สารจะละลายได้ในตัวทำละลายที่มีขั้วใกล้เคียงกัน ซึ่งหลักการนี้สามารถใช้อธิบายการละลายของสารโดยทั่วไปได้ เช่น กลูโคสละลายในน้ำ เมทิลแอลกอฮอล์ละลายในน้ำมัน น้ำมันไม่ละลายในน้ำ เป็นต้น)

ขั้นที่ 4 การนำไปสู่นวัตกรรม (Viable to Innovation)

4.1) นักเรียนดูคลิปวิดีโอเกี่ยวกับ ปัญหาด้านสุขภาพจากการรับประทานอาหาร

4.2) ครูกำหนดประเด็นคำถามเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบและพัฒนาวัตกรรม ดังนี้

- นักเรียนจะมีการคิดค้นสูตรอาหารอย่างไร เพื่อลดปัญหาด้านสุขภาพ โดยมีเงื่อนไขดังนี้

- 1) อาหารต้องครบทุกหมู่
- 2) มีการคำนวณราคาขายที่เหมาะสม
- 3) มีการศึกษาความพึงพอใจ

4.3) นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนและออกแบบนวัตกรรมเกี่ยวกับ อาหารเพื่อสุขภาพ โดยใช้องค์ความรู้ จากเรื่อง ไขมัน น้ำมัน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามินและเกลือแร่

4.4) นักเรียนออกแบบการประเมินความพึงพอใจต่อการออกแบบนวัตกรรมเกี่ยวกับ อาหารเพื่อสุขภาพ

4.5) นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง โปรตีน วิตามินและเกลือแร่ ให้สมบูรณ์

ขั้นที่ 5 การตรวจสอบและประเมินผล (Inspection)

5.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมเกี่ยวกับ อาหารเพื่อสุขภาพ ให้กับ ครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียน

5.2) นักเรียนแต่ละกลุ่มแจกแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการออกแบบนวัตกรรม เกี่ยวกับ อาหารเพื่อ สุขภาพ ให้กับครูผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียน

5.3) นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อเสนอแนะจากครูผู้สอนและเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ เพื่อนำไปพัฒนา/ปรับปรุง

ขั้นที่ 6 การนำเสนอและเผยแพร่ (Transference)

6.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ นวัตกรรม เกี่ยวกับอาหารเพื่อสุขภาพ ในช่องทางที่หลากหลาย

10. สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

10.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี)
- 2) ใบกิจกรรม เรื่อง โปรตีน วิตามิน และเกลือแร่
- 3) Power Point เรื่อง โปรตีน วิตามิน และเกลือแร่

10.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ
 - <https://www.youtube.com/watch?v=ergTEtP8qBM>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=n70glotYT7Y>
 - https://www.youtube.com/watch?v=F6J3TQ7_XI4

11. บันทึกหลังสอน**11.1 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน K**

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

11.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน P

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

11.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน A

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

11.4 ปัญหา/อุปสรรคที่พบ

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

11.5 แนวทางการแก้ไข/แนวทางการพัฒนา

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

ลงชื่อ.....

(นายรติ จิรนิติชัย)

ครูผู้สอน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) รหัสวิชา ว32102
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 อาหาร เรื่อง บรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร เวลา 3 ชั่วโมง
 ผู้สอน นายรติ จิรนิติศัย

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด

ม.4-6/18 วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติเทอร์มอพลาสติก และเทอร์โมเซตของพอลิเมอร์ และการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน K

- 1) วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติเทอร์มอพลาสติกและเทอร์โมเซตของพอลิเมอร์ และการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์

2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน P

- 1) ทักษะกระบวนการพัฒนานวัตกรรม

2.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน A

- 1) ความคิดสร้างสรรค์
- 2) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
- 3) ความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยง
- 4) ความสามารถในการสื่อสาร
- 5) ความสามารถในการสร้างชิ้นงานและแก้ปัญหา
- 6) ความสามารถในการประเมินผล

3. สำคัญ / ความคิดรวบยอด

โครงสร้างของพอลิเมอร์อาจเป็นแบบเส้น แบบกิ่ง หรือแบบร่างแห โดยพอลิเมอร์แบบเส้นและแบบกิ่งมีสมบัติเทอร์มอพลาสติก ส่วนพอลิเมอร์แบบร่างแหมีสมบัติเทอร์มอเซต จึงมีการใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน การออกแบบและพัฒนาวัสดุกรรมเกี่ยวกับ บรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

4. สำคัญการเรียนรู้

4.1 บรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

5.1 มีวินัย

5.2 ใฝ่เรียนรู้

5.3 มุ่งมั่นในการทำงาน

5.4 มีจิตสาธารณะ

6. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

6.1 ความสามารถในการสื่อสาร

6.2 ความสามารถในการแก้ปัญหา

6.3 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

7. ชิ้นงานหรือภาระงาน

- ใบกิจกรรม เรื่อง บรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร

8. การวัดและประเมินผล

ด้าน	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
K	ครูตรวจใบกิจกรรม เรื่อง บรรจุก้อนสำหรับอาหาร	ใบกิจกรรม เรื่อง บรรจุก้อนสำหรับอาหาร	นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง บรรจุก้อนสำหรับอาหาร ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์
P	ครูสังเกตทักษะกระบวนการ พัฒนานวัตกรรม	แบบประเมินทักษะกระบวนการพัฒนานวัตกรรม	นักเรียนมีผลการประเมิน ทักษะกระบวนการพัฒนานวัตกรรม อยู่ในระดับดี มากกว่าร้อยละ 80 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์
A	ครูสังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์	แบบสังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์	นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์อยู่ในระดับดีมากกว่า ร้อยละ 80 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์

9. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม “KRUVIT Model”

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Keenness)

1.1) นักเรียนร่วมกันตอบประเด็นคำถามที่ครูกำหนดดังนี้

- เคยรับประทานอาหารจากร้านสะดวกซื้อหรือไม่ อาหารเหล่านั้นบรรจุอยู่ในวัสดุประเภทใด มีสมบัติอย่างไร เหมือนหรือแตกต่างจากวัสดุที่ได้จากธรรมชาติอย่างไร (แนวคำตอบ อาหารจากร้านสะดวกซื้อเกือบทั้งหมดบรรจุอยู่ในวัสดุประเภทพลาสติก ซึ่งมีน้ำหนักเบา ไม่แตกหักง่าย และไม่เน่าเปื่อยซึ่งแตกต่างจากวัสดุธรรมชาติ เช่น ใบตองใบบัว)
- ใบตอง ใบบัว มีองค์ประกอบทางเคมีคืออะไร จัดเป็นพอลิเมอร์หรือไม่ (แนวคำตอบ ใบตอง ใบบัว มีองค์ประกอบทางเคมีเป็นเซลลูโลส ซึ่งจัดเป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติ)

1.2) นักเรียนร่วมกันพิจารณาประเด็นที่ครูกำหนด พลาสติกจัดว่าเป็นพอลิเมอร์ แต่ไม่ได้มาจากธรรมชาติ ดังนั้นพลาสติกจะจัดว่าเป็นพอลิเมอร์แบบใด (แนวคำตอบ พอลิเมอร์สังเคราะห์)

ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Reviewing)

- 2.1) นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ร่วมกันศึกษาเกี่ยวกับการนำพลาสติกมาใช้เป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร ควรคำนึงถึงเรื่องใดเป็นสำคัญ และควรมีข้อปฏิบัติอย่างไร เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า พลาสติกที่นำมาใช้ทำเป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหารควรคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นสำคัญ และควรใช้งานให้ถูกประเภทไม่เปลี่ยนลักษณะการใช้งาน เช่น บรรจุภัณฑ์พลาสติกที่ใช้บรรจุของเย็นไม่ควรนำมาบรรจุของร้อน
- 2.2) นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาพอลิเมอร์ประเภทต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบพอลิเมอร์แต่ละชนิด

ขั้นที่ 3 การสร้างองค์ความรู้ (Utilization)

- 3.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมสรุปองค์ความรู้ เกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติเทอร์โมพลาสติก และเทอร์โมเซตของพอลิเมอร์

ขั้นที่ 4 การนำไปสู่นวัตกรรม (Viable to Innovation)

- 4.1) นักเรียนดูคลิปวิดีโอ เกี่ยวกับ พอลิเมอร์ในปัจจุบัน
- 4.2) ครูกำหนดประเด็นคำถามให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบและพัฒนาวัตกรรม ดังนี้
 - ถ้าต้องการให้โลกในอนาคตมีสิ่งอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร และจะต้องเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นักเรียนจะมีแนวคิด/วิธีใด เพื่อให้ได้บรรจุภัณฑ์สำหรับอาหารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
- 4.3) นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนและออกแบบนวัตกรรมเกี่ยวกับ บรรจุภัณฑ์สำหรับอาหารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
- 4.4) นักเรียนออกแบบการประเมินความพึงพอใจต่อการออกแบบนวัตกรรมเกี่ยวกับ บรรจุภัณฑ์สำหรับอาหารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
- 4.5) นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง บรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร ให้สมบูรณ์

ขั้นที่ 5 การตรวจสอบและประเมินผล (Inspection)

- 5.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอการออกแบบและพัฒนาวัตกรรมเกี่ยวกับ บรรจุภัณฑ์สำหรับอาหารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ให้กับครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียน
- 5.2) นักเรียนแต่ละกลุ่มแจกแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการออกแบบนวัตกรรม เกี่ยวกับ บรรจุภัณฑ์สำหรับอาหารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
- 5.3) นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อเสนอแนะจากครูผู้สอนและเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ เพื่อนำไปพัฒนา/ปรับปรุง

ขั้นที่ 6 การนำเสนอและเผยแพร่ (Transference)

6.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ นวัตกรรม เกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ในช่องทางที่หลากหลาย

10. สื่อ / แหล่งการเรียนรู้**10.1 สื่อการเรียนรู้**

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี)
- 2) ใบกิจกรรม เรื่อง บรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร
- 3) Power Point เรื่อง บรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร

10.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

- <https://www.youtube.com/watch?v=Kl-n6pWhyac>

11. บันทึกหลังสอน**11.1 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน K**

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

11.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน P

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

11.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน A

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

11.4 ปัญหา/อุปสรรคที่พบ

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

11.5 แนวทางการแก้ไข/แนวทางการพัฒนา

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

ลงชื่อ.....

(นายรติ จิรนิติศัย)

ครูผู้สอน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) รหัสวิชา ว32102
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 อาหาร เรื่อง บรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร (การสร้างนวัตกรรม) เวลา 3 ชั่วโมง
 ผู้สอน นายรติ จิรนิติศัย

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด

ม.4-6/19 สืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พร้อมแนวทางป้องกันหรือแก้ไข

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน K

- 1) สืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พร้อมแนวทางป้องกันและแก้ไข

2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน P

- 1) ทักษะกระบวนการพัฒนานวัตกรรม

2.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน A

- 1) ความคิดสร้างสรรค์
- 2) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
- 3) ความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยง
- 4) ความสามารถในการสื่อสาร
- 5) ความสามารถในการสร้างชิ้นงานและแก้ปัญหา
- 6) ความสามารถในการประเมินผล

3. สารสำคัญ / ความคิดรวบยอด

การใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ในปริมาณมากก่อให้เกิดปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงควรตระหนักถึงการลดปริมาณการใช้ การใช้ซ้ำ และการนำกลับมาใช้ใหม่ อีกทั้งการสร้างนวัตกรรมเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ที่จะมาทดแทนการใช้โฟม/พลาสติก

4. สารการเรียนรู้

4.1 บรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

5.1 มีวินัย

5.2 ใฝ่เรียนรู้

5.3 มุ่งมั่นในการทำงาน

5.4 มีจิตสาธารณะ

6. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

6.1 ความสามารถในการสื่อสาร

6.2 ความสามารถในการแก้ปัญหา

6.3 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

7. ชิ้นงานหรือภาระงาน

- ใบกิจกรรม เรื่อง บรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร

- การสร้างนวัตกรรมเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ที่จะมาทดแทนการใช้โฟม/พลาสติก

8. การวัดและประเมินผล

ด้าน	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
K	ครูตรวจใบกิจกรรม เรื่อง บรรจุกิจกรรมสำหรับอาหาร	ใบกิจกรรม เรื่อง บรรจุกิจกรรมสำหรับอาหาร	นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง บรรจุกิจกรรมสำหรับอาหาร ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์
การสร้างนวัตกรรม	ครูประเมินการสร้างนวัตกรรมของนักเรียน	แบบประเมินการสร้างนวัตกรรม	นักเรียนมีผลการประเมินการสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับดีมากกว่าร้อยละ 80 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์
ความเป็นนวัตกรรม	นักเรียนประเมินความเป็นนวัตกรรมของตนเอง	แบบประเมินความเป็นนวัตกรรม	นักเรียนมีผลการประเมินความเป็นนวัตกรรมอยู่ในระดับดีมากกว่าร้อยละ 80 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์

9. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม “KRU VIT Model”

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Keenness)

1.1) นักเรียนดูคลิปวิดีโอ เกี่ยวกับ ปัญหาจากขยะพลาสติก หลังจากนั้นนักเรียนพิจารณาประเด็นคำถามที่ครูกำหนดดังนี้

- ปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์จากพลาสติกกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาได้บ้าง (แนวคำตอบ ผลิตภัณฑ์พลาสติกส่วนใหญ่ใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง จึงก่อให้เกิดขยะพลาสติกจำนวนมาก ซึ่งส่งผลกระทบต่อดินและน้ำ เนื่องจากพลาสติกเป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ ซึ่งย่อยสลายได้ยากในธรรมชาติ และหากกำจัดโดยวิธีการเผาจะก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ)

1.2) นักเรียนทบทวนความรู้เกี่ยวกับการลดปริมาณขยะด้วยวิธีการ 3Rs ได้แก่ Reduce , Reuse , Recycle โดยใช้แอปพลิเคชัน KAHOOT

1.3) นักเรียนพิจารณาเกี่ยวกับประเด็นที่ครูกำหนดดังนี้

- นักเรียนจะมีวิธีการ/แนวทาง/สิ่งใด เกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ที่จะมาทดแทนการใช้โฟม/พลาสติก

ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Reviewing)

2.1) นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ทำการสำรวจและค้นหาเกี่ยวกับ วิธีการ/แนวทาง/สิ่งใด เกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ที่จะมาทดแทนการใช้โฟม/พลาสติก

2.2) นักเรียนวางแผนและออกแบบนวัตกรรม พร้อมทั้งคำนวณราคาวัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างนวัตกรรมเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ที่จะมาทดแทนการใช้โฟม/พลาสติก

2.3) นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน เพื่อนำเสนอการออกแบบนวัตกรรมเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ที่จะมาทดแทนการใช้โฟม/พลาสติก พร้อมให้คำแนะนำแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ

ขั้นที่ 3 การสร้างองค์ความรู้ (Utilization)

3.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปองค์ความรู้ เกี่ยวกับ นวัตกรรมบรรจุภัณฑ์ที่จะมาทดแทนการใช้โฟม/พลาสติก

3.2) นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดเตรียมวัสดุ/อุปกรณ์ สำหรับการสร้างนวัตกรรมเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ที่จะมาทดแทนการใช้โฟม/พลาสติก

ขั้นที่ 4 การนำไปสู่นวัตกรรม (Viable to Innovation)

4.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการจัดทำนวัตกรรมเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ที่จะมาทดแทนการใช้โฟม/พลาสติก

ขั้นที่ 5 การตรวจสอบและประเมินผล (Inspection)

5.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบคุณภาพของนวัตกรรมที่สร้างขึ้น

5.2) นักเรียนนำเสนอ นวัตกรรมเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ที่จะมาทดแทนการใช้โฟม/พลาสติก ให้กับครูผู้สอน และเพื่อนร่วมชั้นเรียน พร้อมรับฟังข้อเสนอแนะจากครูผู้สอนและเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ

5.3) นักเรียนศึกษาข้อเสนอแนะจากครูผู้สอนและเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ เพื่อนำไปพัฒนา/ปรับปรุง นวัตกรรมให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

5.4) นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับความเป็นนวัตกรรม

ขั้นที่ 6 การนำเสนอและเผยแพร่ (Transference)

6.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ นวัตกรรมเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ที่จะมาทดแทนการใช้โฟม/พลาสติก ในช่องทางที่หลากหลาย

10. สื่อ / แหล่งการเรียนรู้**10.1 สื่อการเรียนรู้**

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี)
- 2) ใบกิจกรรม เรื่อง บรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร
- 3) Power Point เรื่อง บรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร

10.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

- <https://www.youtube.com/watch?v=V8QUOIHzzBE&t=14s>

11. บันทึกหลังสอน**11.1 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน K**

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

11.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน P

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

11.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน A

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

11.4 ปัญหา/อุปสรรคที่พบ

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

11.5 แนวทางการแก้ไข/แนวทางการพัฒนา

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

ลงชื่อ.....

(นายรติ จิรนิตย์)

ครูผู้สอน

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล

**แบบประเมินการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วย
รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**

ชื่อนวัตกรรม		
สมาชิกกลุ่ม	1	ชั้น	เลขที่
	2	ชั้น	เลขที่
	3	ชั้น	เลขที่
	4	ชั้น	เลขที่
	5	ชั้น	เลขที่

คำชี้แจง : ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงกับระดับการปฏิบัติของนักเรียน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม			
1. การกำหนดวัตถุประสงค์/เป้าหมาย			
2. การออกแบบพัฒนานวัตกรรม			
3. การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตกรรม			
4. การประเมินและสรุปผล			
5. การนำเสนอนวัตกรรม			
ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม			
1. การเกิดองค์ความรู้ใหม่ที่ต่อยอดจากองค์ความรู้เดิม			
2. การแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์			
3. ความคุ้มค่าในการใช้ทรัพยากรเพื่อแก้ปัญหา			
4. ความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ			
5. การยอมรับจากผู้ใช้งาน			
ด้านความเป็นนวัตกรรม			
1. สิ่งใหม่/วิธีการใหม่/แนวทางใหม่			
2. การสร้างสรรค์ผลงาน			
รวม			

เกณฑ์การประเมินการสร้างวัดกรรม

ตัวบ่งชี้	3	2	1
1. ด้านกระบวนการพัฒนานวัดกรรม			
1.1 การกำหนดวัตถุประสงค์/เป้าหมายวัดกรรม	วัตถุประสงค์/เป้าหมายสอดคล้องกับสภาพปัญหาและมีความเป็นไปได้	วัตถุประสงค์/เป้าหมายสอดคล้องกับสภาพปัญหา	วัตถุประสงค์/เป้าหมายไม่สอดคล้องกับสภาพปัญหา
1.2 การออกแบบพัฒนานวัดกรรม	มีแนวคิดหรือทฤษฎีในการออกแบบวัดกรรม และมีขั้นตอนเป็นระบบ	มีแนวคิดหรือทฤษฎีในการออกแบบวัดกรรม แต่ขั้นตอนไม่เป็นระบบ	ไม่มีแนวคิดหรือทฤษฎีในการออกแบบวัดกรรม
1.3 การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัดกรรม	นักเรียนทุกคนภายในกลุ่มมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัดกรรม	นักเรียนบางคนภายในกลุ่ม ไม่มีส่วนร่วมในการพัฒนานวัดกรรม	การพัฒนานวัดกรรมเกิดขึ้นจากนักเรียนคนเดียว
1.4 การประเมินและสรุปผล	มีการประเมินผลการใช้ของนวัดกรรม และสรุปผลการทำงาน	มีการประเมินผลการใช้ของนวัดกรรม หรือสรุปผลการทำงาน (ปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง)	ไม่มีทั้งการประเมินผลการใช้ของนวัดกรรม และสรุปผลการทำงาน
1.5 การนำเสนอวัดกรรม	นำเสนอวัดกรรมได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และมีความน่าสนใจ	นำเสนอวัดกรรมได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ หรือมีความน่าสนใจ (ปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง)	นำเสนอวัดกรรมแต่ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และไม่น่าสนใจ

เกณฑ์การประเมินการสร้างนวัตกรรม (ต่อ)

ตัวบ่งชี้	3	2	1
2. ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม			
2.1 การเกิดองค์ความรู้ใหม่ที่ต่อยอดจากองค์ความรู้เดิม	เกิดองค์ความรู้ใหม่ที่ต่อยอดจากองค์ความรู้เดิม และเป็นประโยชน์ต่อผู้อื่น โดยมีหลักฐานชัดเจน	เกิดองค์ความรู้ใหม่ที่ต่อยอดจากองค์ความรู้เดิม และเป็นประโยชน์ต่อผู้อื่น แต่ไม่ปรากฏหลักฐาน	ไม่เกิดองค์ความรู้ใหม่ที่ต่อยอดจากองค์ความรู้เดิม
2.2 การแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์	แก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ทุกข้อ	แก้ปัญหาได้แต่ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์	แก้ปัญหาไม่ได้ตรงตามวัตถุประสงค์
2.3 ความคุ้มค่าในการใช้ทรัพยากรเพื่อแก้ปัญหา	ใช้ทรัพยากรเพื่อแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมและคุ้มค่า	ใช้ทรัพยากรเพื่อแก้ปัญหาได้เหมาะสม แต่ไม่คุ้มค่า	ใช้ทรัพยากรเพื่อแก้ปัญหาไม่เหมาะสมและไม่คุ้มค่า
2.4 ความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ	นำไปใช้ได้ สะดวก และไม่ซับซ้อน	นำไปใช้ได้ สะดวก แต่มีความซับซ้อน	นำไปใช้ได้ แต่ไม่สะดวกและมีความซับซ้อน
2.5 การยอมรับจากผู้ใช้งาน	เป็นที่ยอมรับของทุกคน ทั้งในกลุ่มและนอกกลุ่ม	เป็นที่ยอมรับเฉพาะในกลุ่ม (ทุกคนในกลุ่ม)	เป็นที่ยอมรับเฉพาะในกลุ่ม (บางคนในกลุ่ม)
3. ด้านความเป็นนวัตกรรม			
3.1 สิ่งใหม่/วิธีการใหม่/แนวทางใหม่	เป็นสิ่งใหม่/วิธีการใหม่/แนวทางใหม่ ที่ไม่เคยปรากฏมาก่อน และเมื่อนำไปใช้แล้วได้ผลที่ดี	เป็นสิ่งใหม่/วิธีการใหม่/แนวทางใหม่ ที่มีอยู่แล้วแต่นำมาปรับปรุง/พัฒนา และเมื่อนำไปใช้แล้วได้ผลที่ดีกว่าเดิม	เป็นสิ่งใหม่/วิธีการใหม่/แนวทางใหม่ ที่มีอยู่แล้วแต่นำมาปรับปรุง/พัฒนา และเมื่อนำไปใช้แล้วได้ผลเหมือนเดิม/น้อยกว่าเดิม
3.2 การสร้างสรรค์ผลงาน	มีความแปลกใหม่ แสดงให้เห็นถึงความริเริ่มสร้างสรรค์ และมีความน่าสนใจ	มีความแปลกใหม่ แสดงให้เห็นถึงความริเริ่มสร้างสรรค์ แต่ไม่น่าสนใจ	ไม่มีความแปลกใหม่ ไม่แสดงถึงความริเริ่มสร้างสรรค์

เกณฑ์การตัดสิน

2.51 - 3.00	หมายถึง	การสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับดีมาก
2.01 - 2.50	หมายถึง	การสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับดี
1.51 - 2.00	หมายถึง	การสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับพอใช้
1.00 - 1.50	หมายถึง	การสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับปรับปรุง

**แบบประเมินความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วย
รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**

คำชี้แจง : ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงกับระดับการปฏิบัติของนักเรียน

ระดับ 3	หมายถึง	นักเรียนปฏิบัติมาก
ระดับ 2	หมายถึง	นักเรียนปฏิบัติปานกลาง
ระดับ 1	หมายถึง	นักเรียนปฏิบัติน้อย
ระดับ 0	หมายถึง	นักเรียนไม่ปฏิบัติ

ข้อที่	รายการ	ระดับการปฏิบัติ			
		3	2	1	0
1. ด้านความคิดสร้างสรรค์					
1.1	ชอบคิดแปลกใหม่แตกต่างจากเดิม				
1.2	สามารถแก้ไขปัญหาได้ด้วยหลากหลายวิธี				
1.3	มีความกล้าในการทำสิ่งใหม่/ดัดแปลง				
2. ด้านความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น					
2.1	ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น				
2.2	มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับเพื่อนในกลุ่ม				
2.3	เป็นคนอารมณ์ดี มองโลกในแง่บวก				
3. ด้านความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยง					
3.1	สามารถทำงานที่ซับซ้อนได้จนสำเร็จ				
3.2	มีความอดทนต่อความไม่ชัดเจน				
3.3	มีการสืบค้นข้อมูลจากหลากหลายแหล่ง ก่อนสรุป				
4. ด้านความสามารถในการสื่อสาร					
4.1	มีความกล้าแสดงออก				
4.2	สามารถสื่อสารกับผู้อื่นได้ตรงความต้องการและบรรลุวัตถุประสงค์				

ข้อที่	รายการ	ระดับการปฏิบัติ			
		3	2	1	0
5. ด้านความสามารถในการสร้างชิ้นงานและแก้ปัญหา					
5.1	มีความมุ่งมั่นอยากทำงานให้สำเร็จ				
5.2	มีความอยากรู้อยากเห็น				
5.3	ชอบวางแผนและออกแบบการทำงาน				
5.4	ชอบลงมือปฏิบัติและทดลอง				
5.5	ทำงานเชิงรุกและรวดเร็ว				
6. ด้านความสามารถในการประเมิน					
6.1	มีการประเมินผลระหว่างการดำเนินงาน				
6.2	มีการปรับปรุงระหว่างการดำเนินงาน				
6.3	มีการสรุปผลและประเมินผลหลังการดำเนินงาน				

เกณฑ์การตัดสิน

2.51 - 3.00	หมายถึง	ความเป็นนวัตกรรมอยู่ในระดับดีมาก
2.01 - 2.50	หมายถึง	ความเป็นนวัตกรรมอยู่ในระดับดี
1.51 - 2.00	หมายถึง	ความเป็นนวัตกรรมอยู่ในระดับพอใช้
1.00 - 1.50	หมายถึง	ความเป็นนวัตกรรมอยู่ในระดับปรับปรุง

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

**แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) เรื่อง น้ำและอาหาร**

คำอธิบาย

1. แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ 20 คะแนน
2. ก่อนทำแบบทดสอบ ให้นักเรียนเขียนชื่อ-นามสกุล ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบให้ถูกต้องครบถ้วน
3. ให้ทำแบบทดสอบลงในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้เท่านั้น
4. ห้ามนำแบบทดสอบและกระดาษคำตอบออกจากห้องสอบ
5. ไม่อนุญาตให้ผู้เข้าสอบออกจากห้องสอบก่อนได้รับอนุญาตจากกรรมการคุมสอบ

สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด

8. ระบุว่าพันธะโคเวเลนต์เป็นพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม และระบุจำนวนคู่อิเล็กตรอนระหว่างอะตอมคู่ร่วมพันธะจากสูตรโครงสร้าง (ข้อ 1 , 2)
9. ระบุสภาพขั้วของสารที่ไม่แตกตัวประกอบด้วย 2 อะตอม (ข้อ 3 , 4)
10. ระบุสารที่เกิดพันธะไฮโดรเจนได้จากสูตรโครงสร้าง (ข้อ 5)
11. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของสารโคเวเลนต์กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตามสภาพขั้วหรือการเกิดพันธะไฮโดรเจน (ข้อ 6 , 7)
12. เขียนสูตรเคมีของไอออนและสารประกอบไอออนิก (ข้อ 8 , 9)
13. ระบุว่าสารเกิดการละลายแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัว พร้อมให้เหตุผลและระบุว่าสารละลายที่ได้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์หรือนอนอิเล็กโทรไลต์ (ข้อ 10 , 11)
14. ระบุสารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอนว่าอิ่มตัวหรือไม่อิ่มตัวจากสูตรโครงสร้าง (ข้อ 12 , 13)
15. สืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์ชนิดนั้น (ข้อ 14)
16. ระบุสมบัติความเป็นกรด-เบสจากโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ (ข้อ 15 , 16)
17. อธิบายสมบัติการละลายในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ของสาร (ข้อ 17 , 18)
18. วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติเทอร์มอพลาสติกและเทอร์โมเซตของพอลิเมอร์และการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์ (ข้อ 19)
19. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พร้อมแนวทางป้องกันหรือแก้ไข (ข้อ 20)

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) เรื่อง น้ำและอาหาร

ข้อ 1. พิจารณาธาตุสมมุติต่อไปนี้

⁹A ¹¹B ¹²C ¹⁵D ¹⁷E

ธาตุคู่ใดสามารถเกิดสารประกอบโคเวเลนต์ได้

- ก. A กับ C
- ข. B กับ D
- ค. B กับ E
- ง. A กับ E

ข้อ 2. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับ H₂O

ข้อ	จำนวนพันธะเดี่ยว	จำนวนพันธะคู่	จำนวนพันธะสาม	จำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว
ก.	1	2	0	0
ข.	2	0	0	2
ค.	1	1	1	2
ง.	0	2	0	0

ข้อ 3. กำหนดสมบัติของสารประกอบ A B C และ D ดังนี้

- 1) A C และ D ละลายน้ำ
- 2) B C และ D เป็นสารประกอบโคเวเลนต์
- 3) B เป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว
- 4) D เกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำ

การเรียงลำดับจุดเดือดข้อใดถูกต้อง

- ก. A > B > C > D
- ข. A > C > B > D
- ค. A > D > C > B
- ง. D > A > C > B

ข้อ 4. โมเลกุลต่อไปนี้ข้อใดเป็นโมเลกุลที่มีสภาพขั้วของโมเลกุลเป็นชนิดเดียวกัน

- ก. PCl_3 , BBr_3 , PCl_5
- ข. CO_2 , GeBr_4 , PBr_2Cl_3
- ค. BrCl_3 , CS_2 , OF_2
- ง. AsF_5 , SO_2 , XeO_3

ข้อ 5. สารในข้อใดไม่สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนได้

- ก. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CONH}_2$
- ข. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
- ค. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
- ง. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$

ข้อ 6. สาร X มีจุดหลอมเหลว $1,600^\circ\text{C}$ ไม่นำไฟฟ้าในสถานะของแข็ง สาร X จะมีสมบัติเป็นไปตามข้อใด

- ก. เป็นโคเวเลนต์ร่างตาข่าย
- ข. เป็นโมเลกุลเดี่ยว
- ค. เป็นโลหะ
- ง. เป็นฉนวนไอออน

ข้อ 7. ซิลิคอนมีจุดหลอมเหลวสูงกว่าอะลูมิเนียม เพราะซิลิคอน

1. เป็นโลหะ
2. มีโครงสร้างเป็นโคเวเลนต์ใหญ่
3. มีมวลอะตอมสูงกว่า

ข้อใดถูกต้อง

- ก. 1 เท่านั้น
- ข. 2 เท่านั้น
- ค. 1 และ 3 เท่านั้น
- ง. 2 และ 3 เท่านั้น

ข้อ 8. ข้อใดมีการสร้างพันธะไอออนิกทั้งหมด

- ก. NaCl , BeCl₂
- ข. MgCl₂ , KNO₃
- ค. BCL₃ , Al₂O₃
- ง. SiO₂ , CO₂

ข้อ 9. ถ้าสูตรของโครเมียม (III) ไนเตรต คือ Cr(NO₃)₃ และสูตรของโซเดียมซิลิเกต คือ Na₂SeO₄ ดังนั้น สารประกอบโครเมียม (III) ซิลิเกต คือข้อใด

- ก. Cr(SeO₄)₃
- ข. Cr₂(SeO₄)₃
- ค. Cr₂SeO₄
- ง. CrSeO₄

ข้อ 10. กำหนดข้อมูลดังนี้

สารเคมี	การละลาย		การนำไฟฟ้า	
	ละลาย	ไม่ละลาย	นำไฟฟ้า	ไม่นำไฟฟ้า
จุนสีในน้ำ	✓		✓	
จุนสีในแอซีโตน		✓		✓

ข้อสรุปใดถูกต้อง

- ก. จุนสีละลายน้ำยังอยู่ในรูปโมเลกุล CuSO₄·5H₂O จึงนำไฟฟ้าได้
- ข. จุนสีละลายน้ำจะแตกตัวเป็นไอออนบวกและไอออนลบจึงนำไฟฟ้าได้
- ค. จุนสีเป็นสารประกอบโคเวเลนต์และแอซีโตนไม่มีขั้วจึงไม่ละลายกัน
- ง. น้ำและแอซีโตนเป็นสารประกอบโคเวเลนต์จะไม่แตกตัวเป็นไอออนจึงไม่นำไฟฟ้า






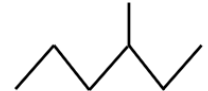


ข้อ 11. กำหนดให้

สารละลาย 1 mol/dm ³	การเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส	ความสว่างของหลอดไฟ
W	น้ำเงินเปลี่ยนเป็นแดง	สว่างมาก
X	ไม่เปลี่ยนสี	ไม่สว่าง
Y	แดงเปลี่ยนเป็นน้ำเงิน	สว่างน้อย
Z	ไม่เปลี่ยนสี	สว่างปานกลาง

สารละลายได้เป็นสารอิเล็กโทรไลต์

- ก. W , X , Y
- ข. X , Y , Z
- ค. W , Y , Z
- ง. W , X , Z

ข้อ 12. สูตรโครงสร้างในข้อใดถูกต้อง

ข้อ	สารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว	สารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว
ก.		
ข.		
ค.		
ง.		

ข้อ 13. กำหนดสูตรโมเลกุล ดังนี้

สาร	A	B	C	D	E
สูตรโมเลกุล	C_4H_8	C_6H_{12}	C_2H_2	C_5H_{12}	C_3H_8

ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ข้อ	สารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว	สารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว
ก.	A , B , C	D , E
ข.	C , D , E	A , B
ค.	D , E	A , B , C
ง.	A , B	C , D , E

ข้อ 14. สมัยก่อนเคยใช้ยางธรรมชาติกันมาก ต่อมามียางสังเคราะห์มาแทน ความต้องการยางธรรมชาติก็ลดน้อยลง แต่ปัจจุบันนี้กลับมีแนวโน้มต้องการยางธรรมชาติเพิ่มขึ้นเพราะเหตุใด

- ก. ต้นทุนการผลิตยางสังเคราะห์สูงขึ้น
- ข. คุณภาพของยางสังเคราะห์ไม่ดีเท่ายางธรรมชาติ
- ค. การผลิตยางสังเคราะห์ก่อปัญหาทางสภาวะแวดล้อม
- ง. การวิจัยทางด้านพันธู์ยางธรรมชาติได้ก้าวหน้าทำให้ได้พันธุ์ที่มีอายุยืนให้ผลผลิตปริมาณน้ำยางมาก

ข้อ 15. พลาสติกชนิดใดเมื่อเผาไหม้จะให้แก๊สที่เปลี่ยนสีกระดาดาลิตมัสที่ขึ้นจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง

- ก. พอลิเอทิลีน
- ข. พอลีสไตรีน
- ค. พอลิไวนิลคลอไรด์
- ง. พอลิโพรพิลีน

ข้อ 16. การใช้ภาชนะเซรามิกใส่อาหารที่เป็นกรดหรือเบส กรดและเบสจะละลายสารที่เคลือบติดบนมาทำกับอาหารได้ สารดังกล่าวเป็นสารในข้อใด

- ก. ตะกั่ว
- ข. สังกะสี
- ค. แคลเซียม
- ง. เซอร์โคเนียมไดออกไซด์

ข้อ 17. กำหนดให้ A เป็นมอนอเมอร์ที่ใช้เตรียมยางสังเคราะห์ซึ่งไม่ค่อยทนไฟและสลายตัวง่าย เมื่อปรับปรุง A ใหม่จะได้มอนอเมอร์ B ซึ่งใช้เตรียมยางสังเคราะห์ที่ทนไฟ ทนต่อน้ำมันและสลายตัวยาก สาร B อาจเป็นสารในข้อใด

- ก. $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3$
- ข. $\text{CH}_2\text{=CH-CH=CH}_2$
- ค. $\text{CH}_2\text{=CH-C=CH}_2$
 |
 CH_3
- ง. $\text{CH}_2\text{=CH-C=CH}_2$
 |
 Cl

ข้อ 18. พิจารณาข้อความต่อไปนี้


1. การให้ความร้อนกับเอทิลีนโดยมีตัวเร่งปฏิกิริยา
2. การหยดสารละลายกรดซัลฟิวริกลงในสารผสมของยูเรียกับฟอร์มัลดีไฮด์
3. การเติมกำมะถันลงไปใต้น้ำยาง
4. การเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในน้ำแป้ง

ข้อใดเป็นการทำให้เกิดพอลิเมอร์

- ก. 1 และ 2
- ข. 1 และ 4
- ค. 2 , 3 และ 4
- ง. 1 , 3 และ 4

ข้อ 19. ข้อใดเป็นสมบัติของเทอร์โมพลาสติก

- ก. เกิดการเผาไหม้ก่อนการหลอมเหลว
- ข. สามารถทำให้หลอมเหลวได้เพียงครั้งเดียว
- ค. สามารถทำให้อ่อนตัวได้หลายครั้งเมื่อถูกความร้อน
- ง. ทำจากสารประกอบที่คาร์บอนจับกับคาร์บอนด้วยพันธะคู่

ข้อ 20. การคัดแยกขยะออกเป็นประเภทต่าง ๆ จะทำให้สะดวกในการกำจัด ถ้าพบสัญลักษณ์  ที่ถังขยะ ข้อใดควรทิ้งลงถังนี้

- ก. พรม เต้าเสียบไฟฟ้า แบตเตอรี่
- ข. ไม้ กระดาษ เศษผ้า
- ค. ถ่านไฟฉาย เศษแก้ว กาว
- ง. ขวดน้ำพลาสติก กระดาษ แก้ว

เฉลย

- | | |
|--------|--------|
| 1. ง. | 11. ค. |
| 2. ข. | 12. ก. |
| 3. ค. | 13. ค. |
| 4. ข. | 14. ง. |
| 5. ง. | 15. ค. |
| 6. ก. | 16. ก. |
| 7. ง. | 17. ง. |
| 8. ข. | 18. ง. |
| 9. ก. | 19. ข. |
| 10. ข. | 20. ข. |

**แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วย
รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**

คำชี้แจง : ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน

ระดับ 5	หมายถึง	นักเรียนเห็นด้วยมากที่สุด
ระดับ 4	หมายถึง	นักเรียนเห็นด้วยมาก
ระดับ 3	หมายถึง	นักเรียนเห็นด้วยปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง	นักเรียนเห็นด้วยน้อย
ระดับ 1	หมายถึง	นักเรียนเห็นด้วยน้อยที่สุด

ข้อที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
ด้านการจัดการเรียนรู้						
1	การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน					
2	การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง					
3	การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีการสืบเสาะหาความรู้					
4	การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆได้					
5	การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างนวัตกรรมได้					
ด้านครูผู้สอน						
1	ครูมีความรู้ในเนื้อหาวิชาและสามารถถ่ายทอดให้กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสม					
2	ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น					
3	ครูสร้างบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนอย่างเหมาะสม					
4	ครูใช้สื่อ/แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายและน่าสนใจ					
5	ครูเป็นแบบอย่างที่ดีให้กับนักเรียนในด้านการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม					

ข้อที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ						
1	นักเรียนมีการสืบเสาะหาความรู้และสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง					
2	นักเรียนสามารถวางแผนและออกแบบการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ					
3	นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้สู่การสร้างนวัตกรรมได้					
4	นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น					
5	นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

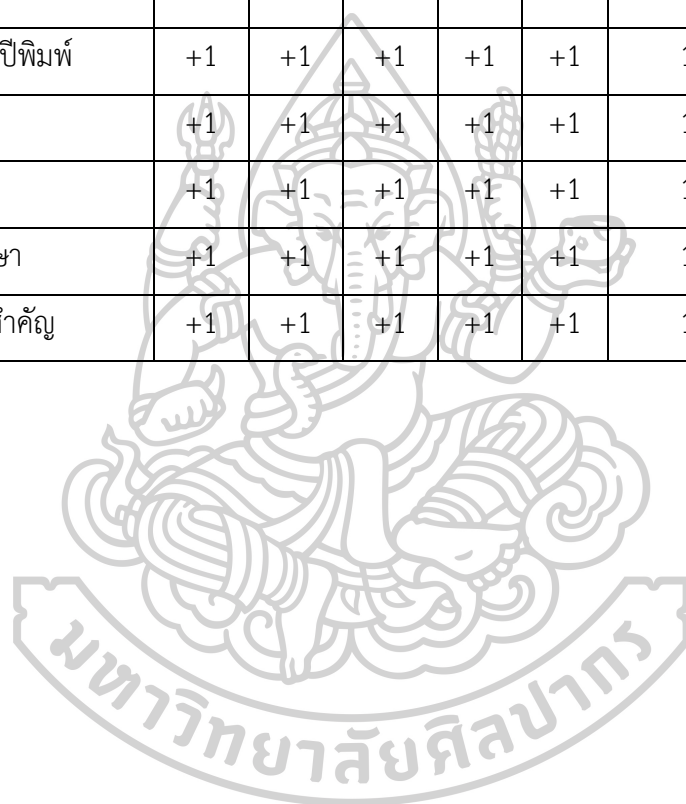
.....

.....



ตารางที่ 44 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบวิเคราะห์เอกสาร

ประเด็น	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าดัชนีความ สอดคล้อง	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
ประเภทของเอกสาร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ชื่อเอกสาร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ชื่อผู้แต่ง และปีพิมพ์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สถานที่พิมพ์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
วันที่ศึกษา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ประเด็นที่ศึกษา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สรุปประเด็นสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง



ตารางที่ 45 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของประเด็นการสนทนากลุ่มครูผู้สอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ประเด็น	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
ข้อมูลทั่วไปของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ปัจจุบันนี้ท่านใช้แนวคิด วิธีการจัดการเรียนรู้ เทคนิค หรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ใดบ้างในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ท่านพบปัญหาใดบ้าง จากการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ท่านคิดว่าการส่งเสริมการสร้างนวัตกรรม และความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความสำคัญหรือไม่อย่างไร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรม และความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ควรใช้แนวคิด วิธีการจัดการเรียนรู้ เทคนิค หรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ใดบ้าง	+1	+1	+1	+1	0	0.80	สอดคล้อง

ตารางที่ 45 (ต่อ)

ประเด็น	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าดัชนีความ สอดคล้อง	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการสร้าง นวัตกรรมและความเป็น นวัตกรรม ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย ควรมี ลักษณะอย่างไรบ้าง	+1	+1	+1	+1	0	0.80	สอดคล้อง
การวัดและประเมินผลการ สร้างนวัตกรรมและความเป็น นวัตกรของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย ควรมี ลักษณะใด	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้าง นวัตกรรมและความเป็นวัต กรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลาย จะต้องมีการ ประเมิน/ ใจใดบ้าง เพื่อให้การ จัดการเรียนรู้ ประสบ ความสำเร็จ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 46 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ประเด็น	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนต้องการให้มีกิจกรรมรูปแบบใดบ้าง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
นักเรียนต้องการให้ผู้ประเมินเป็นใครบ้าง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
นักเรียนต้องการให้มีวิธีการประเมินเป็นลักษณะใดบ้าง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 47 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้อุทยานศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ประเด็น	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ท่านคิดว่าในปัจจุบัน การจัดการเรียนรู้อุทยานศาสตร์ มีปัญหาหรือไม่ อย่างไร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ท่านคิดว่าในปัจจุบัน การจัดการเรียนรู้อุทยานศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความสำคัญหรือไม่ อย่างไร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ท่านคิดว่าในการจัดการเรียนรู้อุทยานศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ควรใช้แนวคิด วิธีการจัดการเรียนรู้ เทคนิค หรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ใดบ้าง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ท่านคิดว่าในการจัดการเรียนรู้อุทยานศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ควรมีกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นอย่างไร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 47 (ต่อ)

ประเด็น	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าดัชนีความ สอดคล้อง	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
ท่านคิดว่า การวัด และ ประเมินผลการสร้างนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลาย ควรมีลักษณะ/ รูปแบบ/เครื่องมือ อย่างไร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ท่านคิดว่า การวัด และ ประเมินผลความเป็นนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลาย ควรมีลักษณะ/ รูปแบบ/เครื่องมือ อย่างไร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ท่านคิดว่า การจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการ สร้างนวัตกรรมและความเป็น นวัตกรรม ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย จะต้อง มีปัจจัย/เงื่อนไขใดบ้าง และมี ลักษณะอย่างไร เพื่อให้การ จัดการเรียนรู้ ประสบ ความสำเร็จ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 48 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของประเด็นการสนทนากลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ

ประเด็น	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าดัชนีความ สอดคล้อง	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
ข้อมูลทั่วไป	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
องค์ประกอบของรูปแบบ การจัดการเรียนรู้ แต่ละ องค์ประกอบมีความ เหมาะสมหรือไม่ อย่างไร 1.1 หลักการ 1.2 จุดมุ่งหมาย 1.3 ขั้นตอนการจัดการ เรียนรู้ 1.4 ก า ร วั ด แ ล ะ ประเมินผล 1.5 เงื่อนไขการนำไปใช้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ความเป็นไปได้ของการนำ รูปแบบไปใช้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 49 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ประเด็น	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้							
ความชัดเจนในการเขียนลำดับความเป็นมาและความสำคัญของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การใช้ภาษาและการเรียบเรียงทำให้เห็นภาพรวมและจุดเน้นของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้							
ความชัดเจนในการบรรยายแนวคิดพื้นฐานที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การใช้ภาษาในการอธิบายเกี่ยวกับแนวคิดต่าง ๆ มีความเหมาะสมชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้							
การกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความสมบูรณ์ครอบคลุมความจำเป็นของการส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 49 (ต่อ)

ประเด็น	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าดัชนีความ สอดคล้อง	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
แต่ ละ องค์ ประกอบ มี ความสัมพันธ์ สอดคล้อง เชื่อมโยงซึ่งกันและกัน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การเรียงลำดับองค์ประกอบใน รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความ เหมาะสมเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ (หลักการ)							
ความชัดเจนของหลักการ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ความสอดคล้องกับแนวคิด พื้นฐานที่นำมาพัฒนารูปแบบ การจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การใช้ภาษา และการเรียบเรียง ถ้อยคำมีความชัดเจน และเข้าใจ ง่าย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ (จุดมุ่งหมาย)							
มีความสอดคล้องกับหลักการ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
มีความสอดคล้องกับทฤษฎีและ แนวคิดที่เกี่ยวข้อง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
จุดมุ่งหมายมีความชัดเจน แสดง ถึงสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับ นักเรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ (ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้)							
ขั้นที่ 1 มีความเหมาะสม สอดคล้องกับแนวทางในการ จัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการ สร้างนวัตกรรมและความเป็น นวัตกรรมของนักเรียนได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 49 (ต่อ)

ประเด็น	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
ขั้นที่ 2 มีความเหมาะสม สอดคล้องกับแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ขั้นที่ 3 มีความเหมาะสม สอดคล้องกับแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ขั้นที่ 4 มีความเหมาะสม สอดคล้องกับแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ขั้นที่ 5 มีความเหมาะสม สอดคล้องกับแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ขั้นที่ 6 มีความเหมาะสม สอดคล้องกับแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 49 (ต่อ)

ประเด็น	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าดัชนีความ สอดคล้อง	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ (การวัดและประเมินผล)							
การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับหลักการและจุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมตามหลักเกณฑ์และแนวทางการประเมิน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ (เงื่อนไขการนำไปใช้)							
มีความสอดคล้องกับหลักการจุดมุ่งหมาย ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การใช้ภาษามีความเหมาะสมเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 50 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบประเมินความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ประเด็น	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
สาระสำคัญในคู่มือ - ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ - แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้ - องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ - ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ - ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล มีความครบถ้วนและสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สาระสำคัญในคู่มือมีความชัดเจนเพียงพอที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้แล้วทำให้บรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
แนวทางในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ แสดงถึงความต้องการให้ผู้ศึกษาคู่มือมีความรู้ความเข้าใจ และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
แนวทางในการจัดการเรียนรู้แสดงให้เห็นถึงบทบาทของครูผู้สอน และนักเรียน เพื่อนำไปสู่การบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 51 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ประเด็น	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าดัชนีความ สอดคล้อง	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
จุดเน้นการพัฒนาผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ชิ้นงาน/ภาระงาน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
กิจกรรมการเรียนรู้							
ขั้นการสร้างความสนใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ขั้นการสำรวจและค้นหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ขั้นการสร้างองค์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ขั้นการนำไปสู่นวัตกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ขั้นการตรวจสอบและประเมินผล	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ขั้นการนำเสนอและเผยแพร่	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 52 ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อ ที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ							ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7		
1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	0	0	0.71	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	0.86	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	+1	0	0	0.71	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	0.86	สอดคล้อง
15	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
20	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
21	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
22	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
24	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
25	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
26	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
27	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
28	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
29	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
30	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
31	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
32	+1	+1	+1	+1	+1	0	0	0.71	สอดคล้อง
33	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
34	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	0.86	สอดคล้อง
35	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
36	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
37	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
38	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
39	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	0.86	สอดคล้อง
40	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 53 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อ	p	r	ความหมาย	ข้อ	p	r	ความหมาย
1	0.53	0.27	ใช้ได้	21	0.63	0.73	ใช้ได้
2	0.90	0.20	ตัดทิ้ง	22	0.77	0.33	ใช้ได้
3	0.90	0.20	ตัดทิ้ง	23	0.73	0.40	ใช้ได้
4	0.43	0.33	ใช้ได้	24	0.63	0.47	ใช้ได้
5	0.80	0.40	ใช้ได้	25	0.60	0.27	ใช้ได้
6	0.93	0.13	ตัดทิ้ง	26	0.63	0.33	ใช้ได้
7	0.67	0.67	ใช้ได้	27	0.70	0.47	ใช้ได้
8	0.63	0.60	ใช้ได้	28	0.60	0.40	ใช้ได้
9	0.63	0.33	ใช้ได้	29	0.63	0.33	ใช้ได้
10	0.73	0.53	ใช้ได้	30	0.63	0.33	ใช้ได้
11	0.67	0.53	ใช้ได้	31	0.67	0.27	ใช้ได้
12	0.73	0.53	ใช้ได้	32	0.77	0.07	ตัดทิ้ง
13	0.67	0.40	ใช้ได้	33	0.70	0.33	ใช้ได้
14	0.60	0.53	ใช้ได้	34	0.67	0.13	ตัดทิ้ง
15	0.77	0.33	ใช้ได้	35	0.77	0.33	ใช้ได้
16	0.70	0.47	ใช้ได้	36	0.53	0.53	ใช้ได้
17	0.73	0.53	ใช้ได้	37	0.73	0.53	ใช้ได้
18	0.60	0.53	ใช้ได้	38	0.53	0.40	ใช้ได้
19	0.73	0.40	ใช้ได้	39	0.47	0.67	ใช้ได้
20	0.53	0.80	ใช้ได้	40	0.47	0.53	ใช้ได้

ตารางที่ 54 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	4	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
12	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
13	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
14	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
15	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0
16	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0
17	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0
18	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0
19	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0
20	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
21	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
23	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0
24	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0
25	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	H	10	15	15	12	14	13	14	15	14	15	14	11	14	12	12	13	14	15	12
33	L	6	9	5	7	6	7	9	7	8	4	8	7	7	7	8	8	9	7	2
34	P	0.53	0.80	0.67	0.63	0.67	0.67	0.77	0.73	0.73	0.63	0.73	0.60	0.70	0.63	0.67	0.70	0.77	0.73	0.47
35	G	0.47	0.20	0.33	0.37	0.33	0.33	0.33	0.27	0.27	0.37	0.27	0.40	0.30	0.37	0.33	0.30	0.23	0.27	0.53
36	PQ	0.25	0.25	0.22	0.23	0.22	0.22	0.18	0.20	0.20	0.23	0.20	0.24	0.21	0.23	0.22	0.21	0.18	0.20	0.25

ตารางที่ 55 ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของแบบประเมินการสร้างนวัตกรรม

ประเด็น	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ							ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7		
ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม									
การกำหนดวัตถุประสงค์/ เป้าหมาย	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การออกแบบพัฒนา นวัตกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การมีส่วนร่วมในการ พัฒนานวัตกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	0.86	สอดคล้อง
การประเมินและสรุปผล	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การนำเสนอนวัตกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม									
การเกิดองค์ความรู้ใหม่ที่ ต่อยอดจากองค์ความรู้เดิม	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การแก้ปัญหาได้ตรงตาม วัตถุประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ความคุ้มค่าในการใช้ ทรัพยากรเพื่อแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ความเป็นไปได้ในทาง ปฏิบัติ	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การยอมรับจากผู้ใช้งาน	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ด้านความเป็นนวัตกรรม									
สิ่งใหม่/วิธีการใหม่/ แนวทางใหม่	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การสร้างสรรคิในผลงาน	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	0.86	สอดคล้อง

ตารางที่ 56 ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของแบบประเมินความเป็นนวัตกรรม

ประเด็น	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ							ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7		
ด้านความคิดสร้างสรรค์									
ชอบคิดแปลกใหม่แตกต่างจากเดิม	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สามารถแก้ไขปัญหาได้ด้วยหลากหลายวิธี	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
มีความกล้าในการทำสิ่งใหม่/ดัดแปลง	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	0.86	สอดคล้อง
ด้านความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น									
ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับเพื่อนในกลุ่ม	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
เป็นคนอารมณ์ดี มองโลกในแง่บวก	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ด้านความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยง									
สามารถทำงานที่ซับซ้อนได้จนสำเร็จ	+1	+1	+1	+1	+1	0	0	1.00	สอดคล้อง
มีความอดทนต่อความไม่ชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	0	0	1.00	สอดคล้อง
มีการสืบค้นข้อมูลจากหลากหลายแหล่ง ก่อนสรุป	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ด้านความสามารถในการสื่อสาร									
มีความกล้าแสดงออก	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สามารถสื่อสารกับผู้อื่นได้ตรงความต้องการ	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 56 (ต่อ)

ประเด็น	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ							ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7		
ด้านความสามารถในการสร้างชิ้นงานและแก้ปัญหา									
มีความมุ่งมั่นอยากทำงานให้สำเร็จ	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
มีความอยากรู้อยากเห็น	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ชอบวางแผนและออกแบบการทำงาน	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ชอบลงมือปฏิบัติและทดลอง	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ทำงานเชิงรุกและรวดเร็ว	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ด้านความสามารถในการประเมินผล									
มีการประเมินผลระหว่างการทำงาน	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
มีการปรับปรุงระหว่างการทำงาน	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
มีการสรุปผลและประเมินผลหลังการทำงาน	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 57 ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน

ประเด็น	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ							ค่าดัชนีความ สอดคล้อง	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7		
ด้านการจัดการเรียนรู้									
การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีการสืบเสาะหาความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆได้	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างนวัตกรรมได้	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ด้านครูผู้สอน									
ครูมีความรู้ในเนื้อหาวิชาและสามารถถ่ายทอดให้กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสม	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ครูสร้างบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนอย่างเหมาะสม	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 57 (ต่อ)

ประเด็น	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ							ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7		
ครูใช้สื่อ/แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายและน่าสนใจ	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ครูเป็นแบบอย่างที่ดีให้กับนักเรียนในด้านการสร้างนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ									
นักเรียนมีการสืบเสาะหาความรู้และสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
นักเรียนสามารถวางแผนและออกแบบการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้สู่การสร้างนวัตกรรมได้	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	0.86	สอดคล้อง



ภาคผนวก ช
คำคะแนนนตัวแปรตาม

ตารางที่ 58 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนและหลังเรียน ของกลุ่มตัวอย่าง

คนที่	ก่อนเรียน (20คะแนน)	หลังเรียน (20คะแนน)
1	7	15
2	8	19
3	6	13
4	8	15
5	5	15
6	6	14
7	6	18
8	7	12
9	9	14
10	5	15
11	5	16
12	7	15
13	5	13
14	5	16
15	7	17
16	7	17
17	7	20
18	5	17
19	8	14
20	8	17
21	5	14
22	7	15
23	6	15
24	4	15
25	8	16
26	6	16
27	6	18
28	5	19

ตารางที่ 59 คะแนนการสร้างนวัตกรรม ของกลุ่มตัวอย่าง

คนที่	ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม						ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม						ด้านความเป็นนวัตกรรม	
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5	ข้อ 6	ข้อ 7	ข้อ 8	ข้อ 9	ข้อ 10	ข้อ 11	ข้อ 12		
1	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3		
2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3		
3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3		
4	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3		
5	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3		
6	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2	3	3		
7	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2	3	3		
8	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2	3	3		
9	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2	3	3		
10	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2	3	3		
11	3	3	3	2	3	2	3	2	2	2	2	3		
12	3	3	3	2	3	2	3	2	2	2	2	3		
13	3	3	3	2	3	2	3	2	2	2	2	3		
14	3	3	3	2	3	2	3	2	2	2	2	3		
15	3	3	3	2	3	2	3	2	2	2	2	3		
16	3	3	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3		
17	3	3	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3		
18	3	3	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3		
19	3	3	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3		
20	3	3	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3		

ตารางที่ 60 (ต่อ)

คนที่	ด้านความคิดสร้างสรรค์			ด้านความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น			ด้านความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยง			ด้านความสามารถในการสื่อสาร			ด้านความสามารถในการสร้างทีมงานและแก้ปัญหา					ด้านความสามารถในการประเมินผล		
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5	ข้อ 6	ข้อ 7	ข้อ 8	ข้อ 9	ข้อ 10	ข้อ 11	ข้อ 12	ข้อ 13	ข้อ 14	ข้อ 15	ข้อ 16	ข้อ 17	ข้อ 18	ข้อ 19	
21	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	3	3	2	3	2	2	2	2	
22	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
23	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	
24	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	2	3	3	
25	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	
26	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	3	
27	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
28	2	3	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	2	2	3	3	

ตารางที่ 61 คะแนนความคิดเห็นของนักเรียน ของกลุ่มตัวอย่าง

คนที่	ด้านการจัดการเรียนรู้					ด้านครูผู้สอน					ด้านประโยชน์ที่ได้รับ				
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5	ข้อ 6	ข้อ 7	ข้อ 8	ข้อ 9	ข้อ 10	ข้อ 11	ข้อ 12	ข้อ 13	ข้อ 14	ข้อ 15
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4
4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4
7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
9	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
11	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
12	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
13	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
14	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
15	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
16	5	4	5	4	4	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4
17	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
18	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
19	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
20	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5

ตารางที่ 62 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังเรียน ของกลุ่มขยายผล

คนที่	ก่อนเรียน (20คะแนน)	หลังเรียน (20คะแนน)	คนที่	ก่อนเรียน (20คะแนน)	หลังเรียน (20คะแนน)
1	6	14	21	8	16
2	10	17	22	7	17
3	8	15	23	7	15
4	5	16	24	9	17
5	8	15	25	4	13
6	8	16	26	5	16
7	6	16	27	6	15
8	7	14	28	6	15
9	9	17	29	8	18
10	5	14	30	6	15
11	7	15	31	7	15
12	6	17	32	5	14
13	5	15	33	9	16
14	9	16	34	7	15
15	5	14	35	6	17
16	9	17	36	5	14
17	7	16	37	7	15
18	8	17	38	7	16
19	8	17	39	8	17
20	4	15	40	6	15

ตารางที่ 63 คะแนนการสร้างนวัตกรรม ของกลุ่มขยายผล

คนที่	ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม								ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม								ด้านความเป็นนวัตกรรม	
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5	ข้อ 6	ข้อ 7	ข้อ 8	ข้อ 9	ข้อ 10	ข้อ 11	ข้อ 12	ข้อ 13	ข้อ 14	ข้อ 15	ข้อ 16		
1	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3		
2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3		
3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3		
4	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3		
5	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3		
6	3	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2		
7	3	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2		
8	3	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2		
9	3	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2		
10	3	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2		
11	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	2	2	3	3		
12	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	2	2	3	3		
13	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	2	2	3	3		
14	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	2	2	3	3		
15	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	2	2	3	3		
16	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	2	2	3	2		
17	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	2	2	3	2		
18	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	2	2	3	2		
19	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	2	2	3	2		
20	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	2	2	3	2		

ตารางที่ 63 (ต่อ)

คนที่	ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม					ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม					ด้านความเป็นนวัตกรรม	
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5	ข้อ 6	ข้อ 7	ข้อ 8	ข้อ 9	ข้อ 10	ข้อ 11	ข้อ 12
21	3	3	3	2	3	2	3	2	2	2	2	3
22	3	3	3	2	3	2	3	2	2	2	2	3
23	3	3	3	2	3	2	3	2	2	2	2	3
24	3	3	3	2	3	2	3	2	2	2	2	3
25	3	3	3	2	3	2	3	2	2	2	2	3
26	3	3	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3
27	3	3	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3
28	3	3	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3
29	3	3	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3
30	3	3	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3
31	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2
32	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2
33	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2
34	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2
35	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2
36	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2
37	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2
38	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2
39	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2
40	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2

ตารางที่ 64 คะแนนความเป็นนวัตกรรม ของกลุ่มขยายผล

คนที่	ด้านความคิดสร้างสรรค์			ด้านความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น			ด้านความสามารถในการคิดแบบเชื่อมโยง			ด้านความสามารถในการสื่อสาร			ด้านความสามารถในการสร้างชิ้นงานและแก้ปัญหา					ด้านความสามารถในการประเมินผล		
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5	ข้อ 6	ข้อ 7	ข้อ 8	ข้อ 9	ข้อ 10	ข้อ 11	ข้อ 12	ข้อ 13	ข้อ 14	ข้อ 15	ข้อ 16	ข้อ 17	ข้อ 18	ข้อ 19	
1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
10	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
11	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
12	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
13	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
14	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
15	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
16	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
17	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
18	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
19	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	
20	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	

ตารางที่ 65 คะแนนความคิดเห็น ของกลุ่มขยายผล

คนที่	ด้านการจัดการเรียนรู้					ด้านครูผู้สอน					ด้านประโยชน์ที่ได้รับ				
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5	ข้อ 6	ข้อ 7	ข้อ 8	ข้อ 9	ข้อ 10	ข้อ 11	ข้อ 12	ข้อ 13	ข้อ 14	ข้อ 15
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
9	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
11	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
12	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
13	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
14	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5
15	5	5	4	4	4	5	5	5	4	5	4	4	5	4	5
16	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	4	4	5	4	5
17	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5
18	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5
19	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5
20	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	รติ จิรนิติชัย
วัน เดือน ปี เกิด	16 มีนาคม 2534
สถานที่เกิด	ราชบุรี
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2552-2556 การศึกษาระดับบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาศาสตร์-เคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พ.ศ. 2557-2560 การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา การวิจัยและพัฒนา ศักยภาพมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พ.ศ. 2558-2561 ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2563-2565 ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศิลปากร
ที่อยู่ปัจจุบัน	449/20 หมู่ที่ 3 ตำบลโคกหม้อ อำเภอเมืองราชบุรี จังหวัดราชบุรี 70000

