



การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม
ทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา



โดย
นายเอกสิทธิ์ ชนนทรภูมิ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน(กลุ่มหลักสูตรและการนิเทศ) แบบ 2.1 ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2563

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการ
สร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน(กลุ่มหลักสูตรและการนิเทศ) แบบ 2.1 ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

THE DEVELOPMENT OF INSTRUCTIONAL MODEL BASE ON STEAM TO
ENHANCE TECHNOLOGICAL INNOVATION CREATIVITY SKILLS OF SECONDARY
STUDENTS



By
MR. Akesit CHANINTARAPUM

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for Doctor of Philosophy (CURRICULUM AND INSTRUCTION)

Department of Curriculum and Instruction

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2020

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

58253801 : หลักสูตรและการสอน(กลุ่มหลักสูตรและการนิเทศ) แบบ 2.1 ปรัชญาคุณภิวัตน์

คำสำคัญ : STEAM, TECHNOLOGICAL INNOVATION CREATIVITY SKILLS

นาย เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ: การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรคนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มาเรียม นิลพันธุ์

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพรูปแบบเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อประเมินประสิทธิผลของการพัฒนารูปแบบ ประกอบด้วย 2.1) เปรียบเทียบทักษะการสร้างสรรคนวัตกรรมทางเทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่ 2.2) ศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการใช้รูปแบบเป็นอย่างไร 3) เพื่อขยายผลรูปแบบการเรียนการสอน การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีดำเนินการวิจัยในลักษณะของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) โดยใช้ระเบียบวิธีการวิจัยแบบผสมผสานวิธี (Mixed Methods Research) ที่มีลักษณะเป็นแบบแผนเชิงผสมผสานแบบรองรับภายใน (The Embedded Design) ด้วยการศึกษาช่วงแรกเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) และต่อด้วยการวิจัยเชิงปริมาณ(Quantitative Research) แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) Research (R1) ศึกษาและวิเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอน วิธีเรียนรู้ ความคิดเห็น การประเมินผล 2) Development (D1) ออกแบบและพัฒนารูปแบบ คู่มือการใช้รูปแบบ หน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกการสร้างนวัตกรรม แบบประเมินทักษะการสร้างสรรคนวัตกรรม และแบบสอบถามความคิดเห็น ประเมินประสิทธิภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยสนทนากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Focus Group Discussion : FGD) 3) Research (R2) การนำรูปแบบไปทดลองใช้ (Implementation) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร และ 4) Development (D2) การนำรูปแบบไปขยายผลเพื่อประเมินทักษะการสร้างสรรคนวัตกรรมทางเทคโนโลยีกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการเรียนการสอนมีชื่อว่า “6Ds Model” มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.08/85.58 ส่วนผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบไปทดลองใช้ พบว่า 2.1) หลังใช้รูปแบบนักเรียนมีทักษะการสร้างสรรคนวัตกรรมทางเทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2.2) นักเรียนมีความคิดเห็นที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอนมากที่สุด ส่วน 3) การขยายผลรูปแบบนักเรียนมีทักษะการสร้างสรรคนวัตกรรมทางเทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

58253801 : Major (CURRICULUM AND INSTRUCTION)

Keyword : STEAM, TECHNOLOGICAL INNOVATION CREATIVITY SKILLS

MR. AKESIT CHANINTARAPUM : THE DEVELOPMENT OF INSTRUCTIONAL MODEL BASE ON STEAM TO ENHANCE TECHNOLOGICAL INNOVATION CREATIVITY SKILLS OF SECONDARY STUDENTS THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR MAREAM NILLAPUN, Ph.D.

The goals of this research are as follows: 1) to develop and to seek an efficient instructional model according to the 80/80 standards; 2) to evaluate the efficiency of the instructional model development which consists of 2.1) the comparison of the technological innovation creativity skills before and after the studies 2.2) to study opinions regarding the use of an instructional model; 3) to extend the results of the instructional model. This research study implemented a Research and Development (R&D) method by following the research's rules and procedures according to the "Mixed Methods Research" model whose pattern's characteristic blended with the embedded design via the study of the Quantitative Methods, complemented by the Qualitative Methods as classified into these four steps: 1) Research (R1) studying and analyzing concepts, theories and researches concerning instructional and learning methods, opinion and assessment; 2) Development (D1) designing and developing a model, a usage manual, units and learning management plans, innovation creation notes, evaluation forms on innovation creativity skills and opinion surveys which assess the efficiency of content validity by Focus Group Discussion (FDG). ; 3) Research (R2) the implementation of instructional models with students in Room 4/1 from the Demonstration School of Silpakorn University; 4) Development (D2) expanding the model application for technological innovation creativity skills of students in Room 4/2 from Kasetsart University Laboratory School, Kamphaeng Saen Campus Center for Educational Research and Development. The research results indicated that 1) the instructional model contained the efficiency value equal to 80.08/85.58; the evaluation outcomes of the implementation model's efficiency found that 2.1) following the model application, the students gained more technological innovation creativity skills than they initially had prior to the course studies, at a significant statistical level of .05; and 2.2) the students expressed their opinion the most on the instructional model; 3) the result extension of students gaining the technological innovation creativity skills after the course studies were higher than prior enrolling with a significant statistical implication at the level of .05

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา” สำเร็จลุล่วงด้วยดี ด้วยความกรุณาเป็นอย่างสูงจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มาเรียม นิลพันธุ์ รองศาสตราจารย์ ดร.อนิรุทธ์ สติมัน และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิสูตร โพธิ์เงิน อาจารย์ที่ปรึกษาและควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิดิรัตน์ รุ่งเจริญเกียรติ ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ ช่วยเหลือสนับสนุน ตรวจสอบเนื้อหา และกระบวนการวิจัย ตลอดระยะเวลาของการดำเนินการ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แสงเดือน เจริญฉิม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พินดา วราสุนันท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณิต นัจฉฤตย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน ดร.ปพน วัจน ฤกษ์ภิญโญโชค ดร.สาลินี อุดมผล ดร.พิชญาน์ พานะกิจ ดร.อุษา มะหะหมัด ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัฒน์ บุญสม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินทร์ ลัดดาภิบาล บุญเชิดชู ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรัญญา จันทร์ชูสกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพบุทธิธรรม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑิราพร รามศิริ ที่กรุณาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณาจารย์ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากรและโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ที่อำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล และอนุเคราะห์นำรูปแบบไปขยายผล

ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ครู อาจารย์ ที่จุดประกายให้เห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาตนเองทางการศึกษา ตลอดจนครอบครัวที่สนับสนุนและให้โอกาสผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการศึกษาคั้งนี้

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนการวิจัยทุนพัฒนาบัณฑิตศึกษา จากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2563

เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฐ
บทที่ 1.....	1
บทนำ.....	1
ความสำคัญของปัญหา.....	1
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	9
คำถามการวิจัย.....	15
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	15
สมมติฐานการวิจัย.....	15
ขอบเขตการวิจัย.....	16
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	17
ประโยชน์ที่ได้รับ.....	18
บทที่ 2.....	19
เอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	19
1.หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีและหลักสูตรของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร.....	19
2.แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน.....	23

2.1 แนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการจัดประสบการณ์เรียนรู้.....	25
2.2 การพัฒนารูปแบบการสอน.....	30
2.3 องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน.....	32
3.แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน STEAM.....	33
3.1 ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism Theory).....	33
3.2 ความหมายของ STEAM.....	36
3.3 กรอบแนวคิด STEAM.....	38
3.4 จุดมุ่งหมายการเรียนรู้แบบ STEAM.....	41
3.5 การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM.....	42
4.หลักการจัดประสบการณ์เรียนรู้แบบ STEAM.....	44
4.1 หลักการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning).....	44
4.2 หลักการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ (Integration Learning).....	50
4.3 หลักการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการคิดเชิงออกแบบ(Design Thinking).....	57
4.4 หลักการสอนกับการเรียนรู้แบบ STEAM.....	62
4.5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้แบบ STEAM.....	63
4.6 การประเมินผล STEAM.....	63
4.7 วิธีการวัดและประเมินทักษะทักษะในศตวรรษที่ 21.....	64
4.8 การหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน.....	70
4.9 แนวคิดเกี่ยวกับดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index: RAI)	70
4.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดประสบการณ์เรียนรู้แบบ STEAM.....	73
5. แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี.....	77
5.1 ความหมายของนวัตกรรมทางเทคโนโลยี.....	77
5.2 ลักษณะของนวัตกรรมทางเทคโนโลยี.....	78

5.3 การประเมินคุณภาพของนวัตกรรมทางเทคโนโลยี	79
5.4 การคิดเชิงนวัตกรรม	82
5.5 ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม	84
5.6 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	85
5.7 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	88
5.8 การรู้เท่าทันเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ICT Literacy	89
5.9 ทักษะการรู้เท่าทันเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT Literacy Assessment)	94
5.10 ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม	96
5.11 กระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี	100
5.12 กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์	101
5.13 กระบวนการทางเทคโนโลยี	101
5.14 กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์	105
5.15 กระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี	110
5.16 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างนวัตกรรม	118
สรุปหลักการแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	120
บทที่ 3	125
วิธีดำเนินการวิจัย	125
ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R ₁) เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน (Analysis : A)	127
ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D ₁) ออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา (Design and Development : D&D).....	136
ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R ₂) เพื่อทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนโดยจัดการเรียน การสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของ นักเรียนระดับมัธยมศึกษา (Implementation : I).....	156

ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development : D ₂) เพื่อประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา (Evaluation : E)	164
บทที่ 4	172
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	172
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนา และหาประสิทธิภาพการพัฒนาของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา	172
ตอนที่ 2 เพื่อประเมินประสิทธิผลของการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา	198
ตอนที่ 3 ผลการขยายผลรูปแบบการพัฒนาของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา	210
บทที่ 5	224
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	224
สรุปผลการวิจัย	225
อภิปรายผล	226
ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้	245
ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป	245
รายการอ้างอิง	247
ภาคผนวก	1
ประวัติผู้เขียน	340

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ตารางเทียบการจัดประสบการณ์เรียนรู้แบบ STEAM ของ Yakman กับจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ.....	40
ตารางที่ 2 สรุปขั้นตอนการสอนแบบโครงงาน.....	49
ตารางที่ 3 สรุปขั้นตอนการสอนแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการ.....	55
ตารางที่ 4 สรุปขั้นตอนการสอนกระบวนการคิดเชิงออกแบบ.....	61
ตารางที่ 5 สรุปหลักการสอนกับการเรียนรู้แบบ STEAM.....	62
ตารางที่ 6 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการประเมินผลที่เหมาะสม	68
ตารางที่ 7 สรุปแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะของนวัตกรรมทางเทคโนโลยี.....	78
ตารางที่ 8 การสังเคราะห์ขั้นตอนของการประเมินนวัตกรรมทางเทคโนโลยี.....	81
ตารางที่ 9 การสังเคราะห์องค์ประกอบของการรู้เท่าทันเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT Literacy).....	93
ตารางที่ 10 การสังเคราะห์ทักษะการรู้เท่าทันเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ICT Literacy. 95	
ตารางที่ 11 การสังเคราะห์ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม.....	98
ตารางที่ 12 กระบวนการทางเทคโนโลยีที่เหมาะสม	104
ตารางที่ 13 ทักษะการออกแบบผลิตภัณฑ์.....	108
ตารางที่ 14 การสังเคราะห์ขั้นตอนของกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรม	115
ตารางที่ 15 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อการปรับปรุงแก้ไขแบบสัมภาษณ์ตามโครงสร้าง	131
ตารางที่ 16 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อการปรับปรุงแก้ไขประเด็นสนทนากลุ่ม	133
ตารางที่ 17 สรุปวิธีการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R ₁) เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน (Analysis : A).....	134
ตารางที่ 18 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อการปรับปรุงแก้ไขรูปแบบ คู่มือการใช้รูปแบบ หน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้.....	139
ตารางที่ 19 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญสนทนากลุ่มต่อรูปแบบการเรียนการสอน.....	151

ตารางที่ 20	สรุปวิธีการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D ₁).....	154
ตารางที่ 21	แบบแผนการทดลองตามวัตถุประสงค์การวิจัย ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R ₂)	158
ตารางที่ 22	แบบแผนวิธีดำเนินการเตรียมการสอน (Implement) แบบบูรณาการ.....	159
ตารางที่ 23	สรุปวิธีการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R ₂).....	161
ตารางที่ 24	สรุปการบูรณาการแนวคิดของบลูมปรับใหม่.....	163
ตารางที่ 25	การประเมินการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี โดยแนวคิดของบลูม (Bloom's revised taxonomy).....	163
ตารางที่ 26	สรุปวิธีการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development : D ₂) เป็นการ.....	165
ตารางที่ 27	สรุปขั้นตอนการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะ การสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา.....	167
ตารางที่ 28	บทบาทครูและบทบาทนักเรียนตามรูปแบบ 6Ds Model.....	195
ตารางที่ 29	ผลการเปรียบเทียบทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ก่อนเรียนและหลังเรียน (N = 40).....	199
ตารางที่ 30	ผลการเปรียบเทียบคุณภาพนวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ก่อนและหลังเรียน.....	200
ตารางที่ 31	ผลงานทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนในรายวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1	202
ตารางที่ 32	ผลการศึกษาแบบสอบถามความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ...	207
ตารางที่ 33	ผลการเปรียบเทียบทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ก่อนและหลังเรียนกลุ่มขยายผล (N = 40)	212
ตารางที่ 34	ผลการเปรียบเทียบคุณภาพนวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 กลุ่มขยายผลก่อนและหลังเรียน.....	213
ตารางที่ 35	สรุปผลงานทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนกลุ่มขยายผล..	215
ตารางที่ 36	ผลการศึกษาแบบสอบถามความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา กลุ่มขยายผล	220

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย	15
ภาพที่ 2 กรอบแนวคิด STEAM ของ Yakman(2008)	40
ภาพที่ 3 Design Thinking ของ d.school.....	61
ภาพที่ 4 การเพิ่มพูนความรู้และความเชี่ยวชาญเชิงซ้อนในการรู้ไอซีที	92
ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ในกระบวนการของนวัตกรรม	100
ภาพที่ 6 กรอบดำเนินการวิจัย	127
ภาพที่ 7 ขั้นตอนการสร้างแบบวิเคราะห์เอกสาร.....	130
ภาพที่ 8 ขั้นตอนการสร้างแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน ว 31103 การ ออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1	132
ภาพที่ 9 ขั้นตอนการสร้างแบบประเด็นสนทนากลุ่มความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน	134
ภาพที่ 10 ร่างที่1 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์ นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา.....	147
ภาพที่ 11 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม ทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา “6Ds Model”	150
ภาพที่ 12 ขั้นตอนการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชา ว 31103 การ ออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1	153
ภาพที่ 13 การสัมภาษณ์ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญต่อสภาพการจัดการเรียนการสอนรูปแบบการเรียน การสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี	180
ภาพที่ 14 ผลการสังเคราะห์แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา	182
ภาพที่ 15 การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อ ส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา	183

ภาพที่ 16 ร่างที่1 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา.....	185
ภาพที่ 17 ร่างที่2 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา “6Ds Model”	188
ภาพที่ 18 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา “6Ds Model”	190
ภาพที่ 19 ขั้นตอนการกำหนด Theme การเรียนการสอน ณ โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร	191
ภาพที่ 20 ขั้นตอนรวบรวมข้อมูล ณ โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.....	192
ภาพที่ 21 ขั้นตอนออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ณ โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร	193
ภาพที่ 22 ขั้นตอนพัฒนา ณ โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร	193
ภาพที่ 23 ขั้นตอนการทดสอบและประเมินผล ณ โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร	194
ภาพที่ 24 ขั้นตอนการนำเสนอผลลัพธ์ ณ โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร	195
ภาพที่ 25 กราฟแสดงทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา	200
ภาพที่ 26 ภาพประกอบประชุมอาจารย์ชี้แจงรูปแบบการเรียนการสอนวันที่ 13 พฤศจิกายน 2562	211
ภาพที่ 27 กราฟแสดงทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษากลุ่มขยายผล	213
ภาพที่ 28 ภาพประกอบขณะทำการเรียนการสอนกลุ่มขยายผล	222
ภาพที่ 29 ภาพประกอบประเมินงานกลุ่มขยายผล	223
ภาพที่ 30 แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา	284
ภาพที่ 31 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา มีรายละเอียดดังนี้	291

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทสำคัญในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคตเพราะวิทยาการคอมพิวเตอร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของมนุษย์ ในการดำรงชีวิตประจำวันและในการประกอบอาชีพต่างๆ ของทุกคน ส่งผลให้เกิดการพัฒนาทางเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก ในขณะเดียวกันเทคโนโลยีก็ช่วยให้มนุษย์มีการศึกษาค้นคว้าความรู้ต่างๆ อย่างต่อเนื่อง ได้พัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผล คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดวิพากษ์วิจารณ์ มีทักษะในการแสวงหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย สามารถสร้างนวัตกรรมที่ดี ด้วยความสำคัญดังกล่าวมนุษย์ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาการการคำนวณสามารถนำความรู้ที่ได้ไปบูรณาการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ด้านต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม และมีส่วนร่วมในการพัฒนาสังคมและประเทศชาติ โดยเฉพาะช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม การศึกษา ส่งผลให้สามารถแข่งขันกับนานาประเทศ และดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกอย่างมีความสุข ความจำเป็นในการสร้างความเข้มแข็ง มีองค์ประกอบที่สำคัญคือการจัดการศึกษาสำหรับประเทศไทยได้มีการจัดการศึกษาเพื่อเตรียมและพัฒนาคนให้อยู่ในสังคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีดังกล่าว ตั้งแต่ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ประกอบกับในปัจจุบันเป็นยุคที่ต้องการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจ ไปสู่เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม (Value-Based Economy) ที่เป็นความมุ่งมั่นของนายกรัฐมนตรีคือ “ประเทศไทย 4.0” กล่าวคือ ในปัจจุบันประเทศไทยอยู่ในโมเดลเศรษฐกิจแบบ “ทำมาก ได้น้อย” ต้องการปรับเปลี่ยนเป็น “ทำน้อย ได้มาก” นั้นหมายถึงการขับเคลื่อนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างน้อยใน 3 มิติสำคัญ คือ 1) เปลี่ยนจากการผลิตสินค้า “โภคภัณฑ์” ไปสู่สินค้าเชิง “นวัตกรรม” 2) เปลี่ยนจากการขับเคลื่อนประเทศด้วยภาคอุตสาหกรรม ไปสู่การขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม และ 3) เปลี่ยนจากการเน้นภาคการผลิตสินค้า ไปสู่การเน้นภาคบริการมากขึ้นโดยการเติมเต็มด้วยวิทยาการ ความคิดสร้างสรรค์ นวัตกรรม วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการวิจัยและพัฒนา (สำนักวิจัยและพัฒนาระบบงานบุคคล สำนักงาน ก.พ., 2560; สุวิทย์ เมษินทรีย์, 2560) แล้วต่อยอดความได้เปรียบเชิงเปรียบเทียบเป็น “5 กลุ่มเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมเป้าหมาย” ประกอบด้วย 1) กลุ่มอาหาร เกษตร และเทคโนโลยีชีวภาพ (Food, Agriculture & Bio-Tech) 2) กลุ่มสาธารณสุข สุขภาพ และเทคโนโลยีทางการแพทย์ (Health, Wellness & Bio-Med) 3) กลุ่มเครื่องมืออุปกรณ์อัจฉริยะ หุ่นยนต์ และระบบเครื่องกลที่ใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุม (Smart Devices, Robotics & Mechatronics) 4) กลุ่มดิจิทัล เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมต่อและบังคับอุปกรณ์ต่างๆ ปัญญาประดิษฐ์และเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว (Digital, IoT, Artificial Intelligence & Embedded Technology) และ 5) กลุ่มอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ วัฒนธรรม และบริการที่มีมูลค่าสูง (Creative, Culture & High Value Services) (สุวิทย์ เมษินทรีย์, 2560) ซึ่งสอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579 การปฏิวัติดิจิทัล (Digital Revolution) ต่อการเปลี่ยนแปลงสู่การปฏิวัติอุตสาหกรรม 4.0 (The

Fourth Industrial Revolution) การพัฒนาอย่างก้าวกระโดดของโลกเทคโนโลยี ส่งผลให้ประเทศต่างๆ ในโลกต้องเผชิญกับระบบเศรษฐกิจโลกที่มีการแข่งขันอย่างเสรีและไร้พรมแดนอย่างไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ ความท้าทายใหม่ในกระแสโลกาภิวัตน์รอบใหม่ของโลกคือ การก้าวเข้าสู่ยุคอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of things) ซึ่งอุปกรณ์ต่างๆ มีโปรแกรมใช้ร่วมกับคอมพิวเตอร์ รวมถึงโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งมนุษย์สามารถพกพาติดตัวไปด้วยตลอดเวลา (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) ส่วน Thailand 4.0 ด้านการศึกษามีปัจจัยหลักๆ 3 ปัจจัยคือ 1) เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เครื่องมือสำคัญสำหรับการค้นหาความรู้ สถาบันการศึกษาจะต้องสนับสนุนให้นักเรียน-นักศึกษาเข้าถึงเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ง่าย สนับสนุนโครงสร้างพื้นฐานเหล่านี้ในสถาบัน 2) หลักสูตรการเรียนการสอนมีความคิดสร้างสรรค์เปิดโอกาสให้นักเรียนนักศึกษากล้าที่จะคิดนอกกรอบหรือต่อยอดจากตำรา นำมาปฏิบัติจริง และ 3) การปฏิสัมพันธ์กับสังคมเพื่อให้นักเรียนนักศึกษาสามารถตอบสนองความต้องการของสังคมและทำงานร่วมกันในสังคมได้ ทางสถาบันการศึกษาควรมีกิจกรรมทางสังคมให้นักเรียน-นักศึกษาได้เข้าร่วมเป็นประจำ และสนับสนุนการทำงานแบบเป็นกลุ่มมากกว่างานเดี่ยว

เมื่อปี 2015 องค์การสหประชาชาติ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา และการพัฒนามนุษย์ ได้มีการประชุมร่วมกันที่ เมือง อินชอน เกาหลีใต้ และจัดทำวิสัยทัศน์ Education 2030 เป็นประกาศที่ชื่อว่า Incheon Declaration 2030 มีคำประกาศสั้นๆ ว่า การสร้างความมั่นใจให้ทุกประเทศ ทำให้การศึกษาที่มีคุณภาพอย่างเท่าเทียมกันและส่งเสริมโอกาสให้คนในโลกได้เรียนรู้ตลอดชีวิตทุกคน (World Education Forum 2015, 2015) และหลายประเทศได้กำหนดนโยบายเศรษฐกิจรูปใหม่แบบใหม่เพื่อสร้างความมั่งคั่งในศตวรรษที่ 21 อาทิ สหรัฐอเมริกาพูดถึง A Nation of Makers : ที่มีเป้าหมายในการสร้างผู้ผลิตรุ่นใหม่ที่สร้างงานและธุรกิจใหม่ๆ ให้เกิดขึ้น อังกฤษกำลังผลักดัน Design of Innovation : เพื่อส่งเสริมให้ธุรกิจนำการออกแบบไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของการสร้างนวัตกรรม ด้วยการเชื่อมโยงอุตสาหกรรมการออกแบบและอุตสาหกรรมเทคโนโลยีเข้าด้วยกัน และการสร้างความตระหนักถึงประโยชน์ของ Design Thinking และ Service Design ซึ่งจะช่วยให้ธุรกิจประสบความสำเร็จ และส่งผลดีต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ ขณะที่จีนได้ประกาศ Made in China 2025 : เพื่อยกระดับอุตสาหกรรมการผลิตด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย ปรับปรุงการใช้ทรัพยากรและพลังงานให้มีประสิทธิภาพไม่เป็นภัยต่อสิ่งแวดล้อม และแก้ไขปัญหาด้านคุณภาพของสินค้าจีน ส่วนสิงคโปร์ กำหนดเป้าหมายใหม่ Intelligent Nation 2015 : โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อใช้เทคโนโลยียกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนเข้ามาแก้ปัญหา ต่างๆ และส่งเสริมผลิตภาพของประเทศ (ศูนย์สร้างสรรค์งานออกแบบ(TCDC), 2016) เป็นต้น ในประเทศไทยโดยงานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาชิ้นหนึ่งซึ่งมีชื่อว่า แนวโน้มภาพอนาคตการศึกษาและการเรียนรู้ของไทยในปี พ.ศ. 2573 จัดทำโดยสำนักวิจัยและพัฒนาการศึกษา สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ นโยบายและวิธีการทำงานของทั้ง 3 ประเทศ คือสาธารณรัฐฟินแลนด์ สาธารณรัฐสิงคโปร์ และสาธารณรัฐเกาหลี ลักษณะร่วมทั้ง 3 ประเทศ ได้แก่ 1) ให้ความสำคัญกับคุณภาพการศึกษาที่เป็นเลิศ 2) สร้างความทั่วถึงและความเท่าเทียม เน้นการเรียนรู้ตลอดชีวิต 3) ปรับใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้ 4) ใช้ภาษามากกว่า 1 ภาษาในการเรียนการสอน โดยให้ความสำคัญกับภาษาแม่ของผู้เรียนระดับปฐมวัย ทั้งนี้มีการกระจายลักษณะร่วมนี้สู่การปฏิบัติใน

การจัดการศึกษาทุกระดับตั้งแต่ระดับปฐมวัยจนถึงการศึกษาขั้นพื้นฐาน และพร้อมร่วมมือกับกลุ่มต่างๆ ที่เป็นภาคีเครือข่ายเพื่อการขับเคลื่อนและปรับเปลี่ยนอยู่ตลอดเวลาโดยยึดคุณภาพและความโปร่งใสเป็นสำคัญ 5) ให้ความสำคัญกับคุณภาพครูในระดับสูง เห็นได้ชัดจากการคัดเลือกนักศึกษาครู กระบวนการผลิต การรับเข้าทำงาน การพัฒนา การวางเส้นทางวิชาชีพและการประเมิน เป็นที่น่าสังเกตว่าในเรื่องการวางเส้นทางวิชาชีพครูและการประเมินครูมีใจจุดเน้นของสาธารณรัฐฟินแลนด์ เนื่องจากมีความเชื่อเบื้องต้นว่าครูมีสมรรถนะสูง รับผิดชอบสูง และสามารถกำกับตนเองได้ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2559) ส่วนกระทรวงศึกษาธิการได้ดำเนิน โครงการสานพลังประชารัฐ ด้านการศึกษาพื้นฐานและการพัฒนาผู้นำ ซึ่งเป็นมิติใหม่ของการร่วมมือระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาสังคม เพื่อร่วมขับเคลื่อนและยกระดับมาตรฐานการศึกษาพื้นฐานและการพัฒนาผู้นำให้มีสัมฤทธิ์ผลและมีส่วนสำคัญในการสร้างความเข้มแข็งด้านเศรษฐกิจและสังคมอย่างยั่งยืน เพื่อมุ่งไปสู่เป้าหมายของการสร้างทรัพยากรมนุษย์ที่จะรองรับทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย 1) องค์ความรู้สำคัญ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับโลก (Global Awareness) ความรู้เกี่ยวกับการเงิน เศรษฐศาสตร์ ธุรกิจ และการเป็นผู้ประกอบการ (Financial, Economics, Business and Entrepreneurial Literacy) ความรู้ด้านการเป็นพลเมืองที่ดี (Civic Literacy) ความรู้ด้านสุขภาพ (Health Literacy) และ ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Literacy) 2) ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ได้แก่ 2.1) ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม จะเป็นตัวกำหนดความพร้อมของนักเรียนเข้าสู่โลกการทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในปัจจุบัน ได้แก่ ความริเริ่มสร้างสรรค์ และนวัตกรรม การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา และการสื่อสารและการร่วมมือ 2.2) ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี เนื่องด้วยในปัจจุบันมีการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารผ่านทางสื่อและเทคโนโลยียากมาย ผู้เรียนจึงต้องมีความสามารถในการแสดงทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และ ปฏิบัติงานได้หลากหลาย โดยอาศัยความรู้ในหลายด้าน ดังนี้ ความรู้ด้านสารสนเทศ ความรู้เกี่ยวกับสื่อ และความรู้ด้านเทคโนโลยี 3) ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ ในการดำรงชีวิตและทำงานในยุคปัจจุบันให้ประสบความสำเร็จ นักเรียนจะต้องพัฒนาทักษะชีวิตที่สำคัญดังต่อไปนี้ ความยืดหยุ่น และการปรับตัว การริเริ่มสร้างสรรค์และเป็นตัวของตัวเอง มีทักษะสังคมและสังคมข้ามวัฒนธรรม รวมถึงการเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต (Productivity) และความรับผิดชอบต่อเชื่อถือได้ (Accountability) และ ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ (Responsibility) และ 4) ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต เป็นของคนในศตวรรษที่ 21 คือ การเรียนรู้ 3R และ 8C ตลอดชีวิต 3R คือ Reading-อ่านออก, Writing-เขียนได้, Arithmetics - คิดเลขเป็น 8C คือ Critical Thinking and Problem Solving : การคิดอย่างมีวิจารณญาณ แก้ไขปัญหาได้ Creativity and Innovation : คิดอย่างสร้างสรรค์ คิดเชิงนวัตกรรม Cross-cultural Understanding : ความเข้าใจความแตกต่างทางวัฒนธรรม กระบวนการคิดข้ามวัฒนธรรม Collaboration teamwork and leadership : ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ Communications information and media literacy : ทักษะในการสื่อสาร และการรู้เท่าทันสื่อ Computing and ICT literacy : ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ และการรู้เท่าทันเทคโนโลยีและการสื่อสาร Career and learning skills : ทักษะทางอาชีพ และการเรียนรู้ และ Compassion : มีคุณธรรม มีเมตตา กรุณา มีระเบียบวินัย (วิจารณ์ พานิช, 2556; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560; สุเทพ อ่วมเจริญ, 2559) การพัฒนาการศึกษาภายใต้กรอบประเทศ

ไทย 4.0 สู่ศตวรรษที่ 21 จากการสร้างให้ผู้เรียนรู้การเรียนด้วยตนเองและเปลี่ยนแปลงที่ครูต้องพัฒนาให้มีความรู้ มีพื้นฐานแน่น พร้อมเรียนรู้สิ่งใหม่ การจัดระบบความรู้ มีความสามารถสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียน และมีความรู้จริง เปลี่ยนแปลงกระบวนการเรียนการสอน สร้างทักษะที่จำเป็นโดยเรียนด้วยการลงมือทำ ครูเปลี่ยนจากครูสอนเป็นพี่เลี้ยง ครูฝึก (Coach) หรือ ผู้จัดการ ผู้สนับสนุน Learning Facilitator การนำเสนอเป็นรายงานผู้เรียนทำ Reflection ขวนคิดด้านคุณค่า จริยธรรม การเรียนแบบบูรณาการสหวิชาการ เชื่อมโยงความรู้กับจินตนาการ แปลงสู่รูปธรรมให้มีทักษะที่ต้องการในยุคศตวรรษที่ 21 (21st Century Skills) เช่น การทำงานร่วมกัน (Collaboration) ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) การแก้ปัญหา (Problem-solving) และการสื่อสารที่ดี (Effective communication) การจัดการศึกษา ต้องสร้างความพอใจให้ผู้เรียนและท้าทายสู่การสร้างกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียน

อนาคตของประเทศไทยขึ้นอยู่กับคุณภาพการศึกษาของประเทศ โดยเฉพาะความสามารถด้านพื้นฐานที่สำคัญมากทางด้าน “คณิตศาสตร์” “วิทยาศาสตร์” “เทคโนโลยี” ของเด็กไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี เป็นภาษาสากลที่เข้าใจกันทั่วโลก เป็นจุดเชื่อมต่อสำหรับแนวทางการเรียน การค้นหาและการคิดเชิงวิพากษ์ ผลสุดท้ายนักเรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาในเรื่องการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง มีการแก้ปัญหา การทำงานร่วมกันและทำงานผ่านกระบวนการความคิดสร้างสรรค์ เป็นผู้สร้างนวัตกรรม การศึกษา ผู้นำและเป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ส่วนนโยบายของประเทศไทย Thailand 4.0 การปลูกฝังให้เด็กนักเรียนรัก เข้าใจ และเก่ง คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เปรียบเสมือนเป็นการเปิดโลกทัศน์ และเปิดโอกาสทางเลือกอาชีพของเด็กนักเรียนอย่างไม่มีขีดจำกัด ประสบปัญหาผลการเรียนตกต่ำลงอย่างต่อเนื่อง และจากผลการวิจัยทางด้านเศรษฐศาสตร์ถึงผลกระทบจากความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่ออัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยเฉพาะการเร่งส่งเสริมให้เกิดสังคมนวัตกรรม ผลักดันงานวิจัยสู่การใช้ประโยชน์และพัฒนาสถานะแวดล้อมของการพัฒนา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม ของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2560) องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development-OECD) ประเมินว่าประเทศไทยมีงบประมาณทางการศึกษาต่องบประมาณแผ่นดินทั้งหมด ร้อยละ 29.5 มากที่สุดในกลุ่มประเทศอาเซียน รองลงมาคือ สิงคโปร์ร้อยละ 22.7 มาเลเซีย ร้อยละ 21.3 ส่วนประเทศที่มีค่าน้อย คือ ญี่ปุ่น และอินเดีย ร้อยละ 9.4 และ 11.0 ตามลำดับ ส่วนร้อยละของงบประมาณทางการศึกษาต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP) พบว่า นิวซีแลนด์มีอัตราส่วนสูงที่สุดกล่าวคือ ร้อยละ 7.3 รองลงมาคือ เวียดนาม ร้อยละ 6.8 ในขณะที่ประเทศไทย มีอัตราส่วนอยู่ที่ร้อยละ 5.8 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2557) ในปี 2014 ปัจจัยหลักที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพการศึกษาทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ของนักเรียนไทย คือ คุณภาพของครูผู้สอน แนวทางการสอน ทักษะการในการจัดการเรียนการสอน พื้นฐานความรู้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องสร้างนักเรียนให้มีความสามารถด้านวิชาการเป็นที่ยอมรับทั่วทั้งโลกด้าน Science, Technology, Engineering, Mathematics และเพิ่ม Arts ความป็นมนุษย์เข้าไป การเรียนรู้วิชาศิลปะร่วมกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ในลักษณะเชื่อมโยงกันทุกวิชาเข้าด้วยกันจะทำให้ให้นักเรียนมีความคิดแบบองค์รวม (Holistic Way) คิดนอก

กรอบ มุมมองใหม่มีความคิดการแก้ปัญหาใหม่ๆ ทำให้ผลลัพธ์ดีขึ้น โดยเฉพาะ การศึกษาในศตวรรษที่ 21 ห้องเรียนกลายเป็นขนาดใหญ่และสามารถเปลี่ยนแปลงได้ด้วยทักษะทางเทคโนโลยี นักเรียนสามารถที่จะใช้ได้ตลอด ในห้องเรียนครูควรจะเรียนการติดต่อสื่อสารกับนักเรียนโดยใช้เครื่องมือที่มีอยู่ ในระบบการศึกษาการสื่อสารต่างๆ ช่วยให้ครูและนักเรียนสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ตลอดเวลา ส่วนประเทศไทยผลการประเมิน PISA 2015 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) ระดับความสามารถทางการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ทางกรแก้ปัญหาแบบร่วมมือเป็น 4 ระดับ ตามความสามารถและทักษะที่นักเรียนสามารถปฏิบัติได้ ความสามารถทางการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่ระดับ 4 (ตั้งแต่ 640 คะแนนขึ้นไป) นักเรียนมีทักษะความชำนาญระดับสูงสุดสามารถปฏิบัติงานแก้ปัญหาที่ซับซ้อนด้วยการทำงานร่วมกันอย่างดียิ่ง มีความตระหนักถึงพลังของกลุ่มและประกันได้ว่าสมาชิกในกลุ่ม ปฏิบัติงานตามบทบาทที่ได้ตกลงกันไว้ในขณะที่การแก้ปัญหาดำเนินไป ต่างมีความคิดริเริ่มและทำงานตามหน้าที่หรือมีการร้องขอเมื่อมีข้อขัดข้องเพื่อขจัดสิ่งกีดขวางและข้อขัดแย้ง นักเรียนไทยมีความสามารถทางการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่ระดับ 4 ต่ำกว่า 1% ความสามารถทางการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่ระดับ 3 (ตั้งแต่ 540 คะแนนขึ้นไป แต่ต่ำกว่า 640 คะแนน) นักเรียนสามารถปฏิบัติภารกิจที่อาจจะเป็นภารกิจที่ซับซ้อนหรือการร่วมกันทำงานที่มีความซับซ้อน รู้สาระข้อมูลที่ต้องใช้แก้ปัญหา ร้องขอจากสมาชิกในทีมที่มีข้อมูล และบอกได้ว่าสาระข้อมูลใดที่ได้มานั้นไม่ถูกต้อง นักเรียนที่มีความสามารถระดับนี้สามารถปฏิบัติภารกิจที่มีหลายขั้นตอนและแต่ละขั้นตอนต้องการสาระข้อมูลหลายส่วน นักเรียนไทยมีประมาณ 11% ที่มีความสามารถทางการแก้ปัญหาแบบร่วมมือตั้งแต่ระดับ 3 ขึ้นไป ความสามารถทางการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่ระดับ 2 (ตั้งแต่ 440 คะแนนขึ้นไป แต่ต่ำกว่า 540 คะแนน) นักเรียนสามารถปฏิบัติภารกิจในระดับที่มีความยากปานกลาง สามารถสื่อสารกันในทีมเกี่ยวกับงานที่ต้องทำและมีการอาสาให้ข้อมูลที่ไม่ได้มีการร้องขอจากสมาชิกในทีม นักเรียนไทยมีประมาณ 46% ที่มีความสามารถทางการแก้ปัญหาแบบร่วมมือตั้งแต่ระดับ 2 ขึ้นไป ความสามารถทางการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่ระดับ 1 (ตั้งแต่ 340 คะแนนขึ้นไป แต่ต่ำกว่า 440 คะแนน) นักเรียนสามารถปฏิบัติภารกิจในระดับที่มีความยากไม่มากและมีการทำงานร่วมกันเป็นทีมในระดับจำกัด ส่วนมากมักจะเน้นเฉพาะงานที่เป็นหน้าที่ในส่วนของตน และได้รับความช่วยเหลือจากสมาชิกในทีม เมื่อต้องทำการแก้ปัญหาต่างๆ ก็สามารถหาวิธีแก้ปัญหาได้ นักเรียนไทยมีประมาณ 88% ที่มีความสามารถทางการแก้ปัญหาแบบร่วมมือตั้งแต่ระดับ 1 ขึ้นไป

นักการศึกษาควรสนใจในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนซึ่งเป็นเด็กยุคใหม่ นักการศึกษาควรมองเรื่อง “ผู้อพยพดิจิทัล” Digital Immigrant เพื่อเข้าใจในบริบทของนักเรียนในปัจจุบัน ที่เป็น “ชาวพื้นเมืองดิจิทัล” Digital native เพื่อเข้าใจในกระบวนการที่จะใช้ในการเรียนการสอน เพราะเป็นชาวพื้นเมืองดิจิทัลคนเหล่านี้จะเข้ากับเทคโนโลยีได้ดี (Jacobs, 2010) เพื่อนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงและการประกอบอาชีพในอนาคต ตามแนวคิด STEAM การพัฒนากระบวนการหรือนวัตกรรมใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต การทำงาน การเรียนการสอน หรือผลิตภัณฑ์นวัตกรรม การศึกษาจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงจากระบบการศึกษาที่มีอยู่ในปัจจุบันเป็นยุคที่โลกใช้เชื่อมโยงกันยุคแห่งเทคโนโลยีและยุคที่เกิดสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ และมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและสภาพสังคมที่เปลี่ยนแปลงไปใช้ความรู้ในศาสตร์

ต่างๆ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เพื่อสร้างนวัตกรรม พัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงโลก (Real World Connections) ทักษะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry Skills) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process Skills) เป็นผู้ที่มีทักษะที่จำเป็นในการประกอบอาชีพ มีความคิดสร้างสรรค์และสร้างนวัตกรรมเพื่อเพิ่มมูลค่าของผลผลิต และมีทักษะในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการทำงาน มีทักษะทำให้ผู้เรียนมีโอกาสถ่ายทอดหรือประยุกต์ใช้แนวคิดสำคัญ (Concept) ด้วยความคิดสร้างสรรค์และมีจินตนาการยิ่งขึ้น ผู้เรียนยังสามารถสื่อสารความคิดของตนเอง ในรูปแบบของดนตรีและการเคลื่อนไหวการสื่อสารด้วยภาษา ท่าทางหรือการวาดภาพ หรือการสร้างโมเดลจำลอง ทำให้ชิ้นงานนั้นๆ มีองค์ประกอบด้านความสุนทรีย์และความสวยงาม เพิ่มขึ้น เกิดเป็นชิ้นงานที่มีความสมบูรณ์ทั้งการใช้งานและ ความสวยงาม โดยเฉพาะหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 ในหลักสูตรได้กำหนดแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยเฉพาะการจัดการจัดการการเรียนรู้แบบบูรณาการ ความคิดสร้างสรรค์และสร้างนวัตกรรม โดยพัฒนาความรู้พื้นฐานทาง Digital เพื่อเป็นการเตรียมพื้นฐานเพื่อการศึกษาในระดับอุดมศึกษา มีลักษณะบูรณาการความรู้ ร่วมกับมีการสนับสนุนให้มีการสร้างนวัตกรรม จึงจำเป็นต้องหันมาส่งเสริมการเรียนรู้แบบ STEAM คือ Science, Technology, Engineering ,Mathematics และเพิ่ม Arts ความป็นมนุษย์เข้าไปในลักษณะเชื่อมโยงกันทุกวิชาเข้าด้วยกันจะทำให้ให้นักเรียนมีความคิดแบบองค์รวม (Holistic Way) คิดนอกกรอบ มีมุมมองใหม่ มีความคิดการแก้ปัญหาใหม่ๆ ทำให้ผลลัพธ์ดียิ่งขึ้น ซึ่งสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี มีการเรียนรู้ทักษะทางสังคมและการทำงานร่วมกับผู้อื่น เพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและสภาพสังคมที่เปลี่ยนแปลงไปใช้ความรู้ในศาสตร์ต่างๆ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เพื่อสร้างนวัตกรรม พัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 การสร้างความรู้ นวัตกรรม และการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งจะสามารถพัฒนาศักยภาพส่งเสริมในการจัดการเรียนรู้ STEAM หรือ การสร้างสรรค์นวัตกรรม รวมถึงการฝึกฝนแก้ไขปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในสังคม สอดคล้องกับหนังสือ Singapore 2065: Leading Insights on Economy and Environment from 50 Singapore Icons and Beyond ของ (Quah, 2015) กล่าวว่าในอนาคตการคำนวณเป็นพื้นฐานใน ความฉลาดของมนุษย์ ในอนาคตการเงินการธนาคารต่างๆ ลูกค้าน่าจะดูข้อมูลต่างๆ รายงาน ลักษณะของสินค้าและข้อมูลของผู้ขาย รวมถึงสามารถเข้าใจผู้ขายได้ด้วยธุรกรรมทางการเงินและมีความเกี่ยวข้องในการจัดการ ในอนาคตเมื่อจะมีการสอนงานโดยผู้มีความรู้ มีความน่าสนใจ มีระบบในการสอนงาน ในการแพทย์ กฎหมายและการศึกษาสามารถเพิ่มประสบการณ์ได้ ในอนาคตคอมพิวเตอร์สามารถที่จะมีการสร้างและโต้ตอบกับผู้คนได้ ในปัจจุบันยังไม่สามารถจะไปถึงขั้นนั้นแต่อนาคตระบบช่วยสร้างงานและทำให้เป็นศูนย์รวมของงานต่างๆ ไม่ว่าจะเป็งานหรือระบบการเงินในรูปแบบ Real Time สามารถสร้างและเข้าใจในภาษาธรรมชาติต่างๆ ได้ ระบบสามารถทำได้ทุกอย่างในองค์กรและสังคมรอบรอบตัว

แนวคิด STEAM โดยพัฒนามาจาก STEM Education เริ่มจากประเทศสหรัฐอเมริกา ในสมัยของประธานาธิบดีบารัค โอบามา เคยมีนโยบาย Computer Science For All เป็นโครงการส่งเสริมให้นักเรียนชาวอเมริกันทุกคนมีโอกาสเรียนวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ เพื่อฝึกทักษะการเป็น

“ผู้สร้าง” ในระบบเศรษฐกิจดิจิทัล แทนการเป็นผู้บริโภคแต่เพียงฝ่ายเดียว ย่อมาจาก 4 หลักได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S:Science) เทคโนโลยี (T:Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (E:Engineering) และคณิตศาสตร์ (M:Mathematics) ประธานาธิบดีโอบามา ก็ได้สนับสนุนนโยบายการศึกษาของ STEM Education โดยการให้องค์กรเอกชนที่ลงทุนโดยไม่หวังผลกำไรมาสนับสนุนผลักดันการศึกษา STEM Education เพื่อเพิ่มคุณภาพนักวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีในอนาคต ส่วนในประเทศไทยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 พบว่าในหลักสูตรได้กำหนดแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยเฉพาะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ ซึ่งสอดคล้องกับสะเต็มศึกษาส่วนสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2014) เน้นที่การประกอบอาชีพ เป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์และสร้างนวัตกรรมเพื่อเพิ่มมูลค่าของผลผลิต และเป็นผู้ที่มีทักษะในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการทำงาน เน้นความรู้และทักษะที่เหมาะสมกับการประกอบอาชีพในเศรษฐกิจและสังคมยุคที่มีการแข่งขันสูง อีกทั้งมีทักษะที่พร้อมสำหรับโลกในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2560) ที่ส่งเสริมระบบการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM Education) และเพิ่มจำนวนนักเรียนที่สนใจในด้านดังกล่าว เพื่อผลิตกำลังคนบุคลากรสายวิทยาศาสตร์ของประเทศ พร้อมไปกับการเพิ่มแรงจูงใจในอาชีพครูวิทยาศาสตร์ ต่อมา Yakman (2008) ยังได้เสนอกรอบแนวคิด STEAM ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ (S:Science) เทคโนโลยี (T:Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (E:Engineering) ศิลป์ (A:Arts) และคณิตศาสตร์ (M:Mathematics) ต่อยอดมาจาก STEM Education คำว่า ”STEAM” นั้นซึ่งยกแมนได้เพิ่มศาสตร์ทางศิลปศาสตร์ (Arts) อันรวมถึงศิลปกรรม ภาษา วรรณคดี ดนตรี นาฏศิลป์ สังคม การเมืองและเศรษฐศาสตร์ ที่เกี่ยวกับความเป็นมนุษย์เพิ่มเติมมาในความคิด STEM Education มีความสอดคล้องกับการดำรงชีวิตและศาสตร์สร้างนวัตกรรม แนวคิด STEAM จึงเป็นแนวคิดที่เป็นการเตรียมผู้เรียนเพื่อเข้าศึกษาต่อในระดับวิทยาลัยและเตรียมพร้อมสำหรับการทำงาน ซึ่งแบ่งระดับขั้นของเนื้อหาและรูปแบบการใช้ 5 ลำดับขั้นดังนี้ คือ ลำดับขั้นที่ 1 จะเป็นเนื้อหาสาระที่เฉพาะเจาะจง (Content Specific) ต่อมาด้วยจะเป็นการศึกษาที่อยู่หลังมัธยมศึกษาที่จะเฉพาะ ลำดับขั้นที่ 2 เป็นกลุ่มองค์ความรู้ที่แบ่งตามศาสตร์ (Discipline Specific) เป็นการศึกษาขั้นพื้นฐานของศาสตร์ในแต่ละศาสตร์จะเป็นการศึกษาเน้นพื้นฐานของศาสตร์เหมาะสมสำหรับช่วงชั้นมัธยมศึกษา ลำดับขั้นที่ 3 เป็นการเรียนรู้แบบสหสาขาวิชา (Multidisciplinary) เป็นการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นวิทยาศาสตร์ในเชิงการใช้แนวคิด STEM เพื่อสร้างผลงานโดยที่แยกศิลปศาสตร์ออกอย่างชัดเจนหรือเป็นตัวเสริมแนวคิดหลักที่มักจะจัดกิจกรรมโดยการผ่านการกำหนดหัวเรื่องลำดับขั้นที่ 4 บูรณาการ (Integrative) เป็นการเชื่อมโยงศาสตร์ทั้งแนวคิดของ STEM และ Arts เข้าด้วยกันโดยผ่านการลงมือทำเป็นผลงานหรือเป็นหัวเรื่องที่ได้รับมอบหมาย เป็นการบูรณาการเนื้อหาสาระและวิธีสอนที่ให้ Arts มีบทบาทมากขึ้น และลำดับขั้นที่ 5 การศึกษาแบบองค์รวมตลอดชีวิต เป็นขั้นที่มุ่งเน้นแนวคิดการเรียนรู้ของคนทุกเพศทุกวัยที่สามารถเรียนรู้แบบองค์รวมได้ด้วยตัวเอง (Life-long Holistic) โดยหลักการการจัดประสบการณ์เรียนรู้แบบ STEAM ประกอบด้วย 6 ขั้นคือ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Define) คือ การนำเข้าสู่กิจกรรม พร้อมกับใช้คำถามเพื่อกระตุ้น ให้ร่วมกันระดมความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงปัญหา ขั้นที่ 2 ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Discover) คือ ต้องใช้ทักษะที่จำเป็นต่อเนื้อหาหรือแนวคิด

เพื่อ ศึกษาค้นคว้า แสวงหาวิธีการ แนวทางในการแก้ปัญหาจาก สื่อที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่างๆ ชั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน ชั้นที่ 4 พัฒนา (Develop) คือ มีการบูรณาการโดยเป็นกระบวนการให้นักเรียนได้พบเป้าหมายและใช้ในการอ้างอิงการประเมินผล การเลือกวิธีแก้ปัญหาด้วยการอธิบายเพื่อ นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่ตนเองเลือก ให้ผู้อื่นเข้าใจว่ามีวิธีการอย่างไร ออกแบบชิ้นงานของตนเอง ชั้นที่ 5 ทดสอบและประเมินผล (Decision) คือ การลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาตามวิธีการ และขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ตามความคิดของตนเอง และทดสอบชิ้นงานตามเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่กำหนด โดยสามารถปรับปรุงและพัฒนาชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้ และชั้นที่ 6 นำเสนอผลลัพธ์ (Display) คือ การนำเสนอชิ้นงานที่แปลกใหม่ โดยสนทนาถึงผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติการ แก้ไขปัญหา แนวทางแก้ไขและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ของผลงานที่สร้างขึ้น

การพัฒนาคุณลักษณะของพลเมืองในศตวรรษที่ 21 โดยความหมายของทักษะ ทักษะ (skills) คือ ความสามารถในการกระทำ การลงมือทำหรือการปฏิบัติ ซึ่งต้องอาศัยความรู้ ความคิด หรือประสบการณ์เป็นพื้นฐานในการ กระทำ และเมื่อกระทำแล้วมักเกิดความรู้ ความเข้าใจเพิ่มขึ้นตามมา โดยทั่วไปเมื่อลงมือทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง วิธีการจะระบุขั้นตอนหรือกระบวนการในการทำ และลงมือทำตามวิธีการหรือขั้นตอนนั้น เกิดเป็นความชำนาญ จึงเกิดเป็น ทักษะในระดับต่างๆ กัน ซึ่งสิ่งต่อไปนี้กำหนดผลลัพธ์ของการศึกษาของผู้ที่จบการศึกษาจากสถาบันการศึกษาของประเทศไว้ว่า ต้องมีคุณลักษณะ 4 ประการ ได้แก่ 1) มั่นใจในตนเอง มีสำนึกของการแยกแยะความถูกและผิดออกจากกันได้ชัดเจน ยืดหยุ่นและปรับตัวได้คิดอย่างเป็นอิสระและคิดเชิงวิพากษ์และสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ 2) กำกับตนเองในการเรียน ซึ่งสามารถรับผิดชอบการเรียนของตนเอง ตั้งค่า งาม ใต ตรง และมุ่งมั่นในการเรียนรู้ 3) มีส่วนร่วมแบบกระตือรือร้น สามารถทำ งานเป็นทีมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ริเริ่มงาน กล้าเสี่ยง คิดและทำเชิงนวัตกรรม มุ่งสู่ความเป็นเลิศ และ 4) มีจิตสำนึก ซึ่งถือเป็นฐานรากของสิ่งต่อไป มีจิตสำนึกที่เข้มข้นของความเป็นพลเมือง รับผิดชอบต่อสังคม แสดงบทบาทอย่างกระตือรือร้นในการทำ ให้ชีวิตของครอบครัวอยู่ในสภาพที่ดีขึ้น (สำนักงานเลขาธิการสภา การศึกษา, 2559) โดยใช้ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม เป็นความชำนาญหรือความสามารถในการ ใช้กระบวนการทางความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้จินตนาการและการถ่ายทอดใช้ทักษะในการสร้างสิ่งที่มีเอกลักษณ์ ให้เกิดสิ่งใหม่หรือนวัตกรรมที่สร้างขึ้นใหม่หรือพัฒนาขึ้นซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของความคิด วิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ผลที่ได้จากนวัตกรรมสามารถผลิตเป็นรูปธรรมได้ ก่อให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่ง นวัตกรรมที่สร้างขึ้นใหม่หรือพัฒนาขึ้นซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของความคิด วิธีการ หรือสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ผลที่ได้จากนวัตกรรมสามารถผลิตเป็นรูปธรรมได้ สามารถสร้างและใช้ประโยชน์จากรูปแบบใหม่ๆ ที่ ทำขึ้น เพื่อจะเป็นนวัตกรรมที่ประสบผลสำเร็จได้จำเป็นต้องสามารถถอยหลังจากรูปแบบเดิม และ เริ่มมองจากมุมมองที่ดีกว่าจำเป็นต้องมีเป็นกระบวนการทัศน์และหลักปฏิบัติงานที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ซึ่งสอดคล้องกับ วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒผล (2562) ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม เป็น ความสามารถในการใช้ความรู้ (Knowledge) จินตนาการ (Imagination) ความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) ความร่วมมือ (Collaborative) ทำให้เกิดนวัตกรรมที่อาจอยู่ในรูปแบบของ ความคิด วิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ โดยอาจเป็นสิ่งใหม่ทั้งหมดหรือใหม่เพียงบางส่วน และอาจใหม่

ในบริบทใดบริบทหนึ่ง หรือในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง การให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ ได้ทักษะด้วยลงมือกระทำและการคิด นักเรียนได้สืบค้นรวบรวมความรู้จากแหล่งอ้างอิงที่เชื่อถือได้ สร้างกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับกลุ่มเพื่อน นำไปสู่การได้คำตอบที่มีทฤษฎีความรู้รองรับ เกิดจินตนาการสร้างกระบวนการพัฒนางานที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของตน และคนในสังคม วางแผนการทำงาน สืบค้นข้อมูล สร้างขั้นตอนและกระบวนการตามการอ้างอิงของทฤษฎีความรู้ สมมติฐานคำตอบ สรุปเป็นข้อค้นพบใหม่ในรูปแบบผลงาน หรือนวัตกรรม เป็นกระบวนการที่นำไปสู่การพัฒนาทักษะพื้นฐานการสร้างความรู้ ทักษะการดำรงชีวิต สามารถสรุปทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมแบ่งออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ 1) การระบุปัญหาที่เป็นจุดเริ่มต้นในการสร้างนวัตกรรม (Identify) วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น เลือกปัญหาที่มีการปฏิบัติจริงในการสร้างนวัตกรรม มีการแสวงหาสิ่งที่มาสนับสนุนแนวคิดโดยใช้อ้างอิงความรู้ บริหารทรัพยากร ทำสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากเดิมเพื่อมุ่งแก้ปัญหา 2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ (Explore) ระบุแนวคิดที่แปลกใหม่ และมีประโยชน์ ระบุแนวคิดให้มีความหลากหลาย ใช้เทคนิคของการสร้างสรรค์ เรียนรู้หรือแสวงหาประสบการณ์ใหม่ที่ น่าสนใจ สังเกตสิ่งที่อยู่รอบตัว คิดเพื่อเชื่อมโยงและผสมผสานวิเคราะห์และประเมินแนวคิด ค้นหาแหล่งข้อมูล 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ (Connect) สื่อสารแนวคิดใหม่ๆ ไปสู่ผู้อื่น เปิดใจกว้างและยอมรับมุมมอง แสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน สร้างวิกฤติให้เป็นโอกาส สร้างเครือข่ายและปฏิสัมพันธ์ และขั้นตอนการสนับสนุน 4) การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่ตนเอง (Develop) ประเมินและทดสอบแนวคิดวิเคราะห์และประเมินแนวคิดจากทางเลือกที่มีเพื่อให้ ลงมือปฏิบัติตามแนวคิดเพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรมจาก นำแนวคิดไปสู่การปฏิบัติจริง ทดลองเพื่อทดสอบแนวคิดและประสบการณ์ใหม่ ค้นหาวิธีการที่จะทำสิ่งต่างๆ ให้ง่ายขึ้น เผยแพร่ผลจากการปฏิบัติให้ผู้อื่นได้รับทราบและร่วมเรียนรู้ และ 5) การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง (Practice) ประเมินและทดสอบแนวคิดวิเคราะห์และประเมินแนวคิดจากทางเลือกที่มีเพื่อให้ ลงมือปฏิบัติตามแนวคิดเพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรมจาก นำแนวคิดไปสู่การปฏิบัติจริง

จากการศึกษารูปแบบการเรียนการสอน การจัดการเรียนรู้ STEAM แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างสรรค์นวัตกรรม ผู้วิจัยจึงนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ขึ้น จากการจัดการเรียนรู้ STEAM เพื่อส่งเสริมการสร้างสรรค์นวัตกรรม โดยเรียกรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นว่า “การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา”

กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดการวิจัยสำหรับการพัฒนารูปแบบ ดังนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน (Research and Development) โดยใช้กระบวนการวิจัยแบบผสมผสานวิธี (Mixed Methods Research) ในการศึกษา เรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีร่วมกับการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นนั้น ผู้วิจัยใช้วิธีดำเนินการวิจัยในลักษณะการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) เนื่องจากแนวคิด

การวิจัยและพัฒนา (Research and Development) สามารถนำมาใช้ในการแสวงหาและพัฒนา นวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ นวัตกรรมการเรียนการสอนก็คือ รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM โดยมีกระบวนการในการพัฒนา 4 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 วิจัย (Research: R₁) เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐาน สภาพการปฏิบัติจริง ปัญหาที่เกิดขึ้น หรือการประเมิน ความต้องการจำเป็นของกลุ่มเป้าหมายและผู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี ผลการวิจัย การวิเคราะห์เอกสารต่างๆ แล้วนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาสังเคราะห์ ไปสู่ขั้นตอนที่ 2 พัฒนา (Develop: D₁) คือ ออกแบบและพัฒนานวัตกรรมการศึกษาโดยนำผลจากขั้นตอนที่ 1 (R₁) มาพัฒนานวัตกรรมทำให้นวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย และในขั้น พัฒนา (D₁) นี้ต้องพัฒนานวัตกรรมให้มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ ขั้นตอนที่ 3 วิจัย (R₂) คือนำ นวัตกรรมไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมายโดยมีการประเมินระหว่างใช้และเมื่อใช้แล้วดำเนินการในขั้นตอน ที่ 4 พัฒนา (D₂) โดยประเมินประสิทธิผลของนวัตกรรม (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558) นอกจากนี้ ผู้วิจัย ใช้ระเบียบวิธีการวิจัยแบบผสมผสานวิธี (Mixed Methods Research) และใช้แบบแผนเชิงผสมผสาน แบบรองรับภายใน (The Embedded Design) ด้วยการศึกษาวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Methods) เสริมด้วยการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Methods) เพื่อตอบคำถามการวิจัยให้ ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

2. แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบระบบการเรียนการสอน ADDIE Model ตามแนวคิดของ Kruse และการออกแบบการสอนเชิงระบบตามแนวคิดของ Dick, Carey & Carey เนื่องจากการ วิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยเน้นการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็น ระบบ เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงมุ่งเน้นไปที่การพัฒนากระบวนการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนแต่ละคน เกิดทักษะต่างๆ ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ สอดคล้องกับ เจตนารมณ์ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ดังนั้นเพื่อให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพสูงสุดต่อผู้เรียน การออกแบบการเรียนการสอน จึงต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ (กาญจนา คุณารักษ์, 2545) ที่กล่าวว่า การที่ผู้สอนเพิกเฉยต่อแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน (Different learning style) ของแต่ละ บุคคล จะทำให้ประสิทธิภาพในการเรียนการสอนไม่เกิดผลเท่าที่ควร เป็นการเสียเวลาทั้งครูและ นักเรียนที่ได้พยายามมาโดยตลอด การออกแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับเอกลักษณ์ของผู้เรียน แต่ละคนจะช่วยสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ จากเจตนารมณ์ของหลักสูตรและแนวคิด ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำวิธีการเชิงระบบ (System approach) มาใช้ในการออกแบบการเรียนการสอน ที่ เรียกว่า การออกแบบระบบการเรียนการสอน (Instructional System Design : ISD) ซึ่งหมายถึง กระบวนการแก้ปัญหาการเรียนการสอนโดยการวิเคราะห์สถานการณ์หรือเงื่อนไขการเรียนรู้อย่างเป็น ระบบ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนบรรลุจุดหมาย โดยอาศัยความรู้จากหลายๆ ทฤษฎี เช่น ทฤษฎี การเรียนรู้ ทฤษฎีการเรียนการสอน ทฤษฎีการติดต่อสื่อสาร ตลอดจนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอน คอมพิวเตอร์ (กาญจนา คุณารักษ์, 2545) ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดการออกแบบระบบการเรียน การสอน ADDIE Model ของ (Kruse & Keil, 2000) และการออกแบบการเรียนการสอนเชิงระบบตาม แนวคิดของ (Dick, Carey & Carey, 2005) ร่วมกับแนวคิดการวิจัยและพัฒนา (Research and

Development : R&D) ซึ่งในการออกแบบระบบการเรียนการสอน ADDIE Model ตามแนวคิดของ (Kruse & Keil, 2000) และ ทิพรรัตน์ สิทธิวงศ์ (2559) เป็นกระบวนการที่ใช้วิธีการเชิงระบบ ประกอบด้วย ขั้นตอนการดำเนินการ 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นและหลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 2) ขั้นตอนการออกแบบ (Design) เป็นการระบุกิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินการเรียนรู้ การเลือกสื่อ และวิธีการจัดการเรียนการสอน 3) ขั้นตอนการพัฒนา (Development) เป็นการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ การพัฒนานวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ และพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินผล 4) ขั้นตอนการนำไปใช้ (Implementation) เป็นการนำแผนการจัดการเรียนรู้ นวัตกรรม และเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์จริง และ 5) ขั้นตอนการประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ทุกระดับสำหรับการนำไปใช้ในครั้งต่อไป ผู้วิจัยได้นำแนวคิดการออกแบบการเรียนการสอนของ (Kruse & Keil, 2000) มาใช้เป็นแนวทาง ในการส่งเสริมความสามารถด้านการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา สำหรับการออกแบบการเรียนการสอนเชิงระบบของ (Dick et al., 2005) ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 10 องค์ประกอบ คือ 1) กำหนดเป้าหมายการเรียนการสอน (Identify instructional goals) เป็นการกำหนดผลลัพธ์ที่คาดหวัง โดยวิเคราะห์ การปฏิบัติงาน (Analyze performance) และวิเคราะห์ความต้องการจำเป็น (Conduct needs assessment) 2) วิเคราะห์การเรียนการสอน (Analyze instruction) เป็นขั้นของการวิเคราะห์ว่า จะต้องดำเนินการต่อไปอย่างไรให้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ 3) วิเคราะห์ผู้เรียนและบริบท (Analyze learners and contexts) 4) เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Write performance objective) เป็นการระบุให้ชัดเจนว่า ผู้เรียนจะสามารถทำอะไรได้บ้างในด้านความรู้และการปฏิบัติ 5) พัฒนาเครื่องมือประเมินผล (Develop assessment instrument) 6) พัฒนากลยุทธ์การสอน (Develop instructional strategy) 7) พัฒนาและเลือกสื่อการเรียนการสอน (Develop and select instructional materials) 8) ออกแบบและประเมินผลระหว่างการเรียนการสอน (Design and conduct formation evaluation of instruction) 9) ทบทวนการจัดการเรียนการสอน (Revise instruction) และ 10) ออกแบบและการประเมินผลภายหลังการเรียนการสอน (Design and conduct summative evaluation) ซึ่งผู้วิจัยได้นำแนวคิดการออกแบบการเรียนการสอนเชิงระบบของ (Dick et al., 2005) มาใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจเกี่ยวกับการวางแผนการจัดการเรียนการสอน และการดำเนินการเรียนการสอนทั้งระบบ เพื่อตอบสนองความต้องการจำเป็นในการพัฒนาตนเองของผู้เรียนให้เต็มตามศักยภาพ

3.แนวคิด ทฤษฎีการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เริ่มมาจาก STEM Education ต่อมาได้มีการพัฒนานำแนวคิด Arts เพิ่มเข้ามาเป็น STEAM ซึ่งหมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 5 สาข ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลป์ (Arts) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) กับชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ (H. Kim & Chae, 2016; Sooraksa, Sakorntanant, Jansri & Klomkarn, 2016; Yakman, 2008; วิสูตร โพธิ์เงิน, 2560; หทัยภัทร ไกรวรรณ และ ปัทมาวดี เล่ห์มงคล, 2560) แนวคิดการจัดประสบการณ์เรียนรู้แบบ STEAM เป็นคำที่ใช้สำหรับเหตุการณ์ นโยบาย โปรแกรม หรือการปฏิบัติเกี่ยวกับวิชาใน

ชีวิตประจำวันในวิชาใดวิชาหนึ่งหรือหลายวิชา เป็นการเตรียมผู้เรียนเพื่อเข้าศึกษาต่อในระดับวิทยาลัยและเตรียมพร้อมสำหรับการทำงานประกอบด้วย

3.1 การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM มีความสำคัญในด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะและกระบวนการในการดำเนินชีวิตประจำวัน จากการวิเคราะห์ทฤษฎีการเรียนรู้การสอนตามแนวคิด STEAM และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าประกอบด้วย 6 ข้อคือ 1) ระบุปัญหา (Identify) คือ การนำเข้าสู่กิจกรรม พร้อมกับใช้คำถามเพื่อกระตุ้น ให้ร่วมกันระดมความคิดเห็น เพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงปัญหา 2) ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore) คือ ต้องใช้ทักษะที่จำเป็นต่อเนื้อหาหรือแนวคิดเพื่อ ศึกษาค้นคว้า แสวงหาวิธีการ แนวทางในการแก้ปัญหาจาก สื่อที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่างๆ 3) วางแผนและพัฒนา (Develop) คือ มีการบูรณาการโดยเป็นกระบวนการให้นักเรียนได้พบเป้าหมายและใช้ในการอ้างอิงการประเมินผล การเลือกวิธีแก้ปัญหาด้วยการอธิบายเพื่อ นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่ตนเองเลือก ให้ผู้อื่นเข้าใจว่ามี วิธีการอย่างไร ออกแบบชิ้นงานของตนเอง 4) ทำงานร่วมกันเป็นทีม (Connect) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน 5) ทดสอบและประเมินผล (Evaluate) คือ การลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาตามวิธีการ และขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ตามความคิดของตนเอง และทดสอบชิ้นงานตามเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่กำหนด โดยสามารถปรับปรุงและพัฒนาชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้ และ 6) นำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) คือ การนำเสนอชิ้นงานที่แปลกใหม่ของตนเอง โดยสนทนา (James Bequett & Marjorie Bullitt Bequett, 2012; Riley, 2012; จำรัส อินทลาภาพร, 2558; หทัยภัทร ไกรวรรณ และ ปัทมาวดี เล่ห์มงคล, 2560)

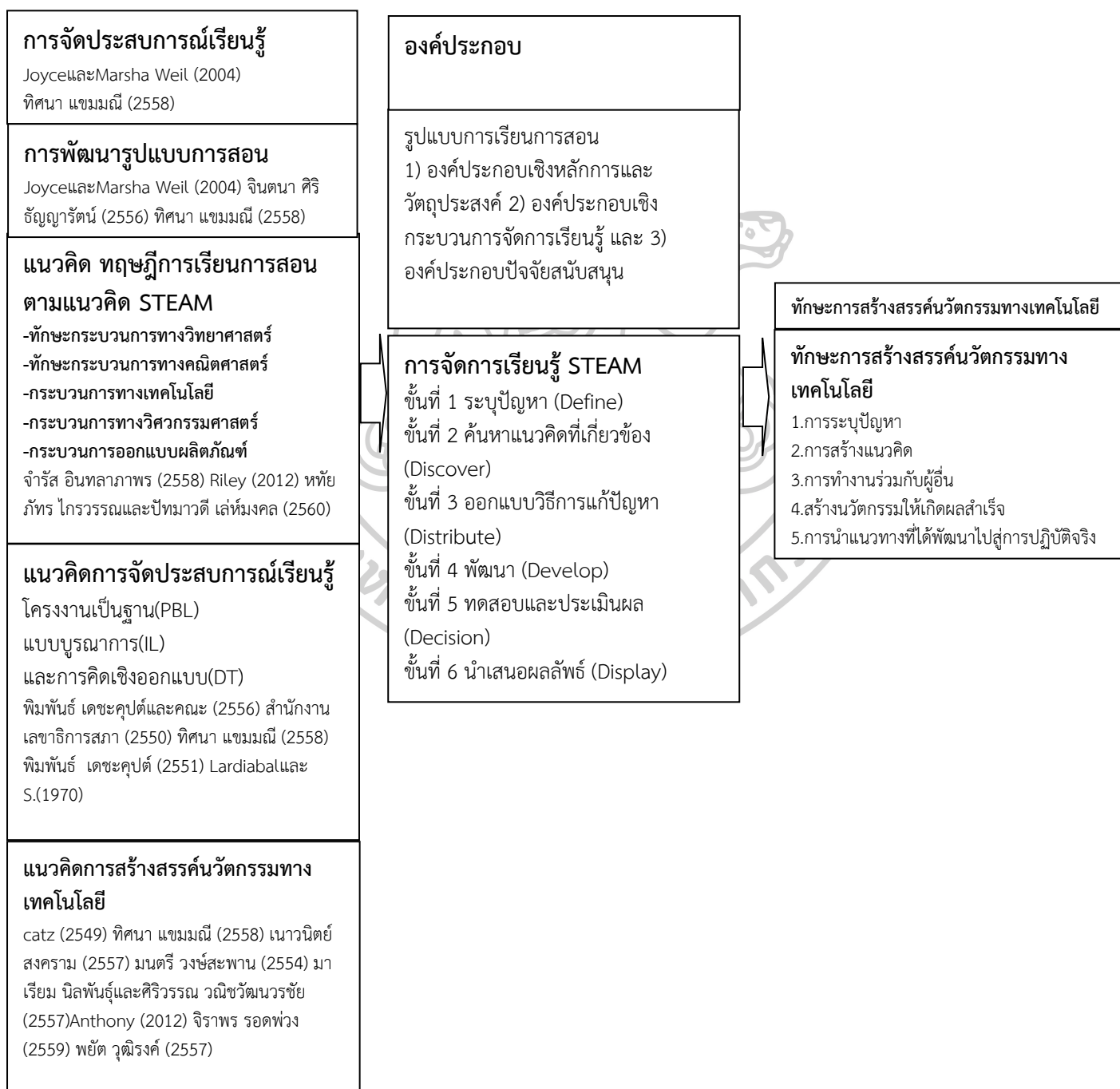
3.2 หลักการจัดการประสบการณ์เรียนรู้แบบ STEAM ในชั้นเรียนมีหลายวิธีที่เหมาะสมกับทุกสถานการณ์ ดังนั้นครูจึงเลือกใช้วิธีสอนที่เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน เนื้อหาวิชา ตลอดจนอุปกรณ์การสอนที่มีอยู่ วิธีสอนที่ได้รับการยอมรับว่ามีความเหมาะสม กระบวนการจัดการเรียนรู้ STEAM ที่สอดคล้องกับ การสอนแบบโครงงานเป็นฐาน การสอนแบบการคิดเชิงออกแบบ และการสอนแบบแบบบูรณาการ พบว่ามีหลักการประกอบด้วย 6 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Define) ขั้นที่ 2 ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Discover) ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute) ขั้นที่ 4 พัฒนา (Develop) ขั้นที่ 5 ทดสอบและประเมินผล (Decision) และขั้นที่ 6 นำเสนอผลลัพธ์ (Display) (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2558; ทิศนา แคมมณี, 2558; พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, พเยาว์ ยินดีสุข และ ราเชน มีศรี, 2556; วิชรา เล่าเรียนดี, 2555; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550)

4. ทักษะการสร้างสรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี คือ ความสามารถในการริเริ่มแนวคิดใหม่ ผลิตภัณฑ์ใหม่ กระบวนการใหม่ หรือวิธีการทำงานใหม่ รวมถึงการปรับปรุงที่มีอยู่เดิมให้แตกต่างไปจากเดิมเพื่อให้เกิดประโยชน์ ประกอบด้วย การระบุปัญหาที่เป็นจุดเริ่มต้นในการสร้างนวัตกรรม การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ และการนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริงในการสร้างนวัตกรรม โดยผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยทักษะมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้ 1) การระบุปัญหา (Identify) ที่เป็นจุดเริ่มต้นในการสร้างนวัตกรรม ระบุและระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น เลือกปัญหาที่มีการปฏิบัติจริงในการสร้างนวัตกรรม มีการแสวงหาสิ่งที่มีมาสนับสนุนแนวคิด

โดยใช้อ็องค์ความรู้ บริหารทรัพยากร ทำสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากเดิมเพื่อมุ่งแก้ปัญหา เรียนรู้ และผลิตสิ่งต่างๆ ด้วยความคิดริเริ่มของความสำคัญและชัดเจน ระบุเป้าหมายและความจำเป็นในการ สร้างนวัตกรรม ค้นหาสภาพแวดล้อมจัดเก็บและสร้างกระบวนการ 2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทาง ใหม่ (Explore) ระบุแนวคิดที่แปลกใหม่และมีประโยชน์ ระบุแนวคิดให้มีความหลากหลาย ใช้เทคนิค ของการสร้างสรรค เรียนรู้หรือแสวงหาประสบการณ์ใหม่ที่น่าสนใจ สังเกตสิ่งที่อยู่รอบตัว คิดเพื่อ เชื่อมโยงและผสมผสานวิเคราะห์และประเมินแนวคิด ค้นหาแหล่งข้อมูล 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ อย่างสร้างสรรค์ (Connect) มีการสื่อสารแนวคิดใหม่ๆ ไปสู่ผู้อื่น เปิดใจกว้างและยอมรับมุมมอง แสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน สร้างวิฤติให้เป็นโอกาส สร้างเครือข่ายและ ปฏิสัมพันธ์ และขั้นตอนการสนับสนุน 4) สร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (Develop) การนำเอา ความคิดนั้นไปใช้ และเป็นที่ยอมรับของชุมชน ให้เกิดการยอมรับความคิดเห็นใหม่ ประกอบด้วย ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนและพัฒนา การทดสอบและประเมินผล และ 5) การนำ แนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง (Practice) ประเมินและทดสอบแนวคิดวิเคราะห์และประเมิน แนวคิดจากทางเลือกที่มีเพื่อให้ ลงมือปฏิบัติตามแนวคิดเพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรมจาก นำแนวคิด ไปสู่การปฏิบัติจริง ทดลองเพื่อทดสอบแนวคิดและประสบการณ์ใหม่ ค้นหาวิธีการที่จะทำสิ่งต่างๆ ให้ ง่ายขึ้น เผยแพร่ผลจากการปฏิบัติให้ผู้อื่นได้รับทราบ (Anthony, 2012; จิราพร รอดพ่วง, 2559; พยัต วุฒิรงค์, 2557; วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนาผล, 2558)

จากการศึกษางานวิจัยและแนวคิด ทฤษฎีข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้กำหนดกรอบแนวคิดที่ใช้ในการ วิจัยเรื่องการพัฒนาารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์ นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งประกอบด้วยหลักการจัดประสบการณ์เรียนรู้ แบบ STEAM 6 ขั้นตอน ดังนี้ คือ 1 ระบุปัญหา (Define) ขั้นที่ 2 ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Discover) ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute) ขั้นที่ 4 วางแผนและพัฒนา (Develop) ขั้นที่ 5 ทดสอบและประเมินผล (Decision) และขั้นที่ 6 นำเสนอผลลัพธ์ (Display) ส่วนในด้าน องค์ประกอบของทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีมี 3 ส่วนคือ 1.ทักษะการสร้างสรรค์ นวัตกรรม มีขั้นตอนการดำเนินงาน 5 ขั้น ดังนี้ 1) การระบุปัญหา (Identify) 2) การสร้างแนวคิด หรือแนวทางใหม่ (Explore) 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ (Connect) 4) สร้าง นวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (Develop) และ 5) การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง (Practice) 2.กระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี ประกอบด้วย 1) การสร้างกรอบ แนวคิด 2) การออกแบบวิธีการ 3) การสร้างต้นแบบนวัตกรรม 4) การตรวจสอบคุณภาพนวัตกรรม 5) การนำนวัตกรรมไปใช้ และ 6) การปรับปรุงและรายงานผล และ 3.การประเมินคุณภาพของ นวัตกรรมทางเทคโนโลยี ประกอบด้วย 3 ตัวชี้วัดคือ 1) ความเป็นนวัตกรรม 2) กระบวนการพัฒนา นวัตกรรม และ 3) คุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม ดังแผนภูมิที่ 1

จากกรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual Framework) เรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ผู้วิจัยนำมาเสนอรายละเอียด ดังแผนภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

คำถามการวิจัย

เพื่อออกแบบงานวิจัยการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ที่พัฒนาขึ้น มีองค์ประกอบ กระบวนการเรียนการสอน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 หรือไม่ อย่างไร

2. ประสิทธิภาพของการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา และเป็นอย่างไร ในด้านต่อไปนี้

2.1 ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่ และเป็นอย่างไร

2.2 ความคิดเห็นที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเป็นอย่างไร

3. การนำรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ไปขยายผล มีผลเป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา มีดังนี้

1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาให้เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80

2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะดังนี้

2.1 เปรียบเทียบทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียน โดยใช้รูปแบบการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นอย่างไร

2.2 ศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเป็นอย่างไร

3. เพื่อขยายผลรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

สมมติฐานการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดสมมติฐานของการวิจัยไว้ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80

2. นักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM มีทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. นักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM มีความคิดเห็นที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอนในระดับมาก

4. นักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียน ระหว่างเรียนนักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีหลังเรียนสูงขึ้นสูงกว่าก่อนเรียน

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรที่ศึกษา ประกอบด้วย

1. ตัวแปรต้น คือ รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM
2. ตัวแปรตาม คือ ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีและความคิดเห็นที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

ขอบเขตด้านประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร จ.นครปฐม ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมนักเรียนจำนวน 80 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร จ.นครปฐม ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ที่เรียนวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 ว 31104 ฟิสิกส์พื้นฐาน ศิลปะพื้นฐาน ค 31202 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 มีนักเรียน 40 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มห้องเรียนอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

3. กลุ่มขยายผลรูปแบบ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โดยนักเรียนมีความรู้ความสามารถ และมีคุณลักษณะไม่แตกต่างกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอบเขตด้านระยะเวลา

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ใช้ระยะเวลาในการทดลองรูปแบบ จำนวน 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 คาบ รวมเป็น 24 คาบ

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย เนื้อหาในวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 ว 31104 ฟิสิกส์พื้นฐาน ค 31101 ศิลปะ 1 (ทัศนศิลป์) วิชาพื้นฐาน และ ค 31202 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2

นิยามศัพท์เฉพาะ

การพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอน หมายถึง กระบวนการสร้างรูปแบบการสอนอย่างเป็นระบบ โดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) การวิจัย (R_1) เป็นการวิเคราะห์ (Analysis) 2) การพัฒนา (D_1) เป็นการออกแบบและพัฒนา (Design and Development) 3) การวิจัย (R_2) เป็นการนำไปใช้ (Implementation) และ 4) การพัฒนา (D_2) เป็นการประเมินผล (Evaluation)

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดแนวคิด STEAM หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนการสอน โดยบูรณาการวิชา วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลป์ (Arts) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) โดยส่งเสริมให้ผู้เรียน เชื่อมโยงและเห็นคุณค่าของการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ใช้ความรู้ทางเทคโนโลยี คิดแบบวิศวกรรมศาสตร์ มีความเป็นศิลป์ กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ และ ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม โดยผู้เรียนใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) กระบวนการเรียนการสอน 4) การวัดและประเมินผล และ 5) ปัจจัยสนับสนุน ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบ STEAM พัฒนาขึ้นคือประกอบด้วย 6 ขั้นตอนได้แก่ 1.การระบุปัญหา (Define) คือ การนำเข้าสู่กิจกรรม พร้อมกับใช้คำถามเพื่อกระตุ้น ให้ร่วมกันระดมความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงปัญหา 2.รวบรวมข้อมูล (Discover) คือการจัดลำดับ เป้าหมายและข้อจำกัด ศึกษาค้นคว้าหาเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์บริบทของการ จัดการเรียนรู้ จัดลำดับจุดประสงค์ 3.ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute) มีการบูรณาการโดยเป็นกระบวนการให้นักเรียนได้พบเป้าหมายและใช้ในการอ้างอิงการประเมินผล การเลือกวิธีแก้ปัญหาด้วยการอธิบาย 4.พัฒนา (Develop) คือ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน 5.การทดสอบและประเมินผล (Decision) คือ การลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาตามวิธีการ และขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ และทดสอบชิ้นงานตามเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่กำหนด และ 6.การนำเสนอผลลัพธ์ (Display) คือ การนำเสนอชิ้นงานที่แปลกใหม่ โดยสนทนากล้องที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติการแก้ไขปัญหา แนวทางแก้ไขและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ของผลงานที่สร้างขึ้น

ประสิทธิภาพของรูปแบบการสอน หมายถึง ระดับคุณภาพของกระบวนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์ นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตามเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 80/80 (E1/E2) โดยมีความหมายดังนี้

80 ตัวแรก (E1) หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของความสามารถของทักษะการสร้างสรรค์ นวัตกรรมทางเทคโนโลยีระหว่างเรียนของนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนทั้งหมด ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ

80 ตัวหลัง (E2) หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของความสามารถของทักษะการสร้างสรรค์ นวัตกรรมทางเทคโนโลยีหลังเรียนของนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนทั้งหมด ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของผลผลิต

ประสิทธิผลของรูปแบบการสอน หมายถึง ผลที่ได้จากการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ประกอบด้วย 1) นักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM มีทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2) นักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM มีพัฒนาการของทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี คือ ความสามารถในการริเริ่มแนวคิดผลิตภัณฑ์ใหม่ กระบวนการใหม่ หรือวิธีการทำงานใหม่ รวมถึงการปรับปรุงที่มีอยู่เดิมให้แตกต่างกันไปเพื่อให้เกิดประโยชน์ มีวิธีการปฏิบัติที่ชัดเจน ประกอบด้วย การระบุปัญหาที่เป็นจุดเริ่มต้นในการสร้างนวัตกรรม การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ และการนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริงในการสร้างนวัตกรรมประกอบด้วย 1) การระบุปัญหา (Identify) คือ การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น เลือกปัญหาที่มีการปฏิบัติจริงในการสร้างนวัตกรรม มีการแสวงหาสิ่งที่มาสนับสนุนแนวคิด 2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ (Explore) คือ การระบุมุมมอง จัดทำลำดับความคิด ค้นหาแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ เชื่อมโยงเนื้อหาจากแหล่งข้อมูลต่างๆ 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ (Connect) คือ การสื่อสารความคิดของตนเองกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ เปิดรับและตอบสนองความคิดเห็นใหม่ๆของบุคคลอื่น 4) สร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (Develop) คือ การนำเอาความคิดนั้นไปใช้ให้เกิดการยอมรับความคิดเห็นใหม่ วางแผนดำเนินการพัฒนานวัตกรรม ที่สืบเนื่องมาจากคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมตามแผนที่กำหนดไว้ และ 5) การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง (Practice) คือ การประเมินและทดสอบแนวคิดวิเคราะห์และประเมินแนวคิดจากทางเลือกที่มีเพื่อหาลงมือปฏิบัติตามแนวคิดเพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรม นำแนวคิดไปสู่การปฏิบัติจริง ในรายวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 โดยผู้วิจัยกำหนดแนวทางการให้คะแนนแบบรูบริค (Rubric Scoring) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ความคิดเห็นที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอน หมายถึงระดับพฤติกรรมของการแสดงออกของความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ประเมินโดยใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

นักเรียน หมายถึง ผู้เรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร จ.นครปฐม และเป็นนักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการโปรแกรม ซึ่งเป็นรายวิชาเพิ่มเติม ตามหลักสูตรของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. นักเรียน สามารถบูรณาการความรู้ที่มีอยู่ให้สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
2. นักเรียนมี ทักษะในการสร้างสรรค์นวัตกรรม โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลปะ คณิตศาสตร์ และออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์
3. ครูได้แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

4. ครูได้แนวทางการบูรณาการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลป์ คณิตศาสตร์ และออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ ในการจัดการเรียนการสอน

บทที่ 2

เอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 : กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและหลักสูตรของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร
2. แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาการเรียนการสอนและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน STEAM และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนการสอนทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและหลักสูตรของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร

กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และฉบับปรับปรุงปี 2561 โดยกำหนดวิสัยทัศน์ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่ชัดเจน เพื่อใช้เป็นทิศทางในการจัดทำหลักสูตรการเรียนการสอนในแต่ละระดับ กำหนดโครงสร้างเวลาเรียนขั้นต่ำของแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ในแต่ละชั้นปี ไว้ในหลักสูตรแกนกลาง และเปิดโอกาสให้สถานศึกษาเพิ่มเติมเวลาเรียนได้ตามความพร้อมและจุดเน้น ความสำคัญของการพัฒนาทักษะของผู้เรียนให้ดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างมีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 รวมถึงสร้างความรู้ ความเข้าใจ และส่งเสริมทักษะขั้นพื้นฐานในการนำเทคโนโลยีไปสร้างนวัตกรรมอย่างมีความคิดสร้างสรรค์เพื่อตอบสนองต่อโมเดลประเทศไทย 4.0 ที่ใช้เป็นเครื่องมือในการก้าวไปสู่ประเทศที่มีความมั่นคง มั่งคั่งและยั่งยืน ได้ปรับเปลี่ยนหลักสูตรไปสู่หลักสูตรวิทยาการคำนวณ ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ มีทักษะการคิดเชิงคำนวณ สามารถนำทักษะไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ด้วย เปิดโอกาสให้พัฒนาแอปพลิเคชันและหรือโครงงานด้านคอมพิวเตอร์ที่สนับสนุนงานในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายของประเทศไทยในนี้ขอกกล่าวถึงสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน ซึ่งเป็นพื้นฐานในการพัฒนาผู้เรียนตามเจตนารมณ์ของหลักสูตร และเกี่ยวข้องกับงานวิจัยครั้งนี้

วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา ให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่างๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่างๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่างๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่างๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่างๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

1) รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2) ซื่อสัตย์สุจริต 3) มีวินัย 4) ใฝ่เรียนรู้ 5) อยู่อย่างพอเพียง 6) มุ่งมั่นในการทำงาน 7) รักความเป็นไทย และ 8) มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้ สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตนเอง

เป้าหมายของหลักสูตร

การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาการคำนวณ มีเป้าหมายที่สำคัญในการพัฒนาผู้เรียนดังนี้

1. เพื่อใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ
2. เพื่อให้มีทักษะในการค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมิน จัดการ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และนำสารสนเทศไปใช้ในการแก้ปัญหา
3. เพื่อประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง การทำงานร่วมกันอย่างสร้างสรรค์เพื่อประโยชน์ต่อตนเองหรือสังคม
4. เพื่อใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างปลอดภัย รู้เท่าทัน มีความรับผิดชอบมีจริยธรรม

ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1

ศึกษาวิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงและผลกระทบของเทคโนโลยีที่เกิดขึ้น และความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น ฝึกทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และฝึกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการออกแบบขั้นตอนวิธีสำหรับแก้ปัญหา การระบุข้อมูลเข้า ข้อมูลออก และเงื่อนไขของปัญหา การออกแบบขั้นตอนวิธี ตัวอย่างการออกแบบขั้นตอนวิธีเพื่อแก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการ STEAM พัฒนาโครงการที่มีการบูรณาการร่วมกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง ใช้ความรู้ทักษะการสืบเสาะหาความรู้ การอภิปราย การแก้ปัญหา โดยการตั้งคำถามเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษาตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ วางแผนการสังเกตการณ์สำรวจตรวจสอบ ศึกษาค้นคว้าโดยใช้ความคิดของตนเองและครู ใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสำรวจตรวจสอบ การจัดการข้อมูลที่ได้ การบันทึกผล และการนำเสนอผล แสดงความคิดเห็นจากการสำรวจตรวจสอบ และนำเสนอผลงานให้ผู้อื่นเข้าใจ มีกระบวนการในการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง

นักเรียนสามารถวิเคราะห์ คิดตัดสินใจและสามารถสื่อสารสิ่งที่รู้ และเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ศึกษาวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง ระยะทาง การกระจัด เวลา ความเร็ว อัตราเร็ว ความเร่ง อัตราเร่ง การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง ฟังก์ชันและกราฟของฟังก์ชัน เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย หลักการของแนวคิดเชิงคำนวณ การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา การหารูปแบบ การคิดเชิงนามธรรม ใช้หลักการออกแบบสร้างงานทัศนศิลป์ การวิเคราะห์จุดมุ่งหมายในการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ เทคนิค และเนื้อหาในการแสดงออก เทคนิค วัสดุ อุปกรณ์ และกระบวนการในการสร้างงาน การออกแบบและการจัดองค์ประกอบศิลป์ด้วยเทคโนโลยีการสร้างงานจากแนวคิด โดยใช้ทักษะวิธีการทางศิลปะ ในการใช้จินตนาการแสดงออกทางศิลปะอย่างสร้างสรรค์ มีจริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม คำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา ตลอดจนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

รหัสตัวชี้วัดวิทยาศาสตร์

- ว. 2.2 ม.5/1 - 5
- ว. 4.1 ม.4/1 - 5
- ว. 4.2 ม.4/1
- รวมทั้งหมด 11 ตัวชี้วัด

รหัสตัวชี้วัดศิลปะ

- ศ1.1ม.4-6/1 -7
- รวม 7 ตัวชี้วัด

ผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1. ใช้ฟังก์ชันและกราฟของฟังก์ชันอธิบายสถานการณ์ที่กำหนด
 2. ตรรกศาสตร์
- รวม 2 ผลการเรียนรู้

จุดประสงค์รายวิชา

1. การออกแบบที่สร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการที่ครอบคลุมโดยที่ผู้เรียนแสดงให้เห็นถึงความคิดสร้างสรรค์ ประสิทธิภาพและความรู้สึทางเศรษฐกิจและสุนทรียศาสตร์ในแก้ปัญหา ซึ่งรวมถึงแนวคิดด้านวิศวกรรม เทคโนโลยีการออกแบบและทักษะการแก้ปัญหาที่สร้างสรรค์สำหรับใช้ร่วมกันของมนุษย์
2. การสัมผัสทางอารมณ์ หมายถึง ประสบการณ์ที่ช่วยให้การเรียนรู้ด้วยตนเองซึ่งนักเรียนรู้สึกว่ามีสมาธิ ความเชื่อมั่นทางปัญญาความพึงพอใจและความรู้สึกของความสำเร็จ และความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจริงระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน
3. การบูรณาการและการรวมเนื้อหา หมายถึง บูรณาการและการรวมกันของเนื้อหาที่มีจุดมุ่งหมายในการเชื่อมต่อเนื้อหาของการศึกษาไปสู่ชีวิตจริงในมุมมองแบบองค์รวม

แนวการสอน

แนวการสอนแบบ STEAM พัฒนาโครงการที่มีการบูรณาการแบบสหวิทยาการ

2.แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการสอน หมายถึง สภาพหรือลักษณะของการเรียนการสอนที่จัดขึ้นตามหลักปรัชญา หลักการและแนวคิด หรือความเชื่อ โดยอาศัยวิธีสอนและเทคนิคการสอนช่วยให้การเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามหลักการและจุดประสงค์ที่กำหนดไว้จุดเน้นระบบหลักสูตรและการสอน ในศตวรรษที่ 21 (21st Century Curriculum & Instruction) เน้นรูปแบบการสอนที่มีจุดเน้น 4 ประการ คือ

1. การสอนให้เกิดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มุ่งเน้นเชิงสหวิทยาการของวิชาแกนหลัก โดยการสอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมมือกันค้นคว้า หรือศึกษาสิ่งที่สนใจ และนักเรียนกับครูจะต้องร่วมมือกันออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้อาจเป็นกลุ่มเล็กๆ หรือศึกษาเป็นรายบุคคลก็ได้ เพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงหลายรายวิชาเข้าด้วยกัน ไม่ใช่แต่ด้านเนื้อหาวิชา แต่ยังรวมถึงวิธีการสอน ลักษณะของหลักสูตร แบบสหวิทยาการ จะต้องจัดตารางเวลาให้มากพอแก่การเรียนรู้

2. สร้างโอกาสที่จะประยุกต์ทักษะเชิงบูรณาการข้ามสาระเนื้อหาและสร้างระบบการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะเป็นฐาน (Competency-based) การนำทักษะพื้นฐานที่จำเป็นของแต่ละวิชาหลักอันได้แก่สาระความรู้ในศตวรรษที่21และสาระความรู้ใน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนสร้างทักษะการปฏิบัติในสภาพแวดล้อมจริงเป็นการนำไปสู่ระบบการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะเป็นฐานที่เน้นความสามารถในการปฏิบัติ (Performance) ภายใต้เงื่อนไข (Condition) การใช้เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ที่ระบุไว้ให้ได้มาตรฐาน (Standard) ตามเกณฑ์การปฏิบัติ (Performance Evidence)

3. สร้างนวัตกรรมและวิธีการเรียนรู้ในเชิงบูรณาการที่มีเทคโนโลยีเป็นตัวเกื้อหนุนการเรียนรู้แบบสืบค้นและวิธีการเรียนจากการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based) เพื่อการสร้างทักษะขั้นสูงทางการคิดกระบวนการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่21เน้นไปที่การจัดการเรียนรู้แบบ Project-Based Learning: PBL ที่ใช้พื้นฐานการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based) ที่ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะเฝ้าหาความรู้เพื่อแก้ปัญหา โดยเน้นผู้เรียนเป็นผู้ตัดสินใจในสิ่งที่ต้องการแสวงหาความรู้

4. บูรณาการแหล่งเรียนรู้ (Learning Resources) จากชุมชนเข้ามาใช้ในโรงเรียน นอกเหนือจากแหล่งเรียนรู้ที่เป็นแหล่งข้อมูลข่าวสาร สารสนเทศ และประสบการณ์ ที่สนับสนุนส่งเสริมให้ผู้เรียนใฝ่เรียน ใฝ่รู้ แสวงหาความรู้และเรียนรู้ด้วยตนเองตามอัธยาศัย อย่างกว้างขวางและต่อเนื่อง เพื่อเสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ และเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้

รูปแบบการจัดประสบการณ์เรียนรู้มีความหมายในลักษณะเดียวกับระบบการเรียนการสอน ซึ่งมีนักวิชาการและนักการศึกษาให้ความหมายเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน หมายถึง กระบวนการที่เป็นลำดับขั้นตอนที่ใช้สำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญ ซึ่งได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระเบียบ ตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อต่างๆ โดยประกอบด้วยกระบวนการหรือขั้นตอนสำคัญในการเรียนการสอน รวมทั้งวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ (Joyce & Marsha Weil, 2004; ทิศนา ขัมมณี, 2558; วัชรา เล่าเรียนดี, 2555)

ส่วน ไชยยศ เรื่องสุวรรณ (2533) ได้นิยามว่า การออกแบบการเรียนการสอน คือ การวางแผนการเรียนการสอนอย่างมีระบบ เพื่อให้การเรียนการสอนบรรลุถึงจุดหมาย จุดเริ่มต้นของการออกแบบการเรียน การสอนควรพิจารณาองค์ประกอบเบื้องต้นของระบบและพิจารณาสภาพทั่วไปเกี่ยวกับการเรียนการสอน

รูปแบบการสอน (Teaching Models) หรืออาจเรียกว่า รูปแบบการเรียนการสอน (Instructional Models) คือการสอนอาจจะมีวิธีสอนและเทคนิคการสอนปรากฏอยู่ ส่วนคำว่าวิธีสอน (Teaching Methods) ที่ใช้อยู่เดิมและเป็นที่รู้จักกันก็สามารถนำไปใช้สอนได้เลยโดยไม่ต้องกำหนดขั้นตอนการสอนขึ้นใหม่ โดยทั้งรูปแบบการสอนและวิธีสอนที่ใช้อยู่ในปัจจุบันก็คือ การจัดการเรียนรู้ที่ทั้งผู้เรียนและครูมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอนได้ตลอดกระบวนการ รูปแบบการสอนและวิธีจัดการเรียนรู้มีมากมายหลายรูปแบบและหลายวิธี การเลือกใช้ควรเลือกให้เหมาะสมกับผลการเรียนรู้ ลักษณะเนื้อหาวิชา ความพร้อมของผู้เรียนและสื่อการเรียนรู้ (วัชรา เล่าเรียนดี, 2555)

โดย สุเทพ อ่วมเจริญ (2559) ให้นิยามว่าการออกแบบการเรียนการสอน (Instructional design) คือ ระบบการพัฒนาการเรียนการสอนที่อาศัยวิธีการเชิงระบบ เพื่อให้เกิดความมั่นใจในคุณภาพของการสอน โดยการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ พัฒนานวัตกรรมในการจัดการเรียนการสอน และเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ การออกแบบการเรียนการสอนเป็นกระบวนการทั้งหมดของการวิเคราะห์ความต้องการการเรียนรู้ กำหนดเป้าหมายและการพัฒนาระบบการถ่ายทอดความรู้ ที่สนองต่อความต้องการในการเรียนรู้รวมถึงการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนรู้และการทดสอบและประเมินคุณภาพการเรียนการสอนและกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน

สรุปคือ รูปแบบการสอน หมายถึง การสร้างนวัตกรรมสำหรับการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ เพื่อแก้ไขปัญหา พัฒนาการจัดการเรียนการสอน หรือการถ่ายทอดความรู้ ทักษะให้มีคุณภาพสูงสุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

2.1 แนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการจัดประสบการณ์เรียนรู้

Joyce & Marsha Weil (2004) ได้จัดกลุ่มรูปแบบการเรียนการสอนเป็น 4 กลุ่ม โดยอาศัยแนวคิด ทฤษฎี เกี่ยวกับจิตวิทยาทางการเรียนรู้ และทฤษฎีการสอน ได้แก่

1. รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาด้านพุทธิพิสัย (The Information-Processing Models) ส่งเสริมแรงขับภายในของบุคคลในการได้รับข้อมูล และการจัดการข้อมูล (Information Processing Models) การรู้ปัญหา การหาข้อสรุป การสร้างมโนทัศน์และภาษา การระบุปัญหา รูปแบบการเรียนการสอนนี้ ได้แก่ รูปแบบการสอนการคิดเชิงอนุมานของ Taba (Taba's Inductive Thinking Model) รูปแบบการสอนมโนทัศน์ของ Bruner (Bruner's Concept Attainment Model) และรูปแบบการสอนฝึกการคิดสืบค้นของ Suchaman (Suchaman's Inquiry Training Model) เป็นต้น

2. รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาสังคม (The Social Models) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการทำงานร่วมกัน ใช้พลังในการร่วมมือสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ในการจัดการ ชั้นเรียนมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องสร้างการทำงานร่วมกัน และสร้างความสัมพันธ์ในชั้นเรียน รูปแบบการเรียนการสอนนี้ ได้แก่ รูปแบบการสอนการทำงานเป็นกลุ่มของ Dewey (Dewey's group Investigation Model) การสอนแบบบทบาทสมมติของ Shaftel (Shaftel's Role Playing Model) เป็นต้น

3. รูปแบบการสอนที่เน้นการเสริมสร้างบุคลิกภาพ (The Personal Models) รูปแบบนี้เริ่มจากจินตทัศน์ของแต่ละคนที่พยายามให้การศึกษาเพื่อให้เข้าใจตนเองได้ดีขึ้น มีความรับผิดชอบต่อการศึกษา และเรียนเพื่อพัฒนาตนเองให้แกร่งขึ้น มีการรับรู้มากขึ้น และมีความคิดสร้างสรรค์ ทำให้คุณภาพของชีวิตดีขึ้น รูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวให้ความสำคัญกับจินตทัศน์ของแต่ละบุคคลที่ส่งเสริมความเป็นอิสระซึ่งทำให้บุคคลเพิ่มความตระหนักในตนเองและรับผิดชอบในโชคชะตาของตน เช่น การสอนแบบไม่ชี้นำของ Rogers (Rogers' Nondirective Teaching Model) และการสอนแบบส่งเสริมให้รู้คุณค่าของตนเองของ Maslow (Maslow's Enhancing Self-esteem Model)

4. รูปแบบการสอนที่เน้นพฤติกรรม (The Behavioral Models) เป็นรูปแบบที่เน้นความรู้เกี่ยวกับวิธีการที่บุคคลตอบสนองต่อภาระงานและการป้อนกลับ รูปแบบนี้มุ่งสังเกตพฤติกรรมกำหนด

ภาระงาน และวิธีการที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความก้าวหน้า เช่น การเรียนแบบรอบรู้ของ Bloom (Bloom's Mastery Learning Model) เป็นต้น

ทิสนา แคมมณี (2558) ได้จัดหมวดหมู่ของรูปแบบการสอนตามลักษณะของวัตถุประสงค์เฉพาะ หรือเจตนาของรูปแบบ ออกเป็น 5 หมวด ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระต่างๆ ซึ่งเนื้อหาสาระนั้นอาจอยู่ในรูปของข้อมูลข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หรือความคิดรวบยอด เช่น รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดของกานเย รูปแบบการเรียนการสอนโดยการนำเสนอ รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ผังกราฟิก เป็นต้น

2. รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาด้านจิตพิสัย (Affective Domain) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มุ่งช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความรู้สึก เจตคติ ค่านิยม คุณธรรม และจริยธรรมที่พึงประสงค์ ซึ่งเป็นเรื่องที่ยากแก่การพัฒนา หรือปลูกฝัง การจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการสอนที่เพียงช่วยให้เกิดความรู้ความเข้าใจ มักไม่เพียงพอต่อการช่วยให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีได้ จำเป็นต้องอาศัยหลักการและวิธีการอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการพัฒนาจิตพิสัยของ Bloom รูปแบบการเรียนการสอนโดยการชักจูง รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้บทบาทสมมติ เป็นต้น

3. รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาด้านทักษะพิสัย (Psycho-motor Domain) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มุ่งช่วยพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในด้านการปฏิบัติ การกระทำ หรือด้านการแสดงออกต่างๆ ซึ่งจำเป็นต้องใช้หลักการวิธีการที่แตกต่างไปจากการพัฒนาทางด้านจิตพิสัยหรือพุทธิพิสัย รูปแบบที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาด้านนี้ ที่สำคัญได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการพัฒนาทักษะปฏิบัติของ Simpson รูปแบบการเรียนการสอนทักษะปฏิบัติของ Harrow รูปแบบการเรียนการสอนทักษะปฏิบัติของ Davies เป็นต้น

4. รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการ (Process Skills) เป็นทักษะที่เกี่ยวข้องกับวิธีดำเนินการต่างๆ ซึ่งอาจเป็นกระบวนการทางสติปัญญา เช่น กระบวนการสืบสอบแสวงหาความรู้ หรือกระบวนการคิดต่างๆ อาทิ การคิดวิเคราะห์ การอุปนัย การนิรนัย การใช้เหตุผล การสืบสอบ การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น หรืออาจเป็นกระบวนการทางสังคม เช่น กระบวนการทำงานร่วมกัน ปัจจุบันการศึกษาให้ความสำคัญในเรื่องนี้มาก เพราะถือเป็นเครื่องมือสำคัญในการดำรงชีวิต รูปแบบการเรียนการสอนในกลุ่มนี้ ได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการสืบสอบ และแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดอุปนัย รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดสร้างสรรค์ รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดแก้ปัญหาอนาคตตามแนวคิดของ Torrance เป็นต้น

5. รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการบูรณาการ (Integration) เป็นรูปแบบที่พยายามพัฒนาการเรียนรู้ด้านต่างๆ ของผู้เรียนไปพร้อมกัน โดยใช้การบูรณาการทั้งทางด้านเนื้อหาสาระและวิธีการรูปแบบในลักษณะนี้กำลังได้รับความนิยมอย่างมาก เพราะมีความสอดคล้องกับหลักทฤษฎีทางการศึกษาที่มุ่งเน้นการพัฒนารอบด้าน หรือการพัฒนาเป็นองค์รวม รูปแบบในลักษณะดังกล่าว เช่น รูปแบบการเรียนการสอนทางตรงรูปแบบการเรียนการสอนโดยการสร้างเรื่องรูปแบบการเรียนการสอน

สอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT รูปแบบการเรียนการสอนของการเรียนรู้แบบร่วมมือซึ่งมีหลากหลายรูปแบบย่อยได้แก่ รูปแบบจิ๊กซอร์ (JIGSAW) รูปแบบเอส.ที.เอ.ดี. (STAD) รูปแบบ ที.เอ.ไอ.(TAI) รูปแบบ ที.จี.ที. (TGT)รูปแบบแอล.ที. (LT) รูปแบบ จี.ไอ.(GI) รูปแบบ ซี.ไอ.อาร์.ซี (CTRC) รูปแบบคอมเพล็กซ์ (Complex Instruction) เป็นต้น

การออกแบบการเรียนการสอน (Instructional Design : ID) มีแบบจำลองมากมายที่แพร่หลายและนำมาใช้ในการปฏิบัติและแนวคิดมาใช้อย่างแพร่หลายคือ “ADDIE” Model (Kruse & Keil, 2000) ซึ่งอาศัยวิธีการเชิงระบบ (System Approach) ที่ช่วยให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ (Effectiveness) และมีความเหมาะสม รูปแบบจำลอง ADDIE ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. ขั้นตอนวิเคราะห์ (Analyze phase) วิเคราะห์และประเมินความต้องการจำเป็น (Assess and analyze needs) ประกอบด้วย 1.1) การวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นในการจัดการเรียนรู้ 1.2) การรวบรวมภาระงานที่เกี่ยวข้องในการจัดการเรียนรู้ 1.3) สร้างเครื่องมือวัดคุณภาพระดับการปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ 1.4) เลือกวิธีการในการจัดการเรียนรู้ และ 1.5) ประมาณการงบประมาณที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

2. ขั้นตอนออกแบบ (Design phase) ออกแบบการเรียนการสอนและการนำเสนอ (Design instruction and presentations) ประกอบด้วย ออกแบบวิธีการหรือรูปแบบที่ให้บรรลุเป้าหมายเพื่อจัดการเรียนรู้อย่างไรจึงบรรลุเป้าหมาย 2.1) พัฒนาจุดประสงค์การเรียนรู้สำหรับแต่ละภาระงานซึ่งต้องครอบคลุมทั้งผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 2.2) เขียนคำอธิบายและระบุขั้นตอนการปฏิบัติของแต่ละภาระงานให้ชัดเจน 2.3) พัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติ (performance tests) ที่ครอบคลุมความรู้ภาระงานในการจัดการเรียนรู้ 2.4) ระบุพฤติกรรมที่เป็นพื้นฐานที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมีก่อนที่จะได้รับการจัดการเรียนรู้ และ 2.5) จัดลำดับและโครงสร้างของจุดประสงค์การเรียนรู้ เช่น ภาระงานที่ง่ายจัดไว้เป็นลำดับแรก

3. ขั้นตอนพัฒนา (Develop phase) พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน (Develop materials) ประกอบด้วย 3.1) จัดทำรายการกิจกรรมหรือพฤติกรรมปฏิบัติที่จะช่วยให้ผู้เรียน เรียนรู้ภาระงาน 3.2) เลือกวิธีการจัดการเรียนรู้ หรือสื่อในการเรียนรู้ 3.3) ตรวจสอบวัสดุที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่มีอยู่ (ไม่จำเป็นต้องผลิตใหม่) 3.4) พัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ อาทิ แผนการจัดการเรียนรู้ คู่มือ ผู้จัดการเรียนรู้ และนวัตกรรมเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ รวมถึงตัวอย่างชิ้นงานและ แฟ้มสะสมงาน (ถ้ามี) 3.5) นำสิ่งอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้อิงวิเคราะห์เข้ากับโปรแกรมการศึกษาตามหลักสูตร และ 3.6) นำสิ่งอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเสนอต่อฝ่ายบริหารเพื่อตรวจสอบและยืนยันถึงความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของรายวิชา (Objective) และเป้าหมายของหลักสูตร (Goals)

4. ขั้นตอนนำไปใช้ (implement phase) นำสาระและกิจกรรมไปใช้ ประกอบด้วย การวางแผนในการบริหารจัดการในการนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ และดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนต่างๆ ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้

5. ขั้นตอนประเมิน (Evaluate phase) ประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนและประสิทธิภาพของสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอนประกอบด้วย 5.1) ตรวจสอบทบทวนและประเมินภายใน

กระบวนการการออกแบบจัดการเรียนรู้ว่าแต่ละขั้นตอนประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใดและมีสิ่งใดที่สนับสนุน หรือเป็นอุปสรรคบ้าง 5.2) ประเมินผลในลักษณะภายนอก อาทิ การสังเกตว่าผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากภาระงานต่างๆ และผู้เรียนสามารถปฏิบัติชิ้นงานได้ และ5.3) พัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้ให้ได้ผลดียิ่งๆ ขึ้น

การจัดระบบการเรียนการสอนของ Dick and Carey Model (Dick et al., 2005) มาบูรณาการกับ ADDIE Model เพื่อพัฒนารูปแบบการพัฒนาวิชาชีพแบบร่วมมือโดยเน้นครูเป็นสำคัญ ดังนี้

1. การกำหนดเป้าหมายของการเรียนการสอน (Identify instructional goals) ชั้นแรกของแบบจำลองนี้คือ การตกลงใจว่าเราต้องการให้นักเรียนสามารถทำอะไรได้บ้างหลังจากที่สอนจบแล้ว นิยามเป้าประสงค์ของการเรียนการสอนอาจได้มาจากรายการของเป้าประสงค์จากการประเมินความต้องการจำเป็น (needs assessment) ที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตร จากประสบการณ์การปฏิบัติด้วยการเรียนรู้ที่ยากลำบากของนักเรียนในชั้นเรียน จากการวิเคราะห์ของผู้ใดผู้หนึ่งที่ได้งานทำแล้ว หรือบางสิ่งบางอย่างอื่นๆ ที่กำหนดไว้สำหรับการเรียนการสอนใหม่ๆ

2. ดำเนินการวิเคราะห์การเรียนการสอน (Conduct instructional analysis) หลังจากได้ระบุเป้าประสงค์ของการเรียนการสอนแล้ว ครูจะตกลงใจว่า การเรียนรู้ชนิดใดที่นักเรียนต้องการ จะมีการวิเคราะห์เป้าประสงค์ เพื่อที่จะระบุทักษะระดับรอง (Subordinate skill) ที่ต้องเรียนรู้และต้องติดตามขั้นตอนและวิธีการนั้นๆ เพื่อที่จะเรียนรู้กระบวนการพิเศษเหล่านั้น

3. กำหนดพฤติกรรมก่อนเรียน และลักษณะผู้เรียน (Identify entry behaviors, Characteristics) ในการผนวกการระบุทักษะระดับรองและขั้นตอนวิธีการซึ่งต้องรวมเข้าไว้ในการเรียนการสอนนั้น มีความจำเป็นที่จะต้องระบุทักษะพิเศษต่างๆ ที่นักเรียนต้องมีก่อนจะเริ่ม การเรียนการสอน ซึ่งมีได้หมายถึงรายการของทุกสิ่งทุกอย่างที่ผู้เรียนสามารถทำได้ แต่ระบุเฉพาะทักษะที่นักเรียนต้องสามารถทำได้ก่อนที่จะเริ่มเรียน และนับเป็นเรื่องสำคัญที่จะระบุคุณลักษณะเฉพาะของผู้เรียนซึ่งอาจมีความสำคัญในการพิจารณากิจกรรมการเรียนการสอนด้วย

4. เขียนจุดมุ่งหมายเชิงปฏิบัติ (Write performance objective) บนพื้นฐานของการวิเคราะห์การเรียนการสอนและการกล่าวถึงพฤติกรรมความพร้อมที่จะรับการสอน จำเป็นต้องเขียนจุดประสงค์เฉพาะว่า ผู้เรียนสามารถทำอะไรได้เมื่อการสอนสิ้นสุดลง จุดประสงค์นี้จะได้มาจากการระบุทักษะต่างๆ ในการวิเคราะห์การเรียนการสอนที่จะระบุถึงทักษะที่ผู้เรียนจะต้องเรียนภายใต้เงื่อนไขอะไร และมีเกณฑ์เพื่อการปฏิบัติที่สมฤทธิ์ผลอย่างไร

5. พัฒนาข้อสอบอิงเกณฑ์ (Develop criterion-referenced test items) บนพื้นฐานของจุดประสงค์ที่เขียนไว้แล้ว ครูจะพัฒนาแบบประเมินที่คู่ขนานกับจุดประสงค์ควบคุมไปด้วยเพื่อที่จะวัดความสามารถของผู้เรียนว่าประสบความสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ ความสำคัญจะเน้นไปที่ความสัมพันธ์ของแบบพฤติกรรมที่มีปรากฏในจุดประสงค์กับที่ปรากฏในรายการของการประเมิน

6. พัฒนายุทธวิธีการสอน (Develop instructional strategies) ในขั้นนี้ครูจะเริ่มต้นระบุกลยุทธ์ที่จะใช้ในการสอนและตกลงใจเลือกสื่อที่เหมาะสมที่จะใช้เพื่อให้เกิดการจัดการเรียนการสอน ประสบผลสำเร็จตามจุดประสงค์ปลายทาง (Terminal objective) กลยุทธ์ดังกล่าวจะรวมถึงกิจกรรมก่อนการเรียนการสอน (Pre instructional activities) การนำเสนอสารสนเทศ (Presentation

information) การฝึกปฏิบัติและข้อมูลป้อนกลับ (Practice and feedback) การทดสอบ (Testing) และการติดตามกิจกรรมต่างๆ โดยตลอด กลยุทธ์นี้จะอยู่บนพื้นฐานของผลการวิจัยใหม่ๆ เกี่ยวกับการเรียนการสอน ความรู้ใหม่ๆ เกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ เนื้อหาสาระที่จะต้องสอนและคุณสมบัติของผู้เรียน ซึ่งจะใช้สื่อต่างๆ ลักษณะเหล่านี้จะถูกนำไปใช้เพื่อพัฒนาหรือเลือกสื่อต่างๆ หรือใช้เพื่อพัฒนากลยุทธ์การสร้างปฏิสัมพันธ์ของการเรียนการสอนในชั้นเรียน

7. พัฒนาและเลือกวัสดุการเรียนการสอน (Develop and select instructional materials) ในขั้นนี้ครูจะระบุกลยุทธ์การเรียนการสอน ประกอบด้วยคู่มือของผู้เรียน (learning manual) วัสดุอุปกรณ์การเรียนการสอนของผู้เรียน (Instruction's materials) แบบทดสอบ (Test) และข้อแนะนำสำหรับผู้สอน (Instruction's guide) การตกลงใจที่จะพัฒนาสื่อการเรียนการสอนต้นแบบขึ้นอยู่กับแบบของการเรียนรู้ที่จะใช้สอน ขึ้นอยู่กับความพอเพียงของสื่อการเรียนการสอนที่ตรงกับเรื่องและความเพียงพอของทรัพยากรที่มีอยู่แล้วโดยการจัดเตรียมเกณฑ์ในการเลือกสื่อการเรียนการสอนเหล่านี้หรือคู่มือ

8. ออกแบบและดำเนินการประเมินเพื่อการปรับปรุง (Design and conduct formative evaluation) ในการสอนตามแผนการสอน จะมีการสร้างขั้นตอนการประเมินผลระหว่างเรียนเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งเพื่อจะได้วางแผนในการปรับปรุงการเรียนการสอน ประกอบด้วย การประเมินผลย่อยระหว่างดำเนินการสามประเภท คือ การประเมินแบบตัวต่อตัว (One to one evaluation) การประเมินผลกลุ่มย่อย (Small group evaluation) และการประเมินผลภาคสนาม (Field evaluation) การประเมินผลแต่ละแบบดังกล่าวจะเตรียมการออกแบบเครื่องมือที่อาศัยข้อมูลต่างๆ เพื่อการปรับปรุงการเรียนการสอน

9. การปรับปรุงการสอน (Revise instruction) ขั้นสุดท้าย (และเป็นขั้นแรกของการซ้ำวงจร) คือ การปรับปรุงการเรียนการสอนจากข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลย่อยที่มาจากผู้ที่เรียนที่บ่งชี้ให้เห็นถึงการประสบความสำเร็จตามจุดประสงค์ของการเรียนการสอน การปรับปรุงการเรียนการสอนไม่ได้เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนแต่เพียงอย่างเดียวแต่เป็นการตรวจสอบความใช้ได้ หรือความตรงของการวิเคราะห์การเรียนการสอนและกับจุดประสงค์เชิงการเรียนรู้ข้อมูลที่รวบรวมได้จากการใช้กลยุทธ์การเรียนการสอนจะต้องได้รับการทบทวน และนำไปใช้ เพื่อการปรับปรุงการเรียนการสอนจริง เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

10. การออกแบบและดำเนินการประเมินระบบการสอน (Design and Conduct Summative Evaluation) แม้ว่าการประเมินผลรวมจะเป็นการประเมินประสิทธิผลของการเรียนการสอนขั้นสุดท้าย โดยทั่วไปแล้วไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการออกแบบ แต่เป็นการประเมินผลคุณค่าของการออกแบบการเรียนการสอนทั้งหมด หรือเป็นการประเมินที่เกี่ยวข้องกับคุณค่าของการเรียนการสอน และเกิดขึ้นภายหลังจากที่ได้มีการประเมินผลระหว่างดำเนินการแล้ว และได้รับการทบทวนหรือปรับปรุงอย่างเพียงพอเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ออกแบบ แม้ว่าการประเมินผลรูปแบบโดยปกติแล้วจะไม่เกี่ยวข้องกับผู้ออกแบบการเรียนการสอน แต่ก็เกี่ยวข้องกับผู้ประเมินอิสระ องค์ประกอบนี้ไม่ได้รับการพิจารณาว่าเป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบระบบการเรียนการสอน

สรุปรูปแบบการเรียนการสอนประกอบด้วย 5 กลุ่มคือ 1) รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระต่างๆ ซึ่งเนื้อหาสาระนั้นอาจอยู่ในรูปของข้อมูลข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หรือความคิดรวบยอด 2) รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาด้านจิตพิสัย (Affective Domain) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มุ่งช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความรู้สึกรัก เจตคติ ค่านิยม คุณธรรม และจริยธรรมที่พึงประสงค์ 3) รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มุ่งช่วยพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในด้านการปฏิบัติ การกระทำหรือด้านการแสดงออกต่างๆ ซึ่งจำเป็นต้องใช้หลักการวิธีการที่แตกต่างไปจากการพัฒนาทางด้านจิตพิสัยหรือพุทธิพิสัย 4) รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการ (Process Skills) เป็นทักษะที่เกี่ยวข้องกับวิธีดำเนินการต่างๆ ซึ่งอาจเป็นกระบวนการทางสติปัญญา และ 5) รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการบูรณาการ (Integration) เป็นรูปแบบที่พยายามพัฒนาการเรียนรู้ด้านต่างๆ ของผู้เรียนไปพร้อมๆ กัน โดยใช้การบูรณาการทั้งทางด้านเนื้อหาสาระและวิธีการรูปแบบในลักษณะนี้กำลังได้รับความนิยมอย่างมาก เพราะมีความสอดคล้องกับหลักทฤษฎีทางการศึกษาที่มุ่งเน้นการพัฒนาองค์รวม

2.2 การพัฒนารูปแบบการสอน

การพัฒนารูปแบบการสอน คือ การจัดรูปแบบการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนหลักสูตร และสังคม โดยอาจเน้นในด้านเนื้อหาวิชา ความสามารถเฉพาะ คุณลักษณะของผู้เรียน สังคม และความต้องการของผู้เรียนหรือเน้นเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอน Kibler (1981) ได้เสนอรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งมีองค์ประกอบ ดังนี้

1. จุดมุ่งหมายในการเรียนการสอน เป็นผลผลิตทางการเรียนการสอนที่มุ่งหวังให้เกิดในผู้เรียน ซึ่งมีความครอบคลุมพฤติกรรมทางด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ด้านเจตคติ (Affective Domain) และด้านการปฏิบัติ (Psychomotor Domain)
2. การวัดพฤติกรรมพื้นฐาน เป็นการตรวจสอบความพร้อม ความรู้พื้นฐาน และทักษะเบื้องต้นของผู้เรียนก่อนการเรียนการสอนจริงๆ
3. การจัดกระบวนการเรียนการสอน เป็นการจัดกิจกรรม เพื่อพัฒนาพฤติกรรมของ ผู้เรียน โดยเริ่มต้นที่พฤติกรรมพื้นฐานต่อเนื่องจนถึงพฤติกรรมปลายทาง
4. การประเมินผลรวม เป็นการประเมินเพื่อตรวจสอบว่าการเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์เพียงใด มีวิธีการจัดการเรียนการสอนเหมาะสมเพียงใด

Joyce & Marsha Weil (2004) กล่าวว่า การพัฒนารูปแบบการสอน ประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 ที่มาของรูปแบบการจัดการเรียนการสอน (Orientation to the Model) เป็นการอธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ซึ่งเป็นที่มาของรูปแบบ อันประกอบไปด้วยเป้าหมายของรูปแบบ (Goal) ทฤษฎีและข้อตกลงเบื้องต้น (Assumptions) ที่รองรับรูปแบบ หลักการและมโนทัศน์สำคัญ (Major Concepts) ที่เป็นพื้นฐานของรูปแบบการสอน

ส่วนที่ 2 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนการสอน (The Model of Teaching) มี 4 ส่วน คือ

1. กระบวนการเรียนการสอน (Syntax หรือ Phases) เป็นการจัดเรียงลำดับกิจกรรมที่จะสอนเป็นขั้นๆ ซึ่งแต่ละรูปแบบมีจำนวนขั้นตอนการเรียนการสอนแตกต่างกันไป

2. ระบบสังคม (Social System) เป็นการอธิบายบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน

3. หลักการตอบสนอง (Principle of Reaction) เป็นหลักการหรือวิธีการที่ครูจะตอบสนองต่อสิ่งที่นักเรียนกระทำ อาจเป็นการให้รางวัล การสร้างบรรยากาศอิสระในการคิดและปฏิบัติโดยไม่มี การประเมินว่าถูกหรือผิด เป็นต้น

4. สิ่งสนับสนุนการเรียนการสอนของรูปแบบหรือระบบสนับสนุน (Support System) เป็นการบอกเงื่อนไข หรือสิ่งจำเป็นในการที่จะใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนให้เกิดผล ตามที่คาดหวังให้กับผู้เรียน เช่น การสอนเพื่อฝึกทักษะ นักเรียนจะต้องได้ฝึกการทำงานในสถานที่และด้วยอุปกรณ์ที่ใกล้เคียงกับสภาพการทำงานจริง หรือเตรียมสื่ออุปกรณ์ที่จำเป็นพร้อมใช้ต่างๆ ให้ครบถ้วน

ส่วนที่ 3 การนำรูปแบบการจัดการเรียนการสอนไปใช้ (Application) เป็นการแนะนำหรือให้ข้อเสนอแนะการใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนนั้น เช่น จะใช้กับเนื้อหาประเภทใดจึงจะเหมาะสม และใช้กับระดับใด เป็นต้น

ส่วนที่ 4 สารความรู้และทักษะในการปฏิบัติงาน และสิ่งที่ส่งเสริมการเรียนรู้ (Instruction and Nurturant Effects) ในแต่ละรูปแบบจะต้องจัดสารความรู้และทักษะในการปฏิบัติงานให้กับผู้เรียนรวมทั้งมีสิ่งสำคัญ องค์ประกอบที่จะทำให้การดำเนินการจัดการเรียนรู้นั้นประสบผลสำเร็จตามเป้าหมาย ซึ่งก็คือการสอนของครูที่จัดขึ้นตามขั้นตอนและสภาพแวดล้อม ในการเรียนสมรรถนะ สำหรับที่ผู้เรียนต้องมี และต้องให้มีการพัฒนาตลอดกระบวนการซึ่งถือผลที่เกิดขึ้นจากการสอน และเป็นสิ่งที่ผู้เรียนต้องมีการพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง เพื่อให้บรรลุเป้าหมายและประสบผลสำเร็จ คุณสมบัติคุณลักษณะหรือสมรรถนะของผู้เรียนที่ต้องปลูกฝังจนติดตัว เพื่อให้การเรียนการสอนบรรลุผลตามที่คาดหวัง

ทิสนา แคมมณี (2558) ได้กล่าว รูปแบบการสอน หมายถึง สภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่จัดขึ้นอย่างมีระบบระเบียบ มีแบบแผนตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อต่างๆ โดยอาศัยวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่างๆ เข้ามาช่วยให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามหลักการที่ยึดถือ ดังนั้น คุณลักษณะสำคัญของรูปแบบการสอนจึงต้องประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญๆ ของรูปแบบการเรียนการสอน 5 ส่วน ไล่ดังต่อไปนี้ 1) หลักสูตร ปัญหาความต้องการของผู้เรียน และผู้สอน 2) เนื้อหา มโนทัศน์ วัตถุประสงค์ 3) ยุทธศาสตร์/ยุทธวิธีในการสอน 4) กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อ และ 5) การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน

ชัยวิชิต เขียรชนะ (2560) กล่าวว่า โมเดลเป็นโครงสร้างความสัมพันธ์ของส่วนประกอบ/ตัวแปร/หลักการ/แนวคิด/ฟังก์ชันต่างๆ ที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ของเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โมเดลมีหลายประเภท ได้แก่ โมเดลภาษา โมเดลรูปภาพ โมเดลคณิตศาสตร์ และโมเดลกายภาพ กระบวนการวิจัยโมเดล ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ ศึกษาสภาพ ปรากฏการณ์ สร้างหรือพัฒนาโมเดล ประเมินการสร้างและการพัฒนาโมเดล ทดลองใช้โมเดล และประเมินการทดลองใช้โมเดล

อาจกล่าวโดยสรุปว่า การพัฒนารูปแบบการสอน ตามแนวคิดของซึ่ง Joyce และ Marsha Weil ทิสนา แคมมณี และชัยวิชิต เขียรชนะ ว่า ครูผู้สอนต้องเข้าใจทุกประเด็นที่เกี่ยวข้อง และ

สามารถนำไปใช้ปฏิบัติได้จริงโดยการฝึกฝนตนเองให้สามารถใช้รูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวให้เกิดประโยชน์และมีความเหมาะสมโดยมีองค์ประกอบของการพัฒนารูปแบบการสอน นั้นประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ชั้น ดังนี้ 1) ศึกษาแนวคิดและองค์ประกอบสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการสอนที่ต้องการ เป็นการศึกษาวិเคราะห์ประเด็นสำคัญไปใช้ในการกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการสอน 2) กำหนดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของรูปแบบการสอน เช่น จุดมุ่งหมาย เนื้อหา กระบวนการสอน กิจกรรมการสอน การวัดและประเมินผล เป็นต้น เพื่อเป็นการกำหนดความสัมพันธ์แต่ละองค์ประกอบให้สอดคล้องกันตามแนวคิดและหลักการพื้นฐานที่ใช้ 3) สร้างหรือพัฒนาโมเดล เป็นการรวบรวมองค์ความรู้เพื่อนำมาพัฒนาโมเดลให้สอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐาน 4) ตรวจสอบประสิทธิภาพของรูปแบบการสอนเป็นการหาข้อมูลเชิงประจักษ์เพื่อยืนยันว่าแผนการจัดองค์ประกอบต่างๆ ที่ได้พัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบนี้มีคุณภาพ และ 5) การปรับปรุงรูปแบบการสอน เป็นการปรับแก้รูปแบบการสอนที่ได้พัฒนาให้ดีขึ้นมีข้อบกพร่องน้อยลง การได้จากการทดลองใช้รูปแบบการสอนไปปรับปรุงแก้ไข ปรับปรุงและนำไปใช้

2.3 องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน

องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน เป็นการจัดองค์ประกอบของการเรียนการสอนให้เป็นระบบตามแนวคิด หลักการ ทฤษฎีต่างๆ ที่กำหนด ซึ่งนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงการพัฒนาการเรียนการสอนไว้ ดังนี้

Joyce & Marsha Weil (2004) ได้สรุปสาระสำคัญขององค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วย

1. หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน คือ การกล่าวถึงความเชื่อและแนวคิดของทฤษฎีที่รองรับรูปแบบการเรียนการสอน หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน จะเป็นตัวชี้้นำกำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมและขั้นตอนการดำเนินการในรูปแบบการเรียนการสอน
2. จุดประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน เป็นส่วนที่ระบุถึงความคาดหวังที่ต้องการให้เกิดขึ้น จากการใช้รูปแบบการเรียนการสอน
3. เนื้อหา เป็นส่วนที่ระบุถึงเนื้อหาและกิจกรรมต่างๆ ที่จะใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน
4. กิจกรรมและขั้นตอนการดำเนินการ เป็นส่วนที่ระบุถึงวิธีการปฏิบัติในขั้นตอนหนึ่งๆ เมื่อนำรูปแบบไปใช้
5. การวัดและประเมินผล เป็นส่วนของการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน

จินตนา ศิริธัญญรัตน์ (2556) รูปแบบการเรียนการสอน มีองค์ประกอบสำคัญ 4 องค์ประกอบคือ 1) หลักการและแนวคิดของรูปแบบการเรียนการสอน 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน 3) ขั้นตอนการเรียนการสอนของรูปแบบการสอน และ 4) การวัดและประเมินผลของรูปแบบการเรียนการสอน

ทิตินา แชมมณี (2558) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน ที่เป็นแก่นสำคัญของรูปแบบ 10 ประการประกอบด้วย 1) กำหนดจุดมุ่งหมายการพัฒนาหรือการสร้างระบบหรือรูปแบบการเรียนการสอนให้ชัดเจน 2) ศึกษาหลักการ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนด

องค์ประกอบและเห็นแนวทางในการจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบได้รอบคอบขึ้น ซึ่งจะทำให้รูปแบบหรือระบบมีความมั่นคงขึ้น 3) การศึกษาถึงสภาพการณ์ และปัญหาที่เกี่ยวข้อง จะช่วยให้ค้นพบองค์ประกอบที่สำคัญที่จะช่วยให้ระบบมีประสิทธิภาพเมื่อนำไปใช้จริง ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ เป็นสิ่งที่ต้องนำมาพัฒนาในการจัดองค์ประกอบต่างๆ และจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทั้งหลาย การนำข้อมูลจากความเป็นจริงมาใช้ในการสร้างรูปแบบจะช่วยขจัดหรือป้องกันปัญหาอันจะทำให้ระบบนั้นขาดประสิทธิภาพ 4) การกำหนดองค์ประกอบของระบบ ได้แก่การพิจารณาว่า มีอะไรบ้างที่สามารถช่วยให้เป้าหมายหรือจุดมุ่งหมายบรรลุผลสำเร็จ 5) การจัดกลุ่มองค์ประกอบ ได้แก่การนำองค์ประกอบที่กำหนดไว้มาจัดหมวดหมู่เพื่อความสะดวกในการคิดและดำเนินการในขั้นต่อไป 6) การจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ ขั้นนี้เป็นขั้นที่ยุ่ยากและต้องใช้ความคิดรอบคอบมาก ผู้สร้างระบบต้องพิจารณาว่า องค์ประกอบใดเป็นเหตุเป็นผลขึ้นต่อกันในลักษณะใด สิ่งใดควรมาก่อนมาหลัง สิ่งใดสามารถดำเนินการคู่ขนานไปได้ ขั้นนี้เป็นขั้นที่อาจใช้เวลาในการพิจารณามาก 7) การจัดผังระบบ เป็นการสร้างความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ โดยแสดงให้เห็นถึงผังจำลองขององค์ประกอบต่างๆ 8) การทดลองใช้ระบบ เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้น 9) การประเมินผล ได้แก่ การศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองใช้ระบบใดๆ แล้วได้ผลตามเป้าหมายหรือใกล้เคียงกับเป้าหมายมากน้อยเพียงใด และ 10) การปรับปรุงระบบ นำผลการทดลองไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น

สรุปองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนออกเป็น 4 องค์ประกอบ คือ 1) องค์ประกอบเชิงหลักการและวัตถุประสงค์ 2) องค์ประกอบเชิงกระบวนการการเรียนการสอน 3) องค์ประกอบปัจจัยสนับสนุน และ 4) การวัดและประเมินผลของรูปแบบการเรียนการสอน

3.แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน STEAM

รูปแบบการเรียนการสอน STEAM จะทำให้นักเรียนรู้จักการคิดวิเคราะห์อย่างถ่องแท้ เรียนรู้จากประสบการณ์ มีความมุ่งมั่นที่จะแก้ปัญหา รู้จักการทำงานเป็นทีม และทำงานด้วยความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งนำไปสู่การเป็นนักประดิษฐ์ นักสร้างสรรค์นวัตกรรม ผู้ให้ความรู้ หรือผู้นำในอนาคต ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2561) ระบุว่า มุ่งส่งเสริมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความต้องการของตนเอง มุ่งพัฒนานักเรียนได้เรียนรู้แบบองค์รวม โดยการเรียนรู้ประสบการณ์จริง และมาตรฐานการศึกษาของชาติ พ.ศ. 2561 ระบุว่าผู้เรียนเป็นผู้ร่วมสร้างสรรค์นวัตกรรม เป็นผู้มีความรู้ ทักษะศตวรรษที่ 21 ความฉลาดดิจิทัล (Digital Intelligence) ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะข้ามวัฒนธรรม สมรรถนะการบูรณาการข้ามศาสตร์ และมีคุณลักษณะของความเป็นผู้ประกอบการ เพื่อร่วมสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรมทางเทคโนโลยีหรือสังคม เพิ่มโอกาสและมูลค่าให้กับตนเอง และสังคม

3.1 ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism Theory)

หลักการจัดการเรียนรู้การสร้างความรู้ (Constructivist Teaching and Learning) ตาม (Donald J. T, 1992) เป็นปรัชญาที่พูดถึงความจริงเกี่ยวกับการสร้างความรู้ของบุคคล โดยบุคคลสร้างความรู้ขึ้นมาจากความพยายามที่จะตอบสนองและทำความเข้าใจกับเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เขาพบความรู้จะถูกสะสมไว้ในใจจนกลายเป็นความเชื่อหรือความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ

วัชรยา เล่าเรียนดี (2555) ได้เสนอหลักการจัดการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับสมอง การทำงานของสมอง และความรู้ของผู้เรียน ซึ่งเป็นแบบแผนที่ครูนำมาพิจารณาในการดำเนินการสอน ดังนี้ 1) สมอง เปรียบเสมือนผู้ดำเนินการ หรือผู้จัดการ ซึ่งจะจัดการกับข้อมูลแต่ละประเภทแตกต่างกัน เช่น ข้อมูลพัฒนาความคิด อารมณ์ และความรู้ด้านภาษา ซึ่งหมายความว่าจัดการเรียนการสอน จะต้องพัฒนาการเรียนหลายๆ วิธี เช่นกัน 2) การเรียนรู้จะต้องใช้อวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกาย ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงไม่ควรเน้นเฉพาะการพัฒนาด้านสติปัญญาเพียงอย่างเดียว 3) การแสวงหาความหมายต่างๆ เป็นเรื่องเกิดขึ้นภายในแต่ละบุคคล การสอนที่มีประสิทธิภาพ ควรให้ความสำคัญกับตัวบุคคลแต่ละคนด้วย ซึ่งนั่นก็คือความเข้าใจของผู้เรียนแต่ละคนนั้น จะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ที่บุคคลนั้นมีหรือได้รับ 4) การแสวงหาความหมายจะเกิดขึ้นจากการสร้างรูปแบบ ซึ่งหมายถึงการสอนที่มีประสิทธิภาพ จะเชื่อมโยงแนวคิด และข้อมูลย่อยๆ กับความคิดรวบยอด และเรื่องใหม่ที่เรียน 5) สมองอารมณ์มีความสำคัญต่อการสร้างแบบแผนของการทำความเข้าใจ นั่นคือการเรียนรู้มีอิทธิพลมาจากสมองอารมณ์ ความรู้สึก และเจตคติ 6) สมองจัดการกับความรู้ใหม่ และการสอนในเวลาเดียวกัน บุคคลจะมีปัญหาในการเรียน ถ้าการสอนที่เหมาะสมถูกกลืนเลย 7) การเรียนรู้จะเกี่ยวข้องกับการเข้าใจ ใส่ใจ และการรับรู้ นั่นคือ สภาพแวดล้อมในการเรียน วัฒนธรรม และบรรยากาศมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ 8) การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ตั้งใจ และไม่ตั้งใจ ผลคือผู้เรียนต้องการเวลาในการจัดการกับสิ่งที่เขาเรียน และวิธีเรียนรู้ได้อย่างไร 9) มนุษย์มีวิธีจดจำ อยู่ 2 วิธี คือ ระบบความจำ ที่เกี่ยวข้องกับช่องว่างกับเวลา และระบบของการเรียนเพื่อจดจำ นั่นก็คือการสอนที่เผชิญกับการท่องจำ จะไม่ส่งเสริมการเรียนรู้ ให้เกิดประสบการณ์ และความเข้าใจที่ลึกซึ้งคงทน 10) มนุษย์เข้าใจ และจำ ได้ดีเมื่อทักษะนั้นปรากฏอยู่ตามธรรมชาติ และรวมทั้งที่เชื่อมโยงกับเวลา การเรียนรู้จากประสบการณ์เป็นวิธีการเรียนที่มีประสิทธิภาพสูงสุด 11) การเรียนรู้พัฒนาได้ด้วยความท้าทาย และไม่เป็นการบังคับให้เรียน การจัดการเรียนรู้จึงควรสร้างความท้าทาย แต่ไม่ทำให้เกิดความกลัว และ 12) สมองแต่ละคนมีลักษณะเฉพาะตัว การสอนจึงควรหลากหลายเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกวิธีที่เหมาะสมกับตนเองมากที่สุด

สุเทพ อ่วมเจริญ (2559) หลักการจัดการเรียนรู้การสร้างความรู้ สรุปได้ดังนี้ 1) ธรรมชาติของกระบวนการเรียนรู้มีอยู่หลากหลายรูปแบบ การสร้างองค์ความรู้พร้อมกลยุทธ์และทักษะการเรียนรู้ ทางความคิด และการสร้างนิสัยการเรียนรู้ การเรียนในหัวข้อที่ซับซ้อนในโรงเรียน นั้นจะมีประสิทธิภาพมากที่สุดก็ต่อเมื่อ การเรียนนั้นเป็นกระบวนการสร้างความหมาย ให้กับข้อมูลและประสบการณ์ ผู้เรียนที่ประสบความสำเร็จต้องกระตือรือร้น มีเป้าหมายมีวินัย ในตนเองและมีความรับผิดชอบต่อที่เอื้อการเรียนรู้ของตัวเอง 2) เป้าหมายของกระบวนการเรียนรู้ผู้เรียนที่ประสบความสำเร็จด้วยการสนับสนุนและการแนะแนวทางการสอน สามารถสร้างความหมายที่เป็นตัวแทนเชื่อมโยงความรู้ โดยครูสามารถช่วยนักเรียนในการตั้งเป้าหมายระยะสั้นและระยะยาวที่มีความหมายและที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา 3) การสร้างความรู้ผู้เรียนที่ประสบความสำเร็จสามารถเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับความรู้ที่มีอยู่ด้วยแนวทาง นักเรียนแต่ละคนจึงต้องจัดระเบียบข้อมูลในแบบของตนเอง ครูสามารถช่วยนักเรียนสร้างความเข้าใจถึงความรู้และทักษะที่สำคัญร่วมกันได้ แต่อย่างไรก็ตาม หากไม่มีการบูรณาการความรู้ใหม่เข้ากับความเข้าใจที่นักเรียนมีอยู่แล้ว ความรู้ใหม่ก็จะไม่เกิดการเชื่อมโยงและไม่ถูกนำมาประยุกต์กับสถานการณ์ใหม่ๆ ได้ 4) การคิดเชิงกลยุทธ์ผู้เรียนที่ประสบ

ความสำเร็จใช้การคิดเชิงกลยุทธ์ในแนวทางการเรียนรู้การใช้เหตุผล การแก้ไขปัญหา และการสร้างแนวคิด โดยใช้กลยุทธ์ที่หลากหลายและขยายประสบการณ์ในเชิงกลยุทธ์โดยการสะท้อนความคิดและการปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ที่ใช้การสังเกตผู้อื่น และการเรียนในชั้นเรียน 5) การพิจารณาเรื่องการคิดกลยุทธ์ในระดับที่สูงขึ้น เพื่อเข้าใจและควบคุมการทำงานของจิต จะช่วยให้การคิดวิเคราะห์และการคิดเชิงสร้างสรรค์พัฒนาจนเป็นความชำนาญได้ 6) บริบทการเรียนรู้การเรียนรู้ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยสิ่งแวดล้อม ได้แก่ วัฒนธรรมเทคโนโลยี และวิธีการเรียนการสอนครูมีบทบาทสำคัญในเชิงปฏิสัมพันธ์ต่อผู้เรียนและสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ การสอนต้องเหมาะกับระดับหรือความรู้เดิมของผู้เรียน ความสามารถในการเข้าใจและวิธีการคิด 7) อิทธิพลจากแรงบันดาลใจและอารมณ์ในการเรียนรู้การได้รับข้อมูลอย่างกว้างขวางและลึกซึ้งพร้อมกับการเรียนรู้ และการจดจำนั้น มีอิทธิพลมาจากการตระหนักรู้ของตัวเอง ความชัดเจนในคุณค่าของตัวเอง ความสนใจและเป้าหมาย ความคาดหวังถึงความสำเร็จและความล้มเหลวส่วนบุคคล ความชอบอารมณ์ และสภาวะทั่วไปของจิตใจ แรงจูงใจในการเรียนความเชื่อเป้าหมายความคาดหวังของแต่ละบุคคล 8) แรงจูงใจภายในการเรียนรู้แรงจูงใจภายในความคิดสร้างสรรค์ ความคิดในระดับที่สูงขึ้น จะถูกกระตุ้นโดยงานที่ได้รับมอบหมาย ที่เกี่ยวข้องกับตัวผู้เรียน แปลกใหม่ และมีระดับความยากที่เหมาะสม นักเรียนต้องได้รับโอกาสในการเลือกสิ่งที่เรียนที่ตรงกับความสนใจของตัวเอง นักเรียนจะเกิดความคิดสร้างสรรค์ และลึกซึ้งหากได้ทำงานที่ซับซ้อนเหมือนกับสถานการณ์ในชีวิตจริง 9) ผลของแรงจูงใจที่มีต่อความพยายามการได้มาซึ่งองค์ความรู้ และทักษะที่ซับซ้อนต้องใช้ความพยายามเพิ่มเติม ความสม่ำเสมอและการฝึกฝนของผู้เรียน (ภายใต้คำแนะนำและการเสนอแนะ) 10) อิทธิพลในเชิงพัฒนาการต่อการเรียนรู้บุคคลจะสามารถพัฒนาทางร่างกาย ปัญญา อารมณ์และสังคม ซึ่งเป็นผลมาจากพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม นักเรียนจะเรียนได้ดีที่สุดถ้าสื่อการสอนนั้นได้รับการพัฒนาอย่างเหมาะสม หากเน้นเตรียมความพร้อมเฉพาะทักษะหนึ่งมากเกินไป เช่นความพร้อมในการอ่าน ก็อาจไปขัดขวางการพัฒนาการด้านอื่นๆ ได้ 11) อิทธิพลทางสังคมต่อการเรียนรู้การเรียนรู้ได้รับอิทธิพลมาจากการปฏิสัมพันธ์ในสังคมและการสื่อสารกับผู้อื่น การเรียนรู้ของนักเรียนจะดีขึ้นหากนักเรียนได้มีโอกาสที่จะปฏิสัมพันธ์และร่วมมือกับผู้อื่นในการทำงานที่ได้รับมอบหมายสถานการณ์การเรียนที่หลากหลายจะกระตุ้นให้เกิดความคิด 12) ความแตกต่างของแต่ละบุคคลในการเรียนรู้บุคคลแต่ละคนมีความสามารถที่แตกต่างกันความแตกต่างนี้เกิดจากสภาพแวดล้อม (สิ่งที่ได้เรียนรู้และสื่อสารในแต่ละวัฒนธรรมของกลุ่มสังคม) และพันธุกรรม (ซึ่งเกิดขึ้นตามธรรมชาติการทำงานของยีนส์) 13) การเรียนรู้และความหลากหลายการเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากที่สุดก็เมื่อมีการพิจารณาถึงความแตกต่างทางภาษา วัฒนธรรมและพฤติกรรมทางสังคมของนักเรียน แม้ว่าหลักการเบื้องต้นของการเรียนรู้ แรงจูงใจ และการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพสามารถจะนำมาประยุกต์ใช้ได้กับนักเรียนทุกคน แต่ภาษา เชื้อชาติ เผ่าพันธุ์ ความเชื่อและสถานภาพทางสังคมก็มีผลต่อการเรียน เมื่อผู้เรียนเล็งเห็นว่าความแตกต่างของแต่ละบุคคลด้านความสามารถมีหลังและวัฒนธรรมมีคุณค่าและได้รับการยอมรับผู้เรียนก็จะเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ และ 14) และการประเมินผลทั้งผู้เรียนและกระบวนการเรียนรู้ถือเป็นส่วนหนึ่งในความสำเร็จของการเรียน การประเมินผลจะให้ข้อมูลที่สำคัญแก่ทั้งผู้เรียนและผู้สอนในทุกขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ การประเมินผลอย่างต่อเนื่องจะให้ข้อมูลสำหรับการพัฒนาไปสู่เป้าหมาย

หากมีการใช้การประเมินผลตามมาตรฐานการปฏิบัติ และการประเมินตนเองอย่างเหมาะสมก็จะสามารถเป็นแนวทางในการวางแผนการเรียนการสอน สร้างแรงจูงใจ

สรุปจัดการเรียนรู้การสร้างความรู้ (Constructivist Teaching and Learning) คือแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาผู้เรียนโดยองค์รวม ซึ่งก็คือการพัฒนาทั้งร่างกาย สติปัญญาความคิด วิธีคิด การเรียนรู้ตลอดชีวิต สร้างแรงจูงใจ ทักษะการปฏิบัติงาน และการปฏิบัติตนเพื่อสร้างสรรค์สังคมในที่สุดการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ มีพื้นฐานจากความเชื่อที่ว่าความรู้ เป็นผลจากการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งหมายความว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยการจัดการกับความรู้ใหม่ เรื่องใหม่ โดยการบูรณาการกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม การเรียนรู้เป็นผลจากบริบทในการเรียนการสอน แนวคิด ความเชื่อ และเจตคติของผู้เรียน

บทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ในการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ (ทิตนา แชมมณี, 2558; วรณทิพา รอดแรงคำม และ พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2542) กล่าวว่า ครูจะมีบทบาทต่างไปจากเดิมคือ จากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ และควบคุมการเรียนรู้ เปลี่ยนไปเป็นการให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ กล่าวคือ การเรียนการสอนจะต้องเปลี่ยนจาก “Instruction” ไปเป็น “Construction” คือเปลี่ยนจาก “การให้ความรู้” ไปเป็น “การให้ผู้เรียนสร้างความรู้” บทบาทของครูก็คือจะต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) ให้เกิดแก่ผู้เรียน

3.2 ความหมายของ STEAM

ในสังคมโลกในขณะนี้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วด้วยความก้าวหน้าเทคโนโลยีการสื่อสารก่อให้เกิดปรากฏการณ์ที่มีข้อมูลข่าวสารจำนวนมากหลั่งไหลอยู่ในแหล่งต่างๆ รวมถึงการที่ต้องแข่งขันกันเพื่อประโยชน์ทางเศรษฐกิจการค้าทำให้ทุกประเทศต้องเร่งพัฒนาประชากรของตนให้มีคุณภาพสูงขึ้นเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตและแข่งขันในตลาดแรงงาน แนวคิด STEAM โดยพัฒนามาจาก STEM Education เริ่มจากประเทศสหรัฐอเมริกา ในสมัยของประธานาธิบดีบารัค โอบามา เคยมีนโยบาย Computer Science For All เป็นโครงการส่งเสริมให้นักเรียนชาวอเมริกันทุกคนมีโอกาสเรียนวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ เพื่อฝึกทักษะการเป็น “ผู้สร้าง” ในระบบเศรษฐกิจดิจิทัล แทนการเป็นผู้บริโภคแต่เพียงฝ่ายเดียว ย่อมาจาก 4 หลักได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S:Science) เทคโนโลยี (T:Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (E:Engineering) และคณิตศาสตร์ (M:Mathematics) โดยประธานาธิบดีโอบามา ก็ได้สนับสนุนนโยบายการศึกษาของ STEM Education โดยการให้องค์กรเอกชนที่ลงทุนโดยไม่หวังผลกำไรมาสนับสนุนผลักดันการศึกษา STEM Education เพื่อเพิ่มคุณภาพนักวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีในอนาคตส่วนในประเทศไทยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 พบว่าในหลักสูตรได้กำหนดแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยเฉพาะการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างบูรณาการ ซึ่งสอดคล้องกับสะเต็มศึกษา ส่วน ที่เน้นการประกอบอาชีพ เป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์และสร้างนวัตกรรมเพื่อเพิ่มมูลค่าของผลผลิต และเป็นผู้ที่มีทักษะในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการทำงาน เน้นความรู้และทักษะที่เหมาะสมกับการประกอบอาชีพในเศรษฐกิจและสังคมยุคที่มีการแข่งขันสูง ที่จะช่วยเสริมความสามารถในการแข่งขันของประเทศอีกทั้งมีทักษะที่พร้อมสำหรับโลกในศตวรรษที่ 21 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทาง

วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหา และการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้ หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ ภายใต้ความร่วมมือระหว่างสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) กระทรวงศึกษาธิการ จะสร้างศูนย์เรียนรู้นาร่อง 10 จังหวัด แต่ละจังหวัดจะมีจำนวน 3 โรงเรียน รวม 30 โรงเรียน ในปี พ.ศ. 2556 เพื่อสร้างแนวทางการดำเนินงานและวัดผลให้เป็นรูปธรรม และหลังจากนั้นจึงจะได้ขยายไปสู่วงกว้างต่อไป (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2014)

คำว่า "STEAM" ย่อมาจาก วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลป์ (Arts) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ต่อมา yakman (Yakman และ Lee, 2012) ใช้คำว่า "STEAM" เป็นคำที่ใช้สำหรับเหตุการณ์ นโยบาย โปรแกรม หรือการปฏิบัติเกี่ยวกับวิชาในชีวิตประจำวันในวิชาใดวิชาหนึ่งหรือหลายวิชา เป็นการเตรียมผู้เรียนเพื่อเข้าศึกษาต่อในระดับวิทยาลัยและเตรียมพร้อมสำหรับการทำงาน คำว่า "STEAM" จะเกี่ยวข้องกับวิชาต่างๆ ดังนี้ (H. Kim & Chae, 2016; Sooraksa et al., 2016; Yakman, 2008; พรทิพย์ ศิริภักทรราชย์, 2556; วิสูตร โพธิ์เงิน, 2560; หทัยภัทร ไกรวรรณ และ ปัทมาวดี เล่ห์มิ่งคล, 2560)

1.วิทยาศาสตร์ (Science) หมายถึง การศึกษาโลกของธรรมชาติ ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่สามารถสังเกตและวัดได้ วิชาวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ถูกใช้โดยนักวิทยาศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจโลกของธรรมชาติที่มนุษย์อาศัยอยู่ ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยสาระการเรียนรู้ 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) วิทยาศาสตร์กายภาพ (Physical Science) 2) วิทยาศาสตร์ชีวภาพ (Life Science) และ 3) วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ (Earth and Space Science)

2.เทคโนโลยี (Technology and Technology Integration) หมายถึง นวัตกรรมที่มนุษย์สร้างขึ้นและมีอยู่ทุกแห่ง เทคโนโลยีถูกนำมาใช้เพื่อตอบสนองความจำเป็นและความต้องการของมนุษย์ นอกจากนี้มนุษย์ยังใช้เทคโนโลยีเพื่อทำให้ชีวิตมนุษย์ดีขึ้น

3.วิศวกรรม หมายถึง กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมวิทยาศาสตร์โดยอาศัย ทักษะกระบวนการได้ความรู้ (Profession of acquiring) และประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เศรษฐกิจ สังคม และการปฏิบัติ เพื่อออกแบบและสร้างผลิตภัณฑ์ วิศวกรรมเป็นกระบวนการที่ใช้สำหรับแก้ปัญหา ซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการศึกษา ประสบการณ์ และการปฏิบัติ ประหยัด และเป็นประโยชน์ต่อมนุษยชาติ กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมประกอบด้วยขั้นตอน 6 ขั้นตอนได้แก่ 1) ระบุปัญหาหรือความต้องการ 2) วิเคราะห์ปัญหา 3) เลือกวิธีแก้ปัญหา 4) สร้างต้นแบบ 5) ทดสอบและประเมินผล และ 6) นำเสนอ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2014)

4.ศิลป์ (Arts) หมายถึง ผลแห่งพลังความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ที่แสดงออกมาในรูปแบบต่างๆ ให้ปรากฏซึ่งสุนทรียภาพ ความประทับใจ หรือ ความสะเทือนอารมณ์ การสื่อสาร การสร้างความเข้าใจ แนวคิด ทศนคติ ตามอัจฉริยภาพ พุทธิปัญญา รสนิยมและทักษะของแต่ละคน เช่น ทัศนศิลป์ ดนตรี การเคลื่อนไหวร่างกาย นาฏศิลป์ การแสดง ภาษา วรรณกรรม

5.คณิตศาสตร์ (Math) หมายถึง วิทยาศาสตร์ของรูปแบบ ความสัมพันธ์ของรูปแบบ การดำเนินการแก้ปัญหาการมีเหตุผลและ หลักฐานทฤษฎีและภาษาที่มีแบบแผนที่แน่นอนสำหรับเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์

3.3 กรอบแนวคิด STEAM

ในการสร้างหลักสูตร STEAM เป็นการรวมเอางานต่างๆ เข้าด้วยกันไม่ว่าจะเป็นการวางแผนการสอน และการบูรณาการเนื้อหาสาระ การสร้างหลักสูตรเป็นพื้นฐานของการระบุงานสอนที่เป็นพื้นฐานของเนื้อหาและเป็นทักษะการสอน แบบการสอนจะแตกต่างกันออกไปในการดำเนินการของครู ที่จะมีการบูรณาการเนื้อหาสาระต่างๆ เข้าไว้ด้วยกันเพื่อเป็นการประหยัดเวลาและบูรณาการในการจัดหลักสูตรโดยมีนักการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศให้ความหมายดังนี้

H. Kim and Chae (2016) Hyoungbum กล่าวว่าหลักสูตร STEAM จะช่วยพัฒนาการรู้หนังสือ STEAM และความสามารถในการแก้ปัญหาและเพิ่มความสนใจและความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งในโรงเรียนประถมศึกษาและมัธยมศึกษา นักเรียนควรศึกษา STEAM เป็นสิ่งจำเป็นที่จะหล่อเลี้ยงความคิดสร้างสรรค์และเพิ่มความสามารถในการทำงานของคนของวันนี้ที่จะนำไปสู่การพัฒนาในอนาคตทั้งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Lori A. Fulton & Jamie Simpson-Steele (2016) กล่าวว่ากระบวนการพื้นฐานของวิทยาศาสตร์และศิลป์มี 5 กระบวนการ 1) ผู้เรียนสังเกตเห็นโลกรอบตัว (Noticing) ในวิทยาศาสตร์นี้หมายถึงการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างไม่เป็นทางการหรือเป็นทางการเพื่อให้เข้าใจถึงการทำงานของโลก ในศิลปะนี้หมายถึงอย่างใกล้ชิดการสังเกตพฤติกรรมและปรากฏการณ์เพื่อสร้างและแสดงให้พวกเขาผ่านศิลปะ 2) เรียนรู้วิธีการทำงานของโลก (Wondering) นักวิทยาศาสตร์ตั้งคำถามสำรวจแนวคิดและปลูกฝังความอยากรู้ ศิลปินสร้างสถานการณ์สมมติจินตนาการเรื่องเล่าและสร้างภาพในใจ 3) ผู้เรียนทำการสำรวจ (Exploring) เพื่อสร้างความหมาย วิทยาศาสตร์ออกแบบการทดลองหรือสร้างแบบจำลองเพื่อค้นหาวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด ในศิลปะสร้างภาพและองค์ประกอบที่จะทำให้ความหมายนามธรรม 4) ผู้เรียนสร้างภาพความคิด (Visualizing) นักวิทยาศาสตร์ทำการทดลองเพื่อสำรวจศิลปินสำรวจผ่านการzoomโดยใช้การทดลองและข้อผิดพลาดเพื่อให้พวกเขาใกล้ชิดกับแนวคิดที่ต้องการแสดง และ 5) ผู้เรียนต้องสื่อสาร (Communicating) ในสิ่งที่ตนเองเข้าใจ นักวิทยาศาสตร์โต้แย้งกันและกันโดยอาศัยหลักฐานต่างๆ ศิลปะจัดนิทรรศการหรือการแสดง

การศึกษา STEAM ในเกาหลีมีจุดมุ่งหมายเพื่อแสวงหาการรวบรวมข้อมูล มีรากฐานและแรงจูงใจโดยการสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเองและสร้างแรงบันดาลใจความสนุกสนานในการเรียนรู้ รวมถึงการเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับประสบการณ์การเรียนรู้จากบุคคล การศึกษาเรื่อง STEAM ของเกาหลีมีจุดมุ่งหมาย 3 ส่วนคือ: 1) การออกแบบที่สร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการที่ครอบคลุมโดยที่ผู้เรียนแสดงให้เห็นถึงความคิดสร้างสรรค์ ประสิทธิภาพและความรู้สึกทางเศรษฐกิจและสุนทรียศาสตร์ในแก้ปัญหา ซึ่งรวมถึงแนวคิดด้านวิศวกรรม เทคโนโลยีการออกแบบและทักษะการแก้ปัญหาที่สร้างสรรค์สำหรับใช้ร่วมกันของมนุษย์ 2) การสัมผัสทางอารมณ์ หมายถึง ประสบการณ์ที่ช่วยให้การเรียนรู้ด้วยตนเองซึ่งนักเรียนรู้สึกว่ามี ความสนใจ ความเชื่อมั่นทางปัญญาความพึงพอใจและความรู้สึกของความสำเร็จ และความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจริงระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน มองว่าเรื่องนี้เป็นเป้าหมายส่วนตัว ที่อยู่ติดต่อด้านอารมณ์นี้ องค์ประกอบที่มักถูกทอดทิ้งในด้านการศึกษา และ 3)

การบูรณาการและการรวมเนื้อหา หมายถึง บูรณาการและการรวมกันของเนื้อหาที่มีจุดมุ่งหมายในการเชื่อมต่อเนื้อหาของการศึกษาไปสู่ชีวิตจริงในมุมมองแบบองค์รวม (Park, H., Byun, S. Y., Sim, J., Han, H., & Baek, Y. S. 2016).

Margaret E. Maddena et al. (2013) กล่าวว่าส่วนประกอบของโปรแกรมการเรียนการสอน STEAM โปรแกรมที่เสนอนี้ออกแบบมาเพื่อพัฒนาผู้นำพิเศษและมีความคิดสร้างสรรค์โดยมี 5 ลักษณะคือ ประการที่ 1 เป็นผู้สื่อสารที่ดีในการฟังและพูดถึงความคิดด้วยวาจา เขียนวาดภาพ และผู้ที่ดีคิดและสื่อสารเข้าอุปมาอุปมัย ประการที่ 2 เป็นผู้จัดงานที่ดีที่กำหนดเวลาให้ดี ทำงานที่สมบูรณ์และกระตือรือร้นอย่างเต็มที่ ประการที่ 3 เป็นผู้จัดการที่สามารถกระตุ้นจิตใจและให้คำแนะนำแก่ผู้อื่นทั้งในฐานะบุคคลและเป็นสมาชิกกลุ่มที่ทำงานได้ดีกับคนอื่น ๆ ที่มีมุมมองที่แตกต่างกัน ประการที่ 4 เป็นคนฉลาดที่มีความสุขุม ความรู้เกี่ยวกับสาขาความรู้อย่างน้อยสองสาขาความรู้กว้างไกลที่ช่วยในการคิดข้ามสาขาวิชาและการรู้สารสนเทศเกี่ยวกับสารสนเทศแสวงหาทรัพยากรเมื่อจำเป็น ประการที่ 5 เป็นนักคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมที่สามารถหารูปร่างและแก้ปัญหาได้ที่น่าไปสู่การใช้งานที่เป็นนวัตกรรมและไม่เหมือนใคร ซึ่งสามารถสร้างความคิดในหลายๆ ระดับของสิ่งที่เป็นามธรรมและสังเคราะห์ให้หลายสาขาวิชาและระดับของการวิเคราะห์ และประการที่ 6 จะปลูกฝังความเข้าใจถึงความสำคัญของลักษณะส่วนบุคคล รวมถึงการเรียนรู้ตลอดชีวิต ตนเองแรงจูงใจสมรรถนะตนเอง วิริยะ การเรียนรู้จากความผิดพลาด ความคิดสะท้อนและความยืดหยุ่น การทำงานร่วมกัน และความรับผิดชอบต่อส่วนบุคคลวิชาชีพและความรับผิดชอบต่อสังคมรวมถึงความเต็มใจที่จะรับมือกับปัญหาด้านจริยธรรม

Yakman (2008); วิสูตร โพธิ์เงิน (2560) ยังได้นำเสนอกรอบแนวคิด STEAM หรือ พีระมิต STEAM ซึ่งแบ่งระดับขั้นของเนื้อหา และรูปแบบการใช้ ดังแผนภาพ 2 คือ

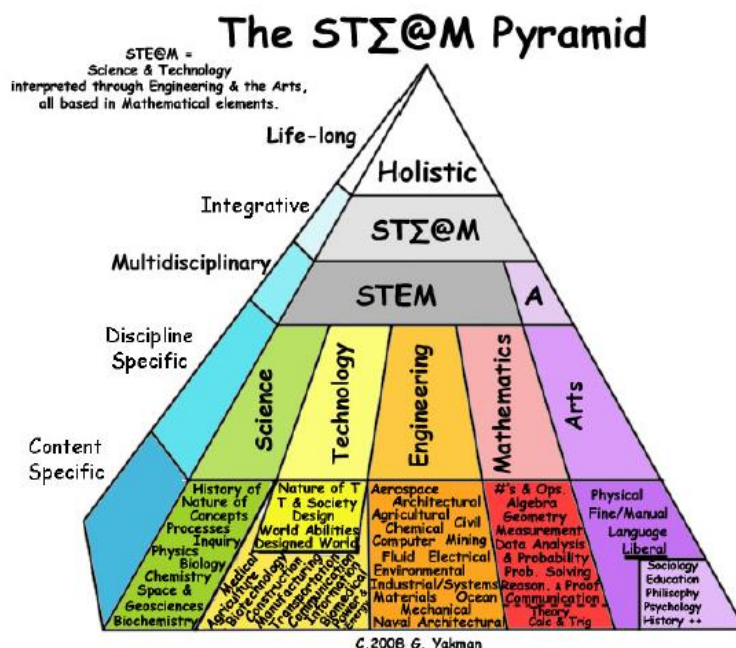
ระดับขั้นที่ 1 จะเป็นเนื้อหาสาระที่เฉพาะเจาะจง (Content Specific) ต่อมาด้วยจะเป็นการศึกษาที่อยู่หลังมัธยมศึกษาที่จะเฉพาะทางมากกว่าทุกลำดับขั้นของพีระมิต

ระดับขั้นที่ 2 เป็นกลุ่มองค์ความรู้ที่แบ่งตามศาสตร์ (Discipline Specific) เป็นการศึกษาขั้นพื้นฐานของศาสตร์ในแต่ละศาสตร์จะเป็นการศึกษาเน้นพื้นฐานของศาสตร์เหมาะสมสำหรับช่วงชั้นมัธยมศึกษา จะเป็นการบูรณาการแบบสอดแทรกภายในวิชา (Infusion Integration)

ระดับขั้นที่ 3 เป็นการเรียนรู้แบบสหสาขาวิชา (Multidisciplinary) เป็นการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นวิทยาศาสตร์ในเชิงการใช้แนวคิด STEM เพื่อสร้างผลงานโดยที่แยกศิลปศาสตร์ออกอย่างชัดเจนหรือเป็นตัวเสริมแนวคิดหลัก ที่มักจะจัดกิจกรรมโดยการผ่านการกำหนดหัวเรื่อง ซึ่งทาง Yakman ได้นำเสนอว่าแนวทางในระดับขั้นเหมาะสมกับเด็กระดับชั้นมัธยมศึกษาในการปฏิบัติ

ระดับขั้นที่ 4 บูรณาการ (Integrative) เป็นการเชื่อมโยงศาสตร์ทั้งแนวคิดของ STEM และ Arts เข้าด้วยกันโดยผ่านการลงมือทำเป็นผลงานหรือเป็นหัวเรื่องที่ได้รับมอบหมายเป็นการบูรณาการเนื้อหาสาระและวิธีสอนที่ให้ Arts มีบทบาทไม่ยิ่งหย่อนไปกว่า STEM ซึ่งสามารถส่งเสริมให้เด็กมองเห็นภาพในเชิงองค์รวมของสิ่งที่มีอยู่ ซึ่งเหมาะสมสำหรับเด็กประถมศึกษาจนถึงมัธยมศึกษา

ระดับขั้นที่ 5 c เป็นขั้นที่มุ่งเน้นแนวคิดการเรียนรู้ของคนทุกเพศทุกวัยที่สามารถเรียนรู้แบบองค์รวมได้ด้วยตัวเอง (Life-long Holistic)



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิด STEAM ของ Yakman(2008)

จากกรอบแนวคิด STEAM หรือ พีระมิต STEAM ของ Yakman(2008) สามารถเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ดังนี้

ตารางที่ 1 ตารางเทียบการจัดการจัดการประสบการณ์เรียนรู้แบบ STEAM ของ Yakman กับจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

กรอบแนวคิด STEAM หรือ พีระมิต STEAM ของยักแมน	จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
เนื้อหาสาระที่เฉพาะเจาะจง (Content Specific)	เป็นเนื้อหาที่แยกตามส่วนย่อยๆของการเรียนรู้ในแต่ละสาขาวิชานั้น
องค์ความรู้ที่แบ่งตามศาสตร์ (Discipline Specific)	เป็นหัวข้อหลักของแต่ละสาขาวิชาที่ครอบคลุมเนื้อหาตามวิชา อย่างไรก็ตาม เนื้อหาหลักของวิชาความสำคัญมากขึ้นและความลึกมากขึ้น
การเรียนรู้แบบสหสาขาวิชา (Multidisciplinary)	การบูรณาการเนื้อหาและฝึกทักษะร่วมกันโดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชาเพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกันมุ่งเน้นวิทยาศาสตร์ในเชิงการใช้แนวคิด STEM
บูรณาการ (Integrative)	การบูรณาการแบบสอดแทรกภายในวิชา (Infusion Integration) การจัดการเรียนรู้ที่เนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาแยกกัน
	การบูรณาการแบบคู่ขนาน (Parallel Integration) เนื้อหาและฝึกทักษะของวิชาแยกกัน โดยมีหัวข้อหลัก (theme) ที่ครูทุกวิชากำหนดร่วมกัน และมีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆ
	การบูรณาการแบบสหสาขาวิชา (Multidisciplinary Integration) เนื้อหาและฝึกทักษะร่วมกันโดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชาเพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกัน
	การบูรณาการแบบข้ามวิชา (Transdisciplinary Integration) เชื่อมโยงความรู้

กรอบแนวคิด STEAM หรือ ป รามิต STEAM ของยึกแมน	จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
	และทักษะที่เรียนรู้กับชีวิตจริง โดยนักเรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตัวเอง ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจหรือปัญหาของนักเรียน
การศึกษาแบบองค์รวมตลอด ชีวิต (Life-long Holistic)	เป็นการศึกษาตลอดชีวิตเกิดการพัฒนา เป็นผลมาจากการได้รับความรู้ ทักษะ หรือประสบการณ์จากการศึกษา หรือจากกิจกรรมในวิถีชีวิตที่สามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา

สรุปได้ว่าการจัดประสบการณ์เรียนรู้แบบ STEAM เทียบกับจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เพื่อแสวงหาการรวมข้อมูล มีรากฐานและแรงจูงใจโดยการสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเองและสร้างแรงบันดาลใจความสนุกสนานในการเรียนรู้รวมถึงการเชื่อมโยงเนื้อหากับประสบการณ์การเรียนรู้จากบุคคล จะอยู่ในระดับขั้นที่ 4 บูรณาการ (Integrative) โดยมีการบูรณาการ 4 ระดับคือ 1) การบูรณาการแบบสอดแทรกภายในวิชา (Infusion Integration) การจัดการเรียนรู้ที่เนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาแยกกัน 2) การบูรณาการแบบคู่ขนาน (Parallel Integration) เนื้อหาและฝึกทักษะของวิชาแยกกัน โดยมีหัวข้อหลัก (theme) ที่ครูทุกวิชากำหนดร่วมกัน และมีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆ 3) การบูรณาการแบบสหสาขาวิชา (Multidisciplinary Integration) เนื้อหาและฝึกทักษะร่วมกันโดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชาเพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกัน และ 4) การบูรณาการแบบข้ามวิชา (Transdisciplinary Integration) เชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้กับชีวิตจริง โดยนักเรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตัวเอง ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจหรือปัญหาของนักเรียน

3.4 จุดมุ่งหมายการเรียนรู้แบบ STEAM

การศึกษา STEAM ในมีจุดมุ่งหมายเพื่อแสวงหาการรวมข้อมูล มีรากฐานและแรงจูงใจโดยการสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเองและสร้างแรงบันดาลใจความสนุกสนานในการเรียนรู้รวมถึงการเชื่อมโยงเนื้อหากับประสบการณ์การเรียนรู้จากบุคคล โดย Chung (2014) กล่าวว่า STEAM เป็นการแสดงออกหรือการประยุกต์ใช้ทักษะความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของมนุษย์ ส่วนการศึกษาเรื่อง STEAM ของนักการศึกษาเมืองคโปร์ประกอบ 3 ส่วนคือ 1) การออกแบบที่สร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการที่ครอบคลุมโดยที่ผู้เรียนแสดงให้เห็นถึงความคิดสร้างสรรค์ ประสิทธิภาพและความรู้สึกทางเศรษฐกิจและสุนทรียศาสตร์ในแก้ปัญหา ซึ่งรวมถึงแนวคิดด้านวิศวกรรม เทคโนโลยีการออกแบบและทักษะการแก้ปัญหาที่สร้างสรรค์สำหรับใช้ร่วมกันของมนุษย์ 2) ความรู้สึกของความสำเร็จ คือประสบการณ์ที่ช่วยให้การเรียนรู้ด้วยตนเองซึ่งนักเรียนรู้สึกว่ามี ความสนใจ ความเชื่อมั่นทางปัญญา ความพึงพอใจและความรู้สึกของความสำเร็จ และความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจริง ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน มองว่าเรื่องนี้เป็นเป้าหมายส่วนตัว ที่อยู่ติดต่อด้านอารมณ์นี้ องค์ประกอบที่มักถูกทอดทิ้งในด้านการศึกษา เช่น การสอนแบบโครงงานเป็นฐานหรือปัญหาเป็นฐาน และ 3) การบูรณาการและการรวมเนื้อหา หมายถึง บูรณาการและการรวมกันของเนื้อหาที่มีจุดมุ่งหมายในการเชื่อมต่อเนื้อหาของการศึกษาไปสู่ชีวิตจริงในมุมมองแบบองค์รวม (Guyotte, Sochacka,

Costantino, Kellam & Walther, 2015; Henriksen, 2017; HyunJu Park et al., 2016; Robert & Stephen, 2017)

3.5 การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM

การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM มีความสำคัญในด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียน มีทักษะและกระบวนการในการดำเนินชีวิตประจำวันโดยมีความสอดคล้องกับงานวิจัยต่างๆ ดังนี้

หนังสือเรื่อง STEAM POINT ของ Riley (2012) การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM ประกอบด้วย 1) ทำงานร่วมกันเป็นทีม (Connected Conversations) หลักสูตรจะมีความเข้มแข็งก็ต่อเมื่อผู้สอนมีความรู้และสามารถนำความรู้ถ่ายทอดได้ โดยไม่มีใครรู้ทุกเรื่อง 2) ค้นหาทักษะที่จำเป็นต่อเนื้อหาหรือแนวคิด (Find the Elegant Fit) ค้นหาว่านักเรียนอยากรู้สิ่งใด ต้องใช้ทักษะที่จำเป็นต่อเนื้อหาหรือแนวคิด และช่วยให้นักเรียนไปให้ถึงสิ่งที่ต้องการ 3) มีการประเมินหลากหลาย (Assessment Choice) เมื่อรู้ความต้องการของนักเรียนแล้วต้องมีการพัฒนาแผนการสอนเพื่อให้ถึงจุดมุ่งหมายและบรรลุผลตามที่ตั้งไว้ และมีกระบวนการประเมินผลนักเรียน เพื่อที่จะดำเนินการต่อไปเพื่อจุดมุ่งหมายต่อไป 4) การวางแผนการทำงาน (Write the Lesson) การเขียนแผนการสอนและลำดับการสอนมีความสำคัญมาก เพื่อเป็นการอ้างอิงสำหรับการสอน มีการบูรณาการโดยเป็นกระบวนการให้นักเรียนได้พบเป้าหมายและใช้ในการอ้างอิงการประเมินผล และ 5) การสะท้อนย้อนคิด (Reflection) เมื่อจบบทแล้วเพื่อเป็นการพูดคุย สนทนา และทำความเข้าใจตรงกันกับนักเรียน เพื่อใช้ในการเรียนการสอนบทต่อไป

จาร์ส อินทลาภพร (2558) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับครูระดับประถมศึกษา ผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้ คือ 1) ศึกษาสาระสำคัญของสาขาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในลักษณะของการบูรณาการ 2) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน 3) จัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) 4) จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) 5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน และ 6) วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ซึ่งแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาดังกล่าวเป็นการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic learning)

ในงานวิจัยเรื่อง การจัดการประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยของ หทัยภัทร ไกรวรรณ และ ปัทมาวดี เล่ห์มงคล (2560) กล่าวว่า การดำเนินกิจกรรมเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยดังต่อไปนี้ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Identify a Challenge) คือ การนำเข้าสู่กิจกรรม พร้อมกับใช้คำถามเพื่อกระตุ้น ให้เด็กร่วมกันระดมความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงปัญหา ว่าปัญหาคืออะไร มีสาเหตุมาจากสิ่งใด ขั้นที่ 2 ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) คือ การสำรวจโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า เพื่อ ศึกษาค้นคว้า แสวงหาวิธีการ แนวทางในการแก้ปัญหาจาก สื่อที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่างๆ ขั้นที่ 3 วางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) คือ การเลือกวิธี/แนวทางการแก้ปัญหาด้วยการอธิบายเพื่อนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่ตนเองเลือก ให้ผู้อื่นเข้าใจว่ามี วิธีการอย่างไร และใช้อุปกรณ์

อะไรบ้าง ออกแบบชิ้นงานของตนเอง ขั้นที่ 4 ทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) คือ การลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาตามวิธีการ และขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ตามความคิดของตนเอง และทดสอบชิ้นงานตามเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่กำหนด โดยสามารถปรับปรุงและพัฒนาชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้ และขั้นที่ 5 นำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) คือ การนำเสนอชิ้นงานที่แปลกใหม่ของตนเอง โดยสนทนา ถึงผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติการแก้ไขปัญหา แนวทางแก้ไขและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ของผลงานที่สร้างขึ้น และการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น

James Bequett & Marjorie Bullitt Bequett (2012) สรุปว่า ครูศิลปะ ในโรงเรียนที่มุ่งเน้น STEM ได้การช่วยเหลือจากครูสาขาอื่นๆ เพื่อให้สาขาวิชาของพวกเขาเกี่ยวข้องกับหลักสูตรที่ STEAM โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนววิศวกรรม 8 ขั้น ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา/ความต้องการ (Identify the need or problem) ระบุหัวข้อ/องค์ความรู้ ที่สนใจ และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้สำหรับ ผู้เรียน ขั้นที่ 2 ศึกษาวิจัย (Research the need or problem) จัดลำดับ เป้าหมาย และข้อจำกัด ศึกษาค้นคว้าหาเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์บริบทของการ จัดการเรียนรู้ จัดลำดับจุดประสงค์ ขั้นที่ 3 หาวิธีการแก้ปัญหา (Develop possible solution) ที่จะเป็นไปได้ หาแนวทางการจัดการเรียนรู้หลากหลายวิธี ที่เหมาะสมกับสภาพจริง ขั้นที่ 4 เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด (Select the best possible solution) ที่สุด ภายใต้ข้อจำกัด ขั้นที่ 5 สร้างโมเดลหรือรูปแบบของการแก้ปัญหา (Construct a prototype) สร้างหน่วยการเรียนรู้ ขั้นที่ 6 ทดสอบ/ประเมินผลการใช้ (Test and evaluate the solution) รูปแบบ ทดสอบหน่วยการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น โดยนำไปใช้ในชั้นเรียนจริง ขั้นที่ 7 นำเสนอ/สื่อสารผลการประเมิน (Communicate the solution) นำเสนอและอภิปรายผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ เพื่อรับการสะท้อนผลและคำแนะนำ และ ขั้นที่ 8 ปรับปรุงแก้ไข (Redesign) รูปแบบของการแก้ปัญหา ปรับปรุงแก้ไข

จากข้อมูลดังกล่าว สามารถวิเคราะห์แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM มีทักษะและกระบวนการในการดำเนินชีวิตประจำวัน ได้ประกอบด้วย 6 ข้อคือ 1) ระบุปัญหา (Identify) คือ การนำเข้าสู่กิจกรรม พร้อมกับใช้คำถามเพื่อกระตุ้น ให้ร่วมกันระดมความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงปัญหา 2) ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore) คือ ต้องใช้ทักษะที่จำเป็นต่อเนื้อหาหรือแนวคิดเพื่อศึกษาค้นคว้า แสวงหาวิธีการ แนวทางในการแก้ปัญหาจาก สื่อที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่างๆ 3) เลือกวิธีการแก้ปัญหา (Connect) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน 4) วางแผนและพัฒนา (Develop) คือ มีการบูรณาการโดยเป็นกระบวนการให้นักเรียนได้พบเป้าหมาย และใช้ในการอ้างอิงการประเมินผล การเลือกวิธีแก้ปัญหาด้วยการอธิบายเพื่อ นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่ตนเองเลือก ให้ผู้อื่นเข้าใจว่ามี วิธีการอย่างไร ออกแบบชิ้นงานของตนเอง 5) ทดสอบและประเมินผล (Evaluate) คือ การลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาตามวิธีการ และขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ตามความคิดของตนเอง และทดสอบชิ้นงานตามเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่กำหนด โดยสามารถปรับปรุงและพัฒนาชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้ และ 6) นำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) คือ การนำเสนอชิ้นงานที่แปลกใหม่ของตนเอง โดยสนทนา

4. หลักการจัดประสบการณ์เรียนรู้แบบ STEAM

หลักการจัดประสบการณ์เรียนรู้แบบ STEAM ในชั้นเรียนมีหลายวิธี แต่ไม่มีข้อมูลยืนยันว่ามีวิธีสอนหรือกิจกรรมใดที่ดีที่สุด เหมาะสมกับทุกสถานการณ์ ดังนั้นครูจึงเลือกใช้วิธีสอนที่เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน เนื้อหาวิชา ตลอดจนอุปกรณ์การสอนที่มีอยู่ วิธีสอนที่ได้รับการยอมรับว่ามีความเหมาะสม เช่น หลักการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry Process) พัฒนาให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ เป็นการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับคณิตศาสตร์ สังคมศึกษาและวิทยาศาสตร์ (วัชรา เล่าเรียนดี, 2548; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556) หลักการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน Project Based Learning เป็นการเรียนรู้ที่เรียนรู้จากประสบการณ์ตรงที่เหมาะสมกับทุกสาระวิชา (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550) เป็นวิธีจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการ ตอบสนองกับความสามารถของผู้เรียนหลายด้าน เช่น ความสามารถด้านภาษา คณิตศาสตร์ ดนตรี สังคม ความเข้าใจตนเอง ในการแก้ปัญหา (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550) หลักการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน Problem Based Learning เป็นการเรียนรู้ที่เป็นเครื่องมือช่วยให้ผู้เรียนเกิดการคิดสร้างสรรค์ และเหมาะสมกับทุกสาระวิชา (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550) ซึ่งสอดคล้องกับ Watthananon (2018) ว่าการผสมผสานศิลปะเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้เป็นผลให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดและประยุกต์ใช้การคิดเชิงแนวคิดด้วยความคิดสร้างสรรค์หรือจินตนาการมากขึ้น โดยจินตนาการเป็นสิ่งสำคัญของการเรียนรู้ที่กระตุ้นการคิดของผู้เรียนและสื่อสารความคิดในรูปแบบของดนตรีและการเคลื่อนไหว ซึ่งเหมาะกับทักษะที่เด็กในศตวรรษที่ 21 มีเครื่องมือ Inquiry-based learning, Active-based learning และ Project-based learning

4.1 หลักการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

วิสูตร โพธิ์เงิน (2560) กล่าวว่าแนวทางการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ศิลปะสร้างสรรค์ตามแนวคิด STEAM โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based) มีหลักสำคัญที่สังเคราะห์ได้ 4 ประเด็น ดังนี้ คือ

1. การบูรณาการ (Integration) ซึ่งจะเป็นการเชื่อมโยงสอดประสานในเรื่องของความรู้/เนื้อหา กระบวนการ รวมถึงเจตคติ ของ STEAM
2. ความหลากหลาย (Variety) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นการสร้างประสบการณ์ และยิ่งมีความหลากหลายทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และได้มีประสบการณ์และความรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้
3. ความลึก (Deep) การลงลึกในองค์ความรู้ที่มีความจำเป็น และที่สนใจของผู้เรียนจะเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการต่อยอดสร้างสรรค์ต่อไปได้
4. ความเป็นพลวัต (Dynamic) ต้องคำนึงถึงความเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมรอบตัวไม่ว่าจะเป็นเรื่อง นวัตกรรมเทคโนโลยี สภาพเศรษฐกิจ และสังคมทั้งในและต่างประเทศ ซึ่งสิ่งที่ขาดไม่ได้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สร้างสรรค์คือ หลักและแนวคิดทฤษฎีศิลปศึกษา DBAE (Discipline Based in Art Education) ประกอบด้วย 4 แกน ที่นำมาใช้ในการออกแบบกิจกรรมและขอบข่ายการสอนศิลปะ โดยที่ไม่จำเป็นต้องเป็นเฉพาะทางทัศนศิลป์ ดนตรี นาฏศิลป์ แต่ยังรวมไปถึงศาสตร์ทางภาษา มนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์อีกด้วย

Jacobs (2010) การพัฒนาเป็นอนาคตของเด็กนักเรียนที่จะยั่งยืน สำหรับประชากรในอนาคตที่จะใช้ Project based Learning เป็นเครื่องมือในการออกแบบดีไซน์ เป็นผู้นำ และสามารถ

ที่จะเชื่อมโยงการเรียนรู้ต่างๆเข้าด้วยกันโดยที่นักเรียนสามารถทำได้ดังนี้ 1) การพัฒนา (Develop) การใช้ชีวิตอยู่ในชีวิตและงาน พัฒนาเป็นความรู้พื้นฐานในการทำให้ความสวยงาม การบูรณาการ เป็นความรู้ลึกและคุณค่าของความรู้ 2) การค้นหา (Explorer) เป็นกฎของความถูกต้องและการตอบสนองของคนในสังคม การมีส่วนร่วม และการเรียนรู้ของ 3) การค้นพบ (Discovery) เป็นพื้นฐานของการแลกเปลี่ยนในสังคมเป็นการให้ข้อมูลและรับข้อมูลอย่างอิสระและมีการตอบสนองต่อสังคม 4) การค้นหา (Investigate) ค้นหาหนทางในการคิด เป็นทางสำหรับสังคมสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ 5) ข้อมูล (Documents) เป็นหนทางในการติดต่อสื่อสารที่มีอยู่ใช้อธิบาย และ 6) การค้นคว้า (Research) เป็นเป็นกฎของโลกที่จะต้องมีการพัฒนาเพื่อชีวิตและอนาคต เด็กนักเรียนเป็นพลังของโลกที่จะพัฒนาชิ้นงานและการคิดเชิงบวก

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานหรือการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีกระบวนการหรือขั้นตอน ในการจัดการเรียนรู้ที่ไม่ตายตัว เน้นที่การนำกระบวนการในการทำโครงงาน (Project) มาใช้เป็นแนวทางหรือขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน โดยให้ผู้เรียนเลือกทำโครงงานตามความสนใจของตนเอง วางแผนในการทำโครงงาน และลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ โดยการสืบเสาะหาความรู้จนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เขียนรายงานและนำเสนอต่อสาธารณชน โดยผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำแก่ผู้เรียน (ทิตานา แคมมณี , 2558; เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, 2557; พิมพันธ์ เดชะคุปต์และคณะ 2556; วัชรา เล่าเรียนดี, 2555)

ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์

ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์ ถ้าใช้เกณฑ์ลักษณะของกิจกรรมโครงงาน สามารถแบ่งโครงงานวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้ (เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, 2557; พิมพันธ์ เดชะคุปต์และคณะ 2556)

1. โครงงานประเภทสำรวจ (Survey research project) เป็นโครงงานที่มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาจำแนกเป็นหมวดหมู่ และนำเสนอในรูปแบบต่างๆ อย่างมีระบบเพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ของเรื่องดังกล่าวอย่างชัดเจน โดยผู้เรียนต้องศึกษารวบรวมข้อมูลในภาคสนามด้วยวิธีการต่างๆ เช่น สอบถาม สัมภาษณ์ สำรวจ โดยใช้เครื่องมือ เช่น แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ เป็นต้น โครงงานประเภทสำรวจ ไม่มีการควบคุมตัวแปร เหมาะสำหรับผู้เรียนเริ่มต้นทำโครงงาน

2. โครงงานประเภททดลอง (Experimental research project) เป็นโครงงาน ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ โดยการออกแบบโครงงานในรูปแบบของการทดลอง เพื่อศึกษาว่าตัวแปรหนึ่งจะมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาอย่างไรบ้าง ด้วยการควบคุมตัวแปรอื่นๆ ซึ่งอาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษา ในการทำโครงงานประเภทนี้ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การดำเนินการทดลอง การแปลผล และสรุปผลการทดลอง

3. โครงงานประเภทสิ่งประดิษฐ์ (Developmental research project) เป็นโครงงานที่มีวัตถุประสงค์เพื่อนำความรู้ ทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดมาประยุกต์ใช้ โดยการประดิษฐ์เป็นเครื่องมือต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการเรียน การทำงาน การประดิษฐ์คิดค้นตามโครงงานจากนี้อาจเป็น

การประดิษฐ์ขึ้นมาใหม่ โดยที่ยังไม่มีใครทำ หรืออาจเป็นการปรับปรุงและดัดแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้ว ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ รวมทั้งการสร้างแบบจำลองต่างๆ เพื่อประกอบการอธิบายแนวคิดในเรื่องต่างๆ

4. โครงการงานประเภททฤษฎี (Theoretical research project) เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอความรู้ ทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดใหม่ เกี่ยวกับหัวข้อใดเรื่องหนึ่งที่ยังไม่มีใครคิดมาก่อน หรือขยายจากของเดิมที่อยู่ โดยความรู้ ทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดที่เสนอต้องผ่านการพิสูจน์อย่างมีหลักการ ผู้ทำโครงการประเภทนี้ต้องเป็นผู้มีความรู้พื้นฐานในหัวข้อนั้นๆ เป็นอย่างดี จึงจะสามารถกำหนดความรู้ ทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดใหม่ๆ เพื่อต่อยอดความรู้เดิมหรือสร้างทฤษฎีใหม่

วัชรวิ เล่าเรียนดี (2555) อธิบายกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการ ดังนี้ 1) ครูให้ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสาระใ้สาระหนึ่งที่เหมาะสมที่จะให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าและทำโครงการ 2) ให้นักเรียนเลือกเรื่องที่สนใจจะศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจัดนักเรียนที่สนใจเรื่องเดียวกันเข้ากลุ่มเดียวกัน 3) นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดมอบหมายหน้าที่ตามความรับผิดชอบวางแผนร่วมกันกำหนดการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูล 4) แต่ละกลุ่มเก็บรวบรวมข้อมูลสรุปเตรียมเสนอทั้งชั้นเรียน 5) อภิปรายโครงการของแต่ละกลุ่มทั้งชั้น 6) ครูกับนักเรียนร่วมกันสรุปหลักการทั่วไป และ 7) วัดและประเมินผลการเรียนรู้ด้วยการประเมินชิ้นงานหรือโครงการ

องค์ประกอบสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการมีดังนี้ (เทพกัญญา พรหมชิตแก้ว, 2557) 1) มีความมุ่งหมายที่จะสอนเนื้อหาสาระที่สำคัญ เป้าหมายของการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แนวคิดหลักที่ตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้ของสาระการเรียนรู้วิชาต่างๆ 2) พัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21 โดยเน้นการคิดวิพากษ์ การแก้ปัญหา ความร่วมมือร่วมใจ และการสื่อสารในรูปแบบที่หลากหลาย ในการตอบคำถามนำ (Driving Question) และสร้างสรรค์งานที่มีคุณภาพ ผู้เรียนต้องลงมือทำมากกว่าการท่องจำข้อมูล ใช้ทักษะการคิดขั้นสูงและเรียนรู้การทำงานร่วมกันเป็นทีม มีสื่อสารต้องรับฟังผู้อื่นและถ่ายทอดความคิดของผู้เรียนให้ผู้อื่นเข้าใจ ต้องสามารถหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ได้รวมทั้งสามารถเขียนหรืออธิบายผ่านวิธีการที่หลากหลายได้อย่างชัดเจนและทำการนำเสนอได้อย่างมีประสิทธิภาพ 3) ต้องใช้การสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการในการเรียนรู้และสร้างสรรค์สิ่งใหม่ผู้เรียนถามคำถามค้นหาคำตอบและข้อสรุป ซึ่งทำให้เกิดการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ในเชิงความคิดหรือการได้ชิ้นงาน 4) เป็นการเรียนรู้ที่ดำเนินการภายใต้คำถามนำ ซึ่งเป็นคำถามปลายเปิดและเป็นตัวกำหนดขอบเขตประเด็น ข้อโต้แย้ง ความท้าทายหรือปัญหาที่สำคัญ เพื่อทำชิ้นงานและการเรียนรู้ของผู้เรียนมีจุดมุ่งหมาย 5) สร้างความตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องมีความรู้เนื้อหาและทักษะที่จำเป็นในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ การจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบโครงการนั้นจะเริ่มต้นด้วยการเห็นผลผลิตหรือการนำเสนอผลงานปลายทาง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้และทำความเข้าใจข้อมูลและแนวคิดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้ในการทำโครงการให้ได้ผลผลิตหรือผลงานตามเป้าหมายที่ต้องการ 6) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นและเลือกผู้เรียนจะได้เรียนรู้ที่จะทำงานด้วยตนเองและแสดงความรับผิดชอบเมื่อตนเองเลือกศึกษาสิ่งที่สนใจ การที่ผู้เรียนได้มีโอกาสเลือกสิ่งที่ต้องการศึกษาและแสดงออกถึงสิ่งที่ได้ เรียนรู้ด้วยตนเองเป็นการเพิ่มการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของผู้เรียน 7) มีกระบวนการทบทวนและสะท้อนกลับ ผู้เรียนได้เรียนรู้ที่จะให้และรับการเสนอแนะและความคิดเห็นเพื่อพัฒนาคุณภาพของผลงานที่และมีคำถามที่เปิดโอกาส

ให้ผู้เรียนได้ทบทวนความคิดถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ว่ามีอะไรบ้างและมีกระบวนการเรียนรู้อย่างไร และ 8) ผู้ชมสาธารณะเข้ามามีส่วนร่วม ผู้เรียนนำเสนองานที่ได้ศึกษาให้แก่ผู้อื่น ซึ่งกระบวนการนี้เป็นการส่งเสริมกระตุ้นให้ผู้เรียนพยายามทำงานออกมาอย่างมีคุณภาพและทำโครงการให้มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของแฮมมิล (2558) การใช้โครงการหรือโครงการสอนตั้งอยู่บนพื้นฐานความเชื่อและหลักการดังต่อไปนี้ 1) โครงการหรือโครงการเป็นกิจกรรมที่เชื่อมโยงอยู่กับการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจึงสัมพันธ์กับความเป็นจริงสามารถนำไปใช้ประยุกต์ได้กับชีวิตจริง 2) การให้ผู้เรียนทำโครงการหรือโครงการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สู่กระบวนการสืบสอบ (Process of Inquiry) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนต้องใช้ทักษะการคิดขั้นสูงที่ซับซ้อนขึ้นจึงเป็นช่องทางในการพัฒนากระบวนการทางสติปัญญาของผู้เรียน 3) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงการเป็นหลักช่วยให้ผู้เรียนได้ผลิตงานที่มีรูปธรรม ผลผลิตที่ได้แสดงถึงความรู้ ความคิดของผู้เรียนและนำมาอภิปรายแลกเปลี่ยนและวิพากษ์วิจารณ์ได้อย่างชัดเจน 4) การแสดงผลงานต่อสาธารณชนสามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้และทำงานแก่ผู้เรียนต่อไปได้ และ 5) การให้ผู้เรียนทำโครงการหรือโครงการนอกจากจะเพิ่มทักษะกระบวนการแล้วยังสามารถช่วยดึงศักยภาพต่างๆของผู้เรียนออกมาใช้ประโยชน์ได้ด้วย

การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงการเป็นฐาน Project Based Learning เป็นการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหา ความร่วมมือร่วมใจ และการสื่อสารในรูปแบบ สร้างสรรค์งานที่มีคุณภาพ ผู้เรียนต้องลงมือทำมากกว่าการท่องจำข้อมูล ใช้ทักษะการคิดขั้นสูงและเรียนรู้การทำงานร่วมกันเป็นทีม มีสื่อสาร ต้องรับฟังผู้อื่นและถ่ายทอดความคิดของผู้เรียนให้ผู้อื่นเข้าใจ ต้องสามารถหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ได้รวมทั้งสามารถเขียนหรืออธิบายผ่านวิธีการที่หลากหลายได้อย่างชัดเจน สัมพันธ์กับความเป็นจริงสามารถนำไปใช้ประยุกต์ได้กับชีวิตจริง โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการดังนี้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์และคณะ (2556) การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงการเป็นฐาน มีขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องใช้ทักษะการคิดต่างๆ มาประกอบมี 5 ขั้นตอนดังนี้

1.ระบุปัญหา สังเกต แยกแยะ เปรียบเทียบ วิเคราะห์ สื่อสารและกำหนดปัญหาเพื่อหาคำตอบ

2.ออกแบบการรวบรวมข้อมูล ตั้งสมมติฐาน คิดเชิงเหตุผล การระบุตัวแปร การวางแผน การสร้างเครื่องมือ วิเคราะห์ข้อมูล

3.ปฏิบัติการรวบรวมข้อมูล การสังเกต การสอบถาม การสัมภาษณ์ การใช้เครื่องมือ การบันทึกผล

4.วิเคราะห์และสื่อความหมายข้อมูล สังเกต แยกแยะ การจำแนกประเภท สื่อความหมายข้อมูลรูปแบบต่างๆ

5.สรุปผล การแปลงผลข้อมูล การอุปนัย การนิรนัย การสรุปผลจากข้อมูล

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550a) มีรายละเอียดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการดังนี้

1. ชี้แนะเสนอ หมายถึงขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาไปความรู้กำหนดสถานการณ์เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ที่กำหนดในแผนจัดการเรียนรู้แต่ละแผน

2. ชั้นวางแผน หมายถึงชั้นที่ผู้เรียนร่วมกันวางแผนโดยระดมความคิดอภิปราย สรุปรหรือข้อสรุปของกลุ่มเพื่อใช้เป็นแนวทางปฏิบัติ

3. ชั้นปฏิบัติ หมายถึงชั้นที่ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมสรุปรายงานที่เกิดขึ้นจากการวางแผนร่วมกัน

4. ชั้นประเมินผล หมายถึงชั้นวัดและประเมินผลตามสภาพจริงโดยให้บรรลุลจุดประสงค์การเรียนรู้ไว้ในแผนจัดการเรียนรู้โดยมีผู้สอนผู้เรียนและเพื่อนร่วมกันประเมิน

ทศนา เขมมณี (2558) ได้เสนอตัวบ่งชี้ของการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ดังนี้

1. ผู้สอนและผู้เรียนมีการอภิปรายปัญหาต่างๆ ร่วมกัน ผู้เรียนมีการเลือกปัญหาที่ตนสนใจจะทำโครงงาน

2. ผู้สอนมีการชี้แจงหรือทำความเข้าใจกับผู้เรียนถึงวัตถุประสงค์ในการทำโครงงาน ความหวังต่อการทำโครงงาน วิธีการและกระบวนการในการดำเนินการ รวมทั้งบทบาทของผู้เรียนและผู้สอน

3. ผู้เรียนมีการร่วมกันศึกษาหาความรู้ในเรื่องที่ทำจากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย

4. ผู้เรียนมีการร่วมกันวางแผนการจัดทำโครงงาน ประกอบด้วยความเป็นมาและความสำคัญของประเด็นปัญหาที่จะทำเป็นโครงงาน วัตถุประสงค์ ขั้นตอนในการดำเนินงาน แหล่งทรัพยากรและวัสดุต่างๆ ที่ต้องการ บทบาทหน้าที่ของบุคคลร่วมโครงงาน เครื่องมือ เวลา และค่าใช้จ่าย ความรู้และทักษะที่จำเป็นต่อการดำเนินงานโครงงาน การประเมินผลโครงงาน และการอภิปรายผลการเรียนรู้ ผู้สอนมีการให้คำปรึกษาแนะนำ และให้ความรู้ต่อการทำโครงงานตามความจำเป็น

5. ผู้เรียนมีการเขียนโครงงานและนำเสนอผู้สอน ผู้สอนอาจให้คำแนะนำและความช่วยเหลือต่างๆ ตามความจำเป็น ผู้สอนมีการให้ความเห็นชอบในการทำโครงงาน และช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ ตามความจำเป็น

6. ผู้เรียนมีการดำเนินงานตามแผนงานที่ได้กำหนดจนสามารถผลิตชิ้นงานออกมาได้ ผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก ติดตามการทำงานของผู้เรียน ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือตามความจำเป็น และให้แรงเสริมตามสมควร

7. ผู้สอนและผู้เรียนมีการนำผลงานของผู้เรียนออกมาแสดง ชี้แจงและร่วมกันวิพากษ์วิจารณ์ผลงาน แลกเปลี่ยนกัน

8. ผู้เรียนมีการปรับปรุงผลงานและเขียนรายงาน

9. ผู้เรียนมีการนำผลงานออกแสดงต่อสาธารณชน

10. ผู้สอนมีการจัดให้ผู้เรียนนำผลงาน ประสพการณ์ และข้อมูลทั้งหมดมาอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากการทำโครงงาน

11. ผู้สอนมีการวัดและประเมินผลทั้งทางด้านผลผลิต คือชิ้นงานจากการทำโครงงาน และเนื้อหาความรู้ กระบวนการและทักษะต่างๆ ที่ได้พัฒนาและเจตคติที่เกิดขึ้น

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2558) ได้เสนอขั้นตอนการสอนแบบโครงงานมีดังนี้

1. ชี้นำเสนอเป็นขั้นที่ครูเสนอเหตุการณ์หรือสถานการณ์ให้นักเรียนเกิดความสนใจและต้องการที่จะวางโครงการในการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง

2. ชี้นำกำหนดความมุ่งหมายเป็นขั้นที่นักเรียนทำการเลือกปัญหาและตั้งจุดมุ่งหมายในการศึกษาซึ่งถ้าทำงานเป็นกลุ่มจะทำการเลือกประธานรองประธานและเลขานุการของกลุ่ม

3. ชั้นวางแผนเป็นขั้นที่นักเรียนภายในกลุ่มช่วยกันวางแผนดำเนินการอย่างไรจึงจะสามารถบรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้ซึ่งในแผนจะประกอบด้วย 1) ชื่อโครงการ 2) หลักการและเหตุผลที่จะทำโครงการนี้ 3) วัตถุประสงค์ของโครงการโดยกำหนดว่าการปฏิบัติงานครั้งนี้จะมีผลเป็นอย่างไร 4) ชื่อเจ้าของโครงการโดยระบุผู้จัดทำโครงการมีใครบ้าง 5) ที่ปรึกษาโดยระบุผู้ช่วยให้คำแนะนำ 6) สถานที่ปฏิบัติการโดยระบุสถานที่ใดบ้างที่ใช้ดำเนินการ 7) ระยะเวลาที่ใช้ปฏิบัติงานโดยระบุวันเวลาเริ่มต้นและเสร็จสิ้นโครงการ 8) งบประมาณในการดำเนินงานโดยระบุงบประมาณเท่าใดแยกเป็นรายการใดบ้าง 9) วิธีการศึกษาค้นคว้าโดยระบุวิธีการหาข้อมูลอย่างไรบ้างในการทำการโครงการงานจนจะจนเสร็จ 10) เครื่องมือโดยระบุวัสดุอุปกรณ์ใดบ้างที่ใช้ในโครงการ และ 11) ผลที่คาดว่าจะได้รับเป็นการคาดการณ์โครงการว่าสามารถแก้ปัญหาอะไรได้บ้างและจะดำเนินการผลอย่างไรบ้าง

4. ขั้นตอนการดำเนินงานเป็นขั้นตอนที่ดำเนินการตามโครงการที่วางแผนไว้

5. ชั้นประเมินผลเป็นขั้นที่ให้นักเรียนเป็นผู้ประเมินว่าโครงการนี้บรรลุจุดมุ่งหมายหรือไม่ในการทำโครงการนี้

6. ชั้นติดตามผลเป็นขั้นติดตามผลของโครงการพัฒนาต่อไปให้ดียิ่งขึ้น

ขั้นตอนการสอนแบบโครงการ สามารถสรุปขั้นตอนการสอนแบบโครงการ ได้ดังตารางที่ 2 ตารางที่ 2 สรุปขั้นตอนการสอนแบบโครงการ

แนวคิดที่เกี่ยวข้อง				ขั้นตอนการสอนแบบโครงการ
สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550)	พิมพ์ดีด เดชะคุปต์ และคณะ(2556)	ทิตินา แวมมณี (2558)	ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2558)	
1.ขั้นนำเสนอ	1.ระบุปัญหา	1.การอภิปรายปัญหาต่างๆ ร่วมกัน	1.ขั้นนำเสนอ	1.ขั้นระบุปัญหา
2.ขั้นวางแผน	2.ออกแบบการรวบรวมข้อมูล	2.ศึกษาหาความรู้	2.ขั้นกำหนดความมุ่งหมาย	2.ขั้นศึกษาหาความรู้
3.ขั้นปฏิบัติ	3.ปฏิบัติการรวบรวมข้อมูล	3.การร่วมกันวางแผน	3.ขั้นวางแผน	3.ขั้นวางแผน
	4.วิเคราะห์และสื่อความหมายข้อมูล	4.การเขียนโครงการและนำเสนอ		
4.ขั้นประเมินผล	5.สรุปผล การแปลงผลข้อมูล	5.การดำเนินงานตามแผนงานที่ได้กำหนด	4.ขั้นตอนการดำเนินงาน	4.ขั้นตอนการดำเนินงาน
		6.การนำผลงานของผู้เรียนออกมาแสดง	5.ขั้นประเมินผล	5.ขั้นประเมินผล
		7.ปรับปรุงผลงานและเขียนรายงาน		
		8.นำผลงานออกแสดงต่อสาธารณชน		
10. ผู้สอนมีการจัดให้ผู้เรียนนำผลงาน	6.ขั้นติดตามผล	6.ขั้นนำผลงานออกแสดงต่อสาธารณชน		
11. ผู้สอนมีการวัด				

แนวคิดที่เกี่ยวข้อง				ขั้นตอนการสอน แบบโครงการ
สำนักงานเลขาธิการ สภาการศึกษา (2550)	พิมพ์ดีด เดชะคุปต์ และคณะ(2556)	ทีศนา แชมมณี (2558)	ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2558)	
		และประเมินผล		

สรุปการสังเคราะห์ขั้นตอนการสอนแบบโครงการมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ที่ไม่ตายตัว เน้นที่การนำกระบวนการในการทำโครงการ (Project) มาใช้เป็นแนวทางหรือขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน โดยให้ผู้เรียนเลือกทำโครงการตามความสนใจของตนเอง วางแผนในการทำโครงการ และลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ เน้นการแก้ปัญหา ความร่วมมือร่วมใจ และการสื่อสารในรูปแบบ สร้างสรรค์งานที่มีคุณภาพ ผู้เรียนต้องลงมือทำมากกว่าการท่องจำข้อมูล โดยผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำแก่ผู้เรียน ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นระบุปัญหาเป็นการเสนอเหตุการณ์หรือสถานการณ์ให้นักเรียนเกิดความสนใจและต้องการ มีการวางแผนโครงการในการแก้ปัญหาได้ปัญหาหนึ่ง 2) ขั้นศึกษาหาความรู้ การคิดเชิงเหตุผล ร่วมกันศึกษาหาความรู้ในเรื่องที่ทำจากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย 3) ขั้นวางแผน เป็นการวางแผนดำเนินการอย่างไร จึงจะสามารถบรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้ซึ่งในแผนจะประกอบด้วย 1) ชื่อโครงการ 2) หลักการและเหตุผลที่จะทำโครงการนี้ 3) วัตถุประสงค์ของโครงการโดยกำหนดว่าการปฏิบัติงานครั้งนี้จะมีผลเป็นอย่างไร 4) ชื่อเจ้าของโครงการโดยระบุผู้จัดทำโครงการมีใครบ้าง 5) ที่ปรึกษาโดยระบุผู้ช่วยให้คำแนะนำ 6) สถานที่ปฏิบัติการโดยระบุสถานที่ใดบ้างที่ใช้ดำเนินการ 7) ระยะเวลาที่ใช้ปฏิบัติงานโดยระบุวันเวลาเริ่มต้นและเสร็จสิ้นโครงการ 8) งบประมาณในการดำเนินงานโดยระบุงบประมาณเท่าใดแยกเป็นรายการใดบ้าง 9) วิธีการศึกษาค้นคว้าโดยระบุวิธีการหาข้อมูลอย่างไรบ้างในการทำการโครงการจนจะจนเสร็จ 10) เครื่องมือโดยระบุวัสดุอุปกรณ์ใดบ้างที่ใช้ในโครงการ และ 11) ผลที่คาดว่าจะได้รับ 4) ขั้นตอนการดำเนินงาน การดำเนินงานตามแผนงานที่ได้กำหนดจนสามารถผลิตชิ้นงานออกมา 5) ขั้นประเมินผล การวัดและประเมินผลตามสภาพจริงโดยให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ไว้ในแผนจัดการเรียนรู้โดยมีผู้สอนผู้เรียนและเพื่อนร่วมกันประเมิน และ 6) ขั้นนำผลงานออกแสดงต่อสาธารณชน การนำผลงานของผู้เรียนออกมาแสดง ชี้แจงและร่วมกันวิพากษ์วิจารณ์ผลงาน แลกเปลี่ยนกัน

4.2 หลักการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ (Integration Learning)

การบูรณาการหมายถึงการนำศาสตร์สาขาวิชาต่างๆ ที่มีเนื้อหาสำคัญเกี่ยวข้องกับการจัดประสบการณ์เรียนรู้ในลักษณะของ วิชัช วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนาผล (2562) กล่าวว่า การบูรณาการคือการผสมผสานเข้าด้วยกันการผสมผสานองค์ความรู้ตั้งแต่ 2 องค์ความรู้ขึ้นไปเข้าด้วยกันอย่างลงตัว และเป็นระบบ ช่วยทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ Concept ในลักษณะที่เชื่อมโยงกันอย่างบูรณาการ ตอบสนองธรรมชาติ ความต้องการ และความสนใจของผู้เรียน เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการ และสภาพชีวิตจริงของผู้เรียน การบูรณาการสามารถได้หลายรูปแบบ เช่นการบูรณาการเนื้อหา (Integration of Subject Area) การบูรณาการการเรียนรู้ (Integration of Learning Process) และการบูรณาการเป้าหมายโครงการการเรียนรู้ (Integration of Learning Outcome) เป็นต้นซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การบูรณาการเนื้อหา เป็นการนำเนื้อหาของวิชาต่างๆในระหว่างกลุ่มสาระมาสัมพันธ์เกี่ยวข้องเชื่อมโยงเป็นเรื่องเดียวกัน อาจกำหนดหัวข้อหรือประเด็นปัญหาแล้วนำเนื้อหาต่างๆที่เกี่ยวข้องมาผสมผสานกันโดยใช้ทักษะต่างๆ มาเชื่อมโยงเพื่อให้ผู้เรียนได้ความรู้ทักษะและเจตคติที่ต้องการ

2. การบูรณาการกระบวนการเรียนรู้ เป็นการนำรูปแบบและวิธีการต่างๆ ของการถ่ายทอดความรู้ของผู้สอนมาผสมผสานเข้าด้วยกัน ในการจัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียนผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้จากกระบวนการและวิธีการต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ โดยผู้สอนอาจกำหนดหัวข้อหรือหัวเรื่องในประเด็นการศึกษา

3. การบูรณาการเป้าหมายของการเรียนรู้ เป็นการบูรณาการที่ยึดเป้าหมายของการเรียนรู้เป็นหลัก โดยผู้สอนอาจกำหนดหัวข้อหรือหัวเรื่องในประเด็นในการศึกษาแล้วดูเป้าหมายของผู้เรียนจากนั้นก็นำเนื้อหาต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันกับประเด็นที่จะศึกษามาผสมผสานเชื่อมโยงกัน โดยมีเป้าหมายของการเรียนรู้เป็นเรื่องเดียวกัน

การบูรณาการทำให้เกิดความรู้แบบองค์รวม เกิดการเรียนรู้สิ่งต่างๆ อย่างสัมพันธ์เชื่อมโยงต่อเนื่องกลมกลืนกัน สอดคล้องกับสภาพจริงของผู้เรียน ครอบคลุมมีความหมาย จนสามารถนำไปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาและประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยผู้สอนจะเป็นผู้สร้างสถานการณ์และอำนวยความสะดวก เป็นวิธีจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการ เหมาะสำหรับทุกรายวิชา ผู้เรียนจะต้องนำข้อมูลทำการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และสรุปเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอดในเรื่องนั้นโดยแบ่งระดับของการบูรณาการออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. การบูรณาการแบบสอดแทรกภายในวิชา (Infusion Integration) เป็นการบูรณาการแบบเชื่อมโยงโดยผู้สอนวิชาใดวิชาหนึ่งจะนำวิชาอื่นๆ มาบูรณาการกับวิชาที่ตนเองสอนโดยเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ต่างๆ กับชีวิตจริง เพื่อให้มีลักษณะกลมกลืนเป็นหัวเรื่อง (Theme) (ทิตนา แชมมณี, 2558; พิมพ์ เดชะคุปต์, 2551; วิชัย วงษ์ใหญ่, 2554; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2014; สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2558)

2. การบูรณาการแบบคู่ขนาน (Parallel Integration) เป็นการบูรณาการที่ผู้สอนหลายคนจากวิชาต่างๆ มาวางแผนการสอนร่วมกันเพื่อรวมความคิดรวบยอดหลัก (Main Concept) และนำมาจัดทำเป็นหัวเรื่อง (Theme) แนวคิด (Concept) หรือปัญหา (Problem) ผู้สอนแต่ละคนจากแต่ละวิชาทำการสอนคู่ขนาน และกำหนดชิ้นงานขึ้นอยู่กับผู้สอน แต่ต้องสะท้อนหัวเรื่อง(theme) แนวคิด (concept) หรือปัญหา (problem) ที่กำหนดไว้ร่วมกัน (ทิตนา แชมมณี, 2558; พิมพ์ เดชะคุปต์, 2551; วิชัย วงษ์ใหญ่, 2554; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2014; สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2558)

3. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Integration) เป็นการบูรณาการที่ผู้สอนหลายคนจากวิชาต่างๆมาวางแผนการสอนร่วมกัน ที่จะสอนเกี่ยวกับหัวเรื่อง (Theme) แนวคิด (Concept) หรือปัญหา (Problem) และกำหนดภาพรวมของโครงการร่วมกันให้ออกมาเป็นชิ้นงาน โดยแบ่งโครงการออกเป็นโครงการย่อย ผู้สอนแต่ละวิชาแยกกันสอน และให้ผู้เรียนปฏิบัติตามโครงการย่อย การบูรณาการในหลายวิชา ผู้สอนต้องร่วมกันสอนแบบโครงการโดยใช้องค์ความรู้จาก

วิชาต่างๆ ทำให้ผู้เรียนสามารถวางแผนสร้างสรรค์โครงการของตนเอง (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2554; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2014; สิริรักษา กิจเกื้อกุล, 2558)

4. การบูรณาการแบบข้ามวิชา (Transdisciplinary Integration) เป็นการบูรณาการที่ผู้สอนหลายคนจากวิชาต่างๆ มาวางแผนการสอนร่วมกันในองค์ประกอบของหัวเรื่อง (Theme) แนวคิด (Concept) หรือปัญหา (Problem) โดยกำหนดเป็นโครงการและสอนร่วมกันเป็นทีม การบูรณาการดังกล่าวช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง โดยผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะดังกล่าวในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน ชุมชน สังคมและสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจหรือปัญหาของผู้เรียน โดยครูอาจกำหนดกรอบหรือหัวข้อหลักของปัญหากว้างๆ แล้วให้ผู้เรียนระบุปัญหาที่เฉพาะเจาะจงและวิธีการแก้ปัญหา ทั้งนี้ในการกำหนดกรอบของปัญหาให้ผู้เรียนศึกษากับการเรียนรู้ของผู้เรียน 3 ปัจจัย ได้แก่ 1) ปัญหาหรือคำถามที่ผู้เรียนสนใจ 2) ตัวชีวิตในสาระต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และ 3) ความรู้เดิมของผู้เรียน (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2554; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2014; สิริรักษา กิจเกื้อกุล, 2558)

การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ (Integration Learning) โดยสรุปนั้น ผู้เรียนจะใช้กระบวนการที่ตรงกับธรรมชาติของวิชาหรือปัญหานั้นบูรณาการร่วมกัน เป็นวิธีจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา ตอบสนองกับความสามารถของผู้เรียนหลายด้าน เช่น ความสามารถด้าน ภาษา คณิตศาสตร์ ดนตรี สังคม ความเข้าใจตนเอง ในการแก้ปัญหานั้น ผู้เรียนจะต้องนำข้อมูลทำการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ค้นพบข้อสรุป และสรุปเพื่อให้ได้ข้อค้นพบใหม่หรือเกิดความคิดรวบยอดในเรื่องนั้น

Lardiaba & S (1970) ได้กล่าวถึง จุดมุ่งหมาย ในการสอนบูรณาการไว้ดังนี้ 1) เพื่อพัฒนาและส่งเสริมให้เด็กรู้สึกปลอดภัย มีความพึงพอใจ มีความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของหมู่คณะและยอมรับผู้อื่น 2) ส่งเสริมการเรียนรู้ที่จะทำงานร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน 3) ช่วยพัฒนาค่านิยมบรรยากาศในชั้นเรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาจริยธรรม มาตรฐานการทำงาน มาตรฐานของกลุ่ม การทำงานและความซื่อสัตย์ 4) ช่วยพัฒนาวินัยในตนเอง โดยส่งเสริมความสามารถในการทำงาน และการควบคุมอารมณ์ของนักเรียน 5) ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ พัฒนาความสามารถทางด้านการแสดงออกด้าน ศิลปะดนตรี การละคร วิทยาศาสตร์และวรรณคดี 6) เพื่อนักเรียนมีโอกาสได้ร่วมกิจกรรมในสังคม เต็มใจที่จะทำงานร่วมกับกลุ่มและเป็นสมาชิกที่ดีของกลุ่ม และ 7) ช่วยวัดผลการเรียนรู้ โดยการนำวิธีการตรวจสอบความก้าวหน้าในการเรียนรู้แก่ผู้เรียนทั้งรายบุคคลและกลุ่ม

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2551) กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการที่เป็นหัวเรื่องมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดหัวเรื่อง มี 2 รูปแบบดังนี้ 1.1) กำหนดหัวเรื่อง (Theme) ก่อน 1.2) หัวข้อเรื่อง (Topic) หลังจากผสมผสานวัตถุประสงค์การเรียนรู้ร่วมของกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่างๆ โดยกำหนดหัวเรื่องจากสิ่งต่างๆ ดังนี้ 1) มโนทัศน์ (Concept) 2) ประเด็นปัญหา (Problem) 3) กรณีศึกษา (Case Study) 4) เรื่องที่ต้องใช้การสืบสอบ/แก้ปัญหา (Problem Solving) 5) แหล่งการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการ

ค้นคว้า (Resource Learning) 6) ความสนใจของผู้เรียน (Student's Interest) และ 7) โครงการงาน (Project)

2. ทำเครือข่ายความคิด (Web) หรือผังความคิด (Concept map) หรือผังกราฟิก (Graphic Organizers) เกี่ยวข้องของเรื่อง ดังนี้ 1) เนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่างๆ ที่เกี่ยวกับหัวเรื่อง (Theme) 2) หัวข้อเรื่อง (Topic) และทักษะของกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. จัดเรียงลำดับเนื้อหาและทักษะต่างๆ ที่เกี่ยวกับหัวเรื่อง (Theme)

4. วางแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 1) ระบุมโนทัศน์สำคัญ 2) กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ 3) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4) เตรียมสื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้ 5) กำหนดวิธีการประเมินการเรียนรู้

ทิสนา แคมมณี (2558) กล่าวว่ากระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบนี้ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญๆ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ ประกอบด้วย 1) ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของบทเรียนและระดับการเรียนรู้หรือพฤติกรรมการเรียนรู้ที่คาดหวังแก่ผู้เรียน 2) ผู้สอนชี้แจงสาระของบทเรียน และความสัมพันธ์กับความรู้และประสบการณ์เดิมอย่างคร่าวๆ และ 3) ผู้สอนชี้แจงกระบวนการเรียนรู้ และหน้าที่รับผิดชอบของผู้เรียนในแต่ละขั้นตอน

ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอบทเรียน ประกอบด้วย 1) หากเป็นการนำเสนอเนื้อหาสาระ ข้อความรู้ หรือมโนทัศน์ ผู้สอนควรกลั่นกรองและสกัดคุณสมบัติเฉพาะของมโนทัศน์เหล่านั้น และนำเสนออย่างชัดเจนพร้อมทั้งอธิบายและยกตัวอย่างประกอบให้ผู้เรียนเข้าใจ ต่อไปจึงสรุปคานิยามของมโนทัศน์เหล่านั้น และ 2) ตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจตรงตามวัตถุประสงค์ก่อนให้ผู้เรียนลงมือฝึกปฏิบัติ หากผู้เรียนยังไม่เข้าใจ ต้องสอนซ่อมเสริมให้เข้าใจก่อน

ขั้นที่ 3 ขั้นฝึกปฏิบัติตามแบบ ผู้สอนปฏิบัติให้ผู้เรียนดูเป็นตัวอย่าง ผู้เรียนปฏิบัติตาม ผู้สอนให้ข้อมูลป้อนกลับ ให้การเสริมแรงหรือแก้ไขข้อผิดพลาดของผู้เรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกปฏิบัติภายใต้การกำกับของผู้ชี้แนะ ผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยผู้สอนคอยดูแลอยู่ห่างๆ ผู้สอนจะสามารถประเมินเรียนรู้และความสามารถของผู้เรียนได้จากความสำเร็จและความผิดพลาดของการปฏิบัติของผู้เรียน และช่วยเหลือผู้เรียน โดยให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อให้ผู้เรียนแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ

ขั้นที่ 5 การฝึกปฏิบัติอย่างอิสระ หลังจากที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นที่ 4 ได้ถูกต้องประมาณ 85- 90 % แล้วผู้สอนควรปล่อยให้ผู้เรียนปฏิบัติต่อไปอย่างอิสระ เพื่อช่วยให้เกิดความชำนาญและการเรียนรู้อยู่คงทน ผู้สอนไม่จำเป็นต้องให้ข้อมูลป้อนกลับในทันที สามารถให้ภายหลังได้ การฝึกในขั้นนี้ไม่ควรทำติดต่อกันในครั้งเดียว ควรมีการฝึกเป็นระยะๆ เพื่อช่วยให้การเรียนรู้อยู่คงทนขึ้น

Lardiaba & S (1970) ได้นำเสนอขั้นตอนในการสอนบูรณาการ ไว้ดังนี้ 1) ขั้นนำ (Initiating the Unit) เป็นขั้นที่ครูเร้าความสนใจหรือนำทางให้ผู้เรียนได้ ตระหนักถึงปัญหาที่ผู้เรียนประสบอยู่ ครูอาจมีวิธีเริ่มหน่วยได้หลายวิธี เช่นการจัดสภาพห้องเรียนให้ เร้าความสนใจใคร่รู้ ใช้โอกาสพิเศษและเหตุการณ์สำคัญเป็นการเริ่มหน่วยการศึกษานอกสถานที่ ปัญหาต่างๆ ในครอบครัว หรือโรงเรียน อาจนำการเริ่มต้นหน่วย การใช้สื่อต่างๆ เช่น ภาพยนตร์ สไลด์ เทปโทรทัศน์ การเล่า

เรื่องบทความหรือบทประพันธ์นำมาใช้เริ่มต้นหน่วยได้ หน่วยการเรียนรู้อาจเริ่มต้นจากข้อเสนอแนะบางด้านของโรงเรียน ปัญหาดังกล่าวนำไปสู่การกระทำ ครูอาจตั้งคำถามว่าจะแก้ปัญหาอย่างไร เราจะต้องใช้อุปกรณ์อะไรบ้าง และอะไรเป็นปัญหาย่อยที่ เราต้องแก้ไขก่อนปัญหาใหญ่ 2) ชั้นปฏิบัติ (Point of Experience) เป็นขั้นที่ครูเสนอแนะกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้วางแผนตั้งจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหาตามกิจกรรมต่างๆที่ครูเสนอแนะ การทำกิจกรรมอยู่ภายใต้การให้คำแนะนำจากครูมีการแบ่งกลุ่มและหน้าที่กัน ในขั้นนี้ การแนะนำของครูเป็นสิ่งจำเป็น ครูจะต้องมีทักษะและความสามารถในการแนะนำกิจกรรมต่างๆ ได้แก่ การค้นคว้า การเก็บ รวบรวมข้อมูล การรวบรวมวัสดุอุปกรณ์ การอ่าน การทัศนศึกษา การเขียนและการแปลความจากภาพ สถิติ การสัมภาษณ์ เป็นต้น 3) ชั้นสรุปกิจกรรม (Culminating Activities) ขั้นนี้ ครูเน้นที่บูรณาการ (Integration) หน่วย ผู้เรียนสรุปกิจกรรม โดยครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะนำในการทำกิจกรรมแบบหน่วย ผู้เรียนต่างๆ แบ่งงานกันทำดังนั้นการผสมผสานทุกด้านเข้าด้วยกัน เป็นสิ่งสำคัญยิ่ง ผู้เรียนควรได้รับคำแนะนำให้ สังเกตค้นคว้าหาว่ากิจกรรมของตนเองสามารถตอบคำถามของกลุ่มใหญ่ได้อย่างไร และการเสนอผลงานของตนเองให้ เพื่อนๆที่ไม่ได้ทำกิจกรรมตรงส่วนนั้นได้เข้าใจอย่างลึกซึ้ง การใช้การสื่อความหมายอย่างไรจึงจะมีประสิทธิภาพ วิธีการกลุ่มแลกเปลี่ยนหรือการรายงานการค้นคว้าของตน เป็นโอกาสของการเรียนรู้ที่มีคุณค่า ฝึกการแสดงออกในทางสร้างสรรค์ (Creative Expression) การที่ผู้เรียนโยงความสัมพันธ์ของกิจกรรมหน่วยย่อยเข้ากันเป็นงานของกลุ่มใหญ่ ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ ด้านเนื้อหา ฝึกทักษะความสามารถในการพัฒนาเจตคติ ในการเสนอผลงานของผู้เรียนสามารถทำได้ หลายวิธี เช่น จัดแสดงนิทรรศการ การสาธิต การทดลอง การแสดงละคร การรายงาน เป็นต้น ผลงานเหล่านี้จะต้องมีการอภิปรายกลุ่มตามมา และ 4) ชั้นประเมินผล (Evaluation) การประเมินผลถือเป็นกระบวนการต่อเนื่องในทุก ระยะของการเรียน การสอนไม่ได้หมายถึงการวัดผลขั้นสุดท้ายเท่า การประเมินผลอาจแบ่งออกเป็น การวัดความรู้ ความเข้าใจด้านวิชาการ ประเมินความสามารถในการทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม และ ความสามารถระหว่างกลุ่ม ผู้เรียนจะต้องได้รับการกระตุ้นให้ตระหนักว่าการประเมินผลของกลุ่มเป็น สิ่งที่มีคุณค่ายิ่งกว่าสิ่งที่ครูประเมิน เพราะในขณะที่ผู้เรียนต้องประเมินผลการทำงานของตน จะช่วยให้ ผู้เรียนได้ตระหนักถึงจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ซึ่งจะเป็นการตรวจสอบ และเป็นแนวทางในการปรับปรุง การดำเนินงานของตนและกลุ่มได้

การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสู่หุปัญญาของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการสู่หุปัญญามี 4 ชั้นคือ

ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียน ในขั้นนี้ผู้สอนอาจใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบสวนสอบสวน หรือนำสถานการณ์ต่างๆ ที่ได้ไปศึกษาค้นคว้ามาสาธิตให้ผู้เรียน หรือให้ผู้เรียนได้ทดลองทำกิจกรรมเล็กๆ เพื่อให้เป็นสิ่งที่เร้าใจ ขณะเดียวกันก็พยายามค้นหาคำตอบของปัญหา ทั้งนี้ผู้สอนต้องไม่เฉลยคำตอบในขณะนั้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสร้างสถานการณ์เกี่ยวกับเนื้อหา เรื่องที่จะเรียนรู้ในแผนการเรียนรู้นั้นๆและเมื่อผู้เรียนถึงเรียนไปถึงกิจกรรมการเรียนรู้หรือขั้นสรุปผู้เรียนก็จะนำความรู้ที่เรียนไปใช้อธิบายสถานการณ์ที่ใช้นำเข้าสู่บทเรียนได้ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้ ควรเลือกกระบวนการที่เหมาะสมกับเนื้อหาของแต่ละแผนจัดการเรียนรู้ ในขณะที่สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดโดยการให้ตอบคำถามหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้

คำถามอยู่ตลอดเวลาและให้ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมากที่สุด ใช้กระบวนการคิดให้มากที่สุดให้ค้นพบองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 3 สรุป ในขั้นนี้ควรเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ เช่น เทคโนโลยีที่เหมาะสมอาจจะให้ผู้เรียนช่วยนำมาและสิ่งสำคัญคือต้องให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสรุปให้มากที่สุดและคอยชี้แนะผู้เรียนจนถึงขั้นนำความรู้ไปใช้

ขั้นที่ 4 การวัดและประเมิน ควรทำผลตลอดเวลาที่ผู้สอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องมีการประเมินผลตามสถานการณ์จริง โดยประเมินตลอดการเรียนรู้ของผู้สอนโดยการบันทึกผลการสอน ปัญหา อุปสรรคและข้อเสนอแนะไว้หลังแผนจัดการเรียนรู้ และประเมินผลให้ผู้เรียนโดยเตรียมการล่วงหน้าว่าจะประเมินอะไร ประเมินอย่างไร ประเมินเมื่อใด และประเมินใคร

การบูรณาการเชิงสร้างสรรค์ (Creative Integration) ของ วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนาผล (2562) กล่าวว่า กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการเชิงสร้างสรรค์ มี 6 ขั้นตอนประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 ผู้เรียนกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ของตนเอง ผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนมีเป้าหมายที่ต้องการประสบความสำเร็จทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกเป็นเจ้าของการเรียนรู้ (Ownership) เสริมสร้างแรงจูงใจภายใน ใช้เป้าหมายในการเรียนรู้เป็นเครื่องมือตั้งศักยภาพของผู้เรียนออกมา

ขั้นที่ 2 ผู้เรียนวางแผนการเรียนรู้ของตนเอง การเรียนรู้บูรณาการเชิงสร้างสรรค์มีลักษณะเป็น Project – based learning, Problem – based learning, Creative – based learning, Research – based Learning และการเรียนรู้ในลักษณะอื่นๆที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ตามแนวทาง Active learning ผู้เรียนสามารถบูรณาการ Concept ต่างๆ เข้าไปในกระบวนการเรียนรู้ตามแผนการเรียนรู้ของตนเอง

ขั้นที่ 3 ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามแผนการเรียนรู้ของตนเองด้วยความกระตือรือร้น มีวินัยในตนเอง มีความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง ใช้กระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายตามวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน (Learning style) ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพนอกจากนี้ผู้เรียนยังต้องกำกับติดตาม (Monitor) ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของตนเอง และรายงานต่อผู้สอนอย่างต่อเนื่องในลักษณะของการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน

ขั้นตอนที่ 4 ผู้เรียนประเมินตนเอง (Self - assessment) เกี่ยวกับ Concept ที่ได้เรียนรู้ทักษะที่เกิดการพัฒนา ตลอดจนสมรรถนะและคุณลักษณะที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ สะท้อนคิด (Reflection) และถอดบทเรียน (Lesson learned) เกี่ยวกับแนวทางการปรับปรุงและพัฒนาตนเองต่อไป

ขั้นตอนที่ 5 ผู้สอนให้ข้อมูลย้อนกลับเชิงสร้างสรรค์ในลักษณะของการให้ข้อมูลย้อนกลับสรุปผลการเรียนรู้ (Summative feedback) ให้ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียน สิ่งที่ประสบความสำเร็จ และสิ่งที่ผู้เรียน ควรปรับปรุงแก้ไข และเสนอแนะแนวทางการพัฒนาตนเองให้กับผู้เรียนรายบุคคล (Individualize feedback for improvement)

ขั้นตอนการสอนแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการ สามารถสรุปขั้นตอนการสอนแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการ ได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สรุปขั้นตอนการสอนแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการ

แนวคิดที่เกี่ยวข้อง	ขั้นตอนการสอน
---------------------	---------------

Lardiabal (1970)	สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550)	พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์และคณะ (2551)	ทิตินา แชมมณี (2558)	รองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย วงษ์ใหญ่ และรองศาสตราจารย์ ดร.มารุต พัฒนาผล (2562)	แบบการเรียนรู้แบบบูรณาการ
1. ขั้นนำ	1. นำเข้าสู่บทเรียน	1. ออกแบบการรวบรวมข้อมูล	1. ขั้นนำ	1. ผู้เรียนกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ของตนเอง	1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
2. ขั้นปฏิบัติ	2. กิจกรรมการเรียนรู้	2. ทำเครือข่ายความคิด	2. ขั้นนำเสนอบทเรียน	2. ผู้เรียนวางแผนการเรียนรู้ของตนเอง	2. ขั้นทำเครือข่ายความคิด
3. ขั้นสรุปกิจกรรม	3. สรุป	3. จัดเรียงลำดับเนื้อหาและทักษะต่างๆ	3. ขั้นฝึกปฏิบัติตามแบบ	3. ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามแผนการเรียนรู้ของตนเอง	3. ขั้นปฏิบัติ
	4. การวัดและประเมิน	4. วางแผนการจัดการเรียนรู้	4. ขั้นฝึกปฏิบัติภายใต้การกำกับของผู้ชี้แนะ	4. ผู้เรียนประเมินตนเอง	4. ขั้นสรุปกิจกรรม
			5. การฝึกปฏิบัติอย่างอิสระ	5. ผู้สอนให้ข้อมูลย้อนกลับเชิงสร้างสรรค์	5. ขั้นวัดและประเมิน

ขั้นตอนการสอนแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการ ใช้กระบวนการที่ตรงกับธรรมชาติของวิชาหรือปัญหานั้นบูรณาการร่วมกัน เป็นวิถีจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา ตอบสนองกับความสามารถของผู้เรียนกลายด้าน ในการแก้ปัญหานั้น ผู้เรียนจะต้องนำข้อมูลทำการวิเคราะห์สังเคราะห์ ค้นพบข้อสรุป และสรุปเพื่อให้ได้ข้อค้นพบใหม่หรือเกิดความคิดรวบยอดในเรื่องนั้นสามารถสรุป ได้ 5 ขั้นตอนได้แก่ 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการนำสถานการณ์ต่างๆ ที่ได้ไปศึกษาค้นคว้ามาสาธิตให้ผู้เรียน หรือให้ผู้เรียนได้ทดลองทำกิจกรรมเล็กๆ เพื่อให้เป็นสิ่งเร้าใจ ขณะเดียวกันก็พยายามค้นหาคำตอบของปัญหา 2) ขั้นศึกษาหาความรู้ เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดโดยใช้ตอบคำถามหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้คำถามอยู่ตลอดเวลาและให้ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมากที่สุด ใช้กระบวนการคิดให้มากที่สุดให้ค้นพบองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง 3) ขั้นปฏิบัติ เสนอแนะกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้วางแผนตั้งจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหาตามกิจกรรมต่างๆ ที่ครูเสนอแนะ การทำกิจกรรมอยู่ภายใต้การให้คำแนะนำจากครูมีการแบ่งกลุ่มและหน้าที่กัน ในขั้นนี้การแนะนำของครูเป็นสิ่งจำเป็น 4) ขั้นสรุปกิจกรรม สรุปกิจกรรม โดยครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะนำในการทำกิจกรรมแบบหน่วย ผู้เรียนต่างๆ แบ่งงานกันทำดังนั้นการผสมผสานทุกด้านเข้าด้วยกัน และ 5) ขั้นวัดและประเมิน ควรทำผลตลอดเวลาที่ผู้สอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องมีการประเมินผลตามสถานการณ์จริง โดยประเมินตลอดการเรียนรู้ของผู้สอนโดยการบันทึกผลการสอน ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะไว้หลังแผนจัดการเรียนรู้

4.3 หลักการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการคิดเชิงออกแบบ(Design Thinking)

กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) หมายถึงกระบวนการคิดที่ใช้การทำความเข้าใจในปัญหาต่างๆ อย่างลึกซึ้ง โดยเอาผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง และนำเอาความคิดสร้างสรรค์และมุมมองจากคนหลายๆ สายมาสร้างไอเดีย แนวทางการแก้ไข และนำเอาแนวทางต่างๆ นั้นมาทดสอบและพัฒนา เพื่อให้ได้แนวทางหรือนวัตกรรมที่ตอบโจทย์กับผู้ใช้และสถานการณ์นั้นๆ

Lawson (1980) ได้ให้ความคิดเห็นว่า การออกแบบเป็นการ แก้ปัญหา แต่ไม่ใช่การแก้ปัญหาที่อิงกับหลักวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว การแก้ปัญหาของนักการออกแบบ เป็นการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ที่มีจินตนาการทางความงามอยู่ด้วยพร้อมเหตุและผลที่เป็นพื้นฐาน

บราวน์ (2554) กล่าวว่า การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) เป็นความคิดที่มีรูปแบบเป็นกระบวนการเป็นขั้นตอนในการทำงาน มีจุดประสงค์เพื่อให้เกิดความคิดในการสร้างนวัตกรรมใหม่ นวัตกรรมนั้นจะแสดงออกในลักษณะ สินค้าหรือบริการ หรือรูปแบบอื่นๆ เช่น กลยุทธ์ ยุทธศาสตร์ การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) จะส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดได้เหมือนนักออกแบบ เน้นไปที่การทำงานร่วมกับผู้อื่น (Collaboration) เพื่อสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้จากผู้อื่น การเรียนรู้ด้วยการทำงานกลุ่มจะช่วยให้เกิดการสร้างประสบการณ์ใหม่ นำไปสู่การสร้างสิ่งใหม่

ภูซงค์ โรจน์แสงรัตน์ (2559) การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) เป็นแนวคิดที่เกิดจากกลุ่มคนในศาสตร์หลายแขนง ทุกความคิดมีจุดมุ่งหมายคล้ายคลึงกัน คือการสร้างสิ่งประดิษฐ์ นวัตกรรม หรือผลงานสร้างสรรค์ และเชื่อว่าการสร้างสิ่งเหล่านี้ไม่สามารถเกิดขึ้นได้โดยใช้ความรู้เพียงศาสตร์เดียว แต่ต้องใช้ความรู้หลายๆ ศาสตร์ เข้ามาช่วยการทำงาน เป็นการทำงานแบบร่วมมือ (Collaboration) ซึ่งหลักการดังกล่าว จะทำให้เกิดการเรียนรู้จาก จากกลุ่มคน หลากหลายสาขาวิชา ทำให้สามารถมองเห็นปัญหาในหลายมิติและเข้าใจปัญหาอย่างแท้จริง ด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ การหาเหตุและผล รวมถึงการเข้าใจความรู้สึกของผู้อื่น อย่างไรก็ตาม การคิดเชิงออกแบบ มีกระบวนการเป็นขั้นตอน ที่มีลักษณะคล้ายๆ กัน ซึ่งขึ้นอยู่กับทางเลือกใช้ให้เหมาะสมกับกลุ่มคนหรือเป้าหมายที่ต้องการ

นุชจรี กิจวรรณ (2561) การคิดเชิงออกแบบ ประกอบด้วยขั้นตอนที่สามารถทำซ้ำและย้อนกลับไปสู่ขั้นตอนก่อนหน้าได้ตลอดเวลา ทั้งนี้เพื่อทบทวนว่าถูกต้องและแก้ปัญหาได้ชัดเจนและตรงกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย หลังการทดสอบต้นแบบ อาจค้นพบปัญหาหรือความต้องการใหม่ๆ เพิ่มขึ้น ดังนั้นการใช้ การคิดเชิงออกแบบ นอกจากจะมีเป้าหมายเพื่อแก้ปัญหาตามที่ต้องการแล้ว อาจนำไปสู่การค้นพบสิ่งใหม่ที่แม้แต่ผู้ใช้ยังไม่เคยทราบว่าเป็นสิ่งที่ตนต้องการ แต่เมื่อได้ทดลองใช้แล้วกลับได้รับการยอมรับอย่างดีนวัตกรรมที่ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ จึงเป็นนวัตกรรมจากความคิดสร้างสรรค์ที่ทรงคุณค่า สามารถนำไปใช้ได้จริงตรงตามความต้องการหรือตอบปัญหาของกลุ่มเป้าหมาย และเมื่อนวัตกรรมนั้นเป็นที่ยอมรับในวงกว้างย่อมเกิดการต่อยอดไปสู่วัตกรรมชิ้นใหม่อย่างต่อเนื่องไปอย่างไม่สิ้นสุด

สรุปได้ว่า Design Thinking คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาความมั่นใจในความคิดสร้างสรรค์ (Creative Confidence) ของนักเรียนผ่านกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติที่มุ่งเน้นในเรื่องของการเข้าใจผู้อื่นอย่างลึกซึ้ง (Empathy) การสนับสนุนให้ตัดสินใจลงมือกระทำ (Bias toward action or build to think) และการกระตุ้นให้นักเรียนสร้างความคิดที่หลากหลาย

(Ideation) ตลอดจนการส่งเสริมทักษะและความสามารถในการแก้สถานการณ์ปัญหาของนักเรียน ใช้ การทำความเข้าใจในปัญหาต่างๆ อย่างลึกซึ้ง โดยเอาผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง และนำเอาความคิด สร้างสรรค์และมุมมองจากคนหลายๆ มาสร้างแนวทางการแก้ไข และนำเอาแนวทางต่างๆ มาทดสอบ และพัฒนา เพื่อให้ได้แนวทางหรือนวัตกรรมที่ตอบโจทย์กับผู้ใช้และสถานการณ์นั้นๆ

ประโยชน์จากการคิดเชิงออกแบบ เมื่อมีการใช้กระบวนการดังกล่าว ผู้เรียนจะเกิดความสามารถ ในหลายด้าน ดังนี้

ภูซังค์ โรจน์แสงรัตน์ (2559) กล่าวว่า ประโยชน์จากการคิดเชิงออกแบบมี 5 ข้อคือ

1. ความสามารถในการสื่อสาร (Communication) ความสามารถในการที่จะสื่อสารข้อมูล จากความคิดและจินตนาการของนักออกแบบไปสู่ผู้อื่น ด้วยการสื่อสาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การ สื่อสารด้วยภาพ การสร้างแบบร่างภาพ การนำเสนอ การสื่อสารเหล่านี้เกิดขึ้น ระหว่างนักออกแบบ ด้วยกันในการที่จะทำงานร่วมกัน หรือการสื่อสารระหว่างนักออกแบบกับผู้จ้าง หรือผู้บริโภค และการ สื่อสารระหว่างนักออกแบบกับโรงงานผู้ผลิต ที่จะให้ผู้ผลิตเข้าใจในโครงสร้าง ของงานออกแบบเพื่อ ผลิตออกมาได้อย่างถูกต้อง

2. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา (Problem and Solution) การคิดแก้ปัญหาของนัก ออกแบบมีมิติความคิดหลายประเด็น เช่น ความสวยงามในการออกแบบ การใช้วัสดุในการผลิต พฤติกรรมและการใช้งานของผู้บริโภค ข้อกฎหมาย กระบวนการผลิตในระบบอุตสาหกรรม การตลาด ประเด็นเหล่านี้จะถูกนักออกแบบมาประมวลความคิด และคัดกรองในหลายระดับชั้น จนเกิดเป็นแนว ทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

3. การร่วมมือในการทำงาน (Collaboration) การร่วมมือในการทำงาน เป็นการระดม ความคิดจากคนที่มีประสบการณ์หลากหลาย จะช่วยในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ดีกว่าการทำงานคน เดียว เพราะในปัจจุบันความซับซ้อนของปัญหามีเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้เกิด การเข้าใจความรู้สึกของ ผู้อื่น (Empathy) เป็นการเข้าใจถึงความรู้สึกและความต้องการที่หลากหลายของผู้อื่น เช่น ผู้บริโภค ผู้ร่วมงาน ส่งผลไปยัง การมองในแง่ดี (Optimism) เป็นมุมมองที่มีความจำเป็นในการเลือกทิศทางที่ดี ในการแก้ปัญหาในการออกแบบ

4. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) จากแรงบันดาลใจในการทำงาน ร่วมกันหรือข้อค้นพบใหม่ๆ และ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ (Critical Thinking) เป็นการสรุปปัญหา ตัดสินใจในการแก้ปัญหา เพื่อนำไปสู่การคิดบูรณาการ (Integrative Thinking) ที่ ผู้เรียนสามารถมองภาพรวม ใช้ความคิดในการผสมผสานกระบวนการ หรือเทคนิคที่ หลากหลาย ในการแก้ปัญหา

5. การรู้แจ้งที่เกิดจากการทดลองเชิงประจักษ์ (Experimentalism) เกิดสร้างผลงานภายใต้ หลักตรรกะด้วยการทดลอง ผลของการทดลองจะแสดงให้เห็นเป็นเหตุและผลในการทำงาน ทักษะ และความคิด ที่กล่าวไว้นั้นจะเกิดให้เห็นเป็นรูปธรรมได้ต้องมีปัจจัย

กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) แสดงถึงขั้นตอนการทำงานด้วย กระบวนการออกแบบ (Design Process) ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยนำเข้า กระบวนการและผลผลิต และมีหลากหลายรูปแบบจากนักคิดหลายกลุ่ม สรุปขั้นตอนที่สำคัญนำมาใช้ดังนี้

Ambrose & Harris (2009) กล่าวว่า กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) มี 5 ข้อคือ 1) Research เป็นการทำความเข้าใจต่อกลุ่มเป้าหมายให้มากที่สุด โดยการเอาใจเขามาใส่ใจเรา ซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เมื่อจะสร้างสรรค์ หรือแก้ไขสิ่งใดก็ตามจะต้องเข้าใจถึงกลุ่มเป้าหมายก่อน เพราะนั่นจะเป็นก้าวแรกที่น่าไปสู่การพัฒนาความสำเร็จ 2) Idea generation การสังเคราะห์ข้อมูล การตั้งคำถามปลายเปิดที่ผลักดันให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ไม่จำกัดกรอบของการแก้ปัญหา ซึ่งภายหลังจากที่เราเรียนรู้และทำความเข้าใจต่อกลุ่มบุคคลเป้าหมายแล้ว ก็ต้องวิเคราะห์ปัญหา กำหนดให้ชัดเจนว่าจริงๆ แล้วปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร เลือกและสรุปแนวทางความเป็นไปได้ 3) Refinement การระดมความคิดใหม่ๆ อย่างไม่มีขีดจำกัด หรือการสร้างความคิดต่างๆ ให้เกิดขึ้น โดยเน้นการหาแนวคิดและแนวทางในการแก้ไขปัญหาให้มากที่สุด หลากหลายที่สุด โดยความคิดและแนวทางต่างๆ ที่คิดขึ้นมานั้นก็เพื่อตอบโจทย์ปัญหาที่เกิดขึ้น 4) Prototyping การสร้างแบบจำลองหรือการสร้างต้นแบบขึ้นมา เพื่อให้ผู้ใช้สามารถทดสอบและตอบคำถามหรือกระตุ้นให้เกิดการวิพากษ์วิจารณ์ เพื่อที่เราจะได้เข้าใจสิ่งที่เราอยากรู้มากยิ่งขึ้น และยังสร้างเร็วเท่าไรก็ยิ่งได้ลองหาข้อผิดพลาด และเรียนรู้เกี่ยวกับไอเดียของเราได้เร็วเท่านั้น และ 5) Implementation การนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาทดสอบกับผู้ใช้ หรือกลุ่มเป้าหมาย เพื่อสังเกตประสิทธิภาพการใช้งาน โดยนำผลตอบรับ ข้อเสนอแนะต่างๆ ตลอดจนคำแนะนำมาใช้ในการพัฒนา และปรับปรุงต่อไป

Brown (2009) กล่าวว่า นักออกแบบจะต้องเรียนรู้หรือฟังในสิ่งที่ลูกค้าพูดเพื่อให้เข้าใจถึงความต้องการที่แท้จริงของลูกค้า โดยการมีหลักสำคัญ 3 ข้อคือ 1) การเข้าใจอย่างลึกซึ้ง (Insight) 2) การสังเกต (Observation) และ 3) ความสามารถในการเข้าใจความรู้สึกของผู้อื่น (Empathy) วิธีนี้ทำให้การออกแบบไม่ใช่เป็นเพียงแค่การออกแบบโดยเน้นรูปลักษณะภายนอกเท่านั้นแต่เป็นการออกแบบที่เขาใจถึงความต้องการ (Need) ของลูกค้าอย่างแท้จริง

Luchs, Swan & Griffin (2016) กรอบแนวคิดของ Design Thinking เป็นระบบและการทำงานร่วมกัน เหมาะกับ การกำหนดปัญหา และการสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วนคือ 1) Discover เป็นส่วนแรกในการ กรอบแนวคิดของ Design Thinking เป็นการคิดค้นหาปัญหา ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยใช้เทคโนโลยี ซึ่งเป็นส่วนที่มีความสำคัญเริ่มต้นในการทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ ซึ่งจะเป็นตัวบอกว่าผลิตภัณฑ์นั้นมีลักษณะอย่างไรและมีความสำคัญขนาดไหน 2) Define เป็นส่วนที่บอกความสำคัญ บอกคุณลักษณะของการพัฒนาว่าควรจะไปในทิศทางใดและมีปัญหาอะไรในการทำงานเป็นส่วนสำคัญของกระบวนการที่ใช้การทำงานร่วมกัน การแก้ปัญหาระดมความคิดหรือเป็นส่วนการแก้ปัญหา 3) Create เป็นส่วนที่ Design Thinking ใช้ในการพัฒนาและร่วมกันทำงานให้ถึงจุดมุ่งหมายเป็นการตอบสนองต่อความคิดและส่วนย้อนกลับเพื่อให้ทราบว่ามီးอะไรดี อะไรด้อยและทำเป็นตัวต้นแบบขึ้นมาเมื่อได้ตัวต้นแบบแล้วที่ดีแล้วก็นำไปใช้งาน 4) Evaluate เป็นส่วนสุดท้ายของ Design Thinking เพราะจะเป็นตัวย้อนกลับของตัวต้นแบบของความคิดเป็นส่วนสุดท้ายก่อนที่จะนำความคิดหรือตัวต้นแบบไปใช้งาน

ภูซงค์ โจรจน์แสงรัตน์ (2559) กล่าวว่า กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) มี 3 ข้อคือ

ขั้นที่ 1 เป็นการเข้าใจปัญหา นิยามปัญหา กำหนดขอบเขตของปัญหา นิยามนี้เกี่ยวข้องกับกลุ่มเป้าหมาย ผู้บริโภค จุดประสงค์ในการออกแบบ และค้นหาข้อมูลเพื่อสร้างแรงบันดาลใจ

(Inspiration) เป็นขั้นตอนในการสร้างแรงบันดาลใจในการทำงาน และเป็นค้นพบปัญหา และการแก้ปัญหาจากแหล่งข้อมูล โดยเฉพาะอย่างยิ่งการร่วมกันทำงานกลุ่ม การศึกษาข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ และกลุ่มผู้มีความคิดต่าง เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ หรือการนำตนเองเข้าไปทำกิจกรรมใหม่ๆ เพื่อสร้างประสบการณ์ใหม่

ขั้นที่ 2 การสร้างความคิด เป็น การค้นหาวิธีการ ค้นหาคำตอบหลากหลายและเลือกคำตอบที่ดีที่สุดก่อนที่จะทำงานในขั้นต่อไป ด้วยการจัดกลุ่ม คัดกรอง และวิเคราะห์ข้อมูล ขั้นตอนของการคิดสร้างผลงานที่สร้างตัวเอง ที่เหมาะสมที่สุด ในขั้นนี้มีการตีความข้อมูลที่ได้จากแหล่งข้อมูล นำไปสู่แนวทางการปฏิบัติ ด้วยการระดมกำลังสมอง

ขั้นที่ 3 การสร้างผลผลิต เป็นการสร้างหุ่นต้นแบบ เป็นการดำเนินการสร้างผลงานจริง จากการเลือกผลงานที่เหมาะสมที่สุดและแก้ไขจนแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ได้ นำออกจำหน่าย หรือนำเสนอสู่สาธารณะ ในขั้นตอนนี้ อาจจะมีการตรวจสอบย้อนหลังสรุปโครงการ อาจจะมีข้อบกพร่องซึ่งถึงความเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหรือความสัมพันธ์ของสมาชิกในกลุ่ม

จากหนังสือ Bootcamp bootleg ของ d.school(Plattner, 2018) ประกอบด้วย 5 ขั้นคือ

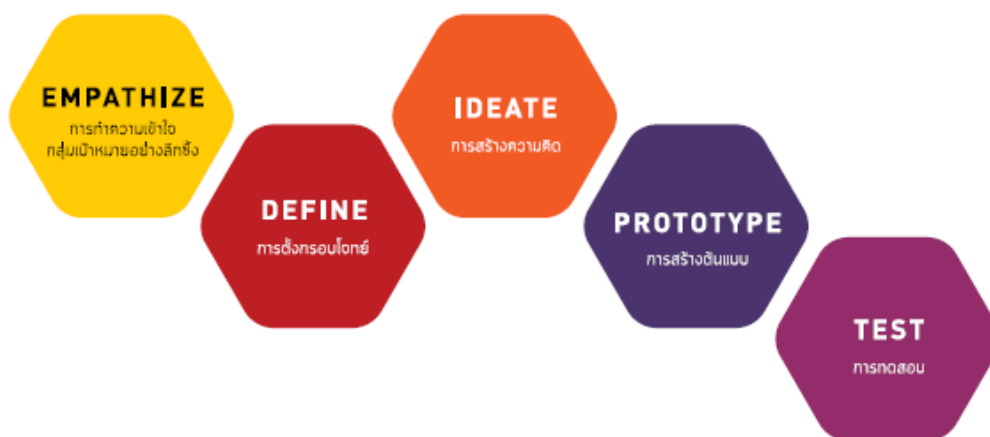
ขั้นที่ 1 Empathy การทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมายอย่างลึกซึ้ง กเพื่อเข้าใจบริบทแวดล้อมทั้งหมดของผู้ใช้งาน โดยการทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมายให้มากที่สุด การทำความเข้าใจในขั้นตอนนี้ จึงเป็นการทดลองหาความต้องการของผู้ใช้อย่างเปิดกว้าง ดังนั้นการได้สำรวจความต้องการของผู้ใช้ อย่าวัดเปิดกว้างจึงมีความสำคัญ

ขั้นที่ 2 Define ขั้นตอนการกลั่นกรอง ตีกรอบข้อมูลความเข้าใจในเชิงลึก ระบุกรอบของปัญหา โดยมีการสรุปข้อมูลทางด้านความต้องการของผู้ใช้ (User's need) และ เป้าหมายในการทำงาน (goal) ไว้เป็นข้อมูลประกอบเพื่อใช้สำหรับเป็นข้อมูลพื้นฐานในขั้นตอนการทำงานในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 Ideate ขั้นตอนการพัฒนาแนวคิด (concept) โดยหัวใจในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนระดมความคิด (Brainstorm) เพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาให้มากที่สุด หลากหลายที่สุด โดยเปิดรับความคิดทุกรูปแบบ นำไปคิด พัฒนาต่อยอดเป็นวิธีการแก้ปัญหาบนพื้นฐานมาจากโจทย์ปัญหาที่ตั้งไว้ โดยวิธีในการช่วยระดมความคิดเพื่อให้เกิดความคิดที่หลากหลายนั้น

ขั้นที่ 4 Prototype ขั้นตอนในการสร้างต้นแบบ (prototype) มีเป้าหมายเพื่อจะค้นหาวิธีการที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา แนวคิดการแก้ปัญหาจะถูกสร้างเป็นต้นแบบ (prototype) ขึ้นมาเพื่อทดลอง และทีมจะเก็บข้อมูลเพื่อนำข้อผิดพลาดมาพัฒนาต่อไป แต่สร้างชิ้นงานเพื่อนำเสนอแนวคิดสำหรับนำไปทดลองได้อย่างรวดเร็ว เพื่อทำให้ทีมเรียนรู้, ปรับปรุง และมองหาความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหาในรูปแบบอื่นๆ

ขั้นที่ 5 Test ขั้นตอนการนำต้นแบบไปทดลอง และรับข้อเสนอแนะ สามารถใช้ข้อมูลในการปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาให้ดีขึ้น รวมถึงเรียนรู้ในเรื่องการใช้งานจากผู้ใช้งานจริง เห็นภาพรวมมุมมองของผู้ใช้งานจริง



ภาพที่ 3 Design Thinking ของ d.school

ที่มา <https://dschool.stanford.edu>

ขั้นตอนการสอนกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สามารถสรุปขั้นตอนการสอนกระบวนการคิด

เชิงออกแบบ ได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สรุปขั้นตอนการสอนกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

แนวคิดที่เกี่ยวข้อง					
Gavin Ambrose และ Paul Harris (2009)	บราวน์ (2554)	ภูชงค์ โรจน์แสงรัตน์ (2559)	Luchs, Swan และ Griffin (2016)	d.school	ขั้นตอนการสอนแบบกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
1) Research	1) การเป็นที่ต้องการ	1) เป็นการเข้าใจปัญหา	1) Discover	1) Empathy	1) Understand
2) Idea generation			2) Define	2) Define	
3) Refinement	2) การอยู่รอดได้	2) การสร้างความคิด	3) Create	3) Ideate	2) Create
4) Prototyping			4) Evaluate	4) Prototype	
5) Implementation	3) การทำได้	3) การสร้างผลผลิต	4) Evaluate	5) Test	3.) Deliver

สรุปขั้นตอนของ Design Thinking เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาความมั่นใจในความคิดสร้างสรรค์ (Creative Confidence) ของนักเรียนผ่านกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ สนับสนุนให้ตัดสินใจลงมือกระทำ และการกระตุ้นให้นักเรียนสร้างความคิดที่หลากหลาย ใช้การทำ ความเข้าใจในปัญหาต่างๆ อย่างลึกซึ้ง โดยเอาผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง และนำเอาความคิดสร้างสรรค์และ มุมมองจากคนหลายๆ มาสร้างแนวทางการแก้ไข และนำเอาแนวทางต่างๆ มาทดสอบและพัฒนา เพื่อให้ได้แนวทางหรือนวัตกรรมที่ตอบโจทย์กับผู้ใช้และสถานการณ์นั้นๆ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) Understand คือการทำความเข้าใจ ศึกษาค้นหา Insight ของเหตุการณ์และบุคคลที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์ และตีความหาโจทย์ที่น่าสนใจสำหรับมาใช้ในการคิดแก้ปัญหาต่อไป 2) Create คือการสร้างไอเดีย หรือการต่อยอดไอเดียจากหลากหลายมุมมองของคนภายในทีม เพื่อ

สร้างสรรค์ไอเดียนวัตกรรมที่แปลกใหม่และตอบโจทย์การแก้ไขปัญหา นั้น และ 3.) Deliver คือการพัฒนาไอเดีย สร้างต้นแบบ และนำไปทดลองกับกลุ่มเป้าหมาย รับ Feedback เพื่อนำไปพัฒนาต้นแบบ จนกระทั่งคนภายในทีมและกลุ่มเป้าหมายพึงพอใจ แล้วนำเอานวัตกรรมนั้นไปใช้จริง

4.4 หลักการสอนกับการเรียนรู้แบบ STEAM

ประกอบด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM เป็นส่งเสริมให้ผู้เรียน เชื่อมโยงและเห็นคุณค่าของการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ใช้ความรู้ทางเทคโนโลยี คิดแบบวิศวกรรมศาสตร์ มีความเป็นศิลป์ กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ และ ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม โดยผู้เรียนใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ประกอบด้วย ขั้นตอนการสอนแบบโครงการ ขั้นตอนการสอนแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการ ขั้นตอนการสอนแบบกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 5 สรุปหลักการสอนกับการเรียนรู้แบบ STEAM

แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM	ขั้นตอนการสอนแบบโครงการ	ขั้นตอนการสอนแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการ	ขั้นตอนการสอนแบบกระบวนการคิดเชิงออกแบบ	หลักการสอนแบบโครงการและแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการกับแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM
1.ระบุปัญหา (Identify)	1.ขั้นระบุปัญหา	1.ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	1Understand	1.การระบุปัญหา (Define)
2.ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore)	2.ขั้นศึกษาหาความรู้	2.ขั้นทำเครือข่ายความคิด		2.รวบรวมข้อมูล (Discover)
3.เลือกวิธีการแก้ปัญหา (Connected)	3.ขั้นวางแผน	3.ขั้นปฏิบัติ	2 Create	3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute)
4. วางแผนและพัฒนา (Develop)	4.ขั้นตอนการดำเนินงาน	4.ขั้นสรุปกิจกรรม		4.การวางแผนและพัฒนา (Develop)
5.ทดสอบและประเมินผล (Evaluate)	5.ขั้นประเมินผล	5.การวัดและประเมิน	3 Deliver	5.การทดสอบและประเมินผล (Decision)
6.นำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution)	6.ขั้นนำผลงานออกแสดงต่อสาธารณชน			6.การนำเสนอผลลัพธ์ (Display)

สรุปหลักการสอนกับการเรียนรู้แบบ STEAM เป็นการจัดการกระบวนการจัดการเรียนการสอน โดยบูรณาการวิชา วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลป์ (Arts) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) โดยส่งเสริมให้ผู้เรียน เชื่อมโยงและเห็นคุณค่าของการใช้ความรู้ เมื่อเปรียบเทียบ ขั้นตอนการสอนแบบโครงการ ขั้นตอนการสอนแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการ ขั้นตอนการสอนแบบกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สามารถสรุปได้

สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ STEAM 6 ขั้นตอนได้แก่ 1.การระบุปัญหา (Define) คือ การนำเข้าสู่กิจกรรม พร้อมกับใช้คำถามเพื่อกระตุ้น ให้ร่วมกันระดมความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงปัญหา 2.รวบรวมข้อมูล (Discover) คือการจัดลำดับ เป้าหมายและข้อจำกัด ศึกษาค้นคว้าหาเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์บริบทของการ จัดการเรียนรู้ จัดลำดับจุดประสงค์ 3.ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute) คือ การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของงานจากหลากหลายมุมมองของคนภายในทีม เพื่อสร้างสรรค์ ไอเดียนวัตกรรมที่แปลกใหม่และตอบโจทย์การแก้ไขปัญหานั้น 4. การวางแผนและพัฒนา (Develop) คือ มีการบูรณาการโดยเป็นกระบวนการให้นักเรียนได้พบเป้าหมายและใช้ในการอ้างอิง การประเมินผล การเลือกวิธีแก้ปัญหาด้วยการอธิบาย 5.การทดสอบและประเมินผล (Decision) คือ การลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาตามวิธีการ และขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ และทดสอบชิ้นงานตามเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่กำหนด และ 6.การนำเสนอ (Display) คือ การนำเสนอชิ้นงานที่แปลกใหม่ โดยสนทนากลยุทธ์ที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติการแก้ไขปัญหา แนวทางแก้ไขและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ของผลงานที่สร้างขึ้น

4.5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้แบบ STEAM

ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้แบบ STEAM เป็นการประเมินผู้เรียนตามสภาพจริงจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย สอดคล้องกับชีวิตจริง มีผู้ประเมินหลายฝ่าย และครูผู้สอนควรประเมินผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง โดยเน้นกระบวนการทำงานและผลผลิตของงานตลอดเวลา การเรียนรู้ ได้แก่ ก่อนเรียน ระหว่างเรียน หลังเรียน และติดตามผล ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และช่วยให้ครูได้ข้อมูลสำหรับใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ และเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน ช่วยให้งานที่ครูมอบหมายแก่ผู้เรียนเกิดความสมบูรณ์มากขึ้น (Edward M. Reeve, 2013; พิมพ์ดี เดชะคุปต์, 2551; วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนาผล, 2558)

ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้แบบ STEAM ครูผู้สอนควรประเมินผู้เรียน 2 วิธี ดังนี้

1.การประเมินระหว่างเรียน (Formative Assessment) เป็นการประเมินเพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรใช้วิธีการวัดและประเมินผล ดังนี้ 1) กำหนดเกณฑ์และเป้าหมายในการเรียน โดยใช้คำถาม เช่น ในการวางแผนทำกิจกรรมอะไร ทำอย่างไรให้เสร็จตามเป้าหมายที่กำหนด ผู้เรียนควรวางแผนในการทำงานอย่างไร ความคาดหวังของผู้เรียนคืออะไรระดับของคุณภาพของกิจกรรมที่ต้องการเป็นอย่างไร 2) การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน 3) การประเมินตนเอง และ 4) การบันทึกข้อมูลงานที่ทำเสร็จตามเป้าหมายที่กำหนด

2.การประเมินหลังเรียน (Summative Assessment) เป็นการประเมินเพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ การทำงาน ความสามารถและความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนกำหนดไว้ในวัตถุประสงค์หรือไม่เป็นการตัดสินผลการจัดการเรียนรู้ หลังจากผู้เรียนได้เรียนจบหน่วยการเรียนรู้รวมทั้งการประเมินปลายภาคเรียนหรือปลายปี ครูผู้สอนควรใช้เครื่องมือหลายชนิด เช่น แบบทดสอบแบบสัมภาษณ์ แบบประเมินโครงงาน เป็นต้น

4.6 การประเมินผล STEAM

จากแนวทางการประเมินทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นการประเมินผลเชิงคุณภาพ สร้างและพัฒนาระบบแฟ้มสะสมงาน (Portfolios) ของผู้เรียนให้เป็นมาตรฐานและมีคุณภาพ ดังการ

ประเมินผลแนวใหม่จะต้องเน้นการปฏิบัติจริง เป็นการประเมินการกระทำ การแสดงออกในหลายๆ ด้านของผู้เรียนตามสภาพความเป็นจริง ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียนหรือนอกโรงเรียน โดยครูไม่ได้จัดสถานการณ์ เป็นการประเมินแบบไม่เป็นทางการ ซึ่งสภาการวิจัยแห่งชาติของประเทศไทย (National Research Council, 2011) เน้นว่า การประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ต้องบูรณาการอยู่ในกระบวนการเรียนการสอนในชั้นเรียนอย่างดีและเหมาะสม ดังนั้นการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในชั้นเรียน (Classroom Assessment) หมายถึง กระบวนการเก็บรวบรวม วิเคราะห์ตีความ บันทึกข้อมูลที่ได้จากการวัดและประเมินทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ โดยการดำเนินการดังกล่าวเกิดขึ้น ตลอดระยะเวลาของการจัดการเรียนการสอน นับตั้งแต่ก่อนการเรียน การสอนระหว่างการเรียนการสอน และหลังการเรียนการสอน โดยใช้เครื่องมือที่หลากหลาย เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน มีความสอดคล้องและเหมาะสมกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ข้อมูลที่ได้นี้ นำไปใช้ในการให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับความก้าวหน้า จุดเด่น จุดด้อยที่ต้องปรับปรุงให้แก่ผู้เรียน การตัดสินผลการเรียนรู้รวบยอดในเรื่อง หรือหน่วยการเรียนรู้หรือในรายวิชาและการวางแผน ออกแบบการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนต้องดำเนินการเป็นปกติและสม่ำเสมอ ในการจัดการเรียนการสอน ใช้เทคนิคการประเมินผลอย่างหลากหลาย เช่น การซักถามการสังเกต การตรวจ การบ้าน การประเมินโครงงาน การประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน แฟ้มสะสมงาน การใช้แบบทดสอบ เป็นต้น โดยผู้สอนเป็นผู้ประเมินเองหรือเปิดโอกาสให้ผู้เรียนประเมินตนเอง เพื่อนประเมินเพื่อน ผู้ปกครองร่วมประเมิน เช่นงานวิจัยของ นวลน้อย บุญวงษ์ (2542); สุวัฒน์ชัย ไชยพันธ์, สิทธิศักดิ์ รัตนประภาวรรณ และ ชิดชัย สายเชื้อ (2015) ได้สร้างหลักเกณฑ์ในการประเมินผลสำหรับงาน ออกแบบผลิตภัณฑ์ในที่นี้จึงรวมหลักเกณฑ์ที่ใช้ทั่วไปซึ่งประกอบด้วยหัวข้อหลักๆ ดังต่อไปนี้คือ 1) ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ (Design Aspect) ประโยชน์การใช้สอยทางกายภาพ ความสะดวกในการใช้งาน ความปลอดภัย ความแข็งแรงทนทาน 2) ความสวยงามและมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว (Aesthetic Function) ความงามจากการจัดองค์ประกอบ ความเหมาะสมกับประเภทของงานออกแบบ ความมีคุณค่า มีราคา ความมีเอกลักษณ์ที่น่าสนใจ 3) ความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์ (Material) การเลือกใช้วัสดุที่ราคาเหมาะสม การเลือกใช้วัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่น เหมาะสมกับการใช้งานและการผลิต 4) การสร้างมูลค่า (Process) ขั้นตอนซับซ้อนของการผลิต ระดับเทคโนโลยีของการผลิต ชนิดอุปกรณ์และเครื่องจักรพิเศษเพื่อการผลิต 5) ความน่าสนใจของผลิตภัณฑ์ในการนำไปจัดจำหน่าย (Marketing Aspect) ราคาและลักษณะตรงตามความต้องการของผู้บริโภค การสื่อให้เกิดความมั่นใจในตัวผลิตภัณฑ์

4.7 วิธีการวัดและประเมินทักษะทักษะในศตวรรษที่ 21

การวัดและประเมินทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ต้องเป็นการวัดและประเมินผลสภาพที่แท้จริงของนักเรียนเป็นพื้นฐานของเหตุการณ์ในชีวิตจริง ยึดการปฏิบัติเป็นสำคัญและสัมพันธ์กับการเรียนการสอน จากการประเมินรายบุคคลไปสู่การประเมินแบบร่วมมือ ประกอบด้วย 5 มิติ 1) สำรวจทัศนคติเปลี่ยนจากทำคนเดียวเป็นคุณแบ่งงานกันทำ 2) สร้างสรรค์ นักเรียนคาดหวังเงื่อนไขอิสระไร้มাত্রฐานสถานที่เวลาและเงื่อนไขสามารถแปรเปลี่ยนได้ 3) เรียนรู้ การใช้แบบทดสอบมาตรฐานเพื่อตรวจสอบความรู้แต่ละทักษะแยกกันมีข้อจำกัดเงื่อนไขต้องแปรเปลี่ยนได้ตามต้องการเครื่องสะท้อนถึงการประยุกต์ใช้ที่แท้จริง 4) เข้าใจ รายการต่างๆของการประเมินที่ยืดหยุ่นช่วยให้นักเรียนได้ทั้ง

ทักษะและความเข้าใจ และ 5) แบ่งปัน นำไปสู่การสำรวจที่พ้นจากเงื่อนไขแบบมาตรฐานเดียว (James Bellanca & Ron Brandt, 2010) การวัดและประเมินทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นพัฒนาการที่ปรากฏให้เห็นผู้เกี่ยวข้องในการประเมินมีหลายฝ่ายและเกิดขึ้นในทุกบริบท จึงเป็นผลของความรู้ที่ทักษะเฉพาะด้าน ความชำนาญการและความรู้เท่าทันด้านต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้ประสบความสำเร็จ ดังนั้นจะต้องเป็นการประเมินผลเชิงคุณภาพ เน้นการปฏิบัติจริง บูรณาการวิธีการประเมินและใช้เครื่องมือวัดที่หลากหลาย สร้างนวัตกรรมของนักเรียน และนำประโยชน์ของผลสะท้อนจากการปฏิบัติของนักเรียนมาปรับปรุงแก้ไขงาน

วิธีการวัดและประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 คือการประเมินผลจากสิ่งที่ผู้เรียนได้แสดงให้เห็นถึงว่ามีความรู้ ทักษะและความสามารถ พฤติกรรมบ่งชี้ ชี้นำงาน การกระทำที่สามารถสังเกตหรือวัดได้ ตลอดจนมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์อันเป็นผลจากการเรียนรู้ตามที่คุณสอนได้จัดกระบวนการเรียนรู้ให้ วิธีการประเมินผลที่คุณสอนสามารถเลือกใช้ในการประเมินผลระหว่างเรียนศตวรรษที่ 21 วิธีการวัดและประเมินทักษะที่มีที่เหมะสมกับการประเมินผล STEAM ดังนี้

1. การสัมภาษณ์หรือสอบถามโดยตรง (Interview) รูปแบบของเครื่องมือจะมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดที่มีข้อความบ่งชี้ถึงคุณลักษณะหรือพฤติกรรมชิ้นงาน การกระทำ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบจากความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่แท้จริงของผู้เรียนเอง การสัมภาษณ์หรือสอบถามโดยตรงเป็นวิธีการที่ง่ายและตรงไปตรงมาที่สุด เมื่อต้องการทราบว่าบุคคลมีคุณลักษณะที่ต้องการวัดเป็นอย่างไร ก็ใช้วิธีการถามความคิดเห็น หรือความรู้สึกของบุคคลนั้นๆ โดยตรง แต่วิธีการนี้มีข้อจำกัดที่ผู้ตอบอาจให้คำตอบที่ไม่ตรงกับความคิดความรู้สึกที่แท้จริงของตนเอง มีลักษณะเป็นไปตามความคาดหวังของสังคมและต้องใช้เวลาในการวัดค่อนข้างมาก วิธีการนี้จึงไม่เป็นที่นิยมในการใช้วัดผลประเมินผลเท่าใดนัก

2. การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออก (Observation) เครื่องมือที่ใช้ในการสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออกมีหลายรูปแบบ เช่น 1) ระเบียบพฤติกรรม หรือแบบบรรยายพฤติกรรม เป็นแบบบันทึกพฤติกรรมที่ผู้ถูกสังเกตแสดงออกในช่วงเวลาที่สังเกต ซึ่งผู้สังเกตจะจดบันทึกเฉพาะพฤติกรรมที่สังเกตเห็น แล้วจึงค่อยนำมาแปลความหมายภายหลัง 2) แบบบันทึกการสังเกตที่มีรูปแบบเป็นแบบสำรวจรายการ เป็นแบบบันทึกการสังเกตที่ประกอบด้วยรายการข้อความที่บ่งชี้คุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตว่ามีเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นหรือไม่ ซึ่งผู้สังเกตจะบันทึกโดยใช้วิธีการขีดเครื่องหมาย □ ในคำตอบที่กำหนดเพียงคำตอบเดียวจาก 2 คำตอบ เช่น ใช่ - ไม่ใช่ มี - ไม่มี เท่านั้น และ 3) แบบบันทึกการสังเกตที่มีรูปแบบเป็นมาตราส่วนประเมินค่า เป็นแบบบันทึกการสังเกตที่มีลักษณะคล้ายกับแบบสำรวจรายการ เพียงแต่มีการประเมินค่าพฤติกรรมที่สังเกตตามระดับของพฤติกรรม เช่น มาก ปานกลาง น้อย หรืออยู่ในระดับดีมาก ดี พอใช้ ซึ่งการประเมินค่าพฤติกรรมอาจกำหนดเป็นคำ ข้อความ หรือเป็นตัวเลขก็ได้

วิธีการสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออกจึงเป็นวิธีการที่ปฏิบัติได้ง่ายอีกวิธีหนึ่ง เมื่อต้องการทราบว่าผู้เรียนมีความคิดเห็น หรือความรู้สึกต่อด้านนั้นๆ อย่างไร แต่ก็มีข้อจำกัดในเรื่องของการที่ต้องใช้เวลาในการสังเกตที่ค่อนข้างมาก การนำมาใช้ในการวัดกับนักเรียนจำนวนมากเป็นไปได้ยาก นอกจากนี้ อาจมีคลาดเคลื่อนของผลการวัดที่มาจากอคติในตัวของผู้สังเกต หรือจากการบิดเบือนพฤติกรรมการแสดงออกจากตัวของผู้เรียนเองได้ง่าย จะเห็นได้ว่า ทั้งวิธีการวัดแบบการสัมภาษณ์

หรือสอบถามโดยตรง หรือวิธีการสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออก ในการวัดจิตวิทยาศาสตร์ในตัวผู้เรียน นั้นต่างมีข้อจำกัดที่เหมือนกันกล่าวคือ มีความเหมาะสมในการใช้วัดเป็นรายบุคคลในคนกลุ่มเล็กๆ เท่านั้น ในนักเรียนกลุ่มใหญ่นั้นได้มีการพัฒนาวิธีการและรูปแบบเครื่องมือที่สามารถใช้วัดกับนักเรียนจำนวนมากโดยใช้เวลาไม่นานนัก ได้แก่ แบบสอบถาม และข้อสอบเขียนตอบในลักษณะของแบบ ประเมินเชิงสถานการณ์

3. การใช้แบบสอบถาม (Questioning) รูปแบบของเครื่องมือจะมีลักษณะคล้ายเครื่องมือที่ใช้ในการสังเกต แต่ในแบบสอบถามผู้เรียนจะเป็นผู้ตอบคำถามด้วยตนเอง โดยการสร้างข้อความ หรือสถานการณ์คำถามเกี่ยวกับอารมณ์ ความรู้สึกนึกคิดที่บ่งชี้พฤติกรรมที่ต้องการวัด แล้วให้ผู้ตอบ พิจารณาว่าเห็นด้วยหรือไม่ หรือมีความรู้สึกนึกคิดต่อข้อความ หรือสถานการณ์นั้นๆ ในระดับใด เครื่องมือวัดชนิดแบบสอบถามที่นิยมสร้างกัน ได้แก่ 3.1) แบบสอบถามที่มีรูปแบบเป็นแบบ สสำรวจรายการ เป็นรูปแบบเครื่องมือที่ประกอบด้วยรายการข้อความเกี่ยวกับคุณลักษณะหรือ พฤติกรรมในตัวผู้เรียนที่ต้องการทราบว่ามีเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นหรือไม่ โดยผู้เรียนจะเป็นผู้ตอบ คำถามด้วยตนเอง ด้วยการเลือกตอบอย่างใดอย่างหนึ่งใน 2 คำตอบ ที่ตรงกับความคิดเห็นหรือความ เป็นจริงของตนเช่น ใช่-ไม่ใช่ มี-ไม่มี 3.2) แบบสอบถามที่มีรูปแบบเป็นมาตราส่วนประเมินค่า รูปแบบของเครื่องมือมีลักษณะคล้ายกับแบบสำรวจรายการ แต่มีการกำหนดระดับความคิดเห็น ความรู้สึก หรือความถี่ในการเกิดเหตุการณ์ ให้ผู้เรียนประเมินเพื่อใช้ตอบคำถามได้ละเอียดมากกว่า เช่น เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง เป็นต้น

4. การประเมินภาคปฏิบัติ (Performance Assessment) การประเมินภาคปฏิบัติเป็นวิธีการ ประเมินงานหรือกิจกรรมที่ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนปฏิบัติงานเพื่อให้ทราบถึงผลการพัฒนาผู้เรียน การประเมินลักษณะนี้ ผู้สอนต้องเตรียมสิ่งสำคัญ 2 ประการ คือ ภาระงาน (Tasks) หรือกิจกรรมที่ จะให้ผู้เรียนปฏิบัติ และเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) การประเมินภาคปฏิบัติอาจจะ ปรับเปลี่ยนไปตามลักษณะงานหรือประเภทกิจกรรม ดังนี้ 1) ภาระงานหรือกิจกรรมที่เน้นขั้นตอนการ ปฏิบัติ /กระบวนการ (Process) และผลงาน (Output) เช่น การทดลองวิทยาศาสตร์ การจัด นิทรรศการ การแสดงละคร แสดงเคลื่อนไหว การประกอบอาหาร การประดิษฐ์ การสำรวจ การ นำเสนอ แบบจำลอง เป็นต้น ผู้สอนจะต้องสังเกตและประเมินวิธีการทำงานที่เป็นขั้นตอนและผลงาน ของผู้เรียน 2) ภาระงานหรือกิจกรรมที่มุ่งเน้นทักษะหรือความชำนาญ (Skill) เช่น ทักษะการเล่นกีฬา ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ ทักษะการพูดภาษาต่างประเทศ ทักษะการอ่าน ทักษะการเขียน ทักษะทาง วิทยาศาสตร์ ทักษะการคิด เป็นต้น ผู้สอนต้องสังเกตและประเมินทักษะว่าได้ตามมาตรฐานหรือระดับ ที่ต้องการหรือไม่ 3) ภาระงานหรือกิจกรรมที่มุ่งเน้นการสร้างลักษณะนิสัย (Attribute) เช่น การ รักษาความสะอาดการรักษาสาธารณสุขสมบัติ/สิ่งแวดล้อม กิจกรรมหน้าเสาธง เป็นต้น จะประเมินด้วย วิธีการสังเกต จดบันทึกเหตุการณ์เกี่ยวกับผู้เรียน 4) ภาระงานที่มีลักษณะเป็นโครงการ/โครงการ (Project) เป็นกิจกรรมที่เน้นขั้นตอนการปฏิบัติ (Process) และผลงาน (Product) ที่ต้องใช้เวลาใน การดำเนินการ จึงควรมีการประเมินเป็นระยะๆ เช่น ระยะก่อนดำเนินโครงการ/โครงการ โดย ประเมินความพร้อมการเตรียมการและความเป็นไปได้ในการปฏิบัติงานระยะระหว่างดำเนินโครงการ/ โครงการ จะประเมินการปฏิบัติจริงตามแผน วิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้และการปรับปรุงระหว่าง การปฏิบัติ สำหรับระยะสิ้นสุดการดำเนินโครงการ/โครงการ โดยการประเมินผลงาน ผลกระทบ และ

วิธีการนำเสนอผลการดำเนินโครงการ/โครงการ และ 5) ภาระงานที่เน้นผลผลิตชิ้นงาน (Product) เช่น การจัดทำแผนผัง แผนที่ แผนภูมิ กราฟ ตารางแผนผังความคิด ผลิตภัณฑ์ ภาพวาด งานเขียน เป็นต้น อาจประเมินเฉพาะคุณภาพของผลงานได้

ในการประเมินภาคปฏิบัติ ครูผู้สอนต้องสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ประกอบการประเมิน เช่น แบบสังเกต แบบสัมภาษณ์ แบบประเมิน แบบมาตราประมาณค่า แบบบันทึกพฤติกรรม แบบตรวจสอบรายงาน แบบบันทึกผลการปฏิบัติ เป็นต้น และควรมีเกณฑ์การให้คะแนน เพื่อนำไปใช้ในการประเมินตัดสินต่อไป วิธีการและเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินภาคปฏิบัติดังรายละเอียดต่อไปนี้ 1) การทดสอบเป็นการใช้แบบทดสอบชนิดที่ให้นักเรียนสร้างคำตอบหรือผลิตผลงานที่เป็นการวัดทักษะการเขียน เช่น ข้อสอบอัตนัยชนิดเขียนตอบ ข้อสอบที่วัดการคิดขั้นสูงชนิดเป็นสถานการณ์ ซึ่งจะมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์เพื่อวัดระดับความสามารถในการเขียนและการคิด 2) การสังเกตและจดบันทึกเป็นการสังเกตก่อนแล้วจดบันทึกเหตุการณ์ย่อย การจดบันทึกควรบันทึกให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ บันทึกเหตุการณ์ที่มีความหมาย มีสารสนเทศเพียงพอที่จะทำความเข้าใจได้ในภายหลัง การปฏิบัติที่จำเป็นต้องใช้การสังเกตและจดบันทึกอย่างรวดเร็ว เช่น การเล่นเกม การทำอาหาร การสอนของครูในชั้นเรียน ฯลฯ รายการปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนเป็นอย่างไร 3) การตรวจสอบรายการปฏิบัติ (Checklist) เป็นการใช้แบบตรวจสอบรายการจากพฤติกรรมหรือลักษณะที่บ่งชี้ทักษะหรือผลการปฏิบัติสำคัญที่ต้องการวัด/ทดสอบ เพื่อให้ผู้ประเมินระบุว่าพฤติกรรมหรือลักษณะนั้นๆ เกิดขึ้นหรือไม่ เช่น การพิมพ์ดีด การนำเสนอรายงาน การอ่านทำนองเสนาะ ฯลฯ ข้อดีของวิธีการนี้คือ สร้างง่ายง่ายต่อการใช้งาน แต่มีข้อจำกัดที่ไม่ได้แสดงระดับที่ชัดเจนของคุณภาพหรือความสมบูรณ์ของพฤติกรรมหรือลักษณะของทักษะที่ต้องการประเมิน จึงเหมาะกับทักษะการปฏิบัติที่มีข้อรายการหรือขั้นตอนการปฏิบัติที่ชัดเจนตายตัว 4) การประเมินตามมาตราประมาณค่า (Rating Scale) เป็นการใช้มาตราประมาณค่าในการระบุระดับคุณภาพหรือความสมบูรณ์ของทักษะหรือผลการปฏิบัติต่างๆ ของผู้รับการประเมินว่าอยู่ในระดับใด ข้อดีของวิธีนี้คือ ใช้เวลาสร้างไม่นาน มีการกำหนดระดับคุณภาพที่ละเอียดกว่าแบบตรวจสอบรายการ แต่มีข้อจำกัด คือ แต่ละระดับไม่มีการกำหนดคำบรรยายพฤติกรรมหรือลักษณะของทักษะที่ประเมินทำให้ขาดความเป็นปรนัย และขาดความเที่ยงระหว่างผู้ประเมินได้ และ 5) การประเมินตามเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์ (scoring rubrics) เป็นการกำหนดแนวทางการให้คะแนนผลงาน ทักษะ กระบวนการปฏิบัติงาน ถือเป็นเครื่องมือสำคัญของการประเมินภาคปฏิบัติ เกณฑ์การให้คะแนนจะเป็นแนวทางของผู้สอนในการให้คะแนน โดยเกณฑ์ที่ผู้สอนพัฒนาขึ้นจะสัมพันธ์เชื่อมโยงกับจุดประสงค์การเรียนการสอนที่ได้กำหนดไว้ในแต่ละวิชา ผลของการให้คะแนนตามเกณฑ์การประเมินที่ผู้สอนพัฒนาขึ้นจึงเป็นเครื่องยืนยันคุณภาพของผู้เรียนตามมาตรฐาน และนอกจากเกณฑ์การให้คะแนนจะเป็นเครื่องมือในการประเมินแล้ว ยังสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการสอนอีกด้วย เพราะเกณฑ์เปรียบเสมือนเป้าหมายในการเรียนที่ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ และทำให้ผู้สอน และบุคคลที่เกี่ยวข้อง รู้ว่าผู้เรียนทำ อะไรได้บ้าง และรู้อะไรบ้าง

Oloruntegbe (2010) ได้เสนอแนวทางการประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่เป็นการประเมินผลทักษะในสถานที่จริง (on-the-spot assessment of skills) โดยเฉพาะทักษะที่ไม่สามารถประเมินได้โดยตรงจากการเขียนรายงานผลการสืบเสาะหาความรู้ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการประเมินผลที่เหมาะสม

ผลจากการสืบเสาะหาความรู้	การประเมินผลทักษะ
การสังเกต	การสังเกต
การลงความเห็นจากข้อมูล	การวัด
การแปลความหมายข้อมูล	การเลือกใช้อุปกรณ์วัดที่เหมาะสม
การพยากรณ์	การกะประมาณปริมาตรและมวล
การปฏิบัติ	การตั้งสมมติฐาน
การเขียนรายงาน	การทดลอง
การสื่อสาร	การกำหนดและควบคุมตัวแปร การลงมือปฏิบัติ

ซินันท์ พุกษ์ประมุข (2557) กล่าวว่า การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. การใช้กระบวนการสังเกต (Observation) เป็นวิธีที่ครูใช้ในการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งวิธีการที่ใช้ในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตจะเกิดขึ้น ในระหว่างที่ผู้เรียนทำการทดลองหรือทำกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีเครื่องมือที่หลากหลายแบ่งออกเป็น

1.1 การสังเกตอย่างไม่เป็นทางการ (Informal Observation) เป็นการสังเกตที่ครูเป็นผู้สังเกตโดยไม่มีประเด็นเฉพาะในการสังเกต และไม่ได้กำหนดบุคคลในการสังเกตชัดเจนเป็นการสังเกตโดยภาพรวม เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน ผลจากการสังเกตอาจได้ข้อมูลว่าผู้เรียนมีพฤติกรรมอย่างไร

1.2 การสังเกตที่มีโครงสร้าง (Structured Observation) เป็นการสังเกตที่ครูเป็นผู้สังเกต โดยมีประเด็นทักษะที่ต้องการสังเกตที่ชัดเจนและเป็นระบบ มีการกำหนดกลุ่มผู้เรียนหรือผู้เรียนในการสังเกตชัดเจนในกรณีทำงานกลุ่มหรืองานเดี่ยว ในกรณีที่มีผู้เรียนจำนวนมาก มีการจัดระบบการสังเกต จัดเวลา และหัวข้อในการสังเกตที่ชัดเจน มีแบบสังเกต ผลจากการสังเกตทำให้ได้ข้อมูลทักษะที่แสดงออก ความก้าวหน้าและครูสามารถให้ผลสะท้อนกลับไปสู่ผู้เรียนได้

1.3 การสังเกตแบบการเล่าเรื่อง (Narratives) ใช้สังเกตพฤติกรรมหรือทักษะที่ค่อนข้างซับซ้อน เช่น การทำงานกลุ่ม ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม เช่น การบันทึกการสังเกตจะใช้การเขียนบรรยาย จะได้แก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้ได้ตรงประเด็นในบทเรียนต่อไป

2. การใช้คำถาม (Question) เป็นวิธีที่สามารถใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ในรูปแบบที่หลากหลาย ดังนี้

2.1 การสัมภาษณ์ (Interview) เป็นวิธีการประเมินที่มีคุณค่า โดยเฉพาะสำหรับผู้เรียนที่มีลักษณะเฉพาะตัว มีปัญหาในการเรียนรู้ หรือมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควรพัฒนาอย่างเร่งด่วน ประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์ เพื่อให้ได้คำตอบที่ทำให้ครูสามารถหาแนวทางในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียน และทำให้นักเรียนรู้สึกว่าครูให้ความสำคัญห่วงและมีความสนใจส่งเสริมการเรียนรู้ และเหมาะกับนักเรียนที่มีปัญหาการถ่ายทอดข้อความผ่านการเขียนตอบและเหมาะสำหรับการติดตามพฤติกรรมนักเรียน วิธีการนี้สามารถสัมภาษณ์เป็น กลุ่มหรือ

รายบุคคล สามารถทำได้ทั้งการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Interview) การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured Interview) และการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured interview)

2.2 การประเมินตนเอง (Self-assessment) เป็นวิธีการประเมินที่ผู้เรียนใช้วิเคราะห์ตนเองว่ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร และสามารถใช้ในด้านอื่นๆ เช่น ความรู้ ผลงานตนเองทำ เจตคติ เป็นการสะท้อนความคิดของนักเรียนที่มีต่อตนเองให้ครูได้รับรู้สามารถประเมินตนเองว่ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละทักษะเป็นอย่างไร และตนเองควรพัฒนาอย่างไร ครูสามารถใช้ผลจากการประเมินตนเอง ครูใช้ในการประเมินโดยทำเป็นแบบสอบถามในรูปแบบคำถามปลายเปิด (Open-ended Questions) มาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale)

2.3 การทดสอบ (Testing) ในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถประเมินได้จากการใช้แบบทดสอบ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงสิ่งที่ตนเองรู้มากกว่าจดจำความรู้ ครูสามารถประเมินนักเรียนในขณะที่ลงมือทำกิจกรรม ข้อคำถามสำหรับการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องเป็นแบบทดสอบแบบเขียนตอบหรือปฏิบัติการเท่านั้น แต่สามารถทำได้ในรูปแบบของข้อสอบแบบเลือกตอบ แต่ผู้ประเมินต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการตอบ

3.การประเมินจากผลงานของผู้เรียน (Looking at Students' work) สามารถใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาได้จากการตอบคำถามในใบงาน (Worksheet) การเขียนอนุทิน (Journal) ผลงานโครงงาน ชิ้นงาน และการสาธิต (Project, Product and Demonstration) และแฟ้มสะสมผลงาน (Portfolio) ผลงานดังกล่าวเป็นสิ่งที่ครูใช้ในการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเป็นรายบุคคล และมีประโยชน์แต่ครูผู้สอนต้องมีความทุ่มเท เพราะวิธีการต่างๆ ใช้ในการตรวจประเมิน ให้คะแนนค่อนข้างมาก และหากมีผู้เรียนจำนวนมากเป็นการเพิ่มภาระงานของครู

จตุภูมิ เขตจัตุรัส (2560) จำแนกรูปแบบของเกณฑ์การให้คะแนน สามารถจำแนกได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. เกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic Rubrics) เป็นหลักเกณฑ์และแนวทางการให้คะแนนโดยพิจารณาจากภาพรวมของชิ้นงาน โดยจะมีคำอธิบายลักษณะของงานในแต่ละระดับไว้อย่างชัดเจนเกณฑ์ แนวการให้คะแนนแบบองค์รวมค่อนข้างง่ายในการสร้างและการใช้ และมีประโยชน์ในการใช้ประเมินการปฏิบัติงานที่มีกระบวนการซับซ้อนมากๆ เกินกว่าจะแยกแยะเป็นด้านต่างๆ ได้

2. เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Rubrics) เป็นหลักเกณฑ์และแนวทางการให้คะแนนโดยพิจารณาจากแต่ละส่วนของงาน ซึ่งแต่ละส่วนจะต้องกำหนดแนวทางการให้คะแนนโดยมีคำนิยามหรือคำอธิบายลักษณะของงานในส่วนนั้นๆ ในแต่ละระดับไว้อย่างชัดเจน และสามารถกำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละส่วนแยกจากกันได้ น้ำหนักคะแนนแต่ละส่วนอาจแตกต่างกันตามความสำคัญที่ต้องการเน้น เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ในการประเมินสิ่งที่คาดหวังจากงานเป็นด้านๆ และทำให้รู้ว่าต้องแก้ไขปรับปรุงจุดใด

4.8 การหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) กล่าวว่าประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงานเพื่อให้งานมีความสำเร็จโดยใช้ เวลา ความพยายามและค่าใช้จ่าย คำนวณค่าที่สอดคล้องตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่าง ปัจจัยนำเข้ากระบวนการและผลลัพธ์ (Ratio between input, process and output) การทดสอบ ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน จึงหมายถึงการหาคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอน โดยพิจารณาตามขั้นตอนของการพัฒนาสื่อหรือชุดการสอนแต่ละขั้น (Developmental Testing) คือ การทดสอบคุณภาพตามพัฒนาการของการผลิตสื่อหรือชุดการสอนตามลำดับขั้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแต่ละองค์ประกอบของต้นแบบชิ้นงาน ให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการนำสื่อหรือชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอนคือ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try Out) และทดสอบ ประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ 1) การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 2) การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมิน สุดท้ายได้ดี และ 3) การทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ระดับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การกำหนดเกณฑ์ ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ

การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_1 =$ Efficiency of Process (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) คือประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วย พฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่งานที่มอบหมายและ กิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_2 =$ Efficiency of Product (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) คือประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่

การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจโดย พิจารณาพิสัยการเรียนรู้ที่จำแนกเป็นวิทย์พิสัย (Cognitive Domain) จิตพิสัย (Affective Domain) และทักษะพิสัย (Skill Domain) ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอน คาดหมายว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ของผลเฉลี่ยของคะแนนการ ทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั้นคือ $E_1/E_2 =$ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ 80/80 หมายความว่าเมื่อ เรียนจากสื่อหรือชุดการสอนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถทำแบบฝึกปฏิบัติหรืองานได้ผลเฉลี่ย 80% และ ประเมินหลังเรียนและงานสุดท้ายได้ผลเฉลี่ย 80%

4.9 แนวคิดเกี่ยวกับดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index: RAI)

การวัดผลการเรียนรู้ที่เน้นหนักการวัดภาคปฏิบัติ (Formative Assessment) ซึ่งมุ่งเน้นไปที่ การกระทำหรือการปฏิบัติของนักเรียนแต่ละคนมากยิ่งขึ้นด้วยเหตุนี้ประสิทธิภาพของการวัดผลการ เรียนรู้จึงขึ้นอยู่กับคุณภาพการสังเกตหรือเครื่องมือวัดอื่น ๆ ที่ต้องใช้ดุลยพินิจของผู้ประเมินมากยิ่งขึ้น

เพราะเมื่อวัดความสามารถในการปฏิบัติจำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการและคุณภาพของผลงานที่นักเรียนได้กระทำขึ้นซึ่งจำเป็นต้องอาศัยดุลพินิจของผู้ประเมินทั้งสิ้น(สุรชัย มีชาญ, 2004) ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ประเมินเพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ สามารถหาได้จากการคำนวณด้วยสูตรต่างๆ อย่างมากมาย การกำหนดกลุ่มผู้ประเมินให้เหมาะสม และสอดคล้องกับธรรมชาติของพฤติกรรมบ่งชี้ที่จะประเมินมากที่สุด RAI มีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินจะมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1 คะแนนเท่ากันและมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0 เมื่อผู้ประเมินสองคนให้คะแนนต่างกันอย่างสิ้นเชิง ซึ่งจำแนกได้เป็น 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์เดียวกัน ในบริบทเดียวกัน และช่วงเวลาเดียวกัน แล้วสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนตามที่กำหนด

กรณีที่ 2 การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์เดียวกัน แต่กลุ่มผู้รับการประเมินไม่ได้อยู่ในบริบทเดียวกัน และเวลาที่ต่างกัน ที่เอื้อต่อการแสดงพฤติกรรมนั้นๆ ของนักเรียน

ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ประเมิน (Rater Agreement Index: RAI) ที่ได้จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงระดับความสอดคล้องของคะแนนที่ได้จากการประเมินของผู้ประเมินตั้งแต่ 2 คน หรือมากกว่าจะมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 หากค่าที่คำนวณได้เข้าใกล้ 1 แสดงว่า ผู้ประเมินให้คะแนนได้สอดคล้องกัน คือที่ผู้ได้รับการสังเกตปฏิบัติตนในคุณลักษณะหรือพฤติกรรมนั้นๆ จนเกิดเป็นกิจนิสัย (Characterization) และหากค่าที่คำนวณได้เข้าใกล้ 0 แสดงว่าผู้ประเมินให้คะแนนไม่สอดคล้องต่อกัน ในกรณีที่สังเกตพฤติกรรมเดียวกัน ในบริบทเดียวกัน และเวลาเดียวกัน หรือหากเป็นการสังเกตของผู้ประเมินที่สังเกตพฤติกรรมเดียวกัน จากบริบทที่ต่างกัน และเวลาที่ต่างกัน แสดงว่าผู้ได้รับการสังเกตปฏิบัติตนในคุณลักษณะหรือพฤติกรรมนั้นๆ ไม่เป็นกิจนิสัย มีการตอบสนองต่อรูปแบบที่ไม่คงเส้นคงวา

Judith A. Burry-Stock, Dale G. Shaw & Cecelia Laurie Brad S. Chissom (1996); สุรชัย มีชาญ (2004) ได้เสนอการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ประเมินในรูปแบบที่เรียกว่า RAI (Rater agreement index) ซึ่ง RAI นี้เป็นรูปแบบหนึ่งของการหาความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินที่ไม่ค่อยมีความยุ่งยาก และไม่มีความเข้มงวดในการหามากนักสามารถใช้กับการประเมินพฤติกรรมหลายๆ พฤติกรรม หรือกับกลุ่มตัวอย่างหลายๆ คน โดยผู้ประเมินหลายๆ คนก็ได้ และมีการให้คะแนนที่เป็นแบบหลายสเกลได้ ค่าที่คำนวณได้จะมีพิสัยตั้งแต่ 0.00-1.00 ถ้าค่าที่หาได้มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าผู้ประเมินมีความสอดคล้องกันมาก และค่าที่หาได้มีค่าเข้าใกล้ 0.00 แสดงว่า ผู้ประเมินมีความสอดคล้องกันน้อย ซึ่งเบอร์รี่-สตอกและคณะ ได้เสนอรูปแบบของการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ประเมินไว้ดังนี้

กรณีที่ 1 มีคุณลักษณะที่ประเมินเดียว จำนวนผู้ได้รับการประเมินคนเดียว และจำนวนผู้ประเมิน 2 คน คำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ประเมินได้ตามสูตร ดังนี้

$$RAI = 1 - \frac{(|R_1 - R_2|)}{I - 1}$$

RAI แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน

R₁ แทน คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 1

R₂ แทน คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 2

I แทน จำนวนคะแนนที่เป็นไปได้ตามเกณฑ์การให้คะแนนทั้งหมด

กรณีที่ 2 มีคุณลักษณะที่ประเมินหลายคุณลักษณะ จำนวนผู้ได้รับการประเมินคนเดียว และจำนวนผู้ประเมิน 2 คน คำนวณหาดัชนีความสอดคล้องของผู้ประเมินได้ตามสูตร ดังนี้

$$RAI = 1 - \frac{\sum_{k=1}^K |R_{1k} - R_{2k}|}{K(I - 1)}$$

RAI แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน

R_{1k} แทน คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 1 ในคุณลักษณะที่ k (k=1, 2, 3,...,K)

R_{2k} แทน คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 2 ในคุณลักษณะที่ k (k=1, 2, 3,...,K)

K แทน จำนวนคุณลักษณะที่ประเมินทั้งหมด

I แทน จำนวนคะแนนที่เป็นไปได้ตามเกณฑ์การให้คะแนนทั้งหมด

กรณีที่ 3 มีคุณลักษณะที่ประเมินหลายคุณลักษณะ จำนวนผู้ได้รับการประเมินหลายคนและจำนวนผู้ประเมิน 2 คน คำนวณหาดัชนีความสอดคล้องของผู้ประเมินได้ตามสูตร ดังนี้

$$RAI = 1 - \frac{\sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N |R_{1kn} - R_{2kn}|}{KN(I - 1)}$$

RAI แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน

R_{1kn} แทน คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 1 ในคุณลักษณะที่ k (n=1, 2, 3,...,N และ k=1, 2, 3,...,K)

R_{2kn} แทน คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 2 ในคุณลักษณะที่ k (n=1, 2, 3,...,N และ k=1, 2, 3,...,K)

K แทน จำนวนคุณลักษณะที่ประเมินทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้ได้รับการประเมินทั้งหมด

I แทน จำนวนคะแนนที่เป็นไปได้ตามเกณฑ์การให้คะแนนทั้งหมด

กรณีที่ 4 มีคุณลักษณะที่ประเมินเดียว จำนวนผู้ได้รับการประเมินคนเดียวและจำนวนผู้ประเมินหลายคน คำนวณหาดัชนีความสอดคล้องของผู้ประเมินได้ตามสูตร ดังนี้

$$RAI = 1 - \frac{\sum_{M=1}^M |R_M - \bar{R}|}{(M - 1)(I - 1)}$$

RAI แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน

R_M แทน คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ m (m=1, 2, 3,...,M)

\bar{R} แทน คะแนนเฉลี่ยหรือค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนที่ได้จากผู้ประเมินทุกคนซึ่งคำนวณได้จากสูตร $\bar{R} = \frac{\sum_{M=1}^M R_M}{M}$

M แทน จำนวนผู้ประเมินทั้งหมด

I แทน จำนวนคะแนนที่เป็นไปได้ตามเกณฑ์การให้คะแนนทั้งหมด

กรณีที่ 5 มีคุณลักษณะที่ประเมินหลายคุณลักษณะ จำนวนผู้ได้รับการประเมินคนเดียวและจำนวนผู้ประเมินหลายคน คำนวณหาดัชนีความสอดคล้องของผู้ประเมินได้ตามสูตร ดังนี้

$$RAI = 1 - \frac{\sum_{k=1}^K \sum_{M=1}^M |R_{Mk} - \bar{R}_k|}{K(M - 1)(I - 1)}$$

RAI แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน

R_{MK} แทน คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ m ในคุณลักษณะที่ k ($m=1, 2, 3, \dots, M$ และ $k=1, 2, 3, \dots, K$)

\bar{R}_k แทน คะแนนเฉลี่ยหรือค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนที่ได้จากผู้ประเมินทุกคนซึ่งคำนวณได้จาก

$$\text{สูตร } \bar{R} = \frac{\sum_{M=1}^M R_{MK}}{M}$$

K แทน จำนวนคุณลักษณะที่ประเมินทั้งหมด

M แทน จำนวนผู้ประเมินทั้งหมด

I แทน จำนวนคะแนนที่เป็นไปได้ตามเกณฑ์การให้คะแนนทั้งหมด

กรณีที่ 6 มีคุณลักษณะที่ประเมินหลายคุณลักษณะ จำนวนผู้ได้รับการประเมินหลายคนและจำนวนผู้ประเมินหลายคน คำนวณหาดัชนีความสอดคล้องของผู้ประเมินได้ตามสูตร ดังนี้

$$RAI = 1 - \frac{\sum_{K=1}^K \sum_{N=1}^N \sum_{M=1}^M |R_{MNK} - \bar{R}_{KN}|}{KN(M-1)(I-1)}$$

RAI แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน

R_{MNK} แทน คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ m ของผู้รับการประเมินคนที่ n ในคุณลักษณะที่ k ($m=1, 2, 3, \dots, M$; $n=1, 2, 3, \dots, N$ และ $k=1, 2, 3, \dots, K$)

\bar{R}_{NK} แทน คะแนนเฉลี่ยของผู้รับการประเมินคนที่ n ในคุณลักษณะที่ k ซึ่งคำนวณได้จาก

$$\text{สูตร } \bar{R}_{NK} = \frac{\sum_{M=1}^M R_{MNK}}{M}$$

K แทน จำนวนคุณลักษณะที่ประเมินทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้ได้รับการประเมินทั้งหมด

M แทน จำนวนผู้ประเมินทั้งหมด

I แทน จำนวนคะแนนที่เป็นไปได้ตามเกณฑ์การให้คะแนนทั้งหมด

4.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดประสบการณ์เรียนรู้แบบ STEAM

Harlen (1999) ได้ให้ข้อคิดเกี่ยวกับการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การประเมินจะทำได้เมื่อนักเรียนไม่มีอุปสรรคในการไม่มีความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง จึงต้องมีการให้ความรู้พื้นฐานหรือเทคนิควิธีการที่เกี่ยวข้องแก่นักเรียนก่อนที่จะมีการประเมิน ทั้งนี้ การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถทำได้ทั้งการประเมินเพื่อปรับปรุงการสอน (Formative Assessment) และการประเมินเพื่อตัดสินผลการเรียนรู้ (Summative Assessment) ในการประเมินทักษะกระบวนการเพื่อปรับปรุงการสอน ทำได้โดย 1) สังเกตนักเรียน รวมถึงการฟังสิ่งที่นักเรียนอธิบายถึงสิ่งที่กำลังทำและการให้เหตุผล 2) ถามนักเรียน ใช้คำถามปลายเปิด หรือวลีที่เชิญชวนให้นักเรียนตรวจสอบความคิดตนเองและเหตุผล 3) การจัดกิจกรรมให้นักเรียนทำเพื่อแสดงทักษะบางทักษะ และ 4) ถามนักเรียนให้สื่อสารสิ่งที่คิดโดยใช้ภาพ ชี้นงาน การกระทำ การแสดงบทบาทสมมติ ผังมโนทัศน์ และการเขียนรายงาน

วรารกร หงษ์โต (2553) ได้พัฒนารูปแบบชุมชนการเรียนรู้ออนไลน์โดยใช้กระบวนการสร้างความรู้เพื่อการสร้างนวัตกรรมการเรียนการสอนของครูผู้สอนวิชาคอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นครูผู้สอนวิชาคอมพิวเตอร์ โดยการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ขั้นตอนการเรียนรู้ของรูปแบบ มี 8 ขั้น คือ 1) ชี้นวางแผนและกำหนดทิศทางการเรียนรู้ 2) ชี้นำเข้า

สู่ประเด็นการเข้าร่วมชุมชนการเรียนรู้ออนไลน์ 3) ชั้นค้นปัญหาหรือกำหนดภารกิจของงาน 4) ชั้นการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลและนำผลจากข้อมูลที่ค้นพบไปใช้ 5) ชั้นวางแผนดำเนินงานการสร้างนวัตกรรมการเรียนการสอน 6) ชั้นดำเนินงานการสร้างนวัตกรรมการเรียนการสอน 7) ชั้นนำเสนอผลงานนวัตกรรมการเรียนการสอน และ 8) ชั้นประเมินผล และกลุ่มตัวอย่างมีระดับคุณภาพของการพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอน ในระดับสูง

กุลชัย กุลตวนิช (2557) การรู้สารสนเทศ หมายถึง การเรียนรู้ซึ่งผู้เรียนมีทักษะ ด้านสารสนเทศ ไม่ว่าจะเป็นการรู้ถึงความต้องการ การกำหนดสารสนเทศที่ตนต้องการได้ การวิเคราะห์ และรู้แหล่งสารสนเทศ การเข้าถึงสารสนเทศ การประเมินค่าสารสนเทศ และการเลือกใช้สารสนเทศที่มีอย่างหลากหลายได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมี มาตรฐานการรู้สารสนเทศสำหรับนิสิต นักศึกษาปริญญาตรีนั้นอาจแบ่งออกตามลักษณะของความสามารถร่วมกันได้ 5 ลักษณะ ได้แก่ 1) การกำหนดและเข้าถึงสารสนเทศ 2) การประเมินและจัดการสารสนเทศ 3) การประยุกต์ใช้สารสนเทศ 4) การสื่อสารด้วยสารสนเทศ และ 5) การมีจริยธรรมในการใช้สารสนเทศ

กิตติพงษ์ พุ่มพวง (2558) ทักษะการรู้สารสนเทศ (Information Literacy Skill) หมายถึง ความสามารถในการรู้ว่าจะต้องการสารสนเทศ สามารถที่จะจำแนกสารสนเทศที่ตรงกับความต้องการได้ และใช้สารสนเทศที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งทักษะการรู้สารสนเทศนี้เป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้และมีความจำเป็นในการที่จะประสบความสำเร็จในชีวิตและมีชีวิตที่มีคุณภาพ องค์ประกอบสำคัญประกอบด้วย ความเข้าใจ และความสามารถส่วนบุคคลที่ตระหนักถึงความจำเป็นของสารสนเทศ โดยต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้ 1) ความสามารถในการเข้าถึงสารสนเทศ ประกอบด้วย ความสามารถทางกายภาพ และสติปัญญาในการเข้าถึงสารสนเทศ ในสภาพแวดล้อมที่เต็มไปด้วยเทคโนโลยี สามารถระบุแหล่งและสืบค้น ด้วยการใช้ความรู้และกลยุทธ์เพื่อคัดสรร แกไข วิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างสรรค์และสื่อสาร กับฐานข้อมูลทั่วไป และฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ เช่นซีดีรอม อินเทอร์เน็ต เป็นต้น 2) ความสามารถในการประเมินสารสนเทศ ประกอบด้วยความสามารถในการสังเคราะห์หรือตีความ สามารถตัดสินใจได้ว่าแหล่งสารสนเทศใดมีความน่าเชื่อถือ โดยอาศัยข้อเท็จจริงและความเที่ยงตรง ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการประเมินสารสนเทศ และ 3) ความสามารถในการใช้สารสนเทศ ประกอบด้วยความเข้าใจประเด็นทางเศรษฐกิจสังคม วัฒนธรรม กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับสารสนเทศ รวมถึงมารยาทการใช้สารสนเทศ และประสิทธิภาพในการจัดการสารสนเทศที่สืบค้นได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

ธนกร ขันทเขตต์ (2558) ได้ทำวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยเน้นคุณลักษณะการรู้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำหรับนิสิตระดับ อุดมศึกษาโดยมีกล่าวว่าการรู้ไอซีทีจะรวมความเชี่ยวชาญทางด้านความรู้ความเข้าใจและความเชี่ยวชาญด้านเทคนิคประกอบกัน เพื่อที่จะสามารถเข้าถึงสารสนเทศในอินเทอร์เน็ตโดยการใช้เครื่องมือค้นหา แล้วนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรมสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ต่อไป คุณลักษณะการรู้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร 5 มาตรฐาน (ICT literacy) คือ 1) การเข้าถึง (Access) 2) การจัดการ (Management) 3) การบูรณาการ (Integration) 4) การประเมิน (Evaluation) และ 5) การสร้างสรรค์ (Creation)

James Bequett & Marjorie Bullitt Bequett (2012) สรุปว่า ครูศิลปะ ในโรงเรียนที่ มุ่งเน้น STEM ได้การช่วยเหลือจากครูสาขาอื่นๆ เพื่อให้สาขาวิชาของพวกเขาเกี่ยวข้องกับหลักสูตรที่ STEAM โดยมีขั้นตอนการจักการเรียนรู้ตามแนววิศวกรรม 8 ขั้น ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา/ความต้องการ (Identify the need or problem) ระบุหัวข้อ/องค์ความรู้ ที่สนใจ และกำหนดจุดประสงค์การ เรียนรู้สำหรับ ผู้เรียน ขั้นที่ 2 ศึกษาวิจัย (Research the need or problem) จัดลำดับเป้าหมาย และข้อจำกัด ศึกษาค้นคว้าหาเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์บริบทของการ จัดการเรียนรู้ จัดลำดับจุดประสงค์ ขั้นที่ 3 หาวิธีการแก้ปัญหาที่จะเป็นไปได้ (Develop possible solution) หา แนวทางการจัดการเรียนรู้หลากหลายวิธี ที่เหมาะกับสภาพจริง ขั้นที่ 4 เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด (Select the best possible solution) ภายใต้ข้อจำกัด ขั้นที่ 5 สร้างโมเดลหรือรูปแบบของการ แก้ปัญหา (Construct a prototype) สร้างหน่วยการเรียนรู้ ขั้นที่ 6 ทดสอบ/ประเมินผลการการใช้ รูปแบบ (Test and evaluate the solution) ทดสอบหน่วยการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น โดยนำไปใช้ในชั้น เรียนจริง ขั้นที่ 7 นำเสนอ/สื่อสารผลการประเมิน (Communicate the solution) นำเสนอและ อภิปรายผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ เพื่อรับการสะท้อนผลและคำแนะนำ และขั้นที่ 8 ปรับปรุงแก้ไข (Redesign) รูปแบบของการแก้ปัญหา ปรับปรุงแก้ไข

จรัส อินทลาภพร (2558) ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มการจัดการเรียนรู้ตามแนว สะเต็มศึกษา ผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่ 1) จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและท้าทายการ คิดของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเองเพื่อ แก้ปัญหา ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ และเสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดการใฝ่เรียนรู้ 2) จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกทำโครงการที่ตนเอง สนใจ โดยร่วมกันสำรวจ สังเกต และกำหนดเรื่องที่ตนเองสนใจ มีการวางแผนในการทำโครงการ ร่วมกัน โดยศึกษาหาข้อมูลความรู้ที่จำเป็น และลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดจนได้ข้อค้นพบหรือ องค์ความรู้ใหม่ แล้วเขียนรายงาน และนำเสนอต่อสาธารณชน และนำผลงานและประสบการณ์ ทั้งหมดมาอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้รับทั้งหมด 3) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และการประเมินผลตามแนวสะเต็ม ศึกษา ผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้ คือ 1) ศึกษาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงาน อาชีพและเทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในลักษณะของการบูรณาการ 2) จัด กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน 3) จัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) 4) จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็น ฐาน (Project-based Learning) 5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มี การแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน และ 6) วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ซึ่งแนวทางในการ จัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาดังกล่าวเป็นการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic learning)

J.-O. Kim & Kim (2016) ในงานวิจัยเรื่อง Development of Science-Arts Integrative STEAM Program in Elementary School Using the Educational Robot กล่าวว่า การเลือกแบบจำลองสำหรับการพัฒนาโปรแกรม STEAM เป็นเรื่องสำคัญมาก เพื่อพัฒนาเนื้อหา หลักสูตรของ STEAM อย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล ในการศึกษาใช้แบบจำลองรูปแบบ PDIE ที่พัฒนาโดยใช้ในการพัฒนาโปรแกรม STEAM ที่จะนำมาประยุกต์ใช้หลักสูตร STEAM สำหรับ นักเรียนระดับประถมศึกษา แบบจำลอง PDIE ประกอบด้วย การเตรียมตัว: P (Preparation), การพัฒนา: D (development) ,การใช้งาน: I (implementation) และ การประเมินผล: E (evaluation) และได้รับการออกแบบโดยการเสริมข้อดีของรูปแบบจำลอง PDI และแบบจำลอง ADDIE เป็นรูปแบบทั่วไปสำหรับการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ แบบจำลอง PDIE ถูกนำมาใช้ในการพัฒนา STEAM จำนวนมากของการศึกษาในเกาหลี

Lori A. Fulton & Jamie Simpson-Steele (2016) กล่าวว่ากระบวนการพื้นฐานของ วิทยาศาสตร์และศิลป์มี 5 กระบวนการ 1) ผู้เรียนสังเกตเห็นโลกรอบตัว (Noticing) ในวิทยาศาสตร์นี้ หมายถึงการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างไม่เป็นทางการหรือเป็นทางการเพื่อให้เข้าใจถึงการทำงานของ โลก ในศิลปะนี้หมายถึงอย่างใกล้ชิดการสังเกตพฤติกรรมและปรากฏการณ์เพื่อสร้างและแสดงให้พวกเขาผ่านศิลปะ 2) เรียนรู้วิธีการทำงานของโลก(Wondering) นักวิทยาศาสตร์ตั้งคำถามสำรวจแนวคิด และปลูกฝังความอยากรู้ ศิลปินสร้างสถานการณ์สมมติจินตนาการเรื่องเล่าและสร้างภาพในใจ 3) ผู้เรียนสร้างภาพความคิด (Exploring) เพื่อสร้างความหมาย วิทยาศาสตร์ออกแบบการทดลองหรือ สร้างแบบจำลองเพื่อคิดหาวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด ในศิลปะสร้างภาพและองค์ประกอบที่จะทำให้เกิด ความหมายนามธรรม 4) ผู้เรียนทำการสำรวจ (Exploring) นักวิทยาศาสตร์ทำการทดลองเพื่อสำรวจ ศิลปินสำรวจผ่านการzoomโดยใช้การทดลองและข้อผิดพลาดเพื่อให้พวกเขาใกล้ชิดกับแนวคิดที่ต้องการ แสดง และ5) ผู้เรียนต้องสื่อสาร (Communicating) ในสิ่งที่ตนเองเข้าใจ นักวิทยาศาสตร์โต้แย้งกัน และกันโดยอาศัยหลักฐานต่างๆ ศิลปะจัดนิทรรศการหรือการแสดง

Thuneberga, Salmia & Bognerb (2018) การช่วยเหลือทางการศึกษา การประชุมเชิง ปฏิบัติการคณิตศาสตร์และศิลปะเชิงสร้างสรรค์ของเราเปิดโอกาสให้เพิ่ม STEM ให้เป็น STEAM สามารถสร้างห้องทดสอบให้นักเรียนเรียนรู้ในกลุ่มย่อย 6-8 คน ได้อย่างอิสระภายในระยะเวลา 45 นาที จำนวน 3 ครั้ง การประชุมเชิงปฏิบัติการเกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมที่เปิดโล่งของสถานที่เรียน ของมหาวิทยาลัย ในตอนแรก 10 นาทีเป็นการแนะนำวัสดุคอนกรีตที่ถูกนำเสนอให้ข้อมูลพื้นฐาน เกี่ยวกับตัวเลือกของวัสดุเชิงปฏิบัติสร้างสรรค์ ต่อจากนั้น ผู้สอน 2 คน ติดตามและให้ข้อมูลตามความต้องการ สนับสนุนให้นักเรียนสร้างโครงสร้างของตัวเองโดยใช้ท่อพลาสติกขนาดเล็กและวงกลมที่เกิดขึ้น เช่นเครื่องจักร สิ่งมีชีวิต อุปกรณ์พกพาหรือโครงสร้าง พวกเขาสามารถผลิตสร้างหรือสร้างความบันเทิง ต้องมีการวางแผนโดยรวมประกอบด้วยภาพวาดอย่างง่ายและคำอธิบายสั้นๆ พวกเขา ยังได้รับการสนับสนุนในการปรับเปลี่ยนแผนตามหลักฐานเชิงประจักษ์ นักเรียนพบในระหว่าง กระบวนการในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเปิดมี "อูโมงค์ลม" ซึ่งเป็นวิทยาศาสตร์ขนาดเล็กจริงๆ อุปกรณ์ทดสอบทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีโอกาสทดสอบและทดลองใช้วัสดุก่อสร้างและปรับปรุง โครงสร้างโดยใช้ "อูโมงค์ลม" ในท้ายที่สุดการผลิตทั้งหมดถูกนำเสนอต่อเพื่อนและจัดทำเอกสารโดย ภาพถ่ายหรือวิดีโอ โดยครูคอยช่วยเหลือตามความต้องการเท่านั้น

5. แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี

5.1 ความหมายของนวัตกรรมทางเทคโนโลยี

นวัตกรรม (Innovation) มีลักษณะเป็นคำนาม ตามความหมายโดยทั่วไปของพจนานุกรม หมายถึง สิ่งที่ทำขึ้นใหม่หรือแปลกจากเดิมซึ่งอาจจะเป็นความคิด วิธีการ หรืออุปกรณ์เป็นต้น (ราชบัณฑิตยสถาน. 2546) ด้านอื่นๆได้มีการนิยามความหมายของนวัตกรรมไว้ดังนี้

Rogers (1995) ได้นิยามไว้ว่า นวัตกรรม หมายถึง แนวคิด วิธีการปฏิบัติหรือวัสดุสิ่งของ ซึ่งบุคคลหนึ่งหรือกลุ่มบุคคลหนึ่งรับรู้ว่าเป็นของใหม่ โดยเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของมนุษย์ และไม่สามารถที่จะวัดความใหม่ได้จากช่วงเวลาของการถูกค้นพบหรือการถูกนำมาใช้เป็นครั้งแรกได้ การรับรู้ในความใหม่ของสิ่งนั้นกำหนดหรือตัดสินจากการตอบสนองของบุคคลนั้นเอง เมื่อบุคคลเห็นว่าสิ่งใดเป็นสิ่งที่ใหม่สำหรับเขา สิ่งนั้นก็ย่อมเป็นนวัตกรรม ทั้งนี้โรเจอร์ได้ขยายความว่า นวัตกรรมไม่ได้อยู่ในรูปขององค์ความรู้เสมอไป แต่อาจอยู่ในรูปของความเชื่อ หรือเป็นการตัดสินใจยอมรับในสิ่งต่างๆ ตัวอย่างเช่น แนวคิดเรื่องการต้มน้ำเพื่อฆ่าเชื้อโรคโดยทั่วไปคนส่วนใหญ่ไม่คิดว่าแนวคิดนี้ถือเป็นการนวัตกรรม แต่เมื่อมีการแนะนำแนวคิดนี้ให้คนในหมู่บ้านชาวเปรูแห่งหนึ่งได้ทราบ แนวคิดนี้ก็กลับเป็นนวัตกรรมสำหรับคนกลุ่มนั้นเพราะพวกเขาเห็นว่าเป็นสิ่งใหม่และใช้ประโยชน์ได้ดี

กิดานันท์ มลิทอง (2543) นิยามไว้ว่า นวัตกรรมเป็นแนวความคิดการปฏิบัติหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆที่ยังไม่เคยมีใช้มาก่อนหรือเป็นการพัฒนาตัดแปลงจากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้ทันสมัยและใช้งานได้ผลดียิ่งขึ้นเมื่อนำนวัตกรรมมาใช้จะช่วยให้การทำงานได้ผลดีมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงกว่าเดิมทั้งยังช่วยประหยัดเวลาและแรงงานด้วย

ฝ่ายนิเทศสัมพันธ์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2541) นิยามไว้ว่า คือ การผลิต การเรียนรู้และการใช้ประโยชน์ความคิดใหม่ ให้เกิดผลทางเศรษฐกิจและสังคม นวัตกรรมทำให้เกิดการขยายพัฒนาผลิตภัณฑ์และบริการในตลาดที่เกี่ยวข้อง เพิ่มขีดความสามารถของการแข่งขัน การวิจัยและพัฒนาตลอดจนการใช้เทคโนโลยีใหม่เป็นนวัตกรรมทางเทคโนโลยี (technology innovation)

มณฑล ศาสนนันท์ (2552) นิยามไว้ว่า นวัตกรรมเป็นการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆแต่จะครอบคลุมการสร้างสรรค์สิ่งที่ไม่เป็นวัตถุด้วยเช่นกลยุทธ์ กระบวนการ เทคนิค วิธีการ ภาษา เป็นต้น นอกจากนี้นวัตกรรมจะต้องถูกนำไปประยุกต์ใช้ในวงกว้างและก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม

สุบรรณ เอี่ยมวิจารณ์, ประเสริฐ จรรยาสุภาพ, สุรัชย์ กังวล และ สมเกียรติ ชัยพิบูลย์ (2561) สังเคราะห์ความหมายนวัตกรรมทางเทคโนโลยี สามารถสรุปความหมายของนวัตกรรมทางเทคโนโลยีได้ว่า การทำผลิตภัณฑ์หรือวิธีการทำงานขึ้นใหม่หรือพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือวิธีการทำงานที่มีอยู่เดิมให้ดีขึ้น บนพื้นฐานของการใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้วยการใช้เทคนิควิธีการต่างๆ หรือเทคโนโลยีที่นำไปสู่การผลิต หรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์

จากการศึกษาเกี่ยวกับนิยามของคำว่านวัตกรรมข้างต้นสะท้อนให้เห็นว่า นวัตกรรมไม่ใช่คำที่มีเกณฑ์มาตรฐานสากลเพื่อที่จะสามารถชี้วัดได้ในทุกสถานการณ์ แต่จะขึ้นอยู่กับความรู้และความคิดเห็นของเฉพาะบุคคลหรือเฉพาะกลุ่มบุคคลหนึ่งๆ การสังเคราะห์ความหมายของนวัตกรรม (Innovation) สามารถสรุปความหมายได้ว่า นวัตกรรมทางเทคโนโลยี คือ สิ่งที่สังเคราะห์มาจากความรู้ ความคิดสร้างสรรค์ และทรัพยากรทางเทคโนโลยี มีวิธีการปฏิบัติที่ชัดเจน สร้างสิ่งใหม่ๆ อาจ

เป็นได้ทั้งแนวคิดหรือวัตถุดิบของใหม่ เกณฑ์การตัดสินความใหม่ พิจารณาจากนักเรียนนำไปปฏิบัติ แล้วเกิดประโยชน์

5.2 ลักษณะของนวัตกรรมทางเทคโนโลยี

นวัตกรรมเป็นสิ่งใหม่ที่จะต้องมีการนำไปปฏิบัติ จะช่วยให้การทำงานย่อมได้ผลดี มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล เมื่อสร้างนวัตกรรมขึ้นมาแล้วนอกจากตัวผู้สร้างจะนำไปใช้แล้ว จะต้องมีการเผยแพร่ให้ผู้อื่นสามารถนำไปปฏิบัติได้ด้วย ดังนั้น องค์ประกอบของนวัตกรรมที่นำไปสู่การเผยแพร่ให้ผู้อื่นนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้องและเป็นที่ยอมรับได้นั้น มีผู้จำแนกองค์ประกอบไว้ดังนี้

Cohen; & Ball. (2006) ได้จำแนกองค์ประกอบของนวัตกรรมออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) ตัวงานที่ได้จากการออกแบบหรือจากการประดิษฐ์คิดค้นขึ้นมาใหม่ 2) วิธีการนำตัวงานนั้นไปใช้หรือไปปฏิบัติ และ3) ประโยชน์ที่ได้จากตัวงานนั้น

มาเรียม นิลพันธุ์ (2558) ได้กล่าวถึงนวัตกรรม ต้องมีลักษณะดังนี้ 1) ดี มีคุณค่า 2) ผลที่ได้ตรงตามเป้าหมาย วัตถุประสงค์ที่ต้องการใช้ และ 3) ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีประสิทธิภาพ มีประสิทธิผลและมีมาตรฐาน

Anthony (2012) ได้อธิบายถึงประเภทของนวัตกรรม ว่านวัตกรรมมีองค์ประกอบ 4 ประการดังต่อไปนี้ 1) ทาวิธีที่ดีขึ้นในการทำการตลาด 2) ปรับปรุงสินค้าและบริการที่มีอยู่ให้ดีขึ้น 3) พัฒนาระบบจำหน่ายสินค้าประเภทเดิมที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพการใช้งานที่มากขึ้นอย่างไม่เคยมีมาก่อน4)สร้างประเภทสินค้าประเภทใหม่ขึ้นมา

สุบรรณ เอี่ยมวิจารณ์และคณะ (2561) สังเคราะห์ตัวแปรความหมายนวัตกรรมทางเทคโนโลยีซึ่งมีการศึกษาทั้งสิ้น 5 ตัวแปรประกอบด้วย 1) การใช้ความรู้ใหม่ในการจัดทำผลิตภัณฑ์ 2) การทำผลิตภัณฑ์หรือวิธีการทำงานขึ้นใหม่ 3) การพัฒนาวิธีการทำงานที่มีอยู่เดิมให้ดีขึ้น 4) การใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง 5) การใช้เทคนิควิธีการต่างๆ ที่นำไปสู่การผลิตหรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์

จากผลการศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของนวัตกรรม สามารถสรุปได้ดังตาราง 7 ตารางที่ 7 สรุปแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะของนวัตกรรมทางเทคโนโลยี

แนวคิดที่เกี่ยวข้อง				ลักษณะของนวัตกรรม
Cohen and Ball (2006)	Anthony (2012)	มาเรียม นิลพันธุ์ (2558)	สุบรรณ เอี่ยมวิจารณ์ และคณะ (2561)	
1.การออกแบบหรือจากการประดิษฐ์คิดค้นขึ้นมาใหม่	1.หาวิธีที่ดีขึ้น	1.ดี มีคุณค่า	1.การใช้ความรู้ใหม่ในการจัดทำผลิตภัณฑ์	1.หาวิธีที่ดีขึ้น
2.วิธีการนำตัวงานนั้นไปใช้หรือไปปฏิบัติ	2.ปรับปรุงที่มีอยู่ให้ดีขึ้น	2.ผลที่ได้ตรงตามเป้าหมาย วัตถุประสงค์ที่ต้องการใช้	2.การทำผลิตภัณฑ์หรือวิธีการทำงานขึ้นใหม่	2.ปรับปรุงที่มีอยู่ให้ดีขึ้น
-	3.พัฒนาประสิทธิภาพ	-	3) การพัฒนาวิธีการทำงานที่มีอยู่เดิมให้	3.พัฒนาประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

แนวคิดที่เกี่ยวข้อง				ลักษณะของนวัตกรรม
Cohen and Ball (2006)	Anthony (2012)	มาเรียม นิลพันธุ์ (2558)	สุพรรณ เอี่ยมวิจารณ์ และคณะ (2561)	
			ดีขึ้น	
3.ประโยชน์ที่ได้จากตัวงานนั้น	4.สร้างประเภทสินค้าประเภทใหม่	3.ใช้งานได้อย่างดีมีคุณภาพ มีประสิทธิภาพ มีประสิทธิผลและมีมาตรฐาน	4.การใช้เทคนิควิธีการต่างๆ ที่นำไปสู่การผลิตหรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์	4.การใช้เทคนิควิธีการต่างๆ ที่นำไปสู่การผลิตหรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์
-	-	-	5.การใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง	5.การใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง

สรุปว่า ลักษณะของนวัตกรรมทางเทคโนโลยี นวัตกรรมเป็นการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ การทำผลิตภัณฑ์หรือวิธีการทำงานขึ้นใหม่หรือพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือวิธีการทำงานที่มีอยู่เดิมให้ดีขึ้น บนพื้นฐานของการใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้วยการใช้เทคนิควิธีการต่างๆ ที่สะท้อนความเป็นนวัตกรรม นำไปสู่การเผยแพร่และการยอมรับนวัตกรรมจะต้องประกอบด้วย 4 ส่วน ดังนี้

1. ทหารวิธีที่ดีขึ้นเป็นนวัตกรรมที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงในผลิตภัณฑ์โดยรวม หรือบริการขององค์การ

2. ปรับปรุงที่มีอยู่ให้ดีขึ้น การปรับปรุงสิ่งต่างๆ ให้ดีกว่าเดิม หรือการทำงานให้ง่ายขึ้น รวดเร็วขึ้น

3. พัฒนาประสิทธิภาพที่ดีขึ้น เป็นสิ่งใหม่ที่ถูกพัฒนาขึ้น ซึ่งอาจเป็นตัวผลิตภัณฑ์ บริการหรือกระบวนการ โดยจะเป็นการปรับปรุงจากของเดิมหรือพัฒนาขึ้นใหม่เลย

4. การใช้เทคนิควิธีการต่างๆ ที่นำไปสู่การผลิตหรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เป็นเทคนิควิธีการหรือสื่ออุปกรณ์ที่จะต้องมีการจัดทำเป็นชิ้นงานที่สามารถศึกษาและนำไปใช้ประโยชน์ได้

5. การใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง เป็นการใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้วยการใช้เทคนิควิธีการต่างๆ

5.3 การประเมินคุณภาพของนวัตกรรมทางเทคโนโลยี

มาตรฐานการศึกษาของชาติ พ.ศ. 2561 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2561) กล่าวว่าผู้ร่วมสร้างสรรค์นวัตกรรม ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/อาชีวศึกษา ผลลัพธ์อันพึงประสงค์สามารถแก้ปัญหา สื่อสารเชิงบวกทักษะข้ามวัฒนธรรม ทักษะการสะท้อนคิด การวิพากษ์เพื่อสร้างนวัตกรรม และสามารถเป็นผู้ประกอบการได้

การประเมินคุณภาพนวัตกรรม เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยเทคนิคต่างๆ เมื่อเสร็จสิ้นการนำนวัตกรรมไปใช้จริงแล้ว เพื่อตัดสินว่านวัตกรรมนั้นมีความเหมาะสมหรือเป็นประโยชน์มากน้อยเพียงใด ในการประเมินคุณภาพของนวัตกรรมอาจใช้วิธีการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งจำเป็นต้องมีเกณฑ์ที่ชัดเจน ดังนี้

วรากร หงษ์โต (2553) ได้สร้างแบบประเมินนวัตกรรมการเรียนการสอน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินนวัตกรรมการเรียนการสอนที่ครูผู้สอนวิชาคอมพิวเตอร์ได้สร้างขึ้นจากการเข้าร่วมชุมชนการเรียนรู้ออนไลน์โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่

1. ด้านความเป็นนวัตกรรมมี 1 ตัวบ่งชี้ คือ ความเป็นนวัตกรรม
2. ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรมมี 6 ตัวบ่งชี้ คือ วัตถุประสงค์และเป้าหมายของการพัฒนาน การใช้หลักการ แนวคิด ทฤษฎี การออกแบบ กระบวนการพัฒนา การมีส่วนร่วมและความสำเร็จของการพัฒนานวัตกรรม
3. ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรมมี 6 ตัวบ่งชี้ คือ การแก้ปัญหาหรือพัฒนาคุณภาพผู้เรียน การใช้ทรัพยากร การเรียนรู้ร่วมกัน ส่งเสริมให้เกิดกระบวนการแสวงหาความรู้ การยอมรับการนำไปใช้

สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา (2556) ได้กำหนดเกณฑ์การประเมินคุณภาพนวัตกรรมทางการศึกษาเพื่อใช้พิจารณาคุณภาพของนวัตกรรมหลักสูตรของโรงเรียนต่างๆ ภายใต้โครงการหนึ่งโรงเรียน หนึ่งนวัตกรรมประจำปี 2556 ของคุรุสภา ดังนี้

- 1.คุณค่าทางวิชาการ ได้แก่ กระบวนการคิดที่เชื่อมโยง และสัมพันธ์เป็นระบบสมเหตุสมผล แสดงถึงแนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือจุดเน้นของนวัตกรรมที่พัฒนา มีความคิดรวบยอดและความถูกต้องของสาระความรู้ที่นำเสนอ ตลอดจนมีขั้นตอนการปฏิบัติที่นำไปสู่ผลปฏิบัติที่สำเร็จและเกิดผลต่อกลุ่มเป้าหมาย
- 2.ประโยชน์ของนวัตกรรม เป็นผลงานที่นำไปสู่การพัฒนาในด้านต่างๆ ทำให้ผู้เรียนและผู้เกี่ยวข้องเกิดการเรียนรู้กันทั้งในระดับโรงเรียนและส่งผลถึงชุมชน
- 3.ลักษณะของงาน เป็นผลงานที่มีอยู่ ทำบางส่วน หรือทำใหม่ทั้งหมด
- 4.การมีส่วนร่วม หมายถึง การที่ผู้เกี่ยวข้องได้ร่วมคิด วิเคราะห์ วางแผน ตัดสินใจ ประเมิน และชื่นชมในผลงานที่เกิดขึ้น
- 5.การนำเสนอ เทคนิคการนำเสนอ ลำดับขั้นตอน ความเชื่อมโยงรายละเอียดของข้อมูล หลักฐานร่องรอย การนำเสนอผลงานเป็น แสดงให้เห็นสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ มีร่องรอยหลักฐานชัดเจนตรงตามงานที่ทำ เชื่อถือได้

พีชญาณี พานะกิจ (2558) ได้สร้างแบบประเมินนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างขึ้นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย 3 ด้าน คือ

1. ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรมมี 5 ตัวบ่งชี้ คือ วัตถุประสงค์และเป้าหมายของการออกแบบและการพัฒนา การมีส่วนร่วม การประเมินและสรุปผล การนำเสนอ
2. ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรมมี 3 ตัวบ่งชี้ คือ การแก้ปัญหาได้ตรงตามความต้องการ การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและการนำไปใช้
3. ด้านความเป็นนวัตกรรมมี 1 ตัวบ่งชี้ คือ ความเป็นนวัตกรรม

ธีรศักดิ์ กัญจนพงศ์ (2017) กล่าวว่า นวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Technological innovations) จัดเป็นส่วนประกอบของการปฏิบัติงาน (Operating Component) และมีผลกระทบต่อระบบทางเทคโนโลยีขององค์การ รวมทั้งเป็นการรับเอาความคิดใหม่มาใช้เพื่อผลิตสินค้าหรือ

บริการ ซึ่งอาจมีลักษณะคล้ายกับนวัตกรรมด้านกระบวนการ (Process innovations) คือ ส่วนประกอบใหม่ ที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิตขององค์กร หรือการบริการ กระบวนการการรับ นวัตกรรม ประกอบด้วยกระบวนการย่อย 2 กระบวนการ คือ

1. กระบวนการการริเริ่ม ประกอบไปด้วยกิจกรรมทั้งหมดซึ่งเกี่ยวข้องกับการรับรู้ความต้องการ การรู้ถึงนวัตกรรมที่จะช่วยตอบสนองความต้องการนั้นๆ และวัดค่าความเหมาะสมในการใช้ ซึ่งนำไปสู่การตัดสินใจที่จะรับนวัตกรรมนั้นๆ ไปใช้

2. การนำไปใช้จริง ประกอบด้วยกิจกรรมและการกระทำทุกอย่างที่ทำให้ดัดแปลง นวัตกรรมที่องค์กรรับไปใช้ เพื่อการใช้นวัตกรรมนั้นๆ และใช้นวัตกรรมนั้นต่อไปจนกระทั่งเป็นกิจวัตร ขององค์กร

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินนวัตกรรมสามารถสังเคราะห์ได้ดังตารางที่ 8 ตารางที่ 8 การสังเคราะห์ขั้นตอนของการประเมินนวัตกรรมทางเทคโนโลยี

แนวคิดที่เกี่ยวข้อง					
วรากร หงษ์โต (2553)	สำนักงาน เลขาธิการคุรุสภา (2556)	พีชญาณ์ พานะกิจ (2558)	ธีรศักดิ์ กัญจน พงศ์ (2017)	นวัตกรรมทาง เทคโนโลยี	การประเมินนวัตกรรม ทางเทคโนโลยี
1.ความเป็นนวัตกรรม	1.คุณค่าทาง วิชาการ	1.ความเป็น นวัตกรรม	1. กระบวนการ การริเริ่ม	1. ทาวิธีที่ดีขึ้น เป็นนวัตกรรม	1.ความเป็นนวัตกรรม
				2. ปรับปรุงที่มี อยู่ให้ดีขึ้น	
2.กระบวนการ พัฒนา นวัตกรรม	2.ลักษณะของงาน	2.กระบวนการ พัฒนา นวัตกรรม	2. การนำไปใช้	3. พัฒนาให้ดีขึ้น	2.กระบวนการพัฒนา นวัตกรรม
				4.การใช้เทคนิค วิธีการต่างๆ ที่ นำไปสู่การผลิต หรือการพัฒนา ผลิตภัณฑ์	
3.คุณค่าและประโยชน์ ของนวัตกรรม	3.การมีส่วนร่วม	3.คุณค่าและ ประโยชน์ของ นวัตกรรม	2. การนำไปใช้	5.การใช้ เทคโนโลยี เพื่อให้เกิดการ เปลี่ยนแปลง	3.คุณค่าและประโยชน์ ของนวัตกรรม
	4.ประโยชน์ของ นวัตกรรม				
	5.การนำเสนอ				

สรุปว่า การประเมินคุณภาพของนวัตกรรมทางเทคโนโลยี เป็นกระบวนการคิดที่เชื่อมโยง และสัมพันธ์เป็นระบบสมเหตุสมผล มีจุดเน้นของนวัตกรรมที่พัฒนา มีความคิดรวบยอดและความ ถูกต้องของสาระความรู้ที่นำเสนอ มีขั้นตอนการปฏิบัติที่นำไปสู่ผลปฏิบัติที่สำเร็จ เป็นผลงานที่นำไปสู่การ พัฒนาด้านต่างๆ ทำให้เกิดผลกับผู้เกี่ยวข้องแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่

1. ความเป็นนวัตกรรม เป็นการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆแต่จะครอบคลุมการสร้างสรรค์ มี กระบวนการคิดเชื่อมโยงที่เป็นจุดเน้นของนวัตกรรม ประกอบด้วย 3 ตัวชี้วัดคือ 1) การเผยแพร่และ การยอมรับนวัตกรรม สัมพันธ์เป็นระบบสมเหตุสมผล ความถูกต้องของสาระความรู้ที่นำเสนอ

ประโยชน์ของนวัตกรรม เป็นผลงานที่นำสู่การพัฒนาในด้านต่างๆ ทำให้ผู้เรียนและผู้เกี่ยวข้องเกิดการเรียนรู้กันทั้งในระดับโรงเรียนและส่งผลถึงชุมชน 2) กระบวนการคิดเชื่อมโยง แนวคิดแสดงถึง จุดเน้นของนวัตกรรมที่พัฒนา มีความคิดรวบยอด ตลอดจนมีขั้นตอนการปฏิบัติที่นำสู่ผลปฏิบัติที่สำเร็จและเกิดผลต่อกลุ่มเป้าหมาย การชื่นชมในผลงานที่เกิดขึ้น และ 3) ลักษณะของนวัตกรรม เป็นระดับการสร้างนวัตกรรมได้แก่ ทาวิธที่ดีขึ้นเป็นนวัตกรรม ปรับปรุงที่มีอยู่ให้ดีขึ้น พัฒนาให้ดีขึ้น

2. กระบวนการพัฒนานวัตกรรม เป็นการที่นำสู่การพัฒนาในด้านต่างๆ ประกอบด้วย 2 ตัวชี้วัด คือ 1) กระบวนการพัฒนานวัตกรรม เป็นการที่นำสู่การพัฒนาในด้านต่างๆ 2) การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า หมายถึง การพัฒนาอย่างยั่งยืนที่ให้ความสำคัญกับการรักษาคุณค่าของทรัพยากรใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าที่สุด

3. คุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม การคิดที่เชื่อมโยง และสัมพันธ์เป็นระบบสมเหตุสมผล แนวคิดโดยใช้องค์ความรู้ ทำสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากเดิมเพื่อมุ่งแก้ปัญหา ประกอบด้วย 2 ตัวชี้วัดคือ 1) แนวคิดโดยใช้องค์ความรู้ ทำสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากเดิมเพื่อมุ่งแก้ปัญหา เรียนรู้และผลิตสิ่งต่างๆ ด้วยความคิดริเริ่มของตน การแก้ปัญหาหรือพัฒนาคุณภาพผู้เรียน การใช้ทรัพยากร การเรียนรู้ร่วมกัน ส่งเสริมให้เกิดกระบวนการแสวงหาความรู้ การยอมรับ ความเหมาะสมในการใช้งาน 2) ประเมินและทดสอบแนวคิด เผยแพร่ผลจากการปฏิบัติให้ผู้อื่นได้รับทราบและร่วมเรียนรู้ วิเคราะห์และประเมินแนวคิดจากทางเลือกที่มี การยอมรับต้นแบบนวัตกรรม ลงมือปฏิบัติตามแนวคิดเพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรม นำแนวคิดไปสู่การปฏิบัติจริง

ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าวสามารถนำไปใช้เทียบเคียงเพื่อสร้างเป็นเครื่องมือประกอบแผนการเรียนรู้ในการประเมินนวัตกรรมที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขึ้นเอง ดังแบบประเมินคุณภาพนวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา และมีเกณฑ์การให้ระดับคะแนน คุณภาพนวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา 5 ระดับ (ดังภาคผนวก ข)

5.4 การคิดเชิงนวัตกรรม

การคิดเชิงนวัตกรรม (Innovative Thinking) คือการคิดสิ่งใหม่ๆ ที่ช่วยแก้ปัญหา หรือพัฒนาสิ่งใหม่ๆ ตอบสนองผู้คนหรือลูกค้า ด้วยผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือบริการใหม่ๆ หรือกระบวนการใหม่ ที่มีคุณค่า และสามารถสร้างคุณค่าและประโยชน์ได้ เครื่องมือสำหรับการคิดนวัตกรรม คือความคิดสร้างสรรค์ที่ไม่สามารถแยกออกได้จากสัญชาตญาณและประสบการณ์ด้านสุนทรียศาสตร์ เป็นพื้นฐานสำหรับกิจกรรมศิลปะ แต่เนื้อหาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีความคิดเป็นข้อมูลเชิงลึกที่ไม่สามารถสื่อสารได้ในตอนแรกอาจจะน่าแปลกใจบ้างเพราะมนุษย์มีอารมณ์และจินตนาการที่ไม่มีภาษาทางการ วิชาชีพอสาขาศิลปะและวิทยาศาสตร์รวมทั้งฟิสิกส์และคณิตศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์เริ่มต้นในตนเองโดย วิลลาวัลย์ มาคัม (2555) กล่าวว่า Innovative Thinking คือการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม และต้องนำความคิดสร้างสรรค์ใหม่ๆ ที่ได้ไปปรับใช้ให้เกิดประโยชน์กับผู้อื่นถึงจะเป็นสิ่งดี เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดการแสดงออกให้ดียิ่งขึ้นเพราะผลที่ได้คือความคิดใหม่ๆ จะนำไปสู่นวัตกรรมนั่นเอง การประสบผลสำเร็จไม่ได้เพราะความฉลาดแต่เพราะการนำความคิดที่สร้างสรรค์มาใช้ให้เกิดประโยชน์จนสามารถสร้างเป็นนวัตกรรมได้ การจะให้เกิด Innovative Thinking ทั้งใดบุคคลและองค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลต้องอาศัยการนำปัจจัยเกื้อกูลความสำเร็จ 5 ประการคือ 1) ตัวบุคคล 2) กระบวนการ 3) เครื่องมือ 4) กลยุทธ์ และ 5) โครงสร้างองค์กร

Harvard Business school (2555) กล่าวว่านวัตกรรมคือกระบวนการที่นำเอาความคิดสร้างสรรค์ไปใช้พัฒนาสิ่งที่มีประโยชน์ เช่น สินค้า บริการ กระบวนการ ต้นแบบทางธุรกิจ หรือแนวทางปฏิบัติงาน ดังนั้นความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นจุดกำเนิดของนวัตกรรม โดยความคิดสร้างสรรค์เป็นขั้นตอน 4 ขั้นดังนี้ 1) การเตรียมตัว เป็นขั้นเริ่มต้นของบุคคลที่จะรับรู้ของปัญหาและสำรวจตรวจสอบมิติต่างๆ ของปัญหานั้น 2) การบ่มเพาะ เป็นช่วงที่ปัญหารวบรวมประกอบปัญหาต่างๆ เข้าด้วยกัน 3) การทำให้กระจ่าง เป็นช่วงที่ความคิดไปใหม่หรือคำตอบใหม่เกิดขึ้น และ 4) การตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม เป็นขั้นที่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ตรวจสอบจากมีสติมีการขยายความตลอดจนถูกนำไปประยุกต์ใช้ให้ดีที่สุด

Catherine T. Amelink, Bevlee A. Watford & Glenda Scales (2012) กล่าวว่ากระบวนการคิดเชิงนวัตกรรมที่ใช้ในการเปลี่ยนแนวคิดสร้างสรรค์เป็นการรวมกันของผลิตภัณฑ์และบริการที่เป็นประโยชน์ ในบริบทของการให้ความรู้แก่สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (STEM) รวมอยู่ในคำจำกัดความของนวัตกรรม การเลือกเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการคิดและการออกแบบความสามารถในการแก้ข้อมูลที่เป็นที่รู้จักไปยังสถานการณ์ที่ไม่รู้จัก ความสามารถในการค้นหาข้อมูลที่ไม่รู้จักและประเมินคุณค่าหรือความคุ้มค่าและความสามารถในการทำงานร่วมกันเพื่อพัฒนาความคิดใหม่ร่วมกัน

Jeff Dyer, Hal Gregersen & Clayton M. Chistensen (2556) การสร้างนวัตกรรม นักคิดที่สร้างสรรค์จะเชื่อมโยงวิทยาการหลากหลายสาขาปัญหาและไอเดียซึ่งผู้อื่นเห็นว่าไม่เกี่ยวข้องเข้าด้วยกัน กระบวนการมี 5 ทักษะการค้นพบเหมือนกับนวัตกรรมผู้สร้างสรรค์นวัตกรรมพลิกโลก ประกอบด้วย 4 ทักษะเชิงพฤติกรรมและ 1 ทักษะการรับรู้ ประกอบด้วย 5 ทักษะการค้นพบ คือ 1) เชื่อมโยงความคิด นวัตกรรมจะคิดต่างจากคนอื่นโดยการคิดต่างโดยการเชื่อมโยงสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าด้วยกันบางครั้งเรียกว่าการคิดอย่างสร้างสรรค์การเล่นผสมผสานและมองว่าเป็นลักษณะสำคัญของการคิดก่อให้เกิดผลการเชื่อมโยงความคิดหรือความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ข้ามสาขาอุตสาหกรรมหรือแม้แต่ความแตกต่างเชิงภูมิศาสตร์เข้าด้วยกันเป็นความสามารถที่นวัตกรรมเห็นว่าเป็นเรื่องธรรมดาและจะแสวงหาข้อมูลและความคิดใหม่ๆ ด้วยการกระตือรือร้นโดยการตั้งคำถามสังเกต ปฏิสัมพันธ์และทดลองทานเป็นตัวกระตุ้นสำคัญในการเชื่อมโยงความคิดอย่างสร้างสรรค์ 2) คำถาม นวัตกรรมคือมนุษย์ขี้สงสัยและช่างซักถามเมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วคำถามต่างๆเหล่านี้จะนำไปสู่ความเข้าใจการเชื่อมโยงเป็นไปได้และทิศทางใหม่ซึ่งมีคุณค่ามากกับคำตอบที่ดี 3) สังเกต นวัตกรรมจะเป็นนักสังเกตด้วยโดยสังเกตโลกรอบตัวอย่างละเอียดลูกค้าผลิตภัณฑ์บริษัทบริการและเทคโนโลยีการสังเกตจะช่วยให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ไปสู่ความคิดใหม่ๆ 4) ปฏิสัมพันธ์ นวัตกรรมจะใช้เวลาและพลังงานอย่างมากในการค้นหาและทดสอบความคิดกับเครือข่ายบุคคลที่มีพื้นเพและมุมมองที่หลากหลายจะมีความคิดใหม่ๆกับมุมมองที่แตกต่าง และ 5) ทดลองนวัตกรรมจะใช้เวลาและพลังงานอย่างมากในการค้นหาและทดสอบความคิดกับเครือข่ายบุคคลที่มีพื้นเพและมุมมองที่หลากหลายจะมีความคิดใหม่ๆกับมุมมองที่แตกต่าง นวัตกรรมจะทำการทดลองและทดสอบความคิดใหม่ๆอยู่เสมอ นักทดลองจะสำรวจโลกในเชิงปัญหาและประสบการณ์และพิสูจน์สมมติฐานเป็นการกระตุ้นให้เกิดการสร้างสรรค์ นวัตกรรมต่างๆ

จากหนังสือ The 4 lenses of innovation : a power tool for creative thinking ของ Rowan Gibson (2015) กล่าวว่า แก่นของนวัตกรรมคือความคิดสร้างสรรค์ การสร้างและใช้ประโยชน์จากรูปแบบใหม่ๆ เพื่อจะเป็นนักนวัตกรรมที่ประสบผลสำเร็จจำเป็นต้องสามารถถอยหลังจากรูปแบบเดิมและเริ่มมองจากมุมมองที่ตึกว่าจำเป็นต้องมีเป็นกระบวนการที่คนและหลักปฏิบัติงานที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ในประวัติศาสตร์ที่ผ่านมาศิลปิน นักประดิษฐ์และนักนวัตกรรมผู้โดดเด่น แสดงการใช้รูปแบบหรือมุมมองความคิดแบบเดียวกันซึ่งต้องนำไปสู่ความสำเร็จทางความคิดสร้างสรรค์และการค้นพบแนวคิดอันยิ่งใหญ่อยู่เสมอ มุมมองเหล่านี้ได้แก่ 1) ทำทลายและโค่นล้มความเชื่อและข้อสันนิษฐานที่ยึดถือมาอยู่ยาวนาน 2) มองให้เห็นและใช้ประโยชน์จากพลังกระแสนิยมและการหยุดชะงักที่เพิ่งเกิดขึ้น 3) ต่อยอดความสามารถหลักและทรัพยากรที่มีอยู่มาใช้เพื่อสร้างผสมผสานหรือนำมาใช้ในบริบทใหม่ๆ และ 4) ค้นหาและรับมือกับความต้องการที่ยังไม่ได้รับและการตอบสนอง

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงนวัตกรรม (Innovative Thinking) สามารถสังเคราะห์ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม (Innovative Thinking) ได้คือการคิดสิ่งใหม่ๆ ที่ช่วยแก้ปัญหาหรือพัฒนาสิ่งใหม่ๆ ตอบสนองผู้คนหรือลูกค้า ด้วยผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือบริการใหม่ๆ หรือกระบวนการใหม่ ที่มีคุณค่า ปรับใช้ให้เกิดประโยชน์และสามารถสร้างคุณค่าและประโยชน์ได้ โดยใช้ทักษะที่นำเอา 1) ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) ไปใช้พัฒนาสิ่งที่มีประโยชน์ 2) สามารถสร้างเป็นนวัตกรรมได้ ต้องอาศัยการสร้างสรรค่นวัตกรรม (Development) และ 3) การประเมินคุณภาพ (Assessment)

5.5 ทักษะการสร้างสรรค่นวัตกรรม

ทักษะการสร้างสรรค่นวัตกรรมเป็นความชำนาญหรือความสามารถในการใช้กระบวนการทางความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการกระทำที่มีลักษณะเป็นลำดับขั้นตอน โดยใช้จินตนาการและการถ่ายทอดใช้ทักษะในการสร้างสิ่งที่มีเอกลักษณ์ ก่อให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งนวัตกรรมที่สร้างขึ้นใหม่หรือพัฒนาขึ้นซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของความคิด วิธีการ หรือสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ผลที่ได้จากนวัตกรรมสามารถผลิตเป็นรูปธรรมได้ สามารถสร้างและใช้ประโยชน์จากรูปแบบใหม่ๆ ที่สร้างขึ้น เพื่อจะเป็นนักนวัตกรรมที่ประสบผลสำเร็จได้จำเป็นต้องสามารถถอยหลังจากรูปแบบเดิม และเริ่มมองจากมุมมองที่ตึกว่าจำเป็นต้องมีเป็นกระบวนการที่คนและหลักปฏิบัติงานที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ซึ่งสอดคล้องกับ วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนาผล (2562) ทักษะการสร้างสรรค่นวัตกรรม เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ (Knowledge) จินตนาการ (Imagination) ความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) ความร่วมมือ (Collaborative) ทำให้เกิดนวัตกรรมที่อาจอยู่ในรูปแบบของความคิด วิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ โดยอาจเป็นสิ่งใหม่ทั้งหมดหรือใหม่เพียงบางส่วน และอาจใหม่ในบริบทใดบริบทหนึ่ง หรือในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง การให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ ได้ทักษะด้วยลงมือกระทำและการคิด นักเรียนได้สืบค้นรวบรวมความรู้จากแหล่งอ้างอิงที่เชื่อถือได้ สร้าง กระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับกลุ่มเพื่อน นำไปสู่การได้คำตอบที่มีทฤษฎีความรู้รองรับ เกิดจินตนาการสร้างกระบวนการพัฒนางานที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของตน และคนในสังคม วางแผนการทำงาน สืบค้นข้อมูล สร้างขั้นตอนและกระบวนการตามการอ้างอิงของทฤษฎีความรู้ สมมติฐานคำตอบ สรุปเป็นข้อค้นพบใหม่ในรูปผลงาน หรือนวัตกรรม เป็นกระบวนการที่นำไปสู่การ พัฒนาทักษะพื้นฐานการสร้างความรู้ ทักษะการดำรงชีวิต และพัฒนาคุณลักษณะของพลเมืองในศตวรรษที่ 21 โดยความหมายของทักษะ

ทักษะ (skills) คือ ความสามารถในการกระทำ การลงมือทำหรือการปฏิบัติ ซึ่งต้องอาศัยความรู้ ความคิดหรือประสบการณ์เป็นพื้นฐานในการ กระทำ และเมื่อกระทำแล้วมักเกิดความรู้ ความเข้าใจ เพิ่มขึ้นตามมา โดยทั่วไปเมื่อลงมือทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง วิธีการจะระบุขั้นตอนหรือกระบวนการในการทำ และลงมือทำตามวิธีการหรือขั้นตอนนั้น เกิดเป็นความชำนาญ จึงเกิดเป็น ทักษะในระดับต่างๆ กัน ดังนั้น ทักษะจึงหมายถึงความสามารถในการกระทำที่มีลักษณะ เป็นขั้นตอน คือ มีการดำเนินการ อย่างเป็นลำดับขั้นตอน หรือเป็นกระบวนการ (process) ทักษะจึงมีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ทักษะ กระบวนการ (process skills) ซึ่งต่อไปนี้จะใช้นี้ใช้คำนี้แทนคำว่า ทักษะ เพื่อให้เห็นลักษณะเด่นของทักษะ อย่างชัดเจน

5.6 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกอันเกิดจากความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลและการปฏิบัติการเพื่อให้เกิด ความชำนาญ และความคล่องแคล่วในการเสาะแสวงหาความรู้หรือแก้ปัญหาต่างๆ ได้โดยใช้วิธีการ ทางวิทยาศาสตร์ จากการปฏิบัติและการฝึกฝนจนชำนาญก่อให้เกิดเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่อยู่ใน ตัวของบุคคล ซึ่งสอดคล้องกับ วรณทิพา รอดแรงคำม และ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2542) ว่า กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา (Intellectual Skills) หรือเป็นทักษะการคิดที่ พฤติกรรมของบุคคลที่ใช้แก้ปัญหา สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น เพราะเป็นการ ทำงานของสมอง สอดคล้องกับ Good (1972) ได้แบ่งส่วนประกอบของวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ มโนคติ ข้อเท็จจริง ทฤษฎี และกฎต่างๆ และ ส่วนที่เป็นกระบวนการซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ ในส่วน Özgelen (2012) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะการคิดที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสร้างองค์ความรู้ เพื่อที่จะแก้ปัญหาและกำหนดผลลัพธ์ ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการคิดทางวิทยาศาสตร์และการคิดเชิง วิพากษ์เป็นคำที่ใช้อธิบายถึงทักษะเหล่านี้

นันทรัตน์ เครืออินทร์ (2556); วรณทิพา รอดแรงคำม และ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2542) ได้ กล่าวถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นสิ่งจำเป็นในการศึกษา วิทยาศาสตร์เพราะว่าการศึกษาศาสตร์จะต้องมีการค้นคว้า ทดลอง เพื่อหาข้อเท็จจริงและ พิสูจน์กฎเกณฑ์บางอย่าง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 13 ทักษะ โดยยึดตาม แนวของสมาคมเพื่อการพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for The Advancement of Science : AAAS) ทักษะที่ 1- 8 เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น พื้นฐาน และทักษะที่ 9 -13 เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง หรือขั้นผสม หรือขั้น บูรณาการ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้ามี 13 ทักษะดังนี้

1. การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง รวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์เพื่อค้นหาข้อมูลซึ่ง เป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น โดยไม่ใส่ความเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการ เปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็นได้จากวัตถุหรือเหตุการณ์นั้น ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้ ประกอบด้วย การชี้บ่ง และการบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง

หรือหลายอย่าง บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณและบรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้ ประกอบด้วย 1.1) ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและคุณสมบัติของสิ่งที่สังเกตเกี่ยวกับรูปร่าง รส เสียง การสัมผัส ซึ่งเป็นลักษณะหรือคุณสมบัติที่ยังไม่สามารถระบุออกมาเป็นตัวเลขแสดงปริมาณพร้อมหน่วยวัดมาตรฐานได้ 1.2) ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณ เช่น ขนาด อุณหภูมิ เป็นต้น อาจบอกโดยการกะประมาณและบอกหน่วยมาตรฐานไว้ และ 1.3) ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการปฏิสัมพันธ์ของสิ่งนั้นกับสิ่งอื่น จะช่วยให้การสังเกตครอบคลุมข้อมูลได้กว้างขวาง

2. การวัด (Measuring) หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือและการใช้เครื่องมือ นั้นทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่วัด แสดงวิธีใช้เครื่องมือวัดอย่างถูกต้องพร้อมทั้งบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือ รวมทั้งระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. การจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ และเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือนความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้ว ได้แก่การแบ่งพวกของสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้ นอกจากนั้นสามารถเรียงลำดับสิ่งของด้วยเกณฑ์ของตนเองพร้อมกับบอกได้ว่าผู้อื่นแบ่งพวกของสิ่งนั้นโดยใช้อะไรเป็นเกณฑ์

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา (Using Space/Time Relationships) สเปซของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่อยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้นโดยทั่วไปแล้วสเปซของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ ได้แก่ การชี้รูปร่าง 2 มิติ และ 3 มิติได้ สามารถวาดภาพ 2 มิติจากวัตถุหรือจากภาพ 3 มิติได้ ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลาความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา ได้แก่ การบอกตำแหน่งและทิศทางของวัตถุโดยใช้ตัวเองหรือวัตถุอื่นเป็นเกณฑ์ บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่ง เปลี่ยนขนาด หรือปริมาณของวัตถุกับเวลาได้

5. การคำนวณ (Using Numbers) หมายถึง การนำค่าที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่โดยการนับและนำตัวเลขที่แสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หหาร หรือการหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้ ได้แก่ การนับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง เช่น ใช้ตัวเลขแทนจำนวนในการนับได้ ตัดสินได้ว่าวัตถุในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือแตกต่างกัน เป็นต้น การคำนวณ เช่น บอกวิธีคำนวณคิดคำนวณ และแสดงวิธีคำนวณได้อย่างถูกต้อง และประการสุดท้ายคือ การหาค่าเฉลี่ย เช่น การบอกและแสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ยได้ถูกต้อง

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (organizing data and Communication) การจัดกระทำข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ

มาจัดกระทำเสียใหม่โดยอาศัยวิธีการต่างๆ เช่น การหาความถี่การเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท หรือการคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ดีขึ้น โดยอาจจะเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไตอะแกรม กราฟ สมการ การเขียนบรรยาย เป็นต้น การสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่จัดกระทำนั้นมาเสนอหรือแสดงให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น อาจนำเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไตอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย หรือย่อความพอสังเขป เป็นต้น

7. การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มความเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมและใช้กระบวนการทางสมองคิดค้นเกี่ยวกับความหมายของข้อมูลที่ได้รับมา ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้คือ การอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความเห็นให้กับข้อมูล โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนคำตอบหรือสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต หรือข้อมูลจากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎี ความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัว ขึ้นไปที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นมาช่วยสรุป เช่น การพยากรณ์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ซึ่งทำได้สองแบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์นอกเขตข้อมูลที่มีอยู่ เช่น การพยากรณ์ผลของข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นต้น

9. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ในการตั้งสมมติฐานหนึ่งๆ สำหรับตัวแปรนั้น หมายถึง สิ่งที่แปรเปลี่ยนค่าได้ เช่น อายุ ความสูง ประเภทของรถ อุณหภูมิ ระดับการศึกษา เป็นต้น ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่ ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะแปรตามไปด้วยตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ หมายถึง สิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่มีการควบคุมให้เหมือนกัน

10. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง เป็นคำตอบที่รอการพิสูจน์ สมมติฐานได้มาโดยอาศัยการสังเกตความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการกฎหรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานคือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มีกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามสมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนสมมติฐานหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการตั้งสมมติฐานคือ การบอกชื่อตัวแปรต้นซึ่งอาจมีผลต่อตัวแปรตาม และในการติดตั้งสมมติฐานต้องทราบตัวแปรจากปัญหาและสภาพแวดล้อมของตัวแปรนั้น สมมติฐานที่ตั้งขึ้นสามารถบอกให้ทราบถึงการออกแบบการทดลอง ซึ่งต้องทราบว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่

11. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร (Defining Variables Operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้

เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้ โดยให้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองและบอกวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองนั้น

12. การทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการ เพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบไปด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ 1) การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดสอบจริง 2) การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติจริงและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และ 3) การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่นๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง การบันทึกผลการทดลองอาจอยู่ในรูปตารางหรือการเขียนกราฟ ซึ่งโดยทั่วไปจะแสดงค่าของตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระบนแกนนอนและค่าของตัวแปรตามบนแกนตั้ง โดยเฉพาะในแต่ละแกนต้องใช้สเกลที่เหมาะสม พร้อมทั้งแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งของค่าของตัวแปรทั้งสองบนกราฟด้วยในการทดลองแต่ละครั้งจะเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์ตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง คือสามารถที่จะบอกชนิดของตัวแปรในการทดลองว่า ตัวแปรใดเป็นตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม หรือตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ในการทดลองหนึ่งๆ จะต้องมีตัวแปรตัวหนึ่งเท่านั้นที่มีผลต่อการทดลอง และเพื่อให้แน่ใจว่าผลที่ได้เกิดจากตัวแปรนั้นจริงๆ จำเป็นต้องควบคุมตัวแปรอื่นไม่ให้มีผลต่อการทดลอง ซึ่งเรียกตัวแปรนี้ว่าตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่

13. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion) การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต การใช้ตัวเลขเป็นต้น และการลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะการลงข้อสรุป คือ บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ เช่นการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบนกราฟ ถ้ากราฟเป็นเส้นตรงก็สามารถอธิบายได้ว่าเกิดอะไรขึ้นกับตัวแปรตามขณะที่ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง หรือถ้าลากกราฟเป็นเส้นโค้งให้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรก่อนที่กราฟเส้นโค้งจะเปลี่ยนทิศทาง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลังจากที่กราฟเส้นโค้งเปลี่ยนทิศทางแล้ว

5.7 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาความคิดของมนุษย์ทำให้ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้ สามารถคาดการณ์วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นพื้นฐานในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนเป็นพื้นฐานในการพัฒนาวิชาการอื่นๆ ดังนั้นในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนว่าผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิตและเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้นไป ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย 5 ทักษะ คือ

1. ทักษะกระบวนการ การแก้ปัญหา ทำความเข้าใจกับปัญหา ระบุประเด็นปัญหา สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ ตรวจสอบความถูกต้อง และความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหา ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา
2. ทักษะกระบวนการ การให้เหตุผล รวบรวมความรู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการการแก้ปัญหา เลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอน ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผล
3. ทักษะกระบวนการ การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ เลือกรูปแบบของการสื่อสาร การสื่อความหมายและนำเสนอด้วยวิธีการที่เหมาะสม ใช้ข้อความสมการ ศัพท์ที่เป็นสากล บันทึกผลงานทุกขั้นตอน สรุปสาระที่ได้จากการศึกษา เสนอความคิดเห็นที่เหมาะสมกับปัญหา
4. ทักษะกระบวนการ การเชื่อมโยง เปรียบเทียบความรู้ของแต่ละสาระ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น สรุปสาระสำคัญ
5. ทักษะกระบวนการ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ใช้ความรู้หรือมโนทัศน์เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ สร้างสรรค์ตัวแบบทางคณิตศาสตร์หรือชิ้นงานที่มีประโยชน์ต่อการเรียนรู้

5.8 การรู้เท่าทันเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ICT Literacy

การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นั้นจำเป็นจะต้องส่งเสริมความสามารถเพิ่มขึ้นจาก ทักษะเฉพาะด้าน องค์ความรู้ ความชำนาญและความสามารถในการเรียนรู้ด้านต่างๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนรอบรู้ มีความสามารถที่จำเป็นและหลากหลาย เพื่อใช้ชีวิตอยู่ในสังคม เครือข่ายการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 ได้ระบุนโยบายส่งเสริมให้นักเรียนได้รอบรู้ ทักษะการรู้หนังสือ (Literacy) มีความหมายกว้างมากกว่า การอ่านออก เขียนได้ และคิดเลขเป็น แต่เป็นการเข้าใจถึงความเป็นไปในเรื่องราวต่างๆที่เกิดขึ้นภายในโลกนี้ได้ การทักษะรู้ไอซีที ICT (Information Communication Technology) กำลังเพิ่มความสำคัญในชีวิตมนุษย์เป็นอย่างมากและพบเห็นได้ทั่วไปในสังคมปัจจุบัน เช่น การใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ การค้นหาข้อมูลในอินเทอร์เน็ต เป็นต้น กิจกรรมเหล่านี้ล้วนเกิดขึ้นได้ด้วยไอซีที ทักษะและความสามารถด้านไอซีทีเพื่อให้สามารถ ดำรงชีวิตอยู่ได้ในโลกที่เต็มไปด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร การรู้ไอซีทีได้มีบทบาทสำคัญเพิ่มขึ้นทุกวันเช่นจำแนก (Identify) ความสามารถในการเข้าใจ (Understand) ความสามารถในการตีความหมาย (Interpret) ความสามารถในการสร้างสรรค์ (Create) ความสามารถในการสื่อสาร (Communication) ความสามารถในการคำนวณตัวเลข (Compute) ความสามารถในการจัดพิมพ์ (Print) และความสามารถในการเขียน (Written material) นอกจากนี้ยังมีคำว่าจากทักษะการรู้ดิจิทัล (Digital Literacy) (สำนักบริหารงานกรมมัธยมศึกษาตอนปลาย, 2553) ที่มีความหมายมากกว่าทักษะด้านเทคโนโลยีอย่างง่าย ความเข้าใจรวมถึงทักษะที่ซับซ้อนมากขึ้น องค์ประกอบและการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างความหลากหลายของเนื้อหา ทักษะและความรู้ที่จะใช้ความหลากหลายของการใช้งานซอฟต์แวร์สื่อดิจิทัลและอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ เช่น คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ และเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตความสามารถในการเข้าใจสื่อดิจิทัลเนื้อหาการใช้งานและความรู้ความสามารถในการสร้างด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ลักษณะความรู้สามารถดิจิทัล มี 3 ประการคือ 1) ใช้ (Use) แสดงถึงความคล่องแคล่วทางเทคนิคที่จำเป็นในการใช้กับคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตรวมถึงความสามารถในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ 2) เข้าใจ (Understand) คือความสามารถที่จะเข้าใจ

บริบทที่เกี่ยวข้อง และประเมินสื่อดิจิทัล ตระหนักถึงความสำคัญของการประเมินผล การทำความเข้าใจดิจิทัลเนื้อหาของสื่อ และการประยุกต์ใช้ การมีส่วนร่วมในสังคมเต็มรูปแบบดิจิทัล ความรับผิดชอบในการไปถึงทรัพย์สินทางปัญญา และ3) สร้างสรรค์ (Create) ความสามารถในการสร้างเนื้อหา มีประสิทธิภาพ การติดต่อสื่อสารโดยใช้ความหลากหลายของสื่อดิจิทัลเป็นเครื่องมือ การสร้างสื่อดิจิทัลมีความหมาย ไม่เพียงแต่สร้างความชำนาญทางด้านเทคโนโลยีเท่านั้น แต่ยังคำนึงถึงจริยธรรม การปฏิบัติทางสังคมและการสะท้อนสิ่งที่ฝังอยู่ในการเรียนรู้ การใช้เวลาว่าง และการใช้ชีวิตประจำวัน

ความหมายของการทักษะรู้ไอซีที องค์การยูเนสโก (The United Nations Educational, 2005) ยังอธิบายเพื่อให้เข้าใจการรู้เท่าทัน (Literacy) ไว้เพิ่มเติม ดังนี้

1. การรู้เท่าทัน คือ ทักษะ หมายถึง ทักษะพื้นฐานในการอ่าน เขียน และการพูด เช่น การอ่านจับใจความ การอ่านเขียนเพื่อความเข้าใจ การใช้ภาษาพูดในการสื่อสารโต้ตอบเพื่อการถ่ายทอดและความเข้าใจระหว่างกัน แต่เมื่อการรู้เท่าทันถูกนำไปใช้ร่วมกับคำอื่น ความหมายจึงขยายความออกไปถึงความสามารถในคำนั้นๆ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่ารวมถึงความสามารถในการ “อ่านโลก”(Reading the World) เช่น เทคโนโลยี (Technology) สุขภาพ (Health) สารสนเทศ (Information) และวิทยาศาสตร์ (Scientific) เป็นต้น การอ่านในที่นี้ไม่ได้มีความหมายเพียงแต่การอ่านที่หมายถึงการถอดรหัส (Decoding) หรือการเข้าใจคำ (Understanding) เท่านั้น แต่เป็นความสามารถในการเปรียบเทียบข้อมูล ตีความสัญลักษณ์ (Sign) สัญลักษณ์ รูปภาพ และเสียง หรือจากป้ายโฆษณาสั้นๆ

2. การรู้เท่าทัน คือ การประยุกต์ และการปฏิบัติ กล่าวคือความสามารถในการประยุกต์และปฏิบัติเป็นทักษะพื้นฐานที่บุคคลจะต้องได้รับการฝึกฝน ซึ่งเป็นการนำข้อมูล และความรู้ที่ผ่านกระบวนการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

3. การรู้เท่าทัน คือ กระบวนการเรียนรู้ หมายถึง บุคคลที่พยายามเรียนรู้สิ่งที่หลากหลายเป็นบุคคลที่รู้รอบด้าน (Literate) หลักการสำคัญของการรู้เท่าทันในข้อนี้ คือ การเรียนรู้จากการลงมือทำงานและการเรียนรู้บนพื้นฐานที่มากกว่าการเรียนรู้ที่ได้จากการเรียนในห้องเรียนด้านการสร้างความรู้ด้วยตนเอง(Constructivist)

4. การรู้เท่าทัน คือ ข้อความ (Text) หมายถึง การรู้เท่าทันในเรื่องราวหรือภาษาที่มีความซับซ้อน เช่น ความสามารถในการสังเคราะห์ทางภาษา หรือการวิเคราะห์ห้วงทฤษฎี การกลั่นกรองพฤติกรรม และแปลความหมายในเชิงของอำนาจทางสังคม ซึ่งเป็นการตีความการรู้เท่าทันในเชิงของนักสังคมศาสตร์

Gordon, Johnston, March & Ljungdahl (2005) กล่าวว่า การรู้เท่าทันประกอบด้วย ความเข้าใจของความสัมพันธ์ระหว่างตัวอักษรและเนื้อหา ที่เกี่ยวข้องกับการรวมกันระหว่าง การพูด การฟังและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการอ่านและเขียน

ยีน ภู่วรรณ และ สมชาย นำประเสริฐชัย (2546) กล่าวสรุปเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเข้ามามีบทบาทต่อการจัดการเรียนการสอนมาก ทำให้เข้าถึงแหล่งความรู้และแหล่งข้อมูลได้มาและรวดเร็ว จัดเก็บข้อมูลและความรู้จำนวนมากร่วมกับเครือข่ายระบบสื่อสารโทรคมนาคม และมีบทบาทที่สำคัญต่อการเรียนรู้ได้แก่ 1) มีการเชื่อมโยงระบบการเรียนรู้ระหว่างครูเป็นศูนย์กลางและนักเรียนเป็นศูนย์กลางเข้าด้วยกันโดยเน้นข้อดีทั้งสองแบบมาผสมผสานการเรียนแบบร่วมมือกัน

2) สร้างระบบการเรียนรู้แบบอะซิงโครนัส ไม่ยึดติดกับเวลา สามารถเรียนรู้ผ่านเครือข่ายไม่ยึดติดกับสถานที่และบุคคล การเข้าถึงแหล่งความรู้ เช่น เรียนรู้แบบออนไลน์ผ่านเครือข่าย 3) ลดระยะทางและลดช่องว่างระหว่างส่วนกลางกับภูมิภาคทำให้มีระบบการเรียนการสอนทางไกล การเรียนการสอนผ่านเครือข่าย 4) สร้างระบบการเรียนรู้ตามอัธยาศัย เรียนรู้ผ่านสื่อต่างๆ 5) เชื่อมโยงเครือข่ายการเรียนรู้ โดยประสานความร่วมมือระหว่างครู นักเรียนและผู้ปกครองเข้าด้วยกัน ผ่านเครือข่ายเพื่อความใกล้ชิดระหว่างบ้านกับโรงเรียนด้วยเทคโนโลยีต่างๆ 6) ขยายโอกาสทางการเรียนรู้ คือให้บุคคลมีสิทธิและโอกาสทางการเรียนเสมอภาค 7) การศึกษาแบบเสมือนจริง เช่น การสร้างห้องเรียนเสมือนจริง ห้องเรียนเครือข่าย 8) รวบรวมแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ ซึ่งได้แก่ สื่อสมัยใหม่ มัลติมีเดีย ห้องสมุดดิจิทัล อินเทอร์เน็ต เว็บเพจ โฮมเพจรายวิชาและแหล่งข้อมูลต่างๆ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ 9) สนองตอบด้วยเวลาและขอบเขต เป็นการเน้นให้ใช้เวลากับการเรียนรู้สั้นลงขอบเขตของการเรียนรู้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น 10) เปิดประตูสู่โลกกว้าง โดยเฉพาะอินเทอร์เน็ตช่วยให้ก้าวสู่โลกกว้าง การเรียนรู้สมัยใหม่จึงเน้นวิธีการแสวงหาและแยกแยะในสิ่งที่ต้องการได้เร็ว เช่น ระบบการค้นหาด้วยคอมพิวเตอร์

กิดานันท์ มลิทอง (2543) กล่าวว่าทักษะในศตวรรษที่ 21 ไปด้วยกันหลายอย่าง เป้าหมายด้านผู้เรียน (Learner Aspirations) ที่สำคัญด้านหนึ่งคือ ทักษะการรู้เท่าทันเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT Literacy) ซึ่งเรียกอีกว่า การรู้ไอซีที เป็นความสำคัญอย่างหนึ่งในปัจจุบันไม่น้อยไปกว่าการรู้หนังสือเพราะการรู้ไอซีทีเป็นการทำให้บุคคลสามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อผลทางการปฏิบัติในสังคมแห่งความรู้ เพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพในการเรียน การทำงาน และการดำรงชีวิตได้อย่างเหมาะสม นอกจากนั้น การรู้ไอซีทียังช่วยขจัดความเหลื่อมล้ำด้านดิจิทัลเพื่อให้บุคคลสามารถเข้าถึงและมีโอกาสใช้เทคโนโลยีอย่างเท่าเทียมกัน

จากความหมายของทักษะการรู้เท่าทันเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT Literacy) ดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปความหมายได้ว่าหมายถึง ความสามารถในการเข้าใจความหมาย วิเคราะห์ ตีความ จำแนก เชื่อมโยง รวมถึงประเมินข้อมูลต่างๆทั่วไป กระบวนการ หรือเทคโนโลยีที่สลับซับซ้อนในสังคมแห่งความรู้ เพื่อนำไปสู่การประยุกต์ใช้ข้อมูล กระบวนการ หรือเทคโนโลยีได้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งการรู้เท่าทันจะเกิดขึ้นได้เมื่อได้รับการเรียนรู้ ผึกฝน และฝึกปฏิบัติ ซึ่งในการรู้เท่าทันจะสามารถพัฒนาศักยภาพของตนเองโดยการเรียนรู้สิ่งต่างๆด้วยตนเองและสามารถนำข้อมูลต่างๆตลอดจนประสบการณ์ที่ได้รับการฝึกฝนแก้ไขปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในสังคมแห่งความรู้ได้

ทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ความรู้พื้นฐานด้านไอซีที (ICT: Information, Communication and Technology Literacy) ประกอบด้วย ประสิทธิภาพของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี (Apply Technology Efficiency) โดย

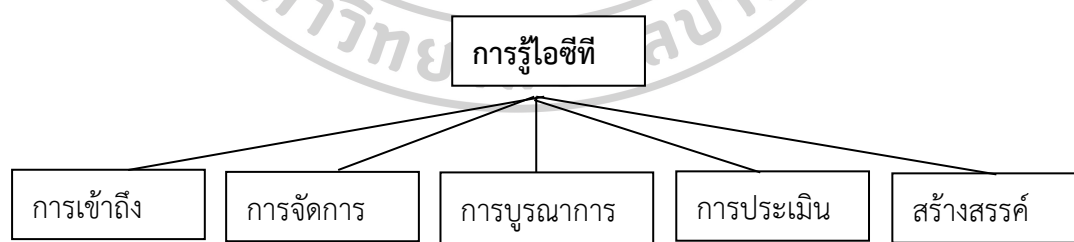
1. ใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือเพื่อการวิจัย การจัดการองค์กร การประเมินและการสื่อสารทางสารสนเทศ
2. ใช้เทคโนโลยีดิจิทัล (คอมพิวเตอร์, PDAs, Media Players และอื่นๆ) ในการสื่อสาร และการสร้างเครือข่าย รวมทั้งการเข้าถึงสื่อทางสังคม (Social Media) ได้อย่างเหมาะสม
3. มีความรู้พื้นฐานในการประยุกต์ใช้ ICT ได้ตามกรอบแห่งคุณธรรมจริยธรรมที่มีข้อมูลหลากหลายรอบด้าน

กุลชัย กุลตวนิช (2557) ทำวิจัยเรื่องระบบการเรียนบนห้องเรียนเสมือนแบบคลาวด์ตามแนวคิดการเรียนรู้ คอนเน็คติวิสม์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สารสนเทศและการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการรู้สารสนเทศสำหรับนิสิตนักศึกษาปริญญาตรีซึ่งมีมาตรฐานการเรียนรู้สารสนเทศสำหรับนิสิตนักศึกษาปริญญาตรีนั้นอาจแบ่งออกตามลักษณะของความสามารถร่วมกันได้ 5 ลักษณะ ได้แก่ 1) การกำหนดและเข้าถึงสารสนเทศ 2) การประเมินและจัดการสารสนเทศ 3) การประยุกต์ใช้สารสนเทศ 4) การสื่อสารด้วยสารสนเทศ และ 5) การมีจริยธรรมในการใช้สารสนเทศ

องค์การการศึกษาของ UNESCO (Pernia, 2008) ได้ออกแบบการใช้เครื่องมือ ICT ในการระบุและแสดงถึงความต้องการข้อมูลได้อย่างเหมาะสม มี 6 ด้าน ดังนี้

1. การเข้าถึง (Access) : รู้และรู้วิธีเก็บรวบรวม ดึงข้อมูลในสภาพแวดล้อมแบบดิจิทัล นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการพัฒนากลยุทธ์การค้นหาเพื่อค้นหาข้อมูลภายในฐานข้อมูลต่างๆ
2. จัดการ (Manage) : จัดระเบียบข้อมูลลงในแผนการจัดการประเภทที่มีอยู่
3. ประเมิน (Evaluate) : สะท้อนให้เห็นถึงการตัดสินใจเกี่ยวกับคุณภาพ ความเกี่ยวข้อง ประโยชน์ ประสิทธิภาพ และทันเวลาของข้อมูล
4. บูรณาการ (Integrate) : การตีความสรุปการวาดข้อสรุปการเปรียบเทียบและการตัดกัน ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลดิจิทัลหลายแห่ง
5. สร้าง (Create) : สร้างข้อมูลและความรู้ใหม่ โดยการปรับประยุกต์ใช้การออกแบบการประดิษฐ์หรือแสดงข้อมูลในสภาพแวดล้อม ICT
6. สื่อสาร (Communicate) : การถ่ายทอดข้อมูลและความรู้ไปยังบุคคลและ / หรือกลุ่มต่างๆ

กิดานันท์ มลิทอง (2543) และ James Bellance และ Ron Brandt (2554) กล่าวว่า องค์ประกอบของการรู้ไอซีที 5 ประการ เป็นกลุ่มของความรู้และทักษะที่มีการเพิ่มพูนความรู้และความเชี่ยวชาญเชิงซ้อนจนไปสู่การปฏิบัติในสังคมฐานความรู้ (Knowledge based society) ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การเพิ่มพูนความรู้และความเชี่ยวชาญเชิงซ้อนในการรู้ไอซีที

ประกอบด้วย 1) การเข้าถึง (Access) หมายถึง วิธีเข้าถึง การสืบค้น และการจัดเก็บสารสนเทศ 2) การจัดการ (Manage) หมายถึง การใช้แบบแผน (Scheme) ที่มีการจัดลำดับไว้เรียบร้อยแล้ว 3) การบูรณาการ (Integrate) หมายถึง การเชื่อมโยงสารสนเทศที่เป็นองค์รวม ตลอดจนการสรุปและเปรียบเทียบสารสนเทศ 4) การประเมิน (Evaluate) หมายถึง การตัดสินใจเกี่ยวกับ

คุณภาพ ความเกี่ยวข้อง การใช้ประโยชน์ หรือประสิทธิภาพของสารสนเทศ 5) สร้างสรรค์ (Create) หมายถึง สร้างสรรค์สารสนเทศโดยการปรับแต่ง ออกแบบประดิษฐ์ หรือนิพนธ์สารสนเทศขึ้นมาใหม่ นอกจากนี้ ยังมีกลุ่มพื้นฐานทักษะและความรู้ที่เป็นฐานหนุของการรู้ไอซีที ได้แก่ ความเชี่ยวชาญด้านความรู้ และความเชี่ยวชาญด้านเทคนิค

1. ความเชี่ยวชาญด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognitive Proficiency) เป็นทักษะพื้นฐานอันพึงมีในชีวิตประจำวัน ได้แก่ การอ่านออกเขียนได้ การคำนวณ การแก้ปัญหา และการรู้ทางทัศนะ (Visual literacy)

2. ความเชี่ยวชาญด้านเทคนิค (Technical Proficiency) เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของการรู้ดิจิทัล (Digital Literacy) ซึ่งรวมถึงความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์โปรแกรม เครือข่ายอินเทอร์เน็ต และส่วนประกอบต่างๆ ของเทคโนโลยี

3. ความเชี่ยวชาญด้านไอซีที (ICT Proficiency) เป็นการบูรณาการและประยุกต์ใช้ทักษะด้านความรู้ความเข้าใจและเทคนิค ความเชี่ยวชาญด้านไอซีทีจะทำให้บุคคลเพิ่มความสามารถด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารได้มากที่สุด ซึ่งในระดับสูงสุดของความเชี่ยวชาญด้านนี้จะมีผลลัพธ์ไปถึงการสร้างนวัตกรรม รวมถึงการเปลี่ยนแปลงในตัวบุคคลและสังคมด้วย

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของการรู้เท่าทันเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสามารถสังเคราะห์ขั้นตอนได้ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การสังเคราะห์องค์ประกอบของการรู้เท่าทันเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT Literacy)

แนวคิดที่เกี่ยวข้อง			องค์ประกอบของICT Literacy
กิตานันท์ มลิทอง(2543)	UNESCO(2008)	กุลชัย กุลตวนิช(2557)	
การเข้าถึง	การเข้าถึง	การเข้าถึง	การเข้าถึง
การจัดการ	การจัดการ	การประเมิน	การจัดการ
การบูรณาการ	การบูรณาการ	การมีจริยธรรมในการใช้	การบูรณาการ
การประเมิน	การประเมิน		การประเมิน
สร้างสรรค์	สร้าง	การประยุกต์ใช้	สร้างสรรค์
	สื่อสาร		

สรุปองค์ประกอบของการรู้เท่าทันเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เป็นความสามารถในการเข้าใจความหมาย วิเคราะห์ จำแนก เชื่อมโยง รวมถึงประเมินข้อมูลต่างๆ ทั่วไป ใช้เทคโนโลยีที่สลับซับซ้อนในสังคมแห่งความรู้ เพื่อนำไปสู่การประยุกต์ใช้ข้อมูล กระบวนการ หรือเทคโนโลยีได้ในชีวิตประจำวัน ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบคือ 1)การเข้าถึง (Access) หมายถึง วิธีเข้าถึง การสืบค้น และการจัดเก็บสารสนเทศ 2) การจัดการ (Manage) หมายถึง การใช้แบบแผน (Scheme) ที่มีการจัดลำดับไว้เรียบร้อยแล้ว 3) การบูรณาการ (Integrate) หมายถึง การเชื่อมโยงสารสนเทศที่เป็นองค์รวม ตลอดจนการสรุปและเปรียบเทียบสารสนเทศ 4) การประเมิน (Evaluate) หมายถึง การตัดสินใจเกี่ยวกับคุณภาพ ความเกี่ยวข้อง การใช้ประโยชน์ หรือประสิทธิภาพของสารสนเทศ และ 5) สร้างสรรค์ (Create) หมายถึง สร้างสรรค์สารสนเทศโดยการปรับแต่ง ออกแบบประดิษฐ์ หรือนิพนธ์สารสนเทศขึ้นมาใหม่รวมถึงการถ่ายทอดข้อมูลและความรู้ต่างๆ

5.9 ทักษะการรู้เท่าทันเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT Literacy Assessment)

น้ำทิพย์ วิภาวิน (2552) กล่าวว่าแบบทดสอบเพื่อประเมินมาตรฐานการรู้เท่าทันเทคโนโลยีสารสนเทศ (ICT Literacy Assessment หรือ Skills) ประกอบด้วย 6 ด้านคือ 1) การเข้าถึง (Access) เข้าใจกลยุทธ์การค้นหา และสามารถใช้คำค้นหาสารสนเทศที่ต้องการได้ 2) การจัดการ (Manage) การจัดระบบเนื้อหา และบทวิจารณ์จากแหล่งข้อมูลต่างๆการเชื่อมโยง 3) (Integrate) เชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับบทวิจารณ์ หนังสือ และแหล่งความรู้อื่นๆ 4) การประเมินผล (Evaluate)การประเมินผลความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล 5) การจัดลำดับเนื้อหา (Construct)สามารถจัดลำดับสารสนเทศที่ได้จากการค้นหา ไว้ในรูปแบบที่ใช้งานได้ และ 6) การสื่อสาร (Communicate) สามารถติดต่อกับร้านค้าออนไลน์ และนำเสนอผลงานแก่บุคคลอื่นได้

สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย (2553) ได้ให้นิยามการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเป็นเครื่องมือพัฒนากระบวนการเรียนรู้และการคิด การส่งเสริมทักษะด้านข้อมูลข่าวสาร (Information Skills) เป็นกระบวนการส่งเสริมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ ผลงานหรือหาคำตอบด้วยตนเอง จึงมีประโยชน์มากและใช้ในการเรียนรู้ทุกกลุ่มสาระและทุกรายวิชา ทักษะที่สำคัญ มี 8 ประการ คือ 1) การสืบค้นข้อมูล (Searching) การมุ่งให้ผู้เรียนสามารถค้นหาข้อมูลที่ต้องการให้พบ 2) การตั้งคำถาม (Questioning) การกระตุ้นส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดค้นหาประเด็นหรือปัญหาที่สงสัยหรือต้องการคำตอบด้วยตนเองอย่างอิสระ แทนที่ครูจะเป็นผู้กำหนดหรือสั่งการ 3) การวางแผน (Planning) การส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักวางแผน กำหนดเป้าหมายและข้อมูลที่ต้องการไว้ล่วงหน้าจะให้นักเรียนสามารถเลือกแหล่งข้อมูลที่มีคุณภาพน่าเชื่อถือสูงได้ด้วยตนเอง และมีประสิทธิภาพ ประหยัดเวลา 4) การรวบรวมจัดระเบียบ (Gathering) การรวบรวมสะสมข้อมูลและจัดระเบียบ จัดประเภทข้อมูลที่สำคัญเอาไว้เพื่อนำมาเรียกใช้ได้ด้วยตนเอง 5) การเชื่อมโยงจัดโครงสร้าง (Sorting) เป็นทักษะที่มีความต่อเนื่องจากการจัดระเบียบข้อมูล โดยการกำหนดเค้าโครงหรือโครงสร้างข้อมูลที่สัมพันธ์กันหรือเป็นเรื่องราวสอดคล้องมาเชื่อมโยงกันหรือจัดเข้าชุดเดียวกัน 6) การสังเคราะห์สร้างสรรค์ (Synthesizing) เป็นความสามารถในการแสดงมุมมองความคิดการตัดสินใจ ตลอดจนสร้างผลงานที่ใช้ภาษา คำพูดคำอธิบาย หรือชิ้นงานที่เป็นตัวของตัวเอง 7) การประเมิน (Evaluation) นักเรียนจะตรวจสอบ ทบทวนข้อค้นพบประเด็นคำตอบและตัดสินใจ เพื่อประเมินว่าข้อมูลความรู้ที่ค้นพบนั้นเหมาะสม เป็นประโยชน์มากน้อยเพียงใด และ 8) การนำเสนอรายงาน (Reporting) รายงานข้อค้นพบหรือแสดงผลงานที่สร้างสรรค์ขึ้นมาด้วยตนเอง

กิตติพงษ์ พุ่มพวง (2558) ได้ทำวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนอีเลิร์นนิ่งด้วยการเรียนรู้ร่วมกันผ่านสังคมออนไลน์เพื่อพัฒนาทักษะการรู้สารสนเทศ สำหรับผู้เรียนระดับปริญญาตรีคณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ โดยมีแบบประเมินการรู้สารสนเทศ 5 มาตรฐาน

มาตรฐานที่ 1 : ผู้เรียนเป็นผู้รู้สารสนเทศสามารถกำหนดชนิดและขอบเขตของสารสนเทศและแหล่งที่ต้องการได้ สามารถกำหนดชนิดและขอบเขตอธิบาย จำแนกประเภทและรูปแบบของแหล่งสารสนเทศ และสารสนเทศที่น่าเชื่อถือต่างๆได้ พิจารณาประโยชน์

มาตรฐานที่ 2 : ผู้เรียนเป็นผู้รู้สารสนเทศสามารถเข้าถึงสารสนเทศโดยใช้เทคโนโลยีตามที่ต้องการอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล เลือกรูปแบบการค้นหาอย่างมีประสิทธิภาพ สร้างและออกแบบกลยุทธ์ในการสืบค้นได้ เป็นผู้รู้สารสนเทศสามารถใช้สารสนเทศได้

มาตรฐานที่ 3 : ผู้เรียนที่เป็นผู้รู้สารสนเทศ สามารถประเมินสารสนเทศและแหล่งที่มาอย่างมีวิจารณญาณ และสามารถเชื่อมโยงสารสนเทศและใช้เครื่องมือเทคโนโลยีที่ตนมีอยู่ได้ สามารถสรุปใจความสำคัญที่ได้มาจากสารสนเทศ กำหนดและประยุกต์ใช้เกณฑ์ ในการประเมินสารสนเทศ สังเคราะห์ใจความสำคัญ เข้าใจและตีความสารสนเทศเพื่อการอภิปรายกับบุคคลอื่น

มาตรฐานที่ 4 : ผู้เรียนหรือสมาชิกของกลุ่มสามารถใช้สารสนเทศในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ใช้สารสนเทศที่มีอยู่เดิมและที่ได้มาใหม่ในการวางแผนและสร้างสารสนเทศขึ้นใหม่ได้นำสารสนเทศที่ผลิตขึ้นใหม่โดยใช้สารสนเทศ ใช้ในการสื่อสารกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

มาตรฐานที่ 5: ผู้เรียนที่เป็นผู้รู้สารสนเทศมีความเข้าใจในการใช้และการเข้าถึงสารสนเทศ รวมถึงการใช้สารสนเทศอย่างถูกต้องตามหลักจริยธรรมและกฎหมาย มีความเข้าใจเกี่ยวกับจริยธรรมกฎหมายเกี่ยวกับสารสนเทศ ปฏิบัติตามกฎหมาย ระเบียบนโยบายขององค์กรจรรยาบรรณ ใช้สารสนเทศและแหล่งสารสนเทศต่างๆ ในการสื่อสารและเผยแพร่ผลงานได้

Eisenberg & Berkowitz (2560) ได้เสนอทักษะการรู้สารสนเทศเพื่อการแก้ปัญหา (Big Six Skill) ประกอบด้วยทักษะของการรู้สารสนเทศที่ผู้เรียนควรรู้ ซึ่งแบ่งออกเป็นหมวดหมู่ได้ 6 ทักษะ ดังนี้คือ ทักษะที่ 1 การกำหนดความต้องการสารสนเทศ (Task definition) ทักษะที่ 2 การใช้กลยุทธ์ในการสืบค้นสารสนเทศ (Information seeking strategies) ทักษะที่ 3 การกำหนดแหล่งสารสนเทศและการเข้าถึงสารสนเทศ (Location and access) ทักษะที่ 4 การใช้สารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพ (Use of information) ทักษะที่ 5 การสังเคราะห์สารสนเทศ (Synthesizing) และ ทักษะที่ 6 การประเมินสารสนเทศ (Evaluation)

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะการรู้เท่าทันเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สามารถสังเคราะห์ขั้นตอนได้ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การสังเคราะห์ทักษะการรู้เท่าทันเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ICT Literacy

แนวคิดที่เกี่ยวข้อง				ทักษะการรู้ ICT Literacy
นำทิพย์ วิภาวิน (2552)	สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย(2553)	กิตติพงษ์ พุ่มพวง และธนกร ชันหเขตต์(2558)	Eisenberg และ Berkowitz (2560)	
การเข้าถึง	การสืบค้นข้อมูล	ผู้รู้สารสนเทศ	การกำหนดความต้องการสารสนเทศ	การเข้าถึง
การจัดการ	การตั้งคำถาม		การใช้กลยุทธ์ในการสืบค้นสารสนเทศ	
เชื่อมโยงเนื้อหา	การวางแผน		การกำหนดแหล่งสารสนเทศและการเข้าถึงสารสนเทศ	เชื่อมโยงเนื้อหา

แนวคิดที่เกี่ยวข้อง				ทักษะการรู้ ICT
	การรวบรวมจัด ระเบียบ	เข้าถึงสารสนเทศ	การใช้สารสนเทศ อย่างมี ประสิทธิภาพ	
การจัดลำดับเนื้อหา	การเชื่อมโยงจัด โครงสร้าง		การสังเคราะห์ สารสนเทศ	
การประเมินผล	การสังเคราะห์ สร้างสรรค์	ประเมินสารสนเทศ	การประเมิน สารสนเทศ	การประเมิน สารสนเทศ
	การประเมิน			
การสื่อสาร	การนำเสนอ รายงาน	ใช้สารสนเทศใน การแก้ปัญหา	ความเข้าใจในการใช้ สารสนเทศ	
		เข้าใจในการใช้		

สรุปว่า ทักษะการรู้เท่าทันเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เป็นกระบวนการส่งเสริมการเรียนรู้เพื่อให้สามารถสร้างความรู้ ผลงานหรือหาคำตอบด้วยตนเอง จึงมีประโยชน์มากและใช้ในการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่

1. การเข้าถึง ผู้เรียนสามารถค้นหาข้อมูลที่ต้องการให้พบ วิธีเข้าถึง การสืบค้น และการจัดเก็บสารสนเทศ ค้น และสามารถหาคำค้นหาสารสนเทศที่ต้องการได้
2. การประเมินสารสนเทศ นักเรียนจะตรวจสอบ การจัดระบบเนื้อหา ทบทวนข้อค้นพบ ประเด็นคำตอบและตัดสินใจ เพื่อประเมินว่าข้อมูลความรู้ที่ค้นพบนั้นเหมาะสม
3. เชื่อมโยงเนื้อหา นักเรียนมีการเชื่อมโยงสารสนเทศที่เป็นองค์รวม ตลอดจน การสรุปและเปรียบเทียบสารสนเทศ เชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับทิวทัศน์ หนังสือ และจากแหล่งข้อมูลต่างๆ
4. การใช้สารสนเทศ นักเรียนรวบรวมสะสมข้อมูลและจัดระเบียบ จัดประเภทข้อมูลที่สำคัญๆเอาไว้เพื่อนำมาใช้ได้ด้วยตนเอง สามารถจัดลำดับสารสนเทศที่ได้จากการค้นหา ไว้ในรูปแบบที่ใช้งานได้
5. ความเข้าใจในการใช้สารสนเทศ นักเรียนทบทวนข้อค้นพบประเด็นคำตอบและตัดสินใจ เพื่อประเมินว่าข้อมูลความรู้ที่ค้นพบนั้นเหมาะสม การเข้าถึงสารสนเทศ การใช้สารสนเทศอย่างถูกต้องตามหลักจริยธรรมและกฎหมาย มีความเข้าใจเกี่ยวกับจริยธรรมกฎหมายเกี่ยวกับสารสนเทศ

5.10 ทักษะการสร้างสรค์นวัตกรรม

ทักษะการสร้างสรค์นวัตกรรม เป็นการคิดสิ่งใหม่ๆ ที่ช่วยแก้ปัญหา หรือพัฒนาสิ่งใหม่ๆ ตอบสนองผู้คน ด้วยผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือบริการใหม่ๆ หรือกระบวนการใหม่ ที่มีคุณค่า และสามารถสร้างคุณค่าและประโยชน์ได้ เป็นการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์จริง การเรียนรู้เนื้อหาไปพร้อมๆ กับการใช้ประโยชน์ในสถานการณ์จริง จึงให้ ผลการเรียนรู้ที่ลึกและเชื่อมโยงจริงจัง

Anthony (2012) อธิบายถึงการมีทักษะการสร้างนวัตกรรมไว้ว่าประกอบด้วย 4 หัวข้อคือ

- 1) การค้นหาโอกาส
 - 1.1) ระบุลูกค้าเป้าหมาย
 - 1.2) ระบุปัญหา
 - 1.3) ค้นหาสัญญาณที่บ่งบอกความพึงพอใจ
- 2) การสร้างพิมพ์เขียวของความคิด
 - 2.1) ใช้ข้อมูลจากหลายแหล่ง
 - 2.2) ระบุความคิด
 - 2.3) จัดทำพิมพ์เขียวความคิด
- 3) การประเมินและทดสอบความคิด
 - 3.1) ประเมินศักยภาพความคิด
 - 3.2)

ระบุข้อมูลสมมุติฐาน 3.3) ออกแบบการทดลอง 3.4) สรุปผลจากการทดลองให้ถูกต้อง และ 4) การดำเนินในขั้นตอนต่อไป 4.1) บริหารทรัพยากรให้มีความคืบหน้ามากที่สุด 4.2) ระบุสิ่งที่คุณควรกระทำ 4.3) ออกแบบกลไกป้องกันการสูญเสียโอกาส 4.4) สร้างหลักสูตรฝึกอบรมเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒผล (2558) ทักษะการสร้างสรรคและนวัตกรรมมีองค์ประกอบหลัก 3 ประการ ได้แก่ 1) การคิดอย่างสร้างสรรค์ เป็นคิดริเริ่มในสิ่งที่เป็นประโยชน์ ใช้เทคนิควิธีการคิดอย่างหลากหลายอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลและความรู้ แสดงความคิดของตนเองต่อผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการประเมินและปรับปรุงความคิดของตนเอง 2) การทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์ สื่อสารความคิดของตนเองกับผู้อื่น ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เปิดรับและตอบสนองความคิดเห็นใหม่ๆของบุคคลอื่น แสดงความคิดริเริ่มในการปฏิบัติงาน และปรับให้สอดคล้องกับบริบท ร่วมกับบุคคลอื่นด้วยความร่วมมือร่วมใจ แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับบุคคลอื่น เคารพความคิดของคนอื่น และ 3) การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ วางแผนดำเนินการพัฒนานวัตกรรมที่สืบเนื่องมาจากคิดคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมตามแผนที่กำหนดไว้ ประเมินคุณภาพของนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น ปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องของนวัตกรรมให้ดีขึ้น

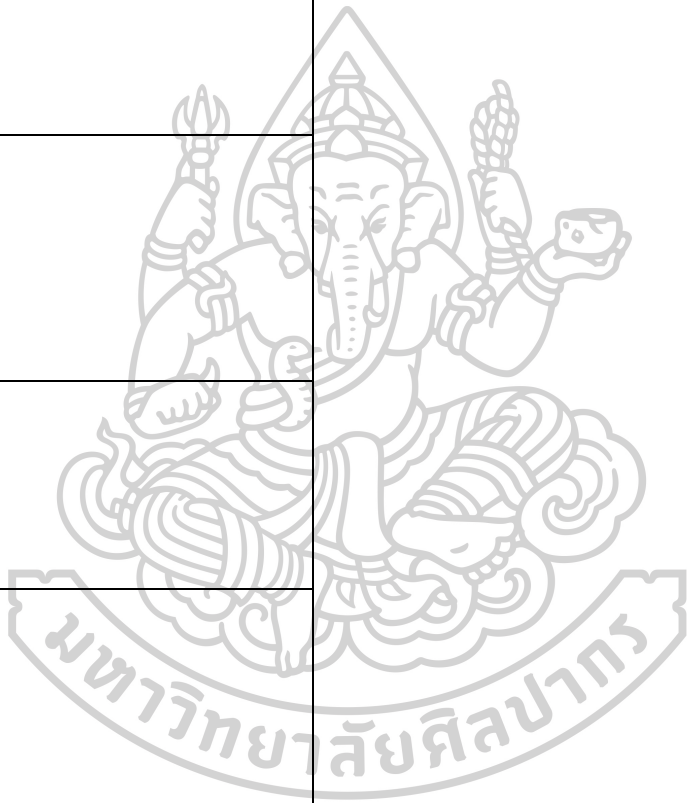
จิราพร รอดพ่วง (2559) ได้สร้างแบบประเมินทักษะการสร้างสรรคนวัตกรรมของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ มีทั้งหมด 4 องค์ประกอบ ประกอบด้วย 1) การระบุปัญหาที่เป็นจุดเริ่มต้นในการสร้างนวัตกรรม มี 4 ตัวบ่งชี้ คือ ระบุและระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น เลือกรูปแบบที่มีความสำคัญและชัดเจน ระบุเป้าหมายและความจำเป็นในการสร้างนวัตกรรม 2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ มี 6 ตัวบ่งชี้ คือ ระบุแนวคิดที่แปลกใหม่และมีประโยชน์ ระบุแนวคิดให้มีความหลากหลาย ใช้เทคนิคของการสร้างสรรค์ เรียนรู้หรือแสวงหาประสบการณ์ใหม่ที่น่าสนใจ สังเกตสิ่งที่อยู่รอบตัว คิดเพื่อเชื่อมโยงและผสมผสานวิเคราะห์และประเมินแนวคิด 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ มี 5 ตัวบ่งชี้ คือ สื่อสารแนวคิดใหม่ๆ ไปสู่ผู้อื่น เปิดใจกว้างและยอมรับมุมมอง แสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน สร้างวิกฤติให้เป็นโอกาส สร้างเครือข่ายและปฏิสัมพันธ์ 4) การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริงในการสร้างนวัตกรรม มี 5 ตัวบ่งชี้ คือ ประเมินและทดสอบแนวคิดวิเคราะห์และประเมินแนวคิดจากทางเลือก การนำแนวคิดไปสู่การปฏิบัติจริง ทดลองเพื่อทดสอบแนวคิดและประสบการณ์ใหม่ ค้นหาวิธีการที่จะทำสิ่งต่างๆให้ง่ายขึ้น เผยแพร่ผลจากการปฏิบัติให้ผู้อื่นได้รับทราบและร่วมเรียนรู้

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะการสร้างสรรคนวัตกรรมสามารถสังเคราะห์ขั้นตอนได้ดังตาราง

ตารางที่ 11 การสังเคราะห์ทักษะการสร้างสร้งสร้งนวัตกรรม

หลักการการจัดการเรียนรู้ STEAM	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	ICT Literacy	Anthony (2012)	วิจัย วงษ์ใหญ่และมารุต พัฒนาผล (2558)	จิราพร รอดพวง (2559)	ทักษะการสร้างสร้งสร้งนวัตกรรม
1. การระบุปัญหา (Define)	1. การสังเกต	1. การแก้ปัญหา	1. การเข้าถึง	1. การค้นหาโอกาส	1. การคิดอย่างสร้างสรรค์	1. การระบุปัญหา	1. การระบุปัญหา
2. รวบรวมข้อมูล (Discover)	2. การวัด	2. การให้เหตุผล	2. การประเมินสารสนเทศ	2. การสร้างทีมที่เชี่ยวชาญความคิด	2. การทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์	2. การสร้างแนวคิด	2. การสร้างแนวคิด
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute)	3. การจำแนกประเภท	3. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์	3. เชื่อมโยงเนื้อหา	2. การสร้างทีมที่เชี่ยวชาญความคิด	2. การทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์	3. การทำงานร่วมกับผู้อื่น	3. การทำงานร่วมกับผู้อื่น
4. การวางแผนและพัฒนา (Develop)	4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา	4. การเชื่อมโยง	4. การใช้สารสนเทศ	3. การประเมินและทดสอบความคิด		3. การทำงานร่วมกับผู้อื่น	3. การทำงานร่วมกับผู้อื่น
5. การทดสอบและประเมินผล (Decision)	5. การคำนวณ	5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	5. ความเข้าใจในการใช้สารสนเทศ	4. การดำเนินในขั้นตอนต่อไป	3. สร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ	4. การนำเสนอแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง	4. สร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ
6. การนำเสนอผลลัพธ์ (Display)	6. การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล						5. การนำเสนอแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง
	7. การลงความเห็นจากข้อมูล						
	8. การพยากรณ์						
	9. การกำหนดและควบคุมตัวแปร						

หลักการ จัดการเรียนรู้ STEAM	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	ทักษะกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	ICT Literacy	Anthony (2012)	วิจัย วงษ์ใหญ่และ มารุต พัฒผล (2558)	จิราพร รอดพ่วง (2559)	ทักษะการสร้างสรรค์ นวัตกรรม
	10.การตั้งสมมติฐาน 11.การกำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการของตัว แปร 12.การทดลอง 13.การตีความหมาย ข้อมูลและการลง ข้อสรุป						



สรุปว่า ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมต้องอาศัย ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้ STEAM เป็นทักษะกระบวนการการคิดที่ พฤติกรรมของบุคคลที่ใช้แก้ปัญหา ข้อเท็จจริง ทฤษฎี และกฎต่างๆ วิธีการที่ใช้ในการแสวงหา ความรู้ ใช้ในการสร้างองค์ความรู้เพื่อที่จะแก้ปัญหาและกำหนดผลลัพธ์ ค้นคว้า ทดลอง เพื่อหา ข้อเท็จจริงและพิสูจน์กฎเกณฑ์แบ่งออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่

1. การระบุปัญหา (Identify) เป็นจุดเริ่มต้นในการสร้างนวัตกรรม ระบุและระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น เลือกปัญหาที่มีการปฏิบัติจริงในการสร้างนวัตกรรม มีการแสวงหาสิ่งที่มา สนับสนุนแนวคิดโดยใช้องค์ความรู้ บริหารทรัพยากร ทำสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากเดิมเพื่อมุ่ง แก้ปัญหา เรียนรู้และผลิตสิ่งต่างๆ ด้วยความคิดริเริ่มของสำคัญและชัดเจน ระบุเป้าหมายและ ความจำเป็นในการสร้างนวัตกรรม ค้นหาสภาพแวดล้อมจัดเก็บและสร้างกระบวนการ มี 5 ตัวบ่งชี้ คือ ระบุและระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น เลือกปัญหาที่มีความสำคัญและชัดเจน ระบุ เป้าหมายในการสร้างนวัตกรรมและความจำเป็นในการสร้างนวัตกรรม

2. การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ (Explore) ระบุแนวคิดที่แปลกใหม่และมีประโยชน์ โดยใช้ข้อมูลจากหลายแหล่ง ระบุความคิด จัดทำลำดับความคิด ค้นหาแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ เชื่อมโยงเนื้อหาจากแหล่งข้อมูลต่างๆ มี 6 ตัวบ่งชี้ คือ ระบุแนวคิดที่แปลกใหม่ ระบุแนวคิดให้มีความหลากหลาย ใช้เทคนิคของการสร้างสรรค์ เรียนรู้หรือแสวงหาประสบการณ์ใหม่ที่น่าสนใจ สิ่งเกิดขึ้นที่อยู่รอบตัว การคิดเพื่อเชื่อมโยงและผสมผสานวิเคราะห์และประเมินแนวคิด

3. การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ (Connect) สื่อสารความคิดของตนเองกับผู้อื่น ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เปิดรับและตอบสนองความคิดเห็นใหม่ๆของบุคคลอื่น แสดงความคิดริเริ่มใน การปฏิบัติงาน และปรับให้สอดคล้องกับบริบท ร่วมกับบุคคลอื่นด้วยความร่วมมือร่วมใจ แลกเปลี่ยน เรียนรู้กับบุคคลอื่น เคารพความคิดของคนอื่น มี 5 ตัวบ่งชี้ คือ สื่อสารแนวคิดใหม่ๆ ไปสู่ผู้อื่น เปิดรับ และตอบสนองความคิดเห็นใหม่ๆ แสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน สร้างโอกาสในการ ทำงาน เคารพความคิดของคนอื่น

4. สร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (Develop) การนำเอาความคิดนั้นไปใช้ และเป็นที่ยอมรับของชุมชน ให้เกิดการยอมรับความคิดเห็นใหม่ วางแผนดำเนินการพัฒนานวัตกรรม ที่สืบเนื่องมาจากคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมตามแผนที่กำหนดไว้ ประกอบด้วย 5 ตัวบ่งชี้ คือ ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนสร้างนวัตกรรมและพัฒนา การพัฒนานวัตกรรม การทดสอบ การสร้างนวัตกรรม และประเมินผลการสร้างนวัตกรรมและปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องของนวัตกรรม ให้ดีขึ้น

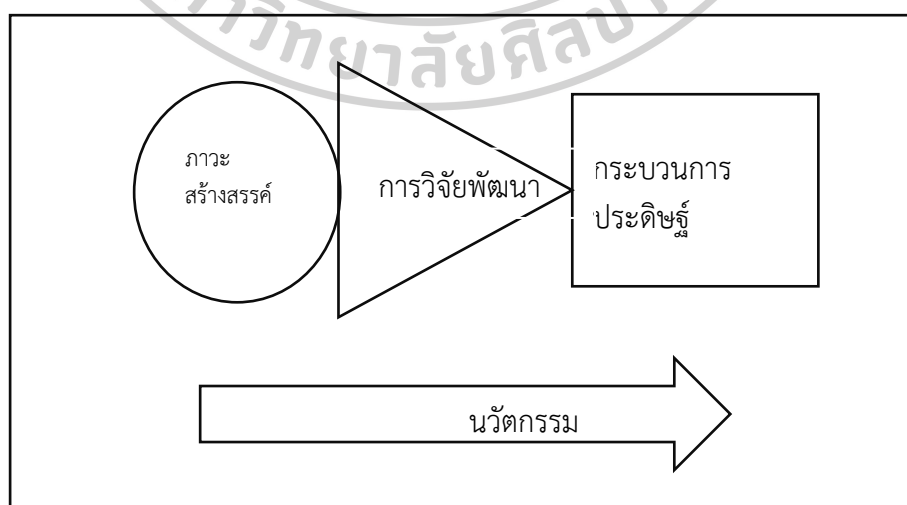
5. การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง (Practice) ประเมินและทดสอบแนวคิด วิเคราะห์และประเมินแนวคิดจากทางเลือกที่มีเพื่อให้ ลงมือปฏิบัติตามแนวคิดเพื่อสร้างต้นแบบ นวัตกรรม นำแนวคิดไปสู่การปฏิบัติจริง ทดลองเพื่อทดสอบแนวคิดและประสบการณ์ใหม่ ค้นหา วิธีการที่จะทำสิ่งต่างๆให้ง่ายขึ้น เผยแพร่ผลจากการปฏิบัติให้ผู้อื่นได้รับทราบและร่วมเรียนรู้ มี 5 ตัว บ่งชี้ คือ ประเมินและทดสอบแนวคิดวิเคราะห์และประเมินแนวคิดจากทางเลือก ลงมือปฏิบัติตาม

แนวคิดเพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรม นำแนวคิดไปสู่การปฏิบัติจริง ทดลองเพื่อทดสอบแนวคิดและประสบการณ์ใหม่ ค้นหาวิธีการที่จะทำสิ่งต่างๆให้ง่ายขึ้น เผยแพร่ผลจากการปฏิบัติให้ผู้อื่นได้รับทราบและร่วมเรียนรู้

สำหรับการประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมจากการจัดการเรียนรู้ STEAM มีเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล คือ การประเมินภาคปฏิบัติ (Performance Assessment) ซึ่งเป็นการทดสอบที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขึ้นเอง โดยสังเคราะห์มาจาก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางเทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ และ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ลงมือทำกับวัสดุอุปกรณ์ ใช้การสนทนาร่วมกับการสังเกตการกระทำของนักเรียนอย่างเป็นระบบ ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าวสามารถนำไปใช้เทียบเคียงเพื่อสร้างเป็นเครื่องมือ และมีเกณฑ์การให้ระดับคะแนนความสามารถด้านการประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมจากการจัดการเรียนรู้ STEAM 5 ระดับดังแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมจากการจัดการเรียนรู้ (ภาคผนวก ค)

5.11 กระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี

กระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรม เกิดขึ้นหลากหลายวิธี เช่น ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) ความต้องการแก้ปัญหา (Problem) การจัดการและต่อยอดองค์ความรู้ (Knowledge Management) และการปรับปรุงและพัฒนา (Improvement) นวัตกรรมเกิดจากการใช้ความคิดสร้างสรรค์ โดยมีความรู้เป็นฐานและความรู้จะเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะช่วยให้ตัดสินใจและแก้ไขปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ ความรู้และความคิดสร้างสรรค์จึงมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในกระบวนการของนวัตกรรม โดยความคิดสร้างสรรค์จะเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดความคิดเริ่มแรกขึ้น และยังเป็นสิ่งที่ช่วยปรับปรุงความคิดนั้นให้ดีขึ้นในการดำเนินงานต่อไปข้างหน้า (ไชย ณ พล, 2550) ดังนั้น นวัตกรรมจึงเป็นผลรวมของภาวะสร้างสรรค์ (Creativity) การออกแบบวิจัยและพัฒนา (Research Design and Development) และกระบวนการประดิษฐ์คิดค้น (Invention) ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยภาพรวม ดังภาพประกอบ 5



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ในกระบวนการของนวัตกรรม

5.12 กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์

กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์คือ ความเข้าใจการพัฒนาหรือการได้มาของเทคโนโลยีโดยการประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีอยู่ กับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อสร้างเครื่องใช้หรือวิธีการ เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต (Khandani, 2005; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2014) กล่าวไว้ว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ ซึ่งมีได้หลายรูปแบบแต่มีขั้นตอนหลักๆ ประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. การระบุปัญหา (Identify a Challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา นำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหาและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) คือ การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลปะ และคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและข้อด้อย และความเหมาะสมเพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

4. การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) ผู้แก้ปัญหามustกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจน เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง รวมถึงออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

5. การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้จากถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น

6. การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

5.13 กระบวนการทางเทคโนโลยี

กระบวนการทางเทคโนโลยี (Technological Process). คือ ขั้นตอนการแก้ปัญหาหรือตอบสนองต่อความต้องการซึ่งจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากทรัพยากรให้เป็นผลผลิตหรือผลลัพธ์ กระบวนการเทคโนโลยีก่อให้เกิดประโยชน์ใช้สอย ตามที่มนุษย์ต้องการและเปลี่ยนแปลงการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ เพราะมนุษย์มีความต้องการในการสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆในการดำรงชีวิต ซึ่งจะนำไปสู่ปัญหาที่อาจเกิดจากการประดิษฐ์คิดค้นต่างๆที่มนุษย์สร้างขึ้น และบางครั้งปัญหาอาจเกิด กทมการผลิตสิ่งของต่างๆไม่ตรงตามความต้องการไม่ได้คุณภาพจึงต้องมีการออกแบบ เพื่อจะนำมาแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว ความสำคัญของกระบวนการ

ทางเทคโนโลยีมีประกอบด้วย 1) เป็นพื้นฐานปัจจัยจำเป็นในการดำเนินชีวิตของมนุษย์. 2) เป็นปัจจัยหลักที่จะมีส่วนร่วมในการพัฒนา. และ 3) เป็นเรื่องราวของมนุษย์ และธรรมชาติ

ขั้นตอนของกระบวนการทางเทคโนโลยี เป็นขั้นตอนการแก้ปัญหา หรือสนองความต้องการของมนุษย์ประกอบด้วย กำหนดปัญหาหรือความต้องการ รวบรวมข้อมูลเพื่อแสวงหาวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551) เลือกวิธีการประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้ 1) กำหนดปัญหาหรือความต้องการ 2) รวบรวมข้อมูล 3) ออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพร่าง 2 มิติ 4) ลงมือสร้าง และ 5) ประเมินผล

วิไลลักษณ์ ชูช่วย และ อรุณี ลิ้มศิริ (2551) ในคู่มือครู แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี การออกแบบและเทคโนโลยี ม. 4-6 ว่า กระบวนการเทคโนโลยีเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการคิดแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การออกแบบ เพื่อนำไปสู่การประดิษฐ์ การสร้างสิ่งของเครื่องใช้ อุปกรณ์ และผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นการปฏิบัติที่ทำให้มนุษย์ใช้สอยประโยชน์ได้ตามความต้องการ และช่วยเพิ่มพูนประสิทธิภาพในการทำกิจกรรมต่างๆ อีกด้วย กระบวนการเทคโนโลยีมี 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การกำหนดปัญหาหรือความต้องการ เป็นการให้นักเรียนศึกษาและกำหนดปัญหาที่ต้องการแก้ไข หรือกำหนดความต้องการที่จะสร้างสิ่งต่างๆ โดยการร่วมกันแสดงความคิดเห็น แล้วคัดเลือกปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงและชัดเจน เพื่อนำมาตั้งเป็นวัตถุประสงค์ 2) การรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนร่วมกันสำรวจ ค้นหา หรือแสวงหาข้อมูลแล้วรวบรวมข้อมูลต่างๆ นำมาสร้างทางเลือกหลายๆ ทางเลือกเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา 3) การเลือกวิธีการแก้ปัญหา เป็นการพิจารณาทางเลือกแต่ละทางเลือกว่ามีข้อดีและข้อเสียอย่างไรบ้าง การนำทางเลือกนี้มาใช้แก้ปัญหาคouldทำได้หรือไม่ แล้วจึงตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด 4) การออกแบบและปฏิบัติ เป็นการให้นักเรียนร่วมกันนำทางเลือกที่ได้เลือกไว้แล้วมาลำดับความคิด เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ปัญหา หรือเพื่อสร้างชิ้นงาน และถ่ายทอดความคิดออกมาเป็นภาพที่มีรายละเอียด โดยใช้ความรู้ด้านการออกแบบเขียนเป็นภาพร่าง 3 มิติ หรือแผนที่ความคิด จากนั้นจึงลงมือปฏิบัติการสร้างตามขั้นตอนของการออกแบบจนสำเร็จเป็นชิ้นงาน 5) การประเมินผล เป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานที่สร้างหรือประดิษฐ์เสร็จแล้วโดยให้นักเรียนนำชิ้นงานไปทดลองใช้ แล้วประเมินผลการใช้งานว่ามีข้อบกพร่องหรือไม่ อย่างไร และ 6) การปรับปรุงหรือพัฒนา เป็นการให้นักเรียนนำข้อบกพร่องของชิ้นงานหรือปัญหาที่พบมาดำเนินการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น หรือนำผลงานที่ดีแล้วมาพัฒนาให้มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554) กล่าวว่ากระบวนการเทคโนโลยีเป็นขั้นตอนการทำงานเพื่อสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่งขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการของมนุษย์กระบวนการเทคโนโลยีประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหาหรือความต้องการ (Identify The Problem) ขั้นตอนแรกของกระบวนการเทคโนโลยี คือ การกำหนดปัญหาหรือความต้องการ ซึ่งเป็นการทำความเข้าใจหรือวิเคราะห์ปัญหาหรือความต้องการหรือสถานการณ์เทคโนโลยีอย่างละเอียด เพื่อกำหนดกรอบของปัญหาหรือความต้องการให้ชัดเจนมากขึ้น

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล (Information Gathering) การรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความต้องการที่กำหนดไว้ใน ขั้นกำหนดปัญหาหรือความต้องการจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ เช่น ศึกษาจากตำรา วารสาร บทความ สารานุกรม สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต ระดมสมองจากสมาชิกในกลุ่ม โดยควรมีการรวบรวมข้อมูลรอบด้านให้ครอบคลุมปัญหาหรือความต้องการ ซึ่งจะช่วยให้เราสามารถสรุปวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการได้ครบถ้วนสมบูรณ์ขึ้น

ขั้นที่ 3 เลือกวิธีการ (Selection) การเลือกวิธีการ เป็นการพิจารณาและเลือกวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการที่เหมาะสมและสอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการมากที่สุด โดยใช้กระบวนการตัดสินใจเลือกจากวิธีการที่สรุปได้ในขั้นรวบรวมข้อมูล ประเด็นที่ควรนำมาพิจารณาคือ ข้อดี ข้อเสีย ความสอดคล้องกับทรัพยากรที่มีอยู่ ความประหยัดและการนำไปใช้ได้จริงของแต่ละวิธี เช่น ทำให้ดีขึ้น สะดวกสบายหรือรวดเร็วขึ้น นอกจากนี้ควรพิจารณาคัดเลือกวิธีการโดยใช้กรอบของปัญหาหรือความต้องการมาเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเลือก

ขั้นที่ 4 ออกแบบและปฏิบัติการ (Design and Making) การออกแบบและปฏิบัติการเป็นการถ่ายทอดความคิดหรือลำดับความคิดหรือจินตนาการให้เป็นขั้นตอน เกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการโดยละเอียด โดยใช้การร่างภาพ 2 มิติ การร่างภาพ 3 มิติ การร่างภาพฉายแบบจำลอง หรือแบบจำลองความคิด และวางแผนการปฏิบัติงานอย่างเป็นขั้นตอน จากนั้นลงมือสร้างตามแนวทางที่ได้ถ่ายทอดความคิดและวางแผนการปฏิบัติงานไว้ ผลงานที่ได้อาจเป็นชิ้นงานหรือแบบจำลองวิธีการ

ขั้นที่ 5 ทดสอบ (Testing) การทดสอบเป็นการตรวจสอบชิ้นงานหรือแบบจำลองวิธีการที่สร้างขึ้นว่ามีความสอดคล้อง ตามแบบที่ได้ถ่ายทอดความคิดไว้หรือไม่ สามารถทำงานหรือใช้งานได้หรือไม่ มีข้อบกพร่องอย่างไร หากผลการทดสอบพบว่า ชิ้นงานหรือแบบจำลองวิธีการไม่สอดคล้องตามแบบที่ถ่ายทอดความคิดไว้ ทำงานหรือใช้งานไม่ได้ หรือมีข้อบกพร่องที่ควรปรับปรุงแก้ไข จะต้องมีการบันทึกสิ่งต่างๆ เหล่านี้ไว้ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเป็นข้อมูลที่นำไปสู่การปฏิบัติงานในขั้นปรับปรุงแก้ไขต่อไป

ขั้นที่ 6 ปรับปรุงแก้ไข (Modification and Improvement) การปรับปรุงแก้ไข เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากขั้นทดสอบว่าควรปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานหรือแบบจำลองวิธีการในสวนใด ควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไร แล้วจึงดำเนินการปรับปรุงแก้ไขในสวนนั้น จนกระทั่งชิ้นงานหรือแบบจำลองวิธีการสอดคล้องตามแบบที่ถ่ายทอดความคิดไว้ ทำงานหรือใช้งานได้ ในขั้นตอนนี้อาจจำเป็นต้องกลับไปที่ขั้นตอนออกแบบและปฏิบัติการอีกครั้งเพื่อถ่ายทอดความคิดใหม่หรืออาจกลับไปขั้นตอนรวบรวมข้อมูลและเลือกวิธีการที่เหมาะสมอีกครั้งก็ได้ เพื่อให้ได้สิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการที่เหมาะสมมากขึ้น

ขั้นที่ 7 ประเมินผล (Assessment) การประเมินผล เป็นการนำชิ้นงานหรือวิธีการที่ได้สร้างขึ้นนำไปดำเนินการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการที่กำหนดไว้ในขั้นกำหนดปัญหาหรือความต้องการ และประเมินผลที่เกิดขึ้นว่าชิ้นงานหรือวิธีการนั้นสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ หากผลการประเมินพบว่า ชิ้นงานหรือวิธีการไม่สามารถแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการได้ ควรพิจารณาว่าจำเป็นต้องแก้ไขในขั้นตอนใด อย่างไร เพื่อนำไปปรับปรุงตามกระบวนการเทคโนโลยีอีกครั้งเพื่อทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ตารางที่ 12 กระบวนการทางเทคโนโลยีที่เหมาะสม

สพฐ (2551)	วิไลลักษณ์ ชูช่วยและ อรุณี ลิ้มศิริ (2551)	สสวท.(2554)	สรุปกระบวนการทางเทคโนโลยี
1.กำหนดปัญหาหรือความต้องการ	1.กำหนดปัญหาหรือความต้องการ	1.กำหนดปัญหาหรือความต้องการ	1.กำหนดปัญหาหรือความต้องการ (Identify the Problem)
2.รวบรวมข้อมูล	2.การรวบรวมข้อมูล	2.รวบรวมข้อมูล	2.รวบรวมข้อมูล (Information Gathering)
3.ออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพร่าง 2 มิติ	3.การเลือกวิธีการแก้ปัญหา	3.เลือกวิธีการ	3.ออกแบบและปฏิบัติการ (Design and Making)
4.ลงมือสร้าง	4.การออกแบบและปฏิบัติ	4.ออกแบบและปฏิบัติการ	4.ประเมินผล (Assessment)
5.ประเมินผล	5.การประเมินผล	5.ทดสอบ	
	6.การปรับปรุงหรือพัฒนา	6.ประเมินผล	
		7.ปรับปรุงแก้ไข	

สรุปขั้นตอนของกระบวนการทางเทคโนโลยี เป็นขั้นตอนการแก้ปัญหา การทำงานเพื่อสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่งขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการของมนุษย์ กระบวนการเทคโนโลยี ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ

1 กำหนดปัญหาหรือความต้องการ (Identify the Problem) เป็นการทำความเข้าใจหรือวิเคราะห์ปัญหาหรือความต้องการหรือสถานการณ์เทคโนโลยีอย่างละเอียดเพื่อกำหนดกรอบของปัญหาหรือความต้องการให้ชัดเจน

2 รวบรวมข้อมูล (Information Gathering) เป็นการรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับปัญหาหรือความต้องการที่กำหนดไว้ในขั้นกำหนดปัญหา หรือความต้องการจากแหล่งข้อมูล เช่น ศึกษาจากตำรา วารสาร บทความ สารานุกรม สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต ระดมสมองจากสมาชิกในกลุ่มโดยควรมีการรวบรวมข้อมูลรอบด้านให้ครอบคลุมปัญหาหรือความต้องการ ทำให้เราสามารถสรุปวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการได้ครบถ้วนสมบูรณ์มากขึ้น

3 ออกแบบและปฏิบัติการ (Design and Making) เป็นการถ่ายทอดความคิดหรือลำดับความคิดหรือจินตนาการให้เป็นขั้นตอน โดยใช้การร่างภาพ 2 มิติหรือการร่างภาพ 3 มิติ การร่างภาพฉาย แบบจำลอง หรือแบบจำลองความคิด และวางแผนการปฏิบัติงานอย่างเป็นขั้นตอนและลงมือสร้างตามแนวทางที่ได้ถ่ายทอดความคิดและวางแผนการปฏิบัติงานไว้

4 ประเมินผล (Assessment) เป็นการนำชิ้นงานหรือวิธีการที่ได้สร้างขึ้นไปดำเนินการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการที่กำหนดไว้ในขั้นกำหนดปัญหาหรือความต้องการ และประเมินผลที่เกิดขึ้นว่าชิ้นงานหรือวิธีการนั้นสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ หากผลการประเมินพบว่าชิ้นงานหรือวิธีการไม่สามารถแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการได้ควรพิจารณาว่าจำเป็นต้องแก้ไขเพื่อนำไปปรับปรุงตามกระบวนการเทคโนโลยีเพื่อทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.14 กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์

กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต ศึกษาผู้ที่ใช้งานผลิตภัณฑ์นั้นๆ รวมทั้งพัฒนารูปร่างหน้าตา และสร้างอัตลักษณ์ให้กับผลิตภัณฑ์ที่ตนออกแบบด้วย อย่างไรก็ตาม การออกแบบผลิตภัณฑ์คือการให้คำแนะนำเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ในการใช้งานและการผลิต รวมถึงรูปแบบที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่กำลังได้รับพัฒนาสามารถสนองความต้องการ และสร้างความพึงพอใจให้กลุ่มผู้ใช้เป้าหมาย และในขณะเดียวกันก็คำนึงถึงปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ โดย นวลน้อย บุญวงษ์ (2542) ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ดังนี้

1. การกำหนดขอบเขตของปัญหา (Location of Problem) การนำโจทย์หรือปัญหาที่ได้รับในงานออกแบบนำมาศึกษาพิจารณาให้เข้าใจถึงเงื่อนไขต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดขอบเขตการทำงานเพื่อแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมไม่กว้างหรือแคบจนเกินไป

2. การค้นหาข้อมูล (Data) การศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ นำมาจัดจำแนกอย่างเป็นระบบตามหัวข้อที่มีความสัมพันธ์กับปัญหา ข้อมูลมีคุณค่าช่วยให้เกิดความรู้ความเข้าใจและช่วยเสนอแนะวิธีการต่างๆ สำหรับแก้ปัญหา

3. การวิเคราะห์ (Analysis) การนำข้อมูลที่จำแนกไว้มาแยกแยะ เปรียบเทียบ และจัดให้เกิดความสัมพันธ์กัน ผลจากการวิเคราะห์จะช่วยเสนอแนะตั้งแต่ทางเลือก จนถึงเกณฑ์สำหรับการพิจารณาทางเลือกต่างๆ ในการแก้ปัญหา

4. การสร้างแนวความคิดหลัก (Conceptual Design) ใช้เทคนิคต่างๆ เพื่อสร้างสรรค์แนวความคิดหลักในการออกแบบ แนวความคิดหลักควรมีลักษณะที่สามารถแก้ปัญหาที่สำคัญ ได้อย่างตรงประเด็นและมีความกว้างครอบคลุมการแก้ปัญหาย่อยมีความแปลกใหม่ไม่ซ้ำกับแนวทางที่เคยมีมาก่อน และยังมีลักษณะเป็นความคิดหรือสมมติฐาน ที่อาจจะยังเป็นนามธรรมนอกจากนี้ แนวความคิดในการออกแบบไม่ได้มีอยู่เพียงครั้งเดียว โดยเฉพาะสำหรับปัญหาที่ซับซ้อนในระยะแรก เป็นการสร้างแนวความคิดโดยรวมและเมื่อทำการออกแบบก็จะมี การสร้างแนวเสริมตามไปแต่ละขั้นตอนหรือทุกๆ ระดับการแก้ปัญหาทั้งนี้ เพื่อให้การออกแบบลึกลงไปทุกขั้นตอนสามารถทำได้ อย่างสร้างสรรค์มากขึ้น

5. การออกแบบร่าง (Preliminary Design) การนำแนวความคิดหลักมาตีความแปรรูป หรือประยุกต์สร้างขึ้นจากสิ่งที่เป็นนามธรรมได้กลายเป็นรูปธรรม มีตัวตนมองเห็นและจับต้องได้ ด้วยการร่างเป็นภาพ 2 มิติหรือสร้างหุ่นจำลอง 3 มิติแบบร่างควรมีจำนวนมาก มีความแตกต่างหลากหลายทางด้านรูปร่าง หน้าตา ขนาด ส่วนประกอบ ตั้งแต่โครงสร้างถึงส่วนประกอบย่อย พร้อมทั้งให้คำอธิบาย หรือกราฟฟิกแสดงหลักวิธีการและความคิดเห็นของผู้ออกแบบต่อแบบเหล่านั้น

6. การคัดเลือก (Selection) การนำแบบร่างที่สร้างขึ้นเป็นจำนวนมาก เปรียบเทียบโดยใช้หลักเกณฑ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ เพื่อคัดเลือกแบบที่มีความเหมาะสมสูงสุดสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ ด้วยวิธีการที่ง่ายประหยัดและมีความเป็นไปได้จริงทั้งในการผลิตและการตลาด

7. การออกแบบรายละเอียด (Detail Design) การนำแบบที่ผ่านการพิจารณาเลือกแล้วมาพัฒนาต่อไปจนถึงขั้นรายละเอียดของส่วนประกอบย่อยต่างๆ เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ครบถ้วนมากยิ่งขึ้น การออกแบบรายละเอียดจะเกิดขึ้นขณะเขียนแบบ

8. การประเมินผล (Evaluation) การนำแบบที่สำเร็จทั้งในลักษณะงาน 2 มิติและ 3 มิติมาทำการประเมินผลงานนั้นๆ ว่ามีความถูกต้องและครบถ้วนตามขอบเขตและจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้เพียงใด การประเมินผลช่วยให้รู้ระดับคุณภาพของงานออกแบบและเป็นการตรวจสอบขั้นสุดท้ายก่อนการลงทุนผลิตและจำหน่าย

สุวัฒน์ชัย ไชยพันธ์และคณะ (2015) ขั้นตอนการสร้างสรรค์ออกแบบผลิตภัณฑ์ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน

1. การตีปัญหา (Problem Identification) ในขั้นตอนนี้เป็นการนำผลวิเคราะห์ข้อมูล และแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ มาจัดหมวดหมู่ตามความสำคัญตามหลักการออกแบบคือ หน้าที่ใช้สอย (Function) ความปลอดภัย (Safety) ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomics) และวัสดุและกรรมวิธีการผลิต (Materials and Production) และสรุปเป็นแนวทางในการออกแบบ (Concept of Design)

2. การสร้างความริเริ่มเบื้องต้น (Preliminary Ideas) ในขั้นตอนนี้เป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆ กับความคิดสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ โดยการสเก็ตช์และจดบันทึก (Sketching and Notes) เป็นแบบร่าง 2 มิติ หรือ 3 มิติ

3. การกลั่นกรองการออกแบบ (Design Refinement) ในขั้นตอนนี้เป็นการคัดเลือกแบบต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ จากภาพร่างและหุ่นจำลอง เพื่อการศึกษาถ่ายทอดข้อมูลและปัจจัยต่างๆ ให้เป็นรูปธรรม

4. การวิเคราะห์ (Analysis) ในขั้นตอนนี้เป็นการนำผลจากขั้นตอนที่ 3 มาสร้างหุ่นจำลองเพื่อการวิเคราะห์เพื่อ นำไปตัดสินใจ

5. การตัดสินใจ (Decision) เป็นกระบวนการตัดสินใจที่อยู่บนพื้นฐานของปัจจัยทางด้านการออกแบบ โดยนำ หุ่นจำลองนำมาพิจารณาตรวจสอบ ปรับปรุงแก้ไขและนำไปสู่การสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์

6. การทำให้เกิดเป็นผลสำเร็จ (Implementation) ในขั้นตอนนี้เป็นการนำผลในขั้นการตัดสินใจ นำมาสร้างต้นแบบ

ศิริชัย ยศวังใจ (2558) กล่าวว่ากระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์นั้นเป็นกระบวนการพื้นฐานที่มีลำดับ ขั้นตอนของการรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น ฝ่ายการตลาด ฝ่ายออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ฝ่ายการผลิต ไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป โดยแบ่งออกเป็น 4 เฟส ดังนี้

1. กระบวนการวางแผนและการจำแนกรูปแบบ (Planning and Task Clarification) กระบวนการแรกเป็นการระบุกลุ่มของตลาดที่พัฒนาผลิตภัณฑ์โดยรับความต้องการพื้นฐานหรือความต้องการ (Customer Requirements) ที่คาดหวังว่าต้องมีของลูกค้าซึ่งข้อมูลได้รับจากการวิจัยของฝ่ายการตลาด ฝ่ายขายและฝ่ายบริการ ที่ออกแบบจะต้องแปลความต้องการของลูกค้าเป็นข้อมูลทางเทคนิคเพื่อระบุข้อกำหนดของแบบผลิตภัณฑ์ (Specification of Information)

2. สร้างแนวคิดการออกแบบ (Conceptual Design) การสร้างแนวคิดการออกแบบเกิดจากการรับความต้องการของลูกค้า (Customer Requirements) แล้วหาวิธีการต่างๆ ที่จะสามารถอธิบายรูปแบบ หน้าที่การทำงาน (Working Principle) โครงสร้างการทำงาน (Working Structure)

และคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์(Product Properties) แนวคิดของผลิตภัณฑ์ อาจจะเป็นข้อความหรือรูปภาพก็ได้ กระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่ทีมออกแบบจะเริ่มสร้างสรรค์วิธีการต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า

3. การออกแบบเชิงรูปธรรม (Embodiment Design) หลังจากได้แนวคิดการออกแบบที่มีนักออกแบบจะทำการกำหนดโครงสร้างผลิตภัณฑ์ซึ่งจะเป็นพิจารณาข้อดีและข้อเสียของแต่ละแบบหรือเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ความสมบูรณ์ของการออกแบบจะต้องมีการตรวจสอบส่วนที่เกี่ยวข้อง

4. การออกแบบรายละเอียด (Detail Design) ในขั้นตอนนี้จะเป็นการจัดเตรียมรูปแบบขนาด หรือคุณสมบัติต่างๆ ที่แบ่งออกมา โดยสุดท้ายต้องกำหนดวัตถุประสงค์ ประเมินปัญหาการผลิต ประเมินต้นทุน และข้อมูลการผลิตทั้งหมดเพื่อประกอบการพิจารณาในขั้นต่อไปโดยแสดงในรูปแบบเอกสารการผลิตผลิตภัณฑ์

มนตรี สมไรชิงและคณะ (2560) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เพื่อพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างสร้างสรรค์ ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาทักษะและกระบวนการที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตผ่านการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติ ซึ่งทักษะและกระบวนการสำคัญของวิชาการออกแบบและเทคโนโลยี ดังนี้

1. กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นกระบวนการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานประกอบไปด้วย ขั้นตอนดังนี้ 1.1) ขั้นระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความต้องการวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหาเพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการในการแก้ปัญหา 1.2) ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี หรือศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา 1.3) ขั้นตอนออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงเงื่อนไขหรือทรัพยากรที่มีอยู่ แล้วออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา โดยอาจร่างภาพ เขียนเป็นแผนภาพ หรือผังงาน 1.4) ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา และเวลาในการดำเนินงานแต่ละขั้นตอนแล้วลงมือแก้ปัญหาตามที่ออกแบบ 1.5) วางแผนไว้ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมินผลการทำงานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและ 1.6) ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจทั้งนี้ในการแก้ปัญหาตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนั้นไม่ได้มีลำดับขั้นตอนที่แน่นอนโดยขั้นตอนทั้งหมดสามารถย้อนกลับไปมาได้ และอาจมีการทำงานซ้ำ (iterative cycle) ในบางขั้นตอนหากต้องการพัฒนาหรือปรับปรุงให้ดีขึ้น

2. การคิดเชิงระบบ เป็นการคิดถึงสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่มองภาพรวมเป็นระบบ โดยมีหลักการและเหตุผล มีการจัดระเบียบข้อมูลหรือความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ ให้เป็นแบบแผนหรือกระบวนการที่ชัดเจน

3. ความคิดสร้างสรรค์ เป็นการใช้เทคนิคในการสร้างสรรค์มุมมองอย่างหลากหลายและแปลกใหม่ ซึ่งอาจจะพัฒนาจากของเดิมหรือคิดใหม่ วิเคราะห์และประเมินแนวคิดเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้ได้มากที่สุด นำไปสู่การลงมือปฏิบัติตามความคิดสร้างสรรค์ให้ได้ผลสำเร็จที่เป็นรูปธรรม ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย 4 ลักษณะ คือ 3.1) ความคิดริเริ่ม เป็นความสามารถในการคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดเดิม ประยุกต์ให้เกิดสิ่งใหม่ไม่ซ้ำกับของเดิม 3.2) ความคิดคล่อง เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีปริมาณมากในเวลาจำกัด 3.3) ความยืดหยุ่น เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง ดัดแปลงจากสิ่งหนึ่งไปเป็นหลายสิ่งได้และ 3.4) ความคิดละเอียดลออ เป็นความสามารถในการคิดรายละเอียดหรือขยายความคิดหลักให้สมบูรณ์ และรวมถึงการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ อย่างมีความหมาย

4. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการคิดโดยใช้เหตุผลที่หลากหลายเหมาะสมกับสถานการณ์ มีการวิเคราะห์และประเมินหลักฐานและข้อคิดเห็นด้วยมุมมองที่หลากหลาย สังเคราะห์ แปลความหมาย และลงข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล รวมทั้งสะท้อนความคิดโดยใช้ประสบการณ์และกระบวนการเรียนรู้

5. การคิดวิเคราะห์ เป็นการจำแนก แจกแจงองค์ประกอบต่างๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น

6. การสื่อสาร เป็นการเรียบเรียงความคิดและสื่อสารแนวคิดในการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจอย่างชัดเจนสามารถใช้วิธีการสื่อสารเพื่อให้บรรลุเป้าหมายได้หลายรูปแบบ เช่น การพูด การเขียน บรรยาย การร่างภาพ และการใช้สื่อมัลติมีเดีย

7. การทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น มีความยืดหยุ่น มีความรับผิดชอบร่วมกัน เคารพในความคิด เห็นคุณค่า และเข้าใจบทบาทของผู้อื่น เพื่อทำงานให้บรรลุเป้าหมายร่วมกัน

ตารางที่ 13 ทักษะการออกแบบผลิตภัณฑ์

นวนน้อย บุญวงศ์ (2542)	ศิริชัย ยศวงใจ (2558)	สุวัฒน์ชัย ไชยพันธ์ และคณะ (2015)	มนตรี สมโรจิงและคณะ (2560)	สรุปทักษะการออกแบบผลิตภัณฑ์
1.การกำหนดขอบเขตของปัญหา	1.กระบวนการวางแผนและการจำแนกรูปแบบ	1.การตีปัญหา	1. กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	1.การวางแผน
2.การค้นหาข้อมูล	2.สร้างแนวคิดการออกแบบ	2.การสร้างความคิดริเริ่มเบื้องต้น	2.การคิดเชิงระบบ	2.การวิเคราะห์
3.การวิเคราะห์	3.การออกแบบเชิงรูปธรรม	3.การสร้างความคิดริเริ่มเบื้องต้น	3.ความคิดสร้างสรรค์	3.การสร้างแนวความคิดหลัก

นวนน้อย บุญวงษ์ (2542)	ศิริชัย ยศวังใจ (2558)	สุวัฒน์ชัย ไชยพันธ์ และคณะ (2015)	มนตรี สมโรซิงและ คณะ (2560)	สรุปทักษะการ ออกแบบผลิตภัณฑ์
4.การสร้าง แนวความคิดหลัก	4.การออกแบบ รายละเอียด	4.การวิเคราะห์	4.การคิดอย่างมี วิจารณญาณ	4.การออกแบบร่าง
5.การออกแบบร่าง		5.การตัดสินใจ	5.การคิดวิเคราะห์	5.การคัดเลือก
6.การคัดเลือก		6.การทำให้เกิดเป็น ผลสำเร็จ	6.การสื่อสาร	6.การทำให้เกิดเป็น ผลสำเร็จ
7.การออกแบบ รายละเอียด			7.การทำงาน ร่วมกับผู้อื่น	7.การประเมินผล
8.การประเมินผล				

สรุปกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ เป็นการสร้างสรรค์มุมมองอย่างหลากหลายและแปลกใหม่ ซึ่งอาจจะพัฒนาจากของเดิมหรือคิดใหม่ วิเคราะห์และประเมินแนวคิดเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ นำไปสู่การลงมือปฏิบัติตามความคิดสร้างสรรค์นั้น ประกอบด้วย 7 ขั้นตอนคือ 1) การวางแผนกระบวนการแรกเป็นการระบุกลุ่มของตลาดที่พัฒนาผลิตภัณฑ์โดยรับความต้องการพื้นฐานหรือความต้องการ ที่ได้รับในงานออกแบบนำมาศึกษาพิจารณาให้เข้าใจถึงเงื่อนไขต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดขอบเขตการทำงานเพื่อแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมนำมาจัดจำแนกอย่างเป็นระบบ มาจัดหมวดหมู่ตามความสำคัญตามหลักการออกแบบคือ หน้าที่ใช้สอย (Function) ความปลอดภัย (Safety) ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomics) และวัสดุและกรรมวิธีการผลิต (Materials and Production) และสรุปเป็นแนวทางในการออกแบบ (Concept of Design) 2) การวิเคราะห์ การนำข้อมูลที่จำแนกไว้มาแยกแยะ เปรียบเทียบ และจัดให้เกิดความสัมพันธ์กัน ผลจากการวิเคราะห์จะช่วยเสนอแนะตั้งแต่ทางเลือก จนถึงเกณฑ์สำหรับการพิจารณาทางเลือกต่างๆ ในการแก้ปัญหา 3) การสร้างแนวความคิดหลัก การใช้เทคนิคต่างๆ เพื่อสร้างสรรค์แนวความคิดหลักในการออกแบบ มีลักษณะที่สามารถแก้ปัญหาที่สำคัญ เป็นการคัดเลือกแบบต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ จากภาพร่างและหุ่นจำลอง เพื่อการศึกษาถ่ายทอดข้อมูลและปัจจัยต่างๆ ให้เป็นรูปธรรม ความสมบูรณ์ของการออกแบบจะต้องมีการตรวจสอบส่วนที่เกี่ยวข้อง 4) การออกแบบร่าง ทำการกำหนดโครงสร้างผลิตภัณฑ์ซึ่งจะเป็นพิจารณาข้อดีและข้อเสียของแต่ละแบบหรือเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ความสมบูรณ์ของการออกแบบจะต้องมีการตรวจสอบส่วนที่เกี่ยวข้อง นำแบบร่างที่สร้างขึ้นเป็นจำนวนมาก เปรียบเทียบโดยใช้หลักเกณฑ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ มาสร้างหุ่นจำลองเพื่อการวิเคราะห์เพื่อนำไปตัดสินใจคัดเลือกแบบที่มีความเหมาะสมสูงสุดสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ 5) การคัดเลือก การนำแบบร่างที่สร้างขึ้นเป็นจำนวนมาก เปรียบเทียบโดยใช้หลักเกณฑ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ เพื่อคัดเลือกแบบที่มีความเหมาะสมสูงสุดสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ 6) การทำให้เกิดเป็นผลสำเร็จ นำแบบที่สำเร็จทั้งในลักษณะงาน 2 มิติและ 3 มิติมาทำการประเมินผลงานนั้นๆ เลือกแล้วมาพัฒนาต่อไปว่ามีความถูกต้องและครบถ้วนตามขอบเขตและจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ และ 7) การประเมินผล ตรวจสอบประเมินค่าความสำเร็จของผลงานมีความถูกต้องและครบถ้วนตามขอบเขตและจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้เพียงใด

5.15 กระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี

Harvard Business school (2555); Tidd & John (2013) เสนอว่า นวัตกรรมในองค์กร แบ่งเป็น 4 ประเภท ได้แก่ 1) นวัตกรรมด้านผลิตภัณฑ์ (Product Innovation) เพื่อการเปลี่ยนแปลงสินค้าและบริการ 2) นวัตกรรมด้านกระบวนการ (Process Innovation) เพื่อการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต การทำงาน 3) นวัตกรรมตำแหน่ง ผลิตภัณฑ์ (Position Innovation) เพื่อการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบในการนำเสนอหรือ การวางตำแหน่งของสินค้าและบริการ และ 4) นวัตกรรมกระบวนการทัศน์ (Paradigm Innovation) เพื่อการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับกรอบความคิด (Mental model) และกระบวนการทัศน์ (Paradigm) ส่วนด้านการเรียนการสอน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2558) สามารถแบ่งประเภทของนวัตกรรมออกเป็น 5 ประเภทดังนี้ 1) นวัตกรรมด้านหลักสูตร เป็นวิธีการใหม่ๆ ในการพัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและตอบสนองต่อความต้องการของบุคคลมากขึ้น 2) นวัตกรรมด้านการเรียนการสอน เป็นวิธีการเชิงระบบในการปรับปรุงและคิดค้นพัฒนาวิธีการสอนแบบใหม่ๆ ที่ตอบสนองการเรียนรายบุคคลและเน้นผู้เรียนเป็นจุดศูนย์กลาง 3) นวัตกรรมสื่อการสอน เป็นการเรียนการสอนนำศักยภาพของเทคโนโลยีเหล่านี้มาใช้ในการผลิตสื่อการเรียนการสอนแบบใหม่ๆ 4) นวัตกรรมการวัดและประเมินผล เป็นเครื่องมือเพื่อการวัดและประเมินผลได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว และ 5) นวัตกรรมการจัดการบริหาร เป็นการใช้นวัตกรรมสารสนเทศมาช่วยในการบริหารจัดการเพื่อการตัดสินใจของผู้บริหารให้มีความรวดเร็วและทันเหตุการณ์

บรรดล สุขปิติ (2544) ได้อธิบายกระบวนการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษาไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดวัตถุประสงค์ในการพัฒนา เมื่อครูผู้สอนได้ระบุปัญหาการสอนได้อย่างชัดเจนแล้ว สิ่งสำคัญที่จะต้องดำเนินการก็คือจะต้องกำหนดวัตถุประสงค์ในการพัฒนาการเรียนการสอนให้แน่ชัดลงไป และจะต้องเป็นวัตถุประสงค์ที่เป็นไปได้ด้วย เพราะหากไม่มีการกำหนดวัตถุประสงค์ของการพัฒนาไว้ก็จะทำให้การพัฒนาขาดทิศทางและการประเมินผลสำเร็จในการพัฒนาการเรียนการสอนก็ทำไม่ได้ ครูที่จะพัฒนาการเรียนการสอนควรตระหนักในความสำคัญและเขียนวัตถุประสงค์ของการพัฒนาของตนให้ชัดเจน เหมาะสม และใกล้เคียงกับความเป็นจริงที่จะปฏิบัติได้ ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาค้นคว้าเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการพัฒนานวัตกรรม ขั้นนี้เป็นขั้นที่จะกำหนดกรอบแนวคิดของกระบวนการในการพัฒนานวัตกรรมที่จะจัดทำขึ้น โดยครูจำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าหลักวิชา แนวคิดทฤษฎี ศึกษาวิธีสอน และผลงานการวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องตรงกับวัตถุประสงค์ในการพัฒนาการเรียนการสอนที่กำหนดไว้แล้วนำมาผสมผสานกับความคิดและประสบการณ์ของครูเอง เพื่อจัดสร้างเป็นต้นแบบของนวัตกรรมที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาหรือพัฒนาการเรียนรู้อของนักเรียน ก่อนตัดสินใจเลือกใช้นวัตกรรมอะไรควรต้องมีการศึกษาค้นคว้าเป็นอย่างดีก่อน และมีข้อสังเกตเกี่ยวกับประเด็นนี้ 3 ข้อ คือ 1) นวัตกรรมที่เหมาะสม คือ นวัตกรรมที่สามารถลดหรือ แก้ปัญหาการเรียนรู้อของนักเรียนได้อย่างแท้จริง โดยสามารถพิสูจน์ได้จากการตรวจสอบว่าเมื่อนำมาใช้แล้วช่วยทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้ 2) นวัตกรรมต้องมีความสำคัญและมีคุณประโยชน์ การพิจารณาความสำคัญและคุณประโยชน์ของนวัตกรรมให้ดูที่เหตุผลความจำเป็นของปัญหา ถ้ามีข้อมูลแสดงว่านักเรียน ส่วนใหญ่มีความบกพร่องในวัตถุประสงค์นี้ และมีผลกระทบร้ายแรงต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนก็เห็นควรสนับสนุนว่าสมควรสร้างนวัตกรรมนั้นได้ และ 3) ก่อน

ตัดสินใจเลือกใช้นวัตกรรมอะไร ควรศึกษาคุณลักษณะหรือเงื่อนไขของนวัตกรรมประเภทนั้น ลักษณะเนื้อหาวิชาที่ใช้นวัตกรรม ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องและตัวอย่างการใช้นวัตกรรมของคนอื่นๆ ที่ผ่านมา ขั้นตอนที่ 3 การสร้างต้นแบบนวัตกรรม เมื่อตัดสินใจได้ว่าจะเลือกจัดทำนวัตกรรมชนิดใด ครูผู้สอนต้องศึกษาวิธีการจัดทำนวัตกรรมชนิดนั้นๆ อย่างละเอียด เช่น จะจัดทำบทเรียนสำเร็จรูป เรื่องเลขยกกำลังวิชาคณิตศาสตร์ ชั้น ม.3 ต้องศึกษาค้นคว้าวิธีการจัดทำบทเรียนสำเร็จรูปว่ามีวิธีการจัดทำอย่างไร จากเอกสารตำราที่เกี่ยวข้องแล้วจัดทำต้นแบบบทเรียนสำเร็จรูปให้สมบูรณ์ตามข้อกำหนดของวิธีการทำบทเรียนสำเร็จรูป และต้นแบบของนวัตกรรมที่ดีควรมีองค์ประกอบย่อยๆ ได้แก่ 1) ชื่อนวัตกรรม 2) วัตถุประสงค์ของการใช้นวัตกรรม 3) ทฤษฎีหรือหลักการที่ใช้ในการสร้างนวัตกรรม 4) ส่วนประกอบของนวัตกรรม 5) ลักษณะทางเทคนิค และ 6) แนวการใช้นวัตกรรม

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบเพื่อปรับปรุงคุณภาพของนวัตกรรมต้นแบบ การตรวจสอบต้นแบบของนวัตกรรมที่จัดสร้างขึ้นเสร็จแล้วจะดำเนินการ 2 ลักษณะ คือ การตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ และการตรวจสอบโดยการทดลองใช้กับผู้เรียนกลุ่มเล็ก ขั้นตอนที่ 5 การทดลองใช้ในชั้นเรียนปกติ เป็นการทดลองใช้นวัตกรรมเพื่อพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียน ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยนำนวัตกรรมที่ปรับปรุงจนมีประสิทธิภาพแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างประมาณ 30-100 คน โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลองแบบใดแบบหนึ่งแต่หากเป็นไปได้ควรเป็นการวิจัยทดลองเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม การทดลองในขั้นนี้เป็นการทดลองเพื่อพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนโดยใช้นวัตกรรมที่สร้างขึ้น จึงจำเป็นต้องใช้รูปแบบการทดลองที่มีการควบคุมอย่างรัดกุม เพื่อดูสัมฤทธิ์ผลของนวัตกรรมชิ้นนั้นในการพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ ถ้าการทดลองในขั้นนี้ไม่ปรากฏผลในการพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนอย่างชัดเจน ครูผู้สอนจำเป็นต้องทบทวนดูวิธีดำเนินการทดลองหรือการควบคุมตัวแปรต่างๆ ว่ารัดกุมเพียงพอหรือไม่ เพื่อการอภิปรายผลการทดลองได้อย่างมีเหตุผล หรือมีฉะนั้นอาจจะต้องทำการทดลองใหม่กับกลุ่มตัวอย่างอื่นๆ เพิ่มเติมขึ้นอีกครั้ง ขั้นตอนที่ 6 การเผยแพร่และนำไปใช้เป็นประจำ ในการทดลองใช้ในชั้นเรียนปกตินั้นหากมีการทดลองเป็นที่น่าพอใจกล่าวคือ สามารถยืนยันคุณภาพของนวัตกรรมที่สร้างขึ้นได้ ก็ควรมีการนำนวัตกรรมนั้นไปใช้กับการเรียนการสอนตามปกติของครู และนำนวัตกรรมนั้นไปเผยแพร่ในลักษณะขยายผลให้ครูคนอื่นได้ทดลองใช้ และเมื่อได้ทดลองใช้พร้อมปรับปรุงแก้ไขหลายๆ ครั้งแล้ว ก็อาจจัดทำนวัตกรรมนั้นเพื่อบริการหรือจำหน่ายต่อไป

แคทซ์ (2549) ได้อธิบายว่า นวัตกรรมมีกระบวนการที่เริ่มจากการกระทำที่สร้างสรรค์สองอย่าง ได้แก่ การก่อเกิดความคิดใหม่ และการรับรู้ถึงสิ่งที่เป็นโอกาส โดยก่อนอื่น คนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับสิ่งใหม่เสียก่อน บางครั้งการก่อเกิดความคิดใหม่อาจจะอยู่ในรูปของความเข้าใจด้านเทคนิคล้วนๆ แต่ยังไม่รู้ว่าจะนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้อย่างไรส่วนใหญ่แล้วสิ่งที่จะช่วยให้เกิดความรู้ความเข้าใจที่ลึกซึ้งก็คือ การสังเกตและทำความเข้าใจปัญหา (Problem) หรือโอกาส (Opportunity) การรับรู้ถึงสิ่งที่เป็นปัญหาและโอกาสจะเกิดขึ้นเมื่อมีสิ่งมากระตุ้น เมื่อโอกาสเป็นที่รับรู้แล้วก็จะมีการบ่มเพาะความคิดให้ถึงจุดหนึ่งที่จะต้องตอบคำถามให้ได้ว่า ความคิดนี้จะได้ใช้ผลหรือไม่ มีประโยชน์หรือมีคุณค่ามากน้อยเพียงใด มีความรู้ความเชี่ยวชาญที่จะทำความคิดให้สำเร็จได้หรือไม่ ดังนั้น องค์ประกอบต่างๆ ในกระบวนการของนวัตกรรมจึงประกอบด้วย 1) การก่อเกิด

ความคิดใหม่ 2) การรับรู้ถึงปัญหาและโอกาส 3) การประเมินความคิด 4) การพัฒนา และ 5) การใช้ประโยชน์

ในกระบวนการสนับสนุนให้เกิดการสร้างนวัตกรรมนั้น (มณฑล ศาสนนันท์, 2552) กล่าวว่า เป็นมุมมองที่กว้างขึ้นในระดับสังคมแสดงให้เห็นว่านวัตกรรมเป็นกระบวนการที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ การเมือง เศรษฐศาสตร์และนโยบายสาธารณะที่ช่วยสนับสนุนกระบวนการอีกด้วย นวัตกรรมไม่ได้เกิดจากกิจกรรมจะเกิดจากปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นพร้อมๆ กันของในหลายเหตุการณ์ โดยลำดับขั้นตอนของการคิดและการเรียนรู้ ส่วนใหญ่มักจะเริ่มต้นจากสิ่งที่ทำให้คิด หรือวัตถุที่เป็นเงื่อนไข ปัจจัยของการคิดและการเรียนรู้ โดยมีพัฒนาการสามารถการประยุกต์ใช้อย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งเริ่มตั้งแต่การเข้าใจในความหมาย การเห็นข้อมูลข้อเท็จจริงในระดับปรากฏการณ์หรือข้อมูล (Data) การรับรู้ในระดับสารสนเทศ (Information) ซึ่งเป็นความเข้าใจต่อจากระดับปรากฏการณ์ข้อเท็จจริงไปจนถึงระดับความรู้ (Knowledge) ที่เป็นประสบการณ์ของการรับรู้และความเข้าใจของเบื้องลึกที่มากกว่าระดับของปรากฏการณ์ และพัฒนาไปถึงขั้นปัญญา (Wisdom) ความรู้แจ้ง (Insight) ที่เป็นการเข้าใจอย่างลึกซึ้งซึ่งสามารถมองเห็นปรากฏการณ์และสิ่งต่างๆ ในภาพรวมได้อย่างเชื่อมโยง การเชื่อมโยงความรู้และวิถีคิดจึงเป็นบ่อเกิดแห่งการสร้างสรรคทางปัญญาก่อนที่จะแสดงผลลัพธ์ออกมาในรูปแบบของการกระทำและนวัตกรรม โดยมีกระบวนการเรียนรู้ซึ่งอาจเริ่มตั้งแต่ การรับรู้จากการฟัง การอ่าน การตั้งคำถาม การคาดการณ์ การสนทนาอย่างสร้างสรรค์ และการคิดทบทวน ซึ่ง ชนรดา อินเทียง (2548) ได้เสนอวิถีคิดเพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมโดยการใช้คำถามที่หลากหลายเพื่อให้เกิดความคิดใหม่ ได้แก่ ทำให้รวมกันได้ใหม่ (Combine) ทำให้แยกกันได้ใหม่ (Separate) ทำให้เล็กลงได้ใหม่ (Smaller) เอาออกได้ใหม่ (Eliminate) ทำให้เหมือนกันได้ใหม่ (Same) ทำให้เบาลงได้ใหม่ (Weighting) ใช้เวลาน้อยลงได้ใหม่ (Time) ใช้คนน้อยลงได้ใหม่ (Man Power) ความรู้ วิถีคิด และประสบการณ์ จึงเป็นส่วนสำคัญแห่งการสร้างนวัตกรรม ดังนั้นการสร้างนวัตกรรมจึงต้องอาศัยทั้งความคิดสร้างสรรค์และความรู้ กิจกรรมที่สร้างความมั่นคงจากความรู้ที่ยังทำ ยิงใช้ หรือยิงดำเนินการมากเท่าไร ตัวปัจจัยหลัก คือ นวัตกรรม และความรู้ จะยิ่งงอกงามมากขึ้นเท่านั้น อยู่ในสภาพที่เรียกว่า ยิงใช้ ยิ่งงอกงาม เป็นการเพิ่มพูนคุณค่าแห่งความรู้ให้มากยิ่งขึ้น และก่อให้เกิดประโยชน์ต่อทั้งตนเอง และส่วนรวม เป็นแนวทางในการพัฒนาที่ยั่งยืนนอกจากนี้ องค์ประกอบสำคัญอีกประการหนึ่งที่ทำให้เกิดการพัฒนานวัตกรรม คือ การส่งเสริมการเรียนรู้ ซึ่งต้องอาศัยการถ่ายทอดความรู้และการเรียนรู้

มนตรี วงษ์สะพาน (2554) สรุปว่านวัตกรรมที่สร้างขึ้นสามารถจัดเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการทำงานได้ ดังนั้นกระบวนการสร้างนวัตกรรมจึงสามารถอธิบายรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. การสร้างกรอบแนวคิดเป็นการศึกษาเรียนรู้แนวคิดใหม่ๆ เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาหรือพัฒนางาน โดยอาศัยความคิดสร้างสรรค์หรือความคิดแบบอนกนัย (Divergent Thinking) เพื่อสร้างค้นหา และรวบรวมแนวคิดที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในลักษณะที่แตกต่างออกไปจากแนวคิดเดิมที่เคยมีประสบการณ์มาก่อน หรือที่เคยรับรู้มาก่อน เพื่อให้ได้แนวคิดใหม่ที่จะนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมต่อไป ประกอบด้วยวิธีการ 3 ส่วนได้แก่ 1.1) วิเคราะห์สภาพและปัญหาของงาน เป็นการพิจารณาสถานการณ์ต่างๆ ที่ไม่พึงประสงค์ในปัจจุบัน พิจารณาสถานการณ์ต่างๆ ที่เป็นบริบทเกี่ยวข้องที่

นำไปสู่ปัญหา และพิจารณาสถานะความสำเร็จที่พึงประสงค์ในอนาคต 1.2) ศึกษาความรู้และแนวคิด ทฤษฎีต่างๆ เพิ่มเติมเพื่อให้เข้าใจโครงสร้างของปัญหาและมีแนวคิดวิธีการที่ถูกต้องเหมาะสมในการ แก้ไขปัญหามากยิ่งขึ้น นำไปสู่การพัฒนาวิธีการที่สอดคล้องกับปัญหาและแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง เป็นรูปธรรม และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และ 1.3) การก่อเกิดแนวคิด (Idea Generation) เป็นการนำประเด็นต่างๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์บริบทมากำหนดเป็นแนวคิดใหม่ โดยแหล่งในการสร้าง แนวคิดที่จะทำให้เกิดแนวคิดใหม่ ได้แก่ ความรู้ใหม่จากการวิจัย การใช้ประโยชน์จากความคิดของคน อื่น การเรียนรู้จากกลุ่มอื่นที่ประสบความสำเร็จ

2. การออกแบบวิธีการ เป็นการกำหนดการทำงานเชื่อมโยงความคิด ประกอบด้วยวิธีการ 2 ส่วน ได้แก่ 2.1) การพิจารณาถึงโอกาสความสำเร็จ (Opportunity Recognition) เป็นการ เชื่อมโยงความคิดระหว่างแนวคิดใหม่ที่ได้ไปสู่ภาวะของความสำเร็จ พร้อมกับให้น้ำหนักแนวคิดนั้นๆ ว่ามีโอกาสที่จะสำเร็จมากน้อยเพียงใด 2.2) เลือกแนวคิดที่เหมาะสม เป็นวิธีการตัดสินใจเลือกแนวคิด ใหม่ที่รวบรวมได้จากความรู้และเหตุผล โดยใช้วิธีการคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) ทำให้ ได้แนวคิดที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา การพัฒนา หรือการป้องกันสภาพที่เป็นปัญหาต่างๆ และ นำไปสู่สภาพความสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้

3. การสร้างตัวแบบนวัตกรรม เป็นการศึกษารูปแบบที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาหรือพัฒนาผู้เรียน อย่างละเอียดจากเอกสารตำราที่เกี่ยวข้อง แล้วสร้างเครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่ประกอบเข้าเป็น วิธีการที่จะนำไปปฏิบัติได้อย่างเป็นระบบชัดเจน ประกอบด้วย 3.1) การศึกษาค้นคว้าเพื่อกำหนด กรอบแนวคิดในการพัฒนานวัตกรรม ขั้นนี้จะพัฒนารอบแนวคิดของการแก้ปัญหาหรือการพัฒนา ผู้เรียนให้มีน้ำหนัก โดยศึกษาค้นคว้าหลักวิชาแนวคิดทฤษฎี และผลงานการวิจัยต่างๆ มาสนับสนุน วิธีการแก้ปัญหา 3.2) ดำเนินการจัดทำรายละเอียดของวิธีดำเนินการ โดยต้นแบบของนวัตกรรมที่ ดีควรมีองค์ประกอบย่อยๆ ได้แก่ 1) ชื่อนวัตกรรม 2) วัตถุประสงค์ของการใช้นวัตกรรม 3) ทฤษฎี หรือหลักการที่ใช้ในการสร้างนวัตกรรม 4) ส่วนประกอบของนวัตกรรม 5) ลักษณะทางเทคนิค และ 6) แนวการใช้นวัตกรรม

4. การตรวจสอบคุณภาพนวัตกรรม เป็นการตรวจสอบเพื่อปรับปรุงคุณภาพเบื้องต้นของ นวัตกรรมต้นแบบ การตรวจสอบต้นแบบของนวัตกรรมที่จัดสร้างขึ้นเสร็จแล้วจะดำเนินการ 2 ลักษณะ คือ 1) การตรวจสอบโดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมและความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ของการพัฒนา และ 2) การตรวจสอบโดยการทดลองใช้กับผู้เรียนกลุ่มเล็กๆ เพื่อ รวบรวมปัญหาจากการนำไปปฏิบัติจริง

5. การนำนวัตกรรมไปใช้ เป็นการนำต้นแบบนวัตกรรมที่ได้สร้างขึ้นไปใช้จริงกับผู้เรียนเพื่อให้ บรรลุเป้าหมาย 2 ประการ คือ 1) นักเรียนได้รับการพัฒนาตามเป้าหมายและวิธีการของนวัตกรรมนั้น 2) ครูผู้สอนได้ตรวจสอบประสิทธิภาพและประสิทธิผลของตัวนวัตกรรมว่าเมื่อนำไปใช้จริง

6. การปรับปรุงและรายงานผล เป็นกระบวนการในการสร้างความมั่นใจให้กับผู้ใช้ว่า นวัตกรรมที่สร้างขึ้นมานั้นส่งผลดีต่อผู้เรียน มากน้อยเพียงใดถ้าส่งผลอย่างเกินความคาดหมายก็ย่อม นำไปสู่การยอมรับและนำไปใช้ในวงกว้างได้ แต่ถ้ายังไม่ดีพอก็ต้องปรับปรุงแก้ไขให้มีมาตรฐานที่สูงขึ้น เรื่อยๆ

มาเรียม นิลพันธุ์ และ ศิริวรรณ วณิชพัฒนวรชัย (2557) กล่าวว่ากระบวนการพัฒนาวัตกรรมการประกอบด้วยส่วนสำคัญหลายประการ 1) การค้นหา (Searching) เป็นการสำรวจสภาพแวดล้อมต่างๆทั้งภายในและภายนอกเพื่อตรวจจับสัญญาณทั้งโอกาสและอุปสรรคสำหรับการนำไปสู่การเริ่มต้นและการเปลี่ยนแปลงในอนาคต 2) การเลือกสรร (Selecting) เป็นการตัดสินใจเลือกสัญญาณที่พบเหล่านั้นเพื่อจะนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับองค์กรแต่ต้องมีความสอดคล้องกับหลักกลยุทธ์ขององค์กร 3) การนำไปใช้ (Implementing) เป็นการแปลงสัญญาณที่มีศักยภาพไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆและนำสิ่งเหล่านั้นออกเผยแพร่สู่ตลาดทั้งภายในองค์กรและภายนอกองค์กรแต่สัญญาณที่ว่าจะไม่เกิดขึ้นเพียงชั่วครั้งชั่วคราวเท่านั้นแต่จะเกิดขึ้นด้วยการดำเนินงานในขั้นตอนที่สำคัญ 4 ประการคือ 3.1) การรับเป็นขั้นตอนการนำองค์ความรู้ต่างๆมาประยุกต์ใช้ให้เกิดนวัตกรรมขึ้น 3.2) การปฏิบัติเป็นขั้นตอนการนำโครงการดังกล่าวสู่การปฏิบัติภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่แน่นอนต่างๆซึ่งต้องอาศัยทักษะการแก้ปัญหาตลอดเวลา 3.3) การนำเสนอเป็นการนำนวัตกรรมที่ได้ออกสู่ตลาดโดยอาศัยการจัดการอย่างเป็นระบบเพื่อให้นวัตกรรมนั้นเป็นที่ยอมรับจากตลาดได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงแรกในการนำออกสู่ตลาด 3.4) การรักษาสภาพเป็นการรักษาสภาพการยอมรับจากตลาดเพื่อให้เกิดการเจริญเติบโตต่อไปและคงอยู่ได้นานเท่าที่จะเป็นไปได้ซึ่งอาจนำนวัตกรรมนั้นมาปรับปรุงแก้ไขในแนวคิดและเริ่มทำซ้ำใหม่เพื่อให้ได้ยอดนวัตกรรมที่พัฒนาให้มีความสอดคล้องกับความต้องการของตลาดมากขึ้น และ 4) การเรียนรู้ (Learning) เป็นสิ่งจำเป็นที่องค์กรควรจะต้องศึกษาและเรียนรู้ในขั้นตอนต่างๆของกระบวนการนวัตกรรมเพื่อก่อให้เกิดความรู้ที่แข็งแกร่งและสามารถนำไปใช้พัฒนาวิธีการสำหรับการจัดกระบวนการนวัตกรรมเหล่านั้นให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น

เนาวนิตย์ สงคราม (2557) ได้สรุปขั้นตอนการพัฒนาวัตกรรมการหรือวิธีการจัดการเรียนรู้ให้มีความเป็นอย่างไร ซึ่งมี 8 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมความพร้อมสำหรับการสร้างนวัตกรรมเป็นขั้นตอนเริ่มต้นที่ผู้เรียนจะต้องเตรียมตัวก่อนการดำเนินการสร้างนวัตกรรม ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดหัวข้อที่สนใจการกำหนดหัวข้อที่ผู้เรียนสนใจโดยหัวข้อควรเน้นเรื่องเกี่ยวกับการเรียนการสอนความสัมพันธ์ในชีวิตประจำวันหรือการส่งเสริมการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยี ขั้นตอนที่ 3 การแลกเปลี่ยนความรู้ประสบการณ์ความคิดเห็นผู้เรียนจะต้องแลกเปลี่ยนความคิดเห็นประสบการณ์และความรู้ที่ตนเองมีกับสมาชิกในทีมเพื่อสร้างแนวคิดนวัตกรรม ขั้นตอนที่ 4 การวางแผนสร้างนวัตกรรมเป็นการวางแผนการทำงานโดยผู้เรียนจะมีหลักการและแนวทางการดำเนินการอย่างเป็นระบบโดยมีหัวข้อที่ชัดเจนในการทำงาน ขั้นตอนที่ 5 การดำเนินการสร้างผลงานนวัตกรรม เป็นการสอนที่ผู้เรียนได้ดำเนินการตามแผนงานที่วางไว้โดยเป็นการสร้างต้นแบบตามแนวคิดที่ไว้ในกลุ่มโดยผลงานที่สร้างขึ้นจะมีลักษณะผลงานนวัตกรรมซึ่งต้องอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญได้แก่ภาวะผู้นำเพราะผู้เรียนย่อมต้องเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี การฝึกทักษะการแก้ปัญหาการทำงานอย่างมีระบบ รวมทั้งยังสามารถให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ตรงอีกด้วย ขั้นตอนที่ 6 การทดลองใช้ผลงานนวัตกรรมเป็นการทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมายของผลงานดังนั้นเพื่อทดสอบสมมุติฐานที่กลุ่มตั้งไว้ ขั้นตอนที่ 7 การนำเสนอผลงานนวัตกรรมเป็นการนำเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ ผู้เรียน รวมทั้งผู้สนใจได้ครีบทั้งให้คะแนนผลงานนวัตกรรมสมาชิกในแต่ละกลุ่มนำเสนอหน้าชั้นโดยทำเป็นรูปเล่มโครงการรวมทั้งมีส่วนอ้างอิงในการค้นคว้าข้อมูล ขั้นตอนที่ 8 การประเมินผลในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนหลังจากที่ทีมงานได้เสนอ

ผลงานนวัตกรรมและนำเสนอรูปเล่มดูประเมินผลจากการร่วมกันกับผู้เชี่ยวชาญพื้นที่รวมทั้งมีการ
เผยแพร่ นวัตกรรมด้วย

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรม สามารถสังเคราะห์
ขั้นตอนของการสร้างนวัตกรรมได้ดังตาราง 14



ตารางที่ 14 การสังเคราะห์ขั้นตอนของกระบวนการสร้างสรณ์นวัตกรรม

หลักการจัดการเรียนรู้ STEAM	กระบวนการทางเทคโนโลยีที่เหมาะสม	กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์	สรุปทักษะกระบวนการเรียนรู้ STEAM	มนตรีวงษ์สะพาน (2554)	บรรดล สุขปิติ (2554)	มาเรียม นิลพันธุ์และศิริวรรณ วิณิชวัฒน์วรชัย (2557)	เนาวนิตย์ สงคราม (2557)	Catz (2559)	กระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรม
1. การระบุปัญหา (Define)	1. กำหนดปัญหาหรือความต้องการ (Identify the Problem) 2. รวบรวมข้อมูล (Information Gathering)	1. การวางแผน	1. การระบุปัญหา 2. การให้เหตุผล	1. การสร้างกรอบแนวคิด	1. กำหนดวัตถุประสงค์	1. การค้นหา	1. การเตรียมความพร้อม	1. การก่อเกิดความคิดใหม่	1. การสร้างกรอบแนวคิด
2. รวบรวมข้อมูล (Discover)	2. การวิเคราะห์ 3. การสร้างแนวความคิดหลัก	2. การวิเคราะห์	2. การให้เหตุผล			2. การเลือกสรร	2. การกำหนดหัวข้อ 3. การแลกเปลี่ยนความรู้ประสบการณ์		
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute)	3. ออกแบบและปฏิบัติการ (Design and Making)	4. การออกแบบร่าง	3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	2. การออกแบบวิธีการ	2. กำหนดกรอบแนวคิด	3. การนำไปใช้	4. การวางแผนสร้างนวัตกรรม	2. การรับรู้อุปสรรคและโอกาส	2. การออกแบบวิธีการ

สรุปกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี ต้องอาศัยความรู้และความคิดสร้างสรรค์ เพื่อคิดค้นพัฒนาเทคนิค วิธีการ หรือสื่อ อุปกรณ์ใหม่ ที่มีประสิทธิภาพในทางปฏิบัติมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ในกระบวนการสร้างนวัตกรรมสำหรับนำไปใช้ในการพัฒนาผู้เรียนนั้น สามารถอธิบายรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. การสร้างกรอบแนวคิดเป็นการศึกษาเรียนรู้แนวคิดใหม่ๆ เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาหรือพัฒนางาน ใช้ความคิดสร้างสรรค์หรือความคิดแบบอบเนกนัย (Divergent Thinking) เพื่อสร้าง ค้นหา และรวบรวมแนวคิดที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในลักษณะที่แตกต่างออกไปจากแนวคิดเดิมที่เคยมีมาก่อน และใกล้เคียงกับความเป็นจริงที่จะปฏิบัติได้ เพื่อให้ได้แนวคิดใหม่ที่จะนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมต่อไป ซึ่งขั้นตอนนี้ประกอบด้วยวิธีการ 2 ส่วน ได้แก่ 1.1) วิเคราะห์สภาพและปัญหาของงาน เป็นการพิจารณาสถานการณ์ต่างๆ ในปัจจุบัน ที่เป็นบริบทเกี่ยวข้องที่นำไปสู่ปัญหา โอกาสและอุปสรรคพิจารณาสถานะความสำเร็จในอนาคต เพื่อวิเคราะห์ให้เห็นรายละเอียดของสภาพที่เป็นปัญหาโอกาสและอุปสรรค โดยมีบริบทที่เกี่ยวข้องเป็นตัวขยายแนวคิดว่าจะอะไรเป็นสาเหตุของปัญหาและอุปสรรค ซึ่งผลการวิเคราะห์จะทำให้สามารถเลือกบริบทที่สนับสนุนความสำเร็จมาเชื่อมโยงไปสู่แนวคิดใหม่ที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาหรือเลือกบริบทที่เป็นสาเหตุของปัญหาและอุปสรรคเพื่อเชื่อมโยงไปสู่แนวคิดใหม่ที่จะนำมาใช้ในการแก้ไข หรือเลือกบริบทที่เป็นตัวขัดขวางความสำเร็จเพื่อเชื่อมโยงไปสู่แนวคิดใหม่ที่จะนำมาใช้ในการป้องกันจากนั้นจึงเชื่อมโยงเป็นแผนผังความคิดจากสถานการณ์เริ่มต้นไปสู่แนวคิดที่จะใช้ในการพัฒนา การแก้ปัญหา และการป้องกันอุปสรรค แล้วเชื่อมโยงไปสู่ภาวะที่เป็นเป้าหมายความสำเร็จได้ 1.2) ศึกษาความรู้และแนวคิดทฤษฎีต่างๆ เพิ่มเติมเพื่อให้เข้าใจโครงสร้างของปัญหาและการก่อเกิดแนวคิด (Idea Generation) ที่ถูกต้องเหมาะสมในการแก้ไขปัญหามากยิ่งขึ้น นำไปสู่การพัฒนาวิธีการที่สอดคล้องกับปัญหาและแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง เป็นรูปธรรมและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. การออกแบบวิธีการ เป็นการตัดสินใจเลือกวิธีการที่พบเหล่านั้นเพื่อจะนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดหรือมีประสิทธิภาพอย่างไรและเพียงใด ประกอบด้วยวิธีการ 2 ส่วน ได้แก่ 2.1) การพิจารณาถึงโอกาสความสำเร็จ (Opportunity Recognition) เป็นการเชื่อมโยงความคิดระหว่างแนวคิดใหม่ที่ได้ไปสู่ภาวะของความสำเร็จ คุณลักษณะหรือเงื่อนไขของนวัตกรรมประเภทนั้น พร้อมกับให้น้ำหนักแนวคิดนั้นๆ ว่ามีโอกาสที่จะสำเร็จมากน้อยเพียงใด มีปัจจัยสนับสนุนต่างๆ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการคัดสรรแนวคิดต่อไป 2.2) เลือกแนวคิดที่เหมาะสมมีความสำคัญและมีคุณประโยชน์ นวัตกรรมที่สามารถลด หรือ แก้ปัญหา เป็นวิธีการตัดสินใจเลือกแนวคิดใหม่ที่รวบรวมมาได้จากความรู้และเหตุผล การถ่ายทอดความคิดหรือลำดับความคิดหรือจินตนาการให้เป็นขั้นตอนโดยใช้การร่างภาพ 2 มิติหรือการร่างภาพ 3 มิติ และนำไปสู่สภาพความสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ได้

3. การสร้างต้นแบบนวัตกรรม เป็นการศึกษาวิธีการที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาหรือพัฒนาผู้เรียนอย่างละเอียดจากเอกสารตำราที่เกี่ยวข้อง แล้วสร้างเครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่ประกอบเข้าเป็นวิธีการที่จะนำไปปฏิบัติได้อย่างละเอียด มีวิธีการของการปฏิบัติดังนี้ 1) ชื่อนวัตกรรม 2) วัตถุประสงค์ของการใช้นวัตกรรม 3) ทฤษฎีหรือหลักการที่ใช้ในการสร้างนวัตกรรม 4) ส่วนประกอบของนวัตกรรม 5) ลักษณะทางเทคนิค และ 6) แนวการใช้ใช้นวัตกรรม

4. การตรวจสอบคุณภาพนวัตกรรม เป็นการตรวจสอบเพื่อปรับปรุงคุณภาพเบื้องต้นของนวัตกรรมต้นแบบ เป็นการทดสอบและประเมินผลการทำงานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้ก็นำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น การตรวจสอบต้นแบบของนวัตกรรมที่จัดสร้างขึ้นเสร็จแล้วจะดำเนินการ 2 ลักษณะ คือ การตรวจสอบโดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมและความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการพัฒนา และการตรวจสอบโดยการทดลองใช้กับผู้เรียนกลุ่มเล็กๆเพื่อรวบรวมปัญหาจากการนำไปปฏิบัติจริง โดยมีวิธีการทดสอบเป็นการตรวจสอบชิ้นงานหรือแบบจำลองวิธีการที่สร้างขึ้นว่ามีความสอดคล้องตามแบบที่ถ่ายทอดความคิด สามารถทำงานหรือใช้งานได้หรือไม่ มีข้อบกพร่องที่ควรปรับปรุงแก้ไข เสนอความคิดเห็นที่เหมาะสมกับปัญหา จะต้องมีการบันทึกสิ่งต่างๆ เหล่านี้ไว้ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเป็นข้อมูลที่นำไปสู่การปฏิบัติงานในขั้นปรับปรุงแก้ไขต่อไป

5. การนำนวัตกรรมไปใช้ เป็นนำต้นแบบนวัตกรรมที่ได้สร้างขึ้นไปใช้จริงเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ตามเป้าหมายและวิธีการของนวัตกรรมนั้น ถูกต้องและครบถ้วนตามขอบเขตและจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ เพื่อคัดเลือกแบบที่มีความเหมาะสมสูงสุดสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ และได้ตรวจสอบประสิทธิภาพและประสิทธิผลของตัวนวัตกรรมว่าเมื่อนำไปใช้จริง ลงมือสร้างตามแนวทางที่ได้ถ่ายทอดความคิดและวางแผนการปฏิบัติงานไว้ ซึ่งต้องมีการติดตามสัมฤทธิ์ผลของนวัตกรรมชิ้นนั้นในการพัฒนาตามคุณลักษณะตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการปรับมาตรฐานนวัตกรรมต่อไป โดยมีหลักการเปรียบเทียบโดยใช้หลักเกณฑ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ เพื่อคัดเลือกแบบที่มีความเหมาะสมสูงสุดสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ ด้วยวิธีการที่ง่ายประหยัดและมีความเป็นไปได้จริงทั้งในการผลิตและการตลาด

6. การปรับปรุงและรายงานผล เป็นกระบวนการในการสร้างความมั่นใจให้กับผู้ใช้ว่านวัตกรรมที่สร้างขึ้นมานั้นส่งผลดี มากน้อยเพียงใดถ้าส่งผลอย่างเกินความคาดหมายก็ยอมนำไปสู่การยอมรับและนำไปใช้ในวงกว้างได้ แต่ถ้ายังไม่ดีพอก็ต้องปรับปรุงแก้ไขให้มีมาตรฐานที่สูงขึ้นเรื่อยๆ แล้วนำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ จึงทำการเผยแพร่และนำไปใช้ในขอบเขตที่กว้างขึ้น หรือขยายผลการปฏิบัติและเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของนวัตกรรมนั้น

5.16 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างนวัตกรรม

มนตรี วงษ์สะพาน (2554) ได้สังเคราะห์ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) กำหนดแนวคิด ประกอบด้วยขั้นตอนของการวิเคราะห์ความต้องการ และ สร้างแนวคิดหลักในการออกแบบ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันดังรายละเอียดต่อไปนี้ 2) รวบรวมทรัพยากรที่สนับสนุนแนวคิด เป็นการศึกษางานหรือกรณีตัวอย่างที่มีอยู่แล้ว เพื่อต่อเติมแนวคิดให้สมบูรณ์และนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดทำชิ้นงาน เชื่อมโยงกับประสบการณ์และแนวคิดที่จะตอบโจทย์ ทำให้เกิดการสังเคราะห์เป็นวิธีการที่จะนำไปสู่การจัดทำชิ้นงานได้อย่างเป็นรูปเป็นร่างมากยิ่งขึ้น และ 3) จัดทำชิ้นงาน ประกอบด้วยขั้นตอนของการออกแบบโครงสร้างของชิ้นงาน และการจัดทำรายละเอียดของชิ้นงาน

พีชญาณ์ พานะกิจ (2558) รูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีชื่อว่า “PEACE Model” มี

หลักการเน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นเองอย่างเป็นระบบ โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง กระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติกิจกรรมที่เน้นการร่วมมือกัน และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เพื่อแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหา (Presenting Problem: P) ขั้นที่ 2 การสร้างความสนใจร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน (Engaging : E) ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ (Analyzing : A) ขั้นที่ 4 การจำแนก (Classifying : C) ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluating : E) โดยมีเงื่อนไขสำคัญในการนำรูปแบบไปใช้ให้ประสบผลสำเร็จ ประกอบด้วย 1) ผู้สอนมีบทบาทในการเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนการสอน มีการใช้คำถามที่สร้างสรรค์ ทรงพลัง 2) ผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาหาความรู้และร่วมมือกันเพื่อสร้างความรู้ และ 3) ใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในท้องถิ่น และรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์

หทัยภัทร ไกรวรรณ และ ปัทมาวดี เล่ห์มงคล (2560) กล่าวว่า การดำเนินกิจกรรมเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย ดังต่อไปนี้ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Identify a Challenge) คือ การนำเข้าสู่กิจกรรม พร้อมกับใช้คำถามเพื่อกระตุ้น ให้เด็กร่วมกันระดมความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงปัญหา ว่าปัญหาคืออะไร มีสาเหตุมาจากสิ่งใด ขั้นที่ 2 ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) คือ การสำรวจโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า เพื่อ ศึกษาค้นคว้า แสวงหาวิธีการ แนวทางในการแก้ปัญหจาก สื่อที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่างๆ ขั้นที่ 3 วางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) คือ การเลือกวิธี/แนวทางการแก้ปัญหาด้วยการอธิบายเพื่อ นำเสนอวิธีการแก้ปัญหที่ตนเองเลือก ให้ผู้อื่นเข้าใจว่ามี วิธีการอย่างไร และใช้อุปกรณ์อะไรบ้าง ออกแบบชิ้นงานของตนเอง ขั้นที่ 4 ทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) คือ การลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหตามวิธีการ และขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ตามความคิดของตนเอง และทดสอบชิ้นงานตามเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่กำหนด โดยสามารถปรับปรุงและพัฒนาชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้ และขั้นที่ 5 นำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) คือ การนำเสนอชิ้นงานที่แปลกใหม่ของตนเอง โดยสนทนา ถึงผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติการแก้ไขปัญห แนวทางแก้ไขและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ของผลงานที่สร้างขึ้น และการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น

Olga B. Mikhailova (2018) ในกระบวนการทางสังคมพื้นฐานของวิธีการที่เป็นระบบเพื่อการศึกษาคุณสมบัติส่วนบุคคลและลักษณะศักยภาพเชิงนวัตกรรมถือเป็นผลรวมของทรัพยากรส่วนบุคคล (สินทรัพย์) เป็นตัวเป็นตนในกิจกรรมที่เชื่อมโยงถึงกัน โครงสร้างของนวัตกรรมศักยภาพของบุคลิกภาพประกอบด้วยของกิจกรรมประเภทต่อไปนี้ 1) คุณค่า - แรงจูงใจ (ประสิทธิผลเชิงสร้างสรรค์) 2) การใช้งาน (นวัตกรรม) และ 3) ทรัพย์สินทางปัญญา (ความคิดสร้างสรรค์) ศักยภาพนวัตกรรมของบุคลิกภาพเป็นชุดของความถนัดความสามารถและคุณสมบัติของมนุษย์ตระหนักว่าเป็นผลมาจากการรวมเข้ากับกิจกรรมสร้างสรรค์ประกอบด้วยองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องและร่วมกันระหว่างประสิทธิผลเชิงสร้างสรรค์ นวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์แสดงในทางปัญญาและมีคุณค่าทางอารมณ์ชนิดของกิจกรรม

Wisetsat & Nuangchalerm (2019) การคิดเชิงนวัตกรรมคือการคิดค้นหรือพัฒนาความเจริญรุ่งเรืองให้กับสังคม โดยการคิดเชิงนวัตกรรมนี้สิ่งใหม่อาจไม่เคยมีใครเคยทำมาก่อนหรือทำมา

อดีต แต่ถูกทำใหม่หรือสิ่งที่การพัฒนาใหม่นี้มาจากเก่าที่มีอยู่มั่นประสบความสำเร็จเป็นผลมาจากการผลิตใหม่ การคิดเชิงนวัตกรรมได้รับการเรียกร้องให้มีการศึกษาในหลายระดับ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์บนพื้นฐานของความสามารถในการวิเคราะห์บริบท (ตีความ) ความสามารถในการสร้าง (สร้าง) แนวคิดความสามารถในการร่วมมือกับคนอื่น ๆ (ทำงานร่วมกัน) ความสามารถในการสะท้อน (สะท้อน) ในปัจจุบัน(ทดแทน) และความสามารถในการประเมิน (ประเมิน) เป็นรากฐานของแนวคิดเพื่อเพิ่มความคิดสร้างสรรค์สำหรับครูผู้สอน ความคิดสร้างสรรค์สามารถส่งเสริมโดยการเรียนรู้ร่วมกันจากประสบการณ์ การเรียนรู้ที่เน้นโครงการเป็นสำคัญ และเทคโนโลยีการศึกษาสำหรับครู

Athanassios Androutsos & Vasiliki Brinia (2019) ความคิดเชิงการออกแบบเป็นวิธีการตามการเรียนการสอนแบบโครงการ แต่มีนัยสำคัญความแตกต่างกัน โดยให้ความสำคัญในการคิดเชิงออกแบบคือการสร้างความรู้ใหม่และผลิตภัณฑ์ที่เป็นนวัตกรรมผ่านร่วมกันสร้าง คือการทำงานร่วมกันกับผู้ใช้และสมาชิกคนอื่น ๆ ของกลุ่มที่มีความสนใจร่วมกัน การสร้างผ่านการมีส่วนร่วมของผู้ใช้ เป็นกระบวนการของการออกแบบผลิตภัณฑ์หรือบริการพร้อมกับผู้ใช้ เป็นวิธีการที่ผู้ใช้เป็นศูนย์กลางในการออกแบบวิธีคิดการโต้ตอบกับผู้ใช้ ควรเกี่ยวข้องกับการเอาใจใส่เพื่อให้ตระหนักถึงความต้องการของผู้ใช้และออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้โดยรวม เนื่องจากการโต้ตอบกับผู้ใช้เป็นกระบวนการคิดเชิงเชิงออกแบบ ยังเกี่ยวข้องกับการสังเกตกิจกรรมของผู้ใช้และวิธีคิดและการกระทำ ดังนั้นนวัตกรรมส่วนใหญ่มาจากการวิเคราะห์ผู้ใช้ที่เอาใจใส่และกระบวนการออกแบบร่วมที่พยายามทำให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้และเป้าหมายทางธุรกิจในแนวทางที่เป็นไปได้ เป็นที่ต้องการและมีศักยภาพ

สรุปหลักการแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาหลักการ แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาสามารถสรุปประเด็นสำคัญได้ดังนี้

1. หลักการ แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนา การออกแบบระบบการเรียนการสอน และการวิจัยแบบผสมผสานวิธี

การวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) เป็นการวิจัยประเภทหนึ่งที่น่ามาใช้ในการแสวงหาและพัฒนาความรู้ทางด้านการศึกษา มีเป้าหมายของการวิจัยเช่นเดียวกับการวิจัยประเภทอื่นๆ แต่ต่างกันในช่วงตอนของการดำเนินการวิจัย คือ เป็นการวิจัยก่อนแล้วนำผลการวิจัยมาพัฒนานวัตกรรม เมื่อได้นวัตกรรมแล้วนำนวัตกรรมไปดำเนินการวิจัยและหลังจากนั้นนำผลที่ได้จากการใช้ไปสู่การพัฒนาปรับปรุงแก้ไขนวัตกรรมให้ตอบสนองผู้ใช้ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R₁) คือ การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการ ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D₁) : ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน (Design and Development : D and D) ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R₂) : ขั้นตอนทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน (Implementation : I) และขั้นตอนที่ 4 (Development : D₂) ขั้นตอนประเมินผลรูปแบบการเรียนการสอน (Evaluation : E) โดยประเมินประสิทธิผลของนวัตกรรม (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558)

การออกแบบระบบการเรียนการสอน (ISD : Instructional System Design หรือ ID : Instructional Design) หมายถึง การจัดการสอนอย่างมีระบบ โดยอาศัยความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ ทฤษฎีการเรียนรู้ และทฤษฎีการสอน ซึ่งรวบรวมองค์ประกอบและปัจจัยต่างๆ เพื่อนำไปสู่กระบวนการตัดสินใจออกแบบระบบ แล้วจึงทำการทดลองและปรับปรุงแก้ไขจนให้ได้ผล ซึ่งก็คือการนำไปสู่ความสำเร็จของการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ซึ่งการออกแบบระบบการเรียนการสอนด้วยวิธีการเชิงระบบ (System Approach) หรือที่เรียกว่า “ADDIE Model” ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นวิเคราะห์ (Analyze Phase) วิเคราะห์และประเมินความต้องการจำเป็น (Assess and Analyze Needs) 2) ขั้นตอนออกแบบ (Design Phase) ออกแบบการเรียนการสอนและนำเสนอ (Design Instruction and Presentations) 3) ขั้นพัฒนา (Develop Phase) พัฒนาเครื่องมือที่ใช้นำมาประกอบการจัดการเรียนการสอน (Develop Materials) 4) ขั้นนำไปใช้ (Implementation Phase) เนื้อหาและกิจกรรมไปใช้ ประกอบด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น การวางแผนในการบริหารจัดการในการนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ และดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนต่างๆ ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ และ 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) ประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนและประสิทธิผลของสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน (Dick et al., 2005; Kruse & Keil, 2000)

การผสมผสานวิธีการวิจัย (Mixed Methods Research) เป็นการออกแบบวิจัยด้วยวิธีวิทยาการ (Methodology) และวิธีการ (Methods) เข้าด้วยกัน ซึ่งวิธีวิทยาการเกี่ยวข้องกับการเก็บรวบรวม การวิเคราะห์ และการผสมผสานวิธีเชิงปริมาณ (Quantitative Methods) และเชิงคุณภาพ (Qualitative Methods) ในกระบวนการวิจัยตั้งแต่ขั้นตอนการตั้งสมมุติฐานไปจนถึงขั้นสรุปผล และวิธีการซึ่งมุ่งเน้นการเก็บรวบรวม การวิเคราะห์ และการผสมผสานข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพในการศึกษาเฉพาะกรณีหรือหลายกรณี วิธีการวิจัยแบบนี้ใช้เพื่อให้เกิดความเข้าใจในผลการวิจัยที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้นในปัญหาวิจัยหนึ่ง ซึ่งให้คำตอบที่เหมาะสมกว่าการใช้วิธีเพียงวิธีใดวิธีหนึ่ง ซึ่งมีแบบแผนการผสมผสานวิธีการวิจัย แบ่งออกเป็น 4 ประเภทหลัก คือ 1. แบบแผนเชิงผสมผสานแบบสามเส้า (The Triangulation Design) 2. แบบแผนเชิงผสมผสานแบบรองรับภายใน (The Embedded Design) 3. แบบแผนเชิงอธิบาย (The Explanatory Design) และ 4. แบบแผนเชิงสำรวจบุกเบิก (The Exploratory Design) (John W. Creswell & Vicki L. Plano Clark, 2011)

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) ประยุกต์ร่วมกับการออกแบบการเรียนการสอนด้วยวิธีการเชิงระบบ (System Approach) ที่เรียกว่า “ADDIE Model” Kruse & Keil (2000) และรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนเชิงระบบของ Dick et al., (2005) โดยใช้ระเบียบการวิจัยแบบการผสมผสานวิธีการวิจัย (Mixed Methods Research) ตามแบบแผนการวิจัยแบบรองรับภายใน (Embedded Design) วิธีการเชิงปริมาณเป็นหลักและวิธีการเชิงคุณภาพเป็นวิธีรอง (John W. Creswell & Vicki L. Plano Clark, 2011) โดยมีกระบวนการวิจัยประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R₁) คือ การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการ ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D₁) : ขั้นการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน (Design

and Development : D and D) ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R₂) : ขั้นการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน (Implementation : I) และขั้นตอนที่ 4 (Development : D₂) ขั้นการประเมินผลรูปแบบการเรียนการสอน (Evaluation : E) โดยประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558)

2. แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน

จากการศึกษารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดของ Joyce & Marsha Weil (2004) และทิสนา แชมมณี (2558) ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนการสอน (Model of Teaching) เพื่อนำไปสู่รูปแบบการจัดการเรียนการสอน ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 4 องค์ประกอบ คือ 1) องค์ประกอบเชิงหลักการและวัตถุประสงค์ 2) องค์ประกอบเชิงกระบวนการการเรียนการสอน 3) องค์ประกอบปัจจัยสนับสนุน และ 4) การวัดและประเมินผลของรูปแบบการเรียนการสอน

3. แนวคิดทฤษฎีพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาสรุปได้ดังนี้

3.1 จัดการเรียนรู้การสร้างความรู้ (Constructivist Teaching and Learning) คือแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาผู้เรียนโดยองค์รวม ซึ่งก็คือการพัฒนาทั้งร่างกาย สติปัญญาความคิด วิธีคิด การเรียนรู้ตลอดชีวิต สร้างแรงจูงใจ ทักษะการปฏิบัติงาน และการปฏิบัติตนเพื่อสร้างสรรค์สังคมในที่สุดการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ มีพื้นฐานจากความเชื่อที่ว่าความรู้ เป็นผลจากการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งหมายความว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยการจัดการกับความรู้อื่นๆ เรื่องใหม่ โดยการบูรณาการกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม การเรียนรู้เป็นผลจากบริบทในการเรียนการสอน แนวคิด ความเชื่อ และเจตคติของผู้เรียน

3.2 ความหมายคำว่า "STEAM" ย่อมาจาก วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลป์ (Arts) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ต่อมา Yekman & Lee, (2012) ใช้คำว่า "STEAM" เป็นคำที่ใช้สำหรับเหตุการณ์ นโยบาย โปรแกรม หรือการปฏิบัติเกี่ยวกับวิชาในชีวิตประจำวันในวิชาใดวิชาหนึ่งหรือหลายวิชา เป็นการเตรียมผู้เรียนเพื่อเข้าศึกษาต่อในระดับวิทยาลัยและเตรียมพร้อมสำหรับการทำงาน

3.3 การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM มีความสำคัญในด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะและกระบวนการในการดำเนินชีวิตประจำวัน ประกอบด้วย 6 ข้อคือ 1) ระบุปัญหา (Identify) คือ การนำเข้าสู่กิจกรรม พร้อมกับใช้คำถามเพื่อกระตุ้น ให้ร่วมกันระดมความคิดเห็น เพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงปัญหา 2) ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore) คือ ต้องใช้ทักษะที่จำเป็นต่อเนื้อหาหรือแนวคิดเพื่อ ศึกษาค้นคว้า แสวงหาวิธีการ แนวทางในการแก้ปัญหาจาก สื่อที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่างๆ 3) วางแผนและพัฒนา (Develop) คือ มีการบูรณาการโดยเป็นกระบวนการให้นักเรียนได้พบเป้าหมายและใช้ในการอ้างอิงการประเมินผล การเลือกวิธีแก้ปัญหาด้วยการอธิบายเพื่อ นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่ตนเองเลือก ให้ผู้อื่นเข้าใจว่ามี วิธีการอย่างไร ออกแบบชิ้นงานของตนเอง 4) ทำงานร่วมกันเป็นทีม (Connect) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน 5)

ทดสอบและประเมินผล (Evaluate) คือ การลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาตามวิธีการ และขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ตามความคิดของตนเอง และทดสอบชิ้นงานตามเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่กำหนด โดยสามารถปรับปรุงและพัฒนาชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้ และ 6) นำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) คือ การนำเสนอชิ้นงานที่แปลกใหม่ของตนเอง โดยสนทนา

3.4 หลักการการสอนกับการเรียนรู้แบบ STEAM หลักการจัดประสบการณ์เรียนรู้แบบ STEAM ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนได้แก่ 1) การระบุปัญหา (Define) คือ การนำเข้าสู่กิจกรรม พร้อมใช้คำถามเพื่อกระตุ้น ให้ร่วมกันระดมความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงปัญหา 2) รวบรวมข้อมูล (Discover) คือการจัดลำดับ เป้าหมายและข้อจำกัด ศึกษาค้นคว้าหาเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์บริบทของการ จัดการเรียนรู้ จัดลำดับจุดประสงค์ 3) การวางแผนและพัฒนา (Develop) คือ มีการบูรณาการโดยเป็นกระบวนการให้นักเรียนได้พบเป้าหมายและใช้ในการอ้างอิงการ ประเมินผล การเลือกวิธีแก้ปัญหาด้วยการอธิบาย 4) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute) 5) การ ทดสอบและประเมินผล (Decision) คือ การลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาตามวิธีการ และขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ และทดสอบชิ้นงานตามเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่กำหนด และ 6) การนำเสนอผลลัพธ์ (Display) คือ การนำเสนอชิ้นงานที่แปลกใหม่ โดยสนทนาถึงผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติการ แก้ไขปัญหา แนวทางแก้ไขและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ของผลงานที่สร้างขึ้น

3.5 ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้แบบ STEAM เป็นการประเมินผู้เรียนตามสภาพจริง จากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย สอดคล้องกับชีวิตจริง มีผู้ประเมินหลายฝ่าย และ ครูผู้สอนควรประเมินผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง โดยเน้นกระบวนการทำงานและผลผลิตของงานตลอดเวลา การเรียนรู้ ได้แก่ ก่อนเรียน ระหว่างเรียน หลังเรียน และติดตามผล ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และ ช่วยให้ผู้ครูได้ข้อมูลสำหรับการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ และเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ ผู้เรียน ช่วยให้นักเรียนที่ครูมอบหมายแก่ผู้เรียนเกิดความสมบูรณ์มากขึ้นครูผู้สอนควรประเมินผู้เรียน 2 วิธี ดังนี้ 1) การประเมินระหว่างเรียน (Formative Assessment) เป็นการประเมินเพื่อปรับปรุงการ จัดการเรียนรู้ 2) การประเมินหลังเรียน (Summative Assessment) เป็นการประเมินเพื่อตรวจสอบ ว่าผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ การทำงาน ความสามารถและความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนกำหนดไว้ใน วัตถุประสงค์หรือไม่เป็นการตัดสินผลการจัดการเรียนรู้ หลังจากผู้เรียนได้เรียนจบหน่วยการเรียนรู้ รวมทั้งการประเมินปลายภาคเรียนหรือปลายปี ครูผู้สอนควรใช้เครื่องมือหลายชนิด เช่น แบบทดสอบ แบบสัมภาษณ์ แบบประเมินโครงงาน เป็นต้น

4. ทักษะการสร้างสรรค่นวัตกรรมทางเทคโนโลยี คือ ความสามารถในการริเริ่มแนวคิดใหม่ ผลิตภัณท์ใหม่ กระบวนการใหม่ หรือวิธีการทำงานใหม่ รวมถึงการปรับปรุงที่มีอยู่เดิมให้แตกต่างไป เพื่อให้เกิดประโยชน์ ประกอบด้วย การระบุปัญหาที่เป็นจุดเริ่มต้นในการสร้างนวัตกรรม การสร้างแนวคิด หรือแนวทางใหม่ การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ และการนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริงสรุปได้ดังนี้

4.1 การประเมินคุณภาพของนวัตกรรมทางเทคโนโลยี นวัตกรรมเป็นสิ่งใหม่ที่จะต้องมีการ นำไปปฏิบัติ จะช่วยให้การทำงานย่อมได้ผลดี มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล เมื่อสร้างนวัตกรรมขึ้น มาแล้วนอกจากตัวผู้สร้างจะนำไปใช้แล้ว จะต้องมีการเผยแพร่ให้ผู้อื่นสามารถนำไปปฏิบัติได้ แบ่ง ออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความเป็นนวัตกรรม ประกอบด้วย 3 ตัวชี้วัดคือ 1) การเผยแพร่และการ

ยอมรับนวัตกรรม สัมพันธ์เป็นระบบสมเหตุสมผล ความถูกต้องของสาระความรู้ที่นำเสนอ ประโยชน์ของนวัตกรรม เป็นผลงานที่นำสู่การพัฒนาด้านต่างๆ ทำให้ผู้เรียนและผู้เกี่ยวข้องเกิดการเรียนรู้กันทั้งในระดับโรงเรียนและส่งผลถึงชุมชน 2) กระบวนการคิดเชื่อมโยง แนวคิดแสดงถึงจุดเน้นของนวัตกรรมที่พัฒนา มีความคิดรวบยอด ตลอดจนมีขั้นตอนการปฏิบัติที่นำไปสู่ผลปฏิบัติที่สำเร็จและเกิดผลต่อกลุ่มเป้าหมาย การชื่นชมในผลงานที่เกิดขึ้น และ 3) ลักษณะของนวัตกรรม เป็นระดับการสร้างนวัตกรรมได้แก่ ทาวิธีที่ดีขึ้นเป็นนวัตกรรม ปรับปรุงที่มีอยู่ให้ดีขึ้น พัฒนาให้ดีขึ้น 2) การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า หมายถึง การพัฒนาอย่างยั่งยืนที่ให้ความสำคัญกับการรักษาคุณค่าของทรัพยากรใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าที่สุด และ 3) คุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม การคิดที่เชื่อมโยงและสัมพันธ์เป็นระบบสมเหตุสมผล แนวคิดโดยใช้องค์ความรู้ ทำสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากเดิมเพื่อมุ่งแก้ปัญหา ประกอบด้วย 2 ตัวชี้วัดคือ 1) แนวคิดโดยใช้องค์ความรู้ ทำสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากเดิมเพื่อมุ่งแก้ปัญหา เรียนรู้และผลิตสิ่งต่างๆ ด้วยความคิดริเริ่มของตน การแก้ปัญหาหรือพัฒนาคุณภาพผู้เรียน การใช้ทรัพยากร การเรียนรู้ร่วมกัน ส่งเสริมให้เกิดกระบวนการแสวงหาความรู้ การยอมรับ ความเหมาะสมในการใช้งาน 2) ประเมินและทดสอบแนวคิด เผยแพร่ผลจากการปฏิบัติให้ผู้อื่นได้รับทราบและร่วมเรียนรู้ วิเคราะห์และประเมินแนวคิดจากทางเลือกที่มี การยอมรับต้นแบบนวัตกรรม ลงมือปฏิบัติตามแนวคิดเพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรม นำแนวคิดไปสู่การปฏิบัติจริง

4.2 ทักษะการสร้างสรรค่นวัตกรรมทางเทคโนโลยี เป็นความชำนาญหรือความสามารถในการใช้กระบวนการทางความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้จินตนาการและการถ่ายทอดใช้ทักษะในการสร้างสิ่งที่มีเอกลักษณ์ ให้เกิดสิ่งใหม่หรือนวัตกรรมที่ทำขึ้นใหม่หรือพัฒนาขึ้นซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของความคิด วิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ผลที่ได้จากนวัตกรรมสามารถผลิตเป็นรูปธรรมได้ ประกอบด้วย 1) การระบุปัญหา (Identify) ที่เป็นจุดเริ่มต้นในการสร้างนวัตกรรม ระบุและระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น เลือกปัญหาที่มีการปฏิบัติจริงในการสร้างนวัตกรรม แสวงหาสิ่งที่มาสนับสนุนแนวคิดโดยใช้องค์ความรู้ บริหารทรัพยากร ทำสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากเดิมเพื่อมุ่งแก้ปัญหา เรียนรู้และผลิตสิ่งต่างๆ ด้วยความคิดริเริ่มของความสำเร็จและชัดเจน ระบุเป้าหมายและความจำเป็นในการสร้างนวัตกรรม ค้นหาสภาพแวดล้อมจัดเก็บและสร้างกระบวนการ 2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ (Explore) ระบุแนวคิดที่แปลกใหม่และมีประโยชน์ ระบุแนวคิดให้มีความหลากหลาย ใช้เทคนิคของการสร้างสรรค์ เรียนรู้หรือแสวงหาประสบการณ์ใหม่ที่ที่น่าสนใจ สังเกตสิ่งที่อยู่รอบตัว คิดเพื่อเชื่อมโยงและผสมผสานวิเคราะห์และประเมินแนวคิด 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ (Connect) มีการสื่อสารแนวคิดใหม่ๆ ไปสู่ผู้อื่น เปิดใจกว้างและยอมรับมุมมอง แสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน สร้างวิฤติให้เป็นโอกาส สร้างเครือข่ายและปฏิสัมพันธ์ และขั้นตอนการสนับสนุน 4) การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (Develop) การนำเอาความคิดนั้นไปใช้ และเป็นที่ยอมรับของชุมชน ให้เกิดการยอมรับความคิดเห็นใหม่ โดยออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนและพัฒนา การทดสอบและประเมินผล และ 5) การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่ตนเอง (Practice) ประเมินและทดสอบแนวคิดวิเคราะห์และประเมินแนวคิดจากทางเลือกที่มีเพื่อให้ ลงมือปฏิบัติตามแนวคิดเพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรมจาก นำแนวคิดไปสู่การปฏิบัติจริง ทดลองเพื่อทดสอบแนวคิดและประสบการณ์ใหม่ ค้นหาวิธีการที่จะทำสิ่งต่างๆให้ง่ายขึ้น เผยแพร่ผลจากการปฏิบัติให้ผู้อื่นได้รับทราบและร่วมเรียนรู้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ผู้วิจัยใช้วิธีดำเนินการวิจัยในลักษณะของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) โดยใช้ระเบียบวิธีการวิจัยแบบผสมผสานวิธี (Mixed Methods Research) ที่มีลักษณะเป็นแบบแผนเชิงผสมผสานแบบบรกรับภายใน (The Embedded Design) ด้วยการศึกษาวิธีการเชิงปริมาณ (Quantitative Methods) เสริมด้วยวิธีการเชิงคุณภาพ (Qualitative Methods) เพื่อตอบคำถามการวิจัยให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยมีรายละเอียดวิธีดำเนินการวิจัยเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R₁) ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน (Analysis : A) เกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนการสอนของครู พฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและวิเคราะห์ผู้เรียนเกี่ยวกับความสามารถพื้นฐาน ในเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM

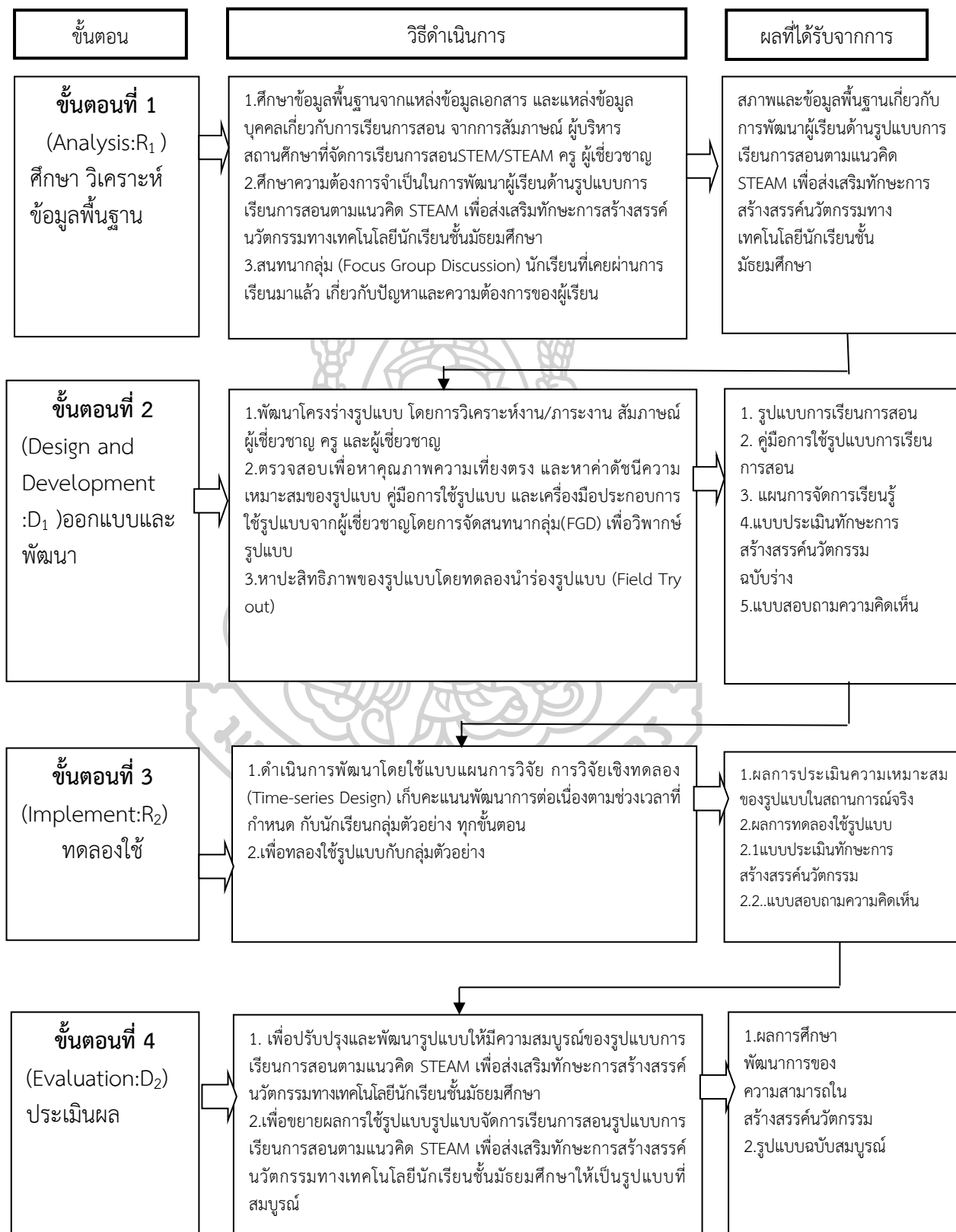
ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D₁) ออกแบบและพัฒนา (Design and Development : D&D) รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R₂) ทดลองใช้ (Implementation : I) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development : D₂) ประเมินผล (Evaluation : E) และขยายผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัยการพัฒนาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ผู้วิจัยดำเนินการตามกรอบดำเนินการวิจัย ดังแผนภาพที่ 6



ภาพที่ 6 กรอบดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R₁) เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน (Analysis : A)

เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน เกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนการสอนของผู้บริหารสถานศึกษาจัด STEM/STEAM ครู ผู้เชี่ยวชาญ และพฤติกรรมนักเรียนของนักเรียนในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 มีวัตถุประสงค์ แหล่งข้อมูล ตัวแปรที่ศึกษา วิธีดำเนินการ เครื่องมือและการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในขั้นตอนที่ 1 ดังนี้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนการสอนในรายรายวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1
2. เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการของ ผู้บริหารสถานศึกษาที่จัดการศึกษา STEM/STEAM ครู ผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนการสอน STEAM ของนักเรียนในรายรายวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 ประกอบด้วย
 - 2.1 ผู้บริหารสถานศึกษาที่จัดการศึกษา STEM/STEAM
 - 2.2 ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี วิชาศิลปะ วิชาคณิตศาสตร์
 - 2.3 ผู้เชี่ยวชาญ
3. เพื่อศึกษาเกี่ยวกับปัญหาและความต้องการของผู้เรียนเกี่ยวกับ การเรียนการสอน การจัดกิจกรรม การวัดและประเมินผล ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมรายรายวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1

แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูลเอกสาร ประกอบด้วย เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560 และหลักสูตรสถานศึกษา แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการสอน และทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม

แหล่งข้อมูลบุคคล ประกอบด้วย

1. ผู้บริหารสถานศึกษาที่จัด STEM/STEAM
2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอน ด้าน STEM/STEAM และด้านนวัตกรรม
3. ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี วิชาศิลปะ วิชาคณิตศาสตร์
4. นักเรียนที่เรียนวิชาการโปรแกรม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556

วิธีดำเนินการ

ในการดำเนินการเพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานผู้วิจัยดำเนินการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน ปัญหาและความต้องการ วิเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎีต่างๆ โดยใช้แบบวิเคราะห์เอกสารในการวิเคราะห์ข้อมูล จากแหล่งข้อมูลแผนพัฒนาของมหาวิทยาลัยศิลปากรปีงบประมาณ พ.ศ.2560-2564 ข้อมูลทั่วไปของมหาวิทยาลัยและคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร แผนยุทธศาสตร์ของคณะ

ศึกษาศาสตร์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร สภาพปัจจุบันและสภาพที่คาดหวังของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย และสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ผู้บริหารสถานศึกษาที่จัดการศึกษาSTEM/STEAM ครู ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้ข้อมูลในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ประกอบด้วย

1. สังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

1.1 ข้อมูลพื้นฐานจากแหล่งข้อมูลเอกสารหลักสูตร และเอกสารการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาระดับนานาชาติ โดยใช้แบบวิเคราะห์เอกสาร ประกอบด้วย เอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2561 และหลักสูตรโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร และแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนตามจุดเน้น

1.2 ศึกษาและวิเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยใช้แบบวิเคราะห์เอกสาร โดยศึกษาและวิเคราะห์จากเอกสาร และตำรา เกี่ยวกับรูปแบบการสอน(Dick et al., 2005; Joyce & Marsha Weil, 2004; Kruse & Keil, 2000; จินตนา ศิริธัญญรัตน์, 2556; ทิศนา ขัมมณี, 2558) การเรียนรู้แบบ STEAM (Guyotte et al., 2015; Henriksen, 2017; HyunJu Park et al., 2016; James Bequett & Marjorie Bullitt Bequett, 2012; H. Kim & Chae, 2016; Robert & Stephen, 2017; Yakman, 2008; วิสูตร โพธิ์เงิน, 2560; หทัยภัทร ไกรวรรณ และ ปัทมาวดี เล่ห์มงคล, 2560) แนวคิดเกี่ยวกับทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม (Anthony, 2012; Harvard Business school, 2555; Tidd & John, 2013; กิดานันท์ มลิทอง, 2543; แคทซ์, 2549; จิราพร รอดพ่วง, 2559; ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2558; เนาวนิตย์ สงคราม, 2557; บรรวณ, 2554; ฝ่ายนิเทศสัมพันธ์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2541; พยัต วุฒิมรงค์, 2557; พีชญาณ์ พานะกิจ, 2558; มณฑล ศาสนนันท์, 2552; มนตรี วงษ์สะพาน, 2554; วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนาผล, 2562a; แอนโทนี่ สก็อต ดี, 2557)

2. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานจากแหล่งข้อมูลบุคคล ประกอบด้วย

2.1 การสัมภาษณ์ผู้บริหารสถานศึกษาที่จัด STEM/STEAM และ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนวิชาเทคโนโลยี ครูผู้สอนวิชาศิลปะ ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่มีโครงสร้าง (Structured Interview) และใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบเป็นทางการ (Formal Interview)

2.2 การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจำนวน 5 ท่าน โดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่มีโครงสร้าง (Structured Interview) และใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบเป็นทางการ (Formal Interview)

2.3 จัดสนทนากลุ่มนักเรียน (Focus Group Discussion : FGD) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อสภาพการจัดการเรียนการสอนวิชาการโปรแกรม

ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์ด้วยตนเองข้อมูลพื้นฐานจากแหล่งข้อมูลบุคคล ผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

1.แบบวิเคราะห์เอกสาร แนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีมีกระบวนการสร้างและพัฒนาที่มีขั้นตอนดำเนินการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารและตำราเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบวิเคราะห์เอกสาร

1.2 กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์เอกสารเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐาน คุณลักษณะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรโรงเรียน การจัดประสบการณ์ที่ส่งเสริม รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี และหลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง นำมาสร้างแบบวิเคราะห์เอกสารโดยกำหนดประเด็นการวิเคราะห์เอกสาร โดยมีประเด็น 2 ข้อคือ 1) รายละเอียดของการศึกษาเอกสารเป็นอย่างไร และ 2) สรุปสาระสำคัญของเอกสารและความเป็นไปได้หรือไม่อย่างไร

1.3 นำแบบวิเคราะห์เอกสารที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของแบบวิเคราะห์เอกสารเชิงทฤษฎีและนำไปปรับปรุงแก้ไข

1.4 นำแบบวิเคราะห์เอกสารที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) และความตรงตามโครงสร้างแนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องโดยใช้การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีเกณฑ์การพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญดังนี้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558)

ระดับคะแนน 5	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
ระดับคะแนน 4	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
ระดับคะแนน 3	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
ระดับคะแนน 2	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
ระดับคะแนน 1	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

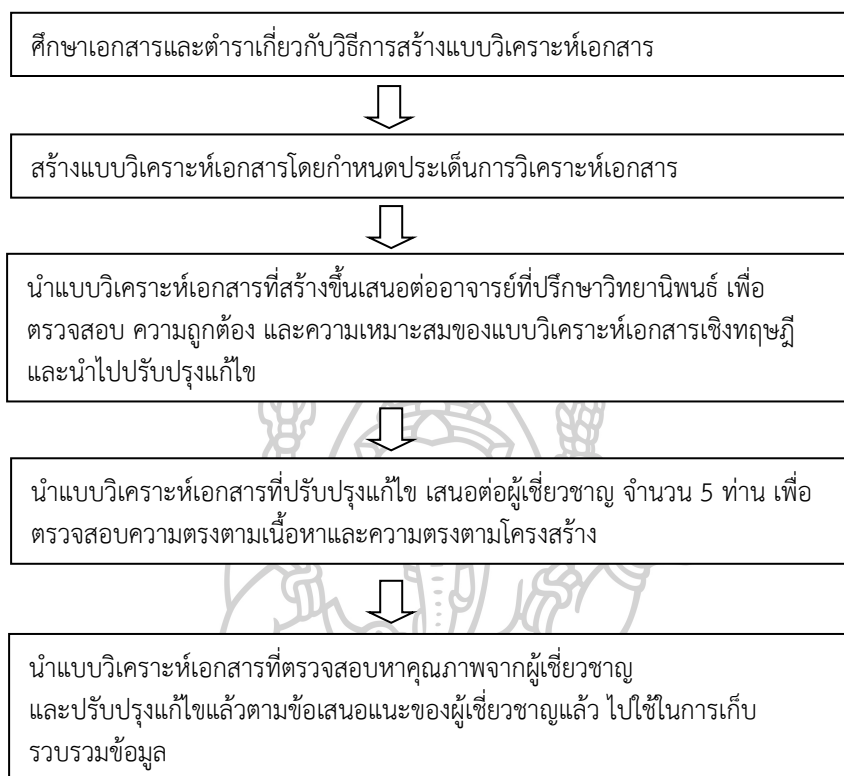
ในการหาคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวิเคราะห์เอกสาร พิจารณาจากเกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ย ดังนี้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558)

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ข้อมูลพื้นฐานที่เหมาะสมกับสภาพปัจจุบัน ปัญหาและความในการดำเนินการเพื่อให้พิจารณาค่าความเหมาะสมที่มีค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) น้อยกว่า 1.00 แสดงว่า แบบวิเคราะห์เอกสารที่พัฒนาขึ้น มีความเหมาะสมเหมาะสม สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้

1.5 นำข้อมูลที่รวบรวมจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณความเหมาะสมหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความเหมาะสมตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าเฉลี่ยคะแนนความเหมาะสมของประเด็นในการวิเคราะห์เอกสาร ($\bar{x} = 4.40$, S.D.= 0.70) ถึง ($\bar{x} = 4.82$, S.D.= 0.44) อยู่ในระดับมากที่สุด ทุกรายการประเมิน ซึ่งแสดงว่า แบบวิเคราะห์เอกสารที่พัฒนาขึ้น มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้

จากขั้นตอนการสร้างแบบวิเคราะห์เอกสารที่ใช้ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเชิงนโยบายการจัดการศึกษาและแนวคิด หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา สรุปได้ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ขั้นตอนการสร้างแบบวิเคราะห์เอกสาร

2. แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างสำหรับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน STEAM และการประเมินผลทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้บริหารสถานศึกษาที่จัด STEM/STEAM จำนวน 2 ท่าน ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน ครูผู้สอนวิชาเทคโนโลยี จำนวน 1 ท่าน ครูผู้สอนวิชาศิลปะ จำนวน 1 ท่าน ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษานานาชาติ จำนวน 2 ท่าน ที่มีต่อสภาพการจัดการเรียนการสอนวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 เกี่ยวกับการ รูปแบบการเรียนการสอน STEAM การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน STEAM วิธีสอน STEAM ของครู การประเมินผลทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม เป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) มีลักษณะของข้อคำถามเป็นแบบปลายเปิด (Open-end Questions) โดยมีประเด็นในการสัมภาษณ์เกี่ยวกับความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 โดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีแบบสัมภาษณ์ มีขั้นตอนดำเนินการสร้างดังนี้

2.1 กำหนดรายละเอียดของข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์ ได้แก่ เพศ โรงเรียน วิชาที่สอน รหัสวิชา ระดับชั้น วิทยฐานะ ประสบการณ์การสอน วุฒิการศึกษาสูงสุด ความคิดเห็นเกี่ยวกับจุดมุ่งหมาย ลักษณะการจัดการเรียนรู้ กระบวนการเรียนการสอน วิธีวัดและประเมินผล การพัฒนา

รูปแบบการเรียนการสอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน STEAM ลักษณะทักษะการสร้างสรรค์ นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียน ดำเนินการทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของ นักเรียน และการประเมินผลทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม

2.2 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับแนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการ เรียนการสอนวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 โดยจัดการเรียนการ สอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี เพื่อนำมาเป็น แนวทางในการกำหนดกรอบโครงสร้างของแบบสัมภาษณ์

2.3 สร้างแบบสัมภาษณ์ตามโครงสร้างและประเด็นการสัมภาษณ์ที่กำหนด โดยมีประเด็น 4 ข้อคือ 1) จุดมุ่งหมายการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เป็นอย่างไร 2) รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM ควรมีลักษณะการจัดการเรียนรู้อย่างไร เพราะอะไร 3) กิจกรรมการสอนควรมีวิธีดำเนินการอย่างไร เพราะอะไร และ 4) การวัดและประเมินผล ควรมี ลักษณะอย่างไร เพราะอะไร

2.4 นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความ ถูกต้องและความเหมาะสมของแบบสัมภาษณ์เชิงทฤษฎีและนำไปปรับปรุงแก้ไข

2.5 นำแบบสัมภาษณ์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) และ ความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) โดยมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) พิจารณาความสอดคล้อง โดยใช้แบบประเมินความสอดคล้องที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วน ประเมินค่า 5 ระดับของ Likert (Likert Five Rating Scales) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของ ประเด็นการสัมภาษณ์ ประเมินความเหมาะสมของประเด็นในแบบสัมภาษณ์ การวิเคราะห์ข้อมูลใน การประเมินความเหมาะสมของแบบสัมภาษณ์ที่ใช้ในการศึกษาข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ การเรียนการสอนนั้น ผลการประเมินพิจารณาจากค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความเหมาะสมตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำมาแปลความหมายตาม เกณฑ์ โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญและการแปลความหมายเช่นเดียวกับการประเมิน ความเหมาะสมของแบบวิเคราะห์เอกสาร

2.6 นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขแบบสัมภาษณ์ตามคำแนะนำ ของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้เป็นฉบับสมบูรณ์

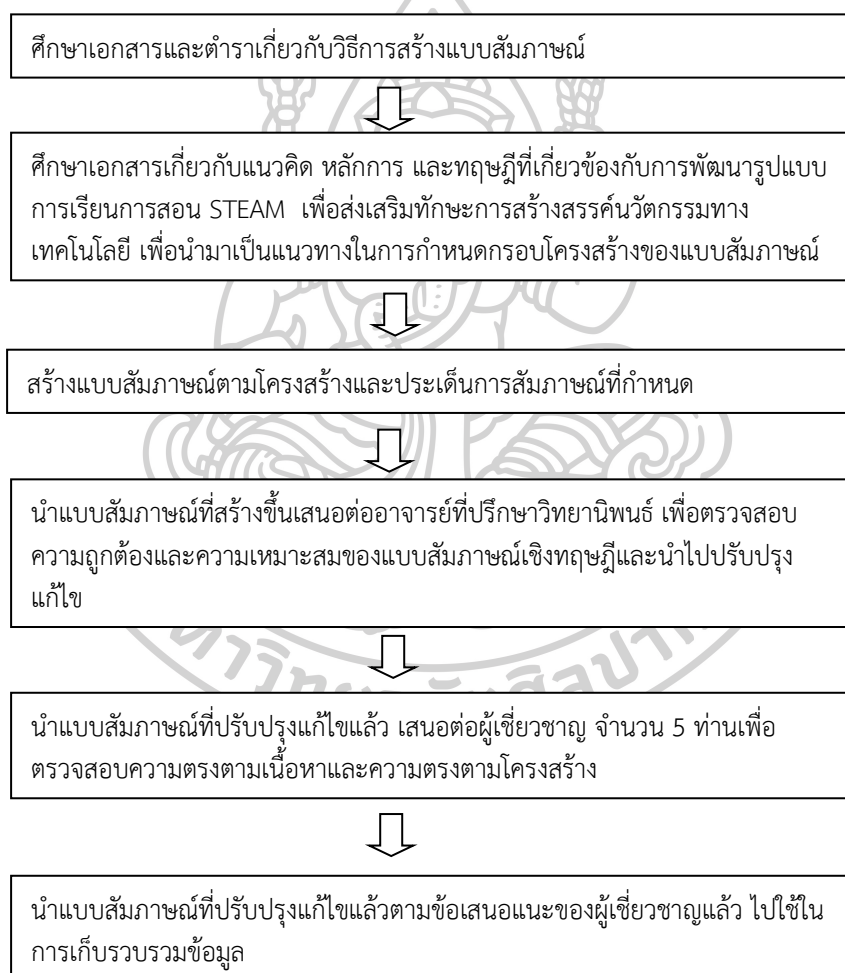
จากการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ของแบบสัมภาษณ์ตามโครงสร้างดัง แสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อการปรับปรุงแก้ไขแบบสัมภาษณ์ตามโครงสร้าง

ลำดับที่	ข้อเสนอแนะ	ผลการปรับปรุง
1	ควรแก้ไขคำสะกดผิด	ดำเนินการแก้ไขคำสะกด
2	ควรขยายความ กระบวนการสอน	แก้ไขเป็น ท่านคิดว่าการพัฒนารูปแบบการเรียนการ สอนตามแนวคิด STEAM ควรมีกระบวนการอย่างไร เพราะอะไร
3	เพิ่มหัวข้อ “วิธีดำเนินการกิจกรรมการสอน ใด ๆ หนึ่ง”	ดำเนินการเพิ่มเติมวิธีดำเนินการสอนอย่างไร

ลำดับที่	ข้อเสนอแนะ	ผลการปรับปรุง
4	ลำดับของหัวข้อกิจกรรมการสอน	ดำเนินการลำดับของหัวข้อกิจกรรมการสอน

2.7 นำข้อมูลที่รวบรวมจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความเหมาะสมตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าเฉลี่ยคะแนนความเหมาะสมของข้อคำถามในแบบสัมภาษณ์ ($\bar{X} = 4.00$, S.D.= 0.70) ถึง ($\bar{X} = 4.60$, S.D.= 0.54) อยู่ในระดับมากที่สุดถึงมากที่สุด ซึ่งแสดงว่า แบบสัมภาษณ์ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ จากขั้นตอนการสร้างแบบสัมภาษณ์ที่ใช้ศึกษาข้อมูลความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 สรุปได้ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ขั้นตอนการสร้างแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1

3. ประเด็นสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion Guidelines) กำหนดรายละเอียดของข้อมูลทั่วไปของนักเรียนผู้ให้สัมภาษณ์ ได้แก่ เพศ โรงเรียน วิชาที่สอน รหัสวิชา ระดับชั้น ผลการเรียนวิชาการโปรแกรม ภาคเรียนที่ 1 และภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ความคิดเห็นเกี่ยวกับ

วิธีการสอนของครู วิธีการเรียนของนักเรียน และ การประเมินผลนวัตกรรม ของนักเรียนในวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 มีขั้นตอนดำเนินการสร้างดังนี้

3.1 กำหนดรายละเอียดของข้อมูลทั่วไปของนักเรียนผู้ให้สัมภาษณ์ ได้แก่ เพศ โรงเรียน วิชา ระดับชั้น ผลการเรียนวิชาการโปรแกรม ภาคเรียนที่ 1 และภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2560 ความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการสอนของครู รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ลักษณะจัดการกิจกรรม วิธีการเรียน ลักษณะการจัดการเรียนรู้ การส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี และการประเมินผลการเรียนการสอน ของนักเรียนในวิชาวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1

3.2 ร่างประเด็นสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion Guidelines) โดยมีข้อคำถามแบบปลายเปิด (Opened Form) และมีความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการสอนของครู วิธีการเรียนของนักเรียน และ การประเมินผลนวัตกรรมสาระครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยมีประเด็น 4 ข้อคือ 1) ลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่ความเหมาะสมและสอดคล้องขององค์ประกอบของรูปแบบเป็นอย่างไร 2) ลักษณะจัดการกิจกรรมและความเป็นไปได้ควรเป็นอย่างไร 3) รูปแบบการเรียนการสอนควรใช้เวลาเท่าใด เพราะอะไร และ 4) รูปแบบการเรียนการสอน ควรมีวิธีวัดและประเมินผลอย่างไร เพราะอะไร

3.3 ตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของประเด็นสนทนากลุ่มในด้านการใช้ภาษา และความเหมาะสมของประเด็นคำถามกับรายละเอียดที่ศึกษา ได้แก่ วิธีการสอนของครู และวิธีการเรียนของนักเรียนในวิชาการโปรแกรม โดยนำประเด็นสนทนากลุ่มให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พิจารณาความเหมาะสมโดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับของLikert (Likert Five Rating Scales) เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของประเด็นสนทนากลุ่ม ใช้การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญมีเกณฑ์การให้คะแนนเป็นรายชื่อ เกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ย และเกณฑ์การพิจารณาความเหมาะสมเช่นเดียวกับแบบวิเคราะห์เอกสาร โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ 3.5 ขึ้นไป ซึ่งแสดงว่าประเด็นสนทนากลุ่มที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) สามารถนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลได้

3.4 นำข้อมูลที่รวบรวมจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความเหมาะสมตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าเฉลี่ยคะแนนความเหมาะสมของข้อคำถามในประเด็นสนทนากลุ่ม ($\bar{x} = 3.80$, S.D.= 0.83) ถึง ($\bar{x} = 4.60$, S.D.= 0.55) อยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด ซึ่งแสดงว่า ประเด็นสนทนากลุ่มความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ จากขั้นตอนการประเด็นสนทนากลุ่มใช้ศึกษาข้อมูลความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 สรุปได้ดังภาพที่ 16

ตารางที่ 16 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อการปรับปรุงแก้ไขประเด็นสนทนากลุ่ม

ลำดับที่	ข้อเสนอแนะ	ผลการปรับปรุง
1	แยกวิธีการสอนของครูกับการประเมินผลออกจากกัน และลำดับกิจกรรมตามวิธีสอนและการประเมินผล	ดำเนินการแยกวิธีการสอนของครูกับการประเมินผล

3.5 นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไข วิธีการสอน การประเมินผล และลำดับกิจกรรม ตามประเด็นสนทนากลุ่มตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้เป็นฉบับสมบูรณ์

3.6 ปรับปรุงแก้ไขประเด็นสนทนากลุ่มตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้สิ่งที่ผู้วิจัยต้องการนำข้อมูลไปออกแบบและพัฒนา Model แผนภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ขั้นตอนการสร้างแบบประเด็นสนทนากลุ่มความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านการ

สอน

จากขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาสามารถสรุปวิธีการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนที่ 1 ได้ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 สรุปวิธีการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R₁) เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน (Analysis : A)

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีดำเนินการ	กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล/สถิติที่ใช้	ผลที่ได้รับ
1. เพื่อวิเคราะห์	การวิเคราะห์	หลักสูตร	แบบวิเคราะห์	การวิเคราะห์	ข้อมูลพื้นฐาน

วัตถุประสงค์ การวิจัย	วิธีดำเนินการ	กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ ข้อมูล/สถิติที่ใช้	ผลที่ได้รับ
ข้อมูลพื้นฐาน เชิงนโยบายการ จัดการศึกษา ตามหลักสูตร โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัย ศิลปากร	เอกสาร	โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัย ศิลปากร พุทธศักราช 2556	เอกสาร	เนื้อหา (Content Analysis) โดยหา คำร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	เชิงนโยบายการ จัดการศึกษา ตามหลักสูตร โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัย ศิลปากร พุทธศักราช 2560
2. เพื่อศึกษา ความคิดเห็น จากผู้เชี่ยวชาญ ด้านการสอน การออกแบบ เทคโนโลยีและ วิทยาการ คำนวณ	การสัมภาษณ์	ผู้บริหาร สถานศึกษาที่ จัด STEM/STEAM จำนวน 2 คน ครูผู้สอนวิชา วิทยาศาสตร์ จำนวน 1 คน ครูผู้สอนวิชา เทคโนโลยี จำนวน 1 คน ครูผู้สอนวิชา ศิลปะ จำนวน 1 คน ครูผู้สอนวิชา คณิตศาสตร์ จำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญ ด้านการศึกษา จำนวน 2 คน	แบบสัมภาษณ์	การวิเคราะห์ เนื้อหา (Content Analysis) โดยหา คำร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ข้อมูลความ ต้องการจำเป็น ในการสอน STEAMโดยใช้ กระบวนการ ทักษะการ สร้างสรรค์ นวัตกรรม
3.ความคิดเห็น เกี่ยวกับวิธีการ สอนของครูและ วิธีการเรียนของ นักเรียน	สนทนากลุ่ม	นัก เรียน ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	แบบ ประเด็น สนทนากลุ่ม	การวิเคราะห์ เนื้อหา (Content Analysis) โดยหา คำร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	วิธีการสอน STEAM ของครู และทักษะการ สร้างสรรค์ นวัตกรรมและ วิธีการเรียนของ นักเรียน

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D₁) ออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา (Design and Development : D&D)

เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาใช้สังเคราะห์ พัฒนาและสร้างเครื่องมือประกอบ หาคคุณภาพ และประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรณ์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี ประกอบด้วย รูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบ หน่วยการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบบันทึกการสร้างนวัตกรรม ใบงาน Journal Writing และภาระงาน แล้วจัดสนทนากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Focus Group Discussion : FGD) จำนวน 7 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงของรูปแบบ คู่มือการใช้รูปแบบ หน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำไปทดลองใช้ (Tryout) กับนักเรียนที่มีลักษณะไม่แตกต่างกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ และหาประสิทธิภาพแบบภาคสนาม (Field Tryout) ก่อนนำไปทดลองใช้จริง (Implement) กับกลุ่มตัวอย่างโดยมีวัตถุประสงค์แหล่งข้อมูล ตัวแปรที่ศึกษา วิธีดำเนินการ เครื่องมือและการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในขั้นตอนที่ 2 ดังนี้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 โดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรณ์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา และพัฒนาเครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบ ได้แก่ คู่มือการนำรูปแบบไปใช้ หน่วย และแผนการจัดการเรียนรู้
2. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบ ได้แก่ แบบประเมินทักษะการสร้างสรณ์นวัตกรรม และแบบสอบถามความคิดเห็น
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพแบบภาคสนาม (Field Tryout) ของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรณ์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี

แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูลเอกสาร ประกอบด้วย

- 1.รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM
- 2.คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM
- 3.หน่วยการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้
- 4.เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM ได้แก่ แบบบันทึกการสร้างนวัตกรรม ใบงาน และภาระงาน
- 5.เครื่องมือประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM ได้แก่ แบบประเมินทักษะการสร้างสรณ์นวัตกรรม และแบบสอบถามความคิดเห็น

แหล่งข้อมูลบุคคล

- 1.ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน ประกอบด้วย เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 คน ด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา จำนวน 1 คน ด้านการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน การจัดการเรียนการสอน และการเขียนหน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 1 คน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 คน ด้านการสอนเทคโนโลยี จำนวน 1 คน ด้านการสอนศิลปะ จำนวน 1 คน

ด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คน ทั้งนี้เพื่อสนทนากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Focus Group Discussion : FGD) คุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของรูปแบบและคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา และเพื่อเป็นการรับรองโครงสร้างรูปแบบการเรียนการสอน ก่อนการนำไปใช้จริงในขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R2)

2.2. ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ประกอบด้วย ครูผู้สอนด้านเทคโนโลยี ซึ่งมีประสบการณ์ในการสอนด้านเทคโนโลยี มาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้าน STEM/STEAM จำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา จำนวน 1 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของหน่วย และแผนการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมและแบบสอบถามความคิดเห็น

ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่

1.รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

2.ประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

3.เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

วิธีดำเนินการ

1. การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา รวมทั้งเครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบ ได้แก่ คู่มือการนำรูปแบบไปใช้ หน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดที่ได้จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานในขั้นตอนที่ 1 มาใช้ในการสังเคราะห์ร่างรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัศึกษามีขั้นตอนในการสร้างและพัฒนา ดังนี้

1.1 ศึกษาแนวคิดที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานในขั้นตอนที่ 1 เพื่อนำมากำหนดกรอบแนวคิดรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

1.2 พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาโดยการวิเคราะห์และสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ทำให้ได้รายละเอียด 3 หัวข้อ คือ “ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน” “แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ” และ “องค์ประกอบของรูปแบบ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน นั้น ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 4 องค์ประกอบ คือ 1) องค์ประกอบเชิงหลักการ 2) องค์ประกอบวัตถุประสงค์ 3) องค์ประกอบเชิงกระบวนการการเรียนการสอน และ 4) องค์ประกอบปัจจัยสนับสนุน

1.3 พัฒนาคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรณ์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาโดยการสังเคราะห์องค์ประกอบของคู่มือ ซึ่งประกอบด้วย คำนำ แนวทางในการนำรูปแบบการเรียนการสอนแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรณ์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีไปใช้ ข้อควรปฏิบัติก่อนการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรณ์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบ แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ องค์ประกอบของรูปแบบ (หลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ปัจจัยสนับสนุนสำคัญในการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ให้ประสบผลสำเร็จ ตัวอย่างหน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้ และตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล

1.4 ออกแบบหน่วย และแผนการจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM ที่เมื่อนำไปจัดการเรียนการสอนแล้วจะนำไปสู่การทักษะการสร้างสรณ์นวัตกรรม ออกแบบหน่วย และแผนการจัดการเรียนรู้ในวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 เพื่อพัฒนาการสร้างสรณ์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี โดยวิเคราะห์เนื้อหาสาระที่เหมาะสมที่เมื่อนำไปจัดการเรียนการสอน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกเนื้อหาสาระเรื่อง การเรียนรู้เชิงบูรณาการ STEAM รังสรณ์นวัตกรรมเพื่ออนาคต มาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนการสอนจำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน ใช้เวลาเรียนทั้งหมด 40 คาบผู้วิจัยออกแบบหน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้โดยกำหนดองค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ 8 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ผลการเรียนรู้ 2) สาระการเรียนรู้ 3) สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน 4) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 5) การวัดและประเมินผล 6) กิจกรรมการเรียนการสอน 7) สื่อการเรียนการสอน และ 8) แหล่งเรียนรู้ สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเลือกแผนการเรียนรู้เชิงบูรณาการที่ 3 สร้างสรณ์ Interactive with Computer มี 8 องค์ประกอบเช่นเดียวกับหน่วยการเรียนรู้ในด้านความรู้ ทักษะการสร้างสรณ์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านการวัดและประเมินผล ด้านปัญหาและอุปสรรคในการเรียนการสอน และด้านแนวทางแก้ไข/ข้อเสนอแนะ

1.5 ร่างแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ และเกณฑ์การตรวจให้คะแนน (Scoring Rubrics) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีประเด็น 5 ข้อคือ 1) การจัดการเรียนรู้มีสาระสำคัญในแผนถูกต้องมีจุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระหรือไม่ อย่างไร 2) เนื้อหาสาระเหมาะสมกับคาบเวลาหรือไม่ อย่างไร 3) กิจกรรมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติหรือไม่ อย่างไร 4) หน่วย/แผนการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้มีทักษะการสร้างสรณ์นวัตกรรมหรือไม่ อย่างไร และ 5) การวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ อย่างไร

1.6 ตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบ และคุณภาพของรูปแบบ และคู่มือการใช้รูปแบบรวมทั้งหน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสอบถามความคิดเห็น โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน จากการจัดสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion : FGD) เพื่อพิจารณาความถูกต้อง เหมาะสม และตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบ ทั้งนี้ ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบ หน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับของ Likert (Likert Five Rating Scales) และตรวจสอบความเหมาะสมโดยใช้การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีเกณฑ์ในการให้

ระดับคะแนน เกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ย และเกณฑ์การพิจารณาความเหมาะสม เช่นเดียวกับแบบวิเคราะห์เอกสาร ผลการตรวจสอบคุณภาพรูปแบบ คู่มือการใช้รูปแบบ หน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า ในแต่ละประเด็นคำถามมีค่าความสอดคล้องระหว่างประเด็นคำถามกับองค์ประกอบรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาอยู่ในระดับมาก และมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ ($\bar{x} = 3.97$, S.D.= 0.50) ถึง ($\bar{x} = 4.68$, S.D.= 0.55) แสดงว่าเครื่องมือทั้ง 3 ฉบับ ได้แก่ รูปแบบ คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา และหน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้ มีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

1.7 นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา รูปแบบ คู่มือการใช้รูปแบบ หน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ก่อนนำไปทดลองใช้ภาคสนาม (Field Tryout) ซึ่งจากผลการประเมินค่าความเหมาะสม

จากการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ของรูปแบบ คู่มือการใช้รูปแบบ หน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้ ดังแสดงในตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อการปรับปรุงแก้ไขรูปแบบ คู่มือการใช้รูปแบบ หน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้

ลำดับที่	ข้อเสนอแนะ	ผลการปรับปรุง
1	ควรแก้ไขคำสะกดผิด	ดำเนินการแก้ไขคำสะกด
2	จำนวนชั่วโมงการสอนไม่สอดคล้องกันระหว่างหน่วยและแผนการสอน	ดำเนินการแก้ไขชั่วโมงการสอนให้สอดคล้องกัน
3	จุดประสงค์ของหน่วยและการสร้างสรรค์นวัตกรรมควรเขียนให้เห็นผลของการเรียนรู้และตัวแปรงานวิจัย	ดำเนินการปรับจุดประสงค์ของหน่วยและแผนการเรียนรู้อันแสดงถึงการสร้างสรรค์นวัตกรรมและการบูรณาการด้านความรู้ (Knowledge) ทักษะ/กระบวนการ (Process) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude)
4	ตรวจทานทักษะ/กระบวนการ (Process) ให้ถูกต้องเพราะที่ระบุมาคือ ทักษะ	ดำเนินการแก้ไข ทักษะ/กระบวนการ (Process) 1. นักเรียนลงมือสร้างสรรค์นวัตกรรม “รังสรรค์นวัตกรรมเพื่ออนาคต” 2. นักเรียนประยุกต์ความรู้จากการเรียนแบบ STEAM เพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรม “รังสรรค์นวัตกรรมเพื่ออนาคต” 3. นักเรียนสามารถนำเสนอและร่วมกันอภิปรายการเรียนแบบ STEAM เพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรม “รังสรรค์นวัตกรรมเพื่ออนาคต” เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาคือความต้องการ
5	ควรระบุแหล่งเรียนรู้ให้ชัดเจนว่ามาจากไหน	ดำเนินการแก้ไข แหล่งเรียนรู้

ลำดับที่	ข้อเสนอแนะ	ผลการปรับปรุง
	เพราะอะไร	1. ข้อมูลสารสนเทศ จากสื่อออนไลน์ อินเทอร์เน็ต / เว็บไซต์ต่างๆ 2. ห้องปฏิบัติการ 3. ผู้ที่มีความรู้ ผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ

2. พัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิผลของทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี ได้แก่ แบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม และแบบสอบถามความคิดเห็น

2.1 แบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม เพื่อใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ตามเกณฑ์การประเมิน (Scoring Rubrics) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นที่ผู้วิจัยสังเคราะห์มาจาก (Anthony, 2012; จิราพร รอดพวง, 2559; พยัต วุฒิรงค์, 2557) ประกอบด้วย 5 ทักษะ คือ 1) การระบุปัญหา (Identify) สาเหตุของปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้น 2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ (Explore) ข้อมูลที่ต้องการค้นหา 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ (Connect) กิจกรรมย่อย 4) การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (Develop) แนวทางกิจกรรมในการปฏิบัติงาน และ 5) การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง (Practice) สรุปผลที่ได้จากการปฏิบัติ มีระยะเวลาในการประเมินเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ระหว่างเรียน และระยะที่ 2 หลังเรียน ประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียน ทั้งนี้กำหนดให้มีระยะห่างของเวลาในการประเมินจากระยะที่ 2 ถึงระยะที่ 3 ห่างกัน 2 สัปดาห์โดยมีกระบวนการสร้างและพัฒนา ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารต่างๆ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คู่มือการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ ขั้นตอนการสอนแบบโครงงาน ขั้นตอนการสอนแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการ ขั้นตอนการสอนแบบกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เพื่อวิเคราะห์สาระที่เหมาะสมที่เมื่อนำไปจัดการเรียนการสอน STEAM นำไปสู่การพัฒนาความสามารถในทักษะสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียน

2. ร่างแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม และเกณฑ์การตรวจให้คะแนน (Scoring Rubrics) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิด ขั้นตอนการสอนแบบโครงงาน ขั้นตอนการสอนแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการ ขั้นตอนการสอนแบบกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยมีประเด็น 3 ข้อคือ 1) หัวข้อเกณฑ์การประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมมีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร 2) ระดับคะแนนทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมมีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร 3) แบบประเมินมีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

3. ตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียน โดยพิจารณาความสอดคล้องของส่วนประกอบของเกณฑ์การประเมิน (Scoring Rubrics) ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียน โดยนำแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียน ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พิจารณาความสอดคล้องโดยใช้แบบประเมินความสอดคล้องที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับของ Likert (Likert

Five Rating Scales) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียน โดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งเกณฑ์ในการให้ระดับคะแนนเป็นรายชื่อ เกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ย และเกณฑ์การพิจารณาความสอดคล้อง พิจารณาเช่นเดียวกับแบบวิเคราะห์เอกสาร ผลการประเมินความสอดคล้องโดยผู้เชี่ยวชาญการวิจัย ผลอยู่ในระดับมาก และมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ ($\bar{X} = 4.33$, S.D.= 1.03) ถึง ($\bar{X} = 4.67$, S.D.= 0.53) มีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) สามารถนำไปใช้ในการประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างได้ โดยผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะเสนอแนะให้ปรับรูปแบบการให้คะแนนเนื่องจากมีหัวข้อที่หลากหลายทำให้ผู้ใช้แบบประเมินอาจสับสนได้ ซึ่งทำการปรับให้เป็นช่อง Check List แทน

4.นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 คนที่มีลักษณะไม่แตกต่างกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง และผ่านการเรียนรู้มาแล้ว เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในภาษา และการสื่อความหมายของข้อความ

5.ปรับปรุงแก้ไขแบบทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียน ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไขเกณฑ์การประเมินในแบบประเมินทักษะ นำแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียน ที่แก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้ (Tryout) กับกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 คน ซึ่งมีลักษณะไม่แตกต่างจากกลุ่มตัวอย่าง และไม่ใช้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียน ทั้งนี้กำหนดให้ครูใช้เกณฑ์การประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

6.จัดพิมพ์เป็นแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียน ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2.2 แบบสอบถามความคิดเห็น เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดระดับการแสดงออกของความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการดำเนินการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ภายใต้รูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น วัดได้จากระดับพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกถึงคุณลักษณะใน 2 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอน มีการทบทวนความรู้เดิม การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ สนทนาข้อซักถาม ส่วนร่วมในการอภิปราย แก้ปัญหาด้วยตนเองและฝึกกับเพื่อนเป็นกลุ่ม สื่อสารและนำเสนอ 2) ด้านพฤติกรรมการสร้างสรรค์นวัตกรรม ความรับผิดชอบในการเรียน ถ่ายทอดความคิดของตน ความละเอียดรอบคอบในการทำงาน ตรวจสอบผลงาน แลกเปลี่ยนเรียนรู้และทำงาน เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 12 ข้อ ด้านละ 6 ข้อย่อย โดยกำหนดค่าระดับความคิดเห็นแต่ละช่วงคะแนนและความหมาย ดังนี้

ระดับคะแนน 5	หมายถึง	เห็นด้วยมากที่สุด
ระดับคะแนน 4	หมายถึง	เห็นด้วยมาก
ระดับคะแนน 3	หมายถึง	เห็นด้วยปานกลาง
ระดับคะแนน 2	หมายถึง	เห็นด้วยน้อย

ระดับคะแนน 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด
ในการหาคูณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวิเคราะห์เอกสาร
พิจารณาจากเกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ย ดังนี้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558)

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00	หมายถึง	มีความเห็นด้วยมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49	หมายถึง	มีความเห็นด้วยมาก
ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49	หมายถึง	มีความเห็นด้วยปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49	หมายถึง	มีความเห็นด้วยน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49	หมายถึง	มีความเห็นด้วยน้อยที่สุด

มีวิธีการดำเนินการดังนี้

1.ร่างแบบความคิดเห็น โดยให้นักเรียนบันทึกความคิดเห็นที่มีต่อลักษณะนิสัยของตนเอง ที่มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ (Likert Five Rating Scales) ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจำนวน 12 ข้อ ใช้วัดหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรค์นวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยมีประเด็น 2 ข้อคือ 1) หัวข้อเกณฑ์การประเมินแบบความคิดเห็นมีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร 2) ระดับคะแนนแบบความคิดเห็นมีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

2.ตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบความคิดเห็น โดยพิจารณาความสอดคล้องของแบบความคิดเห็น และเกณฑ์การประเมิน (Scoring Rubrics) กระบวนการสรค์นวัตกรรมของนักเรียนผลการประเมินความสอดคล้องโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีความสอดคล้องระหว่างประเด็นคำถามกับแบบความคิดเห็นโดยนำแบบความคิดเห็น ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พิจารณาความสอดคล้องโดยใช้แบบประเมินความสอดคล้องที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับของ Likert (Likert Five Rating Scales) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของแบบความคิดเห็น โดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งเกณฑ์ในการให้ระดับคะแนนเป็นรายชื่อ เกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ย และเกณฑ์การพิจารณาความสอดคล้อง พิจารณาเช่นเดียวกับแบบวิเคราะห์เอกสาร ผลการประเมินความสอดคล้องโดยผู้เชี่ยวชาญการวิจัย ผลอยู่ในระดับมาก และมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ ($\bar{X} = 4.50$, S.D.= 0.84) ถึง ($\bar{X} = 4.83$, S.D.= 0.41) มีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ผลการประเมินความสอดคล้องโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า สามารถนำไปใช้ในแบบความคิดเห็นของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างได้

5.นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 คนที่มีลักษณะไม่แตกต่างกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง และผานการเรียนรูมาแล้ว เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในภาษา และการสื่อความหมายของข้อคำถาม

6.ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบกระบวนการสรค์นวัตกรรมของนักเรียนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

7. จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

เครื่องมือและการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการสนทนากลุ่ม

ประเด็นสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion Guidelines) โดยจัดสนทนากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ 7 คน เพื่อพิจารณาคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา คู่มือการใช้รูปแบบ หน่วย/แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสอบถามความคิดเห็น ประกอบด้วย ความสอดคล้องของ หลักการของ วัตถุประสงค์ องค์ประกอบเชิงเงื่อนไข เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล มีขั้นตอนในการสร้างและพัฒนา ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร และตัวอย่างการเขียนประเด็นสนทนากลุ่มจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ร่างประเด็นการสนทนาเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา เพื่อการกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนให้เหมาะสม

3. พัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบ ได้แก่ แบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม เป็นแบบประเมินผลผลิตที่เกิดจากทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม แบบสอบถามความคิดเห็น ตามเกณฑ์การประเมิน (Scoring Rubrics) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นดังแผนภาพที่ 9 ร่างรูปแบบการเรียนการสอนวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 โดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา “IEDCEP Model” โดยมีส่วนประกอบดังนี้

หลักการ การเรียนรู้ในลักษณะที่ให้ผู้เรียนเป็นการสอนโดยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม ความคิดและแสวงหาความรู้ โดยใช้เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่ท้าทายก่อน เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการจัดกลุ่มของสมาชิกที่มีความสนใจในปัญหาเดียวกัน และร่วมกันค้นหาปัญหาที่สำคัญที่สุด เกิดจากการแบ่งปัน (Sharing) ประสบการณ์และความรู้ที่ตนมีกับสมาชิกในกลุ่ม นำไปสู่การวางแผนและการสร้างสรรค์นวัตกรรม และร่วมกันประเมินนวัตกรรม เป็นการสร้างการยอมรับนวัตกรรมที่ได้เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันต่อไป โดยผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในสภาพการเรียนรู้และคอยให้ความช่วยเหลือ

วัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างสรรค์นวัตกรรม

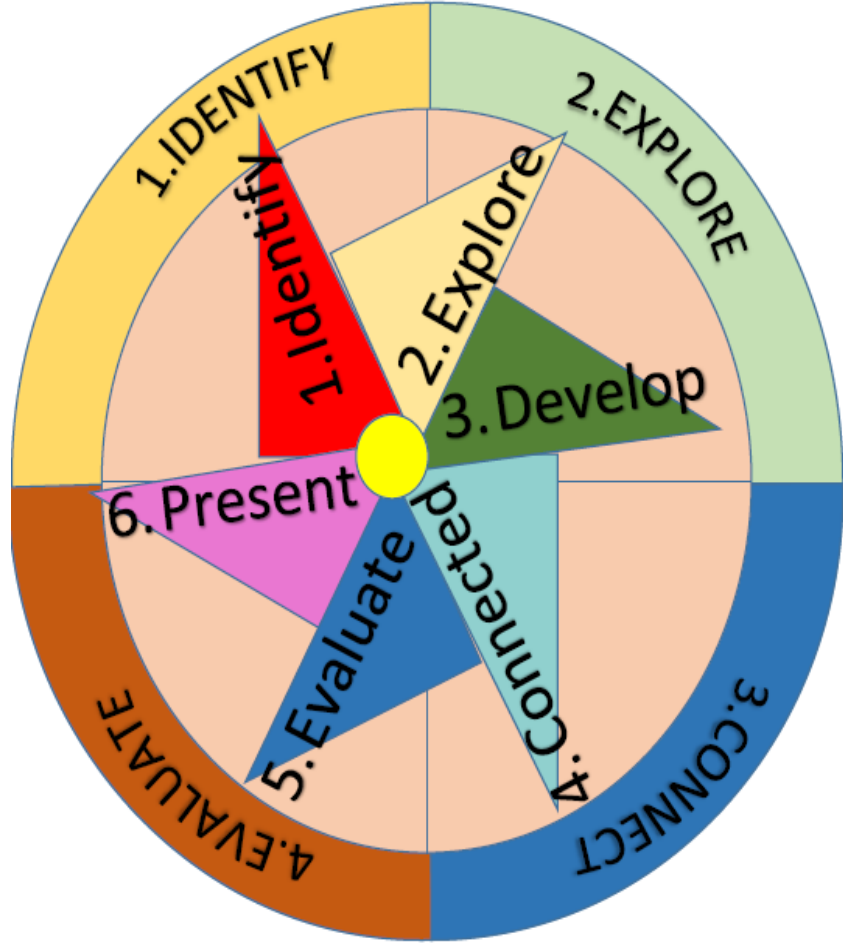
องค์ประกอบเชิงเงื่อนไขการนำรูปแบบไปใช้

1. ปัจจัยเอื้อต่อการเรียนรู้เป็นสมรรถนะที่ผู้เรียนต้องมีและได้รับการพัฒนาตลอดกระบวนการ เพื่อให้การเรียนรู้บรรลุเป้าหมายและประสบผลสำเร็จ ได้แก่ ความรับผิดชอบต่อนตนเอง

ร่างรูปแบบการเรียนการสอนวิชาการศึกษาเชื่อมโยงโปรแกรม โดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสร้งสรรค์นวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา "IEDCEP Model"

หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน คือ การเรียนรู้ในลักษณะที่ให้ผู้เรียนเป็นการสอนโดยกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดคำถาม ความคิดและแนวทางการความรู้ โดยให้เหตุผลการนี้หรือจากการนี้ที่เป็นปัญหาที่ท้าทายก่อน เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการจัดกลุ่มของสมาชิกที่มีความสนใจในปัญหาเดียวกัน และร่วมกันค้นหาปัญหาที่สำคัญที่สุด เปิดโอกาสแลกเปลี่ยน (Sharing) ประสบการณ์และความคิดเห็นที่ตนเองศึกษาในกลุ่ม นำไปใช้การวางแผนและการสร้งสรรค์นวัตกรรม และร่วมกันประเมินนวัตกรรม เป็นการสร้างการยอมรับนวัตกรรมที่ได้เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิประจำวันต่อไป โดยผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในสภาพการเรียนรู้และคอยให้ความช่วยเหลือ

วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน คือ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้งสรรค์นวัตกรรม



องค์ประกอบเชิงเส้นโปรแกรมในรูปแบบไปใช้

1. ปัจจัยเบื้องต้นการเรียนรู้ เป็นวงจรที่มีและได้รับการพัฒนาตลอดกระบวนการ เพื่อให้การเรียนรู้บรรลุเป้าหมายและประสบความสำเร็จ ได้แก่ ความรับผิดชอบตนเองและผู้อื่น ความกล้าในการตัดสินใจ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความกล้าในการแสดงออก ความกระตือรือร้นในการเรียน และความสามัคคีในการแก้ปัญหา
2. ปัจจัยสนับสนุน 2.1 การจัดกลุ่มผู้เรียน ควรจัดเป็นกลุ่มย่อย ขนาดจำนวน 4-5 คน 2.2 การยึดหยุ่นเวลาในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับกิจกรรมที่เหมาะสมกับกิจกรรม

องค์ประกอบเชิงกระบวนการเรียนการสอน

ภาพที่ 10 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสร้งสรรค์นวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียนมัธยมศึกษา

และผู้อื่น ความกล้าในการตัดสินใจ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความกล้าในการแสดงออก ความกระตือรือร้นในการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหา

2. ปัจจัยสนับสนุน

2.1 การจัดกลุ่มผู้เรียน ควรจัดเป็นกลุ่มย่อย ขนาดจำนวน 4-5 คน

2.2 การยืดหยุ่นเวลาในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับกิจกรรมเหมาะสมกับกิจกรรม

กระบวนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน คือ

1. การระบุปัญหา (Identify a Challenge) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่ การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหาในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ในขั้นตอนของการระบุปัญหา ผู้แก้ปัญหามustพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหา ใหญ่

2. รวบรวมข้อมูล (Information Gathering) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลปะ และคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมิน ความเป็นไปได้ ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหามustพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหา และจัดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมิน แนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับ เงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่ เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและ เงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด เป็นการถ่ายทอดความคิดหรือลำดับความคิดหรือจินตนาการให้เป็น ขั้นตอน เกี่ยวกับวิธีการ แก้ปัญหาหรือสนองความต้องการโดยละเอียด โดยใช้การร่างภาพ 2 มิติ การ ร่างภาพ 3 มิติ การร่างภาพฉาย แบบจำลอง หรือแบบจำลองความคิด และวางแผนการปฏิบัติงาน อย่างเป็นขั้นตอน จากนั้นลงมือสร้างตามแนวทางที่ได้ถ่ายทอดความคิดและวางแผนการปฏิบัติงานไว้ ผลงานที่ได้อาจเป็นชิ้นงานหรือแบบจำลองวิธีการ

4. การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่ เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและ เงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด โดยผู้แก้ปัญหามustกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนด เป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน ในขั้นตอนของการพัฒนา ผู้ แก้ปัญหาต้องวาดแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ ในการแก้ปัญหา

5. การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ การทดสอบเป็นการตรวจสอบชิ้นงานหรือแบบจำลองวิธีการที่สร้างขึ้นว่ามี ความสอดคล้อง ตามแบบที่ได้ถ่ายทอดความคิดไว้หรือไม่ สามารถทำงานหรือใช้งานได้หรือไม่ มี ข้อบกพร่องอย่างไร หากผลการทดสอบพบว่า ชิ้นงานหรือแบบจำลองวิธีการไม่สอดคล้องตามแบบที่ ถ่ายทอดความคิดไว้ ทำงานหรือใช้งานไม่ได้ หรือมีข้อบกพร่องที่ควรปรับปรุงแก้ไข จะต้องมีการ

บันทึกสิ่งต่างๆ เหล่านี้ไว้ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเป็นข้อมูลนำไปสู่การปฏิบัติงานในขั้นปรับปรุงแก้ไขต่อไป

6. การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ เพื่อการพัฒนาต่อไปเป็นการนำชิ้นงานหรือวิธีการที่ได้สร้างขึ้นไปดำเนินการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการที่กำหนดไว้ในขั้นกำหนดปัญหาหรือความต้องการ และประเมินผลที่เกิดขึ้นว่าชิ้นงานหรือวิธีการนั้นสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ หากผลการประเมินพบว่า ชิ้นงานหรือวิธีการไม่สามารถแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการได้ ควรพิจารณาว่าจำเป็นต้องแก้ไขในขั้นตอนใด เพื่อนำไปปรับปรุงตามกระบวนการเทคโนโลยีอีกครั้ง เพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เมื่อนำให้อาจารย์ที่ปรึกษา พิจารณาแล้วมีข้อเสนอแนะ ในการปรับแก้ และนำข้อมูลจากการสอบถามความต้องการจำเป็น การสัมภาษณ์ มาปรับแก้ไขข้อมูลได้

ร่างที่ 2 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา “6Ds Model” มีรายละเอียดรูปแบบดังต่อไปนี้

1.หลักการ การบูรณาการความรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลป์ คณิตศาสตร์ ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ ทฤษฎีการเรียนการสอน STEAM แนวคิดเกี่ยวกับการสอนแบบโครงงาน แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบบูรณาการ แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ โดยอาศัยการแสวงหาความรู้ที่ตนมีกับสมาชิกในกลุ่ม นำไปสู่การวางแผนและการสร้างสรรค์นวัตกรรม ผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในสภาพการเรียนรู้และคอยให้ความช่วยเหลือ

2.วัตถุประสงค์ เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

3.องค์ประกอบเชิงเงื่อนไขการนำรูปแบบไปใช้

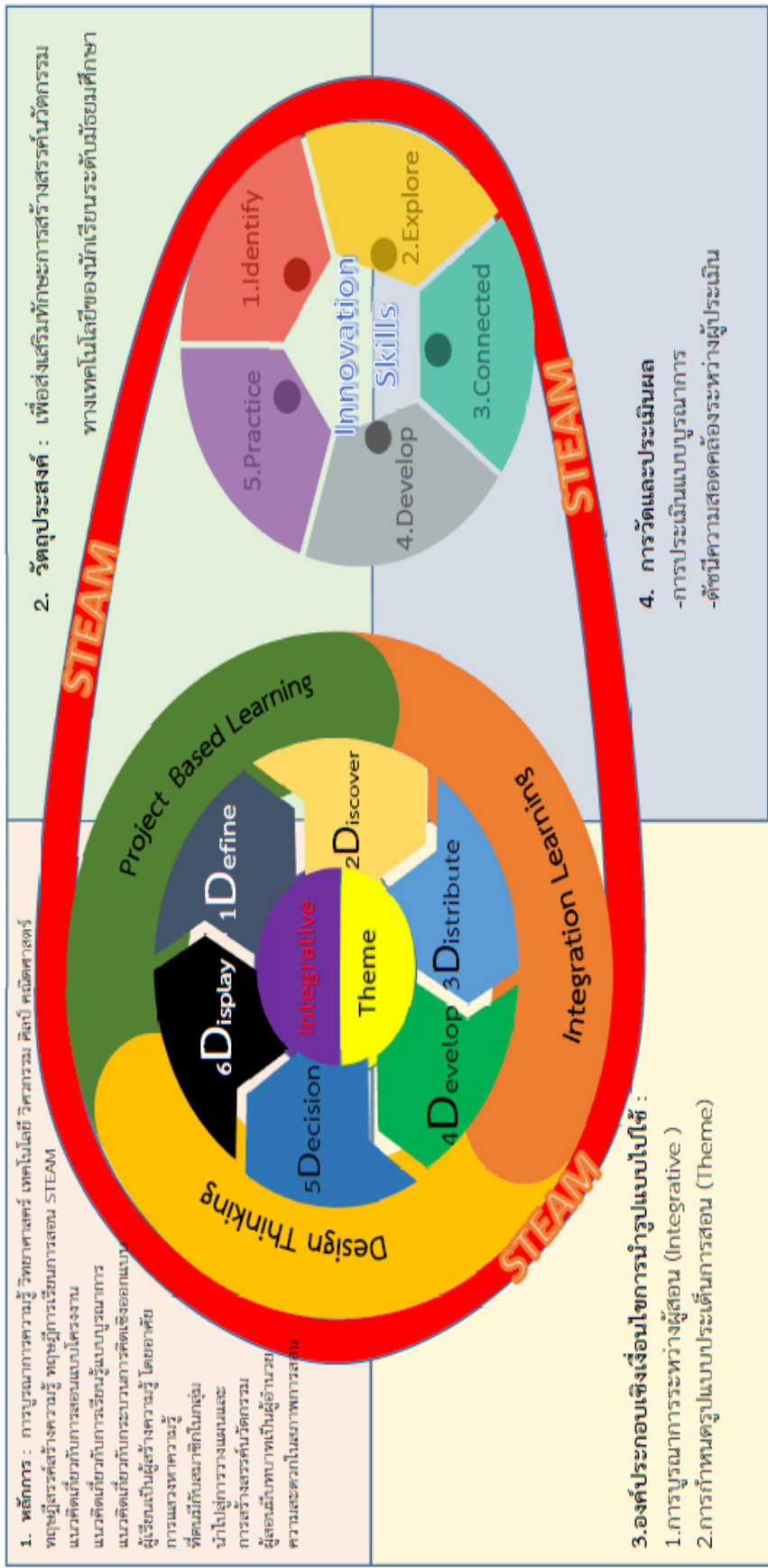
- 1.การบูรณาการระหว่างผู้สอน (Integrative)
- 2.การกำหนดรูปแบบประเด็นการสอน (Theme)

4.การวัดและประเมินผล

- 1.การประเมินแบบบูรณาการ
- 2.ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน

ร่างรูปแบบการเรียนรู้การสอนวิชาการศึกษาเขียนโปรแกรมโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคือ STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา “6Ds Model”

6 Ds Model



ภาพที่ 11 รูปแบบการเรียนรู้การสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา “6Ds Model”

5.กระบวนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (Define) คือ ผู้สอนการนำเข้าสู่กิจกรรม พร้อมกับใช้คำถามเพื่อกระตุ้น ให้ร่วมกันระดมความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล (Discover) คือ ผู้สอนการจัดลำดับ เป้าหมายและข้อจำกัด ศึกษา ค้นคว้าหาเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์บริบทของการ จัดการเรียนรู้ จัดลำดับจุดประสงค์

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute) คือ) ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบ ความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน

ขั้นที่ 4 การวางแผนและพัฒนา (Develop) คือ ผู้เรียนมีการบูรณาการโดยเป็น กระบวนการให้นักเรียนได้พบเป้าหมายและใช้ในการอ้างอิงการประเมินผล การเลือกวิธีแก้ปัญหาด้วยการอธิบาย

ขั้นที่ 5 การทดสอบและประเมินผล (Decision) คือ ผู้เรียนการลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา ตามวิธีการ และขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ และทดสอบชิ้นงานตามเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่กำหนด

ขั้นที่ 6 การนำเสนอ (Display) คือ ผู้เรียนการนำเสนอชิ้นงานที่แปลกใหม่ โดยสนทนากลุ่มถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา แนวทางแก้ไขและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ ประโยชน์ของผลงานที่สร้างขึ้น

4.ปรับปรุง/แก้ไขประเด็นสนทนากลุ่มตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ก่อนนำไปทดลองใช้ ซึ่ง จากผลการประเมินค่าความเหมาะสมของประเด็นสนทนากลุ่ม ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อการ ปรับปรุงแก้ไข ประเด็นสนทนากลุ่มผู้ผู้เชี่ยวชาญ (รูปแบบการเรียนการสอน) โดยให้ปรับข้อความ เป็น “องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย 1) องค์ประกอบเชิงหลักการ 2) องค์ประกอบวัตถุประสงค์ 3) องค์ประกอบเชิงกระบวนการเรียนการสอน และ 4) องค์ประกอบ เชิงเงื่อนไขการนำรูปแบบไปใช้ มีความชัดเจน เหมาะสม กันหรือไม่ อย่างไร”

โดยการจัดสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion : FGD) ในวันเสาร์ ที่ 7 มีนาคม พ.ศ. 2562 เวลา 08.30 -10.30 น. ณ ห้องประชุมบัณฑิตศึกษา ชั้น 2 อาคารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศิลปากร ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ให้ความคิดเห็นต่อรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี มีหลักการ วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้ เงื่อนไขสำคัญในการนำ รูปแบบการสอนไปใช้ให้ประสบผลสำเร็จ การวัดและ ประเมินผลที่เหมาะสมในการนำไปใช้มีข้อเสนอแนะดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญสนทนากลุ่มต่อรูปแบบการเรียนการสอน

ลำดับที่	ข้อเสนอแนะ	ผลการปรับปรุง
1	ชื่อปรับชื่อโมเดล เพื่อให้เข้าใจง่ายคำศัพท์ ครอบคลุม	นำคำสำคัญของแต่ละขั้นตอนปรับเป็นชื่อ (6Ds Model)
2	เงื่อนไขการนำไปใช้ มีข้อกำหนดมากไป ทำให้เกิดข้อจำกัดในการใช้งาน	เปลี่ยนเป็น ปัจจัยสนับสนุน ครูผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้ อำนวยความสะดวกในการสอน มีร่วมมือกันมี จุดมุ่งหมายการสอนร่วมกัน เปิดโอกาสให้นักเรียนคิด นอกกรอบ โดยใช้องค์ความรู้ที่ผ่านการเรียนมาจาก

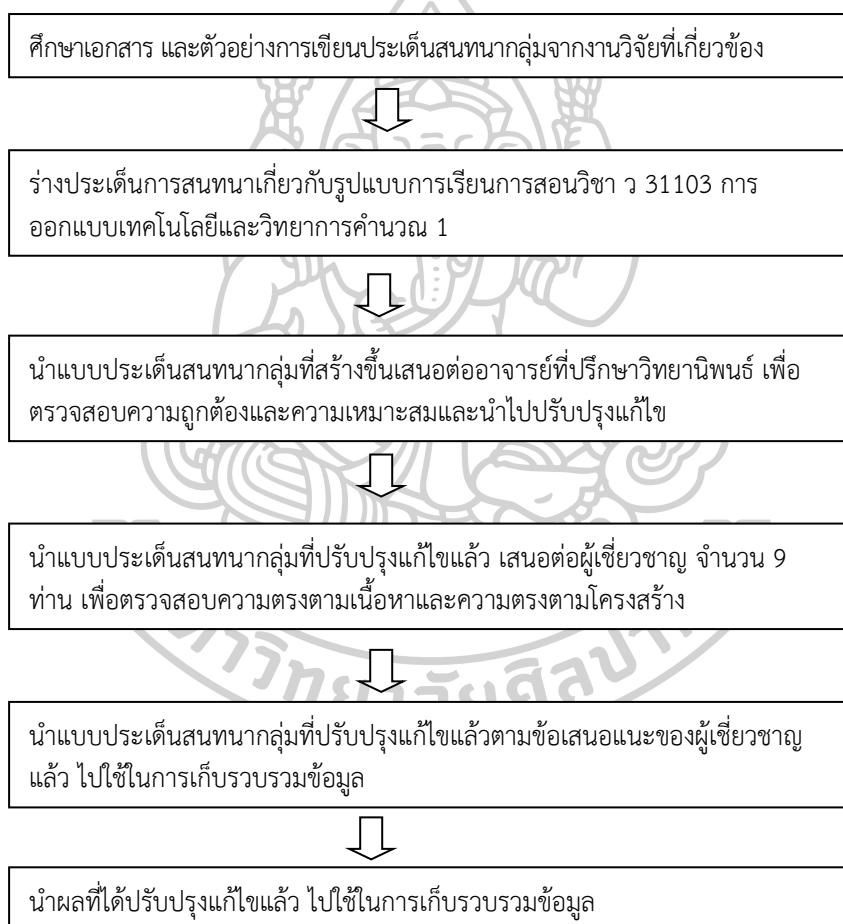
ลำดับที่	ข้อเสนอแนะ	ผลการปรับปรุง
		วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ คณิตศาสตร์
3	ควรมีการวางตำแหน่งและควรมีลูกศร ทิศทางที่ชัดเจน	ปรับแบบ model ให้มีทิศทาง การเคลื่อนที่ให้ แน่นอนมากขึ้น
4	รายละเอียด ยังไม่มีความน่าสนใจให้อธิบาย ให้ชัดเจนในขั้นตอนต่างๆ ปรับการอธิบาย ขั้นตอน ใหม่ ให้มีรายละเอียด มีการอธิบาย ใหม่ให้สัมพันธ์กับข้อขึ้นแล้วอธิบาย วัตถุประสงค์ วิธีการดำเนินการ	ปรับหลักการ วัตถุประสงค์ วิธีการดำเนินการ ให้สั้น ลง ครอบคลุม เรื่อง Theme และการบูรณาการที่ เป็นเรื่องเด่นในหลักการ
5	เนื้อความไม่สัมพันธ์กันผู้วิจัยควร เขียนอธิบายให้ชัดเจน	ปรับการอธิบายขั้นตอนใหม่ทั้งหมด จากเดิมอธิบาย ไม่มีรายละเอียด มีการอธิบายใหม่ให้สัมพันธ์กับข้อ ขึ้น แล้วปรับ วัตถุประสงค์ วิธีการดำเนินการ ปรับ รูปแบบการแสดงถึงความสัมพันธ์ที่ไหลลื่น ของระบบ สันับสนุนต่างๆ
6	ขั้นตอนควรเรียงลำดับผลที่เกิด ขึ้นกับครูและนักเรียนอย่างเป็น ระบบ	
7	ขั้นตอนตัวรูปแบบวนลูบไม่สัมพันธ์กัน ขาดความกลมกลืน	
8	สร้างจุดเน้นในงาน หรือ Model ให้ดู น่าสนใจ	

5. ตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของประเด็นสนทนากลุ่ม โดยพิจารณาเกี่ยวกับการใช้ภาษา และความเหมาะสมของประเด็นคำถามกับองค์ประกอบรูปแบบ การเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาและเกณฑ์การประเมิน (Scoring Rubrics) ประเด็นสนทนากลุ่มผลการ ประเมินความสอดคล้องโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีความสอดคล้องระหว่างประเด็นคำถามกับ กระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนโดยนำแบบประเด็นสนทนากลุ่มให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พิจารณาความสอดคล้องโดยใช้แบบประเมินความสอดคล้องที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วน ประเมินค่า 5 ระดับของ Likert (Likert Five Rating Scales) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของ ประเด็นสนทนากลุ่มโดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งเกณฑ์ในการ ให้ระดับคะแนนเป็นรายชื่อ เกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ย และเกณฑ์การพิจารณา ความสอดคล้อง พิจารณาเช่นเดียวกับแบบวิเคราะห์เอกสาร ผลการประเมินความสอดคล้องโดย ผู้เชี่ยวชาญการวิจัย ผลอยู่ในระดับมาก และมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ ($\bar{X} = 4.50$, S.D.= 0.84) ถึง ($\bar{X} = 4.83$, S.D.= 0.41) มีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) สามารถนำประเด็นสนทนากลุ่มของนักเรียนที่เป็นกลุ่มไปใช้ได้

3. ประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริม ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ก่อนนำไปทดลองใช้ จริง โดยนำหน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 1 หน่วย ประกอบด้วย 3 แผน ซึ่งพัฒนาตาม รูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น และได้ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ หลังการจัดสนทนากลุ่ม

(Focus Group Discussion : FGD) แล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร ซึ่งเป็นห้องเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และมีคุณลักษณะไม่แตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นระยะเวลา 16 คาบ เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในสภาพการเรียนการสอนจริง และรวบรวมข้อมูลโดยผู้วิจัยดำเนินการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน แบบภาคสนาม (Field Tryout) นำไปทดลองใช้กับนักเรียน จำนวน 40 คน เพื่อให้นักเรียนทดลองใช้นวัตกรรม แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนแต่ละชุด มาหาค่าประสิทธิภาพได้ค่า มาหาค่าประสิทธิภาพได้ค่า จากนั้นนำค่า E1 และ E2 มาหาค่าประสิทธิภาพ ได้ค่าประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 80.08/79.58

จากขั้นตอนการพัฒนาารูปแบบจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค่นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ขั้นตอนการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1

จากขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค่นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา สามารถสรุปวิธีการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนที่ 2 ได้ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 สรุปวิธีการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D₁)

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีดำเนินการ	กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล/สถิติที่ใช้	ผลที่ได้รับ
1. เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม/เหมาะสมของรูปแบบฉบับร่างจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาและแบบทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม	ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) และความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity)	ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 2 คน ด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา จำนวน 2 คน ด้านการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน การจัดการเรียนการสอน และการเขียนหน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 1 คน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 คน ด้านการสอนเทคโนโลยี จำนวน 1 คน ด้านการสอนศิลปะ จำนวน 1 คน ด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คน	ประเด็นสนทนากลุ่ม	การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)	ร่าง 1. รูปแบบการเรียนการสอน 2. คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 3. แผนการจัดการเรียนรู้ 4. แบบประเมินทักษะและแบบประเมินกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรมที่มีความเหมาะสมจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพรูปแบบฉบับร่างการเรียนการสอนตามแนวคิด	ตรวจสอบคุณภาพ	ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 9 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 2 คน	ประเด็นสนทนากลุ่ม	การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)	ร่าง 1. รูปแบบการเรียนการสอน 2. คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

วัตถุประสงค์ การวิจัย	วิธีดำเนินการ	กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ ข้อมูล/สถิติที่ใช้	ผลที่ได้รับ
STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา และแบบทักษะการสร้างสรรค นวัตกรรม		ด้านการวัดและประเมินผล การศึกษา จำนวน 2 คน ด้านการพัฒนา รูปแบบการเรียน การสอน การจัดการเรียนการ สอน และการเขียนหน่วยและแผนการจัดการ เรียนรู้ จำนวน 1 คน ด้านการสอน วิทยาศาสตร์ จำนวน 1 คน ด้านการสอน เทคโนโลยี จำนวน 1 คน ด้านการสอน ศิลปะ จำนวน 1 คน ด้านการสอน คณิตศาสตร์ จำนวน 1 คน			3. แผนการจัดการเรียนรูู้ 4.แบบประเมินทักษะการ สร้างสรรค นวัตกรรม 5.แบบประเมิน กระบวนการ สร้างสรรค นวัตกรรม 6.แบบสอบถามความคิดเห็น ที่มีความเหมาะสม จัดการเรียนการ สอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะ การสร้างสรรค นวัตกรรมทาง เทคโนโลยีของ นักเรียนระดับ มัธยมศึกษาผ่านการตรวจสอบ จากผู้เชี่ยวชาญ
3. เพื่อทดลอง นำร่องรูปแบบ การเรียนการ สอนตามตาม แนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะ การสร้างสรรค นวัตกรรมทาง เทคโนโลยีของ นักเรียนระดับ มัธยมศึกษาใช้ จริง	ทดลองนำร่อง รูปแบบ นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่ กลุ่มตัวอย่าง	นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัย ศิลปากร ภาค เรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 40 คน	1. รูปแบบ การเรียนการ สอน 2. แผนการ จัดการเรียนรูู้ 3. คู่มือการใช้ รูปแบบการ เรียนการสอน 4.แบบสังเกต พฤติกรรม ทักษะการ สร้างสรรค นวัตกรรม	ค่าเฉลี่ย ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน และ ร้อยละ	ผลการทดลอง ใช้ รูปแบบ

**ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R₂) เพื่อทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนโดย
จัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทาง
เทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา (Implementation : I)**

ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการ
คำนวณ 1 โดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม
ทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา เป็นการนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาตามลำดับขั้น
ของการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ไปทดลองใช้ในสภาพจริง ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ทั้งนี้มีวัตถุประสงค์
แหล่งข้อมูล ตัวแปรที่ศึกษา วิธีดำเนินการ เครื่องมือและการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในขั้นตอนที่ 3 ดังนี้

วัตถุประสงค์

เพื่อนำรูปแบบการเรียนการสอนวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการ
คำนวณ 1 โดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม
ทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ไปทดลองใช้

แหล่งข้อมูล

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา ว 31103 การออกแบบ
เทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 40 คน โรงเรียนสาธิต
มหาวิทยาลัยศิลปากร

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

1. รูปแบบการเรียนการสอนวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1
โดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทาง
เทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

2. เครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการเรียนการสอนวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยี
และวิทยาการคำนวณ 1 โดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการ
สร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ประกอบด้วย

2.1 คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและ
วิทยาการคำนวณ 1 โดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์
นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

2.2 หน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้วิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและ
วิทยาการคำนวณ 1

2.3 เครื่องมือประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม ของการใช้รูปแบบการเรียนการ
สอนวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 จากการจัดการเรียนการสอน
ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับ
มัธยมศึกษา โดยมีเกณฑ์การประเมินผลระหว่างเรียนร้อยละ 70 และ หลังเรียนร้อยละ 30

3. ผู้ประเมินประกอบด้วยด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 คน ด้านการสอนเทคโนโลยี จำนวน 1 คน ด้านการสอนศิลปะ จำนวน 1 คน ด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คน โดยใช้ดัชนีความเหมาะสมระหว่างผู้ประเมินในการทดลอง

วิธีดำเนินการ

ในการทดลองใช้ รูปแบบการเรียนการสอนวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 โดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ผู้วิจัยได้ดำเนินการ 3 ขั้นตอน คือ 1) การเตรียมการก่อนการทดลองใช้รูปแบบ 2) การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบ และ 3) การประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมการก่อนการทดลองใช้รูปแบบ ผู้วิจัยเตรียมการทดลองใช้รูปแบบ โดยการเตรียมกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 40 คน ดังนี้

1. การกำหนดประชากร

การศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 โดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ผู้วิจัยกำหนดให้ประชากรเป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร จำนวน 80 คน

2. การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร ที่เรียนรายวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 40 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit)

2.1 เลือกโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร เป็นโรงเรียนสำหรับการนำรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปทดลองใช้ ทั้งนี้เพื่อประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบ เนื่องจากมีคุณลักษณะดังนี้ โรงเรียนมีความพร้อมด้านเทคโนโลยี สื่อการเรียนการสอน และแหล่งเรียนรู้ที่เอื้อต่อการส่งเสริมความสามารถในการวิจัย และทักษะพื้นฐานในการคิดเชิงระบบที่จำเป็นต้องใช้ในการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี

2.2 พิจารณารายวิชาที่จะนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ โดยผู้วิจัยวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา เพื่อกำหนดรายวิชาที่จะนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ให้เหมาะสม พิจารณาได้เป็นรายวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 จัดเป็นรายวิชาเพิ่มเติมสำหรับนักเรียนที่เรียนอยู่ในชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 โครงสร้างการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ซึ่งจะเป็แนวทางส่งเสริมให้นักเรียนศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นต่อไป

3. การชี้แจงข้อปฏิบัติในการเรียนการสอนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.1 ชี้แจงให้นักเรียนทราบวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 โดยจัดการเรียนการสอนตาม

แนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

3.2 ชี้แจงลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ บทบาทของนักเรียน และบทบาทของครูผู้สอน

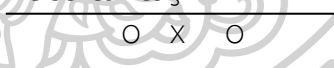
3.3 ชี้แจงเกณฑ์การวัดและประเมินผล เพื่อให้นักเรียนทราบถึงเกณฑ์การประเมินการเรียนการสอนวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1

3.4 แนะนำผู้เรียนในการใช้แหล่งทรัพยากรทั้งทางด้านกายภาพ และข้อมูลสารสนเทศ ซึ่งจะส่งเสริมการเรียนรู้ แนะนำการบูรณาการต่างๆ การจัดหาเครื่องมือ (equipment) วัสดุต่าง ๆ รวมทั้งการพิจารณาประเมินขอสารสนเทศจากแหล่งทรัพยากร การร่วมกันในการเรียนการสอน

ขั้นตอนที่ 2 การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

แบบแผนการทดลองที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ใช้แบบแผนการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experiment Design) ตามช่วงระหว่างการเรียนการสอน 2 ระยะก่อนเรียน และหลังเรียน หลังจากการเตรียมการก่อนการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน โดยการชี้แจงและแนะนำข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างแล้ว ผู้วิจัยนำหน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในสถานการณ์จริง โดยจัดการเรียนการสอนทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ๆ ละ 2 คาบ รวม 12 คาบ มีการกำหนดแบบแผนการทดลองตามวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้ ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 แบบแผนการทดลองตามวัตถุประสงค์การวิจัย ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R₂)

วัตถุประสงค์การทดลอง	แบบแผนการทดลอง	วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ
1.1 เพื่อศึกษาผล รูปแบบการเรียนการสอนโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา	Time Series Design  (Donald T. Campbell และ Julian C. Stanley, 1963) เมื่อ X คือ รูปแบบการเรียนการสอน O คือ ผลการทดสอบระหว่างการเรียนการสอนวิชาการเขียนโปรแกรม ตามลำดับ	t-test แบบ independent

โดยมีวิธีดำเนินการทดลองรูปแบบการเรียนการสอน (Implement) ผู้วิจัยทำการทดลองกับนักเรียนในโรงเรียน โดยก่อนที่จะเริ่มทำการทดลองผู้วิจัยได้ร่วมกันกับคณะครูวางแผนการดำเนินงาน หลังจากนั้นจึงเริ่มการทดลองตามแบบแผนวิธีดำเนินการเตรียมการสอน (Implement) แบบบูรณาการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ดังแสดงในตารางที่ 22

ตารางที่ 22 แบบแผนวิธีดำเนินงานเตรียมการสอน (Implement) แบบบูรณาการ

ลำดับที่	วัตถุประสงค์	วิธีการ	ช่วงเวลา
1	วิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษา มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	คณะครูร่วมกันวิเคราะห์ตัวชี้วัดและคำอธิบาย รายวิชาร่วมกัน	ก่อนการทดลอง
2	วิเคราะห์แผนและหน่วยการ เรียนรู้ของรายวิชาต่างๆ	คณะครูนำแผนและหน่วยการเรียนรู้นำมาเรียบ เรียงเนื้อหาในส่วนที่สอดคล้องกันมาจัด เรียงลำดับ	
3	วิเคราะห์ตารางสอน/ภาระงาน สอน	คณะครูจัดลำดับเวลาสอนและลำดับเวลาในการ เข้าห้องสอนนักเรียนพร้อมกัน	
4	วิเคราะห์กิจกรรม/ภาระงาน/ การวัดและประเมินผล	ครูผู้สอนรายวิชาวิเคราะห์สาระเนื้อหาและ ตัวชี้วัดมาตรฐานรายวิชานำไปบูรณาการวัด หัว เรื่องย่อยๆ ของแต่ละหน่วยบูรณาการย่อย	
5	กำหนดแนวทางการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ (Theme)	คณะครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดแนวทางการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Theme)	ขณะทำการทดลอง
6		ครูผู้สอนสร้างกระบวนการปฏิบัติและการ ประเมินทักษะการปฏิบัติ ออกแบบสร้าง เครื่องมือวัดผลส่วนรวมและคะแนนเก็บแยก ตามรายวิชา	
7	เชื่อมโยงการเรียนรู้ เชื่อมโยงเนื้อหาและ Theme	ตรวจสอบความก้าวหน้าการเรียนรู้ การ ตรวจสอบทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม และ มาตรฐานตัวชี้วัดการเรียนรู้รายวิชาต่างๆ	
8		นำผลการเรียนรู้ ประชุมร่วมกันเพื่อออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ และปรับปรุง แก้ไขปัญหา ติดตามความก้าวหน้าพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของ นักเรียนอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 คาบ	
9	วิเคราะห์สื่อ กิจกรรม กระบวนการ และแห่งเรียนรู้	วิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยมีรายละเอียดข้อมูลเพียงพอ และ นวัตกรรมควรมีเอกสารอ้างอิง หลักฐาน ประกอบ	ขณะประเมินผล ทักษะการ สร้างสรรค์ นวัตกรรม
10		ประชุมแก้ปัญหาที่นักเรียนมีนวัตกรรมไม่ชัดเจน ตามมาตรฐานตัวชี้วัด ให้มีกิจกรรมเพิ่มเติมให้ ความรู้	
11	ร่วมกันประเมิน	ใช้ผลสะท้อนกลับตามการเกิดระดับพฤติกรรม ผลทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมที่สอดคล้อง กับตัวชี้วัดการเรียนรู้	
12		ประเมินความเชิงคุณภาพ โดยการนำคะแนน ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม แสดงผล เปรียบ แนวโน้มที่เป็นไปใน ทิศทางเดียวกัน	

3.การรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง มีรายละเอียดดังนี้

3.1 ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สอนรายวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีนักเรียน 40 คน ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 แผนการเรียนรู้เชิงบูรณาการที่ 3 สร้างสรรค์ Interactive with Computer

3.2 ทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง ภายในระยะเวลา 12 สัปดาห์ของภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โดยเริ่มจากการชี้แจงและทำความเข้าใจกับนักเรียนเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีการวัดและประเมินผล บทบาทของนักเรียน และบทบาทของครูผู้สอน

3.3 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมี 6 ชั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Identify) คือ การนำเข้าสู่กิจกรรม พร้อมกับใช้คำถามเพื่อกระตุ้น ให้ร่วมกันระดมความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงปัญหา

ขั้นที่ 2 ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore) คือ ต้องใช้ทักษะที่จำเป็นต่อเนื้อหาหรือแนวคิดเพื่อ ศึกษาค้นคว้า แสวงหาวิธีการ แนวทางในการแก้ปัญหาจาก สื่อที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่างๆ

ขั้นที่ 3 เลือกวิธีการแก้ปัญหา (Connect) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน

ขั้นที่ 4 วางแผนและพัฒนา (Develop) คือ มีการบูรณาการโดยเป็นกระบวนการให้นักเรียนได้พบเป้าหมายและใช้ในการอ้างอิงการประเมินผล การเลือกวิธีแก้ปัญหาด้วยการอธิบายเพื่อนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่ตนเองเลือก ให้ผู้อื่นเข้าใจว่ามี วิธีการอย่างไร ออกแบบชิ้นงานของตนเอง

ขั้นที่ 5 ทดสอบและประเมินผล (Evaluate) คือ การลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาตามวิธีการ และขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ตามความคิดของตนเอง และทดสอบชิ้นงานตามเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่กำหนด โดยสามารถปรับปรุงและพัฒนาชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้

ขั้นที่ 6 นำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) คือ การนำเสนอชิ้นงานที่แปลกใหม่ของตนเอง โดยสนทนา

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินผลการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐานทางสถิติ สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05 ดังรายละเอียดตามวัตถุประสงค์ต่อไปนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย เครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแผนการเรียนรู้เชิงบูรณาการที่ 3 สร้างสรรค์ Interactive with Computer โดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยศึกษา 2 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ระหว่างเรียน และระยะที่ 2 หลังเรียน

1.หน่วย และแผนการจัดการเรียนรู้

2.คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 โดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

3.เครื่องมือประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 โดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ประกอบด้วย

1.แบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี

2.แบบสอบถามความคิดเห็น

จากขั้นตอนที่ 3 การนำรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาไปใช้จริง สามารถสรุปวิธีการดำเนินการวิจัย ได้ดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 สรุปวิธีการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R2)

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีดำเนินการ	กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล/สถิติที่ใช้	ผลที่ได้รับ
1. เพื่อทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาใช้จริง	1.ชี้แจงรายละเอียดของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนให้กับผู้เรียนทราบและทำความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอนวิธีการเรียน การวัดและประเมินผล และกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติ 2. ดำเนินการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแผนที่กำหนด 3. ทดสอบตามช่วงระหว่างการเรียนการสอนและ	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร ภาควิชาศึกษาศาสตร์ปีที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 40 คน	1. รูปแบบการเรียนการสอน 2. คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 3. แผนการจัดการเรียนรู้ 4.แบบสังเกตพฤติกรรมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และดัชนีความสอดคล้องของผู้ประเมิน	1.ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบในสถานการณ์จริง 2.ผลการทดลองใช้รูปแบบ 2.1แบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม 2.2.แบบสอบถามความคิดเห็น

วัตถุประสงค์ การวิจัย	วิธีดำเนินการ	กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ ข้อมูล/สถิติที่ใช้	ผลที่ได้รับ
	ประเมินผล งาน				

การประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี โดยแนวคิดของบลูมดั้งเดิม (Bloom's taxonomy) ได้พัฒนากรอบ ทฤษฎีที่ใช้เป็นเครื่องมือการจัดประเภทพฤติกรรมออกเป็น 3 ด้าน คือ 1) ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) 2) ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor domain) และ 3) ด้านจิตพิสัย (Affective domain) แนวคิดของ Bloom's Taxonomy เสนอกรอบการพัฒนาความคิดเป็น 6 ระดับ แบ่งเป็นการพัฒนาความคิด ระดับต่ำ (lower order thinking skills) คือ ระดับ 1 – 3 ประกอบด้วย ได้แก่ 1) การรู้จำ (knowledge) 2) ความเข้าใจ (comprehension) 3) การนำไปใช้ (application) ส่วนการพัฒนาความคิดระดับสูง (higher order thinking skills) คือ ระดับ 4 – 6 ประกอบด้วย 4) การวิเคราะห์ (analysis) 5) การสังเคราะห์ (Synthesis) และ 6) การประเมินค่า (evaluation) (Bloom, Englehart, Furst, Hill และ Krathwohl, 1956) ต่อมา (Andersonและคณะ 2001) ได้ปรับเปลี่ยนโครงสร้างและคำศัพท์ที่ใช้ในพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย โดยการเปลี่ยนคำศัพท์จากเดิมเป็นคำนามให้เป็นคำกริยา ที่มุ่งสะท้อนถึงการคิดซึ่งเป็นกระบวนการของการกระทำ ซึ่งทำให้เห็นการแสดงออกของพฤติกรรมการเรียนรู้ได้ชัดเจนมากกว่า เดิม ดังนั้น การบูรณาการแนวคิดของบลูมปรับใหม่ (Bloom's revised taxonomy) มากำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มิติด้านความรู้ อะไร ได้แก่ 1) ความรู้ในข้อเท็จจริง 2) ความรู้ในความคิดรวบยอด 3) ความรู้ในกระบวนการ และ 4) ความรู้ในอภิปัญญา และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนคือ มิติด้านกระบวนการทางปัญญาขั้นใด ได้แก่ 1) การจำ (Remembering) เป็นระดับพื้นฐานของการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการนำเอาหรือดึงเอาความรู้ การสืบค้น การเตือนความจำ ได้จากความจำระยะยาวของคนออกมาเพื่อกำหนดการเรียนรู้ ให้พัฒนาต่อไปในระดับที่สูงขึ้น ที่ได้จากความรู้เดิมของคน 2) การเข้าใจ (Understanding) ระดับถัดมาเป็นกระบวนการสร้างความรู้อย่างมีความหมาย จากสื่อ จากการอธิบาย การพูด การเขียน การแยกแยะ การเปรียบเทียบ การจัดหมวดหมู่ หรือการอธิบาย ที่จะนำไปสู่ความเข้าใจในสิ่งที่กำลังเรียนรู้ 3) การประยุกต์ใช้ (Applying) กระบวนการในขั้นต่อมา เป็นการนำความรู้ความเข้าใจไปประยุกต์ใช้ หรือนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ด้วยกระบวนการหรือวิธีการดำเนินการอย่างเป็นขั้นเป็นตอน 4) การวิเคราะห์ (Analysing) ระดับต่อมาเป็นกระบวนการนำส่วนต่างๆ ของการเรียนรู้ มาประกอบเป็นโครงสร้างใหม่ ด้วยการพิจารณาว่ามีส่วนใด สัมพันธ์กับส่วนอื่นอย่างไร พิจารณาโครงสร้างโดยรวมของสิ่งที่เรียนรู้ แยกแยะวัตถุประสงค์ที่แตกต่างผ่านการกระบวนการอย่างเป็นระบบ 5) การประเมินผล (Evaluating) ตัดสิน เลือก การตรวจสอบ สิ่งที่ได้จากการเรียน สู่บริบทของตนเอง ที่สามารถวัดได้ และตัดสินได้ว่าอะไรถูกหรือผิดบนเงื่อนไขและมาตรฐานที่สามารถตรวจสอบได้ บนพื้นฐานของเหตุผลและเกณฑ์ที่แน่ชัด 6) การสร้างสรรค์ (Creating) ในระดับสูงสุดของการเรียนรู้ เพื่อให้ได้องค์ประกอบของสิ่งที่เรียนรู้ร่วมกัน ด้วยการสังเคราะห์ เพื่อเชื่อมโยง หารูปแบบใหม่ของสิ่งที่เรียนรู้หรือโครงสร้างของความรู้ที่ผ่านการวางแผนและการสร้างหรือการผลิตอย่างเหมาะสม โดยสรุปการบูรณาการแนวคิดของบลูมปรับใหม่ดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 สรุปการบูรณาการแนวคิดของบลูมฉบับใหม่

การจำ	การเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	ประเมินค่า	การสร้าง
การจำได้ (recognizing) การระลึกได้ (recalling)	การตีความ (interpreting) การยกตัวอย่าง (exemplifying) การจัดประเภท (classifying) การสรุปความ (summarizing) การอ้างอิงพาดพิง (inferring) การเปรียบเทียบ (comparing) การอธิบาย (explaining)	การลงมือกระทำ ตามขั้นตอน (executing) การประยุกต์ (implementing)	การชี้ระบุ ลักษณะสำคัญ (differentiating) การชี้ระบุระบบ ความสัมพันธ์ (Organizing) การชี้ระบุ คุณสมบัติ ภายใน (attributing)	การตรวจสอบ (checking) การลงข้อ ตัดสิน (critiquing)	การจัดกระทำ ใหม่ (generating) การวางแผน (planning) การ สร้างและพัฒนา (producing)

ประเมินการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี โดยแนวคิดของบลูม แบ่งตามสาขาของการเรียนการสอน ของ STEAM ตามเนื้อหาของสาระวิชา วิทยาศาสตร์เนื้อหาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ คณิตศาสตร์เนื้อหาเกี่ยวกับฟังก์ชันและกราฟ เทคโนโลยีเนื้อหาเกี่ยวกับภาษาคอมพิวเตอร์ และศิลปะเนื้อหาเกี่ยวกับหลักการออกแบบสร้างงาน ได้ตามตารางที่ 25

ตารางที่ 25 การประเมินการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี โดยแนวคิดของบลูม (Bloom's revised taxonomy)

รายการ	การจำ (Remembering)	การเข้าใจ (Understanding)	การ ประยุกต์ใช้ (Applying)	การวิเคราะห์ (Analysing)	การ ประเมินผล (Evaluating)	การสร้างสรรค์ (Creating)
วิทยาศาสตร์	ธรรมชาติของฟิสิกส์ การวัดและการประเมินผล ความคลาดเคลื่อน			-	-	-
	-	เวกเตอร์และ การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ			-	-
	แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน				-	-
คณิตศาสตร์	ฟังก์ชันและกราฟ				-	-
เทคโนโลยี	ภาษาคอมพิวเตอร์			-	-	-
	-	การควบคุมอุปกรณ์			-	-
	-	การรับค่าภายนอก			-	-
	ออกแบบและจัดทำตามโครงการและประเมินผล				-	-
ศิลปะ	หลักการออกแบบสร้างงาน			-	-	-
	-	-	การวิเคราะห์เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ เทคนิค และเนื้อหากระบวนการใน การสร้างงาน การออกแบบ			

ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development : D₂) เพื่อประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา (Evaluation : E)

วัตถุประสงค์

เพื่อปรับปรุงและพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

วิธีดำเนินการ

1. รวบรวมข้อมูลจากการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 โดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

2. ตรวจสอบ ปรับปรุง/แก้ไข รูปแบบการเรียนการสอนวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 โดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา มาพิจารณาความเหมาะสมตามองค์ประกอบต่างๆ โดยเฉพาะองค์ประกอบด้านกระบวนการของรูปแบบจากการนำไปจัดการเรียนการสอนในขั้นตอนที่ 3 ของการวิจัย แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณา และนำมาปรับปรุงแก้ไข จัดทำเป็นรูปแบบการเรียนการสอนฉบับสมบูรณ์

3. ขยายผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ด้วยการนำรูปแบบไปขยายผล (Transportability) เป็นขั้นตอนการนำการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ที่ผ่านการนำไปทดลองใช้จริงและพิจารณาปรับปรุง/แก้ไขแล้ว ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการขยายผลการวิจัย ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีลักษณะไม่แตกต่างกับกลุ่มทดลองที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการขยายผลการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 มีนักเรียน 40 คน เนื่องจากนักเรียนมีความรู้ความสามารถ และมีคุณลักษณะไม่แตกต่างกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

โดยการขยายผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการทราบว่ารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเมื่อนำไปใช้กับผู้เรียนกลุ่มอื่นๆ ที่มีลักษณะ ไม่แตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ จะมีประสิทธิผลเป็นอย่างไร ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดวัตถุประสงค์ในการขยายผลการวิจัยครั้งนี้ โดยพิจารณาจากการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบที่ใช้ในการวิจัยเฉพาะวัตถุประสงค์สำคัญ 3 ข้อ ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัศึกษากลุ่มขยายผลที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยเป็นฐานก่อนและหลังเรียน

2. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มขยายผล หลังเรียนตามรูปแบบ รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ในการดำเนินงานนำรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) แล้วนำไปขยายผล ผู้วิจัยดำเนินงานเช่นเดียวกับการนำรูปแบบไปทดลองใช้จริงในชั้นตอนที่ 3 และประเมินประสิทธิผลในชั้นตอนที่ 4 ของการวิจัยและพัฒนา การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามช่วงระหว่างการเรียนการสอน 2 ระยะคือก่อนเรียน และหลังเรียน หลังจากการเตรียมการก่อนการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน โดยการชี้แจงและแนะนำข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างแล้ว ผู้วิจัยนำหน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชา ง 31102 การงานอาชีพและเทคโนโลยี 2 ร่วมกับวิชา ว 31222 เคมี 2 วิชา ค 31108 คณิตศาสตร์ และวิชา ศ 31102 ศิลปะ 2 โดยจัดการเรียนการสอนทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ๆ ละ 2 คาบ รวม 12 คาบ ทั้งนี้ผู้วิจัยให้ความสำคัญกับการประสานงานกับครูผู้สอนที่นำรูปแบบไปใช้ รวมทั้งผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้รูปแบบ ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษา ครูผู้สอน ผู้ปกครอง และนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายในการขยายผลครั้งนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. แบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม
 2. แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
- จากชั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและการขยายผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาสามารถสรุปวิธีการดำเนินการวิจัย ได้ดังตารางที่ 26
- ตารางที่ 26 สรุปวิธีการดำเนินการวิจัย ชั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development : D₂) เป็นการประเมินผล (Evaluation : E) และการขยายผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีดำเนินการ	กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล/สถิติที่ใช้	ผลที่ได้รับ
1. เพื่อปรับปรุงและพัฒนา รูปแบบให้มีความสมบูรณ์	นำผลการประเมินและข้อเสนอแนะของครูและผู้เรียนมาปรับปรุงแก้ไขรูปแบบ	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปี	1. แบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม 2. แบบสังเกตพฤติกรรมทักษะการ	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)	ผลการศึกษา ทักษะการสร้างสรรค์ นวัตกรรมทางเทคโนโลยีและความคิดเห็นของนักเรียน ตาม

วัตถุประสงค์ การวิจัย	วิธีดำเนินการ	กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ ข้อมูล/สถิติที่ ใช้	ผลที่ได้รับ
		การศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 40 คน	สร้างสรรค์ นวัตกรรม		ช่วง ระหว่างการ เรียน การสอน
2. การขยาย ผลการใช้ รูปแบบ รูปแบบจัดการ เรียนการสอน ตามแนวคิด STEAM เพื่อ ส่งเสริมทักษะ การสร้างสรรค์ นวัตกรรมทาง เทคโนโลยีของ นักเรียนระดับ มัธยมศึกษา	1. ขอบหนังสือจาก บัณฑิตวิทยาลัย เพื่อขอความ อนุเคราะห์โรงเรียน ที่ไม่แตกต่างในการ ใช้รูปแบบการเรียน การสอน 2. ชี้แจง รายละเอียดของการ ใช้รูปแบบการเรียน การสอนให้กับ ผู้เรียนทราบและทำ ความเข้าใจเกี่ยวกับ กระบวนการเรียน การสอน วิธีการ เรียน การวัดและ ประเมินผล และ กิจกรรมที่ต้อง ปฏิบัติ 3. ดำเนินการใช้ รูปแบบการเรียน การสอนตามแผนที่ กำหนด 4. บันทึกพฤติกรรม การเรียนและการ ปฏิบัติงานของ ผู้เรียนในระหว่าง เรียน 5. ทดสอบหลังการ จัดการเรียนการ สอนและประเมินผล งาน	นักเรียนชั้น มัธยมศึกษา	1. แบบ ประเมิน ทักษะการ สร้างสรรค์ นวัตกรรม 2. แบบสอบถาม ความคิดเห็น	ค่าเฉลี่ย ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน ร้อยละ และ การวิเคราะห์ เนื้อหา (Content Analysis)	ผลการใช้ รูปแบบจัดการ เรียนการสอน ตามแนวคิด STEAM เพื่อ ส่งเสริมทักษะ การสร้างสรรค์ นวัตกรรมทาง เทคโนโลยีของ นักเรียนระดับ มัธยมศึกษา

ตารางที่ 27 สรุปขั้นตอนการพัฒนาแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ขั้นตอน	วัตถุประสงค์	วิธีดำเนินการ	แหล่งข้อมูล	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล	สถิติ	ผลที่ได้	ประเภท
ขั้นตอนที่ 1 (Analysis: R ₁) ศึกษา	เพื่อสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับช่อง	ศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	แบบวิเคราะห์เอกสาร	การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)	การวิเคราะห์โดยการจัดระเบียบข้อมูล	สภาพปัจจุบัน ปัญหา และแนวทางการพัฒนา	เชิงคุณภาพ
วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน	เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการของผู้บริหารสถานศึกษา ครูและผู้เชี่ยวชาญ	สัมภาษณ์ผู้บริหาร สถานศึกษา ครูและผู้เชี่ยวชาญ	ผู้บริหารสถานศึกษาที่จัด STEM/STEAM จำนวน 2 คน ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 คน ครูผู้สอนวิชาเทคโนโลยี จำนวน 1 คน ครูผู้สอนวิชาศิลปะ จำนวน 1 คน ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา จำนวน 2 คน	แบบสัมภาษณ์	การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)	วิเคราะห์ตามประเด็นของข้อมูล	สภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการของครู	เชิงคุณภาพ
ขั้นตอนที่ 2	เพื่อศึกษาเกี่ยวกับปัญหาและความต้องการของผู้เรียน	สนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion Guidelines)	นักเรียนที่เคยผ่านการเรียนรายวิชาการโปรแกรม) มาแล้ว	แบบประเด็น สนทนากลุ่ม	การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)	วิเคราะห์โดยวิเคราะห์เนื้อหาตามประเด็นที่ได้จากสนทนากลุ่ม	สภาพปัจจุบัน ปัญหา และความ ต้องการของผู้เรียน	เชิงคุณภาพ
	พัฒนาโครง	จัดทำรูปแบบฉบับ	ผลการศึกษา	-	-	-	รูปแบบฉบับร่าง	

ขั้นตอน	วัตถุประสงค์	วิธีดำเนินการ	แหล่งข้อมูล	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล	สถิติ	ผลที่ได้	ประเภท
(Design and Development :D1) ออกแบบและพัฒนาระบบการพัฒนา	ร่างรูปแบบเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบ	ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมรูปแบบฉบับร่าง	ข้อมูลพื้นฐาน ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการวัดและประเมินผล การศึกษา ด้านการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ การเรียนการสอน การจัดการเรียนรู้ การสอน และการเขียนหน่วย และแผนการจัดการเรียนรู้ ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการสอนเทคโนโลยี ด้านการสอนศิลปะ ด้านการสอนคณิตศาสตร์	ประเด็นสนทนากลุ่ม	การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)	วิเคราะห์โดยวิเคราะห์เนื้อหาตามประเด็นที่ได้จากสนทนากลุ่ม	ฉบับร่าง 1. รูปแบบการเรียนการสอน 2. คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 3. แผนการจัดการเรียนรู้ 4. แบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม ฉบับร่างที่มีความเหมาะสม 5. แบบสอบถามความคิดเห็น	เชิงคุณภาพ
	เพื่อตรวจสอบคุณภาพรูปแบบฉบับร่างและแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม	ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพรูปแบบฉบับร่าง	ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน ด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 คน ด้านการวัดและประเมินผล การศึกษา จำนวน 1 คน ด้านการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน การจัดการเรียนรู้ การสอน และการเขียนหน่วย	ประเด็นสนทนากลุ่ม	การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)	วิเคราะห์โดยวิเคราะห์เนื้อหาตามประเด็นที่ได้จากสนทนากลุ่ม	1. รูปแบบการเรียนการสอน 2. คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 3. แผนการจัดการเรียนรู้ 4. แบบประเมิน	เชิงคุณภาพ

ขั้นตอน	วัตถุประสงค์	วิธีดำเนินการ	แหล่งข้อมูล	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล	สถิติ	ผลที่ได้	ประเภท
ขั้นตอนที่ 3 (Implement: R ₂) ทดลองใช้	เพื่อทดลองนำ ร่องรูปแบบ	ทดลองนำร่อง รูปแบบ(Try out)	และแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 1 คน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 คน ด้านการสอนเทคโนโลยี จำนวน 1 คน ด้านการสอนศิลปะ จำนวน 1 คน ด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คน	1. รูปแบบการ เรียนการสอน 2. คู่มือการใช้ รูปแบบการเรียนรู้ การสอน 3. แผนการ จัดการเรียนรู้ 4. แบบประเมิน ทักษะการ สร้างสรรค์ นวัตกรรม 5. แบบบันทึกการ จัดการเรียนรู้	ประสิทธิภาพของ รูปแบบ	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน ร้อยละ และ การวิเคราะห์ เนื้อหา (Content Analysis)	ทักษะการ สร้างสรรค์ นวัตกรรมฉบับร่าง ที่มีคุณภาพ 5.แบบสอบถาม ความคิดเห็น	เชิงปริมาณ

ขั้นตอน	วัตถุประสงค์	วิธีดำเนินการ	แหล่งข้อมูล	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล	สถิติ	ผลที่ได้	ประเภท
	เพื่อทดลองใช้รูปแบบกับกลุ่มตัวอย่าง	ทดลองใช้รูปแบบกับกลุ่มตัวอย่าง	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียน	<ol style="list-style-type: none"> รูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตพฤติกรรมที่ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ 	-Quasi-Experiment Design -ดัชนีความเหมาะสมระหว่างผู้ประเมิน-แบบประเมินการปฏิบัติ	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ ดัชนีความสอดคล้องของผู้ประเมินและการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)	ผลการทดลองใช้รูปแบบ 1.แบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม 2.แบบสอบถามความคิดเห็น	เชิงปริมาณ
ขั้นตอนที่ 4 (Evaluation: D ₂) ประเมินผล	เพื่อปรับปรุงและพัฒนาแบบ ให้มีความสมบูรณ์	นำผลการประเมินและข้อเสนอแนะของครูและผู้เรียนมาปรับปรุงแก้ไขรูปแบบ	-	<ol style="list-style-type: none"> รูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ 	-	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)	ผลการศึกษาพัฒนาการของ 1.คะแนน ความสามารถในสร้างสรรค์นวัตกรรม 2.แบบสอบถามความคิดเห็น	เชิงปริมาณ

ขั้นตอน	วัตถุประสงค์	วิธีดำเนินการ	แหล่งข้อมูล	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล	สถิติ	ผลที่ได้	ประเภท
	เพื่อขยายผล การใช้รูปแบบ รูปแบบการจัดการ เรียนการสอน	ทดลองใช้ รูปแบบกับ กลุ่มตัวอย่าง	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตแห่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัย และพัฒนาการศึกษา	จัดการเรียนรู้ 6.แบบสอบถาม ความคิดเห็น 1.แบบประเมิน ทักษะการ สร้างสรรค์ นวัตกรรม 2.แบบสอบถาม ความคิดเห็น 3.แบบบันทึกการ จัดการเรียนรู้	แบบประเมินการปฏิบัติ	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน ร้อยละ และ การวิเคราะห์ เนื้อหา (Content Analysis)	รูปแบบฉบับ สมบูรณ์และ 1.คะแนน ความสามารถใน สร้างสรรค์ นวัตกรรม 2.แบบสอบถาม ความคิดเห็น	เชิงปริมาณ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาให้เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อประเมินประสิทธิผลของการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ประกอบด้วย 2.1) เปรียบเทียบทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียน หลังการเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่ 2.2) ศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเป็นอย่างไร 3) เพื่อขยายผลรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีดำเนินการวิจัยในลักษณะของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) โดยใช้ระเบียบวิธีการวิจัยแบบผสมผสานวิธี (Mixed Methods Research) ที่มีลักษณะเป็นแบบแผนเชิงผสมผสานแบบรองรับภายใน (The Embedded Design) ด้วยการศึกษาวิธีการเชิงปริมาณ (Quantitative Methods) เสริมด้วยวิธีการเชิงคุณภาพ (Qualitative Methods) มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนา และหาประสิทธิภาพการพัฒนาของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ตอนที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิผลของของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะดังนี้

2.1 ผลเปรียบเทียบทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียน โดยใช้รูปแบบการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นอย่างไร

2.2 ผลศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเป็นอย่างไร

ตอนที่ 3 ผลการขยายผลรูปแบบการพัฒนาของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนา และหาประสิทธิภาพการพัฒนาของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

1. ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนการสอนของครู และพฤติกรรมนักเรียนของนักเรียน มีผลดังนี้

1.1 ผลการวิเคราะห์เอกสาร มีข้อค้นพบดังนี้

1.1.1 จากระบบหลักสูตรและการสอน ในศตวรรษที่ 21 (21st Century Curriculum & Instruction) นำเสนอทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต การเรียนรู้ และการทำงานในโลกยุคเทคโนโลยีไว้ การสอนให้เกิดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ความฉลาดดิจิทัล (Digital Intelligence) ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะข้ามวัฒนธรรม สมรรถนะการบูรณาการข้ามศาสตร์ และมีคุณลักษณะของความเป็นผู้ประกอบการ เพื่อร่วมสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรมทางเทคโนโลยีหรือสังคม เพิ่มโอกาสและมูลค่าให้กับตนเอง

1.1.2 การพัฒนาคนให้มีความสามารถอยู่ในสังคมอย่างสร้างสรรค์และมีความสุข จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาทักษะพื้นฐานสำหรับอนาคต ได้แก่ ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะทางสังคม ทักษะการคิดสร้างสรรค์ และทักษะการแก้ปัญหา ดังนั้น ผู้เรียนในยุคนี้จึงต้องมีความสามารถในการคิดเชิงระบบ การคิดเชิงเหตุผล คิดแก้ปัญหาและตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อมูลสารสนเทศ

1.1.3 ผลการวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ยึดหลักการและแนวคิดสำคัญพบว่า มีมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียน (Standards – based Curriculum) โดยเป็นกรอบและแนวทางในการสร้างหลักสูตร การออกแบบการเรียนการสอนและการประเมินผลทำให้ทราบว่าอะไรเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้เรียนควรรู้และปฏิบัติได้

1.1.4 ผลการวิเคราะห์สาระและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับวิชาการออกแบบ เทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 พบว่า การเรียนรู้การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 ต้องเน้นให้ผู้เรียนเกิด 1) การออกแบบที่สร้างสรรค์ 2) การสัมผัสทางอารมณ์ และ 3) การบูรณาการและการรวมเนื้อหา

1.1.5 การเรียนการสอนที่ดำเนินงานตามสอดคล้องกับวิสัยทัศน์ของมหาวิทยาลัย ศิลปากร ว่า ศิลปากรเป็นมหาวิทยาลัยชั้นนำแห่งการสร้างสรรค์ มีทิศทางการเป็นมหาวิทยาลัยแห่งการสร้างสรรค์ในระดับสากล และแผนยุทธศาสตร์คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ประจำปีงบประมาณ 2559 – 2562 ว่าเป็นต้นแบบและเป็นผู้นำนวัตกรรมพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนที่ผสมศิลป์และศาสตร์ (Art and Science) ทางด้านหลักสูตรและการเรียนการสอน ให้มีลักษณะที่ตอบสนองความหลากหลายและความแตกต่างระหว่างบุคคลที่ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองตลอดชีวิต มีวิสัยทัศน์ คือ “องค์กรแห่งการสร้างสรรค์ มีความเป็นเลิศ และเป็นผู้นำทางวิชาชีพ (Organization of Creativity, Excellence and Professional)

1.1.6 STEAM ย่อมาจาก วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลป์ (Arts) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เป็นคำที่ใช้สำหรับเหตุการณ์ นโยบาย โปรแกรม หรือการปฏิบัติเกี่ยวกับวิชาในชีวิตประจำวันในวิชาใดวิชาหนึ่งหรือหลายวิชา เป็นการเตรียมผู้เรียนเพื่อเข้าศึกษาต่อในระดับวิทยาลัยและเตรียมพร้อมสำหรับการทำงาน (H. Kim & Chae, 2016; Sooraksa et al., 2016; Yakman, 2008; วิสูตร โพธิ์เงิน, 2560; หทัยภัทร ไกรวรรณ และ ปัทมาวดี เล่ห์มงคล, 2560)

1.1.7 พื้นฐานความรู้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะสร้างนักเรียนให้มีความสามารถด้านวิชาการเป็นที่ยอมรับทั่วทั้งโลกด้วยการเพิ่ม Arts ความบันเทิงเข้าไปในการเรียนรู้ โดยใช้วิชาศิลปะร่วมกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ในลักษณะเชื่อมโยงกันทุกวิชาเข้า

ด้วยกันจะทำให้นักเรียนมีความคิดแบบองค์รวม (Holistic Way) คิดนอกกรอบ มีมุมมองใหม่มีความคิดการแก้ปัญหาใหม่ๆ ทำให้ผลลัพธ์ดีขึ้น โดยเฉพาะ การศึกษาในศตวรรษที่ 21 ห้องเรียนกลายเป็นขนาดใหญ่และสามารถเปลี่ยนแปลงได้ด้วยทักษะทางเทคโนโลยี นักเรียนสามารถที่จะใช้ได้ตลอด ในห้องเรียนครูควรจะเรียนการติดต่อสื่อสารกับนักเรียนโดยใช้เครื่องมือที่มีอยู่ ในระบบการศึกษาการสื่อสารต่างๆ ช่วยให้ครูและนักเรียนสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ตลอดเวลา

1.2 ผลการวิเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า

1.2.1 รูปแบบการเรียนการสอน (Instructional Models) มีมากมายหลายรูปแบบ การพัฒนาการเรียนการสอนที่อาศัยวิธีการเชิงระบบ เพื่อให้เกิดความมั่นใจในคุณภาพของการสอน โดยการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ พัฒนานวัตกรรมในการจัดการเรียนการสอน และเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ ควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับผลการเรียนรู้ ลักษณะเนื้อหาวิชา ความพร้อมของผู้เรียน และสื่อการเรียนรู้ ในการวิจัยครั้งนี้ มีเป้าหมายในการพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม ซึ่งมีลักษณะเป็นกระบวนการ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดของรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM มาใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการเรียน

1.2.2 แนวทางการจัดการเรียนการสอนแนวคิด STEAM พบว่ามีแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย STEAM มีจุดมุ่งหมายเพื่อแสวงหาการรวมข้อมูล มีรากฐานและแรงจูงใจโดยการสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเองและสร้างแรงบันดาลใจความสนุกสนานในการเรียนรู้อองค์ประกอบ 3 ส่วนคือ 1) การออกแบบที่สร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการที่ครอบคลุมโดยที่ผู้เรียนแสดงให้เห็นถึงความคิดสร้างสรรค์ ประสิทธิภาพและความรู้สึกรักทางเศรษฐกิจและสุนทรียศาสตร์ในแก้ปัญหา 2) ความรู้สึกของความสำเร็จ หมายถึง ประสบการณ์ที่ช่วยให้การเรียนรู้ด้วยตนเองซึ่งนักเรียนรู้สึกว่ามี ความสนใจ ความเชื่อมั่นทางปัญญาความพึงพอใจและความรู้สึกของความสำเร็จ และ 3) การบูรณาการและการรวมเนื้อหา หมายถึง บูรณาการและการรวมกันของเนื้อหาที่มีจุดมุ่งหมายในการเชื่อมต่อเนื้อหาของการศึกษาไปสู่ชีวิตจริงในมุมมองแบบองค์รวม

1.2.3 แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM ได้ประกอบด้วย 6 ข้อคือ 1) ระบุปัญหา (Identify) คือ การนำเข้าสู่กิจกรรม 2) ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore) คือ ต้องใช้ทักษะที่จำเป็นต่อเนื้อหาหรือแนวคิดเพื่อ ศึกษาค้นคว้า 3) เลือกวิธีการแก้ปัญหา (Connect) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน 4) วางแผนและพัฒนา (Develop) คือ มีการบูรณาการโดยเป็นกระบวนการให้นักเรียนได้พบเป้าหมายและใช้ในการอ้างอิงการประเมินผล 5) ทดสอบและประเมินผล (Evaluate) คือ การลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหตามวิธีการ และขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ตามความคิดของตนเอง และ 6) นำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) คือ การนำเสนอชิ้นงานที่แปลกใหม่ของตนเอง โดยสนทนา

1.2.4 หลักการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มีกระบวนการหรือขั้นตอน ในการจัดการเรียนรู้ที่ไม่ตายตัว เน้นที่การนำกระบวนการในการทำโครงงาน (Project) มาใช้เป็นแนวทางหรือขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน โดยให้ผู้เรียนเลือกทำโครงงานตามความสนใจของตนเอง วางแผนในการทำโครงงาน และลงมือปฏิบัติตามที่กำหนดไว้ โดยการสืบเสาะหาความรู้จนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เขียนรายงานและนำเสนอต่อสาธารณชน โดยผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยการความสะอาดและให้คำแนะนำ

แก่ผู้เรียน โดยสามารถสรุปการสังเคราะห์ขั้นตอนการสอนแบบโครงงาน ประกอบด้วย 6 ขั้น คือ 1) ขั้นระบุปัญหา เป็นการเสนอเหตุการณ์หรือสถานการณ์ให้นักเรียนเกิดความสนใจและต้องการที่จะวางโครงการในการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง 2) ขั้นศึกษาหาความรู้ การคิดเชิงเหตุผล ร่วมกันศึกษาหาความรู้ในเรื่องที่ทำจากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย 3) ขั้นวางแผน เป็นการวางแผนดำเนินการอย่างไร จึงจะสามารถบรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้ซึ่งในแผน 4) ขั้นตอนการดำเนินงาน การดำเนินงานตามแผนงานที่ได้กำหนดจนสามารถผลิตชิ้นงานออกมา 5) ขั้นประเมินผล การวัดและประเมินผลตามสภาพจริงโดยให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ไว้ในแผนจัดการเรียนรู้โดยมีผู้สอนผู้เรียนและเพื่อน ร่วมกันประเมิน และ 6) ขั้นนำผลงานออกแสดงต่อสาธารณชน การนำผลงานของผู้เรียนออกมาแสดง ชี้แจงและร่วมกันวิพากษ์วิจารณ์ผลงาน แลกเปลี่ยนกัน

1.2.5 หลักการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ (Integration Learning) ผู้เรียนจะใช้ กระบวนการที่ตรงกับธรรมชาติของวิชาหรือปัญหานั้นบูรณาการร่วมกัน เป็นวิธีจัดการเรียนรู้ที่เน้น กระบวนการแก้ปัญหา ตอบสนองกับความสามารถของผู้เรียนหลายด้าน เช่น ความสามารถด้าน ภาษา คณิตศาสตร์ ดนตรี สังคม ความเข้าใจตนเอง ในการแก้ปัญหานั้น ผู้เรียนจะต้องนำข้อมูลทำ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ ค้นพบข้อสรุป และสรุปเพื่อให้ได้ข้อค้นพบใหม่หรือเกิดความคิดรวบยอดใน เรื่องนั้น โดยสามารถสรุป ได้ 5 ขั้นตอนได้แก่ 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการนำสถานการณ์ต่างๆ ที่ ได้ไปศึกษาค้นคว้ามาสาธิตให้ผู้เรียน หรือให้ผู้เรียนได้ทดลองทำกิจกรรมเล็กๆ เพื่อให้เป็นสิ่งเร้าใจ ขณะเดียวกันก็พยายามค้นหาคำตอบของปัญหา 2) ขั้นศึกษาหาความรู้ เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด โดยการใช้ตอบคำถามหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้คำถามอยู่ตลอดเวลาและให้ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมใน การทำกิจกรรมมากที่สุด ใช้กระบวนการคิดให้มากที่สุดให้ค้นพบองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง 3) ขั้น ปฏิบัติ เสนอแนะกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้วางแผนตามจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหา ตามกิจกรรมต่างๆ ที่ครูเสนอแนะ การทำกิจกรรมอยู่ภายใต้การให้คำแนะนำจากครูมีการแบ่งกลุ่ม และหน้าที่กัน ในขั้นนี้ การแนะนำของครูเป็นสิ่งจำเป็น 4) ขั้นสรุปกิจกรรม โดยครูเป็นผู้ให้คำปรึกษา แนะนำในการทำกิจกรรมแบบหน่วย ผู้เรียนต่างๆ แบ่งงานกันทำตั้งนั้นการผสมผสานทุกด้านเข้า ด้วยกัน และ 5) ขั้นวัดและประเมิน ควรทำผลตลอดเวลาที่ผู้สอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อาจต้องมีการ ประเมินผลตามสถานการณ์จริง โดยประเมินตลอดการเรียนรู้ของผู้สอนโดยการบันทึกผลการสอน ปัญหา อุปสรรคและข้อเสนอแนะไว้หลังแผนจัดการเรียนรู้

1.2.6 หลักการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาความมั่นใจในความคิดสร้างสรรค์ (Creative Confidence) ของนักเรียนผ่านกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติที่มุ่งเน้นในเรื่องของการเข้าใจ ผู้อื่นอย่างลึกซึ้ง (Empathy) การสนับสนุนให้ตัดสินใจลงมือกระทำ (Bias toward action or build to think) และการกระตุ้นให้นักเรียนสร้างความคิดที่หลากหลาย (Ideation) ตลอดจนการส่งเสริม ทักษะและความสามารถในการแก้สถานการณ์ปัญหาของนักเรียน ใช้การทำความเข้าใจในปัญหา ต่างๆ อย่างลึกซึ้ง โดยเอาผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง และนำเอาความคิดสร้างสรรค์และมุมมองจากคนหลายๆ มาสร้างแนวทางการแก้ไข และนำเอาแนวทางต่างๆ มาทดสอบและพัฒนา เพื่อให้ได้แนวทางหรือนวัตกรรมที่ตอบโจทย์กับผู้ใช้และสถานการณ์นั้นๆ โดยสามารถสรุปขั้นตอนแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) Understand คือการทำความเข้าใจ ศึกษาค้นหา Insight ของเหตุการณ์และบุคคลที่เกี่ยวข้อง

เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์ และตีความหาโจทย์ที่น่าสนใจสำหรับมาใช้ในการคิดแก้ปัญหาต่อไป 2) Create คือการสร้างไอเดีย หรือการต่อยอดไอเดียจากหลากหลายมุมมองของคนภายในกลุ่มเพื่อสร้างสรรค์ไอเดียนวัตกรรมที่แปลกใหม่และตอบโจทย์การแก้ไขปัญหาที่ และ 3.) Deliver คือการพัฒนาไอเดีย สร้างต้นแบบ และนำไปทดลองกับกลุ่มเป้าหมาย รับ Feedback เพื่อนำไปพัฒนาต้นแบบ จนกระทั่งคนภายในทีมและกลุ่มเป้าหมายพึงพอใจ แล้วนำเอานวัตกรรมนั้นไปใช้จริง

1.2.7 หลักการจัดการประสบการณ์เรียนรู้แบบ STEAM ประกอบด้วยทักษะการสร้างความรู้ การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน การเรียนรู้แบบบูรณาการ และการคิดเชิงออกแบบ ผู้วิจัยสังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้สรุปแนวคิดได้ว่า ได้แก่ 1.การระบุปัญหา (Define) คือ การนำเข้าสู่กิจกรรม พร้อมกับใช้คำถามเพื่อกระตุ้น ให้ร่วมกันระดมความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงปัญหา 2.รวบรวมข้อมูล (Discover) คือการจัดลำดับ เป้าหมายและข้อจำกัด ศึกษาค้นคว้าหาเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์บริบทของการ จัดการเรียนรู้ จัดลำดับจุดประสงค์ 3.ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute) มีการบูรณาการโดยเป็นกระบวนการให้นักเรียนได้พบเป้าหมายและใช้ในการอ้างอิงการประเมินผล การเลือกวิธีแก้ปัญหาด้วยการอธิบาย 4.พัฒนา (Develop) คือ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน 5.การทดสอบและประเมินผล (Decision) คือ การลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาตามวิธีการ และขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ และทดสอบชิ้นงานตามเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่กำหนด และ 6.การนำเสนอผลลัพธ์ (Display) คือ การนำเสนอชิ้นงานที่แปลกใหม่ โดยสนทนาลงถึงผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติการแก้ไขปัญหา แนวทางแก้ไขและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ของผลงานที่สร้างขึ้น

1.2.8 แนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา มาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการของรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างนวัตกรรมครบทุกขั้นตอนด้วยตนเอง และให้อิสระในการเลือกหัวข้อทำนวัตกรรมตามประเด็นที่แต่ละคนสนใจภายใต้กรอบสาระการเรียนรู้วิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 โดยบูรณาการตัวชี้วัดวิทยาศาสตร์ ว. 2.2 ม.5/1 – 5 ว. 4.1 ม.4/1 – 5 ว. 4.2 ม.4/1 รหัสตัวชี้วัดศิลปะ ศ 1.1ม.4-6/1 -7 ผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 1.ใช้ฟังก์ชันและกราฟของฟังก์ชัน อธิบายสถานการณ์ที่กำหนด 2.ตรรกศาสตร์ ประกอบด้วย 3 หน่วยการเรียนรู้ คือ แผนการเรียนรู้เชิงบูรณาการที่ 1 Pixel Arts, แผนการเรียนรู้เชิงบูรณาการที่ 2 สร้างโปรแกรม Anime, แผนการเรียนรู้เชิงบูรณาการที่ 3 สร้างสรรค์ Interactive with Computer

1.2.9 ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี คือ ความสามารถในการริเริ่มแนวคิด ผลิตภัณฑ์ใหม่ กระบวนการใหม่ หรือวิธีการทำงานใหม่ รวมถึงการปรับปรุงที่มีอยู่เดิมให้แตกต่างไปเพื่อให้เกิดประโยชน์ มีวิธีการปฏิบัติที่ชัดเจน ในรายวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 โดยผู้วิจัยกำหนดแนวทางการให้คะแนนแบบรูบริค (Rubric Scoring) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วย ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม และความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนการสอน

1.2.10 ผลการสังเคราะห์ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี ที่สัมพันธ์กับการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM ผู้วิจัยได้สังเคราะห์จากกระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบมี 5

ทักษะ ประกอบด้วย 1) การระบุปัญหา (Identify) 2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ (Explore) 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ (Connect) 4) สร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (Develop) และ 5) การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง (Practice)

1.2.11 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้แบบ STEAM เป็นการประเมินผู้เรียนตามสภาพจริงจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย สอดคล้องกับชีวิตจริง มีผู้ประเมินหลายฝ่าย และครูผู้สอนควรประเมินผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง โดยเน้นกระบวนการทำงานและผลผลิตของงาน ตลอดเวลาการเรียนรู้ ได้แก่ ก่อนเรียน และหลังเรียน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และช่วยให้ครูได้ข้อมูลสำหรับใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ และเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน ช่วยให้งานที่ครูมอบหมายแก่ผู้เรียนเกิดความสมบูรณ์มากขึ้น วิธีการวัดและประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 การประเมินผลจากสิ่งที่คุณเรียนได้แสดงให้เห็นถึงว่ามีความรู้ ทักษะและความสามารถ พฤติกรรมบ่งชี้ชิ้นงาน การกระทำที่สามารถสังเกตหรือวัดได้ วิธีการวัดและประเมินทักษะมีที่เหมาะสมกับการประเมินผล STEAM ดังนี้ 1) การสัมภาษณ์หรือสอบถามโดยตรง (Interview) 2) การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออก (Observation) 3) การใช้แบบสอบถาม (Questioning) และ 4) การประเมินภาคปฏิบัติ (Performance Assessment)

1.2.12 .การประเมินภาคปฏิบัติ (Performance Assessment) เป็นวิธีการประเมินงานหรือกิจกรรมที่คุณสอนมอบหมายให้ผู้เรียนปฏิบัติงานเพื่อให้ทราบถึงผลการพัฒนาผู้เรียน ผู้สอนต้องเตรียมสิ่งสำคัญ 2 ประการ คือ ภาระงาน (Tasks) หรือกิจกรรมที่จะให้ผู้เรียนปฏิบัติ และเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) ลักษณะงานหรือประเภทกิจกรรม ดังนี้ 1) ภาระงานหรือกิจกรรมที่เน้นขั้นตอนการปฏิบัติ /กระบวนการ (Process) และผลงาน (Output) 2) ภาระงานหรือกิจกรรมที่มุ่งเน้นทักษะหรือความชำนาญ (Skill) 3) ภาระงานหรือกิจกรรมที่มุ่งเน้นการสร้างลักษณะนิสัย (Attribute) 4) ภาระงานที่มีลักษณะเป็นโครงการ/โครงการ (Project) เป็นกิจกรรมที่เน้นขั้นตอนการปฏิบัติ (Process) และผลงาน (Product) ที่ต้องใช้เวลาในการดำเนินการ และ 5) ภาระงานที่เน้นผลิตชิ้นงาน (Product) เครื่องมือเพื่อใช้ประกอบการประเมิน เช่น แบบสังเกต แบบสัมภาษณ์ แบบประเมิน แบบมาตรฐานค่า แบบบันทึกพฤติกรรม แบบตรวจสอบรายงาน แบบบันทึกผลการปฏิบัติ เป็นต้น และควรมีเกณฑ์การให้คะแนน เพื่อนำไปใช้ในการประเมินตัดสินต่อไป วิธีการและเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินภาคปฏิบัติดังรายละเอียดต่อไปนี้ 1) การทดสอบ 2) การสังเกตและจดบันทึก 3) การตรวจสอบรายการปฏิบัติ (Checklist) 4) การประเมินตามมาตรฐานค่า (Rating Scale) และ 5) การประเมินตามเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์ (scoring rubrics)

1.2.13 การประเมินคุณภาพของนวัตกรรมทางเทคโนโลยี นวัตกรรมเป็นสิ่งใหม่ที่จะต้องมีนำไปปฏิบัติ จะช่วยให้การทำงานย่อมได้ผลดี มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล เมื่อสร้างนวัตกรรมขึ้นมาแล้วนอกจากตัวผู้สร้างจะนำไปใช้แล้ว จะต้องมีเผยแพร่ให้ผู้อื่นสามารถนำไปปฏิบัติได้ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความเป็นนวัตกรรม 2) กระบวนการพัฒนานวัตกรรม 3) คุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม

1.2.14 ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม เป็นความชำนาญหรือความสามารถในการใช้กระบวนการทางความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการกระทำที่มีลักษณะเป็นลำดับขั้นตอน โดยใช้จินตนาการและการถ่ายทอดใช้ทักษะในการสร้างสิ่งที่มีเอกลักษณ์ ให้เกิดสิ่งใหม่หรือนวัตกรรมที่ทำ

ขึ้นใหม่หรือพัฒนาขึ้นซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของความคิด วิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ผลที่ได้จากนวัตกรรมสามารถผลิตเป็นรูปธรรมได้ สามารถสร้างและใช้ประโยชน์จากรูปแบบใหม่ๆ จำเป็นต้องมีเป็นกระบวนการทัศน์และหลักปฏิบัติงานที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ แบ่งออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ 1) การระบุปัญหา (Identify) 2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ (Explore) 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ (Connect) 4) สร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (Develop) และ 5) การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง (Practice)

1.3 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานจากแหล่งข้อมูลบุคคล ประกอบด้วย

1.3.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนการสอนการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM ในระดับมัธยมศึกษา จากการสัมภาษณ์บุคคล ประกอบด้วย

ผลการสัมภาษณ์ผู้บริหารสถานศึกษาที่จัดการเรียนการสอน STEM/STEAM ครูผู้เชี่ยวชาญ ใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบเป็นทางการ (Formal Interview) โดยใช้เครื่องมือการสัมภาษณ์เป็นแบบสัมภาษณ์ที่มีโครงสร้าง (Structured Interview) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นและดำเนินการสัมภาษณ์ด้วยตนเอง มีผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

ด้านจุดมุ่งหมาย จากการสัมภาษณ์ส่วนใหญ่มีความเห็นโดยสรุปคือ ครูผู้สอนเป็นผู้จัดการเรียนการสอน ครูผู้สอนเป็นต้นแบบในการพัฒนาตัวผู้เรียน ครูควรเข้าใจใน STEAM และศาสตร์ต่างๆ อย่างลึกซึ้ง เรียนรู้จากประสบการณ์ต่างๆ และผู้สอนจะเข้าใจว่าต้องพัฒนาผู้เรียน ดังนี้ 1) มีการสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน ที่สำคัญต้องมีเป้าหมายร่วมกัน ประโยชน์ร่วมกัน คณะผู้สอนควรทำ PLC ร่วมกันบ่อยๆ วิเคราะห์สาระร่วมกัน คำอธิบายรายวิชาร่วมกัน 2) โรงเรียนควรเพื่ออำนวยความสะดวกในการจัดตารางสอนให้สามารถดำเนินงานได้อย่างราบรื่น มีนโยบายของโรงเรียนที่สามารถดำเนินงานได้ เปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้ตามความต้องการของนักเรียนเอง 3) มีการประเมินร่วมกัน สอดคล้องกัน ผู้สอนต้องร่วมมือกันมีจุดมุ่งหมายร่วมกัน ต้องมี Theme เดียวกัน มีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตกรรมร่วมกันไว้ว่า

“ครูควรเข้าใจใน STEAM และศาสตร์ต่างๆ อย่างลึกซึ้ง เรียนรู้จากประสบการณ์ต่างๆ มีการสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน”

“ครูต้องมีเป้าหมายร่วมกัน ประโยชน์ร่วมกัน คณะผู้สอนควรทำ PLC ร่วมกันบ่อยๆ”

“ครูควรบูรณาการแบบ Interdisciplinary และมีการประเมินร่วมกัน”

“โรงเรียนควรอำนวยความสะดวกในการจัดตารางสอน”

“ครูควรทำวิจัยแบบ Time Series”

“ผู้สอนต้องร่วมมือกันมีจุดมุ่งหมายร่วมกัน”

“ครูต้องมี Theme เดียวกัน มีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตกรรมร่วมกัน”

“ครูต้องมีแผนการสอนร่วมกัน มีการตีชีน้ออกแบบการเรียนการสอนร่วมกันและเข้าใจรูปแบบการบูรณาการต่างๆ”

“ต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้ตามความต้องการของนักเรียนเอง”

ด้านสาระ/เนื้อหา ส่วนใหญ่มีความเห็นโดยสรุปคือ การเรียนการสอน ครูเป็นผู้ชี้แนะ (Coach) พัฒนาตัวผู้เรียนตามความต้องการของนักเรียน ครูควรให้นักเรียนคิดนอกกรอบเห็นความสำคัญของการเรียนการสอน ดังนี้ 1) รูปแบบการสอนควรบูรณาการศาสตร์ต่างๆ เข้าด้วยกัน

ควรบูรณาการแบบ Interdisciplinary ใช้โมเดลร่วมกัน ออกแบบการเรียนการสอนร่วมกันและเข้าใจ รูปแบบการบูรณาการต่างๆ 2) ครูผู้สอนมีความสนใจร่วมกันเน้นเรื่องการแก้ปัญหา เปิดโอกาสให้นักเรียนคิดนอกกรอบเห็นความสำคัญของการเรียนการสอน สื่อต่างๆ ควรทำให้เห็นภาพร่วมกันไว้ว่า

“ครูผู้สอนมีความสนใจร่วมกัน เน้นเรื่องการแก้ปัญหา รูปแบบการสอนประเภทของการบูรณาการ ต่างๆ เข้าด้วยกัน”

“ผู้บริหารควรให้ความสำคัญกับรูปแบบการเรียนการสอนและเปิดโอกาสให้ได้ดำเนินการ มีนโยบาย ของโรงเรียนที่สามารถดำเนินงานได้”

“ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียนการสอน”

“ครูวิเคราะห์สาระร่วมกัน และวิเคราะห์ตัวชี้วัดต่างๆร่วมกันมีการเขียนแผนร่วมกัน คำอธิบาย รายวิชาร่วมกัน มีการใช้จุดประสงค์การเรียนรู้ KPA ร่วมกัน และ หน่วยการเรียนรู้ร่วมกันและใช้ โมเดลร่วมกัน”

“เป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการมีศาสตร์ต่างๆเข้าด้วยกัน มีสื่อการสอนต่างๆ ที่ไปทางเดียวกัน มีการ วัดและประเมินผลที่สอดคล้องกัน”

“เปิดโอกาสให้นักเรียนคิดนอกกรอบ”

ด้านกระบวนการสอน/กิจกรรมการสอน ส่วนใหญ่มีความเห็นโดยสรุปคือ ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการบวนการจัดการเรียนการสอนกระตุ้นนักเรียนให้เกิดแรงบันดาลใจ เกิดการสร้างสรรคในการเรียนการสอน ดังนี้ 1) ครูไม่ควรตั้งกรอบหรือขอบเขตการทำงาน ควร ส่งเสริม/การกระตุ้นนักเรียนให้เกิดแรงบันดาลใจ เวลาที่ใช้ในการพัฒนาหรือดำเนินกิจกรรมนั้นขึ้นอยู่กับบทบาทต่างๆ ของการเรียนการสอนขึ้นอยู่กับทักษะของผู้เรียน ควรมีความต่อเนื่อง 2) ใช้ขั้นตอน การสอนแบบต่างๆ ควรศึกษากิจกรรมที่เกี่ยวข้อง ควรสังเคราะห์การศึกษา 4.0 เพราะขั้นตอนการ สอนต่างๆ สามารถแปรเปลี่ยนไปได้ตามศาสตร์ต่างๆ หรือหัวข้อต่างๆ ที่ใช้ในการเรียนการสอน 3) กระตุ้นให้นักเรียนเห็นประโยชน์และจุดมุ่งหมาย ส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ให้สามารถคิดเป็น Concept สอนให้นักเรียนทำกิจกรรมต่างๆ ด้วยกระบวนการ STEAM สอนการใช้ประโยชน์ต่างๆ ใน กระบวนการ STEAM เพราะบทบาทครูและบทบาทของนักเรียนสำคัญมากไว้ว่า

“ครูไม่ควรตั้งกรอบหรือขอบเขตการทำงาน เพราะไม่เกิดการสร้างสรรค์ ครูควรส่งเสริม/การกระตุ้น นักเรียนให้เกิดแรงบันดาลใจ”

“ควรสังเคราะห์การศึกษา 4.0 เพราะขั้นตอนการสอนต่างๆสามารถแปรเปลี่ยนไปได้ตามศาสตร์ ต่างๆหรือหัวข้อต่างๆที่ใช้ในการเรียนการสอนขั้นตอนการสอนแบบต่างๆ ควรศึกษากิจกรรมที่ เกี่ยวข้อง”

“สอนให้นักเรียนทำกิจกรรมต่างๆ ด้วยกระบวนการ STEAM กระตุ้นให้นักเรียนเห็นประโยชน์และ จุดมุ่งหมาย ส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ให้สามารถคิดเป็น Concept เพราะบทบาทครูและ บทบาทของนักเรียนสำคัญมาก”

“เวลาที่ใช้ในการพัฒนาหรือดำเนินกิจกรรมนั้นขึ้นอยู่กับบทบาทต่างๆ ของการเรียนการสอนขึ้นอยู่กับ ทักษะของผู้เรียน”

ด้านการวัดและประเมินผล ส่วนใหญ่มีความเห็นโดยสรุปคือ ควรเริ่มที่ปัญหาหรือความ ต้องการของนักเรียน โดยควรหลากหลายขึ้นอยู่กับเนื้อหาและวิชาที่สอน ดังนี้ 1) ควรการประเมินผล

เป็นแบบ Time Series 2) ควรประเมินกระบวนการให้ครอบคลุมกรอบของ STEAM มีการประเมินตามสภาพจริง มีการประเมินตนเอง เพื่อนประเมินเพื่อนไว้ว่า

“ด้านการวัดและประเมินผลควรหลากหลายขึ้นอยู่กับเนื้อหาและวิชาที่สอนและการประเมินผลควรประเมินเป็นแบบ Time Series “
“ควรประเมินกระบวนการให้ครอบคลุมกรอบของ STEAM”



ภาพที่ 13 การสัมภาษณ์ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญต่อสภาพการจัดการเรียนการสอนรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี

ข้อเสนอแนะอื่นๆ ส่วนใหญ่มีความเห็นโดยสรุปคือการทำงานควรทำงานเป็น Project มีการใช้ทักษะในการปฏิบัติที่เยอะๆ มีการประเมินก่อนเรียนและหลังเรียน มีการประเมินแบบภาคปฏิบัติ (Formative Assessment) ควรเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านการทำงาน เพื่อเปลี่ยนมุมมองของผู้เรียนว่าเป็นเรื่องที่ยาก ไกลตัว ไม่น่าสนใจ

ผลการสัมภาษณ์นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion : FGD) มีผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่มจำนวน 10 คน ผลการสนทนากลุ่มสรุปได้ดังนี้

ด้านจุดมุ่งหมาย นักเรียนอยากรู้จักตนเองในอนาคต มีการประยุกต์สาระเนื้อหาในชีวิตประจำวัน ให้บูรณาการวิชาต่างๆ ควรมียุทธศาสตร์ที่สอดคล้องกันไว้ว่า

“เพื่อรู้จักตนเองในอนาคต สามารถแก้ปัญหาได้อย่างดี สามารถประยุกต์ใช้ในอาชีพ”

“มีการย่อยปัญหาต่างๆ ก่อนทำ”

ด้านสาระ/เนื้อหา นักเรียนอยากให้มีการย่อยปัญหาต่างๆ ก่อนทำ แบ่งงานควรทำงานออกเป็น Project ย่อยๆ นักเรียนอยากหลักการสร้างวิธีการประยุกต์ใช้ วิธีใช้อย่างไร ให้ความสำคัญในการทำงานแบ่งโครงสร้างเวลาออกเป็นอย่างชัดเจน แนะนำให้ทำมีตัวอย่าง รวมถึงควรบอกประโยชน์ในการสร้างงานไว้ว่า

“บูรณาการสาระเนื้อหาในชีวิตประจำวัน ทำให้เด็กนักเรียนรู้จักตนเอง ประโยชน์ในการสร้างงาน”

“วิธีใช้อย่างไร ทราบหลักการสร้างวิธีการประยุกต์ใช้ แนะนำให้ทำมีตัวอย่างเยอะๆ”

ด้านกระบวนการสอน/กิจกรรมการสอน นักเรียนเห็นว่าควรเป็นงานกลุ่มแต่แบ่งออกเป็นกลุ่มเล็กๆ จับคู่ 3-4 คนก็พอ มีการจัดการเรียนการสอนที่สนุก มีการแบ่งปันความรู้ระหว่างเพื่อน ควรมีแต้มพิเศษ มีการท้าทายความคิดนักเรียนให้มากขึ้น สร้างจุดเน้น การตรวจผลงานควรเน้นที่การแก้ปัญหา มีการสรุปงานออกเป็นส่วน อธิบายการแก้ปัญหาไว้ว่า

“ควรเป็นงานกลุ่มแต่แบ่งออกเป็นกลุ่มเล็กๆจับคู่ 3-4 คนก็ดี มีการเรียนการสอนที่สนุก”

“มีการแบ่งปันความรู้ระหว่างเพื่อน”

“ควรมีแต่ัมพิเศษ มีการท้าทายความคิดนักเรียนให้มากขึ้น สร้างจุดเน้น การตรวจผลงานควรเน้นที่
การแก้ปัญหา”

“ควรแบ่งงานควรทำงานออกเป็น Project ย่อยๆ ควรแบ่งช่วงเวลาออกเป็นส่วนย่อย ให้ความในการ
ทำงานแบ่งโครงสร้างเวลา-ออกเป็นอย่างชัดเจน และบอกว่าแต่ละส่วนต้องทำอะไร”

“เข้าใจหลักการของการทำงาน มีการสรุปรงานออกเป็นส่วน”

“ให้ดูพัฒนาการของนักเรียน ให้คะแนนในการวางแผนตามขั้นตอน ให้นักเรียนแบ่งคะแนนประเมิน
ตัวเอง”

“ให้บูรณาการวิชาต่างๆ ควรจุดมุ่งหมายที่สอดคล้องกัน”

ด้านการวัดและประเมินผล ให้ดูพัฒนาการของนักเรียน ควรตรวจงานบ่อยๆ ให้นักเรียน
แบ่งคะแนนประเมินตัวเอง ให้คะแนนในการวางแผนตามขั้นตอน ให้นักเรียนเข้าใจงานที่ทำให้
นักเรียนสามารถอธิบายงานที่ทำได้ ประเมินวิธีการทำงานของตนเอง สามารถอธิบายหรือสรุปรงาน
อยากให้ครูสรุปรงานของนักเรียนและให้นักเรียนสรุปรงานของนักเรียนเองข้อเสนอแนะอื่นๆ ไว้ว่า

“ให้นักเรียนเข้าใจงานที่ทำให้นักเรียนสามารถอธิบายงานที่ทำได้

“ให้ครูสรุปรงานของนักเรียนและให้นักเรียนสรุปรงานของนักเรียนเอง อธิบายการแก้ปัญหา ประเมิน
วิธีการทำงานของตนเอง สามารถอธิบายหรือสรุปรงาน”

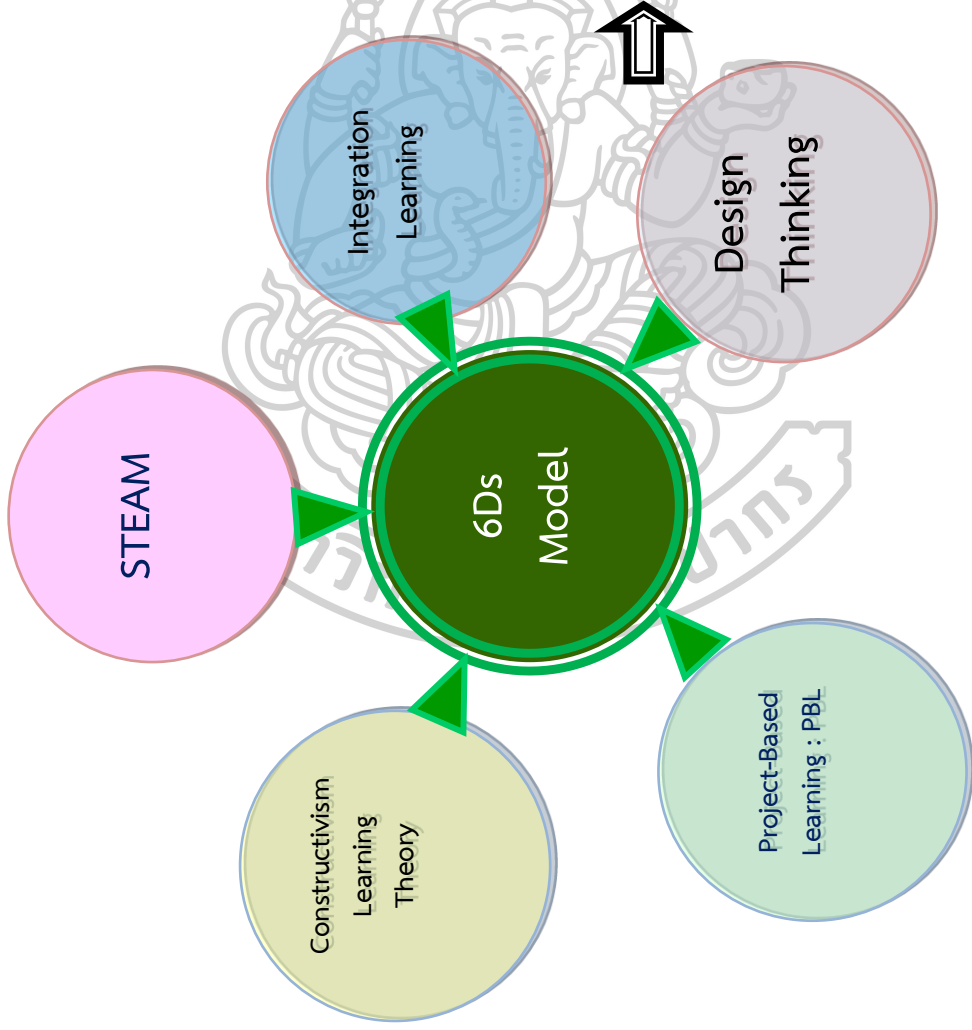
สรุปผลการสัมภาษณ์ ครูและนักเรียนต้องเข้าใจตรงกัน ที่สำคัญต้องมองเห็นเป้าหมาย
ร่วมกัน ต้องมี Theme เดียวกัน มีการประเมินร่วมกัน โดยโรงเรียนควรอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ ให้
สามารถดำเนินงานได้อย่างราบรื่น เปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้ตามความต้องการของนักเรียนเอง
การสอนควรบูรณาการศาสตร์ต่างๆ เข้าด้วยกัน ครูออกแบบการเรียนการสอนร่วมกันและเข้าใจ
ครูผู้สอนมีความสนใจร่วมกันเน้นเรื่องการแก้ปัญหา เปิดโอกาสให้นักเรียนคิดนอกกรอบเห็น
ความสำคัญของการเรียนการสอน ควรการประเมินผลเป็นแบบการประเมินตามสภาพจริง

2. ผลของการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อ ส่งเสริมทักษะการสร้างสรุปรงานนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ในการออกแบบและพัฒนาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานใน
ขั้นตอนที่ 1 มาใช้ในการออกแบบและพัฒนา มีผลดังนี้

ผลการออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการ
สรุปรงานนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา มีผลการสังเคราะห์และการพัฒนา
ตามองค์ประกอบของรูปแบบ ในขั้นนี้เป็นการสังเคราะห์ความเป็นมาและความสำคัญร่างต้นแบบของ
รูปแบบการเรียนการสอน STEAM และผลการสังเคราะห์แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการ
เรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรุปรงานนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ประกอบด้วย แนวคิด ทฤษฎีการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
(Project-Based Learning : PBL) การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ (Integration Learning) และ
การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ที่มีความสัมพันธ์กันดัง

ผลการพัฒนาหลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล
ของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM ดังแผนภาพที่ 14-1



แนวคิดทฤษฎี

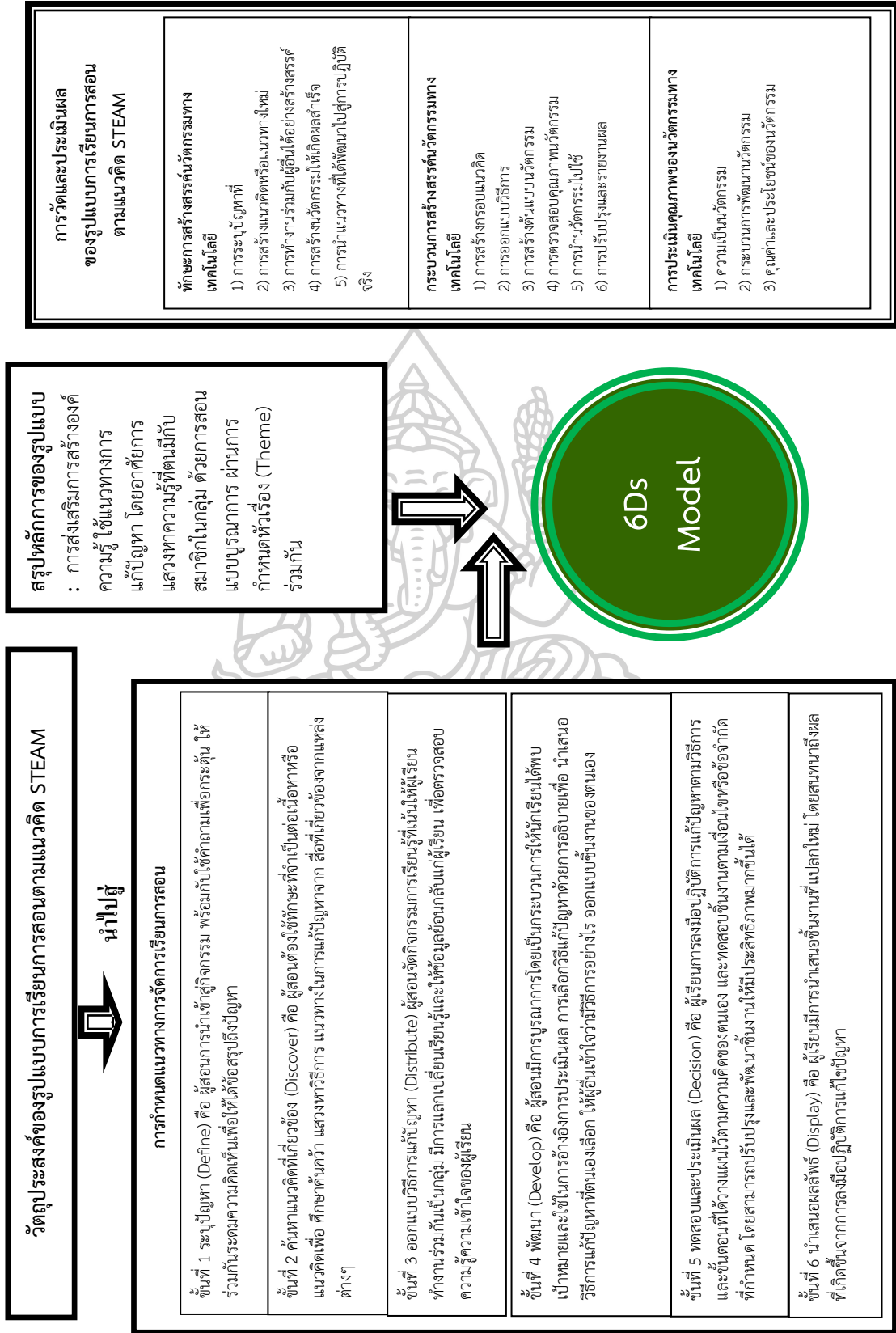
การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM

- 1) การออกแบบที่สร้างสรรค์ โดยให้ผู้เรียนแสดงให้ถึงความคิดสร้างสรรค์ ประสิทธิภาพและความรู้สึกลงมือทำและสุนทรีย์ศาสตร์ในแก้ปัญหา และการแก้ปัญหาที่สร้างสรรค์สำหรับใช้ร่วมกันของมนุษย์
- 2) ความรู้สึกของความสำราญ ประสบการณ์ที่ช่วยให้การเรียนรู้ด้วยตนเองซึ่งนักเรียนรู้สึกถึงความสนใจ ความเชื่อมั่นทางปัญญาความพึงพอใจและความรู้สึกของความสำราญ และความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจริงระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน
- 3) การบูรณาการและการรวมเนื้อหา ที่มีจุดมุ่งหมายในการเชื่อมต่อเนื้อหาของการศึกษาไปสู่ชีวิตจริงในมุมมองแบบองค์รวม

แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี

- 1) คุณภาพของนวัตกรรมทางเทคโนโลยี การเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยเทคนิคต่างๆ เมื่อเสร็จสิ้นการนำนวัตกรรมไปใช้จริงแล้ว เพื่อตัดสินว่านวัตกรรมนั้นมีความเหมาะสมหรือเป็นประโยชน์มากกว่าน้อยเพียงใด
- 2) ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ (Knowledge) จินตนาการ (Imagination) ความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) ความร่วมมือ (Collaborative) ทำให้เกิดนวัตกรรมที่อาจอยู่ในรูปแบบของความคิด
- 3) กระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี ต้องอาศัยทั้งความคิดสร้างสรรค์และความรู้ เพื่อคิดค้นพัฒนา วิธีการ เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ นำไปใช้พัฒนาวิธีการสำหรับการจัดการกระบวนการนวัตกรรมเหล่านั้นให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น

ภาพที่ 14 ผลการสังเคราะห์แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา



ภาพที่ 15 การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ผลการสังเคราะห์เอกสาร งานวิจัย และประเด็นข้อมูลที่สำคัญในการพัฒนารูปแบบ การเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ผู้วิจัยได้ดำเนินการในลักษณะควบคู่กันไปทั้งในขั้นการออกแบบ (Design) และขั้นการพัฒนา (Development) โดยนำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากขั้นการวิเคราะห์ (Analysis) : Research1 (R1) ทั้งหมดรวมถึงเป้าหมายและผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ของรูปแบบการสอนมาใช้เป็นฐาน คิดในการร่างรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์ นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ประกอบด้วยหลักการ วัตถุประสงค์ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และปัจจัยสนับสนุนซึ่งได้พัฒนาขึ้นตามหลักการแนวคิดการตาม แบบจำลองการออกแบบระบบการเรียนการสอน ADDIE Model ที่ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนให้มีความ เป็นระบบ (Kruse, 2009) ร่วมกับแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนการสอนของ Joyce & Weil (2009) และแบบจำลองการออกแบบการเรียนการสอนเชิงระบบของดิกค์แคเรย์และแคเรย์ (Dick, Carey & Carey, 2005) การวิจัยและพัฒนา (Research and Development) (มาเรียม นิลพันธุ์, 2555) ร่วมกับการศึกษาหลักการแนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีได้

ร่างที่ 1 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์ นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา “IEDCEP Model” โดยมีส่วนประกอบดัง แผนภาพที่ 16 ดังนี้

หลักการ การเรียนรู้ในลักษณะที่ให้ผู้เรียนเป็นการสอนโดยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม ความ คิดและแสวงหาความรู้ โดยใช้เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่ท้าทายก่อน เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการ จัดกลุ่มของสมาชิกที่มีความสนใจในปัญหาเดียวกัน และร่วมกันค้นหาปัญหาที่สำคัญที่สุด เกิด จากการแบ่งปัน (Sharing) ประสบการณ์และความรู้ที่ตนมีกับสมาชิกในกลุ่ม นำไปสู่การวางแผนและ การสร้างสรรค์นวัตกรรม และร่วมกันประเมินนวัตกรรม เป็นการสร้างการยอมรับนวัตกรรมที่ได้เพื่อนำ ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันต่อไป โดยผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในสภาพการ เรียนรู้และคอยให้ความช่วยเหลือ

วัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างสรรค์ นวัตกรรม

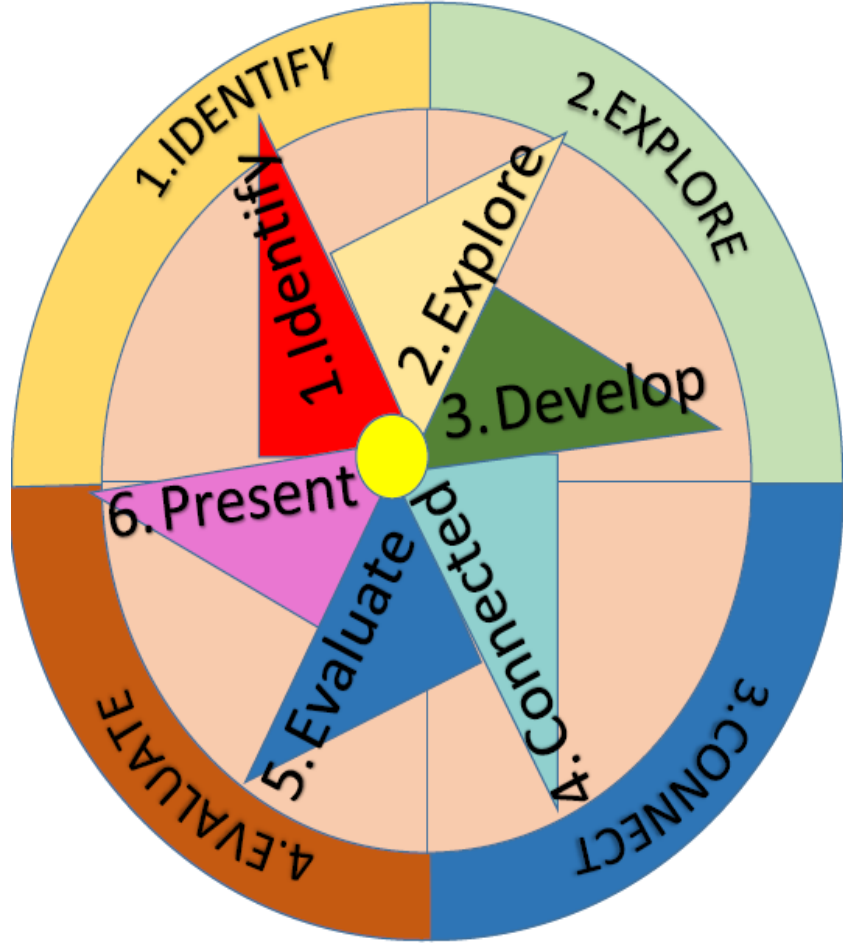
องค์ประกอบเชิงเงื่อนไขการนำรูปแบบไปใช้

1. ปัจจัยเอื้อต่อการเรียนรู้เป็นสมรรถนะที่ผู้เรียนต้องมีและได้รับการพัฒนาตลอด กระบวนการ เพื่อให้การเรียนรู้บรรลุเป้าหมายและประสบผลสำเร็จ ได้แก่ ความรับผิดชอบต่อตนเอง

ร่างรูปแบบการเรียนการสอนวิชาทางเชื่อมโยงโปรแกรม โดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสร้งสรรค์นวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา "IEDCEP Model"

หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน คือ การเรียนรู้ในลักษณะที่ให้ผู้เรียนเป็นการสอนโดยกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดตาม ความคิดและแนวทางการเรียนรู้ โดยใช้เหตุผลการนี้หรือจากการนี้ที่เป็นปัญหาที่ท้าทายก่อน เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการจัดกลุ่มของสมาชิกที่มีความสนใจในปัญหาเดียวกัน และร่วมกันค้นหาปัญหาที่สำคัญที่สุด เปิดโอกาสแลกเปลี่ยน (Sharing) ประสบการณ์และความรู้ที่ตนเองมีกับสมาชิกในกลุ่ม นำไปสู่การวางแผนและการสร้งสรรค์นวัตกรรม และร่วมกันประเมินนวัตกรรม เป็นการสร้งการยอมรับนวัตกรรมที่ดีเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิประจำวันต่อไป โดยผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในสภาพการเรียนรู้และคอยให้ความช่วยเหลือ

วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน คือ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้งสรรค์นวัตกรรม



องค์ประกอบเชิงเส้นโปรแกรมในรูปแบบไปผู้ใช้

1. ปัจจัยเบื้องต้นการเรียนรู้ เป็นวงจรและผู้เรียนต้องได้รับการพัฒนาตลอดกระบวนการ เพื่อให้การเรียนรู้บรรลุเป้าหมายและประสบความสำเร็จ ได้แก่ ความรับผิดชอบตนเองและผู้อื่น ความกล้าในการตัดสินใจ ความคิดริเริ่มสร้งสรรค์ ความกล้าในการแสดงออก ความกระตือรือร้นในการเรียน และความสามารงในการแก้ปัญหา
2. ปัจจัยสนับสนุน 2.1 การจัดกลุ่มผู้เรียน ควรจัดเป็นกลุ่มย่อย ขนาดจำนวน 4-5 คน 2.2 การยึดหยุ่นเวลาในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับกิจกรรมที่เหมาะสมกับกิจกรรม

องค์ประกอบเชิงกระบวนการเรียนการสอน

ภาพที่ 16 ร่างที่ 1 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสร้งสรรค์นวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

และผู้อื่น ความกล้าในการตัดสินใจ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความกล้าในการแสดงออก ความกระตือรือร้นในการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหา

2. ปัจจัยสนับสนุน

2.1 การจัดกลุ่มผู้เรียน ควรจัดเป็นกลุ่มย่อย ขนาดจำนวน 4-5 คน

2.2 การยืดหยุ่นเวลาในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับกิจกรรมเหมาะสมกับกิจกรรม

กระบวนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน คือ

1. การระบุปัญหา (Identify a Challenge) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่ การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหาในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ในขั้นตอนของการระบุปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหา ใหญ่

2. รวบรวมข้อมูล (Information Gathering) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลปะ และคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมิน ความเป็นไปได้ ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาคควรพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหา และจัดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมิน แนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับ เงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่ เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและ เงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด เป็นการถ่ายทอดความคิดหรือลำดับความคิดหรือจินตนาการให้เป็น ขั้นตอน เกี่ยวกับวิธีการ แก้ปัญหาหรือสนองความต้องการโดยละเอียด โดยใช้การร่างภาพ 2 มิติ การ ร่างภาพ 3 มิติ การร่างภาพฉาย แบบจำลอง หรือแบบจำลองความคิด และวางแผนการปฏิบัติงาน อย่างเป็นขั้นตอน จากนั้นลงมือสร้างตามแนวทางที่ได้ถ่ายทอดความคิดและวางแผนการปฏิบัติงานไว้ ผลงานที่ได้อาจเป็นชิ้นงานหรือแบบจำลองวิธีการ

4. การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่ เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและ เงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด โดยผู้แก้ปัญหาคต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนด เป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน ในขั้นตอนของการพัฒนา ผู้ แก้ปัญหาต้องวาดแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ ในการแก้ปัญหา

5. การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ การทดสอบเป็นการตรวจสอบชิ้นงานหรือแบบจำลองวิธีการที่สร้างขึ้นว่ามี ความสอดคล้อง ตามแบบที่ได้ถ่ายทอดความคิดไว้หรือไม่ สามารถทำงานหรือใช้งานได้หรือไม่ มี ข้อบกพร่องอย่างไร หากผลการทดสอบพบว่า ชิ้นงานหรือแบบจำลองวิธีการไม่สอดคล้องตามแบบที่ ถ่ายทอดความคิดไว้ ทำงานหรือใช้งานไม่ได้ หรือมีข้อบกพร่องที่ควรปรับปรุงแก้ไข จะต้องมีการ

บันทึกสิ่งต่างๆ เหล่านี้ไว้ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเป็นข้อมูลนำไปสู่การปฏิบัติงานในขั้นปรับปรุงแก้ไขต่อไป

6. การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ เพื่อการพัฒนาต่อไปเป็นการนำชิ้นงานหรือวิธีการที่ได้สร้างขึ้นไปดำเนินการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการที่กำหนดไว้ในขั้นกำหนดปัญหาหรือความต้องการ และประเมินผลที่เกิดขึ้นว่าชิ้นงานหรือวิธีการนั้นสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ หากผลการประเมินพบว่า ชิ้นงานหรือวิธีการไม่สามารถแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการได้ ควรพิจารณาว่าจำเป็นต้องแก้ไขในขั้นตอนใด เพื่อนำไปปรับปรุงตามกระบวนการเทคโนโลยีอีกครั้ง เพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เมื่อนำให้กรรมการวิทยานิพนธ์ พิจารณาแล้วมีข้อเสนอแนะ ในการปรับแก้ และนำข้อมูลจากการสอบถามความต้องการจำเป็น การสัมภาษณ์ มาปรับแก้ไขข้อมูลได้

ร่างที่ 2 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา “6Ds Model” มีรายละเอียดรูปแบบ ดังแผนภาพที่ 17 ต่อไปนี้

1. หลักการ การบูรณาการความรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลป์ คณิตศาสตร์ ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ ทฤษฎีการเรียนการสอน STEAM แนวคิดเกี่ยวกับการสอนแบบโครงการ แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบบูรณาการ แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ โดยอาศัยการแสวงหาความรู้ที่ตนมีกับสมาชิกในกลุ่ม นำไปสู่การวางแผนและการสร้างสรรค์นวัตกรรม ผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในสภาพการเรียนรู้และคอยให้ความช่วยเหลือ

2. วัตถุประสงค์ เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

3. องค์ประกอบเชิงเงื่อนไขการนำรูปแบบไปใช้

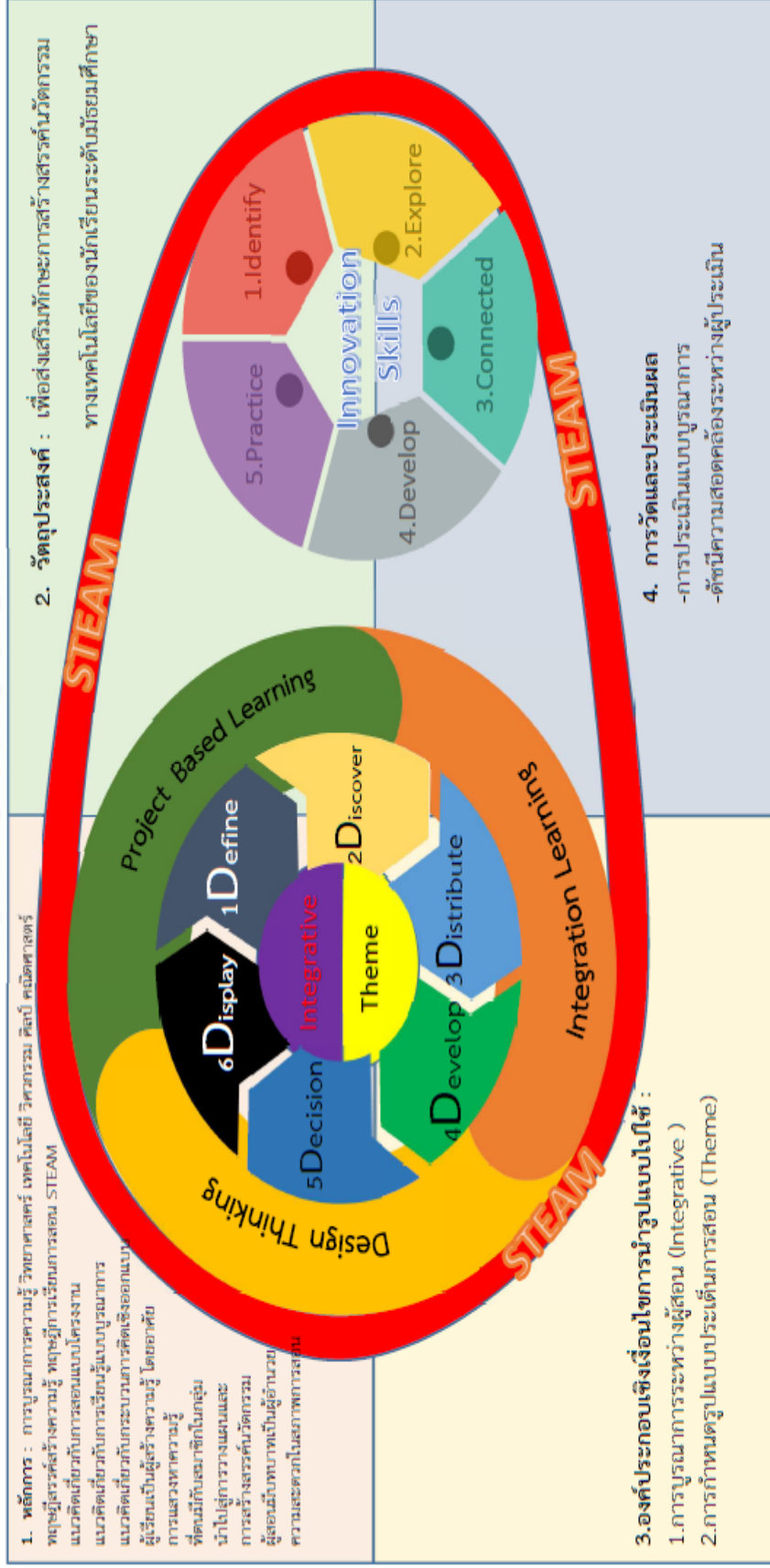
1. การบูรณาการระหว่างผู้สอน (Integrative)
2. การกำหนดรูปแบบประเด็นการสอน (Theme)

4. การวัดและประเมินผล

1. การประเมินแบบบูรณาการ
2. ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน

ร่างรูปแบบการเรียนการสอนวิชาการศึกษาเชื่อมโยงโปรแกรมโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคือ STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา “6Ds Model”

6 Ds Model



ภาพที่ 17 ร่างที่2 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา “6Ds Model”

5.กระบวนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (Define) คือ ผู้สอนการนำเข้าสู่กิจกรรม พร้อมกับใช้คำถามเพื่อกระตุ้น ให้ร่วมกันระดมความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล (Discover) คือ ผู้สอนการจัดลำดับ เป้าหมายและข้อจำกัด ศึกษา ค้นคว้าหาเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์บริบทของการ จัดการเรียนรู้ จัดลำดับจุดประสงค์

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute) คือ) ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบ ความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน

ขั้นที่ 4 การวางแผนและพัฒนา (Develop) คือ ผู้เรียนมีการบูรณาการโดยเป็น กระบวนการให้นักเรียนได้พบเป้าหมายและใช้ในการอ้างอิงการประเมินผล การเลือกวิธีแก้ปัญหาด้วยการอธิบาย

ขั้นที่ 5 การทดสอบและประเมินผล (Decision) คือ ผู้เรียนการลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา ตามวิธีการ และขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ และทดสอบชิ้นงานตามเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่กำหนด

ขั้นที่ 6 การนำเสนอ (Display) คือ ผู้เรียนการนำเสนอชิ้นงานที่แปลกใหม่ โดยสนทนาถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา แนวทางแก้ไขและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ ประโยชน์ของผลงานที่สร้างขึ้น

ร่างที่ 3 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์ นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา “6Ds Model” จากการรวมข้อมูลจากผล การศึกษาข้อมูลพื้นฐานการพัฒนาและการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ซึ่ง ประกอบด้วยหลักการ วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล และปัจจัย สนับสนุนในการนำ รูปแบบการสอนไปใช้ เมื่อนำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไข จึงได้ องค์กรประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์ นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา (6Ds Model) ดังแผนภาพที่ 18 ซึ่ง ประกอบด้วย หลักการ วัตถุประสงค์ ปัจจัยสนับสนุน และขั้นตอนการดำเนินการ โดยผู้วิจัย ดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามแผนการเรียนรู้เชิงบูรณาการที่ 3 สร้างสรรค์ Interactive with Computer กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง และจากบันทึกหลังสอน โดยมีรายละเอียดของรูปแบบ การเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ในแผนภาพที่16 มีชื่อว่า “6Ds Model” มีรายละเอียดขององค์ประกอบดังนี้

1.หลักการ

การส่งเสริมการสร้างองค์ความรู้ ใช้แนวทางการแก้ปัญหา โดยอาศัยการแสวงหาความรู้ที่ตน มีกับสมาชิกในกลุ่ม ด้วยการสอนแบบบูรณาการ ผ่านการกำหนดหัวเรื่อง (Theme) ร่วมกัน

2.วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

6Ds Model

หลักการ การส่งเสริมการสร้างองค์ความรู้ ใช้แนวทางการแก้ปัญหา โดยอาศัยการแสวงหาความรู้ที่ตนมีกับสมาชิกในกลุ่ม ช่วยการสอนแบบบูรณาการ ผ่านการกำหนดหัวเรื่อง (Theme) ร่วมกัน

วัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสร้งสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

ปัจจัยสนับสนุน ครูผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก ร่วมมือกัน มีจุดมุ่งหมายการสอนร่วมกัน เปิดโอกาสให้นักเรียนคิดนอกกรอบ โดยใช้องค์ความรู้ที่ผ่านการเรียนมาจากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ คณิตศาสตร์

กระบวนการเรียนการสอน ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน

- 1 การระบุปัญหา (Define)
- 2 รวบรวมข้อมูล (Discover)
- 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute)
- 4 พัฒนา (Develop)
- 5 การทดสอบและประเมินผล (Decision)
- 6 การนำเสนอผลลัพธ์ (Display) เพื่อนำไปสู่การสร้างสร้งสรรค์นวัตกรรมของนักเรียน

การวัดและประเมินผล

- ประกอบด้วย**
- ทักษะการสร้างสร้งสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี
 - ความคิดเห็นที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอน



ภาพที่ 18 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสร้งสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา “6Ds Model”

3.กระบวนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1.การระบุปัญหา (Define) ครูนำเข้าสู่กิจกรรม พร้อมกับใช้คำถามเพื่อกระตุ้น ใช้ตัวอย่างในชีวิตประจำวัน สร้างสถานการณ์ต่างๆ ให้ร่วมกันระดมความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงปัญหาตามความต้องการของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญ และช่วยกันหาแนวทางการแก้ไขปัญหา **นักเรียน**ศึกษาข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มผู้มีความคิดต่าง เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ หรือการนำตนเองเข้าไปทำกิจกรรมใหม่ๆ เพื่อสร้างประสบการณ์ใหม่และสนุกกับกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ โดยระบุเรื่อง และอธิบายสาเหตุ ของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อนักเรียนโดยตรง **ผลพบว่า**นักเรียนส่วนใหญ่ประสบผลสำเร็จในการระบุปัญหา ทำให้มีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น จะให้ความสำคัญกับสาระความรู้มาก ชอบที่จะทำงานเป็นกลุ่มและแบ่งความสามารถของแต่ละคน



ภาพที่ 19 ขั้นตอนการกำหนด Theme การเรียนการสอน ณ โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร

2.รวบรวมข้อมูล (Discover) ครูจัดลำดับ เป้าหมายและข้อจำกัด ศึกษาค้นคว้าหาเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์บริบทของการ จัดการเรียนรู้อ จัดลำดับจุดประสงค์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง กระตุ้นให้ผู้เรียนเสนอปัญหา หรือตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การสืบค้นข้อมูล โดยให้นักเรียนเรียนรู้จากกิจกรรมการออกแบบการทดลอง **นักเรียน**วิเคราะห์ปัญหา บอกถึงประโยชน์ กำหนดปัญหาที่เกิดขึ้นให้ชัดเจนว่าเลือกและสรุปแนวทางความเป็นไปได้ ช่วยกันคิดสถานการณ์ปัญหา **ผลพบว่า**นักเรียนส่วนใหญ่มีความต้องการในการทำงานเป็นกลุ่มร่วมกันคิดและทำร่วมกันและตั้งข้อสังเกตเพื่อช่วยให้นักเรียนมีทิศทางในการแก้ปัญหาโดยอาศัยความรู้ที่หลากหลาย อย่างไรก็ตามการเรียนรู้อในชั้นนี้นักเรียนส่วนใหญ่กล้าซักถาม ครูสังเกตพบว่านักเรียนบางคนยังไม่เข้าใจ และไม่สามารถกำหนดปัญหาที่แท้จริงของสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้



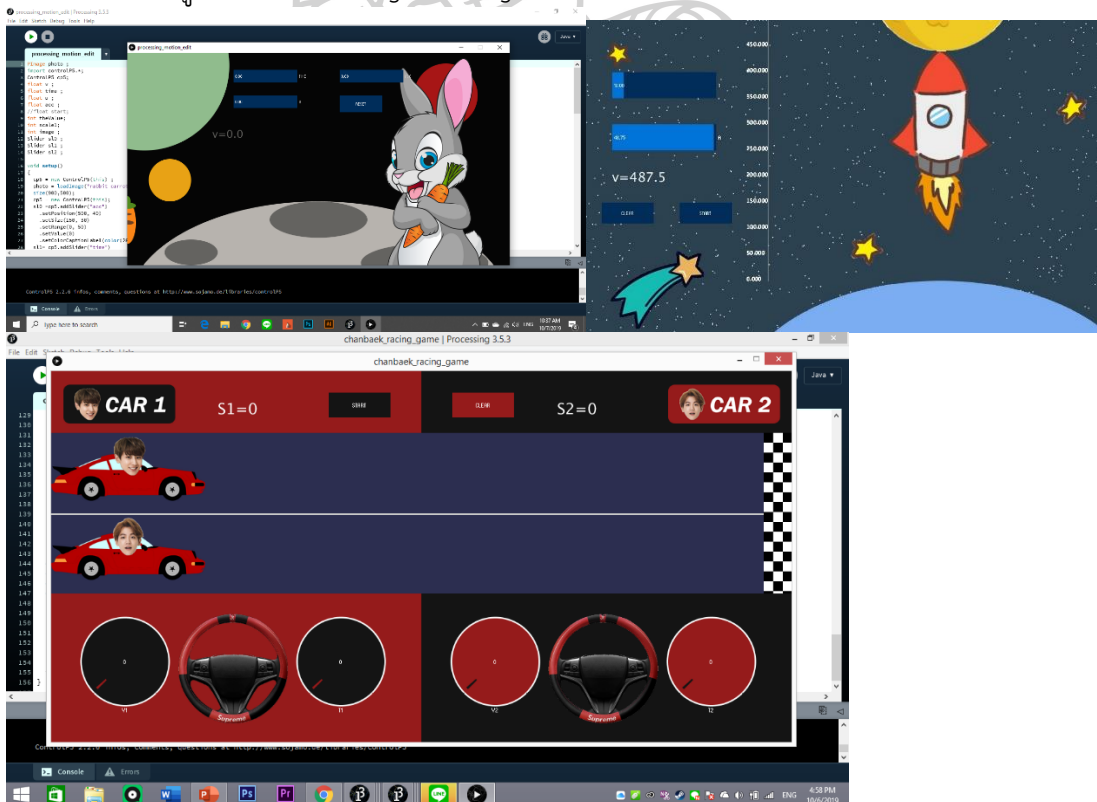
ภาพที่ 20 ขั้นตอนรวบรวมข้อมูล ณ โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร

3.ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute) ครูบูรณาการโดยเป็นกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม ให้นักเรียนได้พบเป้าหมายและใช้ในการอ้างอิงการประเมินผลด้วยการค้นคว้า วิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล การเลือกวิธีแก้ปัญหาที่นักเรียนออกแบบเองด้วยการอธิบาย เป็นแนวทางในการแสวงหาคำตอบของปัญหา **นักเรียน**การถ่ายทอดความคิดหรือลำดับความคิดหรือจินตนาการให้เป็นขั้นตอน แบ่งงานออกเป็นส่วนย่อย โดยใช้การร่างภาพ 2 มิติหรือการร่างภาพ 3 มิติ การร่างภาพฉายแบบจำลอง หรือแบบจำลองความคิด และวางแผนการปฏิบัติงานอย่างเป็นขั้นตอนและลงมือสร้างตามแนวทางที่ได้ถ่ายทอดความคิดและวางแผนการปฏิบัติงานไว้ **ผลพบ**ว่านักเรียนยังคิดแก้ปัญหาจากตัวอย่างตามประสบการณ์ของแต่ละคน นักเรียนมีความกระตือรือร้นเพิ่มขึ้นและเริ่มบูรณาการความคิดในการแสวงหาวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายและมีจินตนาการมากขึ้น มีจุดมุ่งหมายในการทำงาน



ภาพที่ 21 ขั้นตอนออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ณ โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร

4.พัฒนา (Develop) ครูเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มวิธีการสร้างเครื่องมือ มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน ตลอดจนอำนวยความสะดวกให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติ **นักเรียนเป็นผู้แก้ปัญหา** ต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจน เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง รวมถึงออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา **ผลพบว่านักเรียนนำประเด็นที่สงสัยมาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน** ครูต้องให้ความช่วยเหลือมาก เนื่องจากนักเรียนยังไม่เคยทำงานแบบบูรณาการและ Programming เพื่อการพัฒนามาก่อน



ภาพที่ 22 ขั้นตอนพัฒนา ณ โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร

5.การทดสอบและประเมินผล (Decision) ครูประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้จะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น **นักเรียน**สามารถประเมินตนเองและกลุ่ม **นักเรียน**ช่วยกันสรุปวิธีการลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาตามวิธีการ และขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ ตามพัฒนาการและบทบาทของนักเรียน ทดสอบชิ้นงานตามเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่กำหนด **ผลพบ**ว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจและทัศนคติที่ดีต่อทำงานแบบบูรณาการและ Programming มากขึ้น **นักเรียน**ทำงานได้อย่างเป็นระบบตามหัวข้อหลักที่สนใจ



ภาพที่ 23 ขั้นตอนการทดสอบและประเมินผล ณ โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร

6.การนำเสนอผลลัพธ์ (Display) คือ **ครูและนักเรียน** ตรวจสอบประเมินค่าความสำเร็จของผลงานคือการสร้างผลิตภัณฑ์หรือสิ่งของเครื่องใช้ว่ามีค่าอยู่ระหว่างใดและควรจะพัฒนาต่อไป **ครู**แนะนำให้นักเรียนวางแผนการนำผลการทำงานไปใช้ประโยชน์ อย่างไรก็ตามเพื่อให้ผลงานสมบูรณ์ยิ่งขึ้นไป **นักเรียน**นำเสนอชิ้นงานที่แปลกใหม่ โดยสนทนาถึงผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติการแก้ไขปัญหาแนวทางแก้ไขและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ของผลงานที่สร้างขึ้น **ผลพบ**ว่านักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูล ผลการวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะได้ ทั้งนี้เนื่องมาจากนักเรียนทำงานบนพื้นฐานของความสนใจซึ่งเป็นเรื่องที่นักเรียนต้องการรู้คำตอบจากเนื้อหาสาระที่เรียนในชั้นเรียน





ภาพที่ 24 ขั้นตอนการนำเสนอผลลัพธ์ ณ โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร

จากกระบวนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้น สามารถสรุปบทบาทครูและบทบาทนักเรียนตามรูปแบบ 6Ds Model ได้ดังตารางที่ 28 ดังรายละเอียดต่อไปนี้
ตารางที่ 28 บทบาทครูและบทบาทนักเรียนตามรูปแบบ 6Ds Model

รายการ	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1.การระบุปัญหา (Define) คือ การนำเข้าสู่กิจกรรม พร้อมกับใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ร่วมกันระดมความคิดเห็น เพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงปัญหา	1.ครูร่วมกันวางแผนทำกิจกรรม บูรณาการ ข้อมูลหลักสูตร จัดลำดับเวลา จัดทำเนื้อหา การวัดและประเมินผล ที่สอดคล้องกับ แผนการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียน การสร้างชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) สรุปข้อมูลในการจัดการเรียนการสอน 2.สร้างเนื้อหาสาระสถานการณ์ต่างๆ ในที่ สอดคล้องในชีวิตประจำวัน 3.นำเข้าสู่กิจกรรมด้วยการจัดตารางเวลาให้ ตรงกัน เพื่อเข้าห้องเรียนพร้อมแนะนำ วิธีการทำกิจกรรมโดยทำการเรียนการสอน ร่วมกัน 4.ระดมความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปถึง ปัญหาตามความต้องการของนักเรียน	1.กำหนด Theme ร่วมกันระหว่างครูและ นักเรียน 2.กำหนดกิจกรรม แบ่งกิจกรรมออกเป็น กิจกรรมย่อยๆ พร้อมกำหนดเวลาในแต่ละ ส่วน 3.ระบุเรื่องหรือปัญหา และอธิบายสาเหตุ ของการกำหนดปัญหาในเรื่องนั้นๆ
2.รวบรวมข้อมูล (Discover)คือการจัดลำดับ เป้าหมายและข้อจำกัด ศึกษา ค้นคว้าหาเทคนิควิธีการ จัดการเรียนรู้ วิเคราะห์บริบท	1.กระตุ้นให้ผู้เรียนเสนอปัญหา หรือตั้ง คำถามเพื่อนำไปสู่การสืบค้นข้อมูล 2.สร้างสถานการณ์ต่างๆ ให้นักเรียนได้ ดำเนินการคิดตามปัญหาหรือความต้องการ ของนักเรียน	1.วิเคราะห์ปัญหาและความต้องการ กำหนด ปัญหาที่เกิดขึ้นให้ชัดเจน 2.บอกถึงประโยชน์ สรุปแนวทางการ เป็นไปได้ ช่วยกันคิดสถานการณ์ปัญหา 3.ข้อค้นพบถึงทิศทางในการแก้ปัญหาโดย

รายการ	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ของการ จัดการเรียนรู้อัตโนมัติ	3.ให้ข้อมูลแก่เพิ่มเติมที่จำเป็นนักเรียน	อาศัยความรู้ที่หลากหลาย
3.ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute) คือ การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของงานจากหลากหลายมุมมองของคนภายในทีม เพื่อสร้างสรรค์ไอเดียนวัตกรรมที่แปลกใหม่ และตอบโจทย์การแก้ปัญหา	1.บูรณาการร่วมกันสอนโดยกระตุ้นให้นักเรียนมีกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม 2.ส่งเสริมให้นักเรียนได้พบเป้าหมายและใช้ในการอ้างอิงการประเมินผลด้วยการค้นคว้าวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล 3.การเลือกวิธีแก้ปัญหาที่นักเรียนออกแบบเองด้วยการอธิบาย เป็นแนวทางในการแสวงหาคำตอบของปัญหา	1.ใช้จินตนาการแก้ปัญหาด้วยกัน กระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม 2.แสวงหาวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายได้พบเป้าหมาย 3.ถ่ายทอดความคิดหรือลำดับความคิดหรือจินตนาการให้เป็นขั้นตอน แบ่งงานออกเป็นส่วนย่อย โดยใช้การร่างภาพ 2 มิติหรือการร่างภาพ 3 มิติ
4.การวางแผนและพัฒนา (Develop) คือ มีการบูรณาการโดยเป็นกระบวนการให้นักเรียนได้พบเป้าหมายและใช้ในการอ้างอิงการประเมินผล การเลือกวิธีแก้ปัญหาด้วยการอธิบาย	1.อำนวยความสะดวกให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติ 2.แลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน 3.อภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน	1.กำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจน เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 2.ออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา 3.อภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน
5.การทดสอบและประเมินผล (Decision) คือ การลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาตามวิธีการ และขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ และทดสอบชิ้นงานตามเงื่อนไขหรือข้อกำหนดที่กำหนด	1.ประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา โดยผลที่ได้อาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ 2.คณะครูร่วมกันอภิปรายชิ้นงานตามเงื่อนไขหรือข้อกำหนดที่กำหนด	1.ประเมินงานกลุ่ม นักเรียนช่วยกันสรุปวิธีการลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาตามวิธีการ 2.ทดสอบชิ้นงานตามเงื่อนไขหรือข้อกำหนดที่กำหนดด้วยกระบวนการกลุ่ม
6.การนำเสนอ (Display) คือ การนำเสนอชิ้นงานที่แปลกใหม่ โดยสนทนาถึงผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา แนวทางแก้ไขและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ของผลงานที่สร้างขึ้น	1.ตรวจสอบประเมินค่าความสำเร็จของผลงาน การสร้างผลิตภัณฑ์หรือสิ่งของ เครื่องใช้ว่ามีค่าอยู่ระหว่างใดและควรจะพัฒนาต่อไปอย่างไร 2.แลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน แนวทางพัฒนาและชี้ถึงจุดเด่นและจุดควรแก้ไข 3.อภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับการวางแผนการนำผลการทำงานไปใช้ประโยชน์ อย่างไร เพื่อให้ผลงานสมบูรณ์ยิ่งขึ้น	1.นำเสนอชิ้นงานที่แปลกใหม่ โดยสนทนาถึงผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา แนวทางแก้ไข 2.แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ของผลงานที่สร้างขึ้น 3.อภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนในการทำงานไปใช้ประโยชน์

4. การวัดและประเมินผล

ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีวัดได้จากการปฏิบัติโดยใช้แบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี 5 ทักษะ ประกอบด้วย

1) **การระบุปัญหา (Identify)** ระดับความสามารถในการรับรู้และระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น เลือกปัญหาที่มีการปฏิบัติจริงในการสร้างนวัตกรรม **วัดได้จาก**ระดับพฤติกรรมที่สามารถ รับรู้และระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น เลือกปัญหาที่มีความสำคัญและชัดเจน ระบุเป้าหมายและความจำเป็นในการสร้างนวัตกรรม

2) **การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ (Explore)** ระดับความสามารถในการระบุแนวคิดที่แปลกใหม่และมีประโยชน์ ระบุแนวคิดให้มีความหลากหลาย ใช้เทคนิคของการสร้างสรรค์ เรียนรู้หรือแสวงหาประสบการณ์ใหม่ที่น่าสนใจ **วัดได้จาก**ระดับพฤติกรรมการระบุแนวคิดที่แปลกใหม่และมีประโยชน์ ระบุแนวคิดให้มีความหลากหลาย ใช้เทคนิคของการสร้างสรรค์ เรียนรู้หรือแสวงหาประสบการณ์ใหม่ที่น่าสนใจ สังเกตสิ่งที่อยู่รอบตัว คิดเพื่อเชื่อมโยงและผสมผสานวิเคราะห์และประเมินแนวคิด

3) **การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ (Connect)** ระดับความสามารถในการสื่อสารแนวคิดใหม่ๆ ไปสู่ผู้อื่น เปิดใจกว้างและยอมรับมุมมอง แสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน สร้างวิกฤติให้เป็นโอกาส สร้างเครือข่ายและปฏิสัมพันธ์ **วัดได้จาก**ระดับพฤติกรรมการสื่อสารแนวคิดใหม่ๆ ไปสู่ผู้อื่น เปิดใจกว้างและยอมรับมุมมอง แสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน สร้างวิกฤติให้เป็นโอกาส สร้างเครือข่ายและปฏิสัมพันธ์

4) **การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (Develop)** ระดับความสามารถในการนำเอาความคิดนั้นไปใช้ และเป็นที่ยอมรับของชุมชน ให้เกิดการยอมรับความคิดเห็นใหม่ **วัดได้จาก**ระดับพฤติกรรมการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนและพัฒนา การทดสอบและประเมินผล

5) **การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง (Practice)** ระดับความสามารถในการประเมินและทดสอบแนวคิดวิเคราะห์และประเมินแนวคิดจากทางเลือกที่มีเพื่อให้ ลงมือปฏิบัติตามแนวคิดเพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรมจาก นำแนวคิดไปสู่การปฏิบัติจริง ทดลองเพื่อทดสอบแนวคิดและประสบการณ์ใหม่ ค้นหาวิธีการที่จะทำสิ่งต่างๆให้ง่ายขึ้น เผยแพร่ผลจากการปฏิบัติให้ผู้อื่นได้รับทราบและร่วมเรียนรู้ **วัดได้จาก**ระดับพฤติกรรมการแสวงหาสิ่งที่มาสนับสนุนแนวคิดโดยใช้องค์ความรู้ ทำสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากเดิมเพื่อมุ่งแก้ปัญหา เรียนรู้และผลิตสิ่งต่างๆด้วยความคิดริเริ่มของตนเอง ประเมินและทดสอบแนวคิดวิเคราะห์และประเมินแนวคิดจากทางเลือกที่มีเพื่อให้ ลงมือปฏิบัติตามแนวคิดเพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรมจาก นำแนวคิดไปสู่การปฏิบัติจริง ทดลองเพื่อทดสอบแนวคิดและประสบการณ์ใหม่ ค้นหาวิธีการที่จะทำสิ่งต่างๆให้ง่ายขึ้น เผยแพร่ผลจากการปฏิบัติให้ผู้อื่นได้รับทราบและร่วมเรียนรู้

5. **ปัจจัยสนับสนุน** ประกอบด้วย ครูผู้สอนใช้กระบวนการเรียนการสอนที่เน้นการบูรณาการการสอนแบบสหสาขาวิชา (Multidisciplinary) การเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 โดยผ่านการกำหนดหัวเรื่อง (Theme) โดยร่วมกันออกแบบการเรียนการสอนและมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการสอน **นักเรียน**เป็นผู้สร้างความรู้ โดยอาศัยการแสวงหาความรู้ที่ตนมีกับสมาชิกใน

กลุ่ม นำไปสู่การวางแผนและการสร้างสรรค์นวัตกรรมนำเสนอเผยแพร่ให้กว้างขวางขึ้นจนถึงขยายผลไปสู่ครอบครัวและสังคม

ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างวิจัย ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 40 คน ที่เรียนวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร ผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนด้านทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี โดยผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นครูผู้สอน ดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการของรูปแบบ 6Ds Model ขึ้น โดยใช้หน่วยการเรียนรู้ 1 หน่วย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ 3 แผน ในแต่ละแผนมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีบทบาทเป็นครูผู้สอน มีผลการพัฒนาจากการเข้าร่วมปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละชั้นของกระบวนการจัดการเรียนรู้ รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา (6Ds Model) ตามเกณฑ์ E1/E2 กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งนี้ในข้อค้นพบจากผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1 ที่พบว่า ค่าประสิทธิภาพของพัฒนาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตามเกณฑ์เท่ากับ 81.36 / 85.86

ตอนที่ 2 เพื่อประเมินประสิทธิผลของการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

2.1 วิเคราะห์ผู้เรียนเกี่ยวกับทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนก่อนและหลัง ในภาพรวมข้อค้นพบจากผลการวิจัยตามสมมติฐานข้อ 2.1 ที่พบว่า นักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM มีทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดง โดยมีผลการวิเคราะห์ดังนี้

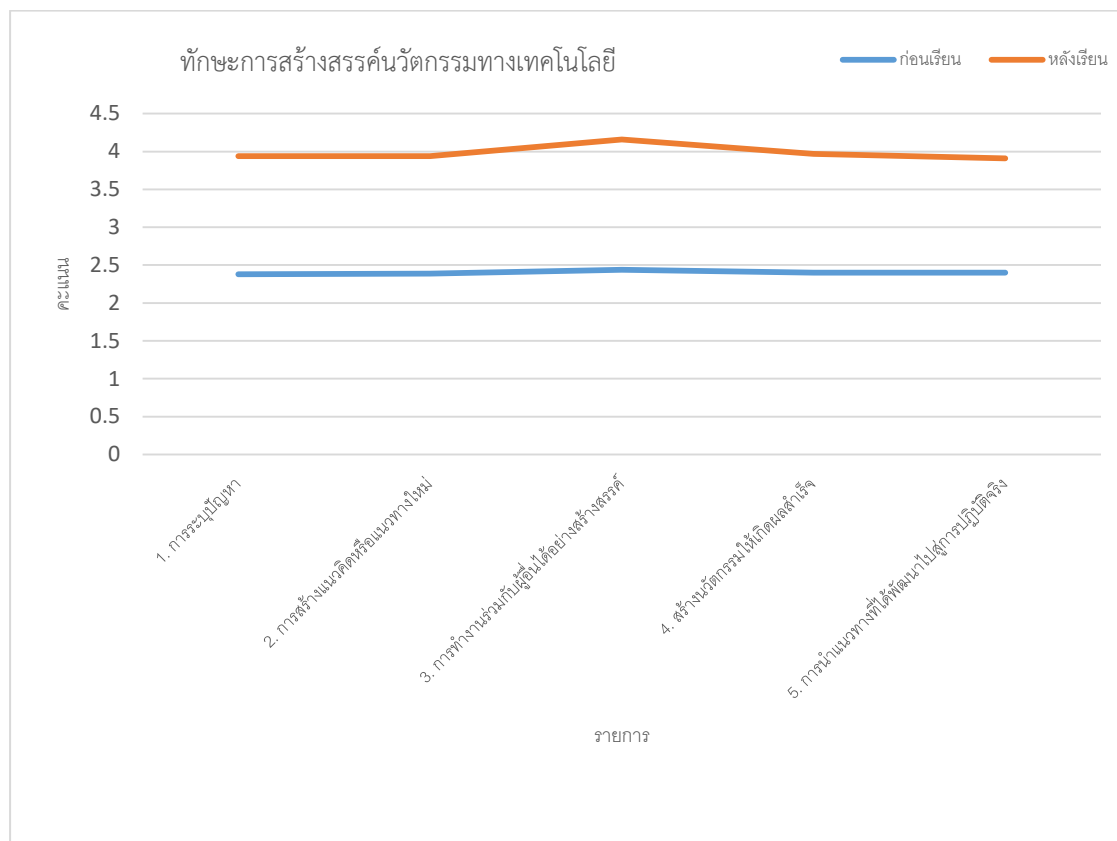
ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา 4/1 ก่อนและหลังเรียนตามทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t-test แบบ dependent มีผลการทดสอบดังตารางที่

ตารางที่ 29 ผลการเปรียบเทียบทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ก่อนเรียนและหลังเรียน (N = 40)

รายการ	คะแนน	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)		t-test	Sig. (2-tailed)
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
1. การระบุปัญหา	5	3.80	4.47	0.99	0.54	4.83	.000
2. การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่	5	3.00	4.50	1.11	0.38	9.51	.000
3. การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์	5	3.00	4.43	1.01	0.56	9.94	.000
4. การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ	5	2.80	4.58	0.88	0.40	12.88	.000
5. การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง	5	3.00	4.35	0.91	0.55	10.75	.000
สรุปทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี	25	15.60	22.34	4.62	2.24	10.62	.000

จากตารางที่ 29 โดยภาพรวมพบว่า นักเรียนมีความสามารถด้านทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีหลังเรียน ($\bar{X} = 22.43$, S.D.= 2.24) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 15.60$, S.D.= 4.62) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีดังกล่าวมีผลทำให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มมากขึ้น เมื่อแยกเป็นรายด้านพบว่า ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกด้าน

จากตารางที่ 29 นักเรียนทุกกลุ่มทั้งในภาพรวม ผู้วิจัยได้นำเสนอกราฟแสดงทักษะการสร้างสรค์นวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาดังแผนภาพที่ 25



ภาพที่ 25 กราฟแสดงทักษะการสร้างสรค์นวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

โดยมีผลการเปรียบเทียบคุณภาพนวัตกรรมการเทคโนโลยีหลังเรียนตามรูปแบบการสอนวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ คะแนนเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีผลการทดสอบดังตารางที่ 30

ตารางที่ 30 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพนวัตกรรมการเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ก่อนและหลังเรียน

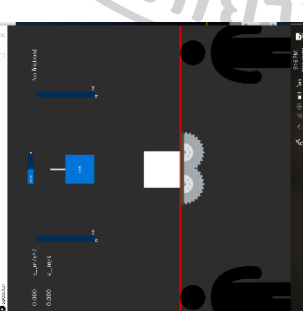
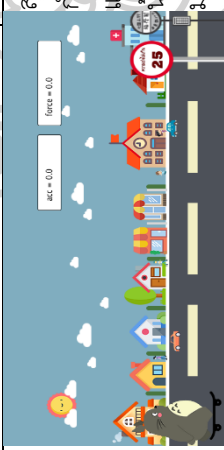
รายการ	N	คะแนน	คะแนนเฉลี่ย (X)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ระดับพฤติกรรม
1. ความเป็นนวัตกรรม					
1.1นักเรียนมีการเผยแพร่และการยอมรับนวัตกรรม	40	5	4.55	0.39	มากที่สุด
1.2นักเรียนมีกระบวนการคิดเชื่อมโยง และสัมพันธ์เป็นระบบสมเหตุสมผล	40	5	4.63	0.38	มากที่สุด
1.3นักเรียนมีระดับการสร้างนวัตกรรม	40	3	2.71	0.27	ปานกลาง


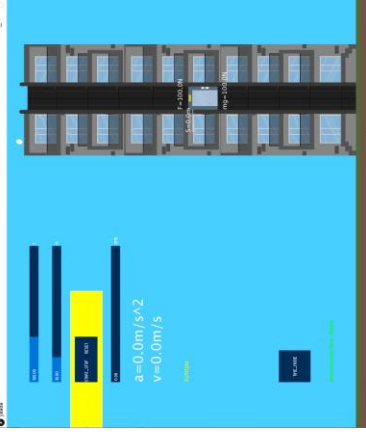
รายการ	N	คะแนน	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ระดับพฤติกรรม
2. กระบวนการพัฒนานวัตกรรม					
2.1นักเรียนมีกระบวนการพัฒนานวัตกรรม เป็นการที่นำสู่การพัฒนาในด้านต่างๆ	40	5	4.63	0.21	มากที่สุด
2.2นักเรียนมีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า	40	4	3.70	0.19	มาก
3. คุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม					
3.1 นักเรียนมีแนวคิดโดยใช้องค์ความรู้ ทำสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากเดิม	40	5	4.58	0.36	มากที่สุด
3.2 นักเรียนมีการประเมินและทดสอบแนวคิด	40	5	4.45	0.41	มากที่สุด
สรุปคุณภาพนวัตกรรมเทคโนโลยี	40	32	29.25	0.32	มากที่สุด



จากตารางที่ 30 โดยภาพรวมพบว่า นักเรียนมีความสามารถด้านคุณภาพนวัตกรรมเทคโนโลยีหลังเรียน ($\bar{X} = 29.25$, S.D.= 0.32) แสดงให้เห็นว่าคุณภาพนวัตกรรมเทคโนโลยีดังกล่าวมีผล ในระดับมากที่สุด เมื่อแยกเป็นรายด้านพบว่า นักเรียนมีระดับการสร้างนวัตกรรม ($\bar{X} = 2.71$, S.D.= 0.27) มีระดับพฤติกรรมในระดับปานกลางและนักเรียนมีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า ($\bar{X} = 3.70$, S.D.= 0.19) มีระดับพฤติกรรมในระดับมาก ส่วนนักเรียนมีการเผยแพร่และการยอมรับนวัตกรรม ($\bar{X} = 4.55$, S.D.= 0.39) มีระดับพฤติกรรมในระดับมากที่สุด นักเรียนมีกระบวนการคิดเชื่อมโยง และสัมพันธ์เป็นระบบสมเหตุสมผล ($\bar{X} = 4.63$, S.D.= 0.38) มีระดับพฤติกรรมในระดับมากที่สุด นักเรียนมีกระบวนการพัฒนานวัตกรรม เป็นการที่นำสู่การพัฒนาในด้านต่างๆ ($\bar{X} = 4.63$, S.D.= 0.21) มีระดับพฤติกรรมในระดับมากที่สุด นักเรียนมีแนวคิดโดยใช้องค์ความรู้ ทำสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากเดิม ($\bar{X} = 4.58$, S.D.= 0.36) มีระดับพฤติกรรมในระดับมากที่สุด และนักเรียนมีการประเมินและทดสอบแนวคิด ($\bar{X} = 4.45$, S.D.= 0.41) มีระดับพฤติกรรมในระดับมากที่สุดตามลำดับ

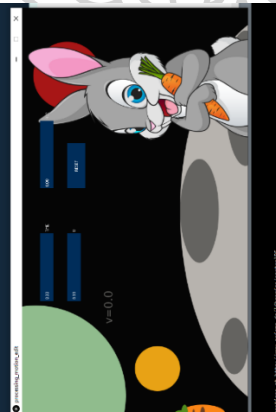
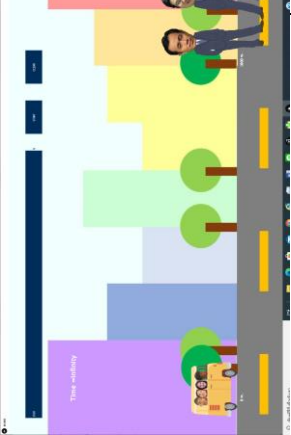
สามารถสรุปผลงานทักษะการสร้างสรุคนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนในรายวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 โดยเป็นเครื่องมือในการบูรณาการความรู้ วิทยาศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ได้ดังตารางที่ 31

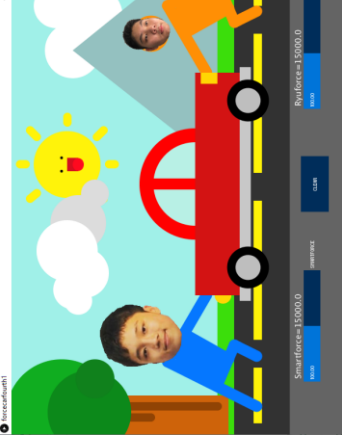

ตารางที่ 31 ผลงานทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนในรายวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิศวกรรมทางเทคโนโลยี

ลำดับ	ชื่อกลุ่ม	ผลงาน	สรุปผลการประเมินการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี				ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง
			แนวคิดหรือแนวทางใหม่	ลักษณะงาน	ข้อปรับปรุง	จุดเด่น	
1	Speedca r		<p>เกมส์ที่กำหนดแรง 2 แรงผลึกกันแล้วแรงฝั่งไหนมากกว่าจะดันอีกฝั่งน้อยกว่าไปจนสุดจะมีเลื่อยไปตัดครีษะผู้แพ้</p>	<p>1.มีการใช้ Logic ในการหยุดการทำงาน และการเปลี่ยนเทียบแรง ฝ่ายแพ้และฝ่ายชนะ 2.ใช้สมการทางวิทยาศาสตร์เบื้องต้น $F=ma$ 3.การออกเกมส์แบบโดยใช้เรื่องราวของเลื่อย</p>	<p>สีพื้นหลังที่ใช้กับตัวคน ไม่ชัดเจน ด้วยย่อต่างๆควรใส่ให้เป็นตัวเต็มและค่าของValue ต่างๆ ควรใส่หน่วยให้เรียบร้อย</p>	<p>มีเรื่องราว มีที่มาในสร้างและการนำเสนอ ออกแบบได้ดี มีการออกแบบตามความต้องการ การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ (Explore) ดีมาก</p>	<p>มีการสร้างสรรค์ลักษณะเป็นเกมส์ น่าสนใจมาก</p>
2	Physics PBL		<p>สร้างเป็นเกมส์โดยกำหนดให้ความเร่งและแรงกับวัตถุ(หมอน้อย) ให้กลิ้งไปหยุดมากที่สุด ไม่ถึงก็แสดงเสียใจ เลื่อยป้ายหยุดจะชนแสดงเสียใจ</p>	<p>1.มีการใช้ Logic เปรียบเทียบระยะก่อนชน และระยะเลื่อยป้ายเป็นการเปรียบเทียบ 2 ทาง 2.ใช้สมการทางวิทยาศาสตร์เบื้องต้น $F=ma, a=(v+u)/t$ 3.การออกแบบโดยใช้การเล่นเกมส์ ผู้เล่นต้องคำนวณก่อนเล่นเกมส์ สร้างความรู้ได้ดี</p>	<p>ครีเสหน่วยของค่าต่างๆ ครีมีระยะบอกเป็นตัวเลขวิงตามวัตถุ</p>	<p>มีการใช้ Logic ดีมาก ออกแบบได้อย่างสวยงาม มีเรื่องราว มีที่มาในสร้างและการนำเสนอ เป็นการสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (Develop) ที่ดี</p>	<p>มีการใช้สีพื้นหลังอย่างสวยงามได้ดึงดูดความสนใจของผู้ใช้</p>

ชื่อกลุ่ม		สรุปผลการประเมินการสร้างสรรคนวัตกรรมทางเทคโนโลยี				ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง			
ลำดับ	ผลงาน	แนวคิดหรือแนวทางใหม่		ลักษณะงาน		ข้อปรับปรุง		จุดเด่น	
		ชื่อกลุ่ม	ผลงาน	แนวคิดหรือแนวทางใหม่	ลักษณะงาน	ข้อปรับปรุง	จุดเด่น	ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง	
3	pinkiepin einwond erland		ป้อนมาลกับเวลาทาง ทำให้มี Pinkie เคลื่อนที่ไปตามระยะ การคำนวณโดยมี ดวงดาวเป็น จุดมุ่งหมาย	1.ใช้สมการทางวิทยาศาสตร์เบื้องต้น $F=ma, s=(v+u)/t$ 2.มีการออกแบบสี่เหลี่ยมที่ สวยงามรวมถึงจุดเน้นของ หน้าจอ	ควรรีใช้หน่วยของ ค่าต่างๆ ควรมีระยะขอบ เป็นตัวเลขจึงตาม วัตถุ	ควรรีใช้ Logic ในการ เปรียบเทียบรวมถึง โปรแกรมทำงานไป เรื่อยๆไม่มีจุดสิ้นสุด ควรมีนำเสนอเงื่อนไข ไป	ควรจะหาจุดน่าสนใจ ในการใช้สูตรทาง วิทยาศาสตร์มาทำงาน เพิ่มกับคอนโทรลทาง สิ้นสุดของชิ้นงานทำ ให้ไม่มีจุดเน้นของงาน		
4	sutopu		จำลองการทำงานของ ลิฟท์โดยสามารถ ปรับเปลี่ยนน้ำหนัก และแรงเพื่อให้ ลิฟท์มีการเคลื่อนที่ ตลอดเวลากล้าหาญ เปลี่ยนค่าน้ำหนักและ แรงได้ตลอด ทำให้ มองเห็นว่าถ้ามี น้ำหนักมากกว่าแรง มีลิฟท์จะเคลื่อนที่ ขึ้นแต่ถ้ามีมวล มากกว่าแรงจะ เคลื่อนที่ลงซึ่งเป็นการ ทำงานได้เสมือนจริง	1.มีการใช้ Logic เปรียบเทียบโดยไม่ให้ลิฟท์ ไม่ให้ขึ้นไปเกินขั้นบนสุดและ ไม่ให้เกินระยะพื้น 2.ใช้สมการทางวิทยาศาสตร์ เบื้องต้น $F=ma, T-mg = ma$ 3.การออกแบบโดยใช้จำลอง การทำงาน โดยต้องคำนวณ ก่อน สร้างความรู้ได้ในการ ทำงานโดยจะแสดงการ ทำงานขึ้นหรือลงเมื่อ เปรียบเทียบกับแรงที่ให้ แสดงการจำลองได้	ตัวจำลองการ ทำงานของลิฟท์มี ขนาดเล็กมากทำ ใหมองไม่ชัด รวมทั้งสีมีการกลืน กับพื้นหลังมาก เกินไป	มีการใช้ Logic สามารถหยุดในขั้น สูงสุดและต่ำสุดได้ ซึ่งเป็นการพัฒนา Logic แบบ 2 ชั้น มี เรื่องราว มีที่มาใน สร้างและการ นำเสนอ สามารถ ออกแบบการ แก้ปัญหา (Distribute) ได้ดี	ใช้คณิตศาสตร์ให้เกิด ประโยชน์สามารถมี จุดเน้นได้การที่ เคลื่อนที่ไปเรื่อยๆ สื่อ ความหมายได้ดี		

ลำดับ		ชื่อกลุ่ม	ผลงาน	สรุปผลการประเมินการสร้างสรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี				ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง
			แนวคิดหรือแนวทางใหม่	ลักษณะงาน	ข้อปรับปรุง	จุดเด่น		
5	comph		เกมส์ที่ปรับค่าแรงและระยะทางแล้วตัวละครจะเคลื่อนที่ตามระยะ โดยเมื่อตัวละคร 2 ตัว มาชนกันตรงกลางจะเกิดการทำงาน เปรียบเทียบระยะทางทำให้ระเบิด	1.มีการใช้ Logic เปรียบเทียบระยะตรงกลาง 2.ใช้สมการทางวิทยาศาสตร์เบื้องต้น $F=ma, s=(v+u)/t$ 3.การออกแบบโดยใช้การ เล่นเกมส์ มีการวาง layout ที่สวยงามทำให้มีความน่าสนใจในการจัดการการทำงาน	ควรปรับระยะทาง 'ได้ทั้ง 2 ฝ่ายทำให้ตัวละครทั้ง 2 ตัว เคลื่อนที่ไม่เท่ากัน แต่ในกรณีปรับได้ ทางเดียวทำให้ตัวละครทั้ง 2 ตัว เคลื่อนที่ได้ระยะ เท่ากันเลยต้องให้ความน่าสนใจ ลดลง	มีการวาง Theme เรื่องของเรื่องได้ดี รวมถึงใช้ตัวละครที่สร้างสรรค์ทำให้น่าสนใจ	Scale ควรเป็นแบบ เริ่มต้นทั้ง 2 ฝ่าย แล้ว 0 อยู่ตรงกลาง และ บอกระยะทางการ เคลื่อนที่ของตัวละคร แต่ละตัว	
6	the advenger of chanbaek		เกมส์การแข่งขัน 2 คัน โดยปรับค่าแรงและเวลาถ้าคันใดถึงเส้นชัยก่อนจะเป็นผู้ชนะจะเกิดสถานะแสดงฝ่าย ชนะขึ้นมา	1.มีการใช้ Logic เปรียบเทียบผู้ชนะใครถึงเส้นชัยก่อนจะแสดงผลผู้ชนะ 2.ใช้สมการทางวิทยาศาสตร์เบื้องต้น $F=ma, s=(v+u)/t$ 3.การออกแบบที่สวยงาม น่าสนใจรวมถึงมีการใช้สีต้น ที่สวยงามและมีการ Logic เปรียบเทียบอย่างดีทำให้เห็นผลการทำงานของ	ตัวอย่างควรใส่ ให้เป็นตัวเต็มและ ค่าของValue ต่างๆ ควรใส่ หน่วยให้เรียบร้อย	โปรแกรมมีการ ออกแบบที่น่าสนใจ มากคือสื่อ ความหมายให้เห็น ว่ากำลังทำอะไรอยู่ รวมถึงมีจุดประสงค์ และจุดหมายของการใช้งานอย่างดี มีการระบุปัญหา (Identify) ได้ดี	ออกแบบเกมส์ได้น่าสนใจและสวยงาม มากแต่ตัวอักษรมี ขนาดเล็ก ถ้าใหญ่กว่านี้จะน่าสนใจยิ่งขึ้น	

สรุปผลการประเมินการสร้างสรรคนวัตกรรมทางเทคโนโลยี		สรุปผลการประเมินการสร้างสรรคนวัตกรรมทางเทคโนโลยี					
ลำดับ	ชื่อกลุ่ม	ผลงาน	แนวคิดหรือแนวทางใหม่	ลักษณะงาน	ข้อปรับปรุง	จุดเด่น	ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง
7	processiong_motion_edit		จำลองการทำงานเบื้องต้นคร่าวๆกับเวลาแล้วแคร์ออกจะเคลื่อนที่ตามระยะทางที่เปลี่ยนไปให้กระต่ายกิน ใช้ Theme กระต่ายบนดวงจันทร์	โปรแกรมได้ดี มีการวาง Theme เรื่องตลก 1.ใช้สมการทางวิทยาศาสตร์เบื้องต้น $F=ma$, $s=(v+u)/t$ 2.การออกแบบโดยใช้การจำลองการทำงานที่สายงาม น่าสนใจ	ตัวอย่างควรใส่ให้เป็นตัวเต็มและค่าของ Value ต่างๆ ควรใส่หน่วยให้เรียบร้อย สูตรและค่าต่างๆ ควรตรวจสอบการทำงานก่อน	การเคลื่อนที่ของแคร์ไม่เป็นไปตามการออกแบบ ทำให้ค่าที่ได้เปลี่ยนจากการวางแผนไว้	การเคลื่อนที่เคลื่อนไปอย่างไรจุดมุ่งหมายไม่สามารถบอกได้ว่าแคร์เคลื่อนที่ไปทำไม
8	even		จำลองการทำงาน เมื่อให้ความเร็วจะใช้เวลาเท่าไรในการถึงจุดหมายในระยะ 1000 เมตร เมื่อคำนวณจะเกิด การชนเข้าหากัน	1.มีการใช้ Logic เปรียบเทียบจุดหมายในระยะ 1000 เมตร แสดงค่าถึง และไม่ถึง 2.ใช้สมการทางวิทยาศาสตร์เบื้องต้น $F=ma$, $t=s/(v+u)$ 3.การออกแบบโดยใช้การจำลองการทำงาน มีการวาง layout ที่สวยงามทำให้มีความน่าสนใจในการจำลองการทำงาน นักเรียนมีความ	ตัวอย่างควรใส่ให้เป็นตัวเต็มและค่าของ Value ต่างๆ ควรใส่หน่วยให้เรียบร้อย	เมื่อถึงจุดมุ่งหมาย 1000 เมตร ควรเกิด Action ขึ้นโดยใช้ Logic มากช่วยที่จะทำให้เกิดความน่าสนใจมากขึ้นและจะได้เข้าใจว่าถึง จุดหมายปลายทางแล้วเป็นการสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ (Explore) ที่ดี	การที่หนึ่งเวลาที่ได้จากการคำนวณเลยทำให้โปรแกรมหยุดการทำงานไปผู้ใช้อาจไม่เข้าใจว่าเกิดอะไรขึ้น ทำให้ไม่แน่ใจในคำตอบหรือการ ทำงานของโปรแกรมมีความถูกต้องไหมแค่ไหน

ลำดับ	ชื่อกลุ่ม	ผลงาน	สรุปผลการประเมินการสร้างสรรคนวัตกรรมทางเทคโนโลยี				ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง
			แนวคิดหรือแนวทางใหม่	ลักษณะงาน	ข้อปรับปรุง	จุดเด่น	
9	forcecarfourth	 <p>จำลองการทำงาน แรง 2 แรงผลักกันถ้าแรงฝั่งไหนมากกว่าจะดันอีกฝั่งน้อยกว่าไปจนสุด</p>	<p>แนวคิดหยุดเวลาการทำงานตามเวลาจริงทำให้เป็นแนวคิดที่แปลกใหม่</p> <p>1.ใช้สมการทางวิทยาศาสตร์เบื้องต้น $F=ma, s=(v+u)/t$</p> <p>2.การออกแบบโดยใช้การจำลองการทำงาน มีการใช้ตัวละครของคณินในกลุ่มมาเป็นตัวละคร ที่ให้น่าสนใจ</p>	<p>ตัวอย่างต่างๆควรใส่ให้เป็นตัวเต็มและค่าของ Value ต่างๆ ควรใส่หน่วยให้เรียบร้อย</p>	<p>เมื่อถึงจุดมุ่งหมายควรเกิด Action ขึ้นโดยใช้ Logic มาช่วยทำจะทำให้เกิดความน่าสนใจมากขึ้นและจะได้อ้างอิงว่าถึงจุดมุ่งหมายปลายทางแล้ว</p>	<p>ควรปรับปรุงว่าเส้นสุดตรงไหนและเมื่อเกิด Action อะไรขึ้นเมื่อฝ่ายชนะแล้ว และควรออกแบบหน้าจอให้สื่อความหมายมากขึ้นและควรปรับขนาดให้มีความเหมาะสม</p>	
10	rocket	 <p>เกมส์ บ่อนเมล็ดกับเวลาทางทำให้รวดเร็วเคลื่อนที่ไปตามระยะการคำนวณโดยมีดวงดาวเป็นจุดมุ่งหมาย</p>	<p>1.มีการใช้ Logic เปรียบเทียบระยะชนตรงดวงจันทร์</p> <p>2.ใช้สมการทางวิทยาศาสตร์เบื้องต้น $F=ma, s=(v+u)/t$</p> <p>3.การออกแบบโดยใช้การเล่นเกมส์ มีการวาง layout ที่สวยงามทำให้มีความน่าสนใจในการจำลองการทำงานและตีความหมายได้อย่างดี</p>	<p>ตัวอย่างต่างๆควรใส่ให้เป็นตัวเต็มและค่าของ Value ต่างๆ ควรใส่หน่วยให้เรียบร้อย</p>	<p>เมื่อถึงจุดมุ่งหมายควรเกิด Action ขึ้นโดยใช้ Logic มาช่วยทำจะทำให้เกิดความน่าสนใจมากขึ้นและจะได้อ้างอิงว่าถึงจุดมุ่งหมายปลายทางแล้ว ใช้วิธีการแก้ปัญหาได้</p>	<p>การเคลื่อนที่ในโลกและในอวกาศไม่เหมือนกันนักเรียน, มองข้ามข้อคิดข้อนี้</p>	

2.2 ความคิดเห็นของนักเรียน หลังการใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ผลการศึกษาแบบสอบถามความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ดังตารางที่ 32 ตารางที่ 32 ผลการศึกษาแบบสอบถามความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ความคิดเห็น	ความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนการสอน		
	\bar{X}	S.D.	ระดับพฤติกรรม
ด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอน			
นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นต้องเชื่อมโยงในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่	4.60	0.60	เห็นด้วยมากที่สุด
นักเรียนได้แลกเปลี่ยนการเรียนรู้กับครูและเพื่อน	4.35	0.66	เห็นด้วยมากที่สุด
นักเรียนมีโอกาสสนทนาข้อซักถามเมื่อมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจ	4.40	0.67	เห็นด้วยมากที่สุด
นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายเชื่อมโยงการนำความรู้ไปสู่การสรุปสาระสำคัญ	4.25	0.71	เห็นด้วยมากที่สุด
นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเองและกับเพื่อนเป็นกลุ่ม	4.48	0.55	เห็นด้วยมากที่สุด
นักเรียนได้ฝึกการสร้างสรรค์นวัตกรรมอย่างมีความหมาย สื่อสารและนำเสนอโดยใช้กระบวนการต่างๆ	4.48	0.68	เห็นด้วยมากที่สุด
ผลรวมด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอน	4.42	0.65	เห็นด้วยมากที่สุด
ด้านพฤติกรรมกรรมการสร้างสรรค์นวัตกรรม			
การเรียนการสอนทำให้นักเรียนมี กระบวนการคิด เชื่อมโยง และสัมพันธ์เป็นระบบสมเหตุสมผล	4.50	0.60	เห็นด้วยมากที่สุด
การจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีความสามารถในการกระทำที่มีลักษณะ เป็นขั้นตอน	4.33	0.62	เห็นด้วยมากที่สุด
การจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนได้ถ่ายทอดความคิดของตนเป็นภาษาพูด ภาพเขียนและภาษาเขียน	4.13	0.72	เห็นด้วยมากที่สุด
การจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ด้วยการใช้เทคนิควิธีการต่างๆ	4.30	0.69	เห็นด้วยมากที่สุด
การจัดการเรียนการสอนนักเรียนมีโอกาสตรวจสอบผลงานของตนเองและได้แก้ไขข้อบกพร่อง	4.50	0.68	เห็นด้วยมากที่สุด
การจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้และทำงานร่วมกับเพื่อนได้	4.58	0.60	เห็นด้วยมากที่สุด
ผลรวมด้านพฤติกรรมกรรมการสร้างสรรค์นวัตกรรม	4.39	0.65	เห็นด้วยมากที่สุด
รวมเฉลี่ยความคิดเห็น	4.40	0.65	เห็นด้วยมากที่สุด

จากตารางที่ 32 พบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นในภาพรวมทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.40$, S.D.=0.65) และเมื่อพิจารณาความคิดเห็นในด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอนพบว่า ผลรวมด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอนมีความคิดเห็นมากที่สุด ($\bar{X} = 4.42$, S.D.=0.65) ด้านนักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นต้องเชื่อมโยงในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่มีความคิดเห็นมากที่สุด ($\bar{X} = 4.60$, S.D.=0.60) และ ด้านนักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายเชื่อมโยงการนำความรู้ไปสู่การสรุปสาระสำคัญมีความคิดเห็นน้อยที่สุด ($\bar{X} = 4.25$, S.D.=0.71) ส่วนด้านพฤติกรรมการสร้างสรรค์นวัตกรรม พบว่าผลรวมด้านพฤติกรรมการสร้างสรรค์นวัตกรรมมีความคิดเห็นมากที่สุด ($\bar{X} = 4.39$, S.D.=0.65) ด้านการจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้และทำงานร่วมกับเพื่อนได้มีความคิดเห็นมากที่สุด ($\bar{X} = 4.58$, S.D.=0.60) และ ด้านการจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนได้ถ่ายทอดความคิดของตนเป็นภาษาพูด ภาษาเขียนและภาษาเขียนมีความคิดเห็นน้อยที่สุด ($\bar{X} = 4.13$, S.D.=0.72) ตามลำดับ

ผลการศึกษาความคิดเห็นต่อรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา เพื่อสะท้อนความคิดเห็นในระหว่างการเรียนการสอน สรุปทั้ง 2 ด้านโดยภาพรวมด้านผู้สอนและด้านนักเรียนดังนี้

ด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอน

โดยสรุปด้านด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอนพบว่า นักเรียนส่วนหนึ่งมีความสนใจใฝ่รู้มากขึ้น มีความพยายามที่จะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ใหม่ๆ มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ค้นคว้ามากขึ้น ปฏิบัติ เข้าใจเห็นว่าจะสามารถบูรณาการเนื้อหา ความพยายามที่จะค้นหาคำตอบเฉพาะเรื่องที่สนใจเท่านั้น และมีนักเรียนส่วนหนึ่งที่สนใจศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ความรู้ที่ชัดเจนมากขึ้น บางคนมีความสนใจอ่านเรื่องราวรอบตัวเพิ่มขึ้นบ้าง แต่โดยทั่วไปพบว่านักเรียนสนใจศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมมากขึ้น และพบว่าการทำงานกลุ่มนักเรียนมีความสามารถแตกต่างกัน

“น่าสนใจดำเนินการให้งาน 1 ชิ้น ส่งได้หลายวิชา ”

“เด็กๆสนใจในงานมากขึ้น และเด็กๆ นำมาแสดงอย่างภาคภูมิใจ”

“เด็กๆมาปรึกษาและช่วยกันหาคำสรุปในงานที่ทำ”

นักเรียนมีความคิดเห็นว่าตนเองมีความใฝ่รู้และสนใจในบางเรื่องเท่านั้นไม่ค่อยค้นคว้าเพิ่มเติม บางคนสนใจแต่สิ่งที่ต้องการรู้ บางคนสนใจศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ความรู้ที่ชัดเจนมากขึ้น มีความพยายามที่จะค้นหาคำตอบเพื่อแก้ไขข้อสงสัย แสวงหาข้อมูลและความรู้ เพื่อความถูกต้องในสิ่งที่ต้องการศึกษา มีความสนใจและค้นคว้าเกี่ยวกับความรู้ที่เรียนและในการปฏิบัติการทดลอง ดังคำกล่าวของนักเรียนที่ว่า

“มีความสนใจกับการทำงานแต่ไม่ค่อยค้นคว้ามาก่อนจะดำเนินการ”

“จะหาคำตอบหรือข้อสรุป ความสนใจใฝ่รู้มาก สนใจแต่สิ่งที่ตัวเองสนใจ ศึกษาในสิ่งที่แค่ต้องการรู้”

“เป็นเรื่องที่น่าสนใจจริงๆ และจะพยายามหาคำตอบแต่ถ้าเรื่องที่ไม่รู้จะไม่สนใจหาคำตอบ”

นักเรียนมีความคิดเห็นรู้สึกพอใจที่ได้ทำงานเป็นกลุ่ม โดยให้ความเห็นว่า ได้ช่วยกันทำงาน มีการแลกเปลี่ยนความรู้กันอย่างหลากหลาย ช่วยกันแก้ไข ดัดแปลงปัญหาที่มี ให้ความร่วมมือตามที่มีผู้อื่นมอบหมายให้ช่วยคิดและดำเนินการ รู้จักการรับฟังความคิดเห็นคนอื่น ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมี

หลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอและน่าเชื่อถือ ต้องการคำอธิบายที่มีเหตุผล และ ต้องการทำงานในกลุ่มที่เห็นความสำคัญที่ว่า

“ผมชอบการทำงานร่วมกับผู้อื่นเพราะได้ช่วยกันทำงาน”

“การทำงานร่วมกันก็เป็นการแชร์ความรู้ที่หลากหลายซึ่งกัน เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ ช่วยกันแก้ไข
ดัดแปลงปัญหา”

“ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นในกลุ่มตลอดเพื่อที่จะได้ข้อสรุปในการทำงาน”

นักเรียนมีความคิดเห็นบ่งฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่ผู้อื่นบอกให้ไปปรับปรุงแก้ไข
เสมอ นักเรียนยอมรับ นักเรียนไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเอง และยอมรับการเปลี่ยนแปลงอย่างมี
เหตุผล ยอมรับคำแนะนำจากผู้อื่น และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม ดังข้อความของนักเรียนต่อไปนี้

“สามารถรับฟังการดำเนินงานก็ออกแบบงานจากเพื่อนๆ หากสิ่งที่เราคิดไม่มากก็จะยอมรับ
ความเห็นข้อเสนอแนะเพื่อน”

“จะชอบถามความคิดเห็นคนในกลุ่มก่อนและแชร์ความคิดกับเพื่อน”

“มีความยินดีที่จะรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่ผู้อื่นบอกให้ไปปรับปรุงแก้ไขเสมอ”

ด้านพฤติกรรมการสร้างสรรค์นวัตกรรม

โดยสรุปด้านด้านพฤติกรรมการสร้างสรรค์นวัตกรรมพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าตนเองมี
ความคิดสร้างสรรค์อยู่ในตัว ครูต้องสนับสนุน ล่งเสริมให้เกิดขึ้น นำมาส่งเสริมความสามารถซึ่งกัน
และกันได้ นักเรียนเห็นว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีความสำคัญต่อการนำไปใช้กับการทดลองและ
การเรียนรู้ได้ หลายคนมองว่าตัวเองชอบคิดแปลกๆ และชอบใช้จินตนาการมากกว่าการลงมือปฏิบัติ
ขณะที่บางคนคิดว่าตนเองไม่ค่อยมีความคิดสร้างสรรค์ มักชอบทำตามคนอื่น และทำตามกรอบที่
กำหนด ไม่ค่อยมีความคิดหลากหลายแต่มีความต้องการคิดอย่างอิสระ อยากนำเสนอแต่กลัวทำไม่ได้

“นักเรียนมีการคิดสร้างสรรค์ในการนำไปใช้กับการ Coding และการเรียนในรายวิชอื่น ๆ”

“เราสามารถชักนำความคิดสร้างสรรค์ในการทำงานนวัตกรรมได้อีกหลากหลาย”

“นักเรียนทำนวัตกรรมได้ขนาดนี้เก่งมาก บูรณาการความรู้ได้ดีมาก”

นักเรียนมีความคิดเห็นเห็นว่าตนเองมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น เห็นว่า ความคิดริเริ่ม
สร้างสรรค์ มีความสำคัญต่อการนำไปใช้กับการทดลองและการเรียนรู้ได้ หลายคนมองว่าตัวเองชอบคิด
แปลกๆ และชอบใช้จินตนาการมากกว่าการลงมือปฏิบัติ ขณะที่บางคนคิดว่าตนเองไม่ค่อยมีความคิด
สร้างสรรค์ มักชอบทำตามคนอื่น และทำตามกรอบที่กำหนด บางคนมีความเห็นเกี่ยวกับการใช้
จินตนาการในการแก้ปัญหา หรือคิดสร้างสรรค์ผลงาน ดังคำกล่าวของนักเรียนต่อไปนี้

“มีการคิดสร้างสรรค์ในการนำไปใช้กับการทดลองและการเรียน”

“สร้างสรรค์นวัตกรรมเกิดจากประสบการณ์ที่ได้ศึกษาสิ่งต่างๆ จึงสามารถนำเหตุการณ์เหล่านั้นมา
ช่วยหรือต่อยอดได้”

“มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการคิดค้นสิ่งต่างๆ จากสถานการณ์แต่ก็ยังมีไม่มากพอในบางที แต่คิด
ว่าตนเองมีจินตนาการค่อนข้างสูง”

“ฉันคิดว่าตนนั้นมีความคิดสร้างสรรค์มากพอสมควร เพราะหากมีงานกลุ่มที่ต้องมาก ออกแบบ
แนวคิด ฉันสามารถคิดได้เป็นระบบ ในความคิดของงานนั้นๆ”

“มีการใช้จินตนาการในการแก้ปัญหาแต่ยังไม่มากพอ และมักจะคิดเหมือนกับคนอื่น ๆ แต่จะพยายามทำงานให้ได้ดีกว่านี้”

นักเรียนมีความคิดเห็นการวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ บางคนไม่ค่อยนำสิ่งที่คิดออกมาไตร่ตรอง ไม่ค่อยมีความรอบคอบ ไม่ทำงานเป็นระเบียบ นอกจากนี้ นักเรียนบางคนเห็นว่าข้อมูลที่เชื่อถือได้ เพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหา จะต้องมาจากการตรวจสอบหลายๆ วิธีอย่างรอบคอบ และต้องมีบทพิสูจน์เพื่อการตรวจสอบให้ได้ข้อสรุปในเรื่องที่ศึกษา ดังที่มีนักเรียนกล่าวว่า

“ไม่ค่อยมีความรอบคอบ ไม่ทำงานเป็นระเบียบ เมื่อเรียนแล้วทำให้รู้ว่าวางแผนก่อน”
 “ถ้าไม่วางแผนการทำงาน อาจทำอะไรตกหล่นและทำให้งานออกมาผิดพลาด ไม่เป็นไปอย่างที่คิดเสมอไป”

“อาจจะบกพร่องเรื่องความรอบคอบในการตรวจงานบ้างแต่ก็จะให้คนในกลุ่มช่วยกันตรวจสอบ”

นักเรียนมีความคิดเห็นนำเสนอข้อมูลได้ดี มั่นใจและกล้าที่จะยืนยัน และเสนอผลการทดลองตามความเป็นจริง นักเรียนมีความเชื่อมั่นในผลการทดลองที่พิสูจน์ได้ด้วยตนเอง ไม่เห็นด้วยกับการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นคำตอบ ดังคำกล่าวของนักเรียนดังนี้

“ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ตนเองจะนำเสนอแบบถูกต้อง”
 “มีความจริงใจต่อคำตอบ ช่วยเหลืออย่างเต็มที่ ไม่เห็นแก่ตัวไม่ลอกงานคนอื่น”
 “การทำงานต่างๆ และผลบันทึกฉันก็สรุปผลด้วยความจริงไม่มีการแต่งขึ้นหรือลำเอียง”
 “รายงานผลของงานต่างๆ ตามความเป็นจริงที่พบเจอจริง ค้นหาความจริงและไม่บิดเบือนความเป็นจริง”

ตอนที่ 3 ผลการขยายผลรูปแบบการพัฒนาของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

การนำรูปแบบไปขยายผล (Transportability) กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการขยายผลรูปแบบครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา จ.นครปฐมที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 40 คน โดยนักเรียนมีความรู้ความสามารถ และมีคุณลักษณะไม่แตกต่างกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ในภาพรวมข้อค้นพบจากผลการวิจัยตามสมมติฐานข้อ 4 ที่พบว่า นักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียน ระหว่างเรียนนักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยมีผลดังนี้

คำถามที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนาการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา กลุ่มขยายผลการวิจัย ก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

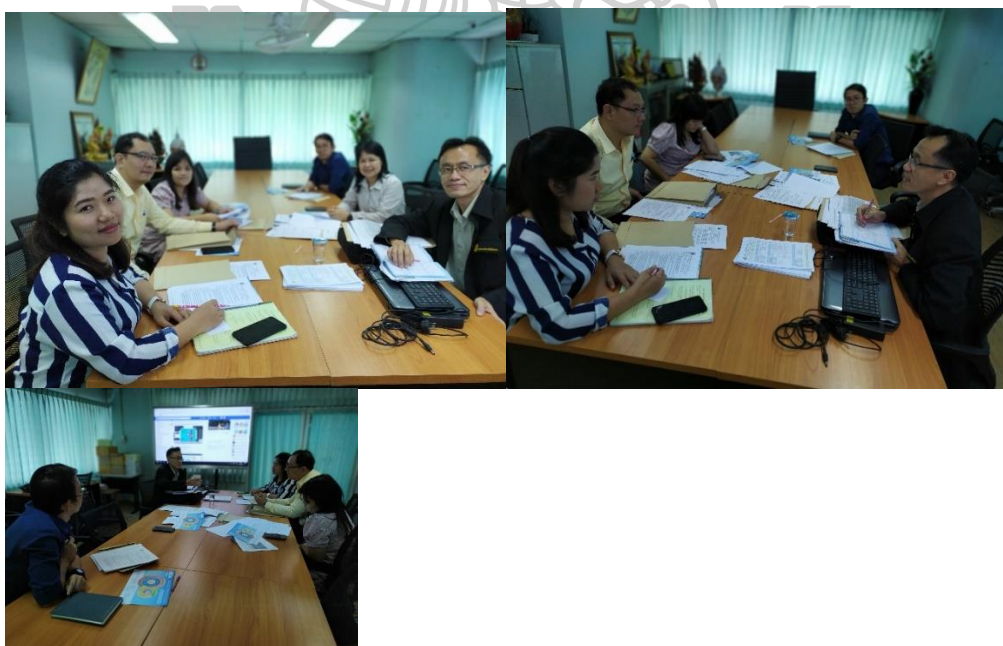
เพื่อประเมินประสิทธิผลการใช้การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา กลุ่มขยายผลรูปแบบ โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบ ที่เรียนตามการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน
2. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบ หลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

สมมติฐานการวิจัย

ในการขยายผลรูปแบบครั้งนี้ ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานไว้ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบ ที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา หลังเรียนมีทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาหลังเรียนความคิดเห็นอยู่ในระดับมากขึ้นไปโดยมีภาพประกอบกิจกรรมขยายผลโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ดังนี้



ภาพที่ 26 ภาพประกอบประชุมอาจารย์ชี้แจงรูปแบบการเรียนการสอนวันที่ 13 พฤศจิกายน

ประสิทธิผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอน STEAM

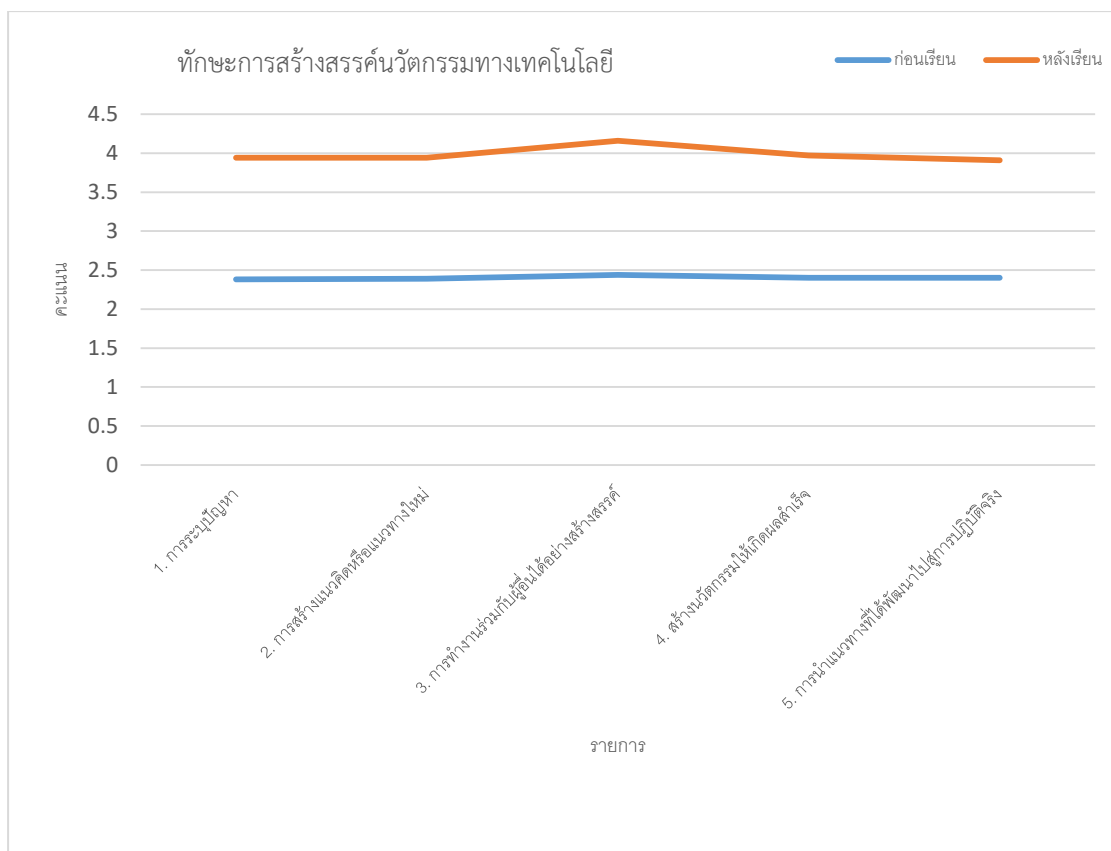
1. ผลการเปรียบเทียบทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบ ที่เรียนตามรูปแบบก่อนและหลังเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t-test แบบ dependent มีผลการทดสอบดังตารางที่ 33

ตารางที่ 33 ผลการเปรียบเทียบทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ก่อนและหลังเรียนกลุ่มขยายผล (N = 40)

รายการ	คะแนน	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)		t-test	Sig. (2-tailed)
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
1. การระบุปัญหา	5	2.38	3.94	0.11	0.17	52.696	.000
2. การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่	5	2.39	3.94	0.11	0.21	36.763	.000
3. การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์	5	2.44	4.16	0.15	0.22	77.776	.000
4. การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ	5	2.40	3.97	0.21	0.20	31.304	.000
5. การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง	5	2.40	3.91	0.21	0.25	33.699	.000
สรุปทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี	25	12.10	19.91	0.56	0.75	55.008	.000

จากตารางที่ 33 โดยภาพรวมพบว่า นักเรียนมีความสามารถด้านทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีหลังเรียน ($\bar{X} = 19.91$, S.D.= 0.75) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 12.10$, S.D.= 0.56) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีดังกล่าวมีผลทำให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มมากขึ้น เมื่อแยกเป็นรายด้านพบว่า ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกด้าน

จากตารางที่ 33 นักเรียนกลุ่มขยายผลทั้งในภาพรวม ผู้วิจัยได้นำเสนอกราฟแสดงทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาดังแผนภาพที่ 27



ภาพที่ 27 กราฟแสดงทัศนคติการสร้างสรรคนวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในกลุ่มขยายผล

ตารางที่ 34 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพนวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 กลุ่มขยายผลก่อนและหลังเรียน



รายการ	N	คะแนน	คะแนนเฉลี่ย (X)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ระดับพฤติกรรม
1. ความเป็นนวัตกรรม					
1.1นักเรียนมีการเผยแพร่และการยอมรับนวัตกรรม	40	5	3.94	0.21	มาก
1.2นักเรียนมีกระบวนการคิดเชื่อมโยง และสัมพันธ์ เป็นระบบสมเหตุสมผล	40	5	3.88	0.33	มาก
1.3นักเรียนมีระดับการสร้างนวัตกรรม	40	3	2.67	0.51	ปานกลาง
2. กระบวนการพัฒนานวัตกรรม					
2.1นักเรียนมีกระบวนการพัฒนานวัตกรรม เป็นการที่นำสู่การพัฒนาด้านต่างๆ	40	5	3.97	0.23	มาก
2.2นักเรียนมีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า	40	4	3.94	0.22	มาก
3. คุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม					
3.1 นักเรียนมีแนวคิดโดยใช้องค์ความรู้ ทำสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากเดิม	40	5	4.10	0.22	มากที่สุด


รายการ	N	คะแนน	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	ระดับ พฤติกรรม
3.2 นักเรียนมีการประเมินและทดสอบแนวคิด	40	5	3.84	0.22	มาก
สรุปคุณภาพนวัตกรรม	40	32	26.34	1.42	มาก


จากตารางที่ 34 โดยภาพรวมพบว่า นักเรียนกลุ่มขยายผลมีความสามารถด้านคุณภาพนวัตกรรมเทคโนโลยีหลังเรียน (\bar{X} = 26.34 , S.D.= 1.42) แสดงให้เห็นว่าคุณภาพนวัตกรรมเทคโนโลยีดังกล่าวมีผลในระดับมาก เมื่อแยกเป็นรายด้านพบว่า นักเรียนมีระดับการสร้างนวัตกรรม (\bar{X} = 2.67 , S.D.= 0.51) มีระดับพฤติกรรมในระดับปานกลางและนักเรียนมีแนวคิดโดยใช้องค์ความรู้ ทำสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากเดิม (\bar{X} = 4.10 , S.D.= 0.22) มีระดับพฤติกรรมในระดับมากที่สุด ส่วนด้านอื่นๆ นักเรียนมีมีระดับพฤติกรรมในระดับมากตามลำดับ โดยมีสรุปผลงานการขยายผลนักเรียนดังตารางที่35

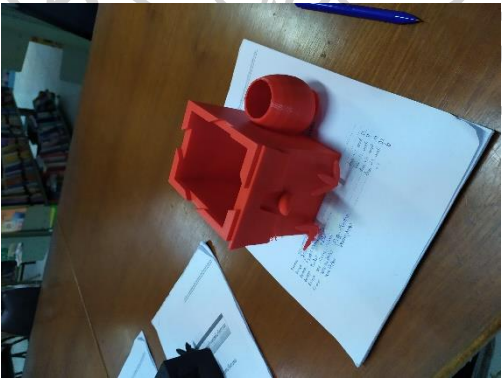


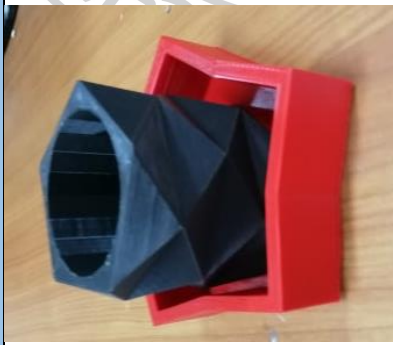
ตารางที่ 35 สรุปผลงานทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนกลุ่มขยายผล

ลำดับ	ชื่อกลุ่ม	ผลงาน	สรุปผลการประเมินการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี			
			แนวคิดหรือแนวทางใหม่	ลักษณะงาน	ข้อปรับปรุง	จุดเด่น
1	Gravity pot		แก้วใส่น้ำเย็นมีที่รองแก้วติดกับภาชนะซึ่งงาน ไม่ให้น้ำเปียกที่วางบนที่วาง	1.มีการใช้การคำนวณเรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ ใช้ภาคตัดกรวยในการคำนวณพื้นที่ 2.ใช้ชีววิทยาคาสตร์เคมีเรื่องเคมีเรื่องเคมีเรื่องฟลาสดิกยาง เส้นใย 3.การออกแบบที่สวยงามน่าสนใจ มีการวาง Theme เรื่องดีมาก	มีการออกแบบก่อนใช้งานจริง มีการระบุปัญหา (Identify) เรื่องราวที่มาตั้งโจทย์ได้ดีมาก	ข้อแนะนำเพื่อพัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง มีการนำเสนอและตั้งราคาขายที่ดี
2	Durable Pot		แก้วใส่น้ำพร้อมที่วางเป็นแบบสัมผัสพื้นที่พื่นที่น้อยที่สุด	1.มีการใช้การคำนวณเรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ ภาคตัดกรวยในการคำนวณพื้นที่ 2.ใช้ชีววิทยาคาสตร์เคมีเรื่องเคมีเรื่องเคมีเรื่องฟลาสดิกยาง เส้นใย 3.การออกแบบที่สวยงามน่าสนใจ มีการทำที่วางแก้วที่มีลักษณะโปร่งให้สัมผัสพื้นที่น้อยที่สุดทำให้เวลาพกไม่มีเสียงดัง	ควรปรับปรุงที่วางแก้ว มีความหนามาก ทำให้ไม่สวยงาม ตั้งราคาต่ำ ออกแบบต่ำกว่าความเป็นจริง	มีการนำเสนออย่างละเอียดเป็นขั้นเป็นตอนรวมถึงแสดงรายละเอียดที่มีการออกแบบเป็นแบบ 3 มิติทำให้สามารถเข้าใจถึงวิธีการออกแบบได้อย่างดี มีการแบ่งงานออกเป็นส่วนย่อยการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่าง

ลำดับ	ชื่อกลุ่ม	ผลงาน	สรุปผลการประเมินการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี				ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง
			แนวคิดหรือแนวทางใหม่	ลักษณะงาน	ข้อปรับปรุง	จุดเด่น	
3	Lovely cactus		<p>ปลูกต้นไม้ กระบองเพชรที่มีลักษณะสวยงามไม่เหมือนใคร ใช้วัสดุระบายน้ำเล็ก เพื่อเก็บน้ำให้ได้นาน</p>	<p>1.มีการใช้การคำนวณเรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ วงกลมในการคำนวณพื้นที่</p> <p>2.ใช้วิชาวิทยาศาสตร์เคมีเรื่องปฏิกิริยาเคมีเรื่องพลาสติก ยาง เส้นใย</p> <p>3.การออกแบบที่สวยงาม ชิ้นงานที่มีลักษณะเป็น 3 มิติ สามารถใส่ของได้โดยที่ดูดี สวยงามและสามารถใช้งานได้จริง</p>	<p>วิธีการทำงานเป็นแบบ 3 มิติมากขึ้นแต่จะเกิดปัญหาในขั้นตอนการปรับงาน 3 มิติเนื่องจากการปรับงานไม่ สามารถทำได้ จำเป็นต้องมีเสาค้ำให้รองรับงาน 3 มิติด้านนอกได้</p>	<p>สร้างสรรค์ (Connect) อย่างดี รวมถึงได้มาปรึกษาหารือกับผู้สอนอย่างต่อเนื่อง</p>	<p>นักเรียนมี Option ในการคิดถึงเรื่อง การวางแผนในอนาคตและสามารถที่จะนำไปสู่จุดเริ่มต้นได้อย่างดี</p>

ลำดับ	ชื่อกลุ่ม	ผลงาน	สรุปผลการประเมินการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี				
			แนวคิดหรือแนวทางใหม่	ลักษณะงาน	ข้อปรับปรุง	จุดเด่น	
4	กระถางต้นไม้คุณลุง		<p>กระถางปลูกต้นไม้แบบเมเดริน มีหน้า 4 ด้าน</p>	<p>1.มีการใช้การคำนวณเรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ วงกลมในการคำนวณพื้นที่</p> <p>2.ใช้วิชาวิทยาศาสตร์เคมีเรื่องเคมีเรื่องเคมีเรื่องพลศาสตร์เคมีเรื่อง เสงี่ยม</p> <p>3.การออกแบบที่สวยงามมีการสร้างกระถางต้นไม้มือถือใช้เรียนและมุมทางคณิตศาสตร์มาช่วยทำให้มีความน่าสนใจอย่างมาก</p>	<p>การที่กระถางต้นไม้มันจะสามารถใช้งานได้ จำเป็นต้องมีระบบนำออกด้วยซึ่งนักเรียนไม่ได้คิดถึงจุดนี้ ตั้งราคาต่ำกว่าแบบจริงกว่าความเป็นจริง</p>	<p>การทำหน้าของกระถางต้นไม้อาจจะไม่จำเป็นต้องทำหน้าให้ครบทุกด้านก็ได้ เพราะว่ามันจะมีบางด้านที่นำไปใช้และบางด้านที่ไม่จำเป็นต้องนำไปใช้</p>	<p>ข้อแนะนำไปสู่การปฏิบัติจริง</p> <p>หน้าทั้ง 4 สามารถปรับให้ทั้ง 4 ด้านมีหน้าที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งเป็นจุดที่สามารถนำไปขายได้</p>

ลำดับ	ชื่อกลุ่ม	ผลงาน	สรุปผลการประเมินการสร้างสรรคนวัตกรรมทางเทคโนโลยี			ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง
			แนวคิดหรือแนวทางใหม่	ลักษณะงาน	ข้อปรับปรุง	
5	กระถางต้นไม้กุ๊กไก่		<p>กระถางต้นไม้ที่สามารถวางซ้อนกันได้</p> <p>1.มีการใช้การคำนวณเรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ สี่เหลี่ยมในการคำนวณพื้นที่</p> <p>2.ใช้ชีววิทยาศาสตร์เคมีเรื่องเคมีเรื่องเคมีเรื่องพลศาสตร์ของแก๊ส</p> <p>3.การออกแบบที่สวยงามมีการสร้างกระถางต้นไม้ที่มีการใช้เรียนและมุมทางคณิตศาสตร์มาช่วยทำให้มีความน่าสนใจอย่างมาก</p> <p>การใช้กระถางต้นไม้สามารถวางซ้อนกันได้ทำให้สามารถที่จะเพิ่มการปลูกต้นไม้ได้มากขึ้นโดยสามารถที่จะนำมาตกแต่งบ้านได้อย่างดีและใช้พื้นที่น้อย</p>	<p>มีคำแนะนำคือซ้อนกันบางทีอาจจะไม่สนิท จำเป็นอาจต้องทำหลายชิ้นมาทดลอง</p>	<p>มีการออกแบบอย่างละเอียดเป็นขั้นเป็นตอนรวมถึงแสดงรายละเอียดที่มีการออกแบบเป็นแบบ 3 มิติทำให้สามารถเข้าใจถึงวิธีการออกแบบได้อย่างดี</p> <p>กระถางต้นไม้สามารถวางซ้อนกันได้มีการแบ่งงานออกเป็นส่วนส่วนอย่างชัดเจนโดยเน้นขั้นตอน เน้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute) ที่ดีมาก และมี การทดสอบและประเมินผล (Decision) ของจริงด้วย</p>	<p>มีการทดสอบและให้ข้อมูลย้อนกลับกับการทำงานในทีมด้วยโดย</p>

ลำดับ	ชื่อกลุ่ม	ผลงาน	สรุปผลการประเมินการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี				ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง
			แนวคิดหรือแนวทางใหม่	ลักษณะงาน	ข้อปรับปรุง	จุดเด่น	
6	พระราม 9 พลาซ่า		<p>ที่ใส่ของที่มีลักษณะสวยไม่ซ้ำใครมีเหลี่ยมมุมที่ซับซ้อน</p> <p>มีชื่อว่า Modren</p>	<p>1.มีการใช้การคำนวณเรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ วงกลมในการคำนวณพื้นที่</p> <p>2.ใช้วิชาวิทยาศาสตร์เคมีเรื่องเคมีเรื่องเคมีเรื่องพลาสติก ยาง เส้นใย</p> <p>3.การออกแบบที่สวยงาม</p> <p>ที่ใส่ของโดยมีการออกแบบเหลี่ยมและมุมอย่างสวยงาม</p> <p>ซึ่งให้มุมมองที่แปลกใหม่และใช้งานได้อย่างดี</p>	<p>ควรมีจุดมุ่งหมายในการใช้งานที่แน่ชัดและสร้างจุดเน้นของการออกแบบเพื่อสร้างราคาขาย</p>	<p>มีการแบ่งงานออกเป็น ส่วนๆ ใช้เวลาในขั้นตอนการออกแบบอย่างถี่ถ้วนถึงศึกษาข้อมูลทางคณิตศาสตร์ อย่างสวยงามเน้นรวบรวมข้อมูล (Discover) ในการออกแบบ</p>	<p>ผลงานสามารถนำไปใช้งานได้จริง โดยมีขนาดและมิติที่จะเป็นที่ใส่ของได้อย่างดี</p>

ผลการศึกษาแบบสอบถามความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา กลุ่มขยายผล ดังตารางที่ 36

ตารางที่ 36 ผลการศึกษาแบบสอบถามความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา กลุ่ม ขยายผล

ความคิดเห็น	ความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนการสอน		
	\bar{X}	S.D.	ระดับพฤติกรรม
ด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอน			
นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นต้องเชื่อมโยงในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่	3.88	0.82	เห็นด้วยมาก
นักเรียนได้แลกเปลี่ยนการเรียนรู้กับครูและเพื่อน	3.93	0.69	เห็นด้วยมาก
นักเรียนมีโอกาสสนทนาข้อซักถามเมื่อมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจ	3.68	0.89	เห็นด้วยมาก
นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายเชื่อมโยงการนำความรู้ไปสู่การสรุปสาระสำคัญ	3.73	0.82	เห็นด้วยมาก
นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเองและกับเพื่อนเป็นกลุ่ม	4.10	0.84	เห็นด้วยมากที่สุด
นักเรียนได้ฝึกการสร้างสรรค์นวัตกรรมอย่างมีความหมายสื่อสารและนำเสนอโดยใช้กระบวนการต่างๆ	4.10	0.84	เห็นด้วยมากที่สุด
ผลรวมด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอน	3.90	0.82	เห็นด้วยมาก
ด้านพฤติกรรมสร้างสรรค์นวัตกรรม			
การเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีกระบวนการคิดเชื่อมโยง และสัมพันธ์เป็นระบบ สมเหตุสมผล	4.03	0.70	เห็นด้วยมากที่สุด
การจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีความสามารถในการกระทำที่มีลักษณะ เป็นขั้นตอน	4.00	0.75	เห็นด้วยมากที่สุด
การจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนได้ถ่ายทอดความคิดของตนเป็นภาษาพูด ภาพเขียนและภาษาเขียน	3.85	0.83	เห็นด้วยมาก
การจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ด้วยการใช้เทคนิควิธีการต่างๆ	3.80	0.97	เห็นด้วยมาก
การจัดการเรียนการสอนนักเรียนมีโอกาสตรวจสอบผลงานของตนเองและได้แก้ไขข้อบกพร่อง	3.88	0.76	เห็นด้วยมาก
การจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้และทำงานร่วมกับเพื่อนได้	4.05	0.71	เห็นด้วยมากที่สุด

ความคิดเห็น	ความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนการสอน		
	\bar{X}	S.D.	ระดับพฤติกรรม
ผลรวมด้านพฤติกรรมการสร้างสรค์นวัตกรรม	3.94	0.79	เห็นด้วยมาก
รวมเฉลี่ยความคิดเห็น	3.92	0.80	เห็นด้วยมาก

จากตารางที่ 36 พบว่ากลุ่มขยายผลนักเรียนมีความคิดเห็นในภาพรวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.92$, S.D.=0.80) และเมื่อพิจารณาความคิดเห็นในด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอน พบว่าผลรวมด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอนอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.90$, S.D.=0.82) นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเองและกับเพื่อนเป็นกลุ่มและนักเรียนได้ฝึกการสร้างสรค์นวัตกรรมอย่างมีความหมายสื่อสารและนำเสนอโดยใช้กระบวนการต่างๆมีความคิดเห็นมากที่สุด ($\bar{X}=4.10$, S.D.=0.84) นักเรียนมีโอกาสสนทนาข้อซักถามเมื่อมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจมีความคิดเห็นน้อยที่สุด ($\bar{X}=3.68$, S.D.=0.89) ส่วนด้านพฤติกรรมการสร้างสรค์นวัตกรรม พบว่าผลรวมด้านพฤติกรรมการสร้างสรค์นวัตกรรมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.94$, S.D.=0.79) ด้านการจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้และทำงานร่วมกับเพื่อนได้มีความคิดเห็นมากที่สุด ($\bar{X}=4.05$, S.D.=0.71) และ ด้านการจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้วยการใช้เทคนิควิธีการต่างๆ มีความคิดเห็นน้อยที่สุด ($\bar{X}=3.85$, S.D.=0.83) ตามลำดับ

ผลการแสดงความคิดเห็นต่อรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา กลุ่มขยายผล เพื่อสะท้อนความคิดเห็นในระหว่างการเรียนการสอน สรุปทั้ง 2 ด้านโดยภาพรวมด้านผู้สอนและด้านนักเรียนดังนี้

ด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอน

โดยสรุปด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอนพบว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงานหรือค้นคว้ามากขึ้น ปฏิบัติ เข้าใจเห็นความสามารถบูรณาการเนื้อหา มีแปลกใหม่ที่ได้ผลงานที่จับต้องได้ มีจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ (Theme) ใช้ความรู้ของผู้สอนแต่ละด้านนำมาสร้างนวัตกรรมได้ โดยทั่วไปพบว่านักเรียนมองเห็นงานตนเองก่อน แล้วตั้งราคาขาย สนุกสนานในผลงานตน สร้างจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ ใช้ความรู้ของผู้สอนแต่ละด้านนำมาสร้างนวัตกรรมได้ สามารถนำความรู้ที่เคยเรียนมาประยุกต์ใช้ได้จริงทำให้เกิดผลการเรียนรู้นอกเหนือจากหนังสือ

“วางแผนก่อนเป็นข้อดีที่สุดในการทำงาน ครูต้องทำงานร่วมกัน ใช้เวลาเข้าห้องสอนพร้อมกัน”

“แบบนี้มีกระบวนการที่เรียนรู้แบบร่วมมือกันมากขึ้นนักเรียนมีการค้นคว้าหาคำตอบด้วยตัวเอง

นักเรียนเปิดรับการเรียนรู้ใหม่ๆได้ขึ้นงานได้การสอนแบบใหม่ๆมีความสุขสนุกสนาน”

“เด็กๆมาปรึกษาและช่วยกันทำงานอย่างนี้ก็ไม่ถึง”

นักเรียนมีความคิดเห็นว่าคุณเองมีความสนใจในบางเรื่องเท่านั้น เวลาที่ให้น้อยไป แต่สนุกมองเห็นงานตนเองก่อน แล้วตั้งราคาขาย ได้ความรู้ที่ชัดเจนมากขึ้น ดึงคำกล่าวของนักเรียนที่ว่า

“มีความสนใจกับการทำงานแต่เวลาที่ให้น้อยไป แต่สนุก”

“ผมสนุกการทำงานร่วมกับผู้อื่นเพราะได้ช่วยกันทำงาน”

“จะสอบถามความคิดเห็นคนในกลุ่มก่อนและแชร์ความคิดกับเพื่อน ชอบที่ผู้อื่นบอกให้ไปปรับปรุงแก้ไขเสมอ”



ภาพที่ 28 ภาพประกอบขณะทำการเรียนการสอนกลุ่มขยายผล

ด้านพฤติกรรมสร้างสรรค์นวัตกรรม

โดยสรุปด้านด้านพฤติกรรมสร้างสรรค์นวัตกรรมพบว่า ผู้สอนมีความคิดเห็นว่าคุณเรียนมีการวางแผนอยู่แล้วแต่ขาดการสื่อสาร มีการค้นคว้าหาคำตอบด้วยตัวเอง อาจารย์ควรจะต้องมี Theme ร่วมกันกับนักเรียน อาจารย์ควรจะต้องมีเวลาในการเข้าห้องเรียนพร้อมกันอย่างน้อย 1 ครั้ง ต้องมีการกระตุ้นเด็ก และควรเป็นนโยบายของโรงเรียน นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าถ้ามีออกแบบแนวคิดก่อนทำให้ได้เป็นระบบและควรเป็นนโยบายของโรงเรียน

“โรงเรียนควรจัดเวลาให้สัมพันธ์กันโรงเรียน”

“เด็กนักเรียนต้องมีความรู้พื้นฐานมาก่อนถึงจะสามารถทำงานได้ดี”

“นักเรียนทำนวัตกรรมได้ขนาดนี้เก่งมาก ไม่คิดว่าจะทำได้ดีและสร้างสรรค์ขนาดนี้”

นักเรียนมีความคิดเห็นว่าคุณเองมีการวางแผนเพิ่มขึ้น เห็นว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีการสื่อสารได้ดี หลายคนมองว่าตัวเองชอบใช้จินตนาการมากกว่าการลงมือปฏิบัติ มักชอบทำตามคนอื่น และทำตามกรอบเวลาที่กำหนด ดังคำกล่าวของนักเรียนต่อไปนี้

“มีการประเมินเด็กเป็นระยะบ่อย กระตุ้นดี แต่ลุ้นดีครับ”

“ใช้เวลาในการทำงานร่วมกันสร้างชิ้นงานด้วยกัน”

“มีงานกลุ่มที่ต้องทำมาก ออกแบบแนวคิดก่อนทำให้ได้เป็นระบบ มีเป้าหมาย”



ภาพที่ 29 ภาพประกอบประเมินงานกลุ่มขยายผล

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาให้เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อประเมินประสิทธิผลของการพัฒนาแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา 2.1 เปรียบเทียบทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียน หลังการเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่ 2.2 ศึกษาพัฒนาการของทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนที่เรียน โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน ก่อนเรียน และหลังเรียน เป็นอย่างไร และ 3. เพื่อขยายผลรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 40 คน ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร ใช้วิธีดำเนินการวิจัยในลักษณะของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) โดยใช้ระเบียบวิธีการวิจัยแบบผสมผสานวิธี (Mixed Methods Research) ที่มีลักษณะเป็นแบบแผนเชิงผสมผสานแบบรองรับภายใน (The Embedded Design) ด้วยการศึกษาวิธีการเชิงปริมาณ (Quantitative Methods) เสริมด้วยวิธีการเชิงคุณภาพ (Qualitative Methods) และใช้แบบแผนการทดลองแบบทดสอบกลุ่มเดียวก่อน-หลัง (The One Group Pretest-Posttest Design) แบ่งเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การวิจัยศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานและสภาพปัจจุบัน (Research (R1): Analysis) เป็นการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาแบบการเรียนการสอน (Development (D1): Design and Development) เป็นการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนและเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ขั้นตอนที่ 3 การวิจัยทดลองหาประสิทธิผลของรูปแบบ (Research (R2) : Implementation) เป็นการทดลองใช้รูปแบบการพัฒนาวิชาชีพ กับกลุ่มตัวอย่าง ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนาปรับปรุงรูปแบบ (Development: (D2): Evaluation) เป็นการประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบให้มีความสมบูรณ์

โดยผู้วิจัยได้ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานและสภาพปัจจุบันรวมทั้งศึกษาวิเคราะห์หลักการแนวคิด และทฤษฎี เพื่อนำมาสู่การพัฒนาแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ระยะเวลาที่ใช้ทดลองภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 6 สัปดาห์ โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินแผนการจัดการจัดการเรียน แบบสังเกตพฤติกรรม แบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี และแบบสอบถามความพึงพอใจ ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นและมีการตรวจสอบคุณภาพ โดยมีค่าความตรงเชิงโครงสร้างตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบผสมผสานวิธี (Mixed Methods) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) และนำเสนอผล

โดยการพรรณนาความการใช้รูปแบบ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) หาค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน (t-test for dependent samples) และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยสรุปผลการวิจัยอภิปรายผล และมีข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

สรุปผลการวิจัย

เพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1.รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา (6Ds Model) มีองค์ประกอบของรูปแบบ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการ การส่งเสริมการสร้างองค์ความรู้ ใช้แนวทางการแก้ปัญหา โดยอาศัยการแสวงหาความรู้ที่ตนมีกับสมาชิกในกลุ่ม ด้วยการสอนแบบบูรณาการ ผ่านการกำหนดหัวเรื่อง (Theme) ร่วมกัน 2) วัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 6 ชั้น คือ 1) การระบุปัญหา (Define) 2) รวบรวมข้อมูล (Discover) 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute) 4) พัฒนา (Develop) 5) การทดสอบและประเมินผล (Decision) 6) การนำเสนอผลลัพธ์ (Display) เพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียน 4) ปัจจัยสนับสนุน ครูผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยการความสะอาดในการสอน มีร่วมมือกันมีจุดมุ่งหมายการสอนร่วมกัน เปิดโอกาสให้นักเรียนคิดนอกกรอบ โดยใช้องค์ความรู้ที่ผ่านการเรียนมาจากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ คณิตศาสตร์ และ 5)การวัดและประเมินผลเป็นส่วนของการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่สัมพันธ์กับการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM มี 5 ทักษะ ประกอบด้วย 1) การระบุปัญหา (Identify) ที่เป็นจุดเริ่มต้นในการสร้างนวัตกรรม ระบุและระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น เลือกปัญหาที่มีการปฏิบัติจริงในการสร้างนวัตกรรม 2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ (Explore) ระบุแนวคิดที่แปลกใหม่และมีประโยชน์ ระบุแนวคิดให้มีความหลากหลาย ค้นหาแหล่งข้อมูล 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ (Connect) มีการสื่อสารแนวคิดใหม่ๆ ไปสู่ผู้อื่น เปิดใจกว้างและยอมรับมุมมอง แสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน สร้างวิฤติให้เป็นโอกาส 4) สร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (Develop) การนำเอาความคิดนั้นไปใช้ และเป็นที่ยอมรับของชุมชน ให้เกิดการยอมรับความคิดเห็นใหม่ และ 5) การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง (Practice) ประเมินและทดสอบแนวคิดวิเคราะห์และประเมินแนวคิดจากทางเลือกที่มี เพื่อให้ ลงมือปฏิบัติตามแนวคิดเพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรม นำแนวคิดไปสู่การปฏิบัติจริง ผลการหาค่าประสิทธิภาพของรูปแบบ รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา (6Ds Model) ตามเกณฑ์ E1/E2 กับ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ค่าประสิทธิภาพของพัฒนาการพัฒนารูปแบบการ

เรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาเท่ากับ 81.36 / 85.86 ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

2. ประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการ
สร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา มีผลสรุปดังนี้

2.1 หลังเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอน 6Ds Model นักเรียนมีทักษะการ
สร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยอมรับสมมติฐาน
การวิจัยข้อที่ 2.1 ผู้สอนและผู้เรียนมีทิศทางสอดคล้องกัน และพบว่านักเรียนมีการทำงานร่วมกัน
สร้างจุดมุ่งหมายในการทำงาน ร่วมกันวางแผน ในการทำกิจกรรมการเรียนการสอนได้ให้คณะครูและ
นักเรียนร่วมกันตั้ง Theme ในการทำงานก่อนที่จะดำเนินกิจกรรมทำให้บูรณาการกับชีวิตประจำวัน
ได้ วางแผนการปฏิบัติงานอย่างเป็นขั้นตอนและลงมือสร้างตามแนวทางที่ได้ถ่ายทอดความคิด ชอบ
ทำงานเป็นกลุ่มร่วมกันคิดและทำร่วมกันและตั้งข้อสังเกตเพื่อช่วยให้นักเรียนมีทิศทางในการแก้ปัญหา
ทำให้นักเรียนที่มีความภูมิใจและแรงบันดาลใจที่จะพัฒนานวัตกรรมทางเทคโนโลยีด้วยตนเอง

2.2 ความคิดเห็นที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอนอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก
ที่สุดทุกด้านยอมรับกับสมมติฐานงานวิจัยที่อยู่ในระดับเห็นด้วยมากขึ้นไป ซึ่งยอมรับสมมติฐานการ
วิจัยข้อที่ 2.2 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจและทัศนคติที่ดีต่อทำงานแบบบูรณาการ โดย
กำหนดการบูรณาการในการเรียนการสอนให้ชัดเจน ทำงานได้อย่างเป็นระบบตามหัวข้อหลักที่สนใจ
ของกลุ่มตน ร่วมกันแสดงความคิดเห็นและร่วมกันใช้ความสามารถที่ทุกคนมีอยู่ ร่วมในกิจกรรมการ
เรียนการสอนที่สะท้อนถึงสิ่งที่เป็นปัญหา นักเรียนมีการความสามารถในการสื่อสารจากความคิดและ
จินตนาการของนักออกแบบไปสู่ผู้อื่นได้อย่างดีมากขึ้นไปเรื่อยๆ ทำให้เกิดความภาคภูมิใจในการทำงาน
ของตน

3. ผลการขยายผลรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการ
สร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา นักเรียนกลุ่มขยายผลการวิจัยที่เรียน
ตามรูปแบบการเรียนการสอนหลังเรียนมีทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีสูงกว่าก่อนเรียน
อยู่ในระดับมาก พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีจุดมุ่งหมายเพื่อแสวงหาข้อมูล มีรากฐานและแรงจูงใจโดย
การสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเองและสร้างแรงบันดาลใจความสนุกสนานในการเรียนรู้รวมถึงการ
เชื่อมโยงเนื้อหากับประสบการณ์การเรียนรู้จากบุคคล นักเรียนมีความต้องการเกี่ยวกับกิจกรรมการ
เรียนการสอนโดยเน้นให้มีสื่อการเรียนการสอนที่เข้าใจง่าย สามารถใช้ในชีวิตประจำวัน โดยมีครูคอย
ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และติดตามการทำงานอย่างต่อเนื่อง มีความคิดเห็นที่มีต่อการใช้รูปแบบ
นักเรียนต้องการการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และท้ายสุดให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน ให้มีอิสระในการคิดไม่
บังคับความคิดให้เกิดนวัตกรรม เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนนำไปสู่การปรับปรุงงาน
ของตนเอง

อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการ
สร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา อภิปรายผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์
การวิจัยได้ดังนี้

1. พัฒนาและหาประสิทธิภาพรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสร้งสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

1.1. จากผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสร้งสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา (6Ds Model) ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้วพบว่า รูปแบบมีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและเชิงเนื้อหา และมีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการนำไปใช้จัดการเรียนการสอน มีความเหมาะสม และครอบคลุมความต้องการจำเป็นในการเสริมสร้างทักษะการสร้างสร้งสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากรูปแบบการเรียนการสอนที่ได้พัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบ มีการดำเนินการตามขั้นตอนของวิธีการเชิงระบบ โดยนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับนโยบายการจัดการศึกษา ที่เกี่ยวกับการพัฒนาทักษะที่จำเป็นของผู้เรียน วิเคราะห์สาระและมาตรฐานของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุงปี 2560) สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนอันเนื่องมาจากแนวคิด โดยสังเคราะห์ขึ้น ภายใต้แนวคิดของ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของการจัดการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดในการพัฒนารูปแบบ (Joyce & Marsha Weil, 2004; ทิศนา แคมมณี, 2558) ที่สรุปว่า รูปแบบการเรียนการสอนเป็นแบบแผน มีการดำเนินการสอนที่ได้รับการจัดอย่างเป็นระบบ สัมพันธ์สอดคล้องกับ ทฤษฎี โดยรูปแบบการเรียนการสอนต้องมีทฤษฎีรองรับ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนของครู และพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน รวมทั้งวิเคราะห์งาน วิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (RAI) ซึ่งเป็นการวัดผลการเรียนรู้ที่เน้นหนักไปที่การวัดภาคปฏิบัติ (Formative Assessment) ซึ่งมุ่งเน้นไปที่การกระทำหรือการปฏิบัติของนักเรียนแต่ละคน และภาระงานเพื่อนำไปเป็นแนวทางในการออกแบบการจัดการเรียนการสอนต่อไป

1.2. ผลจากการวิเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมากำหนดกรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสร้งสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยรูปแบบการเรียนการสอน (Instructional Models) มีหลายรูปแบบ ควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับผลการเรียนรู้ ลักษณะเนื้อหาวิชา ความพร้อมของผู้เรียนและสื่อการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดของรูปแบบการเรียน การสอนที่เน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการ (Process Skills) มาใช้เป็นแนวทางในการวางแผน การจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสร้งสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา พบว่ามีแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย ทฤษฎีการสร้างความรู้ การจัดการประสบการณ์เรียนรู้แบบ STEAM เรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ (Integration Learning) และ การจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) สำหรับทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism Theory) สรุปแนวคิดได้ว่า 1) การเรียนรู้ เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยกระบวนการกำกับตนเอง เพื่อหาแนวทางลดความขัดแย้งทางความคิดของตนเอง 2) การเรียนรู้ขึ้นอยู่กับการใช้กระบวนการทางปัญญาในการจัดกระทำกับข้อมูล เพื่อ

ทำความเข้าใจกับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับอย่างมีความหมาย และ 3) การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม มีบทบาทสำคัญต่อการสร้างความรู้ จากการศึกษาหลักการ และแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ ผู้วิจัยนำมาเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้เกี่ยวกับทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม โดยเน้นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นเจ้าของการเรียนรู้ รับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง โดยมีการวิเคราะห์การปฏิบัติ การวางแผน ลงมือปฏิบัติจริง และแก้ไขปัญหา ตรวจสอบ และนำเสนอผลงานด้วยตนเอง ประเมินตนเอง และมีการทำงานร่วมกับผู้อื่น รวมทั้งมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน สามารถนำความรู้ใหม่จากผลที่ได้ ไปใช้ในการเรียนรู้เรื่องอื่นๆ ประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ต่างๆ ได้ และพัฒนางานวิจัยต่อไป โดยอาศัยการกำกับตนเองเป็นตัวขับเคลื่อนให้เกิดการเรียนรู้ การเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ผู้วิจัยสังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้ 6 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นระบุปัญหา เป็นการเสนอเหตุการณ์หรือสถานการณ์ให้นักเรียนเกิดความสนใจและต้องการมีการ วางโครงการในการแก้ปัญหาได้ปัญหาหนึ่ง 2) ขั้นศึกษาหาความรู้ การคิดเชิงเหตุผล ร่วมกันศึกษาหาความรู้ในเรื่องที่ทำจากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย 3) ขั้นวางแผน เป็นการวางแผนดำเนินการอย่างไรจึงจะสามารถบรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้ 4) ขั้นตอนการดำเนินงาน การดำเนินงานตามแผนงานที่ได้กำหนดจนสามารถผลิตชิ้นงานออกมา 5) ขั้นประเมินผล การวัดและประเมินผลตามสภาพจริงโดยให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ไว้ในแผนจัดการเรียนรู้โดยมีผู้สอนผู้เรียนและเพื่อนร่วมกันประเมิน และ 6) ขั้นนำผลงานออกแสดงต่อสาธารณชน การนำผลงานของผู้เรียนออกมาแสดง ชี้แจงและร่วมกันวิพากษ์วิจารณ์ผลงาน แลกเปลี่ยนกัน รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ (Integration Learning) สังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ได้ 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการนำสถานการณ์ต่างๆ ที่ได้ไปศึกษาค้นคว้ามาสาธิตให้ผู้เรียน หรือให้ผู้เรียนได้ทดลองทำกิจกรรมเล็กๆ เพื่อให้เป็นสิ่งเร้าใจ ขณะเดียวกันก็พยายามค้นหาคำตอบของปัญหา 2) ขั้นศึกษาหาความรู้ เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดโดยการใช้ตอบคำถามหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้คำถามอยู่ตลอดเวลาและให้ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมากที่สุด ใช้กระบวนการคิดให้มากที่สุดให้ค้นพบองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง 3) ขั้นปฏิบัติ เสนอแนะกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้วางแผนตั้งจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหาตามกิจกรรมต่างๆที่ครูเสนอแนะ การทำกิจกรรมอยู่ภายใต้การให้คำแนะนำจากครูมีการแบ่งกลุ่มและหน้าที่กัน ในขั้นนี้ การแนะนำของครูเป็นสิ่งจำเป็น 4) ขั้นสรุปกิจกรรม สรุปกิจกรรมโดยครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะนำในการทำกิจกรรมแบบหน่วย ผู้เรียนต่างๆ แบ่งงานกันทำดังนั้นการผสมผสานทุกด้านเข้าด้วยกัน และ 5) ขั้นวัดและประเมิน ควรทำผลตลอดเวลาที่ผู้สอนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ต้องมีการประเมินผลตามสถานการณ์จริง โดยประเมินตลอดการเรียนรู้ของผู้สอน โดยการบันทึกผลการสอน ปัญหา อุปสรรคและข้อเสนอแนะไว้หลังแผนจัดการเรียนรู้ นำไปบูรณาการใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ของการเรียนรู้แบบกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) สังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ได้ 3 ขั้นตอน 1) Understand คือการทำความเข้าใจศึกษาค้นหา Insight ของเหตุการณ์และบุคคลที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์ และตีความหาโจทย์ที่น่าสนใจสำหรับมาใช้ในการคิดแก้ปัญหาต่อไป 2) Create คือการสร้างไอเดีย หรือการต่อยอดไอเดียจากหลากหลายมุมมองของคนภายในทีม เพื่อสร้างสรรค์ไอเดียนวัตกรรมที่แปลกใหม่และตอบโจทย์การแก้ไขปัญหาที่ และ 3.) Deliver คือการพัฒนาไอเดีย สร้างต้นแบบ และนำไป

ทดลองกับกลุ่มเป้าหมาย รับ Feedback เพื่อนำไปพัฒนาต้นแบบ จนกระทั่งคนภายในทีมและกลุ่มเป้าหมายพึงพอใจ แล้วนำเอานวัตกรรมนั้นไปใช้จริง นำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่สังเคราะห์ได้นี้ไปกำหนดการจัดการกระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอน STEAM สำหรับแนวทางการจัดการเรียนการสอน ให้อิสระนักเรียนในการเลือกหัวข้อนวัตกรรมตามประเด็นที่แต่ละคนสนใจ ภายใต้กรอบสาระการเรียนรู้วิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 ที่มีเนื้อหาเรื่องบูรณาการ มาตรฐาน ตัวชี้วัดวิทยาศาสตร์ ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ ศาสตร์อื่นๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม ตัวชี้วัดศิลปะ มาตรฐาน ศ 1.1 สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิพากษ์ วิจารณ์คุณค่างานทัศนศิลป์ ถ่ายทอดความรู้สึก ความคิดต่องานศิลปะอย่างอิสระ ชื่นชม และประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวัน ผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 1.ใช้ฟังก์ชันและกราฟของฟังก์ชันอธิบายสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบได้ STEAM 6 ขั้นตอนได้แก่ 1) การระบุปัญหา (Define) คือ การนำเข้าสู่กิจกรรม พร้อมกับใช้คำถามเพื่อกระตุ้น ให้ร่วมกันระดมความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงปัญหา 2) รวบรวมข้อมูล (Discover) คือการจัดลำดับ เป้าหมายและข้อจำกัด ศึกษา ค้นคว้าหาเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์บริบทของการ จัดการเรียนรู้ จัดลำดับจุดประสงค์ 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute) คือ การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของงานจากหลากหลายมุมมองของคนภายในทีม เพื่อสร้างสรรค์ไอเดียนวัตกรรมที่แปลกใหม่และตอบโจทย์การแก้ไขปัญหานั้น 4) การวางแผนและพัฒนา (Develop) คือ มีการบูรณาการโดยเป็นกระบวนการให้นักเรียนได้พบเป้าหมายและใช้ในการ อ้างอิงการประเมินผล การเลือกวิธีแก้ปัญหาด้วยการอธิบาย 5) การทดสอบและประเมินผล (Decision) คือ การลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาตามวิธีการ และขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ และทดสอบ ชิ้นงานตามเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่กำหนด และ 6) การนำเสนอ (Display) คือ การนำเสนอชิ้นงานที่แปลกใหม่ โดยสนทนาถึงผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติการแก้ไขปัญหานั้น แนวทางแก้ไขและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ของผลงานที่สร้างขึ้น สำหรับทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี คือ ความสามารถในการริเริ่มแนวคิดใหม่ ผลิตภัณฑ์ใหม่ กระบวนการใหม่ หรือวิธีการทำงานใหม่ รวมถึงการปรับปรุงที่มีอยู่เดิมให้แตกต่างไปจากเดิมเพื่อให้เกิดประโยชน์ มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้ 1) การระบุปัญหา (Identify) ที่เป็นจุดเริ่มต้นในการสร้างนวัตกรรม ระบุและระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น เลือกปัญหาที่มีการปฏิบัติจริงในการสร้างนวัตกรรม มีการแสวงหาสิ่งที่มาสนับสนุนแนวคิดโดยใช้องค์ความรู้ บริหารทรัพยากร ทำสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากเดิมเพื่อมุ่งแก้ปัญหา เรียนรู้และผลิตสิ่งต่างๆ ด้วยความคิดริเริ่มของความสำเร็จและชัดเจน ระบุเป้าหมายและความจำเป็นในการสร้างนวัตกรรม ค้นหาสภาพแวดล้อมจัดเก็บและสร้างกระบวนการ 2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ (Explore) ระบุแนวคิดที่แปลกใหม่และมีประโยชน์ ระบุแนวคิดให้มีความหลากหลาย ใช้เทคนิคของการสร้างสรรค์ เรียนรู้หรือแสวงหาประสบการณ์ใหม่ที่น่าสนใจ สังเกตสิ่งที่

อยู่รอบตัว คิดเพื่อเชื่อมโยงและผสมผสานวิเคราะห์และประเมินแนวคิด ค้นหาแหล่งข้อมูล 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ (Connect) มีการสื่อสารแนวคิดใหม่ๆ ไปสู่ผู้อื่น เปิดใจกว้าง และยอมรับมุมมอง แสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน สร้างวิฤติให้เป็นโอกาส สร้างเครือข่ายและปฏิสัมพันธ์ และขั้นตอนการสนับสนุน 4) การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (Develop) การนำเอาความคิดนั้นไปใช้ และเป็นที่ยอมรับของชุมชน ให้เกิดการยอมรับความคิดเห็นใหม่ ประกอบด้วย ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนและพัฒนา การทดสอบและประเมินผล และ 5) การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง (Practice) ประเมินและทดสอบแนวคิดวิเคราะห์และประเมินแนวคิดจากทางเลือกที่มีเพื่อให้ ลงมือปฏิบัติตามแนวคิดเพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรมจาก นำแนวคิดไปสู่การปฏิบัติจริง ทดลองเพื่อทดสอบแนวคิดและประสบการณ์ใหม่ ค้นหาวิธีการที่จะทำสิ่งต่างๆ ให้ง่ายขึ้น เผยแพร่ผลจากการปฏิบัติให้ผู้อื่นได้รับทราบ

2. จากผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา มีผลการวิจัยดังนี้

2.1 จากผลทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2.1 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าในกิจกรรมการเรียนการสอน STEAM จะเน้นการให้นักเรียนทำงานร่วมกัน มีจุดมุ่งหมายในการทำงาน โดยในกิจกรรมการเรียนการสอนครูที่โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากรร่วมกันวางแผน จัดลำดับการสอนในรายวิชาตนเองให้มีความสอดคล้องกัน ในการทำกิจกรรมการเรียนการสอนได้ให้คณะครูและนักเรียนร่วมกันตั้ง Theme ในการทำงานก่อนที่จะดำเนินกิจกรรมทั้ง 6 ชั้นโดยในชั้นที่ 1.การระบุปัญหา (Define) และ ชั้นที่ 2.รวบรวมข้อมูล (Discover) ครูนำเข้าสู่กิจกรรม พร้อมกับใช้คำถามเพื่อกระตุ้น ใช้ตัวอย่างในชีวิตประจำวัน สร้างสถานการณ์ต่างๆให้นักเรียนได้คิด วางแผนร่วมกัน จัดลำดับเป้าหมายและข้อจำกัด แบ่งงานออกเป็นส่วนย่อยๆ จัดลำดับจุดประสงค์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง นักเรียนส่วนใหญ่ประสบผลสำเร็จในการระบุปัญหาและมีการรวบรวมข้อมูล มีความกระตือรือร้นในการเรียน ชอบที่จะทำงานเป็นกลุ่มและแบ่งปันความสามารถของแต่ละคน นักเรียนส่วนใหญ่ในการทำงานเป็นกลุ่มร่วมกันคิดและทำร่วมกันและตั้งข้อสังเกตเพื่อช่วยให้นักเรียนมีทิศทางในการแก้ปัญหาโดยอาศัยความรู้ที่หลากหลาย ชั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute) และ ชั้นที่ 4 พัฒนา (Develop) ครูบูรณาการโดยเป็นกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม กำหนดขั้นตอนย่อย กำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจนเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน ทำให้นักเรียนได้พบเป้าหมายและการเลือกวิธีแก้ปัญหาที่นักเรียนออกแบบเองด้วยการอธิบายเป็นแนวทางในการแสวงหาคำตอบของปัญหา โดยใช้การร่างภาพ 2 มิติหรือการร่างภาพ 3 มิติ การร่างภาพฉาย แบบจำลอง หรือแบบจำลองความคิด และวางแผนการปฏิบัติงานอย่างเป็นขั้นตอนและลงมือสร้างตามแนวทางที่ได้ถ่ายทอดความคิด มีวิธีการสร้างเครื่องมือ มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน ตลอดจนอำนวยความสะดวกให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติ นักเรียนยังคิดแก้ปัญหาจากตัวอย่างตามประสบการณ์ของแต่ละคนเริ่มบูรณาการความคิดในการแสวงหาวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายและมีจินตนาการมากขึ้น มีจุดมุ่งหมายในการทำงานรวมถึงออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา ชั้นที่ 5.การทดสอบและประเมินผล (Decision)และ ชั้นที่ 6.การนำเสนอผลลัพธ์ (Display) ครูประเมินการใช้

งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้จะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น แนะนำให้นักเรียนวางแผนการทำงานไปใช้ประโยชน์อย่างไรเพื่อให้ผลงานสมบูรณ์ยิ่งขึ้นไป นักเรียนสามารถประเมินตนเอง นักเรียนช่วยกันสรุปวิธีการ ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาตามวิธีการ และขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ ตามพัฒนาการและบทบาทของนักเรียน ทดสอบชิ้นงานตามเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่กำหนด นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจและทักษะที่ดีต่อทำงานแบบบูรณาการ นักเรียนทำงานได้อย่างเป็นระบบตามหัวข้อหลักที่สนใจทั้งนี้

เนื่องมาจากนักเรียนทำงานบนพื้นฐานของความสนใจของกลุ่มตน ซึ่งเป็นเรื่องที่นักเรียนต้องการรู้คำตอบจากเนื้อหาสาระที่เรียนในชั้นเรียน โดยกิจกรรมการเรียนการสอนส่วนใหญ่เป็นกิจกรรมกลุ่มที่นักเรียนจะต้องร่วมมือ ร่วมแรง ร่วมใจ มีการวางแผน บูรณาการความรู้ และร่วมกันรับผิดชอบในการเรียนและการทำงานให้บรรลุเป้าหมาย ซึ่งนักเรียนที่มีความสามารถพื้นฐานสูงมีความพร้อมในการเรียนรู้สิ่งใหม่ได้มาก และนักเรียนที่มีแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ สามารถเรียนรู้ได้มากที่สุดด้วยการร่วมกันแสดงความคิดเห็นและร่วมกันใช้ความสามารถที่ทุกคนมีอยู่ ร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน สอดคล้องกับ ฤชงค์ โรจน์แสงรัตน์ (2559) กล่าวว่า ประโยชน์จากการคิดเชิงออก ที่กล่าวว่า เป็นการระดม ความคิดจากคนที่มีประสบการณ์หลากหลาย จะช่วยในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ดีกว่าการทำงานคนเดียวเพราะในปัจจุบันความซับซ้อนของปัญหามีเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้เกิด การเข้าใจ ความรู้สึกของผู้อื่น (Empathy) และความสามารถในการสื่อสาร (Communication) จากความคิดเห็นและจินตนาการของนักออกแบบไปสู่ผู้อื่น ด้วยการสื่อสาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การสื่อสารด้วยภาพ การสร้างแบบร่างภาพ การนำเสนอ การสื่อสารเหล่านี้เกิดขึ้น เพื่อให้งานประสบความสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ และหลังการเรียนรู้ต้องมีการประเมินการปฏิบัติและผลงานที่ผ่านมา ข้อค้นพบหลังการเรียนการสอนพบว่านักเรียนอยากทราบผลประเมินว่านวัตกรรมตนเองที่สร้างขึ้นมีข้อปรับปรุงข้อเสนอแนะจากครูและเพื่อนๆ อย่างไร ต้องปรับปรุงอะไรบ้าง นวัตกรรมที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรในการต่อยอดผลงานตนเองเพื่อปรับปรุงงานในอนาคต ต้องการข้อมูลย้อนกลับจากผู้สอนมากกว่าผลของคะแนนในการทำงาน ซึ่งมีความภาคภูมิใจในนวัตกรรมของตนเอง สอดคล้องกับ Ambrose & Harris (2009) โดยนักเรียนต้องการคำตอบที่ได้ถึงผลการแนะนำและทราบข้อดี-ข้อเสียของการทำงานของตนเองมากกว่าที่จะได้รับผลของคะแนน เพื่อที่จะได้ปรับปรุงงานของตนเองต่อไปในอนาคตและสามารถที่จะนำงานที่ได้ต่อยอดหรือทราบถึงผลงานของเพื่อนและนำไปปรับปรุงหรือประยุกต์ใช้กับงานของตนเองในอนาคต โดยมีข้อค้นพบว่า **ด้านการสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ** หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด ก้าวหน้าอย่างก้าวกระโดด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากรมีจุดเน้นที่ กระจุกตัวร่วมกันใช้รูปแบบ 6 Ds Model ในขั้นที่3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute) คณะครูบูรณาการโดยเป็นกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มร่วมกัน กำหนดเป้าหมายร่วมกัน วางแผนงานให้นักเรียนได้พบเป้าหมายและใช้ในการอ้างอิงการประเมินผลด้วยการค้นคว้า วิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล การเลือกวิธีแก้ปัญหาที่นักเรียนออกแบบเองด้วยการอธิบาย เป็นแนวทางในการแสวงหาคำตอบของปัญหาในแนวทางเดียวกัน ครูได้ทำการ PLC ร่วมกัน ส่วนนักเรียนได้ถ่ายทอดความคิดหรือลำดับความคิดหรือจินตนาการให้เป็นขั้นตอน แบ่งงานออกเป็นส่วนตัว โดยใช้การร่างภาพ 2 มิติหรือการร่างภาพ 3 มิติ การร่างภาพฉาย แบบจำลอง หรือแบบจำลองความคิด และวางแผนการปฏิบัติงานอย่างเป็น

ขั้นตอนและลงมือสร้างตามแนวทางที่ได้ถ่ายทอดความคิดและวางแผนการปฏิบัติงานไว้มีจินตนาการ มีจุดมุ่งหมายในการทำงาน เป็นการดำเนินการเรียนการสอนที่ดำเนินงานตามสอดคล้องกับวิสัยทัศน์ของมหาวิทยาลัยศิลปากรว่า ศิลปากรเป็นมหาวิทยาลัยชั้นนำแห่งการสร้างสรรค์ และแผนยุทธศาสตร์คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ประจำปีงบประมาณ 2559 – 2562 ว่าเป็นต้นแบบและเป็นผู้นำนวัตกรรมพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนที่ผสมศิลป์และศาสตร์ (Art and Science) ทางด้านหลักสูตรและการเรียนการสอน ให้มีลักษณะที่ตอบสนองความหลากหลายและความแตกต่างระหว่างบุคคลที่ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองตลอดชีวิตสอดคล้องกับ ทิศนา แชมมณี (2558); วรณทิพา รอดแรงค้ำ และ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2542) ที่ว่าการให้ผู้เรียนลงมือสร้างสิ่งของหรือประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอกที่มีความหมาย ซึ่งจะรวมถึงปฏิริยาระหว่างความรู้ในตัวของผู้เรียนเองกับประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมภายนอกสามารถเชื่อมโยงและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ **ด้านการระบุปัญหา** หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้สอนได้บูรณาการการเรียนการสอนทำให้นักเรียนได้ร่วมกันวางแผนก่อนการทำงาน ทำให้คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าสูงสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนมีการวางแผนการทำงาน แบ่งงานออกเป็นส่วนย่อยๆ ก่อนที่จะทำงาน เป็นลักษณะการทำงานในเชิงวิทยาศาสตร์และการจัดหลักการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานที่เน้นที่การนำกระบวนการในการทำโครงงาน (Project) มาใช้เป็นแนวทางหรือขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน โดยให้ผู้เรียนเลือกทำโครงงานตามความสนใจของตนเอง วางแผนในการทำโครงงาน และลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ โดยการสืบเสาะหาความรู้ค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เขียนรายงานและนำเสนอต่อสาธารณชน โดยผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำแก่ผู้เรียน (ทิศนา แชมมณี, 2558; เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, 2557; พิมพันธ์ เดชะคุปต์และคณะ 2556; วัชรา เล่าเรียนดี, 2555) ดังกระบวนการจัดการเรียนรู้ STEAM ชั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute) โดยนักเรียนถ่ายทอดความคิดหรือลำดับความคิดหรือจินตนาการให้เป็นขั้นตอน แบ่งงานออกเป็นส่วนย่อย โดยใช้การร่างภาพ 2 มิติหรือการร่างภาพ 3 มิติ การร่างภาพฉาย แบบจำลอง หรือแบบจำลองความคิด และวางแผนการปฏิบัติงานอย่างเป็นขั้นตอนและลงมือสร้างตามแนวทางที่ได้ถ่ายทอดความคิดและวางแผนการปฏิบัติงานไว้ โดยเป็นลักษณะของนักเรียนโดยทั่วไปในกระบวนการกลุ่ม ที่ร่วมกันทำงาน คิดวางแผน ส่งผลต่อการมีทักษะการทำงานที่สูงของนักเรียน โดยอาจารย์และเพื่อนร่วมชั้นเรียนเป็นแหล่งความรู้และแหล่งที่จะช่วยเหลือตนเองได้ ซึ่งสอดคล้องกับ วัชรา เล่าเรียนดี (2555) อธิบายกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานว่านักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดมออบหมายหน้าที่ตามความรับผิดชอบ วางแผนร่วมกันกำหนดการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูล โดยให้ครูมีบทบาทในการวินิจฉัยความต้องการในการเรียนของผู้เรียนก่อนการจัดการเรียนการสอน และระหว่างเรียนครูมีการสร้างพลังใจในการเรียนรู้เป็นระยะ ทั้งด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ โดยกระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการเรียน มีการกำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียนและการทำงานร่วมกันทุกครั้ง ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก (facilitator) และเป็นที่ปรึกษาให้นักเรียนสามารถควบคุมทางเลือกในการแก้ปัญหาและสร้างสรรค์งานเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้ด้วยตนเอง **ส่วนด้านการนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง** หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด ทั้งนี้อาจ

เนื่องจากผลสำเร็จของนักเรียนที่เป็นนวัตกรรมของนักเรียนเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาจำเป็นต้องใช้เวลาและองค์ความรู้หลายด้านเข้าใจในปัญหาต่างๆ นำเอาความคิดสร้างสรรค์เพื่อนำไปใช้ในเชิงธุรกิจ สอดคล้องกับหลักการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) เป็นกระบวนการคิดที่ใช้การทำความเข้าใจในปัญหาต่างๆ อย่างลึกซึ้ง โดยเอาผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง และนำเอาความคิดสร้างสรรค์และมุมมองจากคนหลายๆ สายมาสร้างแนวทางการแก้ไข และนำเอาแนวทางต่างๆ นั้นมาทดสอบและพัฒนา เพื่อให้ได้แนวทางหรือนวัตกรรมที่ตอบโจทย์กับผู้ใช้และสถานการณ์นั้นๆ ดัง Brown (2009) กล่าวว่า นักออกแบบจะต้องเรียนรู้หรือฟังในสิ่งที่ลูกค้าพูดเพื่อเข้าใจถึงความต้องการที่แท้จริงของลูกค้า ดังกระบวนการจัดการเรียนรู้ STEAM ชั้นที่ 6 การทดสอบและประเมินผล (Decision) ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นผู้ให้คำปรึกษา ชี้แนะและอำนวยความสะดวก ครูเต็มใจบูรณาการที่จะช่วยนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ในการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ โดยสามารถที่จะใช้ความรู้ด้านต่างๆ ร่วมกันทำงาน สร้างนวัตกรรม ประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้ถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์การสร้างสรรคให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น นักเรียนได้ฝึกการออกแบบและบูรณาการ พร้อมทั้งทราบที่มาและเหตุผลในการออกแบบก่อนที่จะทำงานจริงโดยนักเรียนเป็นเจ้าของการเรียนรู้ของตนเอง นักเรียนเป็นผู้ริเริ่มจัดกระบวนการเรียนรู้ รู้สึกว่าการเรียนมีคุณค่า และให้กระบวนการเรียนรู้เป็นปรากฏการณ์ทางสังคมโดยการสร้างบรรยากาศให้เรียนแบบพึ่งพาเป็นกลุ่ม สอดคล้องกับ Ralph Katz (2009) กล่าวว่าแนวทางการสร้างนวัตกรรม คือกระบวนการที่นำเอาความคิดสร้างสรรค์ไปใช้พัฒนาสิ่งที่มีประโยชน์ เช่น สินค้า บริการ กระบวนการ ต้นแบบทางธุรกิจ หรือแนวทางปฏิบัติงาน ดังนั้นความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นจุดกำเนิดของนวัตกรรม ด้วยความคิดสร้างสรรค์ โดย 1) รวมความต้องการจากลูกค้า ลูกค้าย่อมจะมีข้อเสนอแนะต่อผลิตภัณฑ์ กระบวนการ หรือ บริการในรูปแบบความต้องการจะต้องลำดับความสำคัญของความต้องการว่าอะไรสำคัญที่สุดและพัฒนาสิ่งนั้น 2) การมีส่วนร่วมกับกลุ่มผู้ใช้สินค้า การออกแบบเอาใจเขามาใส่ใจเรา (Empathetic design) การมีส่วนร่วมกับกลุ่มผู้ใช้สินค้า ศึกษาวีถีชีวิตในชีวิตประจำวันของลูกค้า เพื่อนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของตนเองต่อผลิตภัณฑ์นั้น นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากรได้มีความสามารถในการทำงานเป็นระบบแต่นักเรียนต้องการให้ครูช่วยแบ่งงานออกเป็นส่วนย่อยๆ เพราะนักเรียนยังไม่มีประสบการณ์ในการทำงานที่มีลักษณะเป็นนวัตกรรม และอยากทราบสาเหตุและเหตุผลของการทำงานแต่ละอย่าง แต่ละขั้นตอนทำให้ต้องใช้เวลานานและบางส่วนต้องใช้เวลานานกว่าเวลาเรียน นักเรียนถึงจะเข้าใจและสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถผลสรุป 2 ประเด็นดังนี้

ประเด็นที่ 1 ผลดีต่อครูผู้สอนพบว่า ในงานสอนของครูร่วมมือร่วมใจ เพิ่มความรู้สึกลงในการทำชุมชนการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) โดยไม่รู้ตัวสอดคล้องกับเป้าหมายของโรงเรียนมากขึ้น โดยเพิ่มความกระตือรือร้นที่จะ ต้องการร่วมกันเรียนรู้และรับผิดชอบต่อการพัฒนาการทักษะการสร้างสรรคนวัตกรรมของนักเรียนถือเป็นการเรียนรู้ซึ่งส่งผลให้การปฏิบัติการสอนในชั้นเรียนให้มีผลดียิ่งขึ้น กล่าวคือ มีการค้นพบความรู้ และความเชื่อที่เกี่ยวกับวิธีการสอนแบบบูรณาการและตัวผู้เรียนซึ่งที่เกิดจากการเข้าใจเพื่อนร่วมโรงเรียน เข้าใจหลักสูตร รวมถึงเข้าใจในด้านเนื้อหาสาระ ที่ต้องจัดการเรียนรู้ได้แตกฉานยิ่งขึ้น ตระหนักถึงบทบาทและพฤติกรรมการสอนที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด สนใจ

ศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องนอกจากสาระของตนเอง อีกทั้งเป็นผลให้เกิดแรงบันดาลใจที่จะพัฒนา และเห็นคุณค่าต่อการปฏิบัติงานให้ดียิ่งขึ้น มีความก้าวหน้าในการปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนรู้ให้ สอดคล้องกับลักษณะผู้เรียนและเพื่อนร่วมงานได้อย่างเด่นชัดมีความผูกพันที่จะสร้างการเปลี่ยนแปลง ใหม่ๆ กับตนเอง เพื่อนร่วมงาน และโรงเรียนให้ปรากฏอย่างเด่นชัดและยั่งยืน **ประเด็นที่ 2** ผลดีต่อ ผู้เรียนพบว่า สามารถทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี สูงขึ้นอย่างเด่นชัด มีความเข้าใจในบูรณาการความรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทาง วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้ เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหา และการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อ ค้นพบใหม่ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้ หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ นำไปสู่การ เกิดประโยชน์ทั้งในส่วนของผู้สอนและผู้เรียน

2.2 ผลการศึกษาความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนการสอน ภายหลังจากใช้รูปแบบโดย ภาพรวมและองค์ประกอบย่อย คือ 1) ด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอน 2) ด้านพฤติกรรม การสร้างสรรค์นวัตกรรม

ภาพรวมต่อความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนการสอนอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุดทุกด้าน ยอมรับกับสมมติฐานงานวิจัยที่อยู่ในระดับเห็นด้วยมากขึ้นไป ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการสร้างสรรค์ นวัตกรรม พัฒนาให้นักเรียนแสวงหาคำตอบและวิธีการที่เหมาะสมเพื่อแก้ปัญหา นั่น ครูต้องอาศัย วิธีการทั้งศาสตร์และศิลป์ร่วมกัน บูรณาการ และเมื่อพิจารณาการจัดรูปแบบการเรียนการสอนใน ระยะเวลา (สัปดาห์ที่ 1-2) ผู้วิจัยได้ออกแบบโดยคำนึงถึงแบบการเรียนรู้และความสามารถพื้นฐาน ของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพของตนเอง แต่หลังจากนั้นระหว่างเรียน (สัปดาห์ที่ 3-4) ผู้วิจัยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนให้สอดคล้องกับแบบการเรียนรู้ของ ผู้เรียน เพราะจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้สิ่งใหม่ได้มากกว่า และเมื่อผู้เรียนมีความสามารถเพิ่มขึ้น แล้ว ผู้สอนควรใช้รูปแบบการสอนที่สอดคล้องกับแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมให้ ผู้เรียนได้พัฒนาแบบการเรียนรู้ของตนให้กว้างขึ้นเพื่อผู้เรียนจะสามารถเลือกใช้แบบการเรียนรู้ให้ เหมาะสมกับงานที่แตกต่างกันได้ต่อไปโดยไม่ติดขัดกับแบบการเรียนรู้แบบใดแบบหนึ่งเพียงแบบเดียว ประกอบกับการที่ผู้สอนให้นักเรียนจัดกลุ่มเพื่อให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมเป็นกลุ่มด้วยการร่วมมือกัน เรียนรู้ (Collaborative Learning) ได้ร่วมคิด ร่วมแก้ปัญหา ร่วมสร้าง และทำงานเป็นทีมที่มีลักษณะ ต้องอาศัยความสามารถที่แตกต่างกันของแต่ละคนในทีม นักเรียนต้องการร่วมกันแสดงความคิดเห็น และร่วมกันใช้ความสามารถที่มีอยู่ในการทำงานนั้น นักเรียนก็ได้รับการตอบสนองให้ร่วมกันทำงาน เป็นกลุ่มจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554) ได้กล่าวเกี่ยวกับการร่วมมือกันเรียนรู้ว่า การร่วมมือกันเรียนรู้เป็นกระบวนการของการค้นพบ การสร้างความหมาย ความรู้ถูกสร้างขึ้นอยู่ตลอดเวลาผ่านการแลกเปลี่ยนแบบร่วมมือกัน วัตถุประสงค์ของการร่วมมือกันเรียนรู้เพื่อที่จะกระตุ้นนักเรียนด้วยปัญหา เป็นขั้นตอนการทำงานเพื่อ สร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่งขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการของ มนุษย์ และกิจกรรมการเรียนการสอนได้สอดแทรกศิลปะในการชีวิตซึ่งเป็นส่วนที่นักเรียนได้ใช้ใน ชีวิตจริง เป็นการทำงานให้มีความสุขและมีมุมมองในโลกที่สามารถอธิบายได้ด้วยภาพสอดคล้อง กับ Watthananon (2018) ว่าการผสมผสานศิลปะเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้เป็นผลให้นักเรียนสามารถ

ถ่ายทอดและประยุกต์ใช้การคิดเชิงแนวคิดด้วยความคิดสร้างสรรค์หรือจินตนาการมากขึ้น โดยจินตนาการเป็นสิ่งสำคัญของการเรียนรู้ที่กระตุ้นการคิดของผู้เรียนและสื่อสารความคิดในรูปแบบของดนตรีและการเคลื่อนไหว ซึ่งเหมาะกับทักษะที่เด็กในศตวรรษที่ 21

1) ความคิดเห็นต่อด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอนอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุดทุกด้าน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรูปแบบที่พัฒนาขึ้นสอดคล้องกับความต้องการในการพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม และนักเรียนภูมิใจในผลงานที่ทำและนำไปสู่การเผยแพร่ในผลงาน มีการสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ สามารถเผยแพร่ผลงานได้ ภูมิใจในผลงานของตน มีกิจกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มร่วมคิดร่วมทำ การเรียนการสอนทำให้ให้นักเรียนมีกระบวนการคิดเชื่อมโยง และสัมพันธ์เป็นระบบสมเหตุสมผล ด้วยการดำเนินการเรียนการสอน มีการใช้เทคนิคการมีกิจกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มทุกกิจกรรม นำครุมาบูรณาการในการเรียนการสอนให้ชัดเจน สอดคล้องกับมาเรียนนิลพันธุ์ และ ศิริวรรณ วณิชพัฒน์ (2557) กล่าวว่าการนำนวัตกรรมไปใช้ (Implementing) เป็นการแปลงสัญญาณที่มีศักยภาพไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆและนำสิ่งเหล่านั้นออกเผยแพร่สู่ตลาด ทั้งภายในองค์กรและภายนอกองค์กรแต่สัญญาณที่ว่าจะไม่เกิดขึ้นเพียงชั่วครั้งชั่วคราวเท่านั้นแต่จะเกิดขึ้นตลอดการทำงาน และยังสอดคล้องกับบุษงค์ โรจน์แสงรัตน์ (2559) กล่าวว่า กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) เป็นการเข้าใจปัญหา นิยามปัญหา กำหนดขอบเขตของปัญหา นิยามนี้เกี่ยวข้องกับกลุ่มเป้าหมาย ผู้บริโภค จุดประสงค์ในการออกแบบ และค้นหาข้อมูลเพื่อสร้างแรงบันดาลใจ (Inspiration) เป็นขั้นตอนในการสร้างแรงบันดาลใจในการทำงาน และเป็นค้นพบปัญหา และการแก้ปัญหาจากแหล่งข้อมูล โดยมี**ด้านนักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นต้องเชื่อมโยงในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่**มีระดับพฤติกรรมในระดับเห็นด้วยมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการร่วมกันทำงานกลุ่ม การศึกษาข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มผู้มีความคิดต่าง เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ นักเรียนได้แลกเปลี่ยนการเรียนรู้กับเพื่อนและครูโดยเฉพาะครูที่มีความรู้มีความสามารถหลายด้านและหลายคนที่ มี Theme เดียวกันหลักการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ (Integration Learning) เป็นการบูรณาการหมายถึงการนำศาสตร์สาขาวิชาต่างๆ ที่มีเนื้อหาสำคัญเกี่ยวข้องกับการจัดประสบการณ์เรียนรู้เกิดการเรียนรู้สิ่งต่างๆ อย่างสัมพันธ์เชื่อมโยงต่อเนื่องกลมกลืนกัน สอดคล้องกับสภาพจริงของผู้เรียน ครอบคลุมมีความหมาย อีกเหตุผลหนึ่งนักเรียนทราบถึงความจำเป็นในการเรียนรู้และมีการบูรณาการในการประเมินงานของนักเรียนจากผู้เกี่ยวข้อง จนสามารถนำไปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาและประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ในลักษณะของ วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนา (2562) กล่าวว่า การบูรณาการคือการผสมผสานเข้าด้วยกันการผสมผสานองค์ความรู้ตั้งแต่ 2 องค์ความรู้ขึ้นไปเข้าด้วยกันอย่างลงตัวและเป็นระบบ ช่วยทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ Concept ในลักษณะที่เชื่อมโยงกันอย่างบูรณาการ ตอบสนองธรรมชาติ ความต้องการ และความสนใจของผู้เรียน เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการและสภาพชีวิตจริงของผู้เรียน การบูรณาการสามารถได้หลายรูปแบบ เช่นการบูรณาการเนื้อหา (Integration of Subject Area) การบูรณาการการเรียนรู้ (Integration of Learning Process) และการบูรณาการเป้าหมายโครงการเรียนรู้ (Integration of Learning Outcome)เป็นการนำตนเองเข้าไปทำกิจกรรมใหม่ๆ เพื่อสร้างประสบการณ์ใหม่ นอกจากนี้ในกระบวนการพัฒนาจะเน้นให้ความสำคัญกับนักเรียนในการมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอน ตั้งแต่ในการกำหนดวิธีการในการประเมินตามความรู้ความสามารถของแต่ละบุคคล

และการร่วมมือกันระหว่างเพื่อนครูด้วยกัน มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ สอดคล้องกับ Lardiaba & S (1970) ครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะนำในการทำกิจกรรมแบบหน่วย ผู้เรียนต่างๆ แบ่งงานกันทำตั้งนั้น การผสมผสานทุกด้านเข้าด้วยกัน เป็นสิ่งสำคัญยิ่ง ผู้เรียนควรได้รับคำแนะนำให้ สังเกตค้นคว้าหาว่า กิจกรรมของตนเองสามารถตอบคำถามของกลุ่มใหญ่ได้อย่างไร และการเสนอผลงานของตนเองให้เพื่อนๆ ที่ไม่ได้ทำกิจกรรมตรงส่วนนั้นได้เข้าใจอย่างลึกซึ้ง ทำให้เกิดความเต็มใจ เชื่อใจในการพัฒนาความรู้ของตนและสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่ง คือได้รับการสนับสนุนจากฝ่ายบริหารในการสนับสนุนด้านวัสดุ อุปกรณ์ และอำนวยความสะดวกในเรื่องต่างๆ จึงทำให้เกิดความมั่นใจและเชื่อมั่นในการปฏิบัติ ด้านนักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายเชื่อมโยงการนำความรู้ไปสู่การสรุปสาระสำคัญ มีระดับพฤติกรรมในระดับเห็นด้วยมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เน้นและให้เห็นถึงความสำคัญของการเข้าถึงความเข้าใจที่มีมาก่อน (ประสบการณ์เดิม) รวมถึงการถ่ายโยงการเรียนรู้ ร่วมในการอภิปรายความรู้ ในนวัตกรรมที่สร้างขึ้น กระบวนการทำงาน เป็นการกำหนดการทำงานเชื่อมโยงความคิด มีการพิจารณาถึงโอกาสความสำเร็จ (Opportunity Recognition) เป็นการเชื่อมโยงความคิดระหว่างแนวคิดใหม่ที่ได้ไปสู่ภาวะของความสำเร็จ พร้อมกับให้น้ำหนักแนวคิดนั้นๆ ว่ามีโอกาสที่จะสำเร็จมากน้อยเพียงใด ซึ่งหมายถึงการที่นักเรียนสามารถนำข้อค้นพบที่ได้จากการวิจัยไปใช้ประโยชน์สู่สังคมในกระบวนการของรูปแบบขั้นที่ 6 ประเมินผล สอดคล้องกับแนวคิดการแสดงผลงานทางการบูรณาการ และสอดคล้องกับมนตรี สมไรชิงและคณะ (2560) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เพื่อพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างสร้างสรรค์ ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาทักษะและกระบวนการที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตผ่านการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติ ซึ่งเป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) ซึ่งเป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี หรือศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อนำ ไปสู่การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา ที่ใช้เป็นมาตรฐานสากล และเป็นส่วนหนึ่งของผู้วิจัยใช้ในกระบวนการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนครั้งนี้ ด้านนักเรียนมีการนำหลักการเปรียบเทียบโดยใช้หลักเกณฑ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ เพื่อคัดเลือกแบบที่มีความเหมาะสมที่สุดจากแนวคิดกล่าวเป็นผลทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้อย่างเข้าใจ และนำข้อค้นพบจากการเรียนรู้ด้วยตนเองไปใช้ มีความภาคภูมิใจในผลงานของตนเองในฐานะเป็นส่วนหนึ่งของสมาชิกกลุ่มที่ร่วมคิด ร่วมสร้าง และร่วมพัฒนางานวิจัยจนประสบผลสำเร็จ ด้านนักเรียนมีการตรวจสอบคุณภาพนวัตกรรม ที่ว่าการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น มีความยืดหยุ่น มีความรับผิดชอบร่วมกัน เคารพในความคิดเห็นคุณค่า และเข้าใจบทบาทของผู้อื่น เพื่อทำงานให้บรรลุเป้าหมายร่วมกัน ซึ่งจะส่งผลต่อการมีคุณลักษณะด้านสร้างสรรค์ของนักเรียนในด้านต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการจัดการเรียนการสอน

2) ความคิดเห็นต่อด้านด้านพฤติกรรมกรรมการสร้างสรรค์นวัตกรรมอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุดทุกด้าน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนได้มีการสร้างผลงานของตนเองร่วมกันทำงาน วางแผน ร่วมคิด ทำให้เกิดความภาคภูมิใจ นักเรียนมีการรวบรวมข้อมูลก่อนทำงานและได้บันทึกข้อมูลเป็นขั้นตอนเป็นระบบ นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นต้องเชื่อมโยงการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี หรือศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้ การสร้างสรรค์

นวัตกรรมทางเทคโนโลยี เป็นสิ่งที่สังเคราะห์มาจากความรู้ ความคิดสร้างสรรค์ และทรัพยากรทางเทคโนโลยี มีวิธีการปฏิบัติที่ชัดเจน สร้างสิ่งใหม่ๆ อาจเป็นได้ทั้งแนวคิดหรือวัตถุสิ่งของใหม่ เกณฑ์การตัดสินความใหม่ พิจารณาจากนักเรียนนำไปปฏิบัติแล้วเกิดประโยชน์ยังสอดคล้องกับ H. Kim และ Chae (2016) กล่าวว่าหลักสูตร STEAM จะช่วยพัฒนาการรู้หนังสือ STEAM และความสามารถในการแก้ปัญหาและเพิ่มความสนใจและความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งในโรงเรียนประถมศึกษาและมัธยมศึกษา นักเรียนควรศึกษา STEAM เป็นสิ่งจำเป็นที่จะหล่อเลี้ยงความคิดสร้างสรรค์และเพิ่มความสามารถในการทำงานของคนของวันนี้ที่จะนำไปสู่การพัฒนาในอนาคตทั้งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **ด้านการจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้และทำงานร่วมกับเพื่อนได้** มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ครูใช้วิธีการสอนด้วยการใช้เทคนิควิธีการต่างๆ ครูการจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีความสามารถในการกระทำที่มีลักษณะ เป็นขั้นตอนนักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นต้องเชื่อมโยงการเรียนรู้เนื้อหาใหม่มีนักเรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติกิจกรรมที่เน้นการร่วมมือกัน ครูเปิดโอกาสให้ซักถาม และมีส่วนช่วยในการเสนอและตั้งแต้กระบวนการจัดการเรียนรู้ STEAM ครูวิทยาศาสตร์มีส่วนช่วยในขั้นที่ 1 การระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล (Discover) มาก ครูคณิตศาสตร์มีส่วนช่วยขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute) มาก ครูศิลปะและเทคโนโลยีมีส่วนช่วยขั้นที่ 4 พัฒนา (Develop) มาก และครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ครูศิลปะและเทคโนโลยี จะมาร่วมกันในขั้นที่ 5 การทดสอบและประเมินผล (Decision) และขั้นที่ 6 การนำเสนอผลลัพธ์ (Display) และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งเป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี หรือศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อนำ ไปสู่การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน สอดคล้องกับ HyunJu Park et al., (2016) กล่าวว่าบูรณาการและการรวมกันของเนื้อหาที่มีจุดมุ่งหมายในการเชื่อมต่อเนื้อหาของการศึกษาไปสู่ชีวิตจริงในมุมมองแบบองค์รวม ทำให้นักเรียนเข้าใจหลักการสำหรับการดำรงชีวิต การเรียนรู้ และทำงานในโลกยุคเทคโนโลยี **ด้านการจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนได้ถ่ายทอดความคิดของตนเป็นภาษาพูด ภาพเขียนและภาษาเขียน** มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียน เป็นขั้นตอนการแก้ปัญหา หรือสนองความต้องการของนักเรียน ประกอบด้วย กำหนดปัญหาหรือความต้องการ รวบรวมข้อมูลเพื่อแสวงหาวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ โดยแสดงออกมาเป็นรูป การเขียน อธิบาย โดยนักเรียนนิบมใช้ ภาพร่าง ในการอธิบายการทำงาน และใช้ภาพ 2 มิติในการกำหนดเป้าหมายของการสร้างสรรค์นวัตกรรม แต่นักเรียนบางคนสามารถอธิบายด้วยภาพได้ดี บางคนอธิบายด้วยคำพูดได้ดี บางคนสามารถอธิบายด้วยภาพ 2 มิติ หรือ 3 มิติ และพบว่าบางกลุ่มให้เพื่อนเขียนรูปให้อีกคนเป็นผู้อธิบาย และบางคนเป็นผู้นำในการทำงาน เป็นการร่วมมือกันในการทำงานกลุ่มตามความถนัดของตน ในการเลือกวิธีการการสอนให้มีประสิทธิภาพและเลือกเนื้อหาที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้เหมาะสม ผลการประเมินการศึกษาระดับต่างๆ ช่วยสะท้อนถึงสิ่งที่เป็นปัญหาและจำเป็นต้องได้รับการพัฒนา การบูรณาการ และสร้างแบบประเมินที่ใช้งานได้ทุกชั้นงาน ความสามารถในการคิด ประสพการณ์ การให้แนวทางหรือกระบวนการ และหาทางเลือก และสร้างแรงจูงใจสอดคล้องกับ James Bellanca & Ron Brandt (2010) การวัดและประเมินทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นพัฒนาการที่ปรากฏให้เห็นผู้เกี่ยวข้องในการประเมินมีหลายฝ่ายและเกิดขึ้นในทุกบริบท จึงเป็นผล

ของความรู้ทักษะเฉพาะด้าน ความชำนาญการและความรู้เท่าทันด้านต่างๆ เข้าด้วยกัน ทำให้นักเรียนมีความสุขในการเรียนการพัฒนาทักษะเป็นเรื่องสำคัญ ดังนั้นนักเรียนควรได้รับการพัฒนาด้วยวิธีการที่แตกต่างกันตามความเหมาะสมกับแต่ละคน หรือแต่ละกลุ่ม นอกจากนี้นักเรียนมีการคิดเชื่อมโยงความรู้เป็นขั้นตอนทำให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่มีพัฒนานวัตกรรมตามความถนัดของตน สอดคล้องกับผู้เรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิด พัฒนาให้ผู้เรียนถ้อยโยงการเรียนรู้ นอกจากนี้ผู้สอนควรจัดบรรยากาศของการเรียนรู้ให้มีความท้าทาย มีอิสระ มีทรัพยากรสนับสนุน และผู้สอนให้การส่งเสริมผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง และยึดหลักการจัดบรรยากาศการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม ในการจัดการเรียนการสอนให้ประสบผลสำเร็จดังต่อไปนี้ 1) การกำหนดเป้าหมายควรสอดคล้องกับสภาพจริงและเป็นปัญหาในชีวิตประจำวันของนักเรียน 2) การร่วมมือกันในการทำงานกลุ่มของนักเรียนตามความถนัดของตน ในการเลือกวิธีการการสอนให้มีประสิทธิภาพและเลือกเนื้อหาที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้เหมาะสม ผลการประเมิน การศึกษาระดับต่างๆ ช่วยสะท้อนถึงสิ่งที่เป็นปัญหาและจำเป็นที่ต้องได้รับ และ 3) ครูมาบูรณาการในการเรียนการสอนให้ชัดเจน จึงทำให้เป็นเหตุผลหนึ่งให้นักเรียนทราบถึงความจำเป็นในการเรียนรู้และมีการบูรณาการในการประเมินงานของนักเรียนจากผู้เกี่ยวข้อง

2.4 นอกจากนี้หลังเรียนตามคู่มือรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา นักเรียนมีการสร้างสรรค์คุณภาพนวัตกรรมเทคโนโลยีโดยภาพรวมมากถึงมากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก รูปแบบการเรียนการสอน STEAM ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นรูปแบบที่ตอบสนองการพัฒนาการสร้างสรรค์คุณภาพนวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียน โดยกระบวนการของการจัดการเรียนรู้ 6DS Model ทั้ง 6 ชั้นของรูปแบบ มีการใช้สถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่ตอบสนองความต้องการในการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างต่อเนื่องและหลากหลาย มีกิจกรรม และสื่อ-อุปกรณ์การสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ร่วมกันคิดแก้ปัญหา เป็นเครื่องมือในการออกแบบดีไซน์ เป็นผู้นำ ผู้ตาม การทำงานตามความสามารถของตนเอง และพิจารณาสาเหตุของปัญหาที่แท้จริงพร้อมแนวทางการแก้ไขโดยเน้นการสร้างสรรค์ผลงาน สอดคล้องกับ Jacobs (2010) และสามารถที่จะเชื่อมโยงการเรียนรู้ต่างๆ และการนำไปใช้ประโยชน์สู่สังคมและชุมชนที่เกี่ยวข้องได้จริง ตลอดจนการวิเคราะห์ข้อมูลและการสรุปผลและอภิปรายผล ภายใต้การจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ในเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์และด้านเทคโนโลยีด้วยตนเอง ด้านนักเรียนมีแนวคิดโดยใช้องค์ความรู้ ทำสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากเดิม ระดับพฤติกรรมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด เนื่องจากนักเรียนได้สร้างสรรค์นวัตกรรมตามแบบ Design Thinking และ 6 Ds Model ในขั้นที่1 การกำหนดปัญหา และขั้นที่2 การแก้ปัญหา ซึ่งจะเป็นตัวบอกว่านวัตกรรมนั้นมีลักษณะอย่างไรและมีความสำคัญขนาดไหน บอกคุณลักษณะของการพัฒนาว่าควรจะไปในทิศทางใดและมีปัญหาอะไรในการทำงานเป็นส่วนสำคัญของกระบวนการที่ใช้การทำงานร่วมกัน การแก้ปัญหาหระดมความคิด เป็นส่วนการแก้ปัญหา พัฒนาและร่วมกันทำงานให้ถึงจุดมุ่งหมายเป็นการตอบสนองต่อความคิดและส่วนย้อนกลับเพื่อให้ทราบว่ามื่อไรดีเกิดความภาคภูมิใจ ได้ลงมือทำงานตามความคิดตนเอง มีการทำงานกลุ่ม มีการคิดค้นหาปัญหา ในการพัฒนานวัตกรรมโดยใช้การบูรณาการความรู้ ซึ่งเป็นส่วนที่มีความสำคัญเริ่มต้นในการทำนวัตกรรมต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับ เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว (2557) กล่าวว่าความมุ่งหมายที่จะสอนเนื้อหาสาระที่สำคัญ

เป้าหมายของการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แนวคิดหลักที่ตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้ของสาระการเรียนรู้วิชาต่างๆ พัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21 โดยเน้นการคิดวิพากษ์ การแก้ปัญหา ความร่วมมือร่วมใจ และการสื่อสารในรูปแบบที่หลากหลาย ในการตอบคำถามนำ (Driving Question) และสร้างสรรค์งานที่มีคุณภาพ ผู้เรียนต้องลงมือทำมากกว่าการท่องจำข้อมูล ใช้ทักษะการคิดขั้นสูง และเรียนรู้การทำงานร่วมกันเป็นทีม มีสื่อสาร ต้องรับฟังผู้อื่นและถ่ายทอดความคิดของผู้เรียนให้ผู้อื่นเข้าใจ ต้องสามารถหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ได้รวมทั้งสามารถเขียนหรืออธิบายผ่านวิธีการที่หลากหลายได้อย่างชัดเจนและทำการนำเสนอได้อย่างมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับ James Bellanca & Ron Brandt (2010) การวัดและประเมินทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นพัฒนาการที่ปรากฏให้เห็นผู้เกี่ยวข้องในการประเมินมีหลายฝ่ายและเกิดขึ้นในทุกบริบท จึงเป็นผลของความรู้ทักษะเฉพาะด้าน ความชำนาญการและความรู้เท่าทันด้านต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้ประสบความสำเร็จ ดังนั้นจะต้องเป็นการประเมินผลเชิงคุณภาพ เน้นการปฏิบัติจริง บูรณาการวิธีการประเมินและใช้เครื่องมือวัดที่หลากหลาย สร้างนวัตกรรมของนักเรียน และนำประโยชน์ของผลสะท้อนจากการปฏิบัติของนักเรียนมาปรับปรุงแก้ไขงาน **นักเรียนมีกระบวนการพัฒนานวัตกรรมเป็นการที่นำสู่การพัฒนาต่างๆและนักเรียนมีกระบวนการคิดเชื่อมโยง และสัมพันธ์เป็นระบบสมเหตุสมผล** มีระดับพฤติกรรมในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยน้อยสุด โดยนักเรียนได้ออกแบบผลงานก่อนที่จะดำเนินการสร้างผลงานก่อนที่จะลงมือทำเป็น การสร้างต้นแบบ (Prototype) มีเป้าหมายเพื่อจะค้นหาวิธีการที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา แนวคิดการแก้ปัญหาก็จะถูกสร้างเป็นต้นแบบขึ้นมาเพื่อทดลอง และเก็บข้อมูลเพื่อนำข้อผิดพลาดมาพัฒนาต่อไป เพื่อให้เรียนรู้, ปรับปรุง และมองหาความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหาในรูปแบบอื่นๆ เพื่อให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างสร้างสรรค์ ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาทักษะและกระบวนการที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตผ่านการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติ โดยเน้นกระบวนการที่ตอบสนองความต้องการในการเรียนรู้ของนักเรียนสอดคล้องกับ แคทซ์ (2549) ได้อธิบายว่า นวัตกรรมมีกระบวนการที่เริ่มจากการกระทำที่สร้างสรรค์สองอย่าง ได้แก่ การก่อเกิดความคิดใหม่ และการรับรู้ถึงสิ่งที่เป็นโอกาส โดยก่อนอื่น คนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับสิ่งใหม่เสียก่อน บางครั้งการก่อเกิดความคิดใหม่อาจจะอยู่ในรูปของความเข้าใจด้านเทคนิคล้วนๆ แต่ยังไม่รู้ว่าจะนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้อย่างไรส่วนใหญ่แล้วสิ่งที่จะช่วยให้เกิดความรู้ความเข้าใจที่ลึกซึ้งก็คือ การสังเกตและทำความเข้าใจปัญหา (Problem) หรือโอกาส (Opportunity) การรับรู้ถึงสิ่งที่เป็นปัญหาและโอกาสจะเกิดขึ้น

3. การขยายผลรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ไปขยายผล มีผลดังนี้

1. การขยายผลการใช้การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา พบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 นักเรียนกลุ่มขยายผลหลังเรียนมีทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้เป็นเพราะรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีกระบวนการพัฒนาอย่างเป็นระบบโดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) โดยเริ่มจากขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน (Analysis : R1) ซึ่งทำให้ทราบปัญหาและความต้องการจำเป็นของกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการพัฒนาอย่างแท้จริง โดยอาศัยการวิเคราะห์แนวคิด ทฤษฎีที่ครอบคลุมปัญหาและเป้าหมายที่พบ เพื่อให้ได้หลักการไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลของรูปแบบการเรียนการสอน รวมถึงทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์เอกสาร งานวิจัยต่างๆ ซึ่งทำให้ทราบถึงทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 การเรียนรู้ และทำงานในโลกยุคเทคโนโลยี นำไปสู่แนวคิดการพัฒนานักเรียนที่มีความสามารถอยู่ในสังคมอย่างสร้างสรรค์และมีความสุข สามารถเรียนรู้แบบองค์รวมได้ด้วยตัวเอง (Life-long Holistic) ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงเป็นพื้นฐานสำหรับอนาคต จากการวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และสาระการเรียนรู้ในหลักสูตรสถานศึกษา เอกสารต่างๆ จะช่วยให้ผู้วิจัยมองเห็นแนวทางในการพัฒนาการเรียน การสอนให้มีประสิทธิภาพและเลือกเนื้อหาที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้เหมาะสม มีการผลการประเมินผลในทิศทางเดียวกัน การศึกษาระดับต่างๆ จะช่วยสะท้อนถึงสิ่งที่ปัญหาและความจำเป็นต้องการพัฒนาในอนาคต ในที่นี้คือทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์จุดเน้นในการพัฒนาผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและความต้องการของประเทศ ไทย ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะในการแสวงหาความรู้เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาแบบบูรณาการ โดยครูผู้สอนออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงงานเป็นฐาน การสอนแบบการคิดเชิงออกแบบ และการสอนแบบแบบบูรณาการ การบูรณาการและการรวมเนื้อหา นอกจากนี้ยังได้ศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนวิชาต่างๆที่เกี่ยวข้อง โดยการสังเกต การสอนของครู การสัมภาษณ์ครู และการสัมภาษณ์นักเรียน เพื่อให้ทราบปัญหาที่แท้จริง นำมาหาแนวทางการพัฒนาต่อไป รูปแบบการเรียนการสอนนี้ยังผ่านกระบวนการออกแบบและพัฒนา (Design and Development : D1) โดยการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และเชิงเนื้อหาด้วยวิธีการจัดสนทนากลุ่มโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 7 คน และผู้วิจัยนำมาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพของรูปแบบในภาคสนาม (Field tryout) ก่อนการนำรูปแบบไปใช้จริงในขั้นตอนการนำไปใช้ (Implementation : R2) ตามกระบวนการของรูปแบบ 6Ds Model 6 ชั้น ด้วยการนำเสนอชิ้นงานที่แปลกใหม่ โดยสนทนาถึงผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติการแก้ไขปัญหา แนวทางแก้ไขและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ของผลงานที่สร้างขึ้น และประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่างการวิจัยครั้งนี้ (Assessment : D2) และมีการนำผลมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งก่อนนำรูปแบบไปขยายผล เพื่อการรับรองรูปแบบการเรียนการสอน STEAM ซึ่งพบว่ารูปแบบการเรียนการสอนสามารถนำไปใช้กับนักเรียนของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากรและโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ที่มีนักเรียนในลักษณะเดียวกันนี้ได้ ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยี ศิลปะ คณิตศาสตร์ ของครูทั้ง 2 โรงเรียน มีเป้าหมายเดียวกันในการพัฒนานักเรียนด้าน บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลปะ คณิตศาสตร์ และเป็นเป้าหมายหลักของประเทศไทย โดย จัดการเรียนการสอนวิชาเทคโนโลยีให้กับนักเรียนเป็นหลัก และใช้รายวิชาต่างๆ เป็นบูรณาการเสริม เพื่อให้ให้นักเรียนได้ข้อค้นพบที่เป็นความรู้ในศาสตร์ทางด้านต่างๆ ในมุมมองแบบองค์รวมด้วยตนเอง สอดคล้องกับ Park et al., (2016) มีจุดมุ่งหมายเพื่อแสวงหา มีรากฐานและแรงจูงใจโดยการ สนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเองและสร้างแรงบันดาลใจความสนุกสนานในการเรียนรู้รวมถึงการ เชื่อมโยงเนื้อหาเข้ากับประสบการณ์การเรียนรู้จากบุคคล มีการบูรณาการและการรวมเนื้อหา หมายถึง บูรณาการและการรวมกันของเนื้อหาที่มีจุดมุ่งหมายในการเชื่อมต่อเนื้อหาของการศึกษาไปสู่ชีวิตจริง ในมุมมองแบบองค์รวม นักเรียนทั้ง 2 โรงเรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน เช่น ความพร้อม ในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ความสามารถพื้นฐานด้านต่างๆ มีความเข้าใจในการเรียนรู้แบบบูรณาการ ความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมเป็นต้น และนักเรียนมีความต้องการเกี่ยวกับกิจกรรมการ เรียนการสอนโดยเน้นให้มีสื่อการเรียนการสอนที่เข้าใจง่าย มีการบูรณาการ ความต้องการและ ตระหนักการนำความรู้ด้านต่างๆ ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนามาจากสภาพปัญหาและความต้องการของนักเรียนในลักษณะ เดียวกันนี้ และมีการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ มีการนำไปใช้จริง และประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของรูปแบบ และปรับปรุงแก้ไขรูปแบบให้สมบูรณ์ก่อน นำไปขยายผล นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ประสานงานกับคณะ ครูผู้สอนโรงเรียนสาธิตแห่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา เพื่อขอความร่วมมือ และชี้แจงวัตถุประสงค์ในการขยายผลการวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งแนะนำวิธีการใช้ตามรายละเอียดในคู่มือ การใช้การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์ นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งประกอบด้วย แนวทางการนำรูปแบบการ เรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา (6Ds Model) ไปใช้ ข้อควรปฏิบัติก่อนการใช้รูปแบบ แนวทางการจัด กิจกรรมการเรียนการสอน ความเป็นมาและความสำคัญของการพัฒนารูปแบบ แนวคิดพื้นฐานในการ พัฒนารูปแบบ องค์ประกอบของรูปแบบ ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ปัจจัยในการนำรูปแบบไปใช้ ตัวอย่างหน่วย และแผนการจัดการเรียนรู้ ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล แบบประเมิน รวมทั้งได้ชี้แจงวิธีดำเนินการเก็บ รวบรวมข้อมูล เครื่องมือ และระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยละเอียดเพื่อให้การดำเนินงาน สอดคล้องกับการนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยมากที่สุด ดังนั้นในการขยายผลการวิจัยครั้งนี้ จึงทำให้อารมณ์แบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม ทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา มีประสิทธิภาพ นักเรียนส่วนใหญ่มีความพร้อมในการเรียนรู้ สิ่งใหม่ๆ ประกอบกับครูใช้การบูรณาการและกำหนดเป้าหมายเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการ จัดการเรียนรู้อย่างมีความสุข และกระตุ้นให้นักเรียนมีการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องผ่านกิจกรรมที่

หลากหลาย และยังใช้กระบวนการที่ไม่ซับซ้อนมากนักในระยะแรกของการใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM มีความสำคัญในด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะและกระบวนการในการดำเนินชีวิตประจำวัน ได้แก่ ขั้นที่1 การระบุปัญหา (Define) คือ การนำเข้าสู่กิจกรรม พร้อมกับใช้คำถามเพื่อกระตุ้น ให้ร่วมกันระดมความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงปัญหา ขั้นที่2 รวบรวมข้อมูล (Discover) คือการจัดลำดับเป้าหมายและข้อจำกัด ศึกษาค้นคว้าหาเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์บริบทของการ จัดการเรียนรู้ จัดลำดับจุดประสงค์ และขั้นที่3 การวางแผนและพัฒนา (Develop) คือ มีการบูรณาการโดยเป็นกระบวนการให้นักเรียนได้พบเป้าหมายและใช้ในการอ้างอิง การประเมินผล การเลือกวิธีแก้ปัญหาด้วยการอธิบาย ซึ่งแม้ว่าจะเป็นขั้นตอนที่ยังไม่ค่อยมีความซับซ้อนมากนัก แต่พบว่าครูต้องให้ความช่วยเหลือนักเรียนอย่างมากเนื่องจากเป็นสิ่งที่นักเรียน เรียนรู้ นักเรียนต้องมีความมุ่งมั่น ตั้งใจ และรับผิดชอบในการเรียนและการทำงานมาก ด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ระยะก่อนเรียนระดับพฤติกรรมมากถึงระยะหลังเรียนระดับ พฤติกรรมมากที่สุดเมื่อพิจารณาจะพบว่าระดับพฤติกรรมเรียนสูงขึ้นเนื่องมาจากมีการกำหนด เป้าหมายในการเรียน วางแผนการเรียนและการทำงานอย่างเป็นระบบ มีการบูรณาการการเรียนการสอน มีทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นมีทักษะการตัดสินใจ และสามารถประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ ซึ่งเป็นลักษณะของผู้เรียนที่มีการเรียนรู้แบบนำตนเอง (self-directed learning) ร่วมกับการใช้เทคนิคการร่วมมือกันเรียนรู้ (Collaborative learning) จึงจะช่วยให้การทำงานสำเร็จได้ ซึ่ง สอดคล้องกับ วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนา (2562) ที่ว่า ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม เป็น ความสามารถในการใช้ความรู้ (Knowledge) จินตนาการ (Imagination) ความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) ความร่วมมือ (Collaborative) ทำให้เกิดนวัตกรรมที่อาจอยู่ในรูปแบบของ ความคิด วิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ครูจึงต้องมีบทบาทในการให้คำแนะนำ ช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด และต่อเนื่องเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันระหว่างครูกับ นักเรียน และนักเรียนกับนักเรียน ช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับประสบการณ์เดิม และขยาย ขอบเขตของความคิดไปสู่การเรียนรู้ในบริบทอื่นเพิ่มเติมเพื่อตอบสนองทักษะการสร้างสรรค์ นวัตกรรมทางเทคโนโลยี และเทคนิคการให้การเสริมแรงของครูเป็นระยะ รวมทั้งการสร้าง ความคุ้นเคยกับนักเรียน เพื่อรับทราบปัญหา และให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันคิดหาแนวทางการแก้ไข ให้เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเรียนตามรูปแบบ นอกจากนี้ยังพบว่าทักษะการสร้างสรรค์ นวัตกรรมในระยะหลังเรียนโดยเฉพาะ ด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ หลังเรียนมี ค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจาก หลักการจัด ประสบการณ์เรียนรู้แบบ STEAM ในขั้นที่ 4.พัฒนา (Develop) คือ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบ ความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน และขั้นที่ 5.การทดสอบและประเมินผล (Decision) คือ การลงมือ ปฏิบัติการแก้ปัญหาตามวิธีการ และขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ และทดสอบชิ้นงานตามเงื่อนไขหรือ ข้อจำกัดที่กำหนด ใน 2 ขั้นตอนหลัง เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้โดยการฝึกปฏิบัติด้วยตนเองอย่างเข้าใจ

โดยมีแนวทางแก้ไขและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ของผลงานที่สร้างขึ้น จะเน้นการให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติทุกขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบด้วยตนเอง โดยมีครูคอยช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และติดตามการทำงานอย่างต่อเนื่อง ครูผู้สอนและนักเรียนทำการเรียนการสอนแบบบูรณาการ ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้และปฏิบัติตัวโดยนำความรู้ที่ได้เรียนมาอธิบายงานภายในกลุ่ม สามารถสื่อสารด้วยข้อความ ภาพ วิธีการได้ ในการเรียนการสอนในรายวิชาต่างๆ และเมื่อนักเรียนไปปรึกษาครูแล้วขยายผลความรู้สู่เพื่อนๆ ทำให้ผลความคิดเห็นมีในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับLardiaba & S (1970) กล่าวว่า การสอนบูรณาการขั้นสรุปกิจกรรม (Culminating Activities) ชั้นนี้ ครูเน้นที่บูรณาการ (Integration) หน่วย ผู้เรียนสรุปกิจกรรม โดยครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะนำในการทำกิจกรรมแบบหน่วย ผู้เรียนต่างๆ แบ่งงานกันทำ ดังนั้นการผสมผสานทุกด้านเข้าด้วยกัน เป็นสิ่งสำคัญยิ่ง ผู้เรียนควรได้รับคำแนะนำให้ สังเกตค้นคว้าหาว่ากิจกรรมของตนเองสามารถตอบคำถามของกลุ่มใหญ่ได้อย่างไร และการเสนอผลงานของตนเองให้ เพื่อนๆที่ไม่ได้ทำกิจกรรมตรงส่วนนั้นได้เข้าใจอย่างลึกซึ้ง การใช้การสื่อความหมายอย่างไรจึงจะมีประสิทธิภาพ วิธีการกลุ่มแลกเปลี่ยนหรือการรายงานการค้นคว้าของตน เป็นโอกาสของการเรียนรู้ที่มีคุณค่า ฝึกการแสดงออกในทางสร้างสรรค์ (Creative Expression) ส่วนด้านการนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดอาจเนื่องจากนักเรียนได้สร้างสรรค์นวัตกรรม เกิดความภาคภูมิใจ ได้ลงมือทำงานตามความคิดตนเอง มีการทำงานกลุ่ม วิชาทฤษฎีวิจารณ์ผลงาน ได้มีการแลกเปลี่ยนความรู้และข้อคิดเห็นระหว่างตนกับเพื่อนในกลุ่มได้ แต่นักเรียนอาจต้องปรับตัวให้เข้ากับการปฏิบัติตัวเข้ากับการเรียนการสอนในรายวิชาต่างๆ ที่เน้นการบูรณาการ (Integration) ด้านลำดับเวลาของเนื้อหาสาระต้องปรับให้เหมาะสมทำให้เกิดผลมาจาก ชั้นที่ 6.การนำเสนอผลลัพธ์ (Display) การนำเสนอชิ้นงานที่แปลกใหม่ โดยสนทนาถึงผลที่เกิดขึ้น เนื่องมาจากเวลาที่ใช้ให้นักเรียนอาจต้องปรับตัวเรื่องแผนดำเนินงาน และครูอาจต้องปรับตัวบูรณาการการเรียนรู้ ลำดับเวลาการเรียน และเมื่อนักเรียนมีข้อสงสัยครูต้องรับฟังปัญหาและเสนอแนวทางแก้ไข สอดคล้องกับเทพกัญญา พรหมขัติแก้ว (2557) กล่าวว่าความมุ่งหมายที่จะสอนเนื้อหาสาระที่สำคัญ เป้าหมายของการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แนวคิดหลักที่ตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้ของสาระการเรียนรู้วิชาต่างๆ พัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21 โดยเน้นการคิด วิพากษ์ การแก้ปัญหา ความร่วมมือร่วมใจ และการสื่อสารในรูปแบบที่หลากหลาย ในการตอบคำถามนำ (Driving Question) และสร้างสรรค์งานที่มีคุณภาพ ผู้เรียนต้องลงมือทำมากกว่าการท่องจำข้อมูล ใช้ทักษะการคิดขั้นสูงและเรียนรู้การทำงานร่วมกันเป็นทีม มีสื่อสาร ต้องรับฟังผู้อื่นและถ่ายทอดความคิดของผู้เรียนให้ผู้อื่นเข้าใจ ต้องสามารถหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ได้รวมทั้งสามารถเขียนหรืออธิบายผ่านวิธีการที่หลากหลายได้อย่างชัดเจนและทำการนำเสนอได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับทำงานการบูรณาการเชิงสร้างสรรค์ (Creative Integration) ของ วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มาร์ุต พัฒนาผล (2562) กล่าวว่า ผู้สอนให้ข้อมูลย้อนกลับเชิงสร้างสรรค์ในลักษณะของการให้ข้อมูลย้อนกลับสรุปผลการเรียนรู้ (Summative feedback) ให้ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียน

สิ่งที่ประสบความสำเร็จ และสิ่งที่ผู้เรียน ควรปรับปรุงแก้ไข และเสนอแนะแนวทางการพัฒนาตนเอง ให้กับผู้เรียนรายบุคคล (Individualize feedback for improvement)

2.ความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบ หลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ยอมรับสมมติฐานงานวิจัยที่อยู่ในระดับเห็นด้วยมากขึ้นไป โดยมีผลความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย มากที่สุดทุกด้าน จะเห็นว่าด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอน พบว่า **นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเองและกับเพื่อนเป็นกลุ่มและนักเรียนได้ฝึกการสร้างสรรค์นวัตกรรมอย่างมีความหมายสื่อสาร และนำเสนอโดยใช้กระบวนการต่างๆ** มีความคิดเห็นมากที่สุดส่วน **นักเรียนมีโอกาสสนทนาข้อซักถามเมื่อมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจมีความคิดเห็นน้อยที่สุด** ด้านพฤติกรรมกรรมการสร้างสรรค์นวัตกรรม พบว่า **ด้านการจัดการเรียนการสอนนักเรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้และทำงานร่วมกับเพื่อนได้มีความคิดเห็นมากที่สุด ส่วนด้านนักเรียนใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ด้วยการใช้เทคนิควิธีการต่างๆ** มีความคิดเห็นน้อยที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพัฒนาผู้เรียนและการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกัน โดยเน้นการทำงานเป็นกลุ่ม เริ่มต้นด้วยคำถาม มีการท้าทายความคิด มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และท้ายสุดให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนนำไปสู่การปรับปรุง และมีการพัฒนาขึ้นจากการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการจัดการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนได้พัฒนาตนเองอย่างเต็มที่ **ครูจัดการเรียนการสอนแบบมีลักษณะกลมกลืนเป็นหัวเรื่อง (Theme) รวมถึงการได้ลงมือปฏิบัติจริงส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ การประเมินผู้เรียนตามสภาพจริงจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย สามารถนำไปชีวิตจริง สอดคล้องกับ (Edward M. Reeve, 2013; พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2551; วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนาผล, 2558) ที่ว่าการมีผู้ประเมินหลายฝ่าย และครูผู้สอนควรประเมินผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง โดยเน้นกระบวนการทำงานและผลผลิตของงานตลอดเวลาการเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และช่วยให้ครูได้ข้อมูลสำหรับการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ และเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน ช่วยให้งานที่ครูมอบหมายแก่ผู้เรียนเกิดความสมบูรณ์มากขึ้น ส่วนนักเรียนได้สื่อสารความคิดของตนเองกับผู้อื่น เปิดรับและตอบสนองความคิดเห็นใหม่ๆของเพื่อน ได้ใช้ความสามารถของตนให้เกิดประโยชน์กับกลุ่มตน แสดงความคิดริเริ่มในการปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ**

ผลสรุปการขยายผล รูปแบบการเรียนการสอน STEAM หลังเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะสร้างสรรค์นวัตกรรมเทคโนโลยีเป็นคุณสมบัติที่มีอยู่แล้วในตัวนักเรียนทุกคนที่ครูสามารถส่งเสริมให้พัฒนาขึ้น เสริมการเรียนรู้ ครูสามารถสร้างและส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะสร้างสรรค์นวัตกรรมเทคโนโลยี โดย 1) เชื่อมั่นความสามารถของนักเรียนและให้ความรู้ตามลำดับเวลาและเนื้อหา 2) สร้างบรรยากาศอิสระในการคิดและปฏิบัติโดยไม่มีการประเมินว่าถูกหรือผิด ส่งเสริมให้นักเรียนได้

พัฒนาที่ให้นักเรียนมีความรู้สึกเป็นอิสระ เป็นตัวของตัวเองและกล้าแสดงออก และ3) มีความเข้าใจความรู้สึกของนักเรียน ทำให้นักเรียนไว้วางใจรู้สึกปลอดภัย การสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน และส่งเสริมการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ไม่บังคับให้เกิดนวัตกรรมขึ้น

ข้อเสนอแนะจากข้อค้นพบในการวิจัยเรื่องการรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1.การนำรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ครูต้องมีการบูรณาการเรียนการสอนในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้ประสบผลสำเร็จ ครูควรรักษาหน้าที่ผู้ชี้นำ (Coach) มากกว่าให้ความรู้ (Teach) มีการทำงานร่วมกัน สามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ครูผู้สอน-นักเรียนมีส่วนร่วมกัน ประเมินและโรงเรียนสนับสนุนให้ครูเตรียมความพร้อมก่อนนำความรู้ไปใช้

2.การนำรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา (6Ds Model) ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้บริหารต้องให้การสนับสนุนครูอย่างเหมาะสมทั้งเวลาและทรัพยากร ผู้บริหารควรสร้างโอกาสให้ครูร่วมวางแผนหลักสูตรและส่งเสริมให้มีการร่วมกันทำงานบ่อยครั้งหรือตลอดไป ครูผู้สอนควรมีการกำหนดแก่นเรื่องการเรียนรู้ (Theme) การเลือกใช้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวัน และการจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการแสวงหาความรู้ของนักเรียน ความพร้อมในเรื่องการวิเคราะห์ความแตกต่างของนักเรียน คุณลักษณะด้านความรับผิดชอบ ความมีวินัย และความมุ่งมั่นในการทำงานของนักเรียน เพื่อวางแผนการจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับลักษณะของผู้เรียน รวมทั้งต้องตรวจสอบความสามารถในการคิดเชิงระบบ

3.ครูควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนทุกคนได้เรียนรู้สิ่งใหม่ด้วยวิธีการอย่างหลากหลายและควรส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มหรือเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการจัดการเรียนรู้ เพื่อสร้างความสนใจ กระตุ้นให้นักเรียนมีการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง เน้นการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นศูนย์กลาง และครูควรให้คำแนะนำ ช่วยเหลือนักเรียนอย่างใกล้ชิดและต่อเนื่อง โดยเฉพาะในระยะแรกของการใช้รูปแบบโดยควรทำอย่างต่อเนื่อง ครูควรชี้ให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1.ควรมีการวิจัยในระยะยาวและเก็บข้อมูลแบบอนุกรมเวลา (Time Series) โดยอาจจะมีการเพิ่มเติมทักษะอื่นๆ ที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ตามการปรับเปลี่ยนรูปแบบการสอนแนวคิด STEAM รูปแบบใหม่ที่ทันต่อการเปลี่ยนแปลงในยุคปัจจุบันที่กระตุ้นให้นักเรียนส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมตนเอง เช่น แบบออนไลน์

2.ควรมีการวิจัยรูปแบบการสอนแนวคิด STEAM เกี่ยวกับประเด็นที่มีการประเมินร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนโดยใช้การประเมินที่หลากหลายในการสร้างสรรค์นวัตกรรม

3.ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการ STEAM ที่เน้นการจัดการเรียนการสอนในการจัดการบริหารหลักสูตร (Curriculum Management) ควรศึกษาวิจัยเรื่องต่างๆ เหล่านี้ อย่างลึกซึ้ง



รายการอ้างอิง

- Ambrose, G.& Harris, P. (2009). *Basics Design: Design Thinking: 8*. USA: Ingram Publisher Services Inc.
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., & Wittrock, M. C. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of bloom's taxonomy of educational objectives(Complete edition)*. . New York: Longman.
- Anthony, S. D. (2012). *The little black book of innovation : how it works, how to do it / Scott D. Anthony*. Boston, Mass. :: Harvard Business Review Press.
- 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.
- Bloom, B., Englehart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H.& Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: Cognitive Domain*. New York: David Mckay.
- Brown, T. (2009). *Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*. New York, USA: HarperCollins Publishers Inc.
- Catherine T. Amelink, Bevlee A. Watford & Glenda Scales. (2012). Developing innovative thinking among engineering undergraduates: Examining the role of slate enabled technology. *Frontiers in Education Conference Proceedings Frontiers in Education Conference (FIE)*, 2012.
- Channarong Wisetsat & Prasart Nuangchalerm. (2019). Enhancing Innovative Thinking of Thai Pre-service Teachers through Multi-educational Innovations. *Journal for the Education of Gifted Young*, 7(3), 409-419.
- Chung, C. C. (2014). Integrated STEAM Education through Global Robotics Art Festival (GRAF). *2014 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)*.
- Dick, W., Carey, L& Carey, J. O. (2005). *The systematic design of instruction / Walter Dick, Lou Carey, James O. Carey* (6th ed ed.). Boston, Mass. : Pearson/Allyn and Bacon.
- Donald J. Treffinger, S. G. I. (1992). *Creative Problem Solving: An Introduction*. Texas ,USA.: Prufrock Press Inc.
- Donald T. Campbell & Julian C. Stanley. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Chicago: Houghton Mifflin.

- Edward M. Reeve. (2013). Implementing Science, Technology, Mathematics, and Engineering (STEM) Education in Thailand and in ASEAN. *A Report Prepared for: The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST)*, 1-22.
- Eisenberg, M. & Berkowitz, B. (2010). Big6 Skills Overview. Retrieved from <http://big6.com/pages/about/big6-skills-overview.php>
- Good, R. G. (1972). *Science--children : readings in elementary science education*. W.C. Brown Co., : Dubuque, Iowa
- Gordon, W., Johnston, R. R., March, P. & Ljungdahl, L. (2005). *Literacy : reading, writing, and children's literature* (2nd ed ed.). Australia :: Oxford University Press.
- Guyotte, K. W., Sochacka, N. W., Costantino, T. E., Kellam, N. N. & Walther, J. (2015). Collaborative Creativity in STEAM: Narratives of Art Education Students' Experiences in Transdisciplinary Spaces. *International Journal of Education & the Arts*, 16(15), 1-38.
- Harlen, W. (1999). Purposes and Procedures for Assessing Science Process Skills. *Assessment in Education*, 6(1), 129-144.
- Harvard Business school. (2555). คัมภีร์นวัตกรรม = *The innovator's toolkit*. กรุงเทพฯ : เอ็กซเปอร์เน็ท.
- Henriksen, D. (2017). Creating STEAM with Design Thinking: Beyond STEM and Arts Integration. *The STEAM Journal*, 3(1), 11.
- HyunJu Park, Soo-yong Byun, Jaeho Sim, Hyesook Han & Yoon Su Baek. (2016). Teachers' Perceptions and Practices of STEAM Education in South Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(7), 1739-1753.
- Jacobs, H. H. (2010). *Curriculum 21 : essential education for a changing world*. Alexandria, Va.: ASCD.
- James Bellanca & Ron Brandt. (2010). *21st century skills : rethinking how students learn*. Bloomington, IN: Solution Tree Press.
- James Bellanca & Ron Brandt. (2554). ทักษะแห่งอนาคตใหม่ : การศึกษาเพื่อศตวรรษที่ 21 = *21st century skills : Rethinking how students learn* / กรุงเทพฯ Openworlds.
- James Bequett & Marjorie Bullitt Bequett. (2012). A Place for ART and DESIGN Education in the STEM Conversation. *ART EDUCATION*, 40-47.
- Jeff Dyer, Hal Gregersen & Clayton M. Chistensen. (2556). นวัตกรรมพลิกโลก = *The innovator's DNA*. นนทบุรี: สำนักพิมพ์ปรมาณู.
- John W. Creswell & Vicki L. Plano Clark. (2011). *Designing and conducting mixed methods research* (2 ed.). Thousand Oaks: Calif : Sage.
- Joyce, B. R. & Marsha Weil. (2004). *Models of teaching* / Bruce R. Joyce, Marsha Weil

- with *Emily Calhoun* (7th ed ed.). Boston :: Pearson/Allyn and Bacon.
- Judith A. Burry-Stock, Dale G. Shaw & Cecelia Laurie Brad S. Chissom. (1996). Rater Agreement Indexes for Performance Assessment. *Educational and Psychological Measurement*, 56(2).
- Khandani, S. (2005). *ENGINEERING DESIGN PROCESS* Pleasant Hill: California.
- Kibler, R. J. (1981). *Objective for instruction and evaluation* Boston: Allyn and Bacon.
- Kim, H.& Chae, D.-H. (2016). The Development and Application of a STEAM Program Based on Traditional Korean Culture. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(7), 1925-1936.
- Kim, J.-O.& Kim, J. (2016). Development of Science-Arts Integrative STEAM Program in Elementary School Using the Educational Robot. *International Journal of Computer Science and Information Technology for Education*, 1(1), 49-54.
- Kruse, K. & Keil, J. (2000). *Technology-based training : the art and science of design, development, and delivery*. San Francisco: Jossey-Bass/Pfeiffer.
- Lardiaba, A. S. & S, A. (1970). *Methods and principles of teaching*. Quezon City: Alemar-Phoenix.
- Lawson, B. (1980). *How designers think*. London: The Architectural.
- Lori A. Fulton & Jamie Simpson-Steele. (2016). Reconciling the Divide: Common Processes in Science and Arts Education. *The STEAM Journal*, 2(2), 1-8.
- Luchs, M. G., Swan, S. & Griffin, A. (2016). *Design Thinking: New Product Development Essentials from the PDMA*. Hoboken, New Jersey: Wiley-Blackwell.
- Margaret E. Maddena, Marsha Baxtera, Heather Beauchampa, Kimberley Boucharda, Derek Habermasa, Mark Huffa, & Gordon Plaguea. (2013). Rethinking STEM Education: An Interdisciplinary STEAM Curriculum. *ScienceDirect*, 2013(Procedia Computer Science 20), 541-546.
- National Research Council. (2011). *Assessing 21st Century Skills: Summary of a Workshop*
- 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.
- Oloruntegbe, K. O. (2010). Approaches To The Assessment Of Science Process Skills: A Reconceptualist View And Option. *Journal of College Teaching & Learning*, 7(6), 11-18.
- Özgelen, S. (2012). Students' Science Process Skills within a Cognitive Domain Framework. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 8(4), 283-292.

- Pernia, E. E. (2008). *Strategy framework for promoting ICT literacy in the Asia-Pacific region*. Bangkok , Thailand: UNESCO Bangkok.
- Plattner, H. (2018). *bootcamp bootleg The d.school*. CA,USA: Institute of Design at Stanford.
- Quah, E. (2015). *Singapore 2065: Leading Insights on Economy and Environment from 50 Singapore Icons and Beyond*: World Scientific Publishing Company Pte Limited.
- Ralph Katz. (2009). *Innovator's Toolkit : 10 Practical Strategies to Help You Develop and Implement Innovation*. Boston, MA, USA: Harvard Business Review Press.
- Riley, S. M. (2012). *Steam Point: A Guide to Integrating Science, Technology, Engineering, the Arts, and Mathematics Through the Common Core*: CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Robert, L. L. I. & Stephen, S. D. (2017). Using STEAM to Increase Engagement and Literacy across Disciplines. *The STEAM Journal*, 3(1), 1-11.
- Rowan Gibson. (2015). *The 4 lenses of innovation : a power tool for creative thinking*. Hoboken, N.J. : Wiley.
- Sooraksa, P., Sakornthanant, S., Jansri, A.& Klomkam, K. (2016). Tree Robot: an Innovation for STEAM Education. *IEEE International, Conference on Real-time Computing and Robotics*, 338-341.
- The United Nations Educational. (2005). *Education for all : Literacy for life.*: Paris : The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization Publishing, 2005.
- Thuneberga, H. M., Salmia, H. S.& Bognerb, F. X. (2018). How creativity, autonomy and visual reasoning contribute to cognitive learning in a STEAM hands-on inquiry-based math module. *Thinking Skills and Creativity*, 29, 153-160.
- Tidd, J.& John, B. (2013). *Managing innovation : integrating technological, market and organizational change* (5th ed. ed.). West Sussex John Wiley.
- Wattthananon, J. (2018). A framework of learning achievement by STEAM education for system analysis and design in case study RMUTT. *Asia-Pacific Journal of Science and Technology*, 23(02), 1-8.
- World Education Forum 2015. (2015). *Education 2030* Republic of Korea,: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Yakman, G. g. (2008). STΣ@M Education: an overview of creating a model of integrative education. *Pupils Attitudes Towards Technology 2008 Annual Proceedings*.
- Yakman , G. g.& Lee, H. (2012). Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 32(6), 1072-1086.

- กาญจนา คุณารักษ์. (2545). *การออกแบบการเรียนการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 2). นครปฐม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2543). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม* (พิมพ์ครั้งที่ 2 (ปรับปรุงเพิ่มเติม). กรุงเทพฯ ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์.
- กิตติพงษ์ พุ่มพวง. (2558). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการเรียนรู้ร่วมกันผ่านสังคมออนไลน์เพื่อพัฒนาทักษะการรู้สารสนเทศ สำหรับผู้เรียนระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์*. (ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศิลปากร, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- กุลชัย กุลตวนิช. (2557). *ระบบการเรียนบนห้องเรียนเสมือนแบบคลาวด์ตามแนวคิดการเรียนรู้ คอนเน็คติวิสม์เพื่อส่งเสริมการรู้สารสนเทศและการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการรู้สารสนเทศสำหรับนิสิตนักศึกษาปริญญาตรี*. (ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- แคทซ์, ร. (2549). *การบริหารจัดการนวัตกรรม = Managing creativity and innovation* กรุงเทพฯ บริษัทเอ็กซ์เปอร์เน็ท.
- จตุภูมิ เขตจัตุรัส. (2560). *วิธีการและเครื่องมือประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน*. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น: ขอนแก่น.
- จรัส อินทลาภาพร. (2558). *การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับครูระดับประถมศึกษา* (ดุษฎีบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จินตนา ศิริธัญญรัตน์. (2556). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการกลยุทธ์การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูงในศตวรรษที่ 21 และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา*. นครปฐม: สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- จิราพร รอดพ่วง. (2559). *การพัฒนารูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้เชิงวิชาชีพเพื่อเสริมสร้างทักษะการจัดการเรียนรู้การคิดอย่างเป็นระบบ และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักศึกษาวิชาชีพครู*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชนินันท์ พงษ์ประมุข. (2557). การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. *สุทธิปริทัศน์*, ฉบับที่ 86 เมษายน - มิถุนายน 2557(ที่ 28), 353-363.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1 (มกราคม - มิถุนายน 2556)), 9-20.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2558). *80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ* (พิมพ์ครั้งที่ 6 (ฉบับปรับปรุง). นนทบุรี พี บาลานซ์ดีไซด์แอนปริ้นติ้ง.
- ชัยวิชิต เขียรชนะ. (2560). การสร้างและการพัฒนาโมเดล/รูปแบบ/แบบจำลอง/ตัวแบบ. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 1(9), 1-11.
- ไชย ณ พล. (2550). *การสร้างสรรค์นวัตกรรม : ศักยภาพการแข่งขันสู่โลกอนาคต / ไชย ณ พล อัครศุภเศรษฐ์*. กรุงเทพฯ Pluspress.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2533). *เทคโนโลยีการสอน : การออกแบบและพัฒนา*. กรุงเทพฯ โอเดียนสโตร์.

- ทิพรัตน์ สิทธีวงศ์. (2559). *การออกแบบระบบการสอน = Instructional system design*. กรุงเทพฯ: วีพริ้นท์ (1991).
- ทิตินา แคมมณี. (2558). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 19). กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว. (2557). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ (Project-Based Learning: PBL). *สสวท*, 188, 14-17.
- ธนกร ชันทเขตต์. (2558). *การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยเน้นคุณลักษณะการเรียนรู้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำหรับนิสิตระดับอุดมศึกษา*. (ศึกษาคณะศึกษาศาสตร์), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ธีรศักดิ์ ภัฏจนพงษ์. (2017). ขนาดองค์กรและการรับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีในประเทศไทย. *TNI Journal of Business Administration and Languages*, 5(2), 23-28.
- นวนน้อย บุญวงศ์. (2542). *หลักการออกแบบ*. กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นันทรัตน์ เครืออินทร์. (2556). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการการสร้างความรู้ด้วยตนเองอย่างมีปฏิสัมพันธ์ของครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้น: สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*.
- น้ำทิพย์ วิภาวิน. (2552). การรู้เรื่องการอ่าน การรู้สารสนเทศ และการรู้เท่าทันเทคโนโลยีสารสนเทศ. *บรรณศาสตร์ มศว*, 2(1), 109-123.
- นุชจรี กิจวรรณ. (2561). กระบวนการคิดเชิงออกแบบ : มุมมองใหม่ของระบบสุขภาพไทย. *Thai Journal of Nursing Council*, 33(No.1 January-March 2018), 5-14.
- เนาวนิตย์ สงคราม. (2557). *การสร้างนวัตกรรม : เปลี่ยนผู้เรียนให้เป็นผู้สร้างนวัตกรรม* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บราวน์, ท. (2554). *คิดเชิงออกแบบ : เทรนด์ใหม่ของธุรกิจยุคนวัตกรรมไม่รู้จบ*. กรุงเทพฯ: มติชน.
- ฝ่ายนิเทศสัมพันธ์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2541). *นวัตกรรม : กุญแจสู่ความสำเร็จของประเทศไทยในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- พยัต วุฒิรงค์. (2557). *การจัดการนวัตกรรม : ทรัพยากร องค์การแห่งการเรียนรู้ และนวัตกรรม = Resource learning organization and innovation*. กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนักบริหาร*, ปีที่ 33 (ฉบับที่ 2), 49-56.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2551). *ทักษะ 5c เพื่อการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ พเยาว์ ยินดีสุขและ ราชชน มีศรี. (2556). *การสอนคิดด้วยโครงการ : การเรียนการสอนแบบบูรณาการทักษะในศตวรรษที่ 21* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- พิชญาณ์ พานะกิจ. (2558). *การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา* (ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศิลปากร, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ภูงค์ โจรณ์แสงรัตน์. (2559). *การพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานเพื่อสร้างสรรค์ผลงานที่ปรากฏอัตลักษณ์ไทยสำหรับนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต*. (ครุศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- มณฑล ศาสนนันท์. (2552). *การจัดการนวัตกรรมและเทคโนโลยี* กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- มนตรี วงษ์สะพาน. (2554). *การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมครูในการสร้างนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์*. (ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- มนตรี สมไร่จิง เพ็ญพร ประมวลสุข ปัญญา สังข์ภิรมย์ วรณีย์ วงศ์พานิชย์ สุวัฏ สอนจันทร์และ ศิริรัตน์ นัตริชชินทร. (2560). *เอกสารประกอบคู่มือครูกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. กรุงเทพฯ: บริษัท อักษรเจริญทัศน์ อจท. จำกัด.
- มาเรียม นิลพันธุ์. (2558). *วิธีวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 9.). นครปฐม ศูนย์วิจัยและพัฒนาทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- มาเรียม นิลพันธุ์และ ศิริวรรณ วณิชพัฒน์วรชัย. (2557). *รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนาวัตกรรมการเรียนรู้ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานแบบมีส่วนร่วมกับชุมชนโดยใช้พิพิธภัณฑ์และแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์*. มหาวิทยาลัยศิลปากร,
- ยีน ภูววรรณและ สมชาย นำประเสริฐชัย. (2546). *ไอซีทีเพื่อการศึกษาไทย* กรุงเทพฯ ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- วรรณทิพา รอดแรงคำมและ พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2542). *การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 2.). กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- วรกร หงษ์โต. (2553). *การพัฒนาแบบชุมชนการเรียนรู้ออนไลน์โดยใช้กระบวนการสร้างความรู้เพื่อการสร้างนวัตกรรมการเรียนการสอนของครูผู้สอนวิชาคอมพิวเตอร์*. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม
- วัชรา เล่าเรียนดี. (2548). *เทคนิคและยุทธวิธีพัฒนาทักษะการคิด การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. นครปฐม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.
- วัชรา เล่าเรียนดี. (2555). *รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด = Thinking skills instructional models and strategies* (พิมพ์ครั้งที่ 9 ฉบับปรับปรุง.). นครปฐม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.
- วิจารณ์ พานิช. (2556). *การสร้างการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ ๒๑*. กรุงเทพฯ: ส. เจริญการพิมพ์.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2554). *นวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนรู้สู่ความเป็นพลเมือง*. กรุงเทพฯ: บริษัท อาร์ แอนด์ ปรินท์ จำกัด.
- วิชัย วงษ์ใหญ่และ มารุต พัฒนาผล. (2558). *กระบวนการค้นคว้าเพื่อเสริมสร้างทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม*. กรุงเทพฯ: จรัสสนิทวงศ์การพิมพ์ จำกัด.

- วิชัย วงษ์ใหญ่และ มารุต พัฒนาผล. (2562). *การบูรณาการเชิงสร้างสรรค์ (Creative Integration)*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผู้นำนวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนรู้, กรุงเทพมหานคร.
- วิชัย วงษ์ใหญ่และ มารุต พัฒนาผล. (2562). *การพัฒนาทักษะสร้างสรรค์นวัตกรรม*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผู้นำนวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนรู้.
- วิลาวัลย์ มาคุ้ม. (2555). คิดอย่าง Innovative thinking. *วิทยาจารย์*, 111(11 (ก.ย. 2555)), 40-43.
- วิไลลักษณ์ ชูช่วยและ อรุณี ลิ้มศิริ. (2551). *คู่มือครู แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี การออกแบบและเทคโนโลยี ม. 4-6* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์พัฒนาพานิชจำกัด.
- วิสูตร โพธิ์เงิน. (2560). STEAM ศิลปะเพื่อสะเต็มศึกษา: การพัฒนาการรับรู้ความสามารถและแรงบันดาลใจให้เด็ก. *วารสารครุศาสตร์*, ฉบับที่ 1 (ปีที่ 45 ประจำเดือน มกราคม-มีนาคม 2560), 320-334.
- ศิริชัย ยศวังใจ. (2558). กระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์. *วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ.*, 8(1), 131-142.
- ศูนย์สร้างสรรค์งานออกแบบ(TCDC). (2016). *เศรษฐกิจสร้างสรรค์ อนาคตเศรษฐกิจโลก...เศรษฐกิจไทย. OUTLOOK จับกระแสเศรษฐกิจสร้างสรรค์*.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2014). *คู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *การออกแบบและเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ สกสค.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *คู่มือการใช้หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ฉบับปรับปรุง 2556*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (Collaborative Problem Solving) บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. กรุงเทพฯ: โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). *มาตรฐานการศึกษาของชาติ พ.ศ. 2561* กรุงเทพฯ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา. (2556). *คู่มือการดำเนินงานโครงการ “หนึ่งโรงเรียน หนึ่งนวัตกรรม” ประจำปี ๒๕๕๖*. กรุงเทพฯ: สำนักพัฒนาและส่งเสริมวิชาชีพ.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). *การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). *การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). *การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสู่พหุปัญญา*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2557). *สภาวิชาการการศึกษาไทยในเวทีโลก ปี2557*. กรุงเทพฯ:

- บริษัท พริกหวานกราฟฟิค จำกัด.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2559). *รายงานการวิจัย แนวโน้มภาพอนาคตการศึกษาและการเรียนรู้ของไทยในปี พ.ศ. 2573*. กรุงเทพฯ: บริษัท 21 เซ็นจูรี จำกัด.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2560-2579)*. กรุงเทพฯ: บริษัท พริกหวานกราฟฟิค จำกัด.
- สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย. (2553). *การเรียนรู้ดิจิทัลเทคโนโลยีโรงเรียนมาตรฐานสากล*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักวิจัยและพัฒนาระบบงานบุคคลสำนักงาน ก.พ. (2560). *ประเทศไทยในบริบทไทยแลนด์ ๔.๐ ภายใต้รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช ๒๕๖๐*. กรุงเทพฯ: สำนักงาน ก.พ.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). สะเต็มศึกษา (ตอนที่ 2): การบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 17(3), 154-160.
- สุเทพ อ่วมเจริญ. (2559). *หลักสูตรและการสอน: ออกแบบ พัฒนา นวัตกรรมและเทคโนโลยี*.
- สุบรรณ เอี่ยมวิจารณ์ ประเสริฐ จรรยาสุภาพ สุรัชย์ กังวลและ สมเกียรติ ชัยพิบูลย์. (2561). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมกลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทย. *วารสารเศรษฐศาสตร์และนโยบายสาธารณะ*, 9(17), 35-52.
- สุรัชย์ มีชาญ. (2004). ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน. *Songklanakarin Journal of Social Sciences and Humanities*, 10(2), 113-126.
- สุวัฒน์ชัย ไชยพันธ์และ สิทธิศักดิ์ รัตนประภาวรรณและ ชิดชัย สายเชื้อ. (2015). การออกแบบผลิตภัณฑ์จากแผ่นเศษเส้นไหม. *วารสารปริชาต มหาวิทยาลัยทักษิณ*, 28(3), 269-289.
- สุวิทย์ เมษินทรีย์. (2560). *ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและการพัฒนาที่ยั่งยืน: กระบวนทัศน์การพัฒนาสู่ประเทศไทย 4.0*. กรุงเทพฯ: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- หทัยภัทร ไกรวรรณและ ปัทมาวดี เล่ห์มงคล. (2560). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์ ปีที่ 32*, มกราคม- เมษายน(ฉบับที่ 1), 123-133.
- แอนโทนี สก็อต ดี. (2557). *คู่มือสร้างนวัตกรรมใน 4 สัปดาห์ = The little black book of innovation*. กรุงเทพฯ: เอ็กซ์เปอร์เน็ท.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ



ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบรูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบ และหน่วย/แผนการจัดการเรียนรู้ด้วย
วิธีการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion: FGD)

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แสงเดือน เจริญนิม	คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พินดา วราสุนันท์	คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปถุณี นัจนฤตย์	คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน	ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะ ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
5. ดร.ปพนวิจน์ ลภัสภิญโญโชค	โรงเรียนบ้านหนองยาว จังหวัด สุพรรณบุรี
6. ดร.สาลินี อุดมผล	สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี
7. ดร.พีชญาณ์ พานะกิจ	โรงเรียนวัดราษฎร์รังสรรค์ จังหวัดสมุทรสาคร
ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	
1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัฒน์ บุญสม	ภาควิชาพื้นฐานทางการศึกษา คณะ ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินทร์ ลัดดาภิรมย์ บุญเชิดชู สาขาวิชาการประถมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร	สาขาวิชาการประถมศึกษา คณะ ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรัญญา จันทร์ชูสกุล	ภาควิชาพื้นฐานทางการศึกษา คณะ ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม	โรงเรียนสาธิตแห่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนา การศึกษา
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจิราพร งามศิริ	โรงเรียนวัดบางหลวง จังหวัดนครปฐม
6. อ.ดร.อุษา มะทะหมัด	

ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริม
ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา



คู่มือ

การใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อ
ส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

INSTRUCTIONAL MODEL BASE ON STEAM
TO ENHANCE TECHNOLOGICAL INNOVATION CREATIVITY SKILLS
OF SECONDARY STUDENTS

(6Ds Model)

นายเอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ

**คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะ
การสร้างสรณ์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
(6Ds Model)**

คำนำ

คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรณ์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาฉบับนี้ เป็นเอกสารที่อธิบายรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอนที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ที่นำรูปแบบการเรียนการสอนนี้ไปใช้ ต้องเข้าใจองค์ประกอบต่างๆ ของรูปแบบการเรียนการสอน ตลอดจนได้ทราบถึงสิ่งที่ควรศึกษา ข้อควรปฏิบัติ แนวทางในการดำเนินการ และจัดเตรียม เพื่อให้การใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรณ์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบ ผู้ที่ต้องการนำไปใช้ จึงควรศึกษาคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนให้เข้าใจชัดเจนก่อน คู่มือฉบับนี้ประกอบด้วยสาระสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

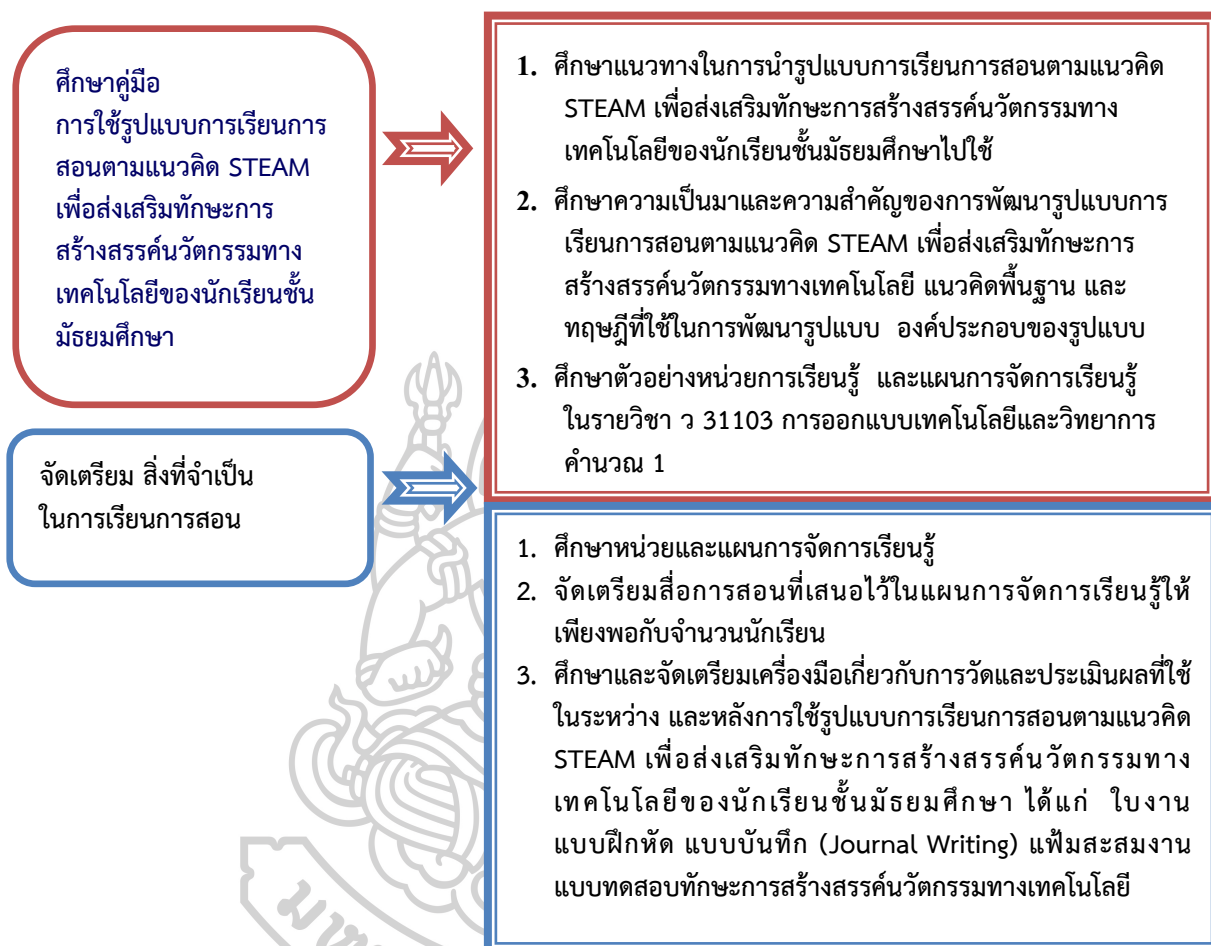
- 1.ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน
- 2.แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน
- 3.องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน
 - 3.1 หลักการ
 - 3.2 วัตถุประสงค์
 - 3.3 กระบวนการจัดการเรียนรู้
 - 3.4 การวัดและประเมินผล
 - 3.5 เงื่อนไขสำคัญในการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ให้ประสบผลสำเร็จ
- 4.ตัวอย่างหน่วย และแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรณ์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
- 5.ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล

แนวทางในการนำรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรณ์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา (6Ps Model) ไปใช้

การนำรูปแบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพไปใช้ให้เกิดประสิทธิผลสูงสุดกับผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญ (Child Center) โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Coach) ดังนั้นก่อนที่จะนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ จึงต้องทราบสิ่งที่ควรศึกษา ข้อควรปฏิบัติ แนวทางในการดำเนินการและจัดเตรียม ก่อนการใช้รูปแบบ ดังต่อไปนี้

ข้อควรปฏิบัติก่อนการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรณ์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ข้อควรปฏิบัติก่อนการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเพื่อเตรียมการที่มีประสิทธิภาพสรุปได้พอสังเขปดังแผนภาพที่ 28



แผนภาพที่ 28 ข้อควรปฏิบัติก่อนการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

การใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา มีรายละเอียดของข้อควรปฏิบัติ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยมีการดำเนินงาน ดังนี้

1.1 ศึกษาแนวทางในการนำรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ไปใช้เพื่อความเข้าใจและปฏิบัติได้เป็นแนวทางเดียวกัน

1.2 ศึกษาความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

แนวคิดพื้นฐาน และทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบ องค์ประกอบของรูปแบบ ซึ่งประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ หลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และเงื่อนไขสำคัญในการนำรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรณ์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ไปใช้ให้ประสบผลสำเร็จ ทำให้เห็นภาพความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ รวมทั้งมีความเข้าใจในคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในรูปแบบการเรียนการสอน

1.3 ศึกษาตัวอย่างหน่วยการเรียนรู้ ในรายวิชาการวิทยาศาสตร์ 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเน้นการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรณ์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา 6Ds ประกอบด้วย 6 ชั้น ได้แก่ ชั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Define) ชั้นที่ 2 ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Discover) ชั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute) ชั้นที่ 4 พัฒนา (Develop) ชั้นที่ 5 ทดสอบและประเมินผล (Decision) และชั้นที่ 6 นำเสนอผลลัพธ์ (Display)

ลักษณะของหน่วย และแผนการจัดการเรียนรู้ มีรายละเอียดดังนี้

1) หน่วยการเรียนรู้มีความยืดหยุ่น และสัมพันธ์กับแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน โดยหน่วยการเรียนรู้ 3 หน่วย ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ 3 แผน แต่ในเอกสารคู่มือฉบับนี้ มีตัวอย่าง 1 หน่วย และ 1 แผน หน่วยการเรียนรู้ มีหัวข้อเรื่องที่สำคัญคือ จำนวนเวลาที่ใช้สอน ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ในด้านความรู้ นอกจากนี้ยังมีหัวข้อ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ คำถามสำคัญ การวัดและประเมินผล กิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนการสอนและทักษะการสร้างสรณ์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี โดยในกิจกรรมการเรียนการสอนได้นำเสนอเป็นแผนภาพแสดงขั้นตอนของกิจกรรมและความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการวัดและประเมินผล พร้อมด้วยเครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินตามสภาพจริงในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ ส่วนแผนการจัดการเรียนรู้ มีหัวข้อสำคัญเช่นเดียวกับ หน่วยการเรียนรู้ บันทึกหลังการเรียนการสอน โดยกำหนดกรอบในการเขียนเป็นประเด็นย่อยๆให้ครอบคลุม และครบถ้วนตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

ทั้งหน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนหลักคงที่ แต่จะเน้นที่การปฏิบัติ ทำงานเป็นกลุ่ม และให้อิสระแก่ผู้เรียนในการคิดและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ในกรณีที่ครูต้องการสอนเนื้อหาอื่นที่ไม่ได้อยู่ในหน่วยหรือแผนการจัดการเรียนรู้ที่เป็นตัวอย่างนี้ เมื่อศึกษาคู่มือเล่มนี้ครบทุกส่วนแล้วสามารถใช้เป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนนี้ขึ้นเองได้

2) หน่วย และแผนการจัดการเรียนรู้ ในแต่ละแผนเน้นการเรียนรู้จากการปฏิบัติตามกระบวนการของรูปแบบ 6 Ds เพื่อให้ผู้เรียนทักษะการสร้างสรณ์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี โดยกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนตั้งคำถามให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ โดยอาศัยการแสวงหาความรู้ที่ตนมีกับสมาชิกในกลุ่ม หาวิธีที่ดีและเหมาะสมที่สุดในการแก้ไขปัญหาเหล่านั้น นำไปสู่การวางแผนและการสร้างสรณ์นวัตกรรมนำความรู้ที่ได้มานำเสนอเผยแพร่ให้กว้างขวางขึ้นจนถึงขยายผลไปสู่ครอบครัวและสังคม การจัด

กิจกรรมเน้นการฝึกทักษะทั้งเป็นกลุ่มและเป็นรายบุคคล ในกรณีที่เป็นกลุ่มจะเน้นให้ผู้เรียนร่วมกันรับผิดชอบในการดำเนินงานให้บรรลุเป้าหมายร่วมกัน แบ่งงานออกเป็นส่วนตัว แบ่งปันประสบการณ์ ท้าทายความคิด นำไปสู่การวางแผนและการสร้างสรรค์นวัตกรรม โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Coach) และคอยให้ความช่วยเหลือ ครูร่วมมือกัน และครูใช้กระบวนการเรียนรู้โดยใช้การกำหนดหัวเรื่อง (Theme) ในการร่วมกันออกแบบการเรียนการสอนบูรณาการ (Integrate) ร่วมกัน ใช้การประเมินที่หลากหลาย โดยประเมินตามสภาพจริง ครอบคลุม 360 องศา มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจน เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง แนวทางแก้ไขและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ของผลงานที่สร้างขึ้น

2. จัดเตรียมสิ่งที่จำเป็นในการสอน ดังนี้

2.1 ศึกษาหน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้

2.2 จัดเตรียมสื่อการสอนที่เสนอไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ให้เพียงพอกับจำนวน

นักเรียน

2.3 ศึกษาและจัดเตรียมเครื่องมือเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลที่ใช้ในระหว่างและหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ได้แก่ ใบงาน แบบฝึกหัด แบบบันทึก (Journal Writing) และแบบทดสอบทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม

แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา มีข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอน ดังนี้

บทบาทของครู ในการดำเนินการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอน ครูควรคำนึงถึงบทบาทต่อไปนี้

1. ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Coach) ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามกระบวนการของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยครูต้องมีทักษะการใช้คำถาม การสื่อสาร การนำเสนอเนื้อหา จัดประสบการณ์การเรียนรู้ ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะทั้งการฝึกทักษะเป็นรายบุคคล และเป็นกลุ่ม โดยการให้แนวทาง ช่วยเหลือ แนะนำ การฝึกทักษะอย่างอิสระและการประมวลทักษะ รวมทั้งการติดตามการนำไปใช้และปฏิบัติ ของผู้เรียนอย่างใกล้ชิดและทั่วถึง (Child Center)

2. ครูเป็นแบบอย่าง (Modeling) ทำหน้าที่เป็นผู้สาธิต หรืออธิบายในบางเรื่องเพื่อแลกเปลี่ยนกับนักเรียน

3. ครูอำนวยความสะดวกในการสร้างบรรยากาศที่ร่วมมือกัน ดูแลให้ผู้เรียนทำงานร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ทั้งต่อตนเองและกลุ่ม และเน้นการเรียนรู้รอบ (Mastery Goal)

4. ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนร่วมมือกันเรียนรู้ (Collaboration) รับผิดชอบร่วมกันและฝึกทักษะ ให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนในทุกขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอน

5. ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด โดยเน้นทักษะการใช้คำถามจากสถานการณ์ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันและเกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้ที่กำลังศึกษา

6. ครูร่วมมือกันบูรณาการ (Integrate) ร่วมกันรับผิดชอบร่วมกันและฝึกทักษะ ให้แก่ผู้เรียนในการสรุปกิจกรรมการเรียนการสอน

7. ครูใช้กระบวนการเรียนรู้โดยใช้การกำหนดหัวเรื่อง (Theme) ในการร่วมกันออกแบบการเรียนการสอนร่วมกัน

บทบาทของนักเรียน

นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ โดยอาศัย การแสวงหาความรู้ นำไปสู่การแก้ปัญหาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เน้นการร่วมมือกันเรียนรู้กับสมาชิกในกลุ่ม มีการทำงานร่วมกัน ร่วมกับการเรียนรู้แบบนำตนเอง ดำเนินการแก้ปัญหาความรู้ร่วมกัน นำไปสู่การวางแผนและการสร้างสรรค์นวัตกรรมภายใต้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

ความเป็นมาและความสำคัญของการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ในปัจจุบันความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทสำคัญในสังคมโลกปัจจุบัน และอนาคตเพราะวิทยาการคอมพิวเตอร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของมนุษย์ ในการดำรงชีวิตประจำวันและในการประกอบอาชีพต่างๆ ของทุกคน ส่งผลให้เกิดการพัฒนาทางเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก ในขณะเดียวกันเทคโนโลยีก็ช่วยให้มนุษย์มีการศึกษาค้นคว้าความรู้ต่างๆ อย่างต่อเนื่อง ได้พัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผล คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดวิพากษ์วิจารณ์ มีทักษะในการแสวงหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย สามารถสร้างนวัตกรรมที่ดี ด้วยความสำคัญดังกล่าวมนุษย์ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาการ การคำนวณ สามารถนำความรู้ที่ได้ไปบูรณาการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ด้านต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม และมีส่วนร่วมในการพัฒนาสังคมและประเทศชาติ โดยเฉพาะช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนา เศรษฐกิจ สังคม การศึกษา ส่งผลให้สามารถแข่งขันกับนานาประเทศ และดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกอย่างมีความสุข ความจำเป็นในการสร้างความเข้มแข็ง มีองค์ประกอบที่สำคัญคือการจัดการศึกษา สำหรับประเทศไทยได้มีการจัดการศึกษาเพื่อเตรียมและพัฒนาคนให้อยู่ในสังคม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีดังกล่าว ตั้งแต่ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ประกอบกับในปัจจุบันเป็นยุคที่ต้องการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจ ไปสู่เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม (Value-Based Economy) ที่เป็นความมุ่งมั่นของนายกรัฐมนตรีคือ “ประเทศไทย 4.0” กล่าวคือ ในปัจจุบันประเทศไทยยังติดอยู่ในโมเดลเศรษฐกิจแบบ “ทำมาก ได้น้อย” เราต้องการปรับเปลี่ยนเป็น “ทำน้อย ได้มาก” นั้นหมายถึงการขับเคลื่อนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างน้อยใน 3 มิติสำคัญ คือ 1) เปลี่ยนจากการผลิตสินค้า “โภคภัณฑ์” ไปสู่สินค้าเชิง “นวัตกรรม” 2) เปลี่ยนจากการขับเคลื่อนประเทศด้วยภาคอุตสาหกรรม ไปสู่การขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม และ 3) เปลี่ยนจากการเน้นภาคการผลิตสินค้า ไปสู่การเน้นภาคบริการมากขึ้นโดยการเติมเต็มด้วยวิทยาการ

ความคิดสร้างสรรค์ นวัตกรรม วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการวิจัยและพัฒนา (สำนักวิจัยและพัฒนาระบบงานบุคคลสำนักงาน ก.พ., 2560; สุวิทย์ เมษินทรีย์, 2560) ซึ่งสอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579 การปฏิวัติดิจิทัล (Digital Revolution) ต่อการเปลี่ยนแปลงสู่การปฏิวัติอุตสาหกรรม 4.0 (The Fourth Industrial Revolution) การพัฒนาอย่างก้าวกระโดดของโลก เทคโนโลยี ส่งผลให้ประเทศต่าง ๆ ในโลกต้องเผชิญกับระบบเศรษฐกิจโลกที่มีการแข่งขันอย่างเสรีและไร้พรมแดนอย่างไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ ความท้าทายใหม่ในกระแสโลกาภิวัตน์รอบใหม่ของโลกคือการก้าวเข้าสู่ยุคอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of things) ซึ่งอุปกรณ์ต่าง ๆ มีโปรแกรมใช้ร่วมกับคอมพิวเตอร์ รวมถึงโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งมนุษย์สามารถพกพาติดตัวไปด้วยตลอดเวลา (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) ส่วน Thailand 4.0 ด้านการศึกษามีปัจจัยหลักๆ 3 ปัจจัยคือ 1) เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เครื่องมือสำคัญสำหรับการค้นหาความรู้ สถาบันการศึกษาต้องสนับสนุนให้นักเรียนนักศึกษาเข้าถึงเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ง่าย สนับสนุนโครงสร้างพื้นฐานเหล่านี้ในสถาบัน 2) หลักสูตรการเรียนการสอนมีความคิดสร้างสรรค์เปิดโอกาสให้นักเรียนนักศึกษากล้าที่จะคิดนอกกรอบหรือต่อยอดจากตำรา นำมาปฏิบัติจริง และ 3) การปฏิสัมพันธ์กับสังคมเพื่อให้นักเรียนนักศึกษาสามารถตอบสนองความต้องการของสังคมและทำงานร่วมกันในสังคมได้ ทางสถาบันการศึกษาควรมีกิจกรรมทางสังคมให้นักเรียนนักศึกษาได้เข้าร่วมเป็นประจำ และสนับสนุนการทำงานแบบเป็นกลุ่มมากกว่างานเดี่ยว

การศึกษาในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียน ซึ่งเป็นเด็กยุคใหม่ นักการศึกษาควรมองเรื่อง “ผู้อพยพดิจิทัล” Digital Immigrant เพื่อเข้าใจในบริบทของนักเรียนในปัจจุบัน ที่เป็น “ชาวพื้นเมืองดิจิทัล” Digital native เพื่อเข้าใจในกระบวนการที่จะใช้ในการเรียนการสอน เพราะเป็นชาวพื้นเมืองดิจิทัลคนเหล่านี้จะเข้ากับเทคโนโลยีได้ดี (Jacobs, 2010) เพื่อนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงและการประกอบอาชีพในอนาคต ตามแนวคิด STEAM การพัฒนากระบวนการหรือนวัตกรรมใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต การทำงาน การเรียนการสอน หรือผลิตนวัตกรรม การศึกษาจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงจากระบบการศึกษาที่มีอยู่ในปัจจุบันเป็นยุคที่โลกใช้เชื่อมโยงกันยุคแห่งเทคโนโลยีและยุคที่เกิดสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ และมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและสภาพสังคมที่เปลี่ยนแปลงไปใช้ความรู้ในศาสตร์ต่างๆ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เพื่อสร้างนวัตกรรม พัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 แนวคิด STEAM โดยพัฒนามาจาก STEM Education เริ่มจากประเทศสหรัฐอเมริกา ในสมัยของประธานาธิบดีบารัค โอบามา เคยมีนโยบาย Computer Science For All เป็นโครงการส่งเสริมให้นักเรียนชาวอเมริกันทุกคนมีโอกาสเรียนวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ เพื่อฝึกทักษะการเป็น “ผู้สร้าง” ในระบบเศรษฐกิจดิจิทัล แทนการเป็นผู้บริโภคแต่เพียงฝ่ายเดียว ย่อมาจาก 4 หลักได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S:Science) เทคโนโลยี (T:Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (E:Engineering) และคณิตศาสตร์ (M:Mathematics) ประธานาธิบดีโอบามา ก็ได้สนับสนุนนโยบายการศึกษาของ STEM Education โดยการให้องค์กรเอกชนที่ลงทุนโดยไม่หวังผลกำไรมาสนับสนุนผลักดันการศึกษา STEM Education เพื่อเพิ่มคุณภาพนักวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีในอนาคต ส่วนในประเทศไทยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 พบว่าในหลักสูตรได้กำหนดแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยเฉพาะการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ ซึ่งสอดคล้องกับสะเต็มศึกษาส่วนสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2014) เน้นที่การประกอบอาชีพ เป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์และสร้างนวัตกรรมเพื่อเพิ่มมูลค่าของผลผลิต และเป็นผู้ที่มีทักษะในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการทำงาน เน้นความรู้และทักษะที่เหมาะสมกับการประกอบอาชีพในเศรษฐกิจและสังคมยุคที่มีการแข่งขันสูง อีกทั้งมีทักษะที่พร้อมสำหรับโลกในศตวรรษที่ 21 ต่อมา Yakman (2008) ยังได้เสนอกรอบแนวคิด STEAM วิทยาศาสตร์ (S:Science) เทคโนโลยี (T:Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (E:Engineering) ศิลป์ (A:Arts) และคณิตศาสตร์ (M:Mathematics) ต่อยอดมาจาก STEM Education คำว่า "STEAM" นั้นซึ่งยกแมนได้เพิ่มศาสตร์ทางศิลปศาสตร์ (Arts) อันรวมถึง ศิลปกรรม ภาษา วรรณคดี ดนตรี นาฏศิลป์ สังคม การเมืองและเศรษฐศาสตร์ ที่เกี่ยวกับความเป็นมนุษย์เพิ่มเติมมาในความคิด STEM Education มีความสอดคล้องกับการดำรงชีวิตและศาสตร์สร้างนวัตกรรม แนวคิดSTEAM จึงเป็นแนวคิดที่เป็นการเตรียมผู้เรียนเพื่อเข้าศึกษาต่อในระดับวิทยาลัย และเตรียมพร้อมสำหรับการทำงาน ซึ่งแบ่งระดับขั้นของเนื้อหา และรูปแบบการใช้ 5 ลำดับขั้นดังนี้ คือ ลำดับขั้นที่ 1 จะเป็นเนื้อหาสาระที่เฉพาะเจาะจง (Content Specific) ต่อมาด้วยจะเป็น การศึกษาที่อยู่หลังมัธยมศึกษาที่จะเฉพาะ ลำดับขั้นที่ 2 เป็นกลุ่มองค์ความรู้ที่แบ่งตามศาสตร์ (Discipline Specific) เป็นการศึกษาขั้นพื้นฐานของศาสตร์ในแต่ละศาสตร์จะเป็นการศึกษาเน้น พื้นฐานของศาสตร์เหมาะสำหรับช่วงชั้นมัธยมศึกษา ลำดับขั้นที่ 3 เป็นการเรียนรู้แบบสหสาขาวิชา (Multidisciplinary) เป็นการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นวิทยาศาสตร์ในเชิงการใช้แนวคิด STEM เพื่อสร้าง ผลงานโดยที่แยกศิลปศาสตร์ออกอย่างชัดเจนหรือเป็นตัวเสริมแนวคิดหลัก ที่มักจะจัดกิจกรรมโดย การผ่านการกำหนดหัวเรื่องลำดับขั้นที่ 4 บูรณาการ (Integrative) เป็นการเชื่อมโยงศาสตร์ทั้ง แนวคิดของ STEM และ Arts เข้าด้วยกันโดยผ่านการลงมือทำเป็นผลงานหรือเป็นหัวเรื่องที่ได้รับ มอบหมาย เป็นการบูรณาการเนื้อหาสาระและวิธีสอนที่ให้ Arts มีบทบาทมากขึ้น และ ลำดับขั้นที่ 5 การศึกษาแบบองค์รวมตลอดชีวิต เป็นขั้นที่มุ่งเน้นแนวคิดการเรียนรู้ของคนทุกเพศทุกวัยที่สามารถ เรียนรู้แบบองค์รวมได้ด้วยตัวเอง (Life-long Holistic) ส่วนทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม หมายถึง เป็นความชำนาญหรือความสามารถในการใช้กระบวนการทางความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้จินตนาการ และการถ่ายทอดใช้ทักษะในการสร้างสิ่งที่มีเอกลักษณ์ ให้เกิดสิ่งใหม่หรือนวัตกรรมที่ทำขึ้นใหม่หรือ พัฒนาขึ้นซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของความคิด วิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ผลที่ได้จากนวัตกรรม สามารถผลิตเป็นรูปธรรมได้ สามารถสร้างและใช้ประโยชน์จากรูปแบบใหม่ๆ เพื่อจะเป็นนวัตกรรม ที่ประสบผลสำเร็จจำเป็นต้องสามารถถอยหลังจากรูปแบบเดิมและเริ่มมองจากมุมมองที่ตีกว่า จำเป็นต้องมีเป็นกระบวนการต้นและหลักปฏิบัติงานที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ

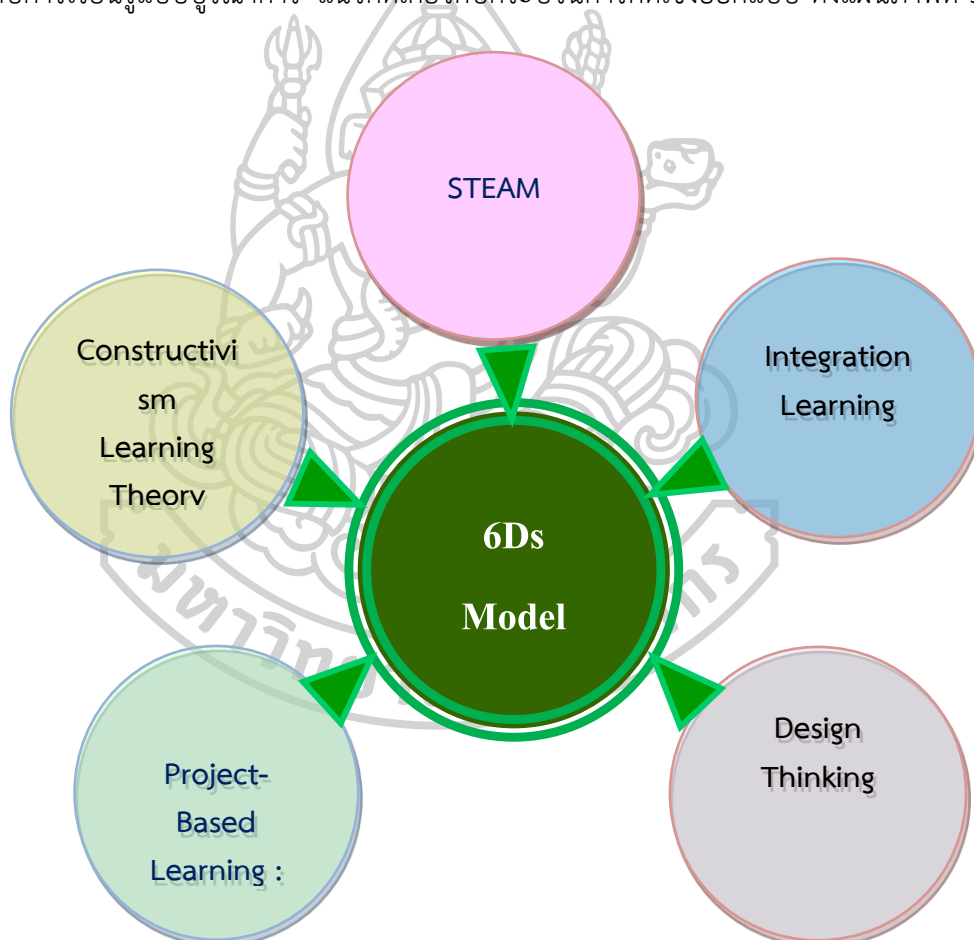
ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี คือ ความสามารถในการริเริ่มแนวคิด ผลิตภัณฑ์ ใหม่ กระบวนการใหม่ หรือวิธีการทำงานใหม่ รวมถึงการปรับปรุงที่มีอยู่เดิมให้แตกต่างไปเพื่อให้เกิด ประโยชน์ เป็นความชำนาญหรือความสามารถในการใช้กระบวนการทางความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้ จินตนาการและการถ่ายทอดใช้ทักษะในการสร้างสิ่งที่มีเอกลักษณ์ ให้เกิดสิ่งใหม่หรือนวัตกรรมที่ ทำขึ้นใหม่หรือพัฒนาขึ้นซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของความคิด วิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ผลที่ได้จาก นวัตกรรมสามารถผลิตเป็นรูปธรรมได้ ประกอบด้วย การระบุปัญหาที่เป็นจุดเริ่มต้นในการสร้าง นวัตกรรม การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ และการนำ

แนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริงในการสร้างนวัตกรรม ดังนั้น เพื่อให้การพัฒนาผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์สำคัญการเรียนการสอน คือทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี จึงมีความจำเป็นต้องหาแนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง เผชิญเหตุการณ์จริง แสวงหาแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม สร้างสรรค์ผลงาน มีการทำงานที่เป็นระบบ ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตนเอง โดยจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาศักยภาพในการคิดแก้ปัญหาได้ สอดคล้องกับสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่ได้กำหนดจุดเน้นการพัฒนาผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายไว้ว่า การศึกษาระดับนี้เน้นการเพิ่มพูนความรู้ และทักษะเฉพาะด้านสนองตอบความสามารถ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนแต่ละคนทั้งด้านวิชาการ และวิชาชีพ มีทักษะในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ ทักษะการคิดขั้นสูง ทักษะการใช้ภาษาต่างประเทศเพื่อการสื่อสาร ทักษะในการดำเนินชีวิต สามารถแสวงหาความรู้เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา การที่ผู้เรียนใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM อันจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถใช้การบูรณาการความรู้ร่วมกันทำงาน เน้นทักษะการทำงาน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ได้ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ที่ดำเนินการอย่างเป็นระบบอย่างต่อเนื่องบนพื้นฐานของแนวคิดการจัดการเรียนการสอนบนทฤษฎีการเรียนรู้ และผลการวิจัย

ดังนั้น เพื่อให้การพัฒนาผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนการสอน จึงมีความจำเป็นต้องหาแนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสม ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา จะตอบสนองให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง เผชิญเหตุการณ์จริง แสวงหาแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม สร้างสรรค์ผลงานจากทักษะต่างๆ มีการทำงานที่เป็นระบบ ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และสามารถค้นหาคำตอบจากการสืบค้น และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตนเอง โดยจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาศักยภาพในการสร้างสรรค์นวัตกรรมได้ สอดคล้องกับนโยบายและจุดเน้นการจัดการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ปีงบประมาณ พ.ศ.2562 ระดับประถมศึกษา/มัธยมศึกษา ครูและผู้เรียนสร้างกระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน และจัดการเรียนรู้แบบองค์รวม จัดแหล่งเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพ โดยมีจุดเน้น เรียนภาษาไทย เน้นเพื่อการสื่อสาร และใช้เป็นเครื่องมือเพื่อเรียนวิชาอื่น เรียนภาษาอังกฤษ เน้นเพื่อการสื่อสาร เรียนรู้ด้วยวิธีการ Active Learning เน้นพัฒนาทักษะกระบวนการคิด การเรียนรู้จากสถานการณ์จริง สถานการณ์จำลอง กิจกรรมการเรียนรู้จากปัญหาและการลงมือปฏิบัติ สามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา และเรียนรู้อย่างมีความสุข เรียนรู้ Digital และใช้ Digital เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ ส่งเสริมการเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างนวัตกรรม จัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ที่เชื่อมโยงสู่อาชีพและการมีงานทำ ดังนั้น การที่ผู้เรียนใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ใช้การบูรณาการ การทำงานร่วมกัน เพื่อให้เกิดทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ที่ดำเนินการอย่างเป็นระบบอย่างต่อเนื่องบนพื้นฐานของแนวคิดการจัดการเรียนการสอน ทฤษฎีการเรียนรู้ และผลการวิจัย

แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะ
การสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริม
ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ประกอบด้วยทฤษฎีสรรค์
สร้างความรู้ ทฤษฎีการเรียนการสอน STEAM แนวคิดเกี่ยวกับการสอนแบบโครงงานแนวคิด
เกี่ยวกับการเรียนรู้แบบบูรณาการ แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ดังแผนภาพที่ 30



ภาพที่ 30 แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อ
ส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริม
ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา มีรายละเอียด ดังนี้

1 แนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้การสอน

1.1 ทฤษฎีการสร้างสรรคความรู (Constructivist Learning Theory) เป็นทฤษฎีที่ช่วยให้ให้นักการศึกษาเกิดความรู้ความเข้าใจว่าคนเราเรียนรู้ได้อย่างไร และการเรียนรู้เกิดขึ้นได้อย่างไร ทฤษฎีนี้อธิบายว่าเมื่อบุคคลแต่ละคนได้รับประสบการณ์ จะสร้างกฎเกณฑ์และรูปแบบของการคิด และเข้าใจที่สอดคล้องรับกันได้กับประสบการณ์ของตนเอง การเรียนรู้จึงเป็นกระบวนการของการปรับปรุงแบบโครงสร้างความรู้ความคิดให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ในแต่ละบุคคล (Wilson, 1996; Cobb, 1994; Driver & Bell, 1986) แนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีการสร้างสรรคความรูที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยเป็นฐานมีดังนี้ 1) การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยอาศัยกระบวนการกำกับตนเอง เพื่อหาแนวทางลดความขัดแย้งทางความคิดของตนเอง 2) การเรียนรู้ขึ้นอยู่กับการใช้กระบวนการทางปัญญาในการจัดกระทำกับข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจกับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับอย่างมีความหมาย 3) ความขัดแย้งทางปัญญาเกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน สิ่งแวดล้อม สถานการณ์ และความขัดแย้งทางปัญญา ก่อให้เกิดกิจกรรมไตร่ตรอง (Reflective Activity) การไตร่ตรอง เป็นองค์ประกอบหลักที่จะกระตุ้นให้เกิดการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (Cognitive Restructuring) (Underhill, 1991) 4) การจัดการเรียนรู้ มีความสัมพันธ์ของสองกับการเรียนรู้ ทำให้ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาผู้เรียนโดย องค์รวม ได้แก่ การพัฒนาทั้งร่างกาย สติปัญญา ความคิด วิชิติต การเรียนรู้ตลอดชีวิต ทักษะการปฏิบัติงาน และการปฏิบัติตนเพื่อสร้างสรรคสังคม 5) ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ อย่างตื่นตัว (Active) มีเจตนาแน่วแน่เป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่างๆ สร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง สามารถนำและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ ลงมือปฏิบัติเอง ตั้งกฎระเบียบเอง แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอง และรับผิดชอบในการเรียนรู้ร่วมกัน ส่วนครูทำหน้าที่จัดเตรียมกิจกรรม การเรียนรู้ให้ตรงกับความสนใจของผู้เรียน และดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน (ชนาธิป พรกุล, 2554 ; ทิศนา ขัมมณี, 2553) 6) การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม มีบทบาทสำคัญต่อการสร้างความรู้ การช่วยเหลือด้วยการชี้แนะและการทำงานร่วมกับผู้ที่มีความชำนาญมากกว่าจะช่วยพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน และ 7) ผลการเรียนรู้ต้อง มุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้ และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น เป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง ครูต้องเป็นตัวอย่าง และฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียน ผู้เรียนจะต้อง ฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (ทิศนา ขัมมณี, 2553; Jonassen, 1992)

1.2 การจัดประสบการณ์เรียนรู้แบบ STEAM ในมีจุดมุ่งหมายเพื่อแสวงหาการรวมกันของการศึกษามีรากฐานและแรงจูงใจโดยการสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเองและสร้างแรงบันดาลใจความ สนุกสนานในการเรียนรู้รวมถึงการเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับประสบการณ์การเรียนรู้จากบุคคล การศึกษา เรื่อง STEAM ของนักการศึกษาเมืองค์ประกอบ 3 ส่วนคือ 1) การออกแบบที่สร้างสรรค หมายถึง กระบวนการที่ครอบคลุมโดยที่ผู้เรียนแสดงให้เห็นถึงความคิดสร้างสรรค ประสิทธิภาพและความรู้สึก ทางเศรษฐกิจและสุนทรียศาสตร์ในแก้ปัญหา ซึ่งรวมถึงแนวคิดด้านวิศวกรรม เทคโนโลยีการออกแบบ และทักษะการแก้ปัญหาที่สร้างสรรคสำหรับใช้ร่วมกันของมนุษย์ 2) ความรู้สึกของความสำเร็จ หมายถึง ประสบการณ์ที่ช่วยให้การเรียนรู้ด้วยตนเองซึ่งนักเรียนรู้สึกว่ามี ความสนใจ ความเชื่อมั่นทาง

ปัญญาความพึงพอใจและความรู้สึกของความสำเร็จ และความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจริงระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน มองว่าเรื่องนี้เป็นเป้าหมายส่วนตัว ที่อยู่ติดต่อด้านอารมณ์นี้ องค์ประกอบที่มีผลกระทบต่อทั้งในด้านการศึกษา เช่นการสอนแบบโครงงานเป็นฐานหรือปัญหาเป็นฐาน และ 3) การบูรณาการและการรวมเนื้อหา หมายถึง บูรณาการและการรวมกันของเนื้อหาที่มีจุดมุ่งหมายในการเชื่อมต่อเนื้อหาของการศึกษาไปสู่ชีวิตจริงในมุมมองแบบองค์รวม (Guyotte et al., 2015; Henriksen, 2017; Park et al., 2016; Robert & Stephen, 2017) สามารถวิเคราะห์แนวความคิดการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM ได้ประกอบด้วย 6 ขั้นคือ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Identify) คือ การนำเข้าสู่กิจกรรม พร้อมกับใช้คำถามเพื่อกระตุ้น ให้ร่วมกันระดมความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงปัญหา ขั้นที่ 2 ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore) คือ ต้องใช้ทักษะที่จำเป็นต่อเนื้อหาหรือแนวคิดเพื่อ ศึกษาค้นคว้า แสวงหาวิธีการแนวทางในการแก้ปัญหาจาก สื่อที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่างๆ ขั้นที่ 3 เชื่อมโยง (Connect) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน ขั้นที่ 4 วางแผนและพัฒนา (Develop) คือ มีการบูรณาการโดยเป็นกระบวนการให้นักเรียนได้พบเป้าหมายและใช้ในการอ้างอิง การประเมินผล การเลือกวิธีแก้ปัญหาด้วยการอธิบายเพื่อ นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่ตนเองเลือก ให้ผู้อื่นเข้าใจว่ามี วิธีการอย่างไร ออกแบบชิ้นงานของตนเอง ขั้นที่ 5 ทดสอบและประเมินผล (Evaluate) คือ การลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาตามวิธีการ และขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ตามความคิดของตนเอง และทดสอบชิ้นงานตามเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่กำหนด โดยสามารถปรับปรุงและพัฒนาชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้ และขั้นที่ 6 นำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) คือ การนำเสนอชิ้นงานที่แปลกใหม่ของตนเอง โดยสนทนา

1.3 หลักการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานหรือการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีกระบวนการหรือขั้นตอน ในการจัดการเรียนรู้ที่ไม่ตายตัว เน้นที่การนำกระบวนการในการทำโครงงาน (Project) มาใช้เป็นแนวทางหรือขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน โดยให้ผู้เรียนเลือกทำโครงงานตามความสนใจของตนเอง วางแผนในการทำโครงงาน และลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ โดยการสืบเสาะหาความรู้ ค้นคว้าองค์ความรู้ใหม่ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เขียนรายงานและนำเสนอต่อสาธารณชน โดยผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำแก่ผู้เรียน (วีชรา เล่าเรียนดี, 2555 ;พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ, 2556;เทพกัญญา พรหมชาติแก้ว, 2557;ทศนา แคมมณี, 2558) ขั้นตอนการสอนแบบโครงงาน ประกอบด้วย 6 ขั้น คือ 1) ขั้นระบุปัญหาเป็นการเสนอเหตุการณ์หรือสถานการณ์ให้นักเรียนเกิดความสนใจและต้องการที่จะวางโครงการในการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง 2) ขั้นศึกษาหาความรู้ การคิดเชิงเหตุผล ร่วมกันศึกษาหาความรู้ในเรื่องที่ทำจากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย 3) ขั้นวางแผน เป็นการวางแผนดำเนินการอย่างไรจึงจะสามารถบรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้ ซึ่งในแผนจะประกอบด้วย 1) ชื่อโครงการ 2) หลักการและเหตุผลที่จะทำโครงการนี้ 3) วัตถุประสงค์ของโครงการโดยกำหนดว่าการปฏิบัติงานครั้งนี้จะมีผลเป็นอย่างไร 4) ชื่อเจ้าของโครงการโดยระบุผู้จัดทำโครงการมีใครบ้าง 5) ที่ปรึกษาโดยระบุผู้ช่วยให้คำแนะนำ 6) สถานที่ปฏิบัติการโดยระบุสถานที่ใดบ้างที่ใช้ดำเนินการ 7) วันเวลาที่ใช้ปฏิบัติงานโดยระบุวันเวลาเริ่มต้นและเสร็จสิ้นโครงการ 8) งบประมาณในการดำเนินงานโดยระบุงบประมาณเท่าใดแยกเป็นรายการได้บ้าง 9) วิธีการศึกษา

ค้นคว้าโดยระบุวิธีการหาข้อมูลอย่างไรบ้างในการทำการโครงการงานจนจะจนเสร็จ 10) เครื่องมือโดยระบุวัสดุอุปกรณ์ใดบ้างที่ใช้ในโครงการ และ 11) ผลที่คาดว่าจะได้รับ 4) ขั้นตอนการดำเนินงาน การดำเนินงานตามแผนงานที่ได้กำหนดจนสามารถผลิตชิ้นงานออกมา 5) ชั้นประเมินผล การวัดและประเมินผลตามสภาพจริงโดยให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ไว้ในแผนจัดการเรียนรู้โดยมีผู้สอนผู้เรียนและเพื่อนร่วมชั้นประเมิน และ 6) ชั้นนำผลงานออกแสดงต่อสาธารณชน การนำผลงานของผู้เรียนออกมาแสดง ชี้แจงและร่วมกันวิพากษ์วิจารณ์ผลงาน แลกเปลี่ยนกัน

1.4 การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ (Integration Learning) การบูรณาการ หมายถึง การนำศาสตร์สาขาวิชาต่างๆ ที่มีเนื้อหาสำคัญเกี่ยวข้องกับการจัดประสบการณ์เรียนรู้ในลักษณะของการผสมผสานเข้าด้วยกัน เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการและสภาพชีวิตจริงของผู้เรียน การบูรณาการสามารถได้หลายรูปแบบ เช่นการบูรณาการเนื้อหา (Integration of Subject Area) การบูรณาการการเรียนรู้ (Integration of Learning Process) และการบูรณาการเป้าหมายโครงการเรียนรู้ (Integration of Learning Outcome) เป็นต้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ 1) การบูรณาการเนื้อหา เป็นการนำเนื้อหาของวิชาต่างๆในระหว่างกลุ่มสาระมาสัมพันธ์เกี่ยวข้องเชื่อมโยงเป็นเรื่องเดียวกัน อาจกำหนดหัวข้อหรือประเด็นปัญหาแล้วนำเนื้อหาต่างๆที่เกี่ยวข้องมาผสมผสานกันโดยใช้ทักษะต่างๆ มาเชื่อมโยงเพื่อให้ผู้เรียนได้ความรู้ทักษะและเจตคติที่ต้องการ 2) การบูรณาการกระบวนการเรียนรู้ เป็นการนำรูปแบบและวิธีการต่างๆ ของการถ่ายทอดความรู้ของผู้สอนมาผสมผสานเข้าด้วยกัน ในการจัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียนผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้จากกระบวนการและวิธีการต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ โดยผู้สอนอาจกำหนดหัวข้อหรือหัวข้อเรื่องในประเด็นการศึกษา และ 3) การบูรณาการเป้าหมายของการเรียนรู้ เป็นการบูรณาการที่ยึดเป้าหมายของการเรียนรู้เป็นหลัก โดยผู้สอนอาจกำหนดหัวข้อหรือหัวข้อเรื่องในประเด็นในการศึกษาแล้วดูเป้าหมายของผู้เรียนจากนั้นก็นำเนื้อหาต่างๆที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันกับประเด็นที่จะศึกษามาผสมผสานเชื่อมโยงกันโดยมีเป้าหมายของการเรียนรู้เป็นเรื่องเดียวกัน (พิมพันธ์ เตชะคุปต์, 2551; วิชัย วงษ์ใหญ่, 2554; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2014; สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2558; ทิศนา แคมมณี, 2558) ขั้นตอนการสอนแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการ สามารถสรุป ได้ 5 ขั้นตอนได้แก่ 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการนำสถานการณ์ต่างๆ ที่ได้ไปศึกษาค้นคว้ามาสาธิตให้ผู้เรียน หรือให้ผู้เรียนได้ทดลองทำกิจกรรมเล็กๆ เพื่อให้เป็นสิ่งที่เราใจ ขณะเดียวกันก็พยายามค้นหาคำตอบของปัญหา 2) ขั้นศึกษาหาความรู้ เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดโดยการใช้ตอบคำถามหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้คำถามอยู่ตลอดเวลาและให้ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมากที่สุด ใช้กระบวนการคิดให้มากที่สุดให้ค้นพบองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง 3) ขั้นปฏิบัติ เสนอแนะกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้วางแผนตั้งจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหาตามกิจกรรมต่างๆที่ครูเสนอแนะ การทำกิจกรรมอยู่ภายใต้การให้คำแนะนำจากครูมีการแบ่งกลุ่มและหน้าที่กัน ในขั้นนี้ การแนะนำของครูเป็นสิ่งจำเป็น 4) ขั้นสรุปกิจกรรม สรุปกิจกรรมโดยครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะนำในการทำกิจกรรมแบบหน่วย ผู้เรียนต่างๆ แบ่งงานกันทำดังนั้นการผสมผสานทุกด้านเข้าด้วยกัน และ 5) ชั้นวัดและประเมิน ควรทำผลตลอดเวลาที่ผู้สอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องมีการประเมินผลตามสถานการณ์จริง โดยประเมินตลอดการเรียนรู้ของผู้สอน โดยการบันทึกผลการสอน ปัญหา อุปสรรคและข้อเสนอแนะไว้หลังแผนจัดการเรียนรู้

1.5 การจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) หมายถึง กระบวนการคิดที่ใช้การทำความเข้าใจในปัญหาต่างๆ อย่างลึกซึ้ง โดยเอาผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง และนำเอาความคิดสร้างสรรค์และมุมมองจากคนหลายๆ สายมาสร้างไอเดีย แนวทางการแก้ไข และนำเอาแนวทางต่างๆ นั้นมาทดสอบและพัฒนา เพื่อให้ได้แนวทางหรือนวัตกรรมที่ตอบโจทย์กับผู้ใช้และสถานการณ์นั้นๆ Ambrose & Harris (2009) , บราวน์ (2554), ฤชงค์ โรจน์แสงรัตน์ (2559) Design Thinking เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาความมั่นใจในความคิดสร้างสรรค์ (Creative Confidence) ของนักเรียนผ่านกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติที่มุ่งเน้นในเรื่องของการเข้าใจผู้อื่นอย่างลึกซึ้ง (Empathy) การสนับสนุนให้ตัดสินใจลงมือกระทำ (Bias toward action or build to think) และการกระตุ้นให้นักเรียนสร้างความคิดที่หลากหลาย (Ideation) ตลอดจนการส่งเสริมทักษะและความสามารถในการแก้สถานการณ์ปัญหาของนักเรียน ใช้การทำความเข้าใจในปัญหาต่างๆ อย่างลึกซึ้ง โดยเอาผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง และนำเอาความคิดสร้างสรรค์และมุมมองจากคนหลายๆ มาสร้างแนวทางการแก้ไข และนำเอาแนวทางต่างๆ มาทดสอบและพัฒนา เพื่อให้ได้แนวทางหรือนวัตกรรมที่ตอบโจทย์กับผู้ใช้และสถานการณ์นั้นๆ ขั้นตอนของ Design Thinking แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) Understand คือการทำความเข้าใจ ศึกษาค้นหา Insight ของเหตุการณ์และบุคคลที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์ และตีความหมายโจทย์ที่น่าสนใจสำหรับการคิดแก้ปัญหาต่อไป 2) Create คือการสร้างไอเดีย หรือการต่อยอดไอเดียจากหลากหลายมุมมองของคนภายในทีม เพื่อสร้างสรรค์ไอเดียนวัตกรรมที่แปลกใหม่และตอบโจทย์การแก้ไขปัญหานั้น และ 3.) Deliver คือการพัฒนาไอเดีย สร้างต้นแบบ และนำไปทดลองกับกลุ่มเป้าหมาย รับ Feedback เพื่อนำไปพัฒนาต้นแบบ จนกระทั่งคนภายในทีมและกลุ่มเป้าหมายพึงพอใจ แล้วนำเอานวัตกรรมนั้นไปใช้จริง

1.6 การเรียนรู้แบบ STEAM มีจุดมุ่งหมายเพื่อแสวงหาการรวมกันของการศึกษามีรากฐานและแรงจูงใจโดยการสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเองและสร้างแรงบันดาลใจความสนุกสนานในการเรียนรู้รวมถึงการเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับประสบการณ์การเรียนรู้จากบุคคล การศึกษาเรื่อง STEAM ของนักศึกษามีองค์ประกอบ 3 ส่วนคือ 1) การออกแบบที่สร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการที่ครอบคลุมโดยที่ผู้เรียนแสดงให้เห็นถึงความคิดสร้างสรรค์ ประสิทธิภาพและความรู้สึกทางเศรษฐกิจและสุนทรียศาสตร์ในแก้ปัญหา ซึ่งรวมถึงแนวคิดด้านวิศวกรรม เทคโนโลยีการออกแบบและทักษะการแก้ปัญหาที่สร้างสรรค์สำหรับใช้ร่วมกันของมนุษย์ 2) ความรู้สึกของความสำเร็จ หมายถึง ประสบการณ์ที่ช่วยให้การเรียนรู้ด้วยตนเองซึ่งนักเรียนรู้สึกว่ามีคามสนใจ ความเชื่อมั่นทางปัญญา ความพึงพอใจและความรู้สึกของความสำเร็จ และความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจริงระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนมองว่าเรื่องนี้เป็นเป้าหมายส่วนตัว ที่อยู่ติดต่อด้านอารมณ์นี้ องค์ประกอบที่มีถูกทอดทิ้งในด้านการศึกษา เช่นการสอนแบบโครงการเป็นฐานหรือปัญหาเป็นฐาน และ 3) การบูรณาการและการรวมเนื้อหา หมายถึง บูรณาการและการรวมกันของเนื้อหาที่มีจุดมุ่งหมายในการเชื่อมต่อเนื้อหาของการศึกษาไปสู่ชีวิตจริงในมุมมองแบบองค์รวม ประกอบด้วย 6 ชั้นหรือ 6Ds คือ ชั้นที่ 1.การระบุปัญหา (Define) คือ การนำเข้าสู่กิจกรรม พร้อมกับใช้คำถามเพื่อกระตุ้น ให้ร่วมกันระดมความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงปัญหา ชั้นที่ 2.รวบรวมข้อมูล (Discover) คือการจัดลำดับ เป้าหมายและข้อจำกัด ศึกษาค้นคว้าหาเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์บริบทของการ จัดการเรียนรู้ จัดลำดับ

จุดประสงค์ ขั้นที่ 3.ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute) คือ การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของงานจากหลากหลายมุมมองของคนภายในทีม เพื่อสร้างสรรค์ไอเดียหรือนวัตกรรมที่แปลกใหม่และตอบโจทย์การแก้ไขปัญหา นั้น ขั้นที่ 4.การวางแผนและพัฒนา (Develop) คือ มีการบูรณาการโดยเป็นกระบวนการให้นักเรียนได้พบเป้าหมายและใช้ในการอ้างอิงการประเมินผล การเลือกวิธีแก้ปัญหาด้วยการอธิบาย ขั้นที่ 5.การทดสอบและประเมินผล (Decision) คือ การลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาตามวิธีการ และขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ และทดสอบชิ้นงานตามเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่กำหนด และ ขั้นที่ 6.การนำเสนอ (Display) คือ การนำเสนอชิ้นงานที่แปลกใหม่ โดยสนทนาถึงผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา แนวทางแก้ไขและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ของผลงานที่สร้างขึ้น (Guyotte, Sochacka, Costantino, Kellam & Walther, 2015; Park et al., 2016; Henriksen, 2017; Robert & Stephen, 2017)

1.7 ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี เป็นความชำนาญหรือความสามารถในการใช้กระบวนการทางความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้จินตนาการและการถ่ายทอดใช้ทักษะในการสร้างสิ่งที่มีเอกลักษณ์ ให้เกิดสิ่งใหม่หรือนวัตกรรมที่ทันสมัยใหม่หรือพัฒนาขึ้นซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของความคิด วิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ผลที่ได้จากนวัตกรรมสามารถผลิตเป็นรูปธรรมได้ สามารถสร้างและใช้ประโยชน์จากรูปแบบใหม่ๆ เพื่อจะเป็นนวัตกรรมที่ประสบผลสำเร็จจำเป็นต้องสามารถถอยหลังจากรูปแบบเดิมและเริ่มมองจากมุมมองที่ดีกว่าจำเป็นต้องมีเป็นกระบวนการที่ต้นและหลักปฏิบัติงานที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ Anthony (2012), วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒผล (2558), จิราพร รอดพ่วง (2559) ประกอบด้วย 5 ขั้นคือ 1) การระบุปัญหา (Identify) ที่เป็นจุดเริ่มต้นในการสร้างนวัตกรรม ระบุและระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น เลือกปัญหาที่มีการปฏิบัติจริงในการสร้างนวัตกรรม มีการแสวงหาสิ่งที่มาสนับสนุนแนวคิดโดยใช้องค์ความรู้ บริหารทรัพยากร ทำสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากเดิมเพื่อมุ่งแก้ปัญหา เรียนรู้และผลิตสิ่งต่างๆด้วยความคิดริเริ่มของ ความสำคัญและชัดเจน ระบุเป้าหมายและความจำเป็นในการสร้างนวัตกรรม ค้นหาภาพแวดล้อม จัดเก็บและสร้างกระบวนการ มี 5 ตัวบ่งชี้ คือ ระบุและระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น เลือกปัญหาที่มีความสำคัญและชัดเจน ระบุเป้าหมายและความจำเป็นในการสร้างนวัตกรรม 2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ (Explore) ระบุแนวคิดที่แปลกใหม่และมีประโยชน์ ระบุแนวคิดให้มีความหลากหลาย ใช้เทคนิคของการสร้างสรรค์ เรียนรู้หรือแสวงหาประสบการณ์ใหม่ที่น่าสนใจ สังเกตสิ่งที่อยู่รอบตัว คิดเพื่อเชื่อมโยงและผสมผสานวิเคราะห์และประเมินแนวคิด ค้นหาแหล่งข้อมูล มี 6 ตัวบ่งชี้ คือ ระบุแนวคิดที่แปลกใหม่และมีประโยชน์ ระบุแนวคิดให้มีความหลากหลาย ใช้เทคนิคของการสร้างสรรค์ เรียนรู้หรือแสวงหาประสบการณ์ใหม่ที่น่าสนใจ สังเกตสิ่งที่อยู่รอบตัว คิดเพื่อเชื่อมโยงและผสมผสานวิเคราะห์และประเมินแนวคิด 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ (Connect) สื่อสารแนวคิดใหม่ๆ ไปสู่ผู้อื่น เปิดใจกว้างและยอมรับมุมมอง แสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน สร้างวิกฤติให้เป็นโอกาส สร้างเครือข่ายและปฏิสัมพันธ์ และขั้นตอนการสนับสนุน มี 5 ตัวบ่งชี้ คือ สื่อสารแนวคิดใหม่ๆ ไปสู่ผู้อื่น เปิดใจกว้างและยอมรับมุมมอง แสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน สร้างวิกฤติให้เป็นโอกาส สร้างเครือข่ายและปฏิสัมพันธ์ 4) การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (Develop) การนำเอาความคิดนั้นไปใช้ และเป็นที่ยอมรับของ

ชุมชน ให้เกิดการยอมรับความคิดเห็นใหม่ ประกอบด้วย ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนและ พัฒนา การทดสอบและประเมินผล และ 5) การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง (Practice) ประเมินและทดสอบแนวคิดวิเคราะห์และประเมินแนวคิดจากทางเลือกที่มีเพื่อให้ ลงมือปฏิบัติตาม แนวคิดเพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรมจาก นำแนวคิดไปสู่การปฏิบัติจริง ทดลองเพื่อทดสอบแนวคิดและ ประสบการณ์ใหม่ ค้นหาวิธีการที่จะทำสิ่งต่างๆให้ง่ายขึ้น เผยแพร่ผลจากการปฏิบัติให้ผู้อื่นได้รับ ทราบและร่วมเรียนรู้ มี 9 ตัวบ่งชี้ คือ แสวงหาสิ่งที่มาสนับสนุนแนวคิดโดยใช้องค์ความรู้ ทำสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากเดิมเพื่อมุ่งแก้ปัญหา เรียนรู้และผลิตสิ่งต่างๆด้วยความคิดริเริ่มของตนเอง ประเมินและทดสอบแนวคิดวิเคราะห์และประเมินแนวคิดจากทางเลือกที่มีเพื่อให้ ลงมือปฏิบัติตาม แนวคิดเพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรมจาก นำแนวคิดไปสู่การปฏิบัติจริง ทดลองเพื่อทดสอบแนวคิดและ ประสบการณ์ใหม่ ค้นหาวิธีการที่จะทำสิ่งต่างๆให้ง่ายขึ้น เผยแพร่ผลจากการปฏิบัติให้ผู้อื่นได้รับ ทราบและร่วมเรียนรู้

1.8 กระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรม ต้องอาศัยทั้งความคิดสร้างสรรค์และความรู้ เพื่อ คิดค้นพัฒนา วิธีการ ต้องอาศัยกระบวนการทางเทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม กระบวนการ ออกแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ นำไปใช้พัฒนาวิธีการสำหรับการจัด กระบวนการนวัตกรรมเหล่านั้นให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้ในกระบวนการสร้างนวัตกรรมสำหรับ นำไปใช้ในการพัฒนาผู้เรียนนั้น ขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้ 1) การสร้างกรอบแนวคิดเป็นการศึกษา เรียนรู้แนวคิดใหม่ๆ เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาหรือพัฒนางาน ใช้ความคิดสร้างสรรค์หรือความคิดแบบ อนุกรม (Divergent Thinking) เพื่อสร้าง ค้นหา และรวบรวมแนวคิดที่จะนำไปสู่ความสำเร็จใน ลักษณะที่แตกต่างออกไปจากแนวคิดเดิมที่เคยมีมาก่อน และใกล้เคียงกับความเป็นจริงที่จะปฏิบัติได้ เพื่อให้ได้แนวคิดใหม่ที่จะนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมต่อไป 2) การออกแบบวิธีการ เป็นการตัดสินใจเลือก วิธีการที่พบเหล่านั้นที่จะนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดหรือมีประสิทธิภาพอย่างไรและ เพียงใด 3) การสร้างต้นแบบนวัตกรรม เป็นการศึกษาวิธีการที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาหรือพัฒนาผู้เรียน อย่างละเอียดจากเอกสารตำราที่เกี่ยวข้อง แล้วสร้างเครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ประกอบเข้าเป็น วิธีการที่จะนำไปปฏิบัติได้อย่างอย่างละเอียด 4) การตรวจสอบคุณภาพนวัตกรรม เป็นการตรวจสอบ เพื่อปรับปรุงคุณภาพเบื้องต้นของนวัตกรรมต้นแบบ การตรวจสอบต้นแบบของนวัตกรรมที่จัดสร้าง ขึ้นเสร็จแล้วจะดำเนินการ 5) การนำนวัตกรรมไปใช้ เป็นนำต้นแบบนวัตกรรมที่ได้สร้างขึ้นไปใช้จริง กับผู้เรียนเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย 6) การปรับปรุงและรายงานผล เป็นกระบวนการในการสร้างความ มั่นใจให้กับผู้ใช้ว่านวัตกรรมที่สร้างขึ้นมานั้นส่งผลดีต่อผู้เรียน มากน้อยเพียงใดถ้าส่งผลอย่างเกินความ คาดหมายก็ยอมรับนำไปสู่การยอมรับและนำไปใช้ในวงกว้างได้ แต่ถ้ายังไม่ดีพอก็ต้องปรับปรุงแก้ไขให้มี มาตรฐานที่สูงขึ้นเรื่อยๆ แล้วนำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ จึงทำการ เผยแพร่และนำไปใช้ในขอบเขตที่กว้างขึ้น หรือขยายผลการปฏิบัติและเป็นการตรวจสอบความ ถูกต้องของนวัตกรรมนั้น (แคทซ์, 2549; เนาวนิตย์ สงคราม, 2557; มนตรี วงษ์สะพาน, 2554; มา เรียม นิลพันธุ์ และ ศิริวรรณ วณิชวัฒน์วรชัย, 2557)

1.9 นวัตกรรมทางเทคโนโลยี คือ สิ่งที่สังเคราะห์มาจากความรู้ ความคิดสร้างสรรค์ และ ทรัพยากรทางเทคโนโลยี มีวิธีการปฏิบัติที่ชัดเจน สร้างสิ่งใหม่ ๆ อาจเป็นได้ทั้งแนวคิดหรือวัตถุ

สิ่งของใหม่ เกณฑ์การตัดสินความใหม่ พิจารณาจากนักเรียนนำไปปฏิบัติแล้วเกิดประโยชน์ ใน รายวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1

องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสร้งนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

จากการศึกษาแนวคิด STEAM แนวคิด ประกอบด้วยทฤษฎีสร้างสรรค์สร้างความรู้ แนวคิด ทฤษฎีการเรียนการสอน STEAM แนวคิดเกี่ยวกับการสอนแบบโครงงานแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ แบบบูรณาการ แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยนำมา พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสร้งนวัตกรรมทาง เทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยใช้ชื่อรูปแบบว่า “6Ds Model” หรือ “รูปแบบ หกดี” และมีองค์ประกอบของรูปแบบ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการจัดการ เรียนรู้ การวัดและประเมินผล และองค์ประกอบเชิงเงื่อนไขการนำรูปแบบการเรียนการสอนตาม แนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสร้งนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาไปใช้ให้ประสบผลสำเร็จดังแผนภาพที่ 19

6Ds Model

หลักการ การส่งเสริมการสร้างองค์ความรู้ ใช้แนวทางการแก้ปัญหา โดยอาศัยการแสวงหาความรู้ที่ตนมีกับ สมาชิกในกลุ่ม คือการสอนแบบบูรณาการ ผ่านการ กำหนดหัวเรื่อง (Theme) ร่วมกัน

วัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสร้งนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนมัธยมศึกษา

ปัจจัยสนับสนุน ครูผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้นำความ สดวกในการสอน ร่วมมือกับ มีจุดมุ่งหมายการสอน ร่วมกัน เปิดโอกาสให้นักเรียนคิดนอกกรอบ โดยใช้ องค์ความรู้ที่ นำมาเรียนรู้อาจมาจากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ คณิตศาสตร์

กระบวนการเรียนการสอน ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน

1. การระบุปัญหา (Define)
2. รวบรวมข้อมูล (Discover)
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute)
4. พัฒนา (Develop)
5. การทดสอบและประเมินผล (Decision)
6. การนำเสนอผลลัพธ์ (Display) เพื่อนำไปสู่ การสร้างสร้งนวัตกรรมของนักเรียน

การวัดและประเมินผล

- ประกอบด้วย
- ทักษะการสร้างสร้งนวัตกรรมทางเทคโนโลยี
 - กระบวนการสร้างสร้งนวัตกรรมทางเทคโนโลยี
 - นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนมัธยมศึกษา



ภาพที่ 31 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสร้งนวัตกรรมทาง เทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

1. หลักการ

การบูรณาการความรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลป์ คณิตศาสตร์ ทฤษฎีสร้างสรรค์ สร้างความรู้ ทฤษฎีการเรียนการสอน แนวคิดเกี่ยวกับการสอนแบบโครงงาน แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบบูรณาการ แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สร้างองค์ความรู้ร่วมกัน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ โดยอาศัยการแสวงหาความรู้ที่ตนมีกับสมาชิกในกลุ่ม แบ่งปันประสบการณ์ ทำทลายความคิด นำไปสู่การวางแผนและการสร้างสรรค์นวัตกรรม ผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในสภาพการเรียนรู้และคอยให้ความช่วยเหลือ

2. วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

3. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การระบุปัญหา (Define) ครูนำเข้าสู่กิจกรรม พร้อมกับใช้คำถามเพื่อกระตุ้น ใช้นตัวอย่างในชีวิตประจำวัน สร้างสถานการณ์ต่างๆ ให้ร่วมกันระดมความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงปัญหาตามความต้องการของนักเรียน นักเรียนศึกษาข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มผู้มีความคิดต่าง เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ หรือการนำตนเองเข้าไปทำกิจกรรมใหม่ๆ เพื่อสร้างประสบการณ์ใหม่และสนุกกับกิจกรรมการเรียนการสอน

2. รวบรวมข้อมูล (Discover) ครูจัดลำดับ เป้าหมายและข้อจำกัด ศึกษาค้นคว้าหาเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์บริบทของการ จัดการเรียนรู้ จัดลำดับจุดประสงค์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง นักเรียนวิเคราะห์ปัญหา บอกถึงประโยชน์ กำหนดปัญหาที่เกิดขึ้นให้ชัดเจนว่าเลือกและสรุปแนวทางความเป็นไปได้

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute) ครูบูรณาการโดยเป็นกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม ให้นักเรียนได้พบเป้าหมายและใช้ในการอ้างอิงการประเมินผลด้วยการค้นคว้า วิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล การเลือกวิธีแก้ปัญหาที่นักเรียนออกแบบเองด้วยการอธิบาย นักเรียนการถ่ายทอดความคิดหรือลำดับความคิดหรือจินตนาการให้เป็นขั้นตอน แบ่งงานออกเป็นส่วนย่อย โดยใช้การร่างภาพ 2 มิติหรือการร่างภาพ 3 มิติ การร่างภาพฉาย แบบจำลอง หรือแบบจำลองความคิด และวางแผนการปฏิบัติงานอย่างเป็นขั้นตอนและลงมือสร้างตามแนวทางที่ได้ถ่ายทอดความคิดและวางแผนการปฏิบัติงานไว้

4. พัฒนา (Develop) ครูเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน นักเรียนเป็นผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจน เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง รวมถึงออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

5. การทดสอบและประเมินผล (Decision) ครูประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อ

แก้ปัญหาโดยผลที่ได้จากนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น **นักเรียน**สามารถประเมินตนเอง ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาตามวิธีการ และขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ ตามพัฒนาการและบทบาทของนักเรียน ทดสอบชิ้นงานตามเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่กำหนด

6.การนำเสนอผลลัพธ์ (Display) คือ ครูและนักเรียน ตรวจสอบประเมินค่า

ความสำเร็จของผลงานคือการสร้างผลิตภัณฑ์หรือสิ่งของเครื่องใช้ว่ามีค่าอยู่ระหว่างใดและควรจะพัฒนาต่อไปอย่างไรเพื่อให้ผลงานสมบูรณ์ยิ่งขึ้นไป **นักเรียน**นำเสนอชิ้นงานที่แปลกใหม่ โดยสนทนาถึงผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา แนวทางแก้ไขและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ของผลงานที่สร้างขึ้น

4.การวัดและประเมินผล

ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีเป็นความชำนาญหรือความสามารถในการใช้กระบวนการทางความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้จินตนาการและการถ่ายทอดใช้ทักษะในการสร้างสิ่งที่มีเอกลักษณ์ ให้เกิดสิ่งใหม่หรือนวัตกรรมที่ทันสมัยใหม่หรือพัฒนาขึ้นซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของความคิด วิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ผลที่ได้จากนวัตกรรมสามารถผลิตเป็นรูปธรรมได้ สามารถสร้างและใช้ประโยชน์จากรูปแบบใหม่ๆ เพื่อจะเป็นนวัตกรรมที่ประสบผลสำเร็จจำเป็นต้องสามารถถอยหลังจากรูปแบบเดิมและเริ่มมองจากมุมมองที่ดีกว่า จำเป็นต้องมีเป็นกระบวนการขั้นและหลักปฏิบัติงานที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ การประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม มีการประเมินที่หลากหลาย โดยประเมินตามสภาพจริง ครอบคลุม 360 องศา ด้วยการประเมินภาคปฏิบัติ (Performance Assessment) เป็นวิธีการประเมินงานหรือกิจกรรมที่ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนปฏิบัติงานเพื่อให้ทราบถึงผลการพัฒนาผู้เรียน มีการประเมินร่วมกัน การประเมินลักษณะนี้ ผู้สอนต้องเตรียมสิ่งสำคัญ 2 ประการ คือ ภาระงาน (Tasks) หรือกิจกรรมที่จะให้ผู้เรียนปฏิบัติ และเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) การประเมินภาคปฏิบัติประกอบด้วย 1.ภาระงานที่มีลักษณะเป็นโครงการ/โครงการ (Project) เป็นกิจกรรมที่เน้นขั้นตอนการปฏิบัติ (Process) และผลงาน (Product) ที่ต้องใช้เวลาในการดำเนินการ จึงควรมีการประเมินเป็นระยะๆ เช่น ระยะก่อนดำเนินโครงการ/โครงการ โดยประเมินความพร้อมการเตรียมการและความเป็นไปได้ในการปฏิบัติงานระยะระหว่างดำเนินโครงการ/โครงการ จะประเมินการปฏิบัติจริงตามแผน วิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ และการปรับปรุงระหว่างการปฏิบัติ สำหรับระยะสิ้นสุดการดำเนินโครงการ/โครงการ โดยการประเมินผลงาน ผลกระทบ และวิธีการนำเสนอผลการดำเนินโครงการ/โครงการ และ 2. ภาระงานที่เน้นผลผลิตชิ้นงาน (Product) ประเมินเฉพาะคุณภาพของผลงานได้ สามารถพัฒนาต่อไปอย่างไรและผลของงานในอนาคต ในการประเมินภาคปฏิบัติ ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีวัดได้จากการปฏิบัติโดยใช้แบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี 5 ทักษะ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ (Likert Five Rating Scales) ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วย

1) การระบุปัญหา (Matter) ระดับความสามารถในการรับรู้และระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น เลือกปัญหาที่มีการปฏิบัติจริงในการสร้างนวัตกรรม **วัดได้**จากระดับพฤติกรรมที่

สามารถ รับรู้และระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น เลือกปัญหาที่มีความสำคัญและชัดเจน ระบุเป้าหมายและความจำเป็นในการสร้างนวัตกรรม

2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ (Analyzer) ระดับความสามารถในการระบุแนวคิดที่แปลกใหม่และมีประโยชน์ ระบุแนวคิดให้มีความหลากหลาย ใช้เทคนิคของการสร้างสรรค์ เรียนรู้หรือแสวงหาประสบการณ์ใหม่ที่น่าสนใจ **วัดได้จาก**ระดับพฤติกรรมการระบุแนวคิดที่แปลกใหม่และมีประโยชน์ ระบุแนวคิดให้มีความหลากหลาย ใช้เทคนิคของการสร้างสรรค์ เรียนรู้หรือแสวงหาประสบการณ์ใหม่ที่น่าสนใจ สังเกตสิ่งที่อยู่รอบตัว คิดเพื่อเชื่อมโยงและผสมผสานวิเคราะห์และประเมินแนวคิด

3) การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ (Keep Together) ระดับความสามารถในการสื่อสารแนวคิดใหม่ๆ ไปสู่ผู้อื่น เปิดใจกว้างและยอมรับมุมมอง แสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน สร้างวิกฤติให้เป็นโอกาส สร้างเครือข่ายและปฏิสัมพันธ์ **วัดได้จาก**ระดับพฤติกรรมการสื่อสารแนวคิดใหม่ๆ ไปสู่ผู้อื่น เปิดใจกว้างและยอมรับมุมมอง แสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน สร้างวิกฤติให้เป็นโอกาส สร้างเครือข่ายและปฏิสัมพันธ์

4) การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (Expand) ระดับความสามารถในการนำเอาความคิดนั้นไปใช้ และเป็นที่ยอมรับของชุมชน ให้เกิดการยอมรับความคิดเห็นใหม่ **วัดได้จาก**ระดับพฤติกรรมการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนและพัฒนา การทดสอบและประเมินผล

5) การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง (Recitation) ระดับความสามารถในการประเมินและทดสอบแนวคิดวิเคราะห์และประเมินแนวคิดจากทางเลือกที่มีเพื่อให้ ลงมือปฏิบัติตามแนวคิดเพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรมจาก นำแนวคิดไปสู่การปฏิบัติจริง ทดลองเพื่อทดสอบแนวคิดและประสบการณ์ใหม่ ค้นหาวิธีการที่จะทำสิ่งต่างๆให้ง่ายขึ้น เผยแพร่ผลจากการปฏิบัติให้ผู้อื่นได้รับทราบและร่วมเรียนรู้ **วัดได้จาก**ระดับพฤติกรรมการแสวงหาสิ่งที่น่าสนใจสนับสนุนแนวคิดโดยใช้อัจฉริยะความรู้ ทำสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากเดิมเพื่อมุ่งแก้ปัญหา เรียนรู้และผลิตสิ่งต่างๆด้วยความคิดริเริ่มของตนเอง ประเมินและทดสอบแนวคิดวิเคราะห์และประเมินแนวคิดจากทางเลือกที่มีเพื่อให้ ลงมือปฏิบัติตามแนวคิดเพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรมจาก นำแนวคิดไปสู่การปฏิบัติจริง ทดลองเพื่อทดสอบแนวคิดและประสบการณ์ใหม่ ค้นหาวิธีการที่จะทำสิ่งต่างๆให้ง่ายขึ้น เผยแพร่ผลจากการปฏิบัติให้ผู้อื่นได้รับทราบและร่วมเรียนรู้

5.ปัจจัยสนับสนุน ประกอบด้วย ครูผู้สอนใช้กระบวนการเรียนการสอนที่เน้นการบูรณาการเรียนการสอนแบบสหสาขาวิชา (Multidisciplinary) การเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 โดยผ่านการกำหนดหัวเรื่อง (Theme) โดยร่วมกันออกแบบการเรียนการสอนและมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการสอน **นักเรียน**เป็นผู้สร้างความรู้ โดยอาศัยการแสวงหาความรู้ที่ตนมีกับสมาชิกในกลุ่ม นำไปสู่การวางแผนและการสร้างสรรค์นวัตกรรมนำเสนอเผยแพร่ให้กว้างขวางขึ้นจนถึงขยายผลไปสู่ครอบครัวและสังคม

โดยสรุปภาพรวมของกิจกรรม รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่สามารถนำไปใช้ได้ ดังตารางที่ 47 และตารางที่ 48

ตารางที่ 47 สรุปภาพรวมของกิจกรรมจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ลำดับ	กระบวนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน
1	การระบุปัญหา (Define)	นำเข้าสู่กิจกรรมและสร้างสถานการณ์ต่างๆ	ศึกษาข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มผู้มีความคิดต่าง เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้
2	รวบรวมข้อมูล (Discover)	จัดการเรียนรู้ จัดลำดับจุดประสงค์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง	วิเคราะห์ปัญหา บอกถึงประโยชน์ กำหนดปัญหาที่เกิดขึ้นให้ชัดเจนว่าเลือกและสรุปแนวทางความเป็นไปได้
3	ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute)	บูรณาการโดยเป็นกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม การเลือกวิธีแก้ปัญหาที่นักเรียนออกแบบเองด้วยการอธิบาย	การถ่ายทอดความคิดให้เป็นขั้นตอน แบ่งงานออกเป็นส่วย่อย โดยใช้ การร่างภาพฉาย หรือแบบจำลอง และวางแผนการปฏิบัติงานอย่างเป็นขั้นตอน
4	พัฒนา (Develop)	เป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกัน เป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน	เป็นผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการ รวมถึงออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype)
5	การทดสอบและประเมินผล (Decision)	ประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้อาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์	ประเมินตนเอง ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาตามวิธีการ และขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ นักเรียน ทดสอบชิ้นงานตามเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่กำหนด
6	การนำเสนอผลลัพธ์ (Display)	ครูและนักเรียน ตรวจสอบประเมินค่าความสำเร็จของผลงานคือการสร้างผลิตภัณฑ์หรือสิ่งของเครื่องใช้ว่ามีค่าอยู่ระหว่างใดและควรจะพัฒนาต่อไปอย่างไรเพื่อให้ผลงานสมบูรณ์ยิ่งขึ้นไป	

ตารางที่ 48 สรุปพฤติกรรมของทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ลำดับที่	ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี	ความสามารถ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	การวัดและประเมินผล
1	การระบุปัญหา (Matter)	การรับรู้และระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น เลือกปัญหาที่มี การปฏิบัติจริงในการ	แบบบันทึก พฤติกรรมทักษะ การสร้างสรรค์ นวัตกรรม	พฤติกรรมที่สามารถ รับรู้และระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น เลือกปัญหาที่มีความสำคัญและชัดเจน ระบุเป้าหมาย และความจำเป็นในการสร้างนวัตกรรม

ลำดับ ที่	ทักษะการ สร้างสรรค์ นวัตกรรม ทาง เทคโนโลยี	ความสามารถ	ชิ้นงาน/ภาระ งาน	การวัดและประเมินผล
		สร้างนวัตกรรม		
2	การสร้าง แนวคิดหรือ แนวทางใหม่ (Analyzer)	การระบุแนวคิดที่แปลก ใหม่และมีประโยชน์ ระบุแนวคิดให้มีความ หลากหลาย ใช้เทคนิค ของการสร้างสรรค์ เรียนรู้หรือแสวงหา ประสบการณ์ใหม่ที่ น่าสนใจ	แบบบันทึก พฤติกรรมทักษะ การสร้างสรรค์ นวัตกรรม	พฤติกรรมการระบุแนวคิดที่แปลกใหม่ และมีประโยชน์ ระบุแนวคิดให้มีความ หลากหลาย ใช้เทคนิคของการ สร้างสรรค์ เรียนรู้หรือแสวงหา ประสบการณ์ใหม่ที่น่าสนใจ สังเกตสิ่งที่ อยู่รอบตัว คิดเพื่อเชื่อมโยงและ ผสมผสานวิเคราะห์และประเมินแนวคิด
3	การทำงาน ร่วมกับผู้อื่น ได้อย่าง สร้างสรรค์ (Keep Together)	การสื่อสารแนวคิด ใหม่ๆ ไปสู่ผู้อื่น เปิดใจ กว้างและยอมรับ มุมมอง แสดงถึง ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ในการ ทำงาน สร้างวิกฤติให้ เป็นโอกาส สร้าง เครือข่ายและ ปฏิสัมพันธ์	แบบบันทึก พฤติกรรมทักษะ การสร้างสรรค์ นวัตกรรม	พฤติกรรมการสื่อสารแนวคิดใหม่ๆ ไปสู่ ผู้อื่น เปิดใจกว้างและยอมรับมุมมอง แสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการ ทำงาน สร้างวิกฤติให้เป็นโอกาส สร้าง เครือข่ายและปฏิสัมพันธ์
4	การสร้าง นวัตกรรมให้ เกิดผลสำเร็จ (Expand)	การนำเอาความคิดนั้น ไปใช้ และเป็นที่ยอมรับ ของชุมชน ให้เกิดการ ยอมรับความคิดเห็น ใหม่	แบบบันทึก พฤติกรรมทักษะ การสร้างสรรค์ นวัตกรรมและ ชิ้นงาน	พฤติกรรมการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนและพัฒนา การทดสอบและ ประเมินผล
5	การนำ แนวทางที่ได้ พัฒนาไปสู่ การปฏิบัติ จริง (Recitation)	การประเมินและ ทดสอบแนวคิด วิเคราะห์และประเมิน แนวคิดจากทางเลือกที่ มีเพื่อให้ ลงมือปฏิบัติ ตามแนวคิดเพื่อสร้าง ต้นแบบนวัตกรรมจาก นำแนวคิดไปสู่การ ปฏิบัติจริง	แบบบันทึก พฤติกรรมทักษะ การสร้างสรรค์ นวัตกรรมและ การนำเสนอ	พฤติกรรมการแสวงหาสิ่งที่มีสนับสนุน แนวคิดโดยใช้องค์ความรู้ ทำสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากเดิมเพื่อมุ่ง แก้ปัญหา เรียนรู้และผลิตสิ่งต่างๆด้วย ความคิดริเริ่มของตนเอง ประเมิน



แผนการสอน

(6Ds Model)

หน่วยการเรียนรู้เชิงบูรณาการที่ STEAM
รังสรรค์นวัตกรรมเพื่ออนาคต



หน่วยการเรียนรู้เชิงบูรณาการที่ STEAM รังสรรค์นวัตกรรมเพื่ออนาคต

รหัสวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2

ปีการศึกษา 2561

เวลา 20

คาบ

ผู้สอน อ.เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ และคณะ

โรงเรียน สาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร

รหัสตัวชี้วัดวิทยาศาสตร์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะ

การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ม.5/1. วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลความเร็ว กับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่ออธิบาย ความเร่งของวัตถุ

ม.5/2. สังเกตและอธิบายการหาแรงลัพธ์ที่เกิดจาก แรงหลายแรงที่อยู่ในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อ วัตถุโดยการเขียนแผนภาพการรวมแบบเวกเตอร์

ม.5/3. สังเกต วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างความเร่งของวัตถุกับแรงลัพธ์ ที่กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ

ม.5/4. สังเกตและอธิบายแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา ระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง

อย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ ศาสตร์อื่น ๆ เพื่อ

แก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ม.4/1. วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยีความสัมพันธ์ กับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะ วิทยาศาสตร์หรือ คณิตศาสตร์รวมทั้งประเมินผลกระทบที่ จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์สังคม เศรษฐกิจ และ สิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา เทคโนโลยี

ม.4/2. ระบุปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อ สังคม รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีความซับซ้อน เพื่อสังเคราะห์วิธีการ เทคนิคในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงความถูกต้องด้านทรัพย์สินทาง ปัญญา

ม.4/3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็น จำเป็น ภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอ แนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยเทคนิค หรือวิธีการที่หลากหลาย โดย ใช้ซอฟต์แวร์ ช่วยในการออกแบบ วางแผนขั้นตอนการทำงาน และ ดำเนินการแก้ปัญหา

ม.4/4. ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์และให้เหตุผล ของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ภายใต้ กรอบเงื่อนไข หาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผลการแก้ปัญหา พร้อมทั้งเสนอ แนวทางการพัฒนาต่อยอด

ม.4/5. ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหา หรือพัฒนางาน ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย
มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็น
ขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการ
แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ม.4/1. ประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการพัฒนา โครงการที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่น
 อย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

รวมทั้งหมด 10 ตัวชี้วัด

รหัสตัวชี้วัดศิลปะ

มาตรฐาน ศ 1.1 สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์
วิพากษ์ วิจักษ์คุณค่างานทัศนศิลป์ ถ่ายทอดความรู้สึก ความคิดต่องานศิลปะอย่างอิสระ ชื่นชม
และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ม.4-6/1. วิเคราะห์การใช้ทัศนธาตุ และหลักการออกแบบในการสื่อความหมายในรูปแบบ
 ต่างๆ

ม.4-6/2. บรรยายจุดประสงค์และเนื้อหาของงานทัศนศิลป์ โดยใช้ศัพท์ทางทัศนศิลป์

ม.4-6/3. วิเคราะห์การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ และเทคนิคของศิลปินในการแสดงออกทาง
 ทัศนศิลป์

ม.4-6/4. มีทักษะและเทคนิคในการใช้วัสดุอุปกรณ์ และกระบวนการที่สูงขึ้น ในการสร้างงาน
 ทัศนศิลป์

ม.4-6/5. สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ด้วยเทคโนโลยีต่างๆ โดยเน้นหลักการออกแบบและการจัด
 องค์ประกอบศิลป์

ม.4-6/6. ออกแบบงานทัศนศิลป์ได้เหมาะสมกับโอกาสและสถานที่
 รวม 7 ตัวชี้วัด

ผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1. ใช้ฟังก์ชันและกราฟของฟังก์ชันอธิบายสถานการณ์ที่กำหนด

รวม 1 ผลการเรียนรู้

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

การเรียนการสอนตามกระบวนการของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM
 เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา 6Ds

ประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Define)

ขั้นที่ 2 ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Discover)

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute)

ขั้นที่ 4 พัฒนา (Develop)

ขั้นที่ 5 ทดสอบและประเมินผล (Decision)

ขั้นที่ 6 นำเสนอผลลัพธ์ (Display)

ซึ่งพัฒนามาจาก

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะประกอบด้วย

1) การสังเกต 2) การวัด 3) การจำแนกประเภท 4) การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา 5) การคำนวณ 6) การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 7) การลงความเห็นจากข้อมูล 8) การพยากรณ์ 9) การกำหนดและควบคุมตัวแปร 10) การตั้งสมมติฐาน 11) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร 12) การทดลอง และ 13) การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ทักษะกระบวนการคณิตศาสตร์ 5 ทักษะประกอบด้วย

1) การแก้ปัญหา 2) การให้เหตุผล 3) การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ 4) การเชื่อมโยง 5) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

กระบวนการทางเทคโนโลยี 4 ขั้นตอนประกอบด้วย

1) กำหนดปัญหาหรือความต้องการ (Identify the Problem) 2) รวบรวมข้อมูล (Information Gathering) 3) ออกแบบและปฏิบัติการ (Design and Making) และ 4) ประเมินผล (Assessment)

กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ 7 ขั้นตอนประกอบด้วย

1) กระบวนการวางแผน 2) การวิเคราะห์ การนำข้อมูลที่จำแนกไว้มาแยกแยะ 3) การสร้างแนวความคิดหลัก 4) การออกแบบร่าง 5) การคัดเลือก การนำแบบร่าง 6) การทำให้เกิดเป็นผลสำเร็จ และ 7) การประเมินผล

สาระสำคัญ หรือความเข้าใจที่คงทน (Enduring Understandings)

ศึกษาจากสิ่งประดิษฐ์ จากการเรียนรู้แบบ STEAM โดยการพัฒนาชุดคำสั่งผ่านเรื่องต่างๆ ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการคณิตศาสตร์ กระบวนการทางเทคโนโลยี กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ ด้วยการเลือกใช้วัสดุต่างๆ เพื่อนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เพื่อรังสรรค์นวัตกรรมเพื่อนาคตผ่านกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (Knowledge)

1. ความรู้และทักษะเกี่ยวกับแนวคิดเชิงคำนวณในการออกแบบขั้นตอนวิธีสำหรับแก้ปัญหา การแก้ปัญหาด้วย คอมพิวเตอร์ การระบุข้อมูลเข้า ข้อมูลออก และเงื่อนไขของปัญหา ความรู้ด้านตรรกะ เป็นการจับคู่กันระหว่างสิ่งสองสิ่ง การตั้งปัญหา การออกแบบขั้นตอนวิธี ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ และทรัพยากร โดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบและเลือกข้อมูลที่จำเป็นเพื่อออกแบบวิธีการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

2. ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับโครงงาน กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาความรู้ ด้วยตนเองวิเคราะห์ คิดตัดสินใจและสามารถสื่อสารสิ่งที่รู้ การตั้งคำถามเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษาตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ วางแผนการสังเกตการณ์สำรวจตรวจสอบ ศึกษาค้นคว้าโดยใช้

ความคิดของตนเองและครู ใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสำรวจตรวจสอบ การจัดการข้อมูลที่ได้ การบันทึกผล และการนำเสนอผล แสดงความคิดเห็นจากการสำรวจตรวจสอบ และนำเสนอผลงาน

3. ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ การเลือกใช้วัสดุต่างๆ มีวัตถุประสงค์ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อตอบสนอง ความต้องการด้านประโยชน์ใช้สอย เทคนิคในการใช้วัสดุอุปกรณ์ งานประดิษฐ์มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

4. ความรู้ด้านหลักการออกแบบในการสื่อความหมายในรูปแบบต่าง หลักการออกแบบและการจัดองค์ประกอบ สร้าง/พัฒนาผลงาน/วิธีการแก้ปัญหา/การจัดการ/วิธีการ นำเสนอนวัตกรรม **ทักษะ/กระบวนการ (Process)**

1. นักเรียนลงมือสร้างสรรค์นวัตกรรม “**รังสรรค์นวัตกรรมเพื่ออนาคต**”

2. นักเรียนประยุกต์ความรู้จากการเรียนแบบ STEAM เพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรม “**รังสรรค์นวัตกรรมเพื่ออนาคต**”

3. นักเรียนสามารถนำเสนอและร่วมกันอภิปรายการเรียนแบบ STEAM เพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรม “**รังสรรค์นวัตกรรมเพื่ออนาคต**” เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาคือความต้องการจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude)

1. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่สั่งและส่งงานได้ทันตามที่กำหนด

2. นักเรียนเพียรพยายามในการเรียน และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้

3. นักเรียนมุ่งมั่นในการทำงานและรับฟังความคิดเห็นในกลุ่ม

คำถามสำคัญ (Essential questions)

นักเรียนจะออกแบบสิ่งประดิษฐ์ “**รังสรรค์นวัตกรรมเพื่ออนาคต**” อย่างไร จากอุปกรณ์ต่างๆที่ได้เรียนรู้มาใช้ได้อย่างไร

การวัดและประเมินผล

1. ชิ้นงาน : สิ่งประดิษฐ์ที่พัฒนาขึ้นจากหัวข้อที่กำหนดร่วมกันโดยการสอบแบบบูรณาการ

2. การเขียนรายงานขั้นตอนกระบวนการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ และการนำเสนอ

ภาระงาน :

1. สิ่งประดิษฐ์ “**รังสรรค์นวัตกรรมเพื่ออนาคต**”

2. แบบบันทึกพฤติกรรมทักษะการสร้างนวัตกรรมและแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้

3. การนำเสนอกระบวนการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ “**รังสรรค์นวัตกรรมเพื่ออนาคต**” ด้วยการ

เรียนแบบ STEAM

วิเคราะห์มาตรฐาน/ตัวชี้วัด

S : แรงลัพท์ การเคลื่อนที่ของวัตถุ

T : ชุดคำสั่งผ่านบอร์ด Micro:bit

E : กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์

A : ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์

M : ฟังก์ชันและกราฟของฟังก์ชัน

ด้านทักษะ/ความสามารถ STEAM การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (Define)

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยครูเล่าเรื่องประสบการณ์การขับรถยนต์ จากนั้นตั้งคำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้
 - เราจะแสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุได้อย่างไร
 - สิ่งต่างๆรอบตัวเราจะคำนวณการเคลื่อนที่อย่างไร
2. ครูวิทยาศาสตร์ให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับโครงการ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยการสาธิตโครงการการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยการกำหนดมวลวัตถุ โดย แรงโน้มถ่วงของโลก น้ำหนักของวัตถุขึ้นกับมวล โดยวัตถุที่มีมวลมากจะเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ได้ยากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย มวล คือ ปริมาณเนื้อของสสารทั้งหมดที่ประกอบกันเป็นวัตถุ ซึ่งมีผลต่อความยากง่ายในการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ วัตถุที่มีมวลมากจะเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ได้ยากกว่า วัตถุที่มีมวลน้อย ดังนั้นมวลของวัตถุนอกจากจะหมายถึงเนื้อทั้งหมดของวัตถุนั้นแล้ว ยังหมายถึงการต้านการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้นด้วยสามารถคำนวณได้ตามสูตรสมการการเคลื่อนที่
3. ครูคณิตศาสตร์และนักเรียนร่วมกันศึกษา ค้นคว้ากราฟ (Graph) ในวิชาคณิตศาสตร์นั้นแสดงรูปภาพที่เป็นหน้าตาของฟังก์ชันต่างๆ การเขียนกราฟของสมการต่างๆ เช่น สมการการเคลื่อนที่
4. ครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า นักเรียนสามารถประดิษฐ์โครงงานอะไร “**รังสรรค์นวัตกรรมเพื่ออนาคต**” ด้วยการออกแบบลักษณะ “**รังสรรค์นวัตกรรมเพื่ออนาคต**” และวัสดุที่ใช้ในการประดิษฐ์มีความเหมาะสม การสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อตอบสนอง ความต้องการด้านประโยชน์ใช้สอย งานประดิษฐ์มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน
5. ครูนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 คน แล้วนำเข้าสู่สถานการณ์จำลอง “**รังสรรค์นวัตกรรมเพื่ออนาคต**” นักเรียนจะออกแบบอย่างไร ใช้วัสดุอะไรบ้าง และใช้งบประมาณในการประดิษฐ์อย่างคุ้มค่ามากที่สุด

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล (Discover)

ในขั้นตอนที่ 2 นี้ ครูและนักเรียนร่วมกันศึกษา ค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการออกแบบและสร้างสิ่งประดิษฐ์ “**รังสรรค์นวัตกรรมเพื่ออนาคต**” ความต้องการด้านประโยชน์ใช้สอย งานประดิษฐ์มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน โดยให้นักเรียนแยกย้ายกันไปตามแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อรวบรวมความรู้และมีข้อมูลที่เพียงพอต่อการทำงานให้บรรลุเป้าหมายร่วมกัน โดยครูจำลองแหล่งเรียนรู้ที่จำแนกตามลักษณะให้นักเรียนได้สำรวจ ค้นคว้า ศึกษา และวิเคราะห์จนเกิดองค์ความรู้สำหรับนำมาใช้ในการออกแบบและสร้างสิ่งประดิษฐ์ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มความรู้ คือวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

6. ครูเทคโนโลยีและนักเรียนร่วมกันศึกษา ค้นคว้า และการนำไปใช้ ประกอบด้วยโปรแกรมตามชิ้นงาน

7. ครูศิลปะและนักเรียนร่วมกันศึกษา ค้นคว้าเรื่องกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ การให้คำแนะนำเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ในการใช้งานและการผลิต รวมถึงรูปแบบที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่กำลังได้รับพัฒนาสามารถสนองความต้องการและสร้างความพึงพอใจให้กลุ่มผู้ใช้

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute)

8. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

- “รังสรรค์นวัตกรรมเพื่ออนาคต” ควรจะมีลักษณะรูปร่างอย่างไร
- ครูแนะนำวัสดุที่นำมาใช้ในการประดิษฐ์ “รังสรรค์นวัตกรรมเพื่ออนาคต”
- นักเรียนร่วมกันออกแบบวิธีการประดิษฐ์ “รังสรรค์นวัตกรรมเพื่ออนาคต”

9. ครูชี้แจงเงื่อนไขในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ “รังสรรค์นวัตกรรมเพื่ออนาคต” และเกณฑ์การประเมินชิ้นงานและภาระงาน

10. ครู นักเรียนร่วมกันออกแบบวิธีการแก้ปัญหา รายละเอียดเกี่ยวกับการออกแบบ “รังสรรค์นวัตกรรมเพื่ออนาคต” โดยเน้นให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญในการวางแผนและการออกแบบชิ้นงาน ซึ่งการออกแบบที่ดี จะช่วยให้เห็นแนวทางในการสร้างชิ้นงาน พร้อมทั้งชี้แจงชิ้นงานรวมทั้งทบทวนเกณฑ์การประเมินชิ้นงานและภาระงานอีกครั้งให้นักเรียนทราบก่อนการทำงานร่วมกัน

ในขั้นที่ 4

ขั้นที่ 4 การวางแผนและพัฒนา (Develop)

11. นักเรียนการวางแผนไว้ในใบกิจกรรม
12. นักเรียนพัฒนานวัตกรรม “รังสรรค์นวัตกรรมเพื่ออนาคต” ตามที่ได้ออกแบบไว้

ขั้นที่ 5 การทดสอบและประเมินผล (Decision)

13. เมื่อสร้าง “รังสรรค์นวัตกรรมเพื่ออนาคต” เสร็จแล้ว ให้แต่ละกลุ่มตรวจสอบในกลุ่มของตนเอง โดยการทดลอง นักเรียนบันทึกผลการทดลอง
14. ประเมินภาคปฏิบัติ (Performance Assessment) สำหรับประเมินกระบวนการ STEAM จากนวัตกรรม “รังสรรค์นวัตกรรมเพื่ออนาคต”

ขั้นที่ 6 การนำเสนอผลลัพธ์ (Display)

ในขั้นตอนที่ 6 นี้ คณะครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย นำเสนอผลงาน การออกแบบและสร้างสิ่งประดิษฐ์ “รังสรรค์นวัตกรรมเพื่ออนาคต” ความต้องการด้านประโยชน์ใช้สอย งานประดิษฐ์มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน โดยใช้ทักษะการสร้างสรรคนวัตกรรม

15. จากนั้นคณะครูและนักเรียนพิจารณาผลการบันทึกเพื่อนำมาปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

16. ให้นักเรียนนำเสนอผลงานและอธิบายในประเด็นดังต่อไปนี้

- “รังสรรค์นวัตกรรมเพื่ออนาคต” ของนักเรียนลักษณะเป็นอย่างไร
- “รังสรรค์นวัตกรรมเพื่ออนาคต” นักเรียนปรับแก้ให้ดีขึ้นอย่างไร
- นักเรียนคิดว่า “รังสรรค์นวัตกรรมเพื่ออนาคต” ที่สามารถนำไปใช้ได้อย่างไร

17. ประเมินภาคปฏิบัติ (Performance Assessment) สำหรับประเมินทักษะการสร้างสรรคนวัตกรรม “รังสรรค์นวัตกรรมเพื่ออนาคต” โดยมีรายการประเมินดังนี้ 1. การระบุปัญหา

(Identify) 2. การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ (Explore) 3. การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์มี (Connected) 4. การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (Develop) และ 5. การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง (Practice)

สื่อการสอน และวัสดุอุปกรณ์

1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์
2. วัสดุและอุปกรณ์สำหรับการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ Power Point เนื้อหาประกอบการจัดกิจกรรม เอกสารกิจกรรม ใบความรู้ และใบงาน

แหล่งเรียนรู้

1. ข้อมูลสารสนเทศ จากสื่อออนไลน์ อินเทอร์เน็ต / เว็บไซต์ต่างๆ
2. ห้องปฏิบัติการ
3. ผู้ที่มีความรู้ ผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ

ตารางมาตรฐาน/ตัวชี้วัด

S: Science	T: Technology	M: Math	A: Art
ว 2.2 ม 5/1	ว 4.1 ม 4/1	ฟังก์ชันและกราฟของ	ศ 1.1 ม.4-6/1.
ว 2.2 ม 5/2	ว 4.1 ม 4/2	ฟังก์ชัน	ศ 1.1 ม.4-6/2.
ว 2.2 ม 5/3	ว 4.1 ม 4/3		ศ 1.1 ม.4-6/3.
ว 2.2 ม 5/4	ว 4.1 ม 4/4		ศ 1.1 ม.4-6/4.มี
	ว 4.1 ม 4/5		ศ 1.1 ม.4-6/5.
	ว 4.2 ม 4/1		ศ 1.1 ม.4-6/6

การวัดและประเมินผล

ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีเป็นความชำนาญหรือความสามารถในการใช้กระบวนการทางความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้จินตนาการและการถ่ายทอดใช้ทักษะในการสร้างสิ่งที่มีเอกลักษณ์ ให้เกิดสิ่งใหม่หรือนวัตกรรมที่ทันสมัยใหม่หรือพัฒนาขึ้นซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของความคิดวิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ผลที่ได้จากนวัตกรรมสามารถผลิตเป็นรูปธรรมได้ สามารถสร้างและใช้ประโยชน์จากรูปแบบใหม่ๆ เพื่อจะเป็นนวัตกรรมการที่ประสบผลสำเร็จจำเป็นต้องสามารถถอยหลังจากรูปแบบเดิมและเริ่มมองจากมุมมองที่ดีกว่า จำเป็นต้องมีเป็นกระบวนการที่ต้นและหลักปฏิบัติงานที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ การประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม มีการประเมินที่หลากหลาย โดยประเมินตามสภาพจริง ครอบคลุม 360 องศา ด้วยการประเมินภาคปฏิบัติ (Performance Assessment) เป็นวิธีการประเมินงานหรือกิจกรรมที่ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนปฏิบัติงานเพื่อให้ทราบถึงผลการพัฒนาผู้เรียน มีการประเมินร่วมกัน การประเมินลักษณะนี้ ผู้สอนต้องเตรียมสิ่งสำคัญ 2 ประการ คือ ภาระงาน (Tasks) หรือกิจกรรมที่จะให้ผู้เรียนปฏิบัติ และเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) การประเมินภาคปฏิบัติประกอบด้วย 1.ภาระงานที่มีลักษณะเป็นโครงการ/โครงการ (Project) เป็นกิจกรรมที่เน้นขั้นตอนการปฏิบัติ (Process) และผลงาน

(Product) ที่ต้องใช้เวลาในการดำเนินการ จึงควรมีการประเมินเป็นระยะๆ เช่น ระยะก่อนดำเนินโครงการ/โครงการ โดยประเมินความพร้อมการเตรียมการและความเป็นไปได้ในการปฏิบัติงานระยะระหว่างดำเนินโครงการ/โครงการ จะประเมินการปฏิบัติจริงตามแผน วิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ และการปรับปรุงระหว่างปฏิบัติ สำหรับระยะสิ้นสุดการดำเนินโครงการ/โครงการ โดยการประเมินผลงาน ผลกระทบ และวิธีการนำเสนอผลการดำเนินโครงการ/โครงการ และ 2. ภาระงานที่เน้นผลผลิตชิ้นงาน (Product) ประเมินเฉพาะคุณภาพของผลงานได้ สามารถพัฒนาต่อไปอย่างไรและผลของงานในอนาคต ในการประเมินภาคปฏิบัติ ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีวัดได้จากการปฏิบัติโดยใช้แบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี 5 ทักษะ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ (Likert Five Rating Scales) ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วย

1) การระบุปัญหา (Identify) ระดับความสามารถในการรับรู้และระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น เลือกปัญหาที่มีการปฏิบัติจริงในการสร้างนวัตกรรม **วัดได้จาก**ระดับพฤติกรรมที่สามารถ รับรู้และระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น เลือกปัญหาที่มีความสำคัญและชัดเจน ระบุเป้าหมายและความจำเป็นในการสร้างนวัตกรรม

2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ (Explore) ระดับความสามารถในการระบุแนวคิดที่แปลกใหม่และมีประโยชน์ ระบุแนวคิดให้มีความหลากหลาย ใช้เทคนิคของการสร้างสรรค์ เรียนรู้หรือแสวงหาประสบการณ์ใหม่ที่น่าสนใจ **วัดได้จาก**ระดับพฤติกรรมการระบุแนวคิดที่แปลกใหม่และมีประโยชน์ ระบุแนวคิดให้มีความหลากหลาย ใช้เทคนิคของการสร้างสรรค์ เรียนรู้หรือแสวงหาประสบการณ์ใหม่ที่น่าสนใจ สังเกตสิ่งที่อยู่รอบตัว คิดเพื่อเชื่อมโยงและผสมผสานวิเคราะห์และประเมินแนวคิด

3) การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ (Connect) ระดับความสามารถในการสื่อสารแนวคิดใหม่ๆ ไปสู่ผู้อื่น เปิดใจกว้างและยอมรับมุมมอง แสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน สร้างวิกฤติให้เป็นโอกาส สร้างเครือข่ายและปฏิสัมพันธ์ **วัดได้จาก**ระดับพฤติกรรมการสื่อสารแนวคิดใหม่ๆ ไปสู่ผู้อื่น เปิดใจกว้างและยอมรับมุมมอง แสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน สร้างวิกฤติให้เป็นโอกาส สร้างเครือข่ายและปฏิสัมพันธ์

4) การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (Develop) ระดับความสามารถในการนำเอาความคิดนั้นไปใช้ และเป็นที่ยอมรับของชุมชน ให้เกิดการยอมรับความคิดเห็นใหม่ **วัดได้จาก**ระดับพฤติกรรมการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนและพัฒนา การทดสอบและประเมินผล

5) การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง (Practice) ระดับความสามารถในการประเมินและทดสอบแนวคิดวิเคราะห์และประเมินแนวคิดจากทางเลือกที่มีเพื่อให้ ลงมือปฏิบัติตามแนวคิดเพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรมจาก นำแนวคิดไปสู่การปฏิบัติจริง ทดลองเพื่อทดสอบแนวคิดและประสบการณ์ใหม่ ค้นหาวิธีการที่จะทำสิ่งต่างๆให้ง่ายขึ้น เผยแพร่ผลจากการปฏิบัติให้ผู้อื่นได้รับทราบและร่วมเรียนรู้ **วัดได้จาก**ระดับพฤติกรรมการแสวงหาสิ่งที่น่าสนใจสนับสนุนแนวคิดโดยช่องทางความรู้ ทำสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากเดิมเพื่อมุ่งแก้ปัญหา เรียนรู้และผลิตสิ่งต่างๆด้วยความคิดริเริ่มของตนเอง ประเมินและทดสอบแนวคิดวิเคราะห์และประเมินแนวคิดจากทางเลือกที่มีเพื่อให้ ลง

เมื่อปฏิบัติตามแนวคิดเพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรมจาก นำแนวคิดไปสู่การปฏิบัติจริง ทดลองเพื่อทดสอบแนวคิดและประสบการณ์ใหม่ ค้นหาวิธีการที่จะทำสิ่งต่างๆให้ง่ายขึ้น เผยแพร่ผลจากการปฏิบัติให้ผู้อื่นได้รับทราบและร่วมเรียนรู้

5.องค์ประกอบเชิงเงื่อนไขการนำรูปแบบไปใช้ ประกอบด้วย ครูผู้สอนใช้กระบวนการเรียนการสอนที่เน้นการบูรณาการการสอนแบบสหสาขาวิชา (Multidisciplinary) การเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 โดยผ่านการกำหนดหัวเรื่อง (Theme) โดยร่วมกันออกแบบการเรียนการสอนและมีบทบาทเป็นผู้อำนวยการความสะดวกในการสอน **นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้** โดยอาศัยการแสวงหาความรู้ที่ตนมีกับสมาชิกในกลุ่ม นำไปสู่การวางแผนและการสร้างสรรค์นวัตกรรมนำเสนอเผยแพร่ให้กว้างขวางขึ้นจนถึงขยายผลไปสู่ครอบครัวและครอบครัว

โดยมีเครื่องมือประกอบแผนในการประเมินนวัตกรรมคือแบบประเมินคุณภาพนวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

แบบประเมินคุณภาพนวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

รายการประเมิน	ระดับความสอดคล้อง	หมายเหตุ
1. ความเป็นนวัตกรรม		
1.1 นักเรียนมีการเผยแพร่และการยอมรับนวัตกรรม สัมพันธ์เป็นระบบสมเหตุสมผล 1.ความถูกต้องของสาระความรู้ที่นำเสนอ 2.สัมพันธ์เป็นระบบสมเหตุสมผล 3.ประโยชน์ของนวัตกรรม 4.ผลงานที่นำสู่การพัฒนาในด้านต่าง ๆ 5.ผู้เรียนและผู้เกี่ยวข้องเกิดการเรียนรู้กันทั้งในระดับโรงเรียนและส่งผลถึงชุมชน	<input type="checkbox"/> ระดับ 5 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 5 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 4 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 4 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 3 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 3 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 2 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 2 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 1 ปฏิบัติได้ 1 ข้อ	
1.2 นักเรียนมีกระบวนการคิดเชื่อมโยง และสัมพันธ์เป็นระบบสมเหตุสมผล 1.กระบวนการคิดเชื่อมโยง 2.จุดเน้นของนวัตกรรมที่พัฒนา 3.ความคิดรวบยอด 4.ขั้นตอนการปฏิบัติที่นำสู่ผลปฏิบัติที่สำเร็จและเกิดผลต่อกลุ่มเป้าหมาย 5.การชื่นชมในผลงานที่เกิดขึ้น	<input type="checkbox"/> ระดับ 5 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 5 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 4 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 4 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 3 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 3 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 2 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 2 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 1 ปฏิบัติได้ 1 ข้อ	
1.3 นักเรียนสามารถกำหนดลักษณะของนวัตกรรม เป็นระดับการสร้างนวัตกรรม 1.หาวิธีที่ดีขึ้นเป็นนวัตกรรม 2.ปรับปรุงที่มีอยู่ให้ดีขึ้น 3.พัฒนาให้ดีขึ้น	<input type="checkbox"/> ระดับ 3 ปฏิบัติข้อได้ 3 <input type="checkbox"/> ระดับ 2 ปฏิบัติข้อได้ 2 <input type="checkbox"/> ระดับ 1 ปฏิบัติข้อได้ 1	
2. กระบวนการพัฒนานวัตกรรม		

รายการประเมิน	ระดับความสอดคล้อง	หมายเหตุ
2.1 นักเรียนมีกระบวนการพัฒนานวัตกรรม เป็นการที่นำสู่การพัฒนาในด้านต่าง ๆ เป็นการที่นำสู่การพัฒนาในด้านต่าง ๆ ประกอบด้วย 1.การใช้หลักการ 2.แนวคิดและทฤษฎี 3.การออกแบบ 4.การใช้กระบวนการพัฒนา 5.การมีส่วนร่วม	<input type="checkbox"/> ระดับ 5 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 5 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 4 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 4 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 3 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 3 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 2 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 2 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 1 ปฏิบัติได้ 1 ข้อ	
2.2 นักเรียนมีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า 1.การแก้ปัญหาได้ตรงตามความต้องการ 2.การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า 3.การใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ ที่นำไปสู่การผลิตหรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์ 4.การนำไปใช้	<input type="checkbox"/> ระดับ 4 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 4 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 3 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 3 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 2 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 2 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 1 ปฏิบัติได้ 1 ข้อ	
3. คุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม		
3.1 นักเรียนมีแนวคิดโดยใช้องค์ความรู้ ทำสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากเดิม 1.ความคิดริเริ่มของตน 2.การแก้ปัญหาหรือพัฒนาคุณภาพผู้เรียน 3.การใช้ทรัพยากร 4.การเรียนรู้ร่วมกัน ส่งเสริมให้เกิดกระบวนการแสวงหาความรู้ 5.การยอมรับ ความเหมาะสมในการใช้งาน	<input type="checkbox"/> ระดับ 5 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 5 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 4 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 4 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 3 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 3 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 2 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 2 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 1 ปฏิบัติได้ 1 ข้อ	
3.2 นักเรียนมีการประเมินและทดสอบแนวคิด 1.การเผยแพร่ผลจากการปฏิบัติให้ผู้อื่นได้รับทราบและร่วมเรียนรู้ 2.วิเคราะห์และประเมินแนวคิดจากทางเลือกที่มี 3.ลงมือปฏิบัติตามแนวคิดเพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรม 4.การยอมรับต้นแบบนวัตกรรม 5.นำแนวคิดไปสู่การปฏิบัติจริง	<input type="checkbox"/> ระดับ 5 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 5 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 4 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 4 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 3 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 3 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 2 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 2 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 1 ปฏิบัติได้ 1 ข้อ	
รวมทั้งหมด.....คะแนน		

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินคุณภาพนวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
1. ความเป็นนวัตกรรม						
1.นักเรียนมีการเผยแพร่และการยอมรับนวัตกรรม ประกอบด้วย -ความถูกต้องของสาระความรู้ที่นำเสนอ -สัมพันธ์เป็นระบบสมเหตุสมผล -ประโยชน์ของนวัตกรรม -ผลงานที่นำไปสู่การพัฒนาในด้านต่าง ๆ -ผู้เรียนและผู้เกี่ยวข้องเกิดการเรียนรู้กันทั้งในระดับโรงเรียนและส่งผลถึงชุมชน	ปฏิบัติ ได้ครบ ทั้ง 5 ข้อ	ปฏิบัติ ได้ทั้ง 4 ข้อ	ปฏิบัติ ได้ทั้ง 3 ข้อ	ปฏิบัติ ได้ทั้ง 2 ข้อ	ปฏิบัติ ได้ 1 ข้อ	
2.นักเรียนมีกระบวนการคิดเชื่อมโยง ประกอบด้วย -กระบวนการคิดเชื่อมโยง -จุดเน้นของนวัตกรรมที่พัฒนา -ความคิดรวบยอด -ขั้นตอนการปฏิบัติที่นำไปสู่ผลปฏิบัติที่สำเร็จและเกิดผล ต่อกลุ่มเป้าหมาย -การชื่นชมในผลงานที่เกิดขึ้น	ปฏิบัติ ได้ครบ ทั้ง 5 ข้อ	ปฏิบัติ ได้ทั้ง 4 ข้อ	ปฏิบัติ ได้ทั้ง 3 ข้อ	ปฏิบัติ ได้ทั้ง 2 ข้อ	ปฏิบัติ ได้ 1 ข้อ	
3.นักเรียนมีลักษณะของการสร้างนวัตกรรม ประกอบด้วย -หาวิธีที่ดีขึ้นเป็นนวัตกรรม -ปรับปรุงที่มีอยู่ให้ดีขึ้น -พัฒนาให้ดีขึ้น			ปฏิบัติ ข้อได้ 3	ปฏิบัติ ข้อได้ 2	ปฏิบัติ ข้อได้ 1	
2. กระบวนการพัฒนานวัตกรรม						
1.นักเรียนมีกระบวนการพัฒนานวัตกรรม เป็นการที่ นำไปสู่การพัฒนาในด้านต่าง ๆ ประกอบด้วย -การใช้หลักการ -แนวคิดและทฤษฎี -การออกแบบ -การใช้กระบวนการพัฒนา -การมีส่วนร่วม	ปฏิบัติ ได้ครบ ทั้ง 5 ข้อ	ปฏิบัติ ได้ทั้ง 4 ข้อ	ปฏิบัติ ได้ทั้ง 3 ข้อ	ปฏิบัติ ได้ทั้ง 2 ข้อ	ปฏิบัติ ได้ 1 ข้อ	
2.นักเรียนมีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า ประกอบด้วย -การแก้ปัญหาได้ตรงตามความต้องการ -การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า -การใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ ที่นำไปสู่การผลิตหรือการ พัฒนาผลิตภัณฑ์ -การนำไปใช้		ปฏิบัติ ได้ทั้ง 4 ข้อ	ปฏิบัติ ได้ทั้ง 3 ข้อ	ปฏิบัติ ได้ทั้ง 2 ข้อ	ปฏิบัติ ได้ 1 ข้อ	

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
3. คุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม						
3.1 นักเรียนมีแนวคิดโดยใช้องค์ความรู้ ทำสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากเดิม ประกอบด้วย -ความคิดริเริ่มของตน -การแก้ปัญหาหรือพัฒนาคุณภาพผู้เรียน -การใช้ทรัพยากร -การเรียนรู้ร่วมกัน ส่งเสริมให้เกิดกระบวนการแสวงหาความรู้ -การยอมรับ ความเหมาะสมในการใช้งาน	ปฏิบัติ ได้ครบ ทั้ง 5 ข้อ	ปฏิบัติ ได้ทั้ง 4 ข้อ	ปฏิบัติ ได้ทั้ง 3 ข้อ	ปฏิบัติ ได้ทั้ง 2 ข้อ	ปฏิบัติ ได้ 1 ข้อ	
3.2 นักเรียนมีการประเมินและทดสอบแนวคิดประกอบด้วย -การเผยแพร่ผลจากการปฏิบัติให้ผู้อื่นได้รับทราบและร่วมเรียนรู้ -วิเคราะห์และประเมินแนวคิดจากทางเลือกที่มี -ลงมือปฏิบัติตามแนวคิดเพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรม -การยอมรับต้นแบบนวัตกรรม -นำแนวคิดไปสู่การปฏิบัติจริง	ปฏิบัติ ได้ครบ ทั้ง 5 ข้อ	ปฏิบัติ ได้ทั้ง 4 ข้อ	ปฏิบัติ ได้ทั้ง 3 ข้อ	ปฏิบัติ ได้ทั้ง 2 ข้อ	ปฏิบัติ ได้ 1 ข้อ	
รวมทั้งหมด.....คะแนน						

การแปลผลคะแนนได้ดังนี้

ระดับคะแนน 28-32 หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติได้และช่วยเหลือผู้อื่นได้

ระดับคะแนน 23-27 หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเอง

ระดับคะแนน 17-22 หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติได้เมื่อได้รับคำแนะนำ

ระดับคะแนน 12-16 หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติได้เมื่อได้รับคำแนะนำและศึกษาตัวอย่างเพิ่มเติม

ระดับคะแนน 7-11 หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติเมื่อได้รับการช่วยเหลือ

ลำดับ ดาที่	หัวข้อ/ รายละเอียด	กิจกรรม	ด้านทักษะ/ ความสามารถ	การเรียนรู้การ สอนและสื่อที่ ใช้	ภาระ งาน	การวัด และ ประเมินผล	ผู้สอน	จุดเน้น	ทักษะกระบวนการ วิทยาศาสตร์	กระบวนการ ทาง เทคโนโลยี	กระบวนการ ออกแบบ ผลิตภัณฑ์	ทักษะ กระบวนการ คณิตศาสตร์
12			(Distribute) ขั้นที่ 4 พัฒนา (Develop)									เชื่อมโยง 5) ความคิด ริเริ่ม สร้างสรรค์
13		สร้างสรรค์ ชิ้นงาน	ขั้นที่ 5 ทดสอบและ ประเมินผล (Decision) ขั้นที่ 6 นำเสนอ ผลลัพธ์ (Display)	-สาธิตและฝึก ปฏิบัติ	การ ประเมิน ผลงาน	ภาระงาน ที่เน้น ผลผลิต ชิ้นงาน						
14	หน่วยที่ 3	ออกแบบ Interactive	ขั้นที่ 1 การ ระบุปัญหา (Define)	- บรรยาย	สร้าง โปรแกรม	ภาระงาน		ทักษะ กระบวนการ วิทยาศาสตร์ และ กระบวนการ ทาง เทคโนโลยี	1) การสังเกต 2) การวัด 3) การจำแนกประเภท 4) การหาความสัมพันธ์ ระหว่างสเปคกับเวลา 5) การคำนวณ 6) การจัดทำและ สื่อความหมายข้อมูล 7) การลงความเห็น จากข้อมูล	1) กำหนดหรือ ปัญหาหรือ ความ ต้องการ 2) รวบรวม ข้อมูล 3) ออกแบบ และ ปฏิบัติการ 4)	1) กระบวนการ วางแผน 4) การ ออกแบบร่าง 5) การ คัดเลือก การ นำแบบร่าง	1) การ แก้ปัญหา 2) การให้ เหตุผล 3) การ สื่อสารและ การสื่อ ความหมาย ทาง คณิตศาสตร์
15	Interact ive with Compu ter	ออกแบบ Interactive	ขั้นที่ 2 ค้นหา แนวคิดที่ เกี่ยวข้อง (Discover)	- ศึกษา ตัวอย่าง -สาธิตและฝึก ปฏิบัติ	Interact ive							
16		สร้างสรรค์ Interactive	ขั้นที่ 3 ออกแบบ วิธีการ	- ฝึกปฏิบัติการ / ทดลอง	การ ประเมิน	ภาระงาน						

ลำดับ ดาที่ ที่	หัวข้อ/ รายละเอียด	กิจกรรม	ด้านทักษะ/ ความสามารถ	การเรียนรู้การ สอนและสื่อที่ ใช้	ภาระ งาน	การวัด และ ประเมินผล	ผู้สอน	จุดเน้น	ทักษะกระบวนการ วิทยาศาสตร์	กระบวนการ ทาง เทคโนโลยี	กระบวนการ ออกแบบ ผลิตภัณฑ์	ทักษะ กระบวนการ คณิตศาสตร์
17- 18	with Computer	แก้ปัญหา (Distribute) ขั้นที่ 4 พัฒนา (Develop)	ขั้นที่ 5 ทดสอบและ ประเมินผล (Decision)	การใช้งาน สอนและสื่อที่ ใช้	ผลงาน	การวัด และ ประเมินผล			8) การพยากรณ์ 9) การกำหนดและ ควบคุมตัวแปร 10) การตั้งสมมติฐาน 11) การกำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการของตัว แปร 12) การทดลอง 13) การตีความหมาย ข้อมูลและการลง ข้อสรุป	ประเมินผล		4) การ เชื่อมโยง 5) ความคิด ริเริ่ม สร้างสรรค์
19												
20			ขั้นที่ 6 นำเสนอ ผลลัพธ์ (Display)			ภาระงาน ที่เน้น ผลผลิต ชิ้นงาน						

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย





แบบประเมินแบบวิเคราะห์เอกสาร

คำชี้แจง : แบบวิเคราะห์เอกสารนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาซึ่งข้อมูลความคิดเห็นของท่านเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการวิจัยและเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน คำตอบของท่านจะไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อตัวท่าน ดังนั้นจึงขอให้ท่านได้กรุณาให้ข้อมูลตามสภาพความเป็นจริง โดยมีวัตถุประสงค์ในการใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างฉบับนี้ มีดังนี้

1. เพื่อศึกษาแบบวิเคราะห์เอกสารรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

- 1. ชื่อ-สกุล.....
ตำแหน่ง
- 2. เพศ 1) ชาย 2) หญิง
- 3. ประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ 1) ต่ำกว่า 5 ปี 2) 5-10 ปี 3) มากกว่า 10 ปี
- 4. วุฒิการศึกษาสูงสุด
 1) ปริญญาตรี 2) ปริญญาโท 3) ปริญญาเอก 4) อื่นๆ.....
สาขา.....จากสถาบัน.....

ประเด็นการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1.เอกสารสามารถบอกแหล่งที่มาของการศึกษาค้นคว้าได้					
2.เอกสารสามารถ บอกรายละเอียดของการศึกษาเอกสารในประเด็นต่าง ๆ ได้					
3.เอกสารสามารถบอกปีที่พิมพ์ของเอกสาร หรือบอกวันเดือน ปี ที่เข้าถึงข้อมูลนั้นได้					
4.เอกสารสามารถบอกรายละเอียดของประเด็นที่ผู้วิจัยศึกษาได้					
5.เอกสารสามารถสรุปสาระสำคัญของเอกสารนั้น ๆ ได้					

ข้อเสนอแนะ



แบบประเมินแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง

คำชี้แจง : แบบสัมภาษณ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความต้องการจำเป็นการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาซึ่งข้อมูลความคิดเห็นของท่านเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการวิจัยและเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน คำตอบของท่านจะไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อตัวท่าน ดังนั้นจึงขอให้ท่านได้กรุณาให้ข้อมูลตามสภาพความเป็นจริง โดยมีวัตถุประสงค์ในการใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างฉบับนี้ มีดังนี้

1. เพื่อศึกษาความต้องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
2. เพื่อศึกษาแนวทางในการพัฒนาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา (สาระสำคัญของหลักการพัฒนารูปแบบการสอน ประกอบด้วย จุดมุ่งหมาย เนื้อหา กระบวนการสอน กิจกรรมการสอน การวัดและประเมินผล)

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. ชื่อ-สกุล.....
ตำแหน่ง
2. เพศ 1) ชาย 2) หญิง
3. ประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ 1) ต่ำกว่า 5 ปี 2) 5-10 ปี 3) มากกว่า 10 ปี
4. วุฒิการศึกษาสูงสุด
 1) ปริญญาตรี 2) ปริญญาโท 3) ปริญญาเอก 4) อื่นๆ.....
สาขา.....จากสถาบัน.....

ตอนที่ 2 ประเด็นสัมภาษณ์

คำถามชุดที่ 1 สำหรับกลุ่มผู้บริหารสถานศึกษาที่จัด STEM/STEAM ครูผู้สอน ผู้เชี่ยวชาญ

2.1 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM

ข้อ	รายการ	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
จุดมุ่งหมาย						
1	ท่านคิดว่าต้องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM ควรจะมีจุดมุ่งหมายอย่างไร เพราะอะไร					
2	ท่านคิดว่าการพัฒนาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM ควรจะมีลักษณะบูรณาการอย่างไร เพราะอะไร					

ข้อ	รายการ	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
เนื้อหา						
3	ท่านคิดว่าการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM ควรมึลักษณะการจัดการเรียนรู้อย่างไร เพราะอะไร					
กระบวนการสอน						
4	ท่านคิดว่าการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM ควรมึกระบวนการสอนในลักษณะใด เพราะอะไร					
5	ท่านคิดว่าต้องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM ควรจะมีวิธีดำเนินการอย่างไร เพราะอะไร					
กิจกรรมการสอน						
6	ท่านคิดว่าต้องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM ควรจะมีวิธีดำเนินการกิจกรรมการสอนอย่างไร เพราะอะไร					
การวัดและประเมินผล						
7	ท่านคิดว่าการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM ควรจะมีวิธีวัดและประเมินผลอย่างไร เพราะอะไร					
8	ข้อเสนอแนะ					



คำถามชุดที่ 2 ประเด็นการสนทนากลุ่มนักเรียน
การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะ
การสร้างสรณ์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

คำชี้แจง : ประเด็นการสนทนากลุ่มนักเรียนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความต้องการจำเป็นการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรณ์นวัตกรรมทาง เทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาซึ่งข้อมูลความคิดเห็นเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการวิจัยและเป็น ประโยชน์ต่อการเรียนการสอน คำตอบจะไม่มีผลกระทบใดๆ ดังนั้นจึงขอให้ท่านได้กรุณาให้ข้อมูล ตามสภาพความเป็นจริง

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. ชื่อ-สกุล.....
ตำแหน่ง
2. เพศ 1) ชาย 2) หญิง
3. ประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ 1) ต่ำกว่า 5 ปี 2) 5-10 ปี 3) มากกว่า 10 ปี
4. วุฒิการศึกษาสูงสุด
 1) ปริญญาตรี 2) ปริญญาโท 3) ปริญญาเอก 4) อื่นๆ.....
สาขา.....จากสถาบัน.....

ตอนที่ 2 ประเด็นการสนทนากลุ่ม

ข้อ	รายการ	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
จุดมุ่งหมาย						
1	นักเรียนคิดว่ารูปแบบการเรียนการสอนควรทำอย่างไร เพราะอะไร					
เนื้อหา						
2	นักเรียนคิดว่ารูปแบบการเรียนการสอน ควรมีลักษณะ การจัดการเรียนรู้อย่างไร เพราะอะไร					
3	นักเรียนคิดว่ารูปแบบการเรียนการสอน ควรมีลักษณะ การดำเนินการในลักษณะใด เพราะอะไร					
กระบวนการสอน						
4	นักเรียนคิดว่ารูปแบบการเรียนการสอน ควรมีลักษณะ จัดการกิจกรรมอย่างไร เพราะอะไร					
กิจกรรมการสอน						
5	นักเรียนคิดว่ารูปแบบการเรียนการสอน ควรมีลักษณะ จัดการกิจกรรมอย่างไร เพราะอะไร					
6	นักเรียนคิดว่ารูปแบบการเรียนการสอนควรใช้เวลา เท่าใด เพราะอะไร					

ข้อ	รายการ	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
7	นักเรียนคิดว่าการส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนควรดำเนินการในลักษณะใด เพราะอะไร					
การวัดและประเมินผล						
8	นักเรียนคิดว่ารูปแบบการเรียนการสอน ควรมีชีวิตและประเมินผลอย่างไร เพราะอะไร					
9	นักเรียนคิดว่าการส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนควรจัดประสบการณ์การเรียนรู้ในลักษณะใด เพราะอะไร					
10	ข้อเสนอแนะ					

ข้อเสนอแนะ





แบบประเมินคุณภาพรูปแบบ

การพัฒนาแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะ

การสร้างสรรคนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

คำชี้แจง ขอความร่วมมือท่านพิจารณาประเด็นต่างๆ ของรูปแบบตามที่กำหนด โดยให้ความคิดเห็นตามความเป็นจริง และกรุณาให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในประเด็นที่ท่านเห็นว่าไม่เหมาะสม เพื่อนำไปปรับปรุงหลักสูตรให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

- ชื่อ-สกุล.....
ตำแหน่ง
- เพศ 1) ชาย 2) หญิง
- ประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ 1) ต่ำกว่า 5 ปี 2) 5-10 ปี 3) มากกว่า 10 ปี
- วุฒิการศึกษาสูงสุด
 1) ปริญญาตรี 2) ปริญญาโท 3) ปริญญาเอก 4) อื่นๆ.....
สาขา.....จากสถาบัน.....

ตอนที่ 2 ประเด็นแบบประเมินคุณภาพรูปแบบ

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน		ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
		เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	
1	หลักการ : มีแนวคิดและทฤษฎีรองรับ มีภาษาชัดเจน เข้าใจง่ายและสามารถนำไปใช้ได้จริง			
2	วัตถุประสงค์ : สอดคล้องกับหลักการ การเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM			
3	องค์ประกอบเชิงเนื้อหา : เหมาะสม ช่วยส่งเสริมทักษะการสร้างสรรคนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา			
4	รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM: ตอบสนองจุดมุ่งหมาย ส่งเสริมให้ผู้เรียน			

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน		ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
		เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	
	สร้างสรรค์ผลงาน			
5	ทักษะการสร้างสรรค์ นวัตกรรมทางเทคโนโลยี: ตอบสนองจุดมุ่งหมาย และใช้ ทักษะในการสร้างสิ่งที่มี เอกลักษณ์			
6	กิจกรรมการเรียนรู้ : เหมาะสม กับรูปแบบการเรียนการสอน			
7	การวัดและประเมินผล : สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการวัด และ เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้			

ข้อเสนอแนะ



ฉบับที่ 2-11-1 แบบประเมินแผน/หน่วยการจัดการเรียนรู้

แบบประเมินแผน/หน่วยการจัดการเรียนรู้

คำชี้แจง ขอความร่วมมือท่านพิจารณาประเด็นต่างๆ ของรูปแบบตามที่กำหนด โดยให้ความคิดเห็นตามความเป็นจริง และกรุณาให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในประเด็นที่ท่านเห็นว่าไม่เหมาะสม เพื่อนำไปปรับปรุงแผน/หน่วยการจัดการเรียนรู้ให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. ชื่อ-สกุล.....
ตำแหน่ง
2. เพศ 1) ชาย 2) หญิง
3. ประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ 1) ต่ำกว่า 5 ปี 2) 5-10 ปี 3) มากกว่า 10 ปี
4. วุฒิการศึกษาสูงสุด
 1) ปริญญาตรี 2) ปริญญาโท 3) ปริญญาเอก 4) อื่นๆ.....
สาขา.....จากสถาบัน.....

ข้อ	รายการ	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
1	หน่วย/แผนการจัดการเรียนรู้มีสาระสำคัญในแผนถูกต้อง มีจุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ					
2	จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนานักเรียนด้านความรู้ทักษะกระบวนการ และเจตคติ ครบถ้วน เหมาะสมและมีรายละเอียดที่สอดคล้องสัมพันธ์กัน					
3	ความสอดคล้องของสาระสำคัญ/ความคิดรวบยอดกับมาตรฐานการเรียนรู้/ทักษะกระบวนการ/ผลการเรียนรู้					
4	กำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับคาบเวลา					
5	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระและสามารถปฏิบัติได้จริง					
6	กิจกรรมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงและส่งเสริมให้รู้ด้วยตนเอง					
7	หน่วย/แผนการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้มีทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม					
8	มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการวัดและประเมินผล					

ข้อเสนอแนะ



ฉบับที่ 2-5 แบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมเทคโนโลยี



แบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้เป็นแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา มีทั้งหมด 5 องค์ประกอบ ประกอบด้วย 1) การระบุปัญหาที่เป็นจุดเริ่มต้นในการสร้างนวัตกรรม 2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ 4) การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ และ 5) การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง

2. แบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาฉบับนี้มี 4 ตอน โดย ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ตอนที่ 2 แบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาฉบับรวมของผู้สอน STEAM โดยมีเกณฑ์การประเมินผลระหว่างเรียนร้อยละ 80 และ หลังเรียนร้อยละ 20 ขอให้ท่านพิจารณาว่านักศึกษามีผลการประเมินอยู่ในระดับใด โดยใส่เครื่องหมาย ลงในช่อง ผลการประเมินตามความเป็นจริง โดยมีเกณฑ์การประเมินระดับคุณภาพ ดังนี้

ระดับคะแนน 5 ดีเยี่ยม	หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติได้และช่วยเหลือผู้อื่นได้
ระดับคะแนน 4 ดี	หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเอง
ระดับคะแนน 3 พอใช้	หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติได้เมื่อได้รับคำแนะนำ
ระดับคะแนน 2 ควรปรับปรุง และศึกษาตัวอย่างเพิ่มเติม	หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติได้เมื่อได้รับคำแนะนำ
ระดับคะแนน 1 ต้องปรับปรุง	หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติเมื่อได้รับการช่วยเหลือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

- ชื่อ-สกุล.....
- กลุ่มที่ประเมิน
- วันที่ประเมิน

ตอนที่ 2 แบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาฉบับรวมของผู้สอน STEAM

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	หมายเหตุ
1. การระบุปัญหา จุดเริ่มต้นในการสร้างนวัตกรรม มีการแสวงหาสิ่งที่มีสนับสนุนแนวคิดโดยใช้องค์ความรู้ บริหารทรัพยากร ทำสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากเดิมเพื่อมุ่งแก้ปัญหา เรียนรู้และผลิตสิ่งต่างๆด้วยความคิดริเริ่มของ ความสำคัญและชัดเจน ระบุเป้าหมายและความจำเป็นในการสร้างนวัตกรรม ค้นหาสภาพแวดล้อมจัดเก็บและสร้าง กระบวนการ ประกอบด้วย		
1.นักเรียนสามารถรับรู้เลือกปัญหาที่เกิดได้ 2.นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ 3.นักเรียนสามารถเลือกปัญหาที่มีความสำคัญและชัดเจน 4.นักเรียนระบุความจำเป็นในการสร้างนวัตกรรมได้ 5.นักเรียนระบุเป้าหมายในการสร้างนวัตกรรมได้	<input type="checkbox"/> ระดับ 5 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 5 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 4 ปฏิบัติข้อ 1,2,3และ4 ได้ <input type="checkbox"/> ระดับ 3 ปฏิบัติข้อ 1,2และ3 ได้ <input type="checkbox"/> ระดับ 2 ปฏิบัติข้อ 1และ2 ได้ <input type="checkbox"/> ระดับ 1 ปฏิบัติได้ 1 ข้อ	
2. การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ ระบุแนวคิดที่แปลกใหม่และมีประโยชน์ โดยใช้ข้อมูลจากหลายแหล่ง ระบุความคิด จัดทำลำดับความคิด ค้นหาแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ เชื่อมโยงเนื้อหาจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ประกอบด้วย		

1.นักเรียนระบุแนวคิดที่แปลกใหม่ 2.นักเรียนระบุแนวคิดให้มีความหลากหลาย 3.นักเรียนใช้เทคนิคของการสร้างสรรค์ 4.นักเรียนเรียนรู้หรือแสวงหาประสบการณ์ใหม่ที่ น่าสนใจ 5.นักเรียนสังเกตสิ่งที่อยู่รอบตัว 6.นักเรียนคิดเพื่อเชื่อมโยงและผสมผสานวิเคราะห์ และประเมินแนวคิด	<input type="checkbox"/> ระดับ 5 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 6 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 4 ปฏิบัติได้ทั้ง 5 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 3 ปฏิบัติได้ทั้ง 4 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 2 ปฏิบัติได้ทั้ง 3 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 1 ปฏิบัติได้น้อยกว่า 3 ข้อ	
3. การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ มีการสื่อสารแนวคิดใหม่ๆ ไปสู่ผู้อื่น เปิดใจกว้างและยอมรับมุมมอง แสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน สร้างวิกฤติให้เป็นโอกาส สร้างเครือข่ายและปฏิสัมพันธ์ ประกอบด้วย		
1.นักเรียนสื่อสารแนวคิดใหม่ๆ ไปสู่ผู้อื่น 2.นักเรียนเปิดรับและตอบสนองความคิดเห็นใหม่ๆ 3.นักเรียนแสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน 4.นักเรียนสร้างโอกาสในการทำงาน 5.นักเรียนเคารพความคิดของคนอื่น	<input type="checkbox"/> ระดับ 5 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 5 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 4 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 4 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 3 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 3 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 2 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 2 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 1 ปฏิบัติได้ 1 ข้อ	
4. การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ การนำเอาความคิดนั้นไปใช้และนำเสนอด้วยวิธีการที่เหมาะสม วางแผน ดำเนินการพัฒนานวัตกรรม ที่สืบเนื่องมาจากคิดคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมตามแผนที่กำหนดไว้ การสื่อ ความหมาย ใช้ข้อความสมการ คัพท์ที่เป็นสากล บันทึกผลงานทุกขั้นตอน สรุปสาระที่ได้จากการศึกษา ประกอบด้วย		
1.นักเรียนมีการวางแผนสร้างนวัตกรรม 2.นักเรียนมีการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 3.นักเรียนมีการพัฒนานวัตกรรม 4.นักเรียนมีการทดสอบการสร้างนวัตกรรม 5.นักเรียนมีการประเมินผลการสร้างนวัตกรรม	<input type="checkbox"/> ระดับ 5 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 5 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 4 ปฏิบัติข้อ 1,2,3และ4 ได้ <input type="checkbox"/> ระดับ 3 ปฏิบัติข้อ 1,2และ3 ได้ <input type="checkbox"/> ระดับ 2 ปฏิบัติข้อ 1และ2 ได้ <input type="checkbox"/> ระดับ 1 ปฏิบัติได้ 1 ข้อ	
5. การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง ประเมินและทดสอบแนวคิดวิเคราะห์และประเมินแนวคิดจาก ทางเลือกที่มีเพื่อให้ ลงมือปฏิบัติตามแนวคิดเพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรมจาก นำแนวคิดไปสู่การปฏิบัติจริง ทดลอง เพื่อทดสอบแนวคิดและประสบการณ์ใหม่ ประกอบด้วย		
1.นักเรียนแสวงหาสิ่งที่น่าสนใจสนับสนุนแนวคิดโดยใช้องค์ ความรู้ 2.นักเรียนทำสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากเดิม เพื่อมุ่งแก้ปัญหา 3.นักเรียนเรียนรู้และผลิตสิ่งต่างๆด้วยความคิดริเริ่ม ของตนเอง 4.นักเรียนประเมินและทดสอบแนวคิดวิเคราะห์และ ประเมินแนวคิดจากทางเลือกที่มีเพื่อให้ 5.นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแนวคิดเพื่อสร้างต้นแบบ นวัตกรรมจาก 6.นักเรียนนำแนวคิดไปสู่การปฏิบัติจริง	<input type="checkbox"/> ระดับ 5 ปฏิบัติได้ครบทั้ง 9 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 4 ปฏิบัติได้ทั้ง 7-8 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 3 ปฏิบัติได้ทั้ง 5-6 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 2 ปฏิบัติได้ทั้ง 4-5 ข้อ <input type="checkbox"/> ระดับ 1 ปฏิบัติได้น้อยกว่า 4 ข้อ	

7.นักเรียนทดลองเพื่อทดสอบแนวคิดและ ประสบการณ์ใหม่		
8.นักเรียนค้นหาวิธีการที่จะทำสิ่งต่างๆให้ง่ายขึ้น		
9.นักเรียนเผยแพร่ผลจากการปฏิบัติให้ผู้อื่นได้รับ ทราบและร่วมเรียนรู้		
รวมทั้งหมด.....คะแนน		

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....



เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมเทคโนโลยีของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาฉบับรวมของผู้สอน STEAM

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
1. การระบุปัญหา จุดเริ่มต้นในการสร้างนวัตกรรม มีการแสวงหาสิ่งที่มาสนับสนุนแนวคิดโดยใช้องค์ความรู้ บริหาร						

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
ทรัพยากร ทำสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากเดิมเพื่อมุ่งแก้ปัญหา เรียนรู้และผลิตสิ่งต่างๆด้วยความคิดริเริ่มของ ความสำคัญและชัดเจน ระบุเป้าหมายและความจำเป็นในการสร้างนวัตกรรม ค้นหาสภาพแวดล้อมจัดเก็บและสร้าง กระบวนการ ประกอบด้วย						
1.นักเรียนสามารถรับรู้เลือกปัญหาที่เกิดขึ้นได้ 2.นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ 3.นักเรียนสามารถเลือกปัญหาที่มีความสำคัญและชัดเจน 4.นักเรียนระบุความจำเป็นในการสร้างนวัตกรรมได้ 5.นักเรียนระบุเป้าหมายในการสร้างนวัตกรรมได้	ปฏิบัติได้ครบทั้ง 5 ข้อ	ปฏิบัติข้อ 1,2,3และ4 ได้	ปฏิบัติข้อ 1,2และ3 ได้	ปฏิบัติ ข้อ 1 และ2 ได้	ปฏิบัติ ข้อ 1 ได้	
2. การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ ระบุแนวคิดที่แปลกใหม่และมีประโยชน์ โดยใช้ข้อมูลจากหลายแหล่ง ระบุความคิด จัดทำลำดับความคิด ค้นหาแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ เชื่อมโยงเนื้อหาจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ประกอบด้วย						
1.นักเรียนระบุแนวคิดที่แปลกใหม่ 2.นักเรียนระบุแนวคิดให้มีความหลากหลาย 3.นักเรียนใช้เทคนิคของการสร้างสรรค์ 4.นักเรียนเรียนรู้หรือแสวงหาประสบการณ์ใหม่ที่น่าสนใจ 5.นักเรียนสังเกตสิ่งที่อยู่รอบตัว 6.นักเรียนคิดเพื่อเชื่อมโยงและผสมผสาน วิเคราะห์และประเมินแนวคิด	ปฏิบัติได้ครบทั้ง 6 ข้อ	ปฏิบัติได้ทั้ง 5 ข้อ	ปฏิบัติได้ทั้ง 4 ข้อ	ปฏิบัติ ได้ทั้ง 3 ข้อ	ปฏิบัติ ได้น้อยกว่า 3 ข้อ	
3. การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ มีการสื่อสารแนวคิดใหม่ๆ ไปสู่ผู้อื่น เปิดใจกว้างและยอมรับมุมมอง แสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน สร้างวิกฤติให้เป็นโอกาส สร้างเครือข่ายและปฏิสัมพันธ์ ประกอบด้วย						
1.นักเรียนสื่อสารแนวคิดใหม่ๆ ไปสู่ผู้อื่น 2.นักเรียนเปิดรับและตอบสนองความคิดเห็นใหม่ๆ 3.นักเรียนแสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน 4.นักเรียนสร้างโอกาสในการทำงาน 5.นักเรียนเคารพความคิดของคนอื่น	ปฏิบัติได้ครบทั้ง 5 ข้อ	ปฏิบัติได้ทั้ง 4 ข้อ	ปฏิบัติได้ทั้ง 3 ข้อ	ปฏิบัติ ได้ทั้ง 2 ข้อ	ปฏิบัติ ได้ 1 ข้อ	
4. การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ การนำเอาความคิดนั้นไปใช้และนำเสนอด้วยวิธีการที่เหมาะสม วางแผนดำเนินการ พัฒนานวัตกรรม ที่สืบเนื่องมาจากคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมตามแผนที่กำหนดไว้ การสื่อความหมาย ใช้ข้อความสมการ ศัพท์ที่เป็นสากล บันทึกผลงานทุกขั้นตอน สรุปสาระที่ได้จากการศึกษา ประกอบด้วย						
1.นักเรียนมีการวางแผนสร้างนวัตกรรม 2.นักเรียนมีการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 3.นักเรียนมีการพัฒนานวัตกรรม 4.นักเรียนมีการทดสอบการสร้างนวัตกรรม	ปฏิบัติได้ครบทั้ง 5 ข้อ	ปฏิบัติข้อ 1,2,3และ4 ได้	ปฏิบัติข้อ 1,2และ3 ได้	ปฏิบัติ ข้อ 1 และ2 ได้	ปฏิบัติ ข้อ 1 ได้	

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
5.นักเรียนมีการการประเมินผลการสร้างนวัตกรรม						
5. การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง ประเมินและทดสอบแนวคิดวิเคราะห์และประเมินแนวคิดจากทางเลือกที่มีเพื่อให้ ลงมือปฏิบัติตามแนวคิดเพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรมจาก นำแนวคิดไปสู่การปฏิบัติจริง ทดลองเพื่อทดสอบแนวคิดและประสบการณ์ใหม่ ประกอบด้วย						
1.นักเรียนประเมินและทดสอบแนวคิดวิเคราะห์และประเมินแนวคิดจากทางเลือก	ปฏิบัติได้ครบทั้ง 5 ข้อ	ปฏิบัติได้ทั้ง 4 ข้อ	ปฏิบัติได้ทั้ง 3 ข้อ	ปฏิบัติได้ทั้ง 2 ข้อ	ปฏิบัติได้ข้อ 1	
2.นักเรียนนำแนวคิดไปสู่การปฏิบัติจริง						
3.นักเรียนทดลองเพื่อทดสอบแนวคิดและประสบการณ์ใหม่						
4.นักเรียนค้นหาวิธีการที่จะทำสิ่งต่างๆให้ง่ายขึ้น						
5.นักเรียนเผยแพร่ผลจากการปฏิบัติให้ผู้อื่นได้รับทราบและร่วมเรียนรู้						
รวมทั้งหมด.....คะแนน						

การแปลผลคะแนนได้ดังนี้

ระดับคะแนน 22-25	หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติได้และช่วยเหลือผู้อื่นได้
ระดับคะแนน 18-21	หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเอง
ระดับคะแนน 13-17	หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติได้เมื่อได้รับคำแนะนำ
ระดับคะแนน 9-12	หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติได้เมื่อได้รับคำแนะนำและศึกษาตัวอย่างเพิ่มเติม
ระดับคะแนน 5-8	หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติเมื่อได้รับการช่วยเหลือ



ฉบับที่ 2-9 แบบสอบถามความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนการสอน

แบบสอบถามความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM
เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

คำชี้แจง แบบสอบถามฉบับนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเป็นมาตราส่วนประมาณค่า Rating scale 5 ระดับโดยพิจารณาจากเกณฑ์ความคิดเห็นดังนี้

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

ผู้วิจัยจะนำผลการวิจัยในภาพรวมซึ่งไม่กระทบต่อนักเรียนแต่อย่างใดขอความกรุณาพิจารณา

ข้อความคำตอบแต่ละข้อโดยละเอียดและทำเครื่องหมาย ลงในช่องระดับความคิดเห็นของนักเรียน

ข้อที่	ความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยมากที่สุด	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	เห็นด้วยน้อยที่สุด
ด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอน						
1	นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นต้องเชื่อมโยงในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่					
2	นักเรียนได้แลกเปลี่ยนการเรียนรู้กับครูและเพื่อน					
3	นักเรียนมีโอกาสสนทนาข้อซักถามเมื่อมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจ					
4	นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายเชื่อมโยงการนำความรู้ไปสู่การสรุปสาระสำคัญ					
5	นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเองและกับเพื่อนเป็นกลุ่ม					
6	นักเรียนได้ฝึกการสร้างสรรค์นวัตกรรมอย่างมีความหมายสื่อสารและนำเสนอโดยใช้กระบวนการต่างๆ					
ด้านพฤติกรรมการสร้างสรรค์นวัตกรรม						
1	การเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีกระบวนการคิดเชื่อมโยง และสัมพันธ์					

ข้อที่	ความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยมากที่สุด	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	เห็นด้วยน้อยที่สุด
	เป็นระบบสมเหตุสมผล					
2	การจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีความสามารถในการกระทำที่มีลักษณะเป็นขั้นตอน					
3	การจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนได้ถ่ายทอดความคิดของตนเป็นภาษาพูด ภาพเขียนและภาษาเขียน					
4	การจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้วยการใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ					
5	การจัดการเรียนการสอนนักเรียนมีโอกาสดูตรวจสอบผลงานของตนเองและได้แก้ไขข้อบกพร่อง					
6	การจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้และทำงานร่วมกับเพื่อนได้					

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ฉบับที่ 2-6-1 แบบบันทึกพฤติกรรมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม



แบบประเมินแบบบันทึกทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม

คำชี้แจง ขอความร่วมมือท่านพิจารณาประเด็นต่างๆ ของรูปแบบตามที่กำหนด โดยให้ความคิดเห็นตามความเป็นจริง และกรุณาให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในประเด็นที่ท่านเห็นว่าไม่เหมาะสม เพื่อนำไปปรับปรุงหลักสูตรให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. ชื่อ-สกุล.....
ตำแหน่ง
2. เพศ 1) ชาย 2) หญิง
3. ประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ 1) ต่ำกว่า 5 ปี 2) 5-10 ปี 3) มากกว่า 10 ปี
4. วุฒิการศึกษาสูงสุด
 1) ปริญญาตรี 2) ปริญญาโท 3) ปริญญาเอก 4) อื่นๆ.....
สาขา.....จากสถาบัน.....

ข้อ	รายการ	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
1 การระบุปัญหา (Identify)						
	การระบุปัญหา รายการของปัญหา สาเหตุของปัญหาการเรียนการสอน และผลกระทบที่เกิดขึ้น					
2 การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ (Explore)						
	ปัญหาที่เลือก					
	ข้อมูลที่ต้องการ หาค้นหาอย่างไร และ จากไหน และควรเชื่อข้อมูลนั้นเพียงใด					
	เพราะเหตุใดถึงเลือกปัญหานี้					
3 การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ (Connect)						
	กิจกรรมย่อย/ผู้รับผิดชอบ					
	ปรับปรุงกิจกรรม/มุมมองกิจกรรม/แนวคิดใหม่ๆ					
4 การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (Develop)						
	แนวทาง/กิจกรรมในการปฏิบัติงานที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือพัฒนาคือ					
	ชื่อกิจกรรม/แนวทาง/กระบวนการ/นวัตกรรม					
	การออกแบบกิจกรรม/นวัตกรรม/ขั้นตอนในการดำเนินการแก้ปัญหาหรือพัฒนาโดยใช้แนวทางที่เลือก					
	เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้ใน/วิธีการทำงานที่นำมาใช้สร้างนวัตกรรม					
	แบบร่างนวัตกรรม					
5 การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง (Practice)						
	สรุปผลที่ได้จากการปฏิบัติ					
	การนำผลที่ได้ไปใช้					

ข้อเสนอแนะ



ร่างแบบบันทึกทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม

ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม

กิจกรรม
 ชื่อกลุ่ม
 ชื่อ-สกุล ชั้นม. เลขที่
 ชื่อ-สกุล ชั้นม. เลขที่
 ชื่อ-สกุล ชั้นม. เลขที่
 ชื่อ-สกุล ชั้นม. เลขที่

คำชี้แจง แบบบันทึกของนักเรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงถึงทักษะการคิดอย่างเป็นระบบให้สอดคล้องกับผลการประเมิน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการดำเนินการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนและการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนของผู้สอนให้ดียิ่งขึ้น

1. การวิเคราะห์ปัญหา / ประเด็นหลัก(Theme)

การระบุปัญหา รายการของปัญหา สาเหตุของปัญหา และผลกระทบที่เกิดขึ้น

ปัญหาที่พบ/ ประเด็นหลัก (Theme)	รายการของปัญหา /ประเด็น หลัก(Theme)	ผลกระทบที่เกิดขึ้น

2. การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่

(จากผลการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุของปัญหา และผลกระทบที่เกิดขึ้นในข้อที่ 1 กลุ่มของนักเรียนต้องการแก้ไขปรับปรุงปัญหาใดบ้าง เพราะเหตุใด)

ปัญหา/ประเด็นหลัก(Theme)ที่เลือก

.....

.....

.....

.....

ข้อมูลที่ต้องการ หาค้นหาอย่างไร และ จากไหน และควรเชื่อข้อมูลนั้นเพียงใด

.....

.....

.....

.....

เพราะเหตุใดถึงเลือกปัญหานี้

.....

.....

.....

.....

3. การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

(จากการสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ และผลกระทบที่เกิดขึ้นในข้อที่ 2 กลุ่มของนักเรียนต้องการแบ่งเป็นกิจกรรมย่อยและปรับปรุงอย่างไร)

กิจกรรมย่อย/ผู้รับผิดชอบ

ปรับปรุงกิจกรรม/มุมมองกิจกรรม/แนวคิดใหม่ๆ

4. การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ

(จากผลการวิเคราะห์ปัญหา การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ในข้อที่ 1-3 กลุ่มของนักเรียน
สร้างนวัตกรรมอย่างไร)

แนวทาง/กิจกรรมในการปฏิบัติงานที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือพัฒนาคือ

ชื่อกิจกรรม/แนวทาง/กระบวนการ/นวัตกรรม

การออกแบบกิจกรรม/นวัตกรรม/ขั้นตอนในการดำเนินการแก้ปัญหาหรือพัฒนาใช้แนวทางที่
เลือก

.....

.....

.....

.....

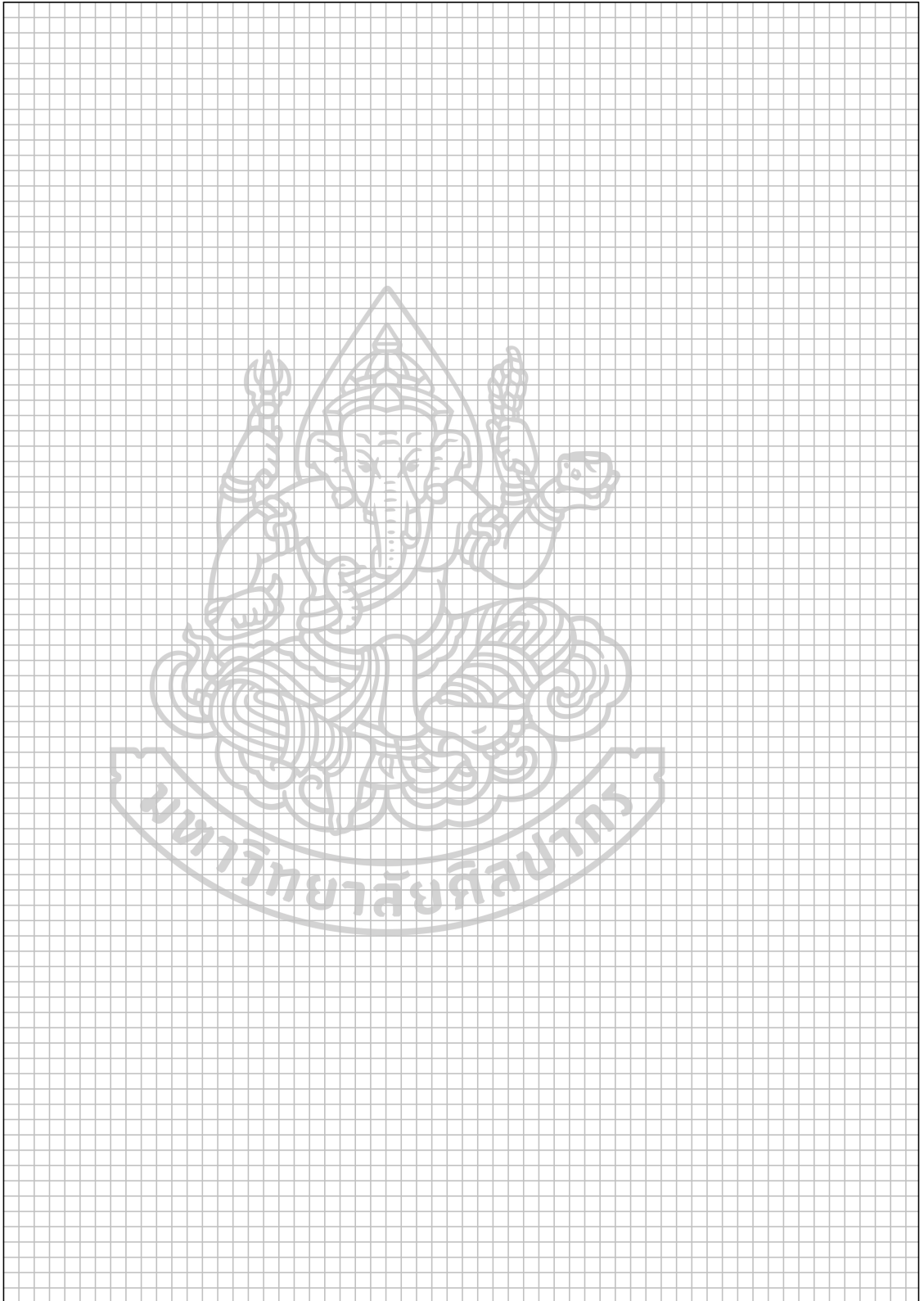
.....

เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้ใน/วิธีการทำงานที่นำมาใช้สร้างนวัตกรรม

ที่	เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างนวัตกรรม	วิธีการทำงาน
1		
2		
3		
4		
5		

แบบร่างนวัตกรรม





5.การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง

(จากผลข้อที่ 4 กลุ่มของนักเรียนสร้างนวัตกรรม สามารถนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริงอย่างไร) สรุปลผลที่ได้จากการปฏิบัติ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การนำผลที่ได้ไปใช้

สิ่งที่ดี ที่ควรนำไปใช้ต่อ	สิ่งที่ควรแก้ไข/ปรับปรุง/พัฒนา
<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ
วัน เดือน ปี เกิด	1 สิงหาคม 2516
สถานที่เกิด	เมืองนครปฐม
วุฒิการศึกษา	พ.ศ.2543 ครุศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครปฐม พ.ศ.2545 ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พ.ศ.2555 ศีษศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร พ.ศ.2558 ศึกษาระดับปริญญาเอกหลักสูตรและการสอน ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
ที่อยู่ปัจจุบัน	129 หมู่ 9 ซอยเจริญดี 3 ต.ลำพญา อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

