



ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO TAXONOMY เพื่อพัฒนา
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2
EFFECT OF RESEARCH-BASED LEARNING MANAGEMENT WITH THE APPLICATION
OF SOLO TAXONOMY TO DEVELOP ACHIEVEMENT IN SCIENCE SUBJECTS AND
INNOVATOR SKILLS OF GRADE 2 STUDENTS

กรรณิการ์ ลายลักษณ์

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO TAXONOMY เพื่อพัฒนา
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะนวัตกรของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

EFFECT OF RESEARCH-BASED LEARNING MANAGEMENT WITH THE APPLICATION
OF SOLO TAXONOMY TO DEVELOP ACHIEVEMENT IN SCIENCE SUBJECTS AND
INNOVATOR SKILLS OF GRADE 2 STUDENTS



KANNIKA LAILUCK

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF EDUCATION
(Educational Measurement, Evaluation, and Research)
Faculty of Education, Srinakharinwirot University

2023

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO TAXONOMY เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

ของ

กรรณิการ์ ลายลักษณ์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตา ตูลย์เมฆากว)	(รองศาสตราจารย์ ดร.สุนทรพจน์ ดำรงค์พานิช)
..... ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.อิทธิพัทธ์ สுவทันพรกุล)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอุมา เจริญสุข)

ชื่อเรื่อง	ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO TAXONOMY เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2
ผู้วิจัย	กรรณิการ์ ลายลักษณ์
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2566
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนตา ตูลย์เมธาการ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. อธิสิทธิ์ สุกทันพรกุล

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy 2) เพื่อประเมินทักษะนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดลาดหลุมแก้ว จำนวน 17 คน ได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัสดุ มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนระหว่าง 4.88-4.94 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัสดุ มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.32-0.57 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78 ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.50-0.90 3) แบบประเมินทักษะนวัตกรรม มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.67-1.00 วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน Wilcoxon Signed Ranks Test และ One-sample t-test ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีทักษะนวัตกรรมอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : ทักษะนวัตกรรม, วิจัยเป็นฐาน, SOLO Taxonomy

Title	EFFECT OF RESEARCH-BASED LEARNING MANAGEMENT WITH THE APPLICATION OF SOLO TAXONOMY TO DEVELOP ACHIEVEMENT IN SCIENCE SUBJECTS AND INNOVATOR SKILLS OF GRADE 2 STUDENTS
Author	KANNIKA LAILUCK
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2023
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Manaathar Tulmethakaan
Co Advisor	Associate Professor Dr. Ittipaat Suwatanpornkool

The purposes of this research are as follows: (1) to compare the science achievement of Grade Two students before and after the research-based learning management together with the application of SOLO Taxonomy; (2) to evaluate the innovator skills of Grade Two students after research-based learning together with the application of the SOLO Taxonomy. The samples consisted of 17 Grade Two students at Watlumlumkaew School, drawn by the Purposive Sampling method. The tools used in the research included (1) a science-learning plan about the objects and properties of materials by organizing research-based learning with SOLO Taxonomy. The average of the appropriateness of the plan was between 4.88-4.94; (2) academic achievement test on objects and material properties there was a discriminant power between 0.32-0.57, a reliability value equal to 0.78, a difficulty value between 0.50-0.90; (3) innovator skills assessment had an index of item objective congruence (IOC), between 0.67-1.00. The data was analyzed using mean, standard deviation, Wilcoxon Signed Ranks Test and One-sample t-test. The research results found that Grade Two students who received research-based learning with the application of SOLO Taxonomy had higher academic achievement after learning than before learning at a statistical significance of .05 and high levels of innovator skills.

Keyword : Innovator skills, Research-based learning, SOLO Taxonomy

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความเมตตากรุณาเป็นอย่างสูงจากอาจารย์ที่ปรึกษา ปริญญาานิพนธ์ผู้คอยประสิทธิ์ประสาทวิชา ชี้แนะและชี้แนะแนวทางในการทำปริญญาานิพนธ์ตลอดจนให้กำลังใจและสละเวลาอันมีค่าคอยช่วยเหลือแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น จนปริญญาานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตา ตูลย์เมธาการอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้และขอกราบ ขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่มอบความรู้ประสบการณ์ใหม่ ๆ ในการทำ ปริญญาานิพนธ์มอบรอยยิ้มและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดการศึกษาและการทำงานปริญญาานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุนทรพจน์ ดำรงค์พานิช ประธานกรรมการสอบปากเปล่า ปริญญาานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอุมา เจริญสุข กรรมการสอบปากเปล่าปริญญาานิพนธ์ และประธานกรรมการสอบเค้าโครงปริญญาานิพนธ์และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวิกา ตั้งประภา กรรมการสอบเค้าโครงปริญญาานิพนธ์ที่เสียสละเวลาให้ความกรุณาตรวจสอบ ปรับปรุงและให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงปริญญาานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. วิไลลักษณ์ ลังกา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอุมา เจริญสุข ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงใจ สีเขียว และคุณครูพวงนาค่า ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าให้ความกรุณาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่านที่ถ่ายทอดวิชาความรู้ประสบการณ์ต่าง ๆ ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ตลอดระยะเวลาการศึกษา ผู้วิจัยได้รับทั้งความรักความเมตตา และรอยยิ้มที่อบอุ่นจากคณาจารย์ทุกท่าน ทำให้ผู้วิจัยเกิดความรู้สึกภูมิใจและมีกำลังใจในการทำปริญญาานิพนธ์จนสำเร็จ

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสถานศึกษาโรงเรียนวัดลาดหลุมแก้ว และขอขอบคุณนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ให้ความร่วมมือกับผู้วิจัยเป็นอย่างดีในการเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณเพื่อนพี่น้องนิสิตปริญญาโทสาขาการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษา เพื่อนครูทุกท่าน และบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและกำลังใจในการทำปริญญาานิพนธ์นี้

ท้ายที่สุดนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และสมาชิกในครอบครัวทุกคนที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือ เป็นกำลังใจและอยู่เบื้องหลังของความสำเร็จ คุณค่าทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากปริญญาานิพนธ์เล่มนี้ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกและบูชา พระคุณแก่บุพการีบูรพาจารย์ของผู้วิจัยทุกท่านที่ส่งเสริมและสนับสนุนผู้วิจัยตลอดมา

กรรณิการ์ ลายลักษณ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญรูปภาพ.....	ฏ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	7
ความสำคัญของการวิจัย.....	7
ขอบเขตการการวิจัย.....	7
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย.....	7
ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	7
ตัวแปรที่ศึกษา.....	8
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	8
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	9
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	9
กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	13
สมมติฐานการวิจัย.....	14
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	15

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)	17
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-based Learning หรือ RBL).....	21
2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน	21
2.2 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน	22
2.3 แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน	22
2.4 ประโยชน์ของแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน.....	39
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน	39
3. การประเมินการเรียนรู้ตาม SOLO Taxonomy	46
3.1 ระดับขั้นการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy	46
3.2 ข้อดีของการประเมินการเรียนรู้ตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy	58
3.3 การนำ SOLO Taxonomy ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน.....	65
3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	76
4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy	82
5. ทักษะนวัตกรรม.....	88
5.1 ความหมายของนวัตกรรม	88
5.2 รูปแบบของนวัตกรรม.....	89
5.3 ทักษะสำคัญของนวัตกรรม	90
5.4 คุณลักษณะของนวัตกรรม	95
5.5 การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียนสู่การเป็นนวัตกรรม	96
5.6 การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy ที่มี ความสัมพันธ์กับทักษะนวัตกรรม	110
5.7 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นนวัตกรรม	115
5.8 ตัวอย่างโรงเรียนนวัตกรรมพัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นนวัตกรรม	116

5.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	122
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	127
การกำหนดประชากรและตัวอย่าง.....	127
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย	127
แบบแผนการทดลอง	128
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	129
การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	130
การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	140
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	142
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	143
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิสิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษา ปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy.....	143
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ทักษะนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการ เรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy	147
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	162
สรุปผลการวิจัย	163
อภิปรายผลการวิจัย	163
ข้อเสนอแนะ	170
บรรณานุกรม.....	172
ภาคผนวก.....	182
ภาคผนวก ก รายงานผู้เชี่ยวชาญในการตรวจคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	183
ภาคผนวก ข ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	185
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	197

ภาคผนวก ง บรรยายการจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy 225

ภาคผนวก จ ใบบรรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย..... 243

ประวัติผู้เขียน..... 245



สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของครูผู้สอนและนักเรียน	30
ตาราง 2 สรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน	38
ตาราง 3 เปรียบเทียบลำดับขั้นของพัฒนาการและระดับของการตอบสนองของนักเรียนตามแนวคิด ของ SOLO Taxonomy.....	51
ตาราง 4 การกำหนดระดับคุณภาพผลการเรียนรู้ โดยใช้สัญลักษณ์ และสัญลักษณ์เมื่อประกอบ ..	52
ตาราง 5 คำกริยาที่สอดคล้องกับระดับ SOLO Taxonomy	53
ตาราง 6 เกณฑ์การประเมินตนเองสำหรับทักษะการปฏิบัติที่สร้างจากระดับ SOLO	55
ตาราง 7 เกณฑ์การประเมินตนเองสำหรับความรู้ความเข้าใจที่สร้างจากระดับ SOLO.....	56
ตาราง 8 การเปรียบเทียบการประเมินการเรียนรู้แนวคิดของบลูม (Bloom's Taxonomy) และตามแนวคิด SOLO Taxonomy	60
ตาราง 9 คำอธิบายเกี่ยวกับระดับขั้นการตอบสนองการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy	61
ตาราง 10 สรุปภาพรวมของความเข้าใจที่นักเรียนแสดงออกตามแนวคิด SOLO Taxonomy.....	63
ตาราง 11 ฐบริกการประเมินตนเอง SOLO สำหรับกิจกรรมสถานีโครงสร้างเดี่ยว (Unistructural station)	69
ตาราง 12 ฐบริกการประเมินตนเอง SOLO สำหรับกิจกรรมสถานีหลายโครงสร้าง (multistructural station activities)	70
ตาราง 13 ฐบริกการประเมินตนเอง SOLO สำหรับกิจกรรมสถานีความสัมพันธ์ (relational station activities).....	71
ตาราง 14 ฐบริกการประเมินตนเอง SOLO สำหรับกิจกรรมสถานีขยายนามธรรม (Extended abstract station)	71

ตาราง 15 การทำให้มองเห็นช่องว่างระหว่างตำแหน่งผลการเรียนรู้ปัจจุบันและตำแหน่งผลการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องการ	73
ตาราง 16 ตัวอย่างจากการศึกษาหนังสือ เพื่อกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ที่ชัดเจน ใกล้เคียงและเป็นลำดับขั้น.....	74
ตาราง 17 สรุปลำดับเนื้อหาการจัดการเรียนรู้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy	86
ตาราง 18 ความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy กับทักษะนวัตกรรมตาราง 18 (ต่อ).....	114
ตาราง 19 โครงสร้างของแบบทดสอบตามแนวคิด SOLO Taxonomy	134
ตาราง 20 ผลการเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิสิตวิทยาศาสตร์ โดยมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy	144
ตาราง 21 ร้อยละของคะแนนพัฒนาการจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2	145
ตาราง 22 ร้อยละของนักเรียนที่ทำข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิสิตวิทยาศาสตร์ถูกต้องตามระดับการประเมินของ SOLO Taxonomy	146
ตาราง 23 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)	148
ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์ทักษะนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy (รายด้าน)	148
ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์ทักษะนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy (รายบุคคล)	150
ตาราง 26 ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับ	186

ตาราง 27 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัสดุ..... 187

ตาราง 28 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินทักษะนวัตกรรม 189

ตาราง 29 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัสดุ..... 195



สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย	14
ภาพประกอบ 2 การเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน	36
ภาพประกอบ 3 ลักษณะการตอบสนองของนักเรียนในระดับก่อนโครงสร้าง (Pre-structural)	48
ภาพประกอบ 4 ลักษณะการตอบสนองของนักเรียนในระดับโครงสร้างเดียว(Uni-structural)	48
ภาพประกอบ 5 ลักษณะการตอบสนองของนักเรียนในระดับหลายโครงสร้าง (Multistructural) .	49
ภาพประกอบ 6 ลักษณะการตอบสนองของนักเรียนในระดับความสัมพันธ์ (Relational).....	49
ภาพประกอบ 7 ลักษณะการตอบสนองของนักเรียนในระดับขยายนามธรรม (Extended Abstract)	50
ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างเพื่อแสดงความแตกต่างระหว่างผลการเรียนรู้ทั้งสองรูปแบบ ที่มา : Pam Hook (2015, p. 6) First Steps with SOLO Taxonomy Applying the model in your classroom. Essential Resources Educational Publishers Limited	54
ภาพประกอบ 9 งานและผลการเรียนรู้ที่สามารถอยู่ในระดับที่แตกต่างกัน	57
ภาพประกอบ 10 ป้ายกำกับความตั้งใจ (Labelling learning intentions)	65
ภาพประกอบ 11 สติกเกอร์และแสตมป์ SOLO (SOLO stickers and stamps)	66
ภาพประกอบ 12 สัญลักษณ์ SOLO ผนังห้องเรียน (Wall displays)	66
ภาพประกอบ 13 กิจกรรม SOLO hexagons	67
ภาพประกอบ 14 เกณฑ์การประเมินกิจกรรม SOLO hexagons หรือหกเหลี่ยม SOLO.....	68
ภาพประกอบ 15 การให้ “ขั้นตอนต่อไป” (Next step) เพื่อบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ที่ต้องการ ..	72
ภาพประกอบ 16 รูปแบบการพัฒนาโรงเรียนนวัตกรรมของโรงเรียนวัดกลางบางแก้ว (พุทธวิถีส ประสิทธิ์) ด้วยรูปแบบ 5s WKK Administrative Model	117
ภาพประกอบ 17 ผลงานรองเท้าแตะและกระดาษของนักเรียนโรงเรียนวัดกลางบางแก้ว (พุทธวิถีส ประสิทธิ์)	117

ภาพประกอบ 18 รูปแบบการพัฒนาโรงเรียนนวัตกรรมของโรงเรียนวัดปรางแก้ว.....	118
ภาพประกอบ 19 ผลงานปักข้าวโรงเรียนหนูของนักเรียนโรงเรียนวัดปรางแก้ว	119
ภาพประกอบ 20 รูปแบบการพัฒนาโรงเรียนนวัตกรรมของโรงเรียนบ้านห้วยไคร้ ด้วย	120
ภาพประกอบ 21 ผลงานร้านกาแฟ Q-Coffee ของนักเรียนโรงเรียนบ้านห้วยไคร้	120
ภาพประกอบ 22 รูปแบบการพัฒนาโรงเรียนนวัตกรรมของโรงเรียนบ้านท่าอ่างแบบ CPS	121
ภาพประกอบ 23 แนวทางการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้	131
ภาพประกอบ 24 ขั้นตอนในการสร้างแผนจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องวัตถุและสมบัติของ วัสดุ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy	133
ภาพประกอบ 25 ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบเป็น 0,1	137
ภาพประกอบ 26 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินทักษะนวัตกรรม	140
ภาพประกอบ 27 กราฟแสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการ ประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy	147
ภาพประกอบ 28 แผนภูมิแสดงคะแนนทักษะนวัตกรรมของนักเรียนเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)	149
ภาพประกอบ 29 บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ฝึกทักษะการมีปฏิสัมพันธ์	152
ภาพประกอบ 30 ใบงานฝึกทักษะการสังเกตการดูดซับน้ำของวัสดุ	153
ภาพประกอบ 31 บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการสังเกต	153
ภาพประกอบ 32 บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ฝึกสังเกตการดูดซับน้ำของ	154
ภาพประกอบ 33 บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้และใบงานที่แสดงถึงทักษะการสังเกต (1).....	155
ภาพประกอบ 34 บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้และใบงานที่แสดงถึงทักษะการสังเกต (2).....	155
ภาพประกอบ 35 บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ฝึกทักษะการเชื่อมโยงความคิด	156

ภาพประกอบ 36 บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ฝึกทักษะการทดลอง (1).....	157
ภาพประกอบ 37 บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ฝึกทักษะการทดลอง (2).....	158
ภาพประกอบ 38 บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ฝึกทักษะการทดลอง (3).....	158
ภาพประกอบ 39 ใบงานการออกแบบวางแผนการทดลองและสรุปผลการทดลอง.....	159
ภาพประกอบ 40 บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนฝึกออกแบบวางแผนการประดิษฐ์.....	160
ภาพประกอบ 41 การประเมินตนเองของนักเรียนตามระดับของ SOLO Taxonomy.....	161
ภาพประกอบ 42 บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสังเกตลักษณะและสมบัติของวัสดุ.....	226
ภาพประกอบ 43 บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลองคาดคะเนว่าวัสดุใดจะ ดูดซับน้ำได้ดีที่สุด	226
ภาพประกอบ 44 บรรยายภาคจัดการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนร่วมกันออกแบบหาวิธีในการทดสอบ ว่าวัสดุใดจะดูดซับน้ำได้ดีที่สุด	227
ภาพประกอบ 45 บรรยายภาคจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง (1).....	227
ภาพประกอบ 46 บรรยายภาคจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง (2).....	228
ภาพประกอบ 47 บรรยายภาคจัดการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย.....	228
ภาพประกอบ 48 บรรยายภาคจัดการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทดลอง.....	229
ภาพประกอบ 49 บรรยายภาคจัดการเรียนรู้ที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนคิด	229
ภาพประกอบ 50 บรรยายภาคจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเลือกเมล็ดพืชและร่วมกันตั้งสมมติฐานการ ทดลอง	230
ภาพประกอบ 51 บรรยายภาคจัดการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนร่วมกันวางแผนการทดลอง	230
ภาพประกอบ 52 ใบงานการวางแผนการทดลอง	231
ภาพประกอบ 53 บรรยายภาคจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทดลองตามที่วางแผนไว้.....	231
ภาพประกอบ 54 ใบงานบันทึกผลการทดลอง	232
ภาพประกอบ 55 บรรยายภาคจัดการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและนำเสนอผลการ ทดลอง	232

ภาพประกอบ 56 บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปและอภิปรายผลการทดลอง	233
ภาพประกอบ 57 บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสังเกตลักษณะของกระดาษและกาบ	233
ภาพประกอบ 58 บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคาดคะเนว่ากระดาษก่อนและหลังผสมกาบจะเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่อย่างไร	234
ภาพประกอบ 59 บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนร่วมกันวางแผนออกแบบการทดลอง	234
ภาพประกอบ 60 บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง	235
ภาพประกอบ 61 บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลอง ..	235
ภาพประกอบ 62 บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง	236
ภาพประกอบ 63 ใบงานสรุปผลการทดลอง	236
ภาพประกอบ 64 บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับการเลือกวัสดุเพื่อนำมาใช้ประดิษฐ์สิ่งของ	237
ภาพประกอบ 65 บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนแต่ละกลุ่มปรึกษาหารือกัน	237
ภาพประกอบ 66 ใบงานการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ของแต่ละกลุ่ม	238
ภาพประกอบ 67 บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้ที่แต่ละกลุ่มลงมือประดิษฐ์ตามทีออกแบบไว้ ...	238
ภาพประกอบ 68 บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนคิดหาวิธีขายสินค้าและนำสินค้ามาขายในชั่วโมงถัดไป	239
ภาพประกอบ 69 บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนนำเสนอขายสิ่งของที่กลุ่มประดิษฐ์	239
ภาพประกอบ 70 บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสำรวจสิ่งของที่ใช้แล้ว	240
ภาพประกอบ 71 ใบงานการวางแผนออกแบบของเล่นหรือของใช้จากวัสดุที่ใช้แล้ว	240
ภาพประกอบ 72 บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือประดิษฐ์ตามทีออกแบบ	241
ภาพประกอบ 73 บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนออกมานำเสนอผลงาน	241

ภาพประกอบ 74 ใบงานสรุปแนวทางการนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่.....242



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

องค์การศึกษาและวิทยาศาสตร์แห่งสหประชาชาติ (UNESCO) ประกาศเป้าหมายของคนในศตวรรษที่ 21 เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการศึกษาให้กับประเทศต่างๆ นำไปวางแผนจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียน (UNESCO, 2014, อ้างถึงใน วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒผล, 2557) กระทรวงศึกษาธิการจึงได้นำแนวทางการจัดการเรียนรู้มาพัฒนาหลักสูตร โดยกำหนดเป้าหมายในการพัฒนานักเรียน 4 ประการ คือ 1) การเรียนรู้เพื่อรู้ เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาทักษะการคิด การแสวงหาความรู้ของผู้เรียนเพื่อให้ สามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ 2) การเรียนรู้เพื่อปฏิบัติ ได้จริง เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาความคิด ความสามารถในการทำงานร่วมกันของผู้เรียน สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ 3) การเรียนรู้ที่จะอยู่ร่วมกัน เป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนยอมรับความแตกต่างหลากหลายซึ่งกันและกัน เคารพในความคิดของผู้อื่น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข และ 4) การเรียนรู้ที่จะเป็น เป็นการเรียนรู้ที่จะพัฒนาศักยภาพทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สติปัญญา มีความรับผิดชอบต่อตนเองและผู้อื่น โดยภาคีความร่วมมือเพื่อการศึกษาในศตวรรษที่ 21 (The Partnership for 21st Century Skill, 2019) ได้กำหนดเป้าหมายและต้นแบบของการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีความพร้อมในการก้าวสู่ศตวรรษที่ 21 โดยผู้เรียนควรมีทักษะที่สำคัญ 3 ประการ ประกอบด้วย ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี (Information, Media, and Technology Skills) และทักษะชีวิตและการทำงาน (Life and Career Skills) สอดคล้องกับมาตรฐานการศึกษาของไทยที่กำหนดคุณลักษณะของนักเรียน เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ของการศึกษา (Desired Outcomes of Education : DOE Thailand) ดังนี้ 1) นักเรียนต้องเป็นผู้เรียนรู้ (Learner Person) ใฝ่เรียนรู้ และมีทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตเพื่อก้าวทันโลกยุคดิจิทัลและโลกในอนาคต และมีสมรรถนะ (competency) ที่เกิดจากความรู้ ความรอบรู้ ด้านต่าง ๆ 2) ผู้ร่วมสร้างสรรค์นวัตกรรม (Innovative Co-creator) เป็นผู้มี ทักษะศตวรรษที่ 21

ทักษะดิจิทัลและเทคโนโลยี มีความคิดสร้างสรรค์ และมีคุณลักษณะของความเป็นผู้ประกอบการ และ 3) เป็นพลเมืองที่เข้มแข็ง (Active Citizen) เป็นผู้มีความรักชาติ เป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลกที่ดี มีจิตสาธารณะ มีความคิดที่จะร่วมพัฒนาประเทศชาติและอยู่ร่วมกับคนในชาติได้อย่างสันติ

สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ประเทศไทย 4.0 ที่เน้นการสร้างนวัตกรรมเพื่อพัฒนาด้านเศรษฐกิจและแก้ปัญหาสังคม การสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ (Wagner, 2018) ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนสร้างแนวคิดใหม่หรือเปลี่ยนแปลงแนวคิดเดิมอย่างสร้างสรรค์ เป็นนวัตกรรมที่สามารถตั้งคำถาม สังเกต มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น มีทักษะการทดลอง และเชื่อมโยงความคิดในเรื่องต่าง ๆ เพื่อสร้างสรรค์เป็นสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรม เพื่อพัฒนาความสามารถของเยาวชนให้มีความเป็นนวัตกรรม (Dyer, Gregersen, และ Chistensen, 2011) อีกทั้งยังสอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579 และแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่ให้สถานศึกษาสามารถจัดกิจกรรม/กระบวนการเรียนรู้ตามหลักสูตรอย่างมีคุณภาพและมาตรฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ส่งผลให้สถานศึกษาจัดหลักสูตรและกิจกรรมการเรียนการสอนโดยดำเนินการตามแนวทางโรงเรียนมาตรฐานสากลเพื่อยกระดับคุณภาพการจัดการศึกษาและการเรียนรู้ให้มีคุณภาพ ซึ่งการศึกษาไทยในยุค 4.0 จำเป็นต้องเน้นการคิดสร้างสรรค์ (Creative) โดยการแปลความคิดสร้างสรรค์ออกมาเป็นผลผลิต และควรเน้นการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีความคิดเชิงสร้างสรรค์ให้เป็นเอกลักษณ์ประจำตัวหรือเป็นวิถีชีวิต เมื่อถึงเวลาหนึ่งจะทำให้ประเทศมีผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจที่เป็นผลงานของคนไทย และเปลี่ยนแปลงจากประเทศบริโภคนิยมมาเป็นประเทศผู้ผลิตที่มีความรับผิดชอบต่อสังคมไทยและโลก ซึ่งการสร้างสรรค์เหล่านี้ไม่สามารถเกิดขึ้นได้หากไม่มีนวัตกรรม (Innovator) เข้ามามีส่วนร่วม เนื่องจากนวัตกรรมเป็นบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ที่ริเริ่มและก้าวหน้า นวัตกรรมมีความกล้าเสี่ยงในการลองสิ่งใหม่ ๆ และมีความสังเกตอย่างชาญฉลาด นอกจากนี้ นวัตกรรมยังมีความสามารถในการตั้งคำถามและเชื่อมโยงความคิดในเรื่องต่าง ๆ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมใหม่ ๆ เพื่อเปลี่ยนแปลงสังคมให้ก้าวไปข้างหน้า ดังนั้นครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาและส่งเสริมให้นักเรียนเป็นนวัตกรรม ครูสามารถสร้างสภาวะที่สนับสนุนการคิดสร้างสรรค์ในนักเรียนได้ โดยการสอนให้นักเรียนมีความเปิดกว้างในการคิด สร้างความสนใจในการทดลอง และสร้างโอกาสให้นักเรียนเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มที่เสนอคำถามและแลกเปลี่ยนความคิด นอกจากนี้ ครูยังสามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ได้ ด้วยการเปิดโอกาสให้นักเรียน

เรียนรู้จากประสบการณ์จริง และให้พื้นที่ในการทดลองสร้างสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมใหม่ ๆ เมื่อนักเรียนได้รับการสอนเป็นนวัตกรรมแล้ว นักเรียนจะมีทักษะในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ที่สามารถนำมาพัฒนาตนเอง สังคม และประเทศชาติอย่างยั่งยืน

จากการศึกษาจิตวิทยาพัฒนาการตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) เด็กวัยเรียนในระดับประถมศึกษาต้น จะเริ่มรู้จักจัดระเบียบแนวคิดได้ตามลักษณะของสิ่งที่เป็นรูปธรรม สังเกต ทดลอง และเรียนรู้ เรียกระยะพัฒนาการใน ระยะนี้ว่าขั้นปฏิบัติการ คิดอย่างมีเหตุผลและเป็นรูปธรรม (concrete operation) ประมาณช่วงอายุ 7 - 9 ปี ซึ่งมีลักษณะที่สำคัญ คือ 1) สามารถคิดย้อนกลับไปได้ (reversible operation) 2) สามารถคิดได้มากกว่าหนึ่งด้านในขณะเดียวกัน 3) สามารถคิดแบ่งแยกออกเป็นประเภท (classification) ความคิดที่พัฒนาขั้นนี้ทำให้เด็กมีความสามารถในการเรียนรู้ เช่น การอ่าน การคำนวณ การเล่นเกม การเข้ากลุ่ม การเข้าใจกฎระเบียบต่าง ๆ ความสามารถมีความคิดได้ซับซ้อนขึ้นกว่าเดิม และคิดอย่างมีเหตุผล มีพัฒนาทักษะใหม่ ๆ ทั้งเรื่องการอ่าน การเขียน การวาด การประดิษฐ์ และพัฒนาความคิดเชิงวิทยาศาสตร์และศิลปะได้มาก เริ่มรู้จักสังเกต ทดลอง คิดคำนวณในใจได้จากง่ายไปยากซับซ้อนขึ้น เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ ในภาวะแวดล้อมเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะทางกายภาพ เช่น จำนวน น้ำหนัก มวล ปริมาตร รวมทั้งพยายามใช้เหตุผลมาอธิบายปรากฏการณ์และเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นแล้วสรุปเป็นหลักการทั่วไป (inductive reasoning) (ทิตญดา โภชนจันทร์, 2559, น. 37)

การนำทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ไปปฏิบัติใช้ในการเรียนการสอน กล่าวคือควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยกิจกรรมการค้นพบด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนได้มีโอกาสคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้เอง กิจกรรมการสำรวจและการเพิ่มขยายความคิดในระหว่างการเรียนรู้ และการใช้กิจกรรมขัดแย้ง (cognitive conflict activities) โดยการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นนอกเหนือจากความคิดเห็นของตนเอง และส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดอย่างอิสระตามความสามารถให้มาก เพื่อช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้กับนักเรียน (คณะกรรมาการกลุ่มผลิตชุดวิชา, 2560, น. 19)

การพัฒนาให้นักเรียนเกิดทักษะนวัตกรรม ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งมีอายุ 7 - 8 ปี จะช่วยทำให้นักเรียนสามารถใช้ความคิดสร้างสรรค์ตามธรรมชาติของตนเองได้ สนับสนุนให้คิดนอกกรอบและคิดไอเดียใหม่ๆ จะช่วยฝึกฝนจินตนาการและความสามารถในการแก้ปัญหา ส่งเสริมให้เขาคิดอย่างเป็นระบบ เชื่อมโยง และวิเคราะห์สถานการณ์จากมุมมองที่แตกต่างกัน การสอนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ถึงวิธีประเมินปัญหาและค้นหาแนวทางแก้ไขที่เป็น

นวัตกรรมช่วยให้พวกเขาเป็นนักคิดที่เป็นอิสระและมีไหวพริบมากขึ้น และในโลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน ความสามารถในการปรับตัวถือเป็นทักษะที่สำคัญ ด้วยการส่งเสริมทักษะนวัตกรรม นักเรียนเรียนรู้ที่จะยอมรับการเปลี่ยนแปลงและมองว่าเป็นโอกาสในการเติบโต พวกเขามีความยืดหยุ่นและเปิดกว้างมากขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อพวกเขาตลอดชีวิต นอกจากนี้การพัฒนาทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ การทำงานเป็นทีมและการทำงานร่วมกัน ด้วยการพัฒนาทักษะเหล่านี้ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จะทำให้เรียนรู้วิธีการสื่อสาร แบ่งปันความคิด และทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อบรรลุเป้าหมายร่วมกัน ซึ่งจะช่วยเตรียมความพร้อมสำหรับโครงการกลุ่มในอนาคตและสถานการณ์ในชีวิตจริงที่ต้องใช้การทำงานเป็นทีม ปลุกฝังความสามารถในการแก้ปัญหา คิดอย่างสร้างสรรค์และค้นหาวิธีแก้ปัญหาที่ไม่เหมือนใคร พวกเขาจะมีความพร้อมมากขึ้นในการรับมือกับความท้าทายในชีวิตภายหลัง ซึ่งทักษะนี้จะเป็นประโยชน์ต่อพวกเขาในสภาพแวดล้อมทางวิชาการและวิชาชีพต่างๆ นอกจากนี้การพัฒนาทักษะนวัตกรรมในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จะช่วยปลุกฝังกรอบความคิดแบบเติบโต (growth mindset) ซึ่งเป็นความเชื่อที่ว่าความสามารถสามารถพัฒนาได้ผ่านความพยายามและการฝึกฝน กรอบความคิดนี้ส่งเสริมให้นักเรียนยอมรับความท้าทาย ยืนหยัดเผชิญหน้ากับความล้มเหลว และมองว่าความล้มเหลวเป็นโอกาสในการเรียนรู้และการพัฒนา ซึ่งจะทำให้พวกเขากลายเป็นนักสร้างสรรค์ นักแก้ปัญหา และ ผู้มีส่วนช่วยเหลือสังคมในอนาคตต่อไป

จากความสำคัญที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานมาช่วยในการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์และทักษะนวัตกรรมให้เกิดแก่นักเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้หนึ่งที่สอดคล้องตามหลักจิตวิทยาพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์สำหรับนักเรียนในวัยประถมศึกษา และยังส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการใช้กระบวนการวิจัยในการแสวงหาความรู้ ใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้และพัฒนาเป็นทักษะพื้นฐานให้กับนักเรียน เป็นวิธีสอนที่เน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการ และช่วยพัฒนาวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยไม่มีขีดจำกัดเรื่องอายุของนักเรียน (ลัดดา ภูเกียรติ, 2552) และสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ, 2553) ได้กำหนดไว้ในหมวด 4 มาตรา 24 (5) ความว่า “ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และ อำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและ

แหล่งวิทยาการ ประเภทต่าง ๆ” และมาตรา 30 “ให้สถานศึกษาพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งการส่งเสริมให้ผู้สอนสามารถวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละระดับการศึกษา” ซึ่งการจัดการเรียนการสอนที่ใช้วิจัยเป็นฐานมีพื้นฐานจากฐานความคิดและความเชื่อของกลุ่มทฤษฎีสรณนิยม (Constructivism) ที่เน้นว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวบุคคล บุคคลเป็นผู้สร้าง ความรู้จากความสัมพันธ์จากสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม เป็นวิธีการสอนเน้นกระบวนการสร้างความรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยครูใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนการสอน กล่าวคือนักเรียนเรียนรู้ด้วยการกระทำหรือทำวิจัยเพื่อสร้างความรู้ ค้นหาความรู้จากการลงมือปฏิบัติของตนเอง (ทีศนา แคมมณี, 2546) นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างเน้นกระบวนการ โดยนักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนทุกขั้นตอน นักเรียนทำกิจกรรมที่หลากหลาย มีทักษะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และทักษะการคิดที่เป็นระบบ เปลี่ยนบทบาทของนักเรียนจากการเป็นผู้รับความรู้เป็นการเรียนรู้แบบหลากหลาย สามารถลงมือปฏิบัติได้และแก้ปัญหาได้จริง ได้ฝึกทักษะการสังเกต การตั้งคำถาม เปิดโอกาสให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์สร้างการยอมรับ เปิดใจ พุดคุยและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนภายในกลุ่ม ต่อยอดสู่การทดลองที่สร้างจากการผสมผสานความรู้และประสบการณ์ที่หลากหลาย ซึ่งเป็นทักษะสำคัญของนวัตกรรม (วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนา, 2557) ซึ่งทักษะสำหรับนวัตกรรม ซึ่งประกอบด้วย 5 ทักษะ ได้แก่ 1) การตั้งคำถาม การรู้จักตั้งคำถามต่อสิ่งที่พบเห็น เพื่อให้เกิดความเข้าใจและต่อยอดความคิดในการหาคำตอบ 2) การสังเกต ความสามารถในการสังเกตสิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัว อย่างละเอียด 3) การมีปฏิสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการสื่อสารกับผู้อื่นให้เข้าใจได้ ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้ 4) การทดลอง เป็นความสามารถในการออกแบบการทดลอง ทำการทดลอง และบันทึกผลจากการทดสอบได้อย่างถูกต้อง และ 5) การเชื่อมโยงความคิด เป็นความสามารถที่นักเรียนในการเชื่อมโยงความคิดโดยใช้ประสบการณ์และความรู้ เพื่อให้เกิดความคิดที่แปลกใหม่และสร้างสรรค์ รวมไปถึงความสามารถในการสร้าง ผลงานหรือชิ้นงานที่สอดคล้องกับสภาพปัญหาและความต้องการที่เป็นไปได้ (Dyer และคนอื่น ๆ, 2011) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่แสดงการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ซึ่งส่งผลดีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (มานิต กิรตินิตยา, 2552) และพัฒนาทักษะนวัตกรรม (Sulistiyo, Wangguway, และ Jabbar, 2020)

ส่วนการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy เป็นการนำ SOLO Taxonomy (Structure of Observed Learning Outcome Taxonomy) หรือโครงสร้างลักษณะผลการเรียนรู้ที่ได้จากการสังเกต โดยผู้เสนอแนวคิดคือบิกส์และคอลลิส (Biggs and Collis) มาออกแบบการ

จัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้เห็นโครงสร้างของผลการเรียนรู้อย่างชัดเจน ในการใช้วิธีนี้ครูจะมีการอธิบายอย่างง่ายต่อการเข้าใจและเป็นระบบตามลำดับชั้น ในการอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงของผลการเรียนรู้ของนักเรียนให้ถึงเป้าหมายที่ตั้งไว้ ทั้งครูและนักเรียนสามารถใช้สัญลักษณ์หรือสัญลักษณ์ SOLO เพื่อลดช่องว่างที่เกิดขึ้นระหว่างความเข้าใจของนักเรียนกับเป้าหมายที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ และครูสามารถปรับปรุงและพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้นได้อีกด้วย

นอกจากนี้การนำ SOLO Taxonomy มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเป็นแนวทางที่ชัดเจนในการสนับสนุนและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และความเข้าใจของนักเรียน พวกเขาจะสามารถจัดการกับการเรียนรู้อย่างมั่นใจและมีแรงจูงใจในการเรียนรู้อย่างมากขึ้น พวกเขาจะเริ่มสนใจในสิ่งที่เรียนรู้และวิธีการใช้ความเข้าใจใหม่เพื่อปรับปรุงผลการเรียนรู้ของตนเอง และจากนั้นพวกเขาจะสามารถนำความรู้มาสร้างประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น (Pam Hook, 2015)

การจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy ทำให้นักเรียนและครูเรียนรู้และส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น การสนทนาและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างนักเรียนและครูเป็นสิ่งที่สำคัญในกระบวนการเรียนรู้ เพื่อให้ทั้งครูและนักเรียนสามารถใช้ระดับ SOLO Taxonomy เพื่ออธิบายความลึกซึ้งของการเรียนรู้ในผลลัพธ์ที่นักเรียนได้รับ การใช้ระดับ SOLO Taxonomy ในการประเมินและให้ข้อเสนอแนะช่วยสนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนสามารถเข้าใจได้อย่างชัดเจนว่าพวกเขากำลังทำอะไรอยู่ จะไปได้ดีเพียงใดและขั้นตอนต่อไปในการเรียนของพวกเขาเป็นอย่างไร ทำให้การวิเคราะห์การเรียนรู้ผู้เรียนแต่ละคนชัดเจนยิ่งขึ้น เพราะครูทราบว่ามีนักเรียนอยู่ในระดับขั้นใดของพัฒนาการ และในระดับขั้นของพัฒนาการนั้นก็ยังสามารถพิจารณาต่อไปได้อีกว่านักเรียนแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับใด ข้อมูลเหล่านี้จะเป็นผลดีต่อครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในการวิเคราะห์และพัฒนานักเรียนได้อย่างลึกซึ้งมากขึ้น ผู้วิจัยจึงเห็นว่าหากนำ SOLO Taxonomy มาใช้ในการกำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน โดยใช้รูปแบบครูใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนการสอน จะช่วยทำให้กำหนดระดับความสามารถ ความเข้าใจของนักเรียนในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน และหากพบว่านักเรียนมีความสามารถต่ำกว่าระดับที่ได้ตั้งไว้ ก็สามารถพัฒนานักเรียนให้สามารถไปถึงระดับ SOLO Taxonomy ที่กำหนดไว้ได้

ในฐานะผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี ทำให้ผู้วิจัยสนใจในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

และทักษะนวัตกรรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy
2. เพื่อประเมินทักษะนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy

ความสำคัญของการวิจัย

1. ทำให้ทราบผลการใช้การจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy โดยนักเรียนได้รับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะนวัตกรรม
2. ครูผู้สอนสามารถนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในวิชาอื่น ๆ และพัฒนาให้นักเรียนมีประสิทธิภาพในการเรียนรู้ได้

ขอบเขตการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร คือ นักเรียนระดับประถมศึกษาชั้นที่ 2 โรงเรียนขนาดเล็กในอำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี มีจำนวนทั้งหมด 19 โรงเรียน 19 ห้องเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปทุมธานีเขต 1 ใน ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2566 จำนวน 209 คน

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดลาดหลุมแก้ว อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เหตุผลในการเลือกตัวอย่างคือ โรงเรียนวัดลาดหลุมแก้วเป็นโรงเรียนในสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งจัดการเรียนรู้โดยยึดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีจำนวนนักเรียนในห้องเรียนไม่แตกต่างกัน เฉลี่ยประมาณ 10-20 คน

ต่อ 1 ห้องเรียน นอกจากนี้ผลการทดสอบความสามารถพื้นฐานของผู้เรียนระดับชาติ (National Test : NT) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2565 ผลคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 75.98 ซึ่งใกล้เคียงกับโรงเรียนขนาดเล็กอื่นๆ ในอำเภอลาดหลุมแก้วที่จะมีค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 ผู้วิจัยกำหนดขนาดตัวอย่างด้วยการคำนวณจากโปรแกรม G*Power Version 3.1.9.7 โดยกำหนดสถิติ Means : Wilcoxon Signed Ranks Test และประเภทการวิเคราะห์ห่ออำนาจการทดสอบ โดยผู้วิจัยเลือกการกำหนดขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมก่อนการวิจัย (A priori: Compute required sample size – given α , and effect size) การทดสอบแบบทางเดียว (One tail) ผู้วิจัยกำหนดค่าขนาดอิทธิพลจากงานวิจัยของ Sulistiyono (Sulistiyono และคนอื่นๆ, 2020) ตัวจัดกระทำคือการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ตัวแปรตามคือทักษะนวัตกรรม ได้ค่าขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.89 กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05 และระบุอำนาจการทดสอบที่ 0.95 ทำให้ได้จำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 16 คน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เพิ่มขนาดตัวอย่างอีก 1 คน รวมเป็นจำนวนทั้งสิ้น 17 คน เพื่อเป็นการป้องกันอัตราการขาดหายของตัวอย่างและเพื่อให้ผู้วิจัยสามารถปฏิบัติการทดลองในสถานการณ์จริงได้ เนื่องจากนักเรียนในห้องมีทั้งหมด 17 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวจัดกระทำ (Treatment) ได้แก่

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO

Taxonomy

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องวัตถุและสมบัติของวัสดุ

2.2 ทักษะนวัตกรรม

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยนี้ เป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับประถมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัสดุ ซึ่งตรงกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสาร องค์ประกอบของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติ ของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตัวชี้วัด ป. 2/1 เปรียบเทียบสมบัติการดูดซับน้ำของวัสดุโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และระบุการนำสมบัติการดูดซับน้ำของวัสดุไปประยุกต์ใช้ในการทำวัตถุในชีวิตประจำวัน ตัวชี้วัด ป.2/2 อธิบายสมบัติที่สังเกตได้ของวัสดุที่เกิดจากการนำวัสดุมาผสมกันโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ ตัวชี้วัด ป.2/3 เปรียบเทียบสมบัติที่สังเกตได้ของวัสดุ เพื่อนำมาทำเป็นวัตถุในการใช้

งานตามวัตถุประสงค์ และอธิบายการนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ และตัวชี้วัด ป. 2/4 ตระหนักถึงประโยชน์ของการนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ โดยการนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โดยกำหนดระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยทำการสอนสัปดาห์ละ 2 วัน วันละ 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที รวมทั้งหมด 16 คาบเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy หมายถึง การนำกระบวนการวิจัยมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการกระทำหรือทำวิจัยเพื่อสร้างความรู้ ค้นหาความรู้จากการลงมือปฏิบัติ และมีการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy มาเป็นแนวทางการประเมินความสามารถและความเข้าใจของนักเรียนและนำมาออกแบบกิจกรรมบูรณาการร่วมกันเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาไปถึงขั้นตามระดับการตอบสนองของ SOLO Taxonomy ซึ่งสอดคล้องกันในพื้นที่ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ได้แก่

1.1) ขั้นระบุปัญหาการวิจัย ครูออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิเคราะห์เนื้อหาสาระและวัตถุประสงค์ที่จะสอนให้กับนักเรียน โดยฝึกให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาการวิจัยและวัตถุประสงค์ในการวิจัยได้ถูกต้อง กระตุ้นให้นักเรียนสนใจ สังเกต อยากรู้อยากหาคำตอบ สอดคล้องกับระดับขั้นการตอบสนองการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy ระดับหลายโครงสร้าง (Multistructural) กล่าวคือ นักเรียนต้องสามารถอธิบาย จำแนก รวบรวมเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนไปสังเกตได้ และนำไปสู่การระบุปัญหาที่สงสัยหรือต้องการหาคำตอบได้

1.2) ขั้นการตั้งสมมติฐาน ครูจัดกิจกรรมและแหล่งเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้และค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับคำถามวิจัยที่สนใจ ครูและนักเรียนทำงานร่วมกันเพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการคาดคะเนคำตอบสำหรับคำถามวิจัย (สมมติฐานการวิจัย) นักเรียนระดมความคิดเพื่อดูว่าสอดคล้องกับคำถามการวิจัยและวัตถุประสงค์การวิจัยหรือไม่ สามารถทดสอบสมมติฐานได้หรือไม่ และให้นักเรียนเสนอความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของตนเองในการมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์และเขียนสมมติฐานให้ชัดเจนและเหมาะสม สอดคล้องกับระดับขั้นการตอบสนองการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy ระดับความสัมพันธ์ (Relational) กล่าวคือ นักเรียนสามารถคาดเดาคำตอบล่วงหน้าได้ด้วยเหตุผล ร่วมกันวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการคาดคะเน

คำตอบปัญหาการวิจัย นำข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากการร่วมกันวิเคราะห์เขียนเป็นสมมติฐานที่ชัดเจนและทดสอบได้

1.3) ขั้นการพิสูจน์ทดสอบสมมติฐาน ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนฝึกคาดคะเนคำตอบหรือสมมติฐานจากสถานการณ์ต่างๆ และให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกัน ครูและนักเรียนทำงานร่วมกันตั้งแต่ต้นเพื่อวิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อนของคำตอบที่คาดการณ์ไว้เพื่อให้ถูกต้องและครบถ้วนที่สุด และให้นักเรียนร่วมกันออกแบบการพิสูจน์สมมติฐานตั้งแต่การสร้างเครื่องมือ อุปกรณ์ที่จะใช้และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อกำหนดขั้นตอนการดำเนินการวิจัยสอดคล้องกับระดับขั้นการตอบสนองการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy ระดับความสัมพันธ์ (Relational) กล่าวคือ นักเรียนได้ฝึกการคาดคะเนคำตอบหรือสมมติฐานจากสถานการณ์ต่าง ๆ ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ จุดแข็งจุดอ่อนของคำตอบที่คาดคะเนไว้ตั้งแต่เริ่มต้นเพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุดสามารถวางแผนในการรวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานได้ จนได้กระบวนการดำเนินการวิจัยเพื่อทดสอบสมมติฐาน

1.4) ขั้นการเก็บรวบรวมข้อมูล ครูและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือที่ออกแบบมาเพื่อรวบรวมข้อมูลก่อนการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้เกิดข้อบกพร่องหรือข้อผิดพลาดน้อยที่สุด นักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนที่กำหนดในสนาม สามารถรวบรวมข้อมูลได้สอดคล้องกับระดับขั้นการตอบสนองการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy ระดับความสัมพันธ์ (Relational) กล่าวคือ นักเรียนรู้จักวิธีการแสวงหาแหล่งข้อมูล วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิธีการสร้างเครื่องมือที่เหมาะสม

1.5) ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล นักเรียนนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจได้ ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการวิจัยและผลการวิจัยที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับระดับขั้นการตอบสนองการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy ระดับขยายนามธรรม (Extended Abstract) กล่าวคือ นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจได้ ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ออกแบบไว้ก่อนลงมือทำจริงเพื่อให้เกิดข้อบกพร่องหรือการผิดพลาดน้อยที่สุด และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการวิจัยและผลการวิจัยที่เกิดขึ้น

1.6) ขั้นการสรุปผลการวิจัย นักเรียนนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลมาสรุปผล และนำเสนอผลการวิจัยซึ่งเป็นคำตอบของปัญหาการวิจัยหรือได้ความรู้ใหม่ และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลการวิจัยที่อาจไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ตั้งแต่เริ่มต้น โดยการหาสาเหตุ ปัจจัย

อุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นและจะแก้ปัญหาอย่างไรต่อไป สอดคล้องกับระดับชั้นการตอบสนองการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy ระดับขยายนามธรรม (Extended Abstract) กล่าวคือ นักเรียนสามารถสรุปผลการวิจัยหรือได้คำตอบของปัญหา มีการร่วมกันอภิปรายผลการวิเคราะห์ข้อมูล และร่วมกันเขียนสรุปผลการวิจัยว่าเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้หรือไม่อย่างไร ถ้าไม่ปฏิบัติตามสมมติฐานเป็นเพราะเหตุใดและแก้ปัญหาอย่างไร เพื่อฝึกการให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากงานวิจัยที่เกิดขึ้น

นักเรียนแต่ละคนอาจมีความสามารถอยู่ในระดับของ SOLO Taxonomy ที่แตกต่างกันไปในแต่ละชั้นของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ครูผู้สอนต้องทำการประเมินนักเรียนแต่ละคนโดยใช้แบบประเมินความสามารถตามแนวคิด SOLO Taxonomy เพื่อดูว่านักเรียนแต่ละคนนั้นมีความสามารถอยู่ในระดับใด หากนักเรียนคนใดมีความสามารถอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ ต้องมีการพัฒนานักเรียนโดยใช้วิธีการกลยุทธ์ SOLO+1 เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถไปถึงระดับของ SOLO Taxonomy ที่ได้กำหนดไว้

2. การประเมินผลการเรียนรู้ตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy หมายถึง การประเมินการเรียนรู้ตามโครงสร้างที่อธิบายระดับความเพิ่มขึ้นของความเข้าใจของนักเรียน มีการนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบกิจกรรมร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน และนำมาเป็นแนวทางประเมินกำหนดระดับความสามารถของนักเรียนว่าในชั้นของการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานนั้น นักเรียนควรจะต้องมีความรู้ความเข้าใจตามระดับชั้นใดของ SOLO Taxonomy และนำมาสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามระดับชั้นของ SOLO Taxonomy ประกอบไปด้วย 5 ระดับความเข้าใจตั้งแต่ระดับก่อนโครงสร้าง ระดับโครงสร้างเดี่ยว ระดับหลายโครงสร้าง ระดับความสัมพันธ์ และระดับขยายนามธรรม

2.1) ชั้นก่อนโครงสร้าง (Pre-structure) นักเรียนยังไม่สามารถสร้างความคิดรวบยอดในการเรียนรู้ด้วยตนเองและยังไม่สามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังไม่สามารถปฏิบัติงานที่ซับซ้อนได้ และมักใช้วิธีการง่ายๆ เพื่อทำความเข้าใจสาระเนื้อหา นอกจากนี้ยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในความคิดรวบยอดที่เรียน และอาจพลาดประเด็นสำคัญบางอย่างไป

2.2) ชั้นโครงสร้างเดี่ยว (Uni-structure) นักเรียนใช้วิธีการหรือ กระบวนการคิดเพียงวิธีเดียวในการเรียนรู้ สามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดได้อย่างง่ายดาย สามารถ ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้สอนและทำภาระงานอย่างง่ายได้

2.3) **ชั้นหลายโครงสร้าง (Multi-structure)** นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดที่มีความสลับซับซ้อนได้มากขึ้น และนำความคิดที่เชื่อมโยงนั้นมาใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เผชิญอยู่ ใช้กระบวนการคิดและวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย สามารถอธิบายให้เหตุผลสิ่งที่เรียนในแต่ละประเด็นได้ สามารถจำแนก บรรยาย ระบุรายการ ผสมผสานความคิดรวบยอดที่เรียนได้

2.4) **ชั้นความสัมพันธ์ (Relational)** นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง สามารถวิเคราะห์หรือบูรณาการเนื้อหาสาระที่เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถประยุกต์ความรู้ที่เรียนไปสู่สิ่งอื่นๆ ได้ สามารถอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสาระที่เรียนได้ นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดหลักเกณฑ์เพื่อจัดกลุ่มและจำแนกประเภทได้ด้วยตนเอง

2.5) **ชั้นขยายนามธรรม (Extended abstract)** นักเรียนสามารถนำความคิดรวบยอดต่าง ๆ มาเชื่อมโยงและสรุปอ้างอิงในเชิงนามธรรมได้ สามารถสร้างข้อสรุปที่เป็นทฤษฎีจากความคิดรวบยอด ต่าง ๆ ได้ เช่น กฎ สูตร ทฤษฎี สมมติฐาน การอ้างอิง การสะท้อนผล

3. **ทักษะนวัตกรรม หมายถึง ทักษะความสามารถในด้านต่าง ๆ ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้สร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ จากวัสดุโดยคำนึงถึงลักษณะและสมบัติของวัสดุแต่ละชนิด ซึ่งประกอบด้วย 5 ทักษะ ดังนี้** 1) ทักษะการตั้งคำถาม 2) ทักษะการสังเกต 3) ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ 4) ทักษะการทดลอง 5) ทักษะการเชื่อมโยงความคิด โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1) **ทักษะการตั้งคำถาม** สามารถตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่พบเห็นหรือสิ่งที่เกิดขึ้น เพื่อสร้างความเข้าใจและขยายความคิด นอกจากนี้การตั้งคำถามขึ้นมาใหม่ต้องมีความคิดสร้างสรรค์และมีจินตนาการ

3.2) **ทักษะการสังเกต** สามารถสังเกต มองวัตถุที่อยู่รอบตัวอย่างละเอียด ในขณะที่สังเกตจะมีการเชื่อมโยงข้อมูลที่เหมือนกัน และมองหาวิธีประยุกต์ใช้กับบริบทอื่น ๆ

3.3) **ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์** หมายถึง สามารถสื่อสาร สร้างความสัมพันธ์ในการทำงาน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น แลกเปลี่ยนเรียนรู้ เพื่อให้เกิดแนวคิดและเกิดความเข้าใจใหม่ ๆ ตลอดจนช่วยสร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียนด้วย

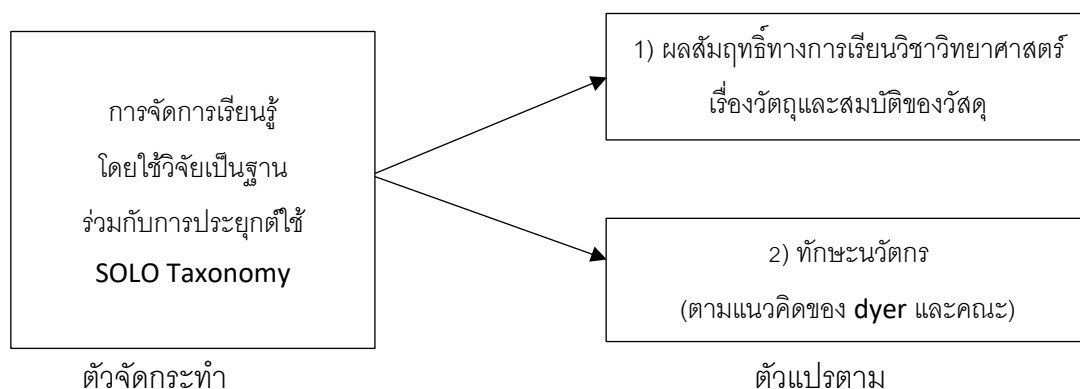
3.4) **ทักษะการทดลอง** สามารถออกแบบวางแผนการทดลองได้อย่างรอบคอบ สามารถดำเนินการทดลองได้ตามแผน และความสามารถในการออกแบบ ประดิษฐ์เพื่อให้เกิดความรู้ ประสบการณ์ใหม่ ๆ อีกทั้งยังช่วยให้สามารถมองเห็นความเป็นไปได้และโอกาสที่จะเกิดขึ้นในอนาคตด้วย

3.5) ทักษะการเชื่อมโยงความคิด สามารถเชื่อมโยงสิ่งต่างๆรอบตัวและจากการเรียนรู้ เข้าด้วยกันโดยการใช้ประสบการณ์และความรู้ที่หลากหลาย เพื่อนำไปสู่ความคิดที่แปลกใหม่ในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆจนเกิดเป็นการสร้างสรรค์นวัตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง สมรรถภาพทางสมองและสติปัญญา ความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัสดุ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยวัดจากแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 3 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ตามระดับการประเมินของ SOLO Taxonomy

กรอบแนวคิดของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy เป็นการวิจัยเชิงปริมาณในรูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง โดยเก็บข้อมูลเชิงปริมาณก่อนและหลังการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และเก็บข้อมูลเชิงปริมาณหลังการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อประเมินทักษะนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานในรูปแบบครูใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนการสอน (ทีศนา แชมมณี (2546, น. 70-81) เนื่องจากนักเรียนได้ใช้กระบวนการวิจัยครบทุกขั้นตอน นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง ได้รู้จักตั้งคำถาม วิเคราะห์ปัญหา รู้วิธีที่จะได้มาซึ่งคำตอบ และสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้อภิปรายจากประสบการณ์ของตนเองที่เกี่ยวกับกระบวนการวิจัยและผลการวิจัยที่เกิดขึ้น โดยครูเป็นผู้ชี้แนะฝึกทักษะกระบวนการวิจัยให้กับนักเรียนเพื่อเสริมและเติมเต็มให้นักเรียนสามารถปฏิบัติตามที่ครูผู้สอนกำหนดได้ทุกขั้นตอน โดยมีการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy มาเป็นแนวทางในการออกแบบกิจกรรมร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน และนำมาเป็นแนวทางการประเมินกำหนดระดับความสามารถของนักเรียน ซึ่งสามารถกำหนดกรอบแนวคิดของงานวิจัยครั้งนี้ ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy
2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy มีทักษะนวัตกรรม อยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 70)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอรายละเอียดของแต่ละหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
 - 1.2 คุณภาพผู้เรียน
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน
 - 2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน
 - 2.2 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน
 - 2.3 แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน
 - 2.4 ประโยชน์ของแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน
 - 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน
3. การประเมินการเรียนรู้ตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy
 - 3.1 ระดับขั้นการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy
 - 3.2 ข้อดีของการประเมินการเรียนรู้ตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy
 - 3.3 การนำ SOLO Taxonomy ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน
 - 3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินการเรียนรู้ตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy
4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy
5. ทักษะนวัตกรรม
 - 5.1 ความหมายของนวัตกรรม
 - 5.2 รูปแบบของนวัตกรรม
 - 5.3 ทักษะสำคัญของนวัตกรรม
 - 5.4 คุณลักษณะของนวัตกรรม
 - 5.5 การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียนสู่การเป็นนวัตกรรม

- 5.6 การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy ที่มีความสัมพันธ์กับทักษะนวัตกรรม
- 5.7 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นนวัตกรรม
- 5.8 ตัวอย่างโรงเรียนนวัตกรรมพัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นนวัตกรรม
- 5.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะนวัตกรรม



1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้มีคำสั่งให้ใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นหลักสูตรแกนกลางที่มีลักษณะเป็นกรอบและแนวทางการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นที่ตามจุดหมายของหลักสูตร โดยได้กำหนดมาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง 8 สาระการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับความสำคัญของสาระการเรียนรู้ คุณภาพผู้เรียน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิต กับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของ ประชากร ปัญหา และผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและ การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของ สสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิด ปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติ ของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้ง นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้า อากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็น ขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

1.2 คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

1. เข้าใจลักษณะทั่วไปของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตรอบตัว
2. เข้าใจลักษณะที่ปรากฏ ชนิดและสมบัติบางประการของวัสดุที่ใช้ทำวัตถุ และการเปลี่ยนแปลงของวัสดุรอบตัว
3. เข้าใจการตั้ง การผลัก แรงแม่เหล็ก และผลของแรงที่มีต่อการเปลี่ยนแปลง การเคลื่อนที่ของวัตถุพลังงานไฟฟ้า และการผลิตไฟฟ้า การเกิดเสียง แสงและการมองเห็น
4. เข้าใจการปรากฏของดวงอาทิตย์ดวงจันทร์และดาว ปรากฏการณ์การขึ้นและตกของดวงอาทิตย์การเกิดกลางวันกลางคืน การกำหนดทิศ ลักษณะของหิน การจำแนกชนิดดิน และการใช้ประโยชน์ลักษณะและความสำคัญของอากาศ การเกิดลม ประโยชน์และโทษของลม
5. ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ สังเกต สำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมืออย่างง่าย รวบรวมข้อมูล บันทึก และอธิบายผลการ

สำรวจ ตรวจสอบด้วยการเขียนหรือวาดภาพ และสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ด้วยการเล่าเรื่อง หรือด้วยการแสดงท่าทางเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ

6. แก้ปัญหาอย่างง่ายโดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหา มีทักษะในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเบื้องต้น รักษาข้อมูลส่วนตัว

7. แสดงความกระตือรือร้น สนใจที่จะเรียนรู้มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น

8. แสดงความรับผิดชอบด้วยการทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างมุ่งมั่น รอบคอบ ประหยัด ซื่อสัตย์จนงานลุล่วงเป็นผลสำเร็จ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข

9. ตระหนักถึงประโยชน์ของการใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ

จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. เข้าใจโครงสร้าง ลักษณะเฉพาะการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่ การทำหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ของพืช และการทำงานของระบบย่อยอาหารของมนุษย์

2. เข้าใจสมบัติและการจำแนกกลุ่มของวัสดุ สถานะและการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การละลาย การเปลี่ยนแปลงทางเคมี การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และผันกลับไม่ได้และการแยกสารอย่างง่าย

3. เข้าใจลักษณะของแรงโน้มถ่วงของโลก แรงลัพธ์แรงเสียดทาน แรงไฟฟ้าและ ผลของแรงต่าง ๆ ผลที่เกิดจากแรงกระทำต่อวัตถุความดัน หลักการที่มีต่อวัตถุจลจลไฟฟ้าอย่างง่าย ปฏิกิริยาการเกิดเบื้องต้นของเสียง และแสง

4. เข้าใจปรากฏการณ์การขึ้นและตก รวมถึงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างปรากฏของดวงจันทร์องค์ประกอบของระบบสุริยะ คาบการโคจรของดาวเคราะห์ความแตกต่างของ ดาวเคราะห์และดาวฤกษ์การขึ้นและตกของกลุ่มดาวฤกษ์การใช้แผนที่ดาว การเกิดอุปราคา พัฒนาการและประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ

5. เข้าใจลักษณะของแหล่งน้ำ วัฏจักรน้ำ กระบวนการเกิดเมฆ หมอก น้ำค้าง น้ำค้างแข็ง หยาดน้ำฟ้า กระบวนการเกิดหิน วัฏจักรหิน การใช้ประโยชน์หินและแร่ การเกิด ซากดึกดำบรรพ์การเกิดลมบก ลมทะเล มรสุม ลักษณะและผลกระทบของภัยธรรมชาติธรณีพิบัติภัย การเกิด และผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจก

6. ค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพและประเมินความน่าเชื่อถือ ตัดสินใจเลือกข้อมูล ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการทำงานร่วมกัน เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพสิทธิของผู้อื่น

7. ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ตามที่กำหนดให้หรือตาม ความสนใจ คาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง สร้างสมมติฐานที่สอดคล้องกับคำถามหรือปัญหา ที่จะสำรวจตรวจสอบ วางแผนและสำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์และเทคโนโลยี สารสนเทศ ที่เหมาะสม ในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ

8. วิเคราะห์ข้อมูล ลงความเห็น และสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มาจากการสำรวจ ตรวจสอบในรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบได้อย่างมีเหตุผล และหลักฐานอ้างอิง

9. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น ในสิ่งที่จะเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับ เรื่องที่จะศึกษาตามความสนใจของตนเอง แสดงความคิดเห็นของตนเอง ยอมรับในข้อมูลที่มี หลักฐาน อ้างอิง และรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น

10. แสดงความรับผิดชอบด้วยการทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างมุ่งมั่น รอบคอบ ประหยัด ซื่อสัตย์จนงานลุล่วงเป็นผลสำเร็จ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

11. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใช้ความรู้และ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงาน ของผู้คิดค้นและศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความ สนใจ

12. แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้การดูแลรักษา ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำเรื่อง วัตถุประสงค์และสมบัติของวัสดุมาใช้ในการดำเนินการวิจัย ซึ่ง ตรงกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของ สสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติ ของการเปลี่ยนแปลง สถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตัวชี้วัด ป. 2/1 เปรียบเทียบสมบัติ การดูดซับน้ำของวัสดุโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และระบุนำ สมบัติการดูดซับน้ำของวัสดุไป ประยุกต์ใช้ในการทำวัตถุในชีวิตประจำวัน ตัวชี้วัด ป.2/2 อธิบายสมบัติที่สังเกตได้ของวัสดุที่เกิด จาก การนำวัสดุมาผสมกันโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ ตัวชี้วัด ป.2/3 เปรียบเทียบสมบัติที่สังเกต

ได้ของวัสดุ เพื่อนำมาทำเป็นวัตถุในการใช้งานตามวัตถุประสงค์ และอธิบายการนำวัสดุที่ใช้แล้ว กลับมาใช้ใหม่ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ และอธิบายการนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ โดยใช้ หลักฐานเชิงประจักษ์ และตัวชี้วัด ป.2/4 ตระหนักถึงประโยชน์ของการนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ ใหม่ โดยการนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-based Learning หรือ RBL)

2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

ปทีป เมธุนวุฒิ (2547, น. 26) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน หมายถึง การสอนเนื้อหาวิชาตาม ศาสตร์กระบวนการและทักษะที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่มีพื้นฐาน มาจากกระบวนการวิจัย การเรียนการสอนและการวิจัยสามารถผสมผสานด้วยกันได้ โดยครูผู้สอน ใช้กระบวนการวิจัยเป็นวิธีสอนวิธีหนึ่ง สรุปการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการวิจัย

ทศนา เขมมณี (2555) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน หมายถึง การจัด สภาพการณ์ของการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนใช้กระบวนการวิจัยหรือผลการวิจัยเป็นเครื่องมือใน การเรียนรู้เนื้อหาสาระต่าง ๆ โดยใช้การประมวลผลการวิจัย (research review) มาประกอบการ สอนเนื้อหาสาระ ใช้ผลการวิจัยมาเป็นเนื้อหาสาระในการเรียนรู้ใช้กระบวนการวิจัยในการศึกษา เนื้อหาสาระ หรือให้ผู้เรียนลงมือทำวิจัยโดยตรง หรือช่วยฝึกฝนทักษะการวิจัยต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน

ไพฑูรย์ สีนลารัตน์ (2557) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน หมายถึงการ จัดการเรียนการสอนที่นำเอาการวิจัยมาเป็นเครื่องมือในการสอน โดยเป็นการจัดกิจกรรมที่กระตุ้น ให้ผู้เรียนใช้กระบวนการวิจัยมาแก้ปัญหา หรือแสวงหาคำตอบ ผู้เรียนรู้จักแก้ปัญหา รู้จักคิด วิเคราะห์ ตลอดจนจนทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นวิธีการเรียนรู้ที่สนับสนุนแนวคิดของ การเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและค้นพบ ข้อความรู้อย่างตรง

ลัดดา ภูเกียรติ (2552, น. 146) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน เป็น กระบวนการพัฒนาผู้เรียนให้สามารถใช้กระบวนการวิจัยเป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ คิด ค้นหาคำตอบและตัดสินใจในการเรียนรู้ของตนเอง การจัดการเรียนรู้โดยเน้นกระบวนการวิจัย หรือ ใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ เป็นการจัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และใช้กระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์เพื่อแสวงหาความรู้ใหม่ หรือค้นหาคำตอบที่เชื่อถือได้ โดยใช้กระบวนการสืบสอบ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะศึกษาวิจัยในการดำเนินการสืบค้น พิสูจน์ ทดสอบ เก็บรวบรวมข้อมูลและ วิเคราะห์ข้อมูล

สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-based Learning หรือ RBL) หมายถึง การนำกระบวนการวิจัยหรือผลการวิจัยมาเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นการจัดกิจกรรมต่าง ๆ โดยการนำกระบวนการวิจัยหรือผลการวิจัยในการแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ ข้อค้นพบใหม่ หรือคำตอบที่น่าเชื่อถือ อาศัยการสืบค้นหาข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูล พิสูจน์หรือทดสอบกับข้อมูล แล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปต่อไป

2.2 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานมีลักษณะดังนี้ (ลัดดา ภูเกียรติ, 2552, น. 146)

1) เป็นนวัตกรรมด้านการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นมีจุดมุ่งหมายเพื่อควมรระหว่างบทบาทการสอนของครูผู้สอนในด้านการจัดการเรียนรู้และการวิจัย ทั้งนี้การที่ครูจะสามารถดำเนินการเรียนการสอนโดยใช้การวิจัยเป็นฐานได้ต้องมองเห็นถึงความสัมพันธ์เกี่ยวข้องระหว่างการสอนสามารถบูรณาการการจัดการเรียนรู้เข้ากับการวิจัยได้

2) เป็นการวางแผนการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการวิจัยซึ่งสอดคล้องกับทศนา แชมมณี (2555) ที่ให้คำจำกัดความของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานไว้ว่า งานวิจัยจะมีส่วนที่เกี่ยวข้องกันอยู่ 2 ส่วน คือกระบวนการวิจัย เป็นวิธีวิจัยเพื่อให้ได้มาซึ่งผลการวิจัย และผลการวิจัยเป็นผลที่ได้มาจากการดำเนินงานวิจัย ดังนั้นวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน จึงสามารถเป็นได้ทั้งการใช้ผลการวิจัยและการใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนการสอน

2.3 แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน มีแนวคิดที่สำคัญที่ครูผู้สอนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เข้ากับบริบทการสอน ซึ่งมีแนวคิดที่สำคัญที่สรุปได้ดังนี้

1) แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของทศนา แชมมณี (2546, น. 70-81)

การวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการวิจัย ดังนั้นวิธีการสอนโดยใช้วิจัยเป็นฐานจึงสามารถเป็นได้ทั้งการใช้ผลการวิจัยและการใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนการสอนโดยมีรูปแบบที่สามารถแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ กล่าวคือ

รูปแบบที่ 1 ครูผู้สอนใช้ผลการวิจัยในการเรียนการสอน โดยครูนำผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระที่ครูสอนในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้มาประกอบการสอน เพื่อช่วยขยายขอบเขตความรู้ที่นักเรียนได้รับความรู้ที่เป็นปัจจุบันมากขึ้น และคุ้นเคยกับแนวคิดวิจัยด้วย เช่นงานวิจัยที่บ่งบอกถึงผลของควินรูบที่มีสารทำให้เกิดโรคมะเร็ง ประกอบการสอนเนื้อหาสาระเกี่ยวกับสารเคมีในชีวิตประจำวัน ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพืชสมุนไพรต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ในการรักษาโรคและ

ปริมาณการกินที่ได้ผล ประกอบการเรียนการสอนเนื้อหาที่เกี่ยวกับพืช เป็นต้น ผลการวิจัยหลายเรื่องที่มีผู้วิจัยไว้แล้วเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนมากมาย แต่ครูผู้สอนต้องรู้จักเลือกที่จะนำมาใช้ประโยชน์และฝึกนักเรียนให้มีความเข้าใจที่จะเก็บเกี่ยวความรู้จากผลการวิจัยในการเติมเต็มหรือต่อยอดความรู้ที่เรียนรู้จากห้องเรียน มีแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ครูผู้สอนใช้ผลการวิจัยในการเรียนการสอน ดังนี้

บทบาทนักเรียน

1. รู้จักวิธีการนำผลการวิจัยมาเป็นตัวเสริมในด้านองค์ความรู้ที่เกี่ยวกับเนื้อหาสาระที่เรียน
2. รู้จักวิธีการวิเคราะห์ สังเคราะห์จากผลการวิจัยที่ครูผู้สอนนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอน
3. รู้จักอภิปรายแสดงความคิดเห็นในประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลการวิจัยและกระบวนการวิจัย

บทบาทครูผู้สอน

1. ครูผู้สอนศึกษาและสืบค้นข้อมูลจากงานวิจัยและเลือกผลงานวิจัยที่เหมาะสมให้นักเรียนเรียนรู้
2. จากการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ครูผู้สอนจะได้ผลการวิจัยมาใช้ประกอบเนื้อหาสาระที่สอนเพื่อสนับสนุนยืนยันหรือขยายองค์ความรู้ให้นักเรียนได้ข้อความรู้ที่ทันสมัย และเป็นปัจจุบันเนื่องจากความรู้มีการเปลี่ยนแปลงได้ เช่น เนื้อหาสาระเกี่ยวกับแผนที่ ภูมิศาสตร์ของประเทศต่าง ๆ ซึ่งเกิดสึนามิ แผ่นดินไหว น้ำท่วม ฯลฯ อยู่เสมอ หรือการเปลี่ยนแปลงของดินฟ้าอากาศ หรือผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับเรื่องสุขภาพ ที่มีกานำผลการวิจัยมากมายมาเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หรือกลุ่มสาระการเรียนรู้สุขศึกษาและพลศึกษา เป็นต้น
3. ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์อภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการวิจัยและผลการวิจัย
4. ครูผู้สอนวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งด้านเนื้อหาสาระและกระบวนการวิจัย

ผลที่ได้

นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการนำผลการวิจัยมาเสริมความรู้ของตนเอง นอกเหนือจากเรื่อง
ที่ครูนำมาสอน

รูปแบบที่ 2 นักเรียนใช้ผลการวิจัยในการเรียนการสอน นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าเรื่อง
ตนกำลังสนใจเพื่อค้นหาคำตอบ มีแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนใช้ผลการวิจัยในการ
เรียนการสอน ดังนี้

บทบาทนักเรียน

1. รู้จักแสวงหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มีงานวิจัยโดยครูผู้สอนให้คำแนะนำในเรื่องที่
เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ที่ตนเองสนใจเป็นพิเศษ
2. ฝึกทักษะการเรียนรู้ที่จำเป็น เช่น ทักษะการอ่านงานวิจัย การสรุปผล การ
อภิปรายผลการวิจัย เป็นต้น เพื่อนำสาระที่ได้จากงานวิจัยมาเชื่อมโยงกับสาระการเรียนรู้ที่กำลัง
การเรียนรู้
3. ร่วมอภิปรายกับครูผู้สอนและเพื่อน ๆ ในประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลการวิจัย
กระบวนการวิจัยและความสำคัญของการวิจัย
4. ประเมินตนเองและประเมินเพื่อนเกี่ยวกับทักษะการวิจัยและการเรียนรู้เกี่ยวกับ
ผลการวิจัยและกระบวนการวิจัย

บทบาทครูผู้สอน

1. ค้นหาแหล่งข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสาระที่สอน โดยการสร้างคำถามที่
เข้าถึงใจความสนใจและเรียกร้องความกระตือรือร้นของนักเรียน
2. แนะนำและส่งเสริมให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งที่ครูเตรียมไว้หรือกระตุ้นให้
สืบค้นด้วยตนเองจากที่ที่เหมาะสมกับเนื้อหาและวัยของนักเรียน
3. ครูแนะนำวิธีอ่าน ศึกษา วิเคราะห์ และรายงานวิจัยต่าง ๆ เช่น วัตถุประสงค์ วิธีการ
ดำเนินการ ผลการวิจัย การอภิปรายผลและอ้างอิง ให้เหมาะสมกับระดับการศึกษาของนักเรียน
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลการวิจัยเพื่อเชื่อมโยงกับสาระที่กำลัง
เรียน
5. วัดและประเมินผลทักษะการวิจัยในด้านต่าง ๆ ควบคู่กับการเรียนรู้ในสาระการ
เรียนรู้ตามปกติ

ผลที่ได้

นักเรียนได้เริ่มเข้าใจและศึกษาการค้นหาและคัดสรรผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ตนกำลังศึกษาอย่างละเอียดมากยิ่งขึ้น เพื่อขยายความรู้ของตนในขอบเขตที่กว้างและลึก ทำให้นักเรียนมีความรู้ที่กว้างและลึกมากยิ่งขึ้นเช่นกัน

รูปแบบที่ 3 ครูผู้สอนใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนการสอน รูปแบบนี้ครูผู้สอนเป็นผู้ใช้กระบวนการวิจัยครบทุกขั้นตอนหรือใช้เป็นบางขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหาสาระและวัยของนักเรียนด้วย แนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ครูผู้สอนใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนการสอน ดังนี้

บทบาทนักเรียน

1. ปฏิบัติตามขั้นตอนของครูผู้สอนอย่างเคร่งครัด
2. ฝึกทักษะกระบวนการวิจัยตามขั้นตอนที่ครูผู้สอนกำหนด
3. ร่วมอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการวิจัยและผลการวิจัยที่เกิดขึ้น
4. ประเมินตนเองและประเมินทักษะในการวิจัยและผลการวิจัยที่ได้รับ

บทบาทครูผู้สอน

1. ครูผู้สอนออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการวิเคราะห์เนื้อหาสาระ และวัตถุประสงค์โดยใช้กระบวนการวิจัยบางขั้นตอนหรือทุกขั้นตอน ตั้งแต่การฝึกให้นักเรียน

1.1 ระบุปัญหาการวิจัยได้ และกำหนดวัตถุประสงค์ได้สอดคล้องกับประเด็นปัญหาวิจัย โดยใช้กระบวนการสืบสอบ กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจ อยากรู้อยากหาคำตอบ ฝึกทักษะการสังเกตปัญหา ตั้งคำถาม รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ปัญหา และระบุปัญหาที่แท้จริง เช่น “ถ้ากุหลาบมีหลายพันธุ์ พันธุ์ใดที่จะเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในอำเภอลาดหลุมแก้ว” และกำหนดเป็นวัตถุประสงค์การวิจัย “เพื่อศึกษาพันธุ์ของกุหลาบที่ปลูกในอำเภอลาดหลุมแก้วและเจริญเติบโตได้ดีที่สุด”

1.2 ตั้งสมมติฐานการวิจัย ครูควรสอนให้นักเรียนรู้จักวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล หาสาเหตุ คาดเดาคำตอบของปัญหาอย่างมีหลักการ และมีหลักฐานรองรับ มีสมมติฐานที่เหมาะสม

1.3 การออกแบบการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐาน ฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการและวิธีการในการออกแบบ

1.4 ดำเนินการทดลอง/เก็บรวบรวมข้อมูล ฝึกให้นักเรียนรู้จักวิธีการแสวงหาแหล่งข้อมูล วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิธีการสร้างเครื่องมือที่เหมาะสม

1.5 วิเคราะห์ผลการทดลอง/ศึกษาข้อมูล ฝึกให้นักเรียนรู้จักวิธีที่เหมาะสมกับศาสตร์ของเรื่องที่วิจัยในการวิเคราะห์ข้อมูล การใช้สถิติต่าง การกำหนดเกณฑ์ประเมินและการนำเสนอข้อมูล

1.6 สรุปผลการวิจัยและจัดทำรายงานสรุปเพื่อนำเสนอต่อไป ฝึกให้นักเรียนรู้จักการสรุปข้อมูล และการตอบสมมติฐาน

2. ครูดำเนินกิจกรรมที่กำหนดและฝึกทักษะที่จำเป็นต่อการวิจัย เช่น ทักษะการระบุปัญหา วัตถุประสงค์การเขียน กำหนดสมมติฐาน การสุ่มตัวอย่างประชากร สร้างเครื่องมือ เหตุผลในการทดสอบ การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การสรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และการให้ข้อเสนอแนะ

3. ครูสอนสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ทักษะกระบวนการวิจัยของนักเรียนแต่ละคน เพื่อแนะนำนักเรียนให้สามารถปฏิบัติตามที่ครูผู้สอนกำหนดได้ทุกขั้นตอน

4. วัดและประเมินผลทักษะกระบวนการวิจัยควบคู่ไปกับผลการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระการเรียนรู้ตามปกติ

ผลที่ได้

เข้าใจวิธีการทำงานวิจัยตามขั้นตอนที่ครูผู้สอนกำหนดให้

รูปแบบที่ 4 นักเรียนใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนการสอน นักเรียนเป็นผู้ใช้กระบวนการวิจัยครบทุกขั้นตอนหรือใช้เป็นบางขั้นตอนก็ได้ มีแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนการสอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหาการวิจัย

บทบาทนักเรียน

1. สังเกตจากสิ่งรอบ ๆ ตัว ทั้งที่บ้านที่โรงเรียน ชุมชน เพื่อหาประเด็นที่สนใจอยากหาคำตอบ

2. ฟังข่าว อ่านหนังสือพิมพ์ ดูโทรทัศน์ ซึ่งมีเหตุการณ์สำคัญหลายเหตุการณ์เป็นการจุดประกายทำให้เกิดความสนใจ

3. จากการเรียนเนื้อหาสาระที่ครูสอน บางครั้งอาจมีประเด็นที่ทำให้อยากรู้เพิ่มขึ้นทั้งเชิงกว้างและเชิงลึก

4. การได้มีโอกาสไปท่องเที่ยว ทั้งที่ไปเองและไปทัศนศึกษากับโรงเรียน ทำให้มีเรื่องที่ยอยากรู้เพิ่มเติม

5. นำสิ่งที่สำรวจได้ของแต่ละคนจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ มาทำเป็นแผนผังความคิด เพื่อเลือกประเด็นที่สนใจและต้องการศึกษาร่วมกัน

บทบาทครูผู้สอน

1. ส่งเสริมให้นักเรียนสนใจสิ่งรอบตัวทั้งในและนอกโรงเรียน ครอบครัว ชุมชน และสถานที่ที่เป็นแหล่งเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถค้นพบปัญหาการวิจัยได้
2. วิเคราะห์เนื้อหาสาระที่เอื้อให้นักเรียนทำการวิจัยได้ ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง
3. ตั้งประเด็นคำถามที่กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคำตอบ อาจเป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาการเรียนรู้และครูหวังว่านักเรียนจะค้นคว้าและหาคำตอบด้วยตนเอง
4. จัดกิจกรรมที่จัดกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนให้ค้นพบปัญหาการวิจัย และวัตถุประสงค์การวิจัยที่ถูกต้อง

ผลที่ได้

นักเรียนได้หัวข้อหรือประเด็นปัญหาวิจัย

ขั้นตอนที่ 2 การตั้งสมมติฐาน

บทบาทนักเรียน

1. ทำการศึกษาจากที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เราต้องการวิจัย โดยอ่านหนังสือหลักการ ทฤษฎี และกระบวนการวิจัยที่เกี่ยวข้อง การศึกษาเหล่านี้จะช่วยให้เราทราบว่าผู้ทำวิจัยในปัจจุบันหรือไม่ และมีการวิจัยใดที่ยังไม่มีผู้ทำ อีกทั้งยังสามารถเสนอแนวทางที่สามารถนำมาใช้ในงานวิจัยของเราเองได้ ผลที่ได้จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องจะช่วยให้ประเมินคุณภาพของงานวิจัยที่กำลังศึกษาอยู่ และสามารถนำความรู้ที่ได้มากำหนดสมมติฐานวิจัยให้ชัดเจนและเหมาะสมได้
2. อภิปรายกับสมาชิกของกลุ่มเพื่อเลือกสมมติฐานที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาและครอบคลุมตัวแปรที่จะศึกษาด้วย

บทบาทครูผู้สอน

จัดกิจกรรมและแหล่งเรียนรู้ให้นักเรียนไปศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับประเด็นวิจัยที่สนใจ วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการคาดคะเนคำตอบปัญหาการวิจัย ให้นักเรียนสามารถแนะนำข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากการร่วมวิเคราะห์ได้โดยการเขียนสมมติฐานที่ชัดเจนและสมบูรณ์

ผลที่ได้

สมมติฐานที่ชัดเจนและทดสอบได้

ขั้นตอนที่ 3 การพิสูจน์ทดสอบสมมติฐาน

บทบาทนักเรียน

1. เมื่อได้สมมติฐานหรือคำตอบที่คาดคะเนไว้แล้ว นักเรียนควรระดมความคิดในกลุ่มเพื่อหาวิธีหรือแนวทางในการพิสูจน์สมมติฐานด้วยวิธีใดบ้าง
2. เลือกวิธีหรือแนวทางในการพิสูจน์ทดสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้ภายในระยะเวลาที่กำหนดหรือกำหนด
3. กำหนดขั้นตอนในการดำเนินการทดสอบสมมติฐาน รวมถึงการเลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เหมาะสม และทั้งการกำหนดนิยามและตัวแปร

บทบาทครูผู้สอน

1. ฝึกให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน
2. ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์คำตอบ โดยพิจารณาจุดเด่นและจุดด้อยของคำตอบ เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุดได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. ให้นักเรียนร่วมกันออกแบบการพิสูจน์สมมติฐานตั้งแต่การสร้างเครื่องมือ/อุปกรณ์ที่จะใช้ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อกำหนดขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ผลที่ได้

กระบวนการดำเนินการวิจัยเพื่อทดสอบสมมติฐาน

ขั้นตอนที่ 4 – 5 การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

บทบาทนักเรียน

1. ลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้โดยการลงภาคสนามเพื่อเก็บข้อมูล หากเป็นการวิจัยเชิงสำรวจก็นำแบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ แบบสังเกตลงเก็บข้อมูลจากพื้นที่จริงหรือกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้ตั้งแต่ต้น ถ้าเป็นการวิจัยประเภททดลอง ก็ดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลระหว่างดำเนินการทดลองให้ครอบคลุมทุก ๆ ด้าน
2. นำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการที่กำหนดไว้แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ ฯลฯ แปลความหมายผลของการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสื่อให้ผู้อ่านวิจัยมีความเข้าใจอย่างชัดเจน

บทบาทครูผู้สอน

1. ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ออกแบบไว้ก่อนลงมือทำจริงเพื่อให้เกิดข้อบกพร่องน้อยที่สุด
2. ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการวิจัยและผลการวิจัยที่เกิดขึ้น

ผลที่ได้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการลงภาคสนามเก็บข้อมูลจริง

ขั้นตอนที่ 6 การสรุปผลการวิจัย

บทบาทนักเรียน

1. เมื่อได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการนำเสนอในรูปแบบที่กำหนด สรุปผลการวิจัยว่าเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้หรือไม่อย่างไร ถ้าไม่เป็นไปตามสมมติฐานเป็นเพราะเหตุใด และแก้ปัญหาอย่างไร เขียนการอภิปรายผลการวิจัยให้ชัดเจนและมีเหตุผล
2. ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการศึกษาปัญหาวิจัยนี้ต่อไปอย่างไรกับผู้ที่เกี่ยวข้องในลักษณะของข้อเสนอแนะที่จะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุง พัฒนาสิ่งที่มีอยู่เดิมให้ดีขึ้น หรือให้แนวคิดที่จะนำไปสู่การพัฒนาสิ่งใหม่ องค์ความรู้ใหม่ เป็นต้น

บทบาทครูผู้สอน

1. ฝึกให้นักเรียนเขียนสรุปผลการวิจัยโดยจัดกิจกรรมที่ใกล้เคียงเพื่อให้เข้าใจง่าย และนำไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยของตนเอง
2. ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยการหาสาเหตุและแนวทางในการแก้ไข้ปัญหา
3. จัดกิจกรรมในการฝึกการให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากงานวิจัยที่เกิดขึ้น ทั้งในด้านประโยชน์ในเชิงวิชาการ และด้านอื่นๆ

ผลที่ได้

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ขณะนักเรียนทำการวิจัย ครูผู้สอนควรสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้และทักษะกระบวนการวิจัยของนักเรียน และวางแผนการดำเนินการ เพื่อให้การสังเกตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ใช้เครื่องมือหรือแบบบันทึกการสังเกตนักเรียนแต่ละคนตามความเหมาะสม เพื่อให้การวัดและประเมินทักษะกระบวนการวิจัยควบคู่กับผลการเรียนรู้ในสาระการเรียนรู้ปกติ

จากรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานทั้ง 4 รูปแบบที่กล่าวมาแล้วนั้น ถ้าจะจำแนกตามลักษณะของผู้ใช้ซึ่งประกอบด้วยครูผู้สอนและนักเรียน โดยนำการใช้กระบวนการวิจัยและผลการวิจัยมาใช้ในการเรียนการสอนจะสามารถแสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของครูผู้สอนและนักเรียน

ผู้ใช้งานวิจัย	ผลการวิจัย	กระบวนการวิจัย
ครูผู้สอน	รูปแบบที่ 1 ครูผู้สอนใช้ผลการวิจัยในการ เรียนการสอน	รูปแบบที่ 3 ครูผู้สอนใช้กระบวนการวิจัยในการ เรียนการสอน
นักเรียน	รูปแบบที่ 2 นักเรียนใช้ผลการวิจัยในการเรียน การสอน	รูปแบบที่ 4 นักเรียนใช้กระบวนการวิจัยในการ เรียนการสอน

รูปแบบที่ 1 ครูผู้สอนใช้ผลการวิจัยในการเรียนการสอน เป็นวิธีการที่ดีที่ครูนำผลการวิจัยมาประกอบการสอนเพื่อยืนยันสิ่งที่ครูสอน และทำให้นักเรียนได้ความรู้ที่กว้างขวางและลึกยิ่งขึ้นด้วย ส่วนรูปแบบที่ 2 นักเรียนใช้ผลการวิจัยในการเรียนการสอน เป็นการแสวงหาความรู้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสาระที่นักเรียนกำลังเรียนรู้หรือมีความสนใจเป็นพิเศษ ผลพลอยได้ที่เกิดขึ้นกับตัวนักเรียนคือวิธีการอ่านงานวิจัย กระบวนการวิจัยที่ใช้สรุปผลการวิจัย การนำเสนอผลการวิจัยและการอภิปรายผลการวิจัย เป็นต้น

สำหรับรูปแบบที่ 3 ครูผู้สอนใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนการสอนเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ และรูปแบบที่ 4 นักเรียนใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนการสอน ซึ่งครูผู้สอนเป็นผู้กำหนดให้ผู้เรียนไปศึกษาดำเนินการตามกระบวนการวิจัย ทั้งรูปแบบที่ 3 และรูปแบบที่ 4 จะมีความแตกต่างกันตรงที่ใครเป็นผู้กำหนดขั้นตอนของกระบวนการวิจัย ซึ่งไม่ว่าจะเป็นครูหรือนักเรียนต้องดำเนินการตามขั้นตอนการวิจัยทั้ง 6 ขั้นตอนดังกล่าวข้างต้น (ลัดดา ภูเกียรติ, 2552, น. 157)

2) แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของ ปทีป เมธุนวุฒิ (2547, น. 26-28)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานมีพื้นฐานมาจากกระบวนการสืบสอบที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเริ่มเรียนรู้จากปัญหาและการแก้ไขปัญหาอย่างมีทักษะกระบวนการการเรียนการสอน โดยใช้วิจัยเป็นฐานแบ่งได้เป็น 4 รูปแบบ สรุปได้ดังนี้

รูปแบบที่ 1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ผลการวิจัยประกอบการสอน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ผลการวิจัยประกอบการสอนเป็นการทำให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าข้อค้นพบที่เกิดขึ้นจากผลงานวิจัยที่หลากหลายตามความสนใจของนักเรียนแต่ละคน แต่ทั้งนี้ต้องสอดคล้องกับสาระของวิชานั้น เนื่องจากในปัจจุบันมีความสะดวกรวดเร็วในการติดตามและสืบค้นประเด็นคำสำคัญหรือเรื่องต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายการสื่อสาร วิธีการนี้ครูผู้สอนอาจจะเป็น

ผู้รวบรวมผลการวิจัยมาให้แก่นักเรียนวิเคราะห์วิจารณ์หรือให้นักเรียนกำหนดเรื่องที่ตนเองสนใจ ต้องการศึกษาค้นคว้า และนำเสนอผลจากงานวิจัยที่ได้ศึกษาค้นคว้าในชั้นเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนและครูผู้สอน

รูปแบบที่ 2 การจัดการเรียนรู้โดยการสังเคราะห์งานวิจัย

วิธีการนี้ต้องมีความเข้มของการศึกษาค้นคว้าข้อค้นพบที่เกิดจากผลงานวิจัยมากกว่าวิธีการแรกที่กล่าวมาแล้ว ครูผู้สอนจำเป็นต้องให้นักเรียนมีพื้นฐานบ้างเกี่ยวกับการสังเคราะห์งานวิจัย เช่น การสังเคราะห์เพื่อให้เกิดความรู้ในหัวข้อนั้น ลักษณะการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงคุณลักษณะ และการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณ

รูปแบบที่ 3 การจัดการเรียนรู้โดยร่วมทำโครงการวิจัย

มีลักษณะเป็นงานวิจัยที่ทำในขณะที่ทำการจัดการเรียนรู้หรืองานวิจัยที่เป็นกรณีศึกษา หรืออาจจะเป็นงานวิจัยขนาดใหญ่ที่ได้รับทุนสนับสนุนจากภายนอก ซึ่งครูผู้สอนสามารถที่จะมองภาพรวมและให้นักเรียนทำวิจัยในแต่ละส่วนเพื่อมาเชื่อมโยงกัน ลักษณะการทำงานวิจัยนี้ นักเรียนสามารถเรียนรู้ขั้นตอนในการทำงานวิจัยจากครูผู้สอนในช่วงของการวางแผนการวิจัยและสามารถดำเนินการวิจัยของตนเองที่ค่อนข้างเป็นอิสระพอสมควรภายใต้แผนงานการวิจัยที่ได้จัดทำไว้ นอกจากการเรียนรู้กระบวนการทำวิจัยและผลการวิจัยแล้ว นักเรียนได้เรียนรู้ทักษะการทำงานร่วมกับครูผู้สอน และเพื่อนร่วมวิจัย สิ่งหนึ่งที่ควรระวังก็คือสิทธิอันชอบธรรมและถูกต้องตามกฎหมายของผลการวิจัยที่จะต้องมีการปรึกษากันให้นักเรียนเข้าใจว่าผลการวิจัยเป็นลิขสิทธิ์ของใคร

รูปแบบที่ 4 การจัดการเรียนรู้โดยการทำวิจัยด้วยตนเอง

นักเรียนที่ได้ผ่านขั้นตอนของการสอนโดยกระบวนการวิจัยทั้งสามขั้นตอนมาแล้วจะมีความสามารถที่จะทำวิจัยของตนเองได้เป็นอย่างดี โดยนักเรียนสามารถทำสัญญาการเรียนที่จะทำโครงการวิจัยที่อาจจะเป็นงานวิจัยในห้องปฏิบัติการ งานวิจัยในที่ทำงาน งานวิจัยกรณีศึกษา หรือการทำวิจัยระยะสั้นที่ขอรับทุนส่งเสริมจากสถาบัน ปัญหาของการทำวิจัยในวิธีการนี้ คือการที่นักเรียนบางคนไม่ได้ผ่านขั้นตอนที่กล่าวมาแล้วโดยเฉพาะในขั้นตอนที่สาม เนื่องจากครูผู้สอนไม่มีโครงการวิจัยที่จะรองรับให้นักเรียนได้มีโอกาสทำวิจัยในส่วนที่เป็นงานวิจัยของตนเอง หรือนักเรียนเป็นเพียงผู้เก็บรวบรวมข้อมูลหรือผู้วิเคราะห์ข้อมูลหรือผู้คัดลอกข้อมูลเท่านั้น ทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสรับรู้ถึงเทคนิควิธีการทำวิจัยที่ถูกต้องครบถ้วนตามขั้นตอนการทำวิจัยด้วยตนเอง ทำให้มีปัญหของการดำเนินการวิจัยตั้งแต่การพิจารณาปัญหาของวิจัยการกำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยการสุ่มตัวอย่างการสร้างเครื่องมือและเรื่อยไปจนถึงการวิเคราะห์ และการสรุปที่น่าเชื่อถือได้ของงานวิจัยนั้น

3) แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของ ไพฑูรย์ สินลารัตน์ (2545, น. 35-38)

การสอนที่ใช้วิจัยเป็นฐาน มี 2 แนวคิด คือ

1. เนื้อหาที่ได้มาจากการวิจัย นำมาจากงานวิจัยที่มีอยู่ พบคำตอบแล้ว แต่ยังมีคำตอบไม่เพียงพอ มีข้อสงสัยหรือมีคำถามเพิ่มเติม ดังนั้นผลการวิจัยจึงเป็นคำตอบ และไปนำไปสู่คำถามต่อไป

2. กระบวนการวิจัย กระบวนการค้นคว้าคำตอบทำให้เกิดคำถามและให้นักเรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ในระหว่างกระบวนการวิจัย เป้าหมายคือเพื่อให้นักเรียนรู้วิธีการถามคำถามของตนเอง รู้วิธีวิเคราะห์ปัญหาที่เผชิญ และรู้วิธีว่าจะได้คำตอบอย่างไร เมื่อได้คำตอบแล้วต้องวิเคราะห์ คิด และประเมิน เพื่อหาคำตอบใหม่ๆ การสอนแบบวิจัยเป็นฐานจึงมีโครงสร้าง 4 รูปแบบ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 การสอนเพื่อนำความรู้ไปใช้ มุ่งให้นักเรียนจดจำและนำไปปฏิบัติ ครูจะนำงานวิจัยมาบรรยายให้นักเรียนฟังและตอบคำถาม

รูปแบบที่ 2 ครูนำผลการวิจัยมาอภิปรายเพื่อให้ได้ความรู้ใหม่และถามคำถามเพิ่มเติม

รูปแบบที่ 3 ครูเป็นผู้แนะนำ ชี้แนะนักเรียนในการฝึกกระบวนการวิจัย เพื่อที่จะได้ความรู้ใหม่ๆมากขึ้น

รูปแบบที่ 4 ครูเป็นผู้จัดการ ให้คำปรึกษานักเรียนให้ค้นคว้าอิสระ เน้นการแก้ปัญหาหรือการตั้งคำถามและแสวงหาความรู้อย่างอิสระ

จากรูปแบบทั้ง 4 รูปแบบจะพบว่ารูปแบบแรก ครูผู้สอนเป็นผู้ปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้มาบอกนักเรียน จากนั้นรูปแบบที่ 2 - 4 ผู้สอนเริ่มเปลี่ยนแปลงจนกระทั่งรูปแบบที่ 4 ครูผู้สอนเป็นผู้จัดการที่ทำหน้าที่ประเมินและให้คำปรึกษาเป็นหลัก

4) แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของ สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ และ ทศนีย์ บุญเติม (2536, น. 492-495)

รูปแบบการสอนแบบใช้วิจัยเป็นฐานมีโครงสร้างที่สำคัญ ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหา ขั้นตอน การสอน การประเมินผล รวมทั้งกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง สามารถแบ่งเป็นกลวิธีการสอนได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1. การสอนโดยใช้วิจัยเป็นวิธีการสอน คือการให้นักเรียนได้ฝึกทักษะทำวิจัย เช่น การทดลองทางวิทยาศาสตร์ การทำโครงการ การทำโครงการต่างๆ เป็นต้น

2. การสอนโดยให้นักเรียนร่วมทำโครงการวิจัยร่วมกับครูผู้สอน

3. การสอนดำเนินการโดยให้นักศึกษาได้ศึกษาผลงานวิจัยของนักวิจัยชั้นนำในสาขาวิชาที่ศึกษา เพื่อทำความเข้าใจวิธีการตั้งปัญหา วิธีแก้ไข ผลการวิจัย หลักการและทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย และเรียนรู้วิธีประยุกต์ใช้ผลการวิจัย

4. การสอนโดยใช้ผลการวิจัยประกอบการสอน เป็นการให้นักเรียนได้รับรู้ทฤษฎีข้อความรู้ใหม่ ๆ

ระดับการสอน จากระดับต่ำสุดไปยังระดับสูงสุด สรุปได้ดังนี้

1) นักเรียนศึกษาหลักการ ความรู้เบื้องต้นจากเอกสารตำรา หรือคำบรรยายของผู้สอน โดยนักเรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองและมีการมาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน

2) เรียนรู้ผลการวิจัยจากการศึกษาด้วยตนเองหรือจากคำบรรยายของครูผู้สอน มีการนำผลการวิจัยมาวิเคราะห์ พุดคุยสนทนากันในเชิงวิชาการ

3) เรียนรู้โดยศึกษาจากงานวิจัยโดยตรง นักเรียนจะได้ศึกษาว่าในสิ่งที่เขาสนใจมีวิธีการหาความรู้ หรือมีการทำวิจัยในเรื่องนี้เกี่ยวกับอะไรบ้าง ทำให้ได้เรียนรู้ทั้งในด้านเนื้อหาสาระ และระเบียบวิธีวิจัยที่ถูกต้องไปพร้อมกัน

4) นักเรียนทำรายงานเชิงวิจัยได้ด้วยตนเอง

5) นักเรียนทำการวิจัยขนาดเล็ก เพื่อให้คุ้นเคยกับกระบวนการวิจัย

6) นักเรียนทำวิจัยภายใต้การนิเทศก์ หรือเป็นผู้ช่วยโครงการของครูผู้สอน ได้มีโอกาสสัมผัสกับงานวิจัยจริง และได้รับการนิเทศจากครูผู้สอนหรือเจ้าของโครงการ

7) เป็นการทำปริญญานิพนธ์หรือทำวิจัยด้วยตนเอง

5) **แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของ อมรวิรัช นาคทรพรพ (2547, น. 77-79)**

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานเป็นการผสมผสานทฤษฎีหลายทฤษฎีเข้าด้วยกัน เช่น ทฤษฎีสร้างความรู้ด้วยตนเองของเพียเจท์ หรือทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย่ โดยสรุปแนวคิดการสอนแบบใช้วิจัยเป็นฐานได้ดังนี้

1. การสอนวิจัยมีความเชื่อมาจากกลุ่มทฤษฎีสร้างความรู้ด้วยตนเองที่มีความเชื่อในกระบวนการทางปัญญาและการสร้างความรู้

2. การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ทำให้นักเรียนได้รับความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยการวิจัยเป็นสื่อสร้างความรู้ในเรื่องที่นักเรียนสนใจ

3. กระบวนการวิจัยยึดระเบียบแบบแผนของการวิจัยเป็นการเรียนรู้วิจัยสรุปได้ดังนี้

3.1 ปัญหาวิจัย (Research Problem) : ศึกษาและกำหนดปัญหาในการวิจัย

3.2 กำหนดสมมติฐาน (Hypothesis) : ศึกษาและกำหนดสมมติฐานและขอบเขตการวิจัย

3.3 รวบรวมข้อมูล (Data Collection) : รวบรวมข้อมูลที่จำเป็น

3.4 วิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) : ประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล

3.5 สรุปผล (Conclusion) : สรุปและอภิปรายผล

4. การสอนแบบวิจัยเป็นการบูรณาการเนื้อหา วิธีการสอน และใช้แนวทางการสอนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตและสังคม

5. การสอนแบบวิจัยสามารถสอดแทรกการเรียนแบบการวิจัยเข้าไปในหลักสูตรและเนื้อหาวิชาใช้ในการ บูรณาการสาระต่าง ๆ เช่น ส่งเสริมการสอบแบบทีม เป็นต้น

6) แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของ มาเรียม นิลพันธ์ (2549, น. 9)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของ มาเรียม นิลพันธ์ และคณะ เป็นรูปแบบที่เน้นกระบวนการเรียนรู้ด้วยการแก้ไขปัญหา หาคำตอบ และคิดค้นสิ่งใหม่ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนต้องมีการตกผลึกทางความรู้เป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบนี้ รูปแบบการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการวิจัย มีขั้นตอนการเรียนการสอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ติความปัญหา/การกำหนดปัญหา : การเรียนรู้ร่วมกัน/การเรียนรู้แบบแก้ปัญหา

สำรวจปัญหา 1.1 ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสำรวจปัญหา

จัดลำดับความสำคัญของปัญหา 1.2 ผู้เรียนร่วมกันจัดลำดับความสำคัญของปัญหา

เลือกปัญหา 1.3 ผู้เรียนร่วมกันเลือกปัญหาที่จะศึกษา

กำหนดคำถามการวิจัย 1.4 ผู้เรียนร่วมกันกำหนดคำถามการวิจัย

กำหนดตัวแปร 1.5 ผู้เรียนร่วมกันกำหนดตัวแปร

ขั้นที่ 2 วางแผนงาน : การเรียนรู้ร่วมกัน

กำหนดสมมติฐาน 2.1 ผู้เรียนร่วมกันกำหนดสมมติฐาน

ออกแบบการวิจัย 2.2 ผู้เรียนร่วมกันออกแบบการวิจัย โดยผู้สอนคอยให้แนะนำ

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน : การเรียนรู้ร่วมกัน

- | | |
|-----------|-------------------------------------|
| รวบรวม | 3.1 ผู้เรียนช่วยกันเก็บรวบรวมข้อมูล |
| วิเคราะห์ | 3.2 ผู้เรียนช่วยกันวิเคราะห์ข้อมูล |
| สรุป | 3.3 ผู้เรียนร่วมกันสรุปผล |

ขั้นที่ 4 การนำผลวิจัยไปใช้แก้ปัญหาเพื่อการพัฒนา : การเรียนรู้ร่วมกัน/การเรียนรู้จากสถานการณ์จริง

- | | |
|--------------|--|
| ทดลองใช้ | 4.1 ผู้เรียนร่วมกันนำผลการวิจัยไป |
| ทดลองปฏิบัติ | |
| พัฒนา | 4.2 ผู้เรียนร่วมกันนำข้อมูลย้อนกลับที่
ได้มาพัฒนาการทำงาน |

หมายเหตุ

1. รูปแบบเหมาะสมกับทุกประเภทวิชาที่เน้นกระบวนการเรียนรู้ด้วยการหาคำตอบ แก้ปัญหา แสวงหาความรู้ และคิดค้นสิ่งใหม่
2. รูปแบบนี้สามารถใช้กับหน่วยการเรียนรู้ใดเรียนรู้หนึ่ง โดยไม่จำเป็นต้องใช้ตลอดภาคการศึกษา
3. การเรียนการสอนแบบนี้ใช้เวลามากกว่า 1 คาบ (2-5 คาบ)
4. การนำไปใช้ต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับระดับชั้นและสาขาวิชา
5. รูปแบบนี้อาจจัดกระทำเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม ขึ้นอยู่กับจำนวนผู้เรียน ในกรณีที่จัดเป็นรายกลุ่ม ผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะการเรียนรู้ร่วมกัน

7) แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของ สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา (2554)

ได้จำแนกแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานออกเป็น 4 แนวทางตามองค์ประกอบด้านผู้ใช้และด้านการใช้

แนวทางที่ 1 เป็นแนวทางที่ผู้สอนนำผลการวิจัยมาใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ที่ทันสมัยทันเหตุการณ์และได้รับความรู้มากขึ้น ส่วนแนวทางที่ 2 เป็นแนวทางที่ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่สนใจด้วยตนเอง แนวทางที่ 3 และแนวทางที่ 4 คือผู้สอนและผู้เรียนใช้กระบวนการวิจัยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ตั้งคำถาม 2) เตรียมการค้นหาคำตอบ 3) ดำเนินการค้นหาและตรวจสอบคำตอบ และ 4) สรุปและนำเสนอผลการค้นหาคำตอบ

การประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนในรายวิชาที่จัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐานนั้น หลังจากมีการประเมินผลหลังการจัดการเรียนรู้แล้วควรประเมินกระบวนการและทักษะต่าง ๆ ที่เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้เกิดกับ ผู้เรียนด้วย เช่น กระบวนการคิด กระบวนการวางแผน กระบวนการแสวงหาความรู้ กระบวนการประเมินข้อมูล ครูผู้สอนมีการวางแผนการประเมินว่าจะประเมินอย่างไร อาจมีการใช้แบบทดสอบ แบบประเมินทักษะกระบวนการวิจัย ใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย เช่น การสังเกต การสัมภาษณ์ เป็นต้น

8) แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของ Jungmann และ Thorsten (2011)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของทอสเตน จังแมน (Thorsten jungmann) ได้อธิบายวิธีใช้การวิจัยเป็นพื้นฐานในการบูรณาการหลักการศึกษาและการสอน นักเรียนคือผู้สร้างการเรียนรู้ของตนเอง ดังนั้นการใช้การวิจัยเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้จึงเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานมีความสัมพันธ์กับวิธีการสอนอื่น ๆ หลายประเภท ดังนี้

1) การเรียนรู้จากการลงมือทำ 2) การเรียนรู้แบบร่วมมือ 3) การเรียนรู้จากประสบการณ์เป็นหลัก 4) การเรียนรู้จากการมุ่งเน้นการปฏิบัติ 5) การเรียนรู้โดยการค้นพบ 6) การเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐาน 7) การเรียนรู้ที่มุ่งเน้นโครงงาน 8) การเรียนรู้จากกรณีศึกษา ทอสเตน จังแมน ได้เสนอรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ดังภาพประกอบ ดังนี้



ภาพประกอบ 2 การเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

ที่มา : Jungmann และ Thorsten (2011). Research-Based Learning. Institute of Education, University of London. Online

จากแผนภาพรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน เป็นการสอนที่มีรูปแบบ 4 รูปแบบ ซึ่งมีความแตกต่างกัน สรุปได้ดังนี้

1. การสอนจากสาระความรู้ในวิจัย (Research-Led) นำข้อมูลจากการวิจัยมาใช้ในการเรียนการสอน มุ่งให้นักเรียนได้รับองค์ความรู้ โดยในกระบวนการเรียนรู้นักเรียนจะเป็นผู้ฟังคำสั่งสอนของครูผู้สอน

2. การสอนกระบวนการวิจัย (Research-Oriented) มุ่งให้นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการและการจัดการเรียนรู้ โดยในกระบวนการเรียนรู้นักเรียนจะเป็นผู้ฟังคำสั่งสอนของครูผู้สอน

3. การสอนด้วยการวิจัย (Research-Tutored) การสอนที่ใช้กิจกรรมด้านทักษะสืบเสาะเพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ และกระบวนการสอนจะสอดคล้องกับธรรมชาติรายวิชา

4. การใช้วิจัยเป็นฐานในการสอน (Research-Based) เน้นใช้กิจกรรมด้านทักษะสืบเสาะ โดยครูผู้สอนจะนำประสบการณ์และทักษะการวิจัยมาบูรณาการกับกิจกรรมการเรียนรู้

9) แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ของมหาวิทยาลัยกิปฟิท (Griffith University, 2013, อ้างถึงใน น. 18)

Griffiths ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ประกอบด้วยส่วนสำคัญสรุปได้ดังนี้

1. การสอนสาระความรู้จากการวิจัย (research-led) เน้นการนำสารสนเทศจากการวิจัยมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มความเข้าใจของนักเรียน ผู้สอนจึงต้องมีผู้สอนเชี่ยวชาญในการวิจัยหรือสนใจเป็นพิเศษ

2. การสอนกระบวนการวิจัย (research-oriented) เป็นการสอนทักษะในการแสวงหาความรู้และสืบสอบในสาขาวิชาที่เรียน โดยครูผู้สอนใช้ประสบการณ์การวิจัยเพื่อชี้แนะและพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน

3. การใช้วิจัยเป็นฐานในการสอน (research-based) เน้นกิจกรรมที่ใช้ทักษะสืบสอบมากกว่าการสอนความรู้ โดยการนำประสบการณ์และทักษะการวิจัยของครูผู้สอนมาบูรณาการในกิจกรรมการเรียนรู้

4. การสอนด้วยการวิจัย (research-informed) เป็นการสอนที่ใช้การสืบสอบในกระบวนการสอนและการเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกับรายวิชา ครูผู้สอนจะนำการวิจัยมาช่วยในกระบวนการสอนและเพื่อประโยชน์ของการเรียนรู้ของนักเรียน

ตาราง 2 สรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

ชื่อ	แนวทาง	แนวทาง 1 การจัดการเรียน การสอนโดยใช้ ผลการวิจัย	แนวทาง 2 การจัดการ เรียนการสอนโดย ศึกษาผลการวิจัย	แนวทาง 3 การจัดการเรียน การสอนโดยใช้ กระบวนการวิจัย	แนวทาง 4 การจัดการ เรียนการสอนโดย การวิจัย ด้วยตนเอง
	ทิศนา แชมมณี	✓	✓	✓	✓
ปทีป เมธาคุณวุฒิ	✓	✓	✓	✓	✓
ไพฑูรย์ สีนลารัตน์	✓	✓	✓	✓	✓
สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ และทัศนีย์ บุญเต็ม	✓	✓	✓	✓	✓
อมรวิทย์ นาคกรทรรพ	-	-	-	-	✓
มาเรียม นิลพันธุ์ และ คณะ	-	-	-	✓	-
สำนักพัฒนานวัตกรรมการ การจัดการศึกษา	✓	✓	✓	✓	✓
Thorsten Jungmann	-	-	-	-	✓
มหาวิทยาลัยกัพพิท	✓	-	-	-	✓

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของทิศนา แชมมณี (ทิศนา แชมมณี (2546, น. 70-81) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการวิจัย มีทั้งหมด 4 รูปแบบการสอน ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกรูปแบบที่ 3 : ครูใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนการสอน โดยฝึกให้นักเรียนใช้กระบวนการวิจัยครบทุกขั้นตอน เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง นักเรียนได้รู้จักตั้งคำถาม รู้จักยกประเด็นปัญหา รู้จักวิเคราะห์ปัญหาที่เผชิญเอง และทำที่สุดได้รู้วิธีที่จะได้มาซึ่งคำตอบเอง โดยครูจะนำกระบวนการวิจัยมาปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยฝึกให้นักเรียนมีการใช้กระบวนการวิจัยในทุกขั้นตอน ครูจะเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยในการฝึกฝนนักเรียนในการศึกษาและปฏิบัติกรวิจัย เพื่อเพิ่มความรู้ใหม่ให้กับนักเรียนอย่างต่อเนื่อง ครูจะเป็นเพียงผู้จัดการและอำนวยความสะดวกให้นักเรียน และให้

คำปรึกษาในการตั้งคำถามและแก้ไขปัญหา นอกจากนี้ยังเน้นให้นักเรียนสร้างความสามารถในการคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง จากกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูจัดให้ เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการคิดแก้ปัญหาที่ประยุกต์ใช้แนวคิดที่แปลกใหม่ นอกจากนี้ยังมีการประเมินตนเองโดยใช้สัญลักษณ์มือตามระดับของ SOLO Taxonomy หลังจบคาบเรียน

2.4 ประโยชน์ของแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

นางลักษณ วัชรชัย (2551) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ดังนี้

1. ประโยชน์ต่อนักเรียน ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะต่างๆ ที่ได้เรียนรู้โดยการวิจัยเป็นฐาน เช่น ทักษะการคิด ทักษะการพูด การอภิปราย ทักษะในการแก้ปัญหา ทักษะการสื่อสาร ทักษะในการทำงานร่วมกัน นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในสิ่งที่เขาศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง มีแรงจูงใจในการเรียนรู้ เพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ในสิ่งที่ตนสนใจหรือความเชี่ยวชาญในศาสตร์ของตนเอง

2. ประโยชน์ต่อครูผู้สอน ช่วยลดเวลาในการเตรียมการสอน เพราะไม่ต้องเตรียมเนื้อหาเพียงอย่างเดียว เนื่องจากสามารถใช้กระบวนการวิจัยเป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนี้ยังทำให้ผู้สอนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนเพิ่มมากขึ้น

3. ประโยชน์ต่อการศึกษา ผลของการจัดเรียนการสอนที่มีการวิจัยเป็นฐานช่วยให้ครูผู้สอนได้รับข้อมูลที่มีคุณภาพเพื่อแลกเปลี่ยนและพัฒนาวิธีการจัดการเรียนการสอน และนำข้อมูลไปพัฒนานักเรียนได้

สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐานเป็นการบูรณาการการเรียน การสอน และการวิจัยเข้าด้วยกัน โดยใช้ผลการวิจัยหรือกระบวนการวิจัยเป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ กระบวนการเรียนรู้ ทักษะต่าง ๆ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

รุจิราพร รามสิริ (2556) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะการวิจัย ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา วัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะการวิจัย ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา 2) เพื่อประเมินประสิทธิผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิจัยเป็นฐาน และ 3) เพื่อขยายผลรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้

การวิจัยเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะการวิจัย ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา มีชื่อว่า “RPSCSA Model” มี 5 องค์ประกอบได้แก่ (1) หลักการ เน้นที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นเองอย่างเป็นระบบโดยอาศัยการแสวงหาความรู้ด้วยกระบวนการวิจัย (2) วัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาทักษะการวิจัย ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา (3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนตระหนักในปัญหา ขั้นค้นพบปัญหา ขั้นค้นคว้าคำตอบ ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ขั้นสรุปและนำเสนอผลการวิจัย ขั้นประเมินผล (4) การวัดและประเมินผล 3 ด้าน คือ ด้านทักษะการวิจัย ด้านทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และด้านจิตวิทยาศาสตร์ (5) เงื่อนไขสำคัญในการนำรูปแบบไปใช้ให้ประสบผลสำเร็จ ประกอบด้วย ผู้เรียนมีพื้นฐานความสามารถในการคิดเชิงระบบ มีความรับผิดชอบ มุ่งมั่นในการทำงาน ใช้ผลการวิจัยและกระบวนการวิจัยเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ 2) ประสิทธิภาพของรูปแบบพบว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถพื้นฐาน และแบบการเรียนรู้ของนักเรียนที่ส่งผลร่วมกันต่อทักษะการวิจัยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถพื้นฐาน และแบบการเรียนรู้ของนักเรียนที่ร่วมกันส่งผลต่อทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 3) ผลการขยายผลของรูปแบบพบว่า หลังเรียนตามรูปแบบนักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีพัฒนาการด้านทักษะการวิจัยสูงขึ้นจากระดับปานกลางเป็นระดับมาก ส่วนทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีพัฒนาการสูงขึ้นจากระดับน้อยเป็นระดับมาก และมีจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก

อลิสรา ราชวัตร (2558) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย วัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธีรภา ไชยเดช สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ และวิภารัตน์ เชื้อชวด ชัยสิทธิ์ (2560) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ วัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อศึกษาผลการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถ พัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนได้ โดยนักเรียนร้อยละ 95.8 มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูงหลังจากการจัดการเรียนรู้

นิลาวรรณ ทรงครุฑ (2561) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานที่ส่งผลต่อความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วัตถุประสงค์การวิจัยคือ 1) พัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็น ฐานในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 2) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานมีพัฒนาการความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยการเห็นคุณค่าในตนเองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ระดับมาก) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .01 ตามลำดับ

ดวงใจ เนตรตระสุตร และ ศิริมาศ โกศลย์พิพัฒน์ (2562) ได้วิจัยและพัฒนาระบบและกระบวนการผลิตและพัฒนาคูรายวิชาวิธีสอนการศึกษาปฐมวัย โดยบูรณาการแนวคิดจิตตปัญญาศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐานและระบบพี่เลี้ยง วัตถุประสงค์การวิจัยคือ เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้อายวชิชาวิธีสอนการศึกษาปฐมวัย โดยบูรณาการแนวคิดจิตตปัญญาศึกษา ระบบพี่เลี้ยงและการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาระบบและกระบวนการผลิตและพัฒนาคูรายวิชาวิธีสอนการศึกษาปฐมวัยโดยบูรณาการแนวคิด จิตต

ปัญญาศึกษา ระบบพี่เลี้ยงและการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐานทำให้เกิดการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอน และช่วยส่งเสริมความเป็นครูที่มีประสิทธิภาพ และนักศึกษามีความสุขในการเรียนรายวิชาวิธีสอนการศึกษาปฐมวัย รู้จักยอมรับตนเองและยอมรับผู้อื่น และไม่พบปัญหาหรืออุปสรรคหลักที่กระทบต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการแนวคิดจิตตปัญญาศึกษา ระบบพี่เลี้ยงและการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน

วิทเอก สว่างจิตร (2563) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกสู่ทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยการนำแนวคิดจิตตปัญญาศึกษา ระบบพี่เลี้ยง และการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน วัตถุประสงค์การวิจัยคือ 1) เพื่อออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้แนวคิดจิตตปัญญาศึกษา ระบบพี่เลี้ยงและการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน 2) เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุกโดยการนำแนวคิดจิตตปัญญาศึกษา ระบบพี่เลี้ยงและการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน และส่งผลกระทบต่อทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมทักษะชีวิตและทักษะการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลโดยมีกลุ่มเป้าหมายเป็นนักศึกษา จำนวน 59 คน คณะครุศาสตร์ ที่เรียนวิชาการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ช่วงเดือนธันวาคม 2561 ถึงมีนาคม 2562 ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ผลการวิจัยพบว่า 1) การออกแบบกระบวนการเรียนรู้เชิงรุก 5 ขั้นตอน คือ (1) พื้นฐานการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ และวิเคราะห์โจทย์วิจัย (2) การวิเคราะห์โจทย์วิจัยทางการศึกษาด้วยการปฏิบัติจริง (3) การออกแบบการแก้โจทย์วิจัยทางการศึกษา (4) การปฏิบัติการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ (5) การสะท้อนผลการเรียนรู้จากปฏิบัติการวิจัยและการนำเสนอผลงานหลังจากปรับตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ และนำมาใช้ตามแนวคิดจิตตปัญญาศึกษาสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ การชี้แนะหนุนเสริมความคิดวิเคราะห์ จากการวิจัยปฏิบัติการและสะท้อนผลการเรียนรู้ร่วมกับแบบประเมินค่าการรับรู้ของผู้เรียนในการเรียนรู้แบบ Active Learning 2) ผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่ส่งผลกระทบต่อ ทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยพบว่า นักศึกษามีการรับรู้ต่อทักษะการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลสูงสุดในระดับมากที่สุด รองลงมาคือทักษะชีวิตในระดับมากที่สุด และทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ระดับมากที่สุด ตามลำดับ เนื่องจากได้ปฏิบัติในสถานการณ์และสถานที่จริง

ภิญญา วงษ์ทอง (2563) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานเรื่องแบบจำลองอะตอมเพื่อพัฒนา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยแผนการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานเรื่องแบบจำลองอะตอม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียน 23 คนที่เรียนวิชาเคมี โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดนครนายก ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนหลังเรียนเท่ากับร้อยละ 72.90 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนเท่ากับร้อยละ 45.36 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60 มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ .50 แสดงว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนร้อยละ 50 2) นักเรียนมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 68.63 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมาก

Santi Srikoon, Tassanee Bunterm, Jakkrit Samranjai, และ Jintanaporn Wattanathorn (2014, p. 913-917) การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานเพื่อการศึกษาในประเทศไทย การเรียนรู้จากการวิจัย (RBL) เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับองค์ความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานในประเทศไทยมากนัก ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์การวิจัยงานวิจัยที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบบันทึกข้อมูลเพื่อสังเคราะห์งานวิจัย วิเคราะห์ข้อมูลด้วยความถี่ ร้อยละ และการสังเคราะห์งานวิจัย ผลการวิจัยพบว่า (1) ลักษณะของงานวิจัย พบว่าในปี 2552 มีการเผยแพร่งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (RBL) ร้อยละ 26.10 จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีสองสาขาวิชาที่มักผลิตงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน คือ สาขาวิชาวิจัย วัตถุประสงค์ และประเมินผล คิดเป็นร้อยละ 21.70 และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คิดเป็นร้อยละ 21.70 ประเภทการวิจัยคือส่วนใหญ่เป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท คิดเป็นร้อยละ 69.60 วัตถุประสงค์การวิจัยทั่วไปคือเพื่อศึกษา คิดเป็นร้อยละ 46.50 การออกแบบงานวิจัยที่พบมากที่สุดคือการออกแบบการวิจัยเชิงทดลอง คิดเป็นร้อยละ 82.60 กลุ่มตัวอย่างที่พบบ่อยคือนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 31.30 ระดับการวิจัยของกลุ่มตัวอย่างคือระดับมัธยมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 43.50 และส่วนใหญ่ใช้รูปแบบการวิจัยแบบวัดซ้ำ คิดเป็นร้อยละ 48.65 (2) ขนาดอิทธิพลของผลการวิจัยจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (RBL) มีอิทธิพลต่อตัวแปรอิสระที่ประกอบด้วยความรู้ ทักษะการค้นพบและการทำงาน พลเมืองดี ทักษะการคิด ความสำเร็จ นักวิจัยธรรมชาติ การวิจัยขั้นพื้นฐาน ทักษะการแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบและทัศนคติ

Tri Saptuti Susiani, Moh Salimi, และ Ratna Hidayah (2018) ได้ศึกษาเกี่ยวกับทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 วัตถุประสงค์การวิจัยคือเพื่อศึกษาผลของการดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (RBL) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาวิชาชีพครู จำนวน 106 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้การสังเกตและ

การทดสอบ ผลการวิจัยระบุว่า การเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน (RBL) สามารถพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาวิชาชีพครูได้ สามารถตีความวิเคราะห์ ประเมิน อนุมาน และอธิบายได้ นอกจากนี้ยังพบว่า การเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน สามารถปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ให้มีคุณภาพและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในเชิงบวกสำหรับนักเรียนในด้านสติปัญญาและอารมณ์ได้อีกด้วย

M Tohir, Z Abidin, และ Dafik and Hobri (2018, p. 1-11) ได้ศึกษาเกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนในการแก้ชุดเลขคณิตสองมิติผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน วัตถุประสงค์การวิจัยคือ เพื่อวิเคราะห์ทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในการแก้ชุดเลขคณิตสองมิติ การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการตรวจสอบสามเส้าในการเก็บรวบรวมข้อมูล (triangulation method) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาหลักสูตรปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์มหาวิทยาลัยเจมเบอร์ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยให้งานแก้ปัญหาแบบเปิดและศึกษาเอกสาร ให้นักเรียนจัดรูปแบบทั่วไปตามสูตรฟังก์ชันที่ขึ้นกับ i และฟังก์ชันขึ้นอยู่กับ i และ j จากนั้นให้นักเรียนทำงานแก้ปัญหาต่อไปเพื่อสร้างรูปแบบการวางนัยทั่วไปทางคณิตศาสตร์ตามสูตรฟังก์ชันซึ่งขึ้นอยู่กับ i และ $i + n$ และสูตรผลรวมของฟังก์ชันขึ้นอยู่กับ i และ j ของเลขคณิตที่คอมไพล์แล้ว เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษานี้คือแบบจำลองการวิเคราะห์ของ Miles and Huberman จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลงานที่ 1 พบว่า ระดับทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน จำแนกได้ดังนี้ ร้อยละ 22.22 ของนักเรียนจัดอยู่ในประเภท "ไม่สร้างสรรค์" ร้อยละ 38.89 ของนักเรียนจัดอยู่ในประเภท "ความคิดสร้างสรรค์น้อย" ร้อยละ 22.22 ของนักเรียนจัดประเภทเป็น "มีความคิดสร้างสรรค์เพียงพอ" และ ร้อยละ 16.00 จัดอยู่ในประเภท "สร้างสรรค์" ในทางตรงกันข้าม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในงานที่ 2 พบว่าระดับทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน จำแนกได้ดังนี้ ร้อยละ 22.22 ของนักเรียนจัดประเภทเป็น "มีความคิดสร้างสรรค์เพียงพอ" ร้อยละ 44.44 ของนักเรียนจัดประเภทเป็น "สร้างสรรค์" และ ร้อยละ 33.33 ของนักเรียนจัดอยู่ในประเภท "สร้างสรรค์มาก" ผลการวิเคราะห์นี้สามารถกำหนดพื้นฐานสำหรับการสอนและทำให้รูปแบบการสอนดีขึ้นจริง เพื่อเพิ่มทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียน

Nursofah, Ratna Komala, และ Rusdi (2018, p. 168-173) อิทธิพลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานและความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อผลของการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนวัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ 1) เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานการเรียนรู้ต่อผลการเรียนรู้ของนักเรียน 2) เพื่อศึกษาผลของความคิดสร้างสรรค์ต่อผลการเรียนรู้ของนักเรียน 3) เพื่อตรวจสอบปฏิสัมพันธ์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้

วิจัยเป็นฐานและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้น Grade 9 Syariah Banking and Office Administration of SMK Bina Nusa Bekasi จำนวน 60 คน ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย ผลการวิจัยพบว่าที่ 1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานการเรียนรู้มีผลต่อผลการเรียนรู้ของนักเรียนเรื่องวัสดุที่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความคิดสร้างสรรค์มีผลต่อผลการเรียนรู้ของนักเรียนเรื่องวัสดุที่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานและความคิดสร้างสรรค์กับผลการเรียนรู้ของนักเรียน เรื่องวัสดุที่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

M A Rohim, Dafik, และ B Suciarto (2019, p. 1-13) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์การดำเนินงานของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานในการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในการแก้ปัญหา dominating set วัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ เพื่อให้เข้าใจถึงประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานในการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในการแก้ปัญหา dominating set งานวิจัยนี้ใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสามเส้า คือการผสมผสานระหว่างวิธีเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ วิธีการเชิงปริมาณดำเนินการโดยใช้การทดสอบและเชิงคุณภาพโดยใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์ ข้อมูลที่เก็บรวบรวม ถูกวิเคราะห์โดยใช้การทดสอบ t-test ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองมีทักษะความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา dominating set สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในการแก้ปัญหา dominating set ได้

Sulistiyono และคนอื่น ๆ (2020, p. 1-13) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์และทักษะนวัตกรรมของนักเรียนเรื่อง rainbow antimagic coloring โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาทักษะความคิดสร้างสรรค์และทักษะนวัตกรรมของนักเรียนในเรื่อง rainbow antimagic coloring ด้วยจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาระดับอุดมศึกษาในภาคการศึกษาที่ 4 กลุ่มทดลอง 41 คนและกลุ่มควบคุม 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบ แบบสังเกตและแบบสัมภาษณ์ ใช้วิธีเชิงคุณภาพเพื่อวิเคราะห์จากการสังเกต วิจัย และพัฒนา ในขณะที่ใช้วิธีเชิงปริมาณเพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างในผลทักษะการคิดสร้างสรรค์และทักษะนวัตกรรมของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานมีคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์และทักษะนวัตกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Nanda Safarati และ Rahma (2020, p. 19-22) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องโมเมนตัมและและแรงกระตุ้นของวัสดุโดยใช้การวิจัยเป็นฐานการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดในเนื้อหาของโมเมนตัมและแรงกระตุ้นของวัสดุโดยใช้การวิจัยเป็นฐาน เป็นการวิจัยเชิงปริมาณโดยใช้วิธีการพรรณนา กลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้เป็นนักเรียนชั้น Grade 9 ของ SMA 3 Bireuen จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดเรื่องโมเมนตัมและและแรงกระตุ้นของวัสดุ ร้อยละ 53.30 นักเรียนร้อยละ 20.00 ยังมีความเข้าใจผิดในบางส่วนและใช้การเดา และนักเรียนร้อยละ 26.70 ยังไม่เข้าใจในแนวคิดเรื่องโมเมนตัมและและแรงกระตุ้นของวัสดุ จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่านักเรียนจะมีความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องโมเมนตัมและและแรงกระตุ้นของวัสดุมากขึ้นเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานพบว่าในประเทศไทยและในต่างประเทศส่วนใหญ่จะนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานมาพัฒนาทักษะต่างๆ ที่สำคัญให้กับผู้เรียนในยุคศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะนวัตกรรม ซึ่งส่วนใหญ่จะนำมาออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะดังกล่าวข้างต้นร่วมกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่บูรณาการการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับแนวคิดจิตตปัญญาศึกษาและระบบพี่เลี้ยง เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตครูและพัฒนาครูระดับปฐมวัยอีกด้วย

3. การประเมินการเรียนรู้ตาม SOLO Taxonomy

3.1 ระดับขั้นการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy

ปี ค.ศ. 1982 Biggs and Collis ได้พัฒนารอบแนวคิดในการวิเคราะห์และจำแนกระดับความคิดของนักเรียนในการเรียนรู้เนื้อหาวิชาต่างๆ ที่เรียกว่า SOLO Taxonomy หรืออนุกรมวิธานของโซโล ซึ่งตัวแบบดังกล่าวจะใช้แนวคิดในการประเมินผู้เรียนว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจต่อสถานการณ์ปัญหา ที่กำหนดให้อย่างไรโดยพิจารณาจากโครงสร้างของผลการเรียนรู้ที่ผู้เรียนตอบสนอง หรือโครงสร้างลักษณะผลการเรียนรู้ที่ได้จากการสังเกต (The Structure of the Observed Learning Outcome) ทำให้ SOLO Taxonomy กลายเป็นกรอบแนวคิดหนึ่งที่ได้รับคความนิยมแพร่หลายในหลากหลายสาขาวิชา อาทิ สาขาวิชาประวัติศาสตร์ ภาษาอังกฤษ ภูมิศาสตร์ คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ (ณัชชา กมล, 2558, น. 218-255)

SOLO Taxonomy ประกอบด้วย ลักษณะเฉพาะ 2 ประการ ได้แก่ ลำดับขั้นพัฒนาการ 5 ขั้น (Five Modes of Functioning) และลักษณะของการตอบสนอง 5 ระดับ (Five Levels of Response)

ลำดับขั้นพัฒนาการ 5 ขั้นตอน ใน SOLO Taxonomy เป็นพัฒนาการจากการกระทำเชิงรูปธรรมไปสู่มโนทัศน์นามธรรม เป็นการมองที่ลำดับขั้นพัฒนาการ (โดยอาศัยอายุเป็นตัวแบ่งระดับ) ซึ่งทั้ง 5 ขั้นข้างต้น มีความหมายและลักษณะคล้ายคลึงกับขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget's Stages of Intellectual Development) แบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังต่อไปนี้

1. ขั้นการใช้ประสาทสัมผัส (Sensorimotor Stage) อยู่ในช่วงระยะแรกเกิด พฤติกรรมของเด็กในวัยนี้ขึ้นอยู่กับเคลื่อนไหวเป็นส่วนใหญ่

2. ขั้นการใช้ภาพเป็นสื่อ (Ikonic Stage) อยู่ในช่วงอายุประมาณ 18 เดือน เด็กในวัยนี้จะมีพัฒนาการกว่าขั้นการใช้ประสาทสัมผัส โดยเด็กสามารถเรียนรู้ผ่านการจินตนาการภายในหรือผ่านรูปภาพ

3. ขั้นรูปธรรม-สัญลักษณ์ (Concrete Symbolic Stage) อยู่ในช่วงอายุประมาณ 6 ปี เด็กในช่วงวัยนี้มีพัฒนาการการเรียนรู้คาบเกี่ยวระหว่างการเรียนรู้เชิงรูปธรรมกับการเรียนรู้เชิงนามธรรมในรูปของสัญลักษณ์โดยเด็กจะสามารถแปลงสิ่งต่าง ๆ รอบตัวที่เป็นรูปธรรมให้เป็นระบบของสัญลักษณ์โดยใช้ภาษาของตนเอง และนำสัญลักษณ์นั้นไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

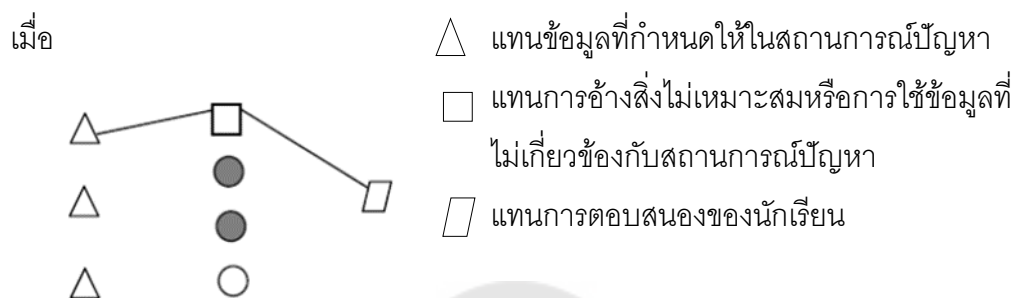
4. ขั้นแบบแผน (Formal Stage) อยู่ในช่วงอายุประมาณ 14 ปี เด็กในช่วงวัยนี้มีการพัฒนาการทางความคิดที่มีลักษณะเป็นนามธรรม เข้าใจในสิ่งที่เป็นนามธรรม เป็นตัวของตัวเอง ต้องการอิสระ ไม่ยึดตนเป็นศูนย์กลาง รู้จักการใช้เหตุผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. ขั้นหลังแบบแผน (Post-Formal Stage) อยู่ในช่วงอายุประมาณ 20 ปี ซึ่งช่วงวัยนี้เป็นช่วงวัยที่มีพัฒนาการสูงสุด สามารถมองสิ่งต่าง ๆ ในเชิงนามธรรมได้แล้ว สามารถประยุกต์ใช้แนวคิดเพื่อนำไปสู่การสร้างทฤษฎีใหม่ ๆ ได้ด้วยตนเอง

ลักษณะของการตอบสนอง 5 ระดับ (Five Levels of Response) ลำดับขั้นของลักษณะการตอบสนอง จำแนกออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่

ระดับที่ 1 ก่อนโครงสร้าง (Pre-structural) เป็นระดับการเรียนรู้ของนักเรียนที่ตอบสนองต่อสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ต่ำกว่าระดับความรู้ความเข้าใจในช่วงวัยของตนเอง นักเรียนไม่เข้าใจจุดมุ่งหมายที่แท้จริง และยังคงใช้วิธีการง่าย ๆ ในการทำความเข้าใจสาระเนื้อหา เมื่อลงมือแก้ปัญหา จะนำข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือ

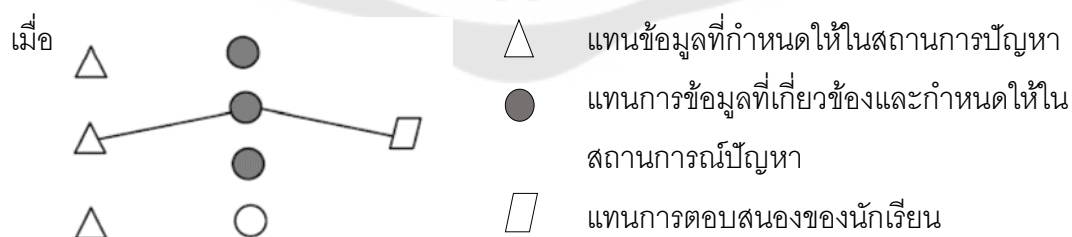
ให้เหตุผล (ณัชชา กมล, 2558, น. 220) ดังภาพที่ 3 ซึ่งแสดงรูปแบบหรือลักษณะการตอบสนองของนักเรียนในระดับก่อนโครงสร้าง เมื่อนักเรียนเผชิญกับสถานการณ์ปัญหา



ภาพประกอบ 3 ลักษณะการตอบสนองของนักเรียนในระดับก่อนโครงสร้าง (Pre-structural)

ที่มา : Helen Chick. (1998). Cognition in the Formal Modes: Research Mathematics and the SOLO Taxonomy

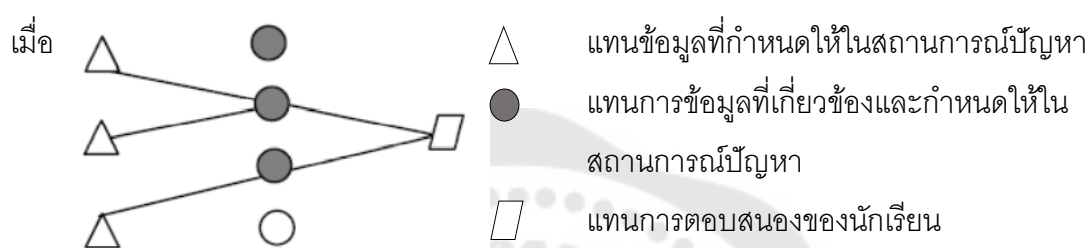
ระดับที่ 2 โครงสร้างเดียว (Uni-structural) เป็นระดับการเรียนรู้ของนักเรียนที่อยู่ในช่วงวัยของตนเอง แต่อยู่ในระดับต่ำ มีความเข้าใจในประเด็นปัญหาที่เผชิญ แต่เมื่อดำเนินการแก้ปัญหาดังกล่าว จะใช้ข้อมูลที่กำหนดให้หรือประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวเพียงประเด็นเดียวในการแก้ปัญหาหรือหาข้อสรุป นักเรียนสามารถระบุข้อได้ จำได้ หรือทำตามคำสั่งง่ายๆ ได้ (ณัชชา กมล, 2558, น. 221) ดังภาพที่ 4 ที่แสดงรูปแบบหรือลักษณะการตอบสนองของนักเรียนในระดับโครงสร้างเดียว



ภาพประกอบ 4 ลักษณะการตอบสนองของนักเรียนในระดับโครงสร้างเดียว (Uni-structural)

ที่มา : Helen Chick. (1998). Cognition in the Formal Modes: Research Mathematics and the SOLO Taxonomy

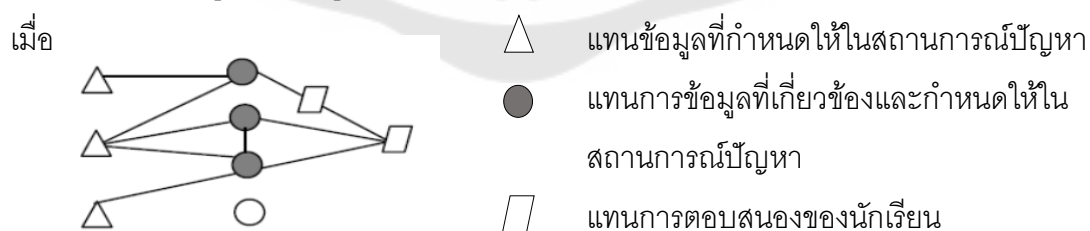
ระดับที่ 3 หลายโครงสร้าง (Multi-structural) เป็นระดับการเรียนรู้ที่นักเรียนเข้าใจปัญหา และสามารถใช้อัตราที่กำหนดให้หรือประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวมาใช้ในการแก้ปัญหาตั้งแต่สองประเด็นขึ้นไป แต่ยังไม่สามารถสังเคราะห์หรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในแต่ละประเด็นเข้าด้วยกันเพื่อประโยชน์ในการแก้ปัญหาได้ (ณัชชา กมล, 2558, น. 221) ดังภาพที่ 5 ที่แสดงรูปแบบหรือลักษณะการตอบสนองของนักเรียนในระดับหลายโครงสร้าง



ภาพประกอบ 5 ลักษณะการตอบสนองของนักเรียนในระดับหลายโครงสร้าง (Multistructural)

ที่มา : Helen Chick. (1998). Cognition in the Formal Modes: Research Mathematics and the SOLO Taxonomy

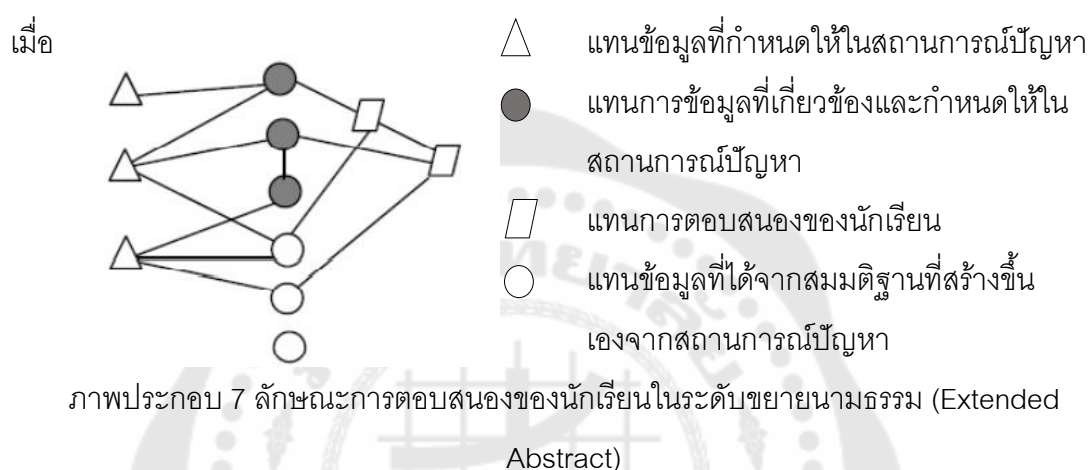
ระดับที่ 4 ความสัมพันธ์ (Relational) เป็นระดับการเรียนรู้ที่นักเรียนมองปัญหาที่เผชิญในเชิงโครงสร้างที่สัมพันธ์กัน นักเรียนสามารถใช้อัตราที่กำหนดให้ทั้งหมด มาใช้ในการแก้ปัญหา และสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดได้อย่างสมเหตุสมผลและสอดคล้องกันจนทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ (ณัชชา กมล, 2558, น. 222) ดังภาพที่ 6



ภาพประกอบ 6 ลักษณะการตอบสนองของนักเรียนในระดับความสัมพันธ์ (Relational)

ที่มา : Helen Chick. (1998). Cognition in the Formal Modes: Research Mathematics and the SOLO Taxonomy

ระดับที่ 5 ขยายนามธรรม (Extended Abstract) เป็นระดับการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถตอบสนองสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้เกินระดับการเรียนรู้ในช่วงวัยเดียวกัน สามารถขยายแนวคิดที่นอกเหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่ให้มีเหตุผลในระดับสูงขึ้น และสามารถสร้างกรณีทั่วไปใหม่ ๆ การใช้ความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลที่กำหนดสมมติฐานหรือสร้างหลักการเชิงนามธรรมสามารถพิจารณาความเป็นไปได้ของคำตอบ (ณัชชา กมล, 2558, น. 222) ดังภาพที่ 7



ที่มา : Helen Chick (1998). Cognition in the Formal Modes: Research Mathematics and the SOLO Taxonomy

แนวคิด SOLO Taxonomy เป็นผลให้การวิเคราะห์การเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคนมีความละเอียดชัดเจนยิ่งขึ้น เนื่องจากทราบว่านักเรียนอยู่ในระดับขั้นใดของพัฒนาการ และในระดับขั้นของพัฒนาการนั้น ก็ยังสามารถพิจารณาต่อไปได้อีกว่านักเรียนแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับใด นอกจากนี้ Bigg และ Collis ยังได้เสนอแนะเกี่ยวกับการจำแนกลักษณะการตอบสนองของนักเรียนแต่ละคนว่าอยู่ในระดับพัฒนาการขั้นใด ควรต้องพิจารณาลำดับขั้นพัฒนาการ (Modes) ก่อนว่าอยู่ในขั้นใด และจากนั้นจึงพิจารณาว่ามีลักษณะการตอบสนองต่อการเรียนรู้อยู่ในระดับใด Levels) ซึ่งโดยปกตินักเรียนส่วนใหญ่จะมีลักษณะการตอบสนองอยู่ในสามระดับตรงกลางนั่นคือ ระดับโครงสร้างเดี่ยว ระดับหลายโครงสร้าง และระดับความสัมพันธ์ ส่วนระดับก่อนโครงสร้างจะตกอยู่ในลำดับขั้นพัฒนาการที่อยู่ก่อนหน้า และระดับขยายนามธรรมจะตกอยู่ในลำดับขั้นพัฒนาการที่สูงขึ้นไป (ณัชชา กมล, 2558, น. 223) ดังตาราง

ตาราง 3 เปรียบเทียบลำดับขั้นของพัฒนาการและระดับของการตอบสนองของนักเรียนตามแนวคิด ของ SOLO Taxonomy

ลำดับขั้นของพัฒนาการ	ระดับของการตอบสนองของนักเรียน
ขั้นพัฒนาการลำดับถัดไป (Next)	5 ระดับขยายนามธรรม (Extended Abstract)
ขั้นพัฒนาการเป้าหมาย (Target)	4 ระดับความสัมพันธ์ (Relational)
	3 ระดับหลายโครงสร้าง (Multi-structural)
	2 ระดับโครงสร้างเดียว (Uni-structural)
ขั้นพัฒนาการก่อนหน้า (Previous)	1 ระดับก่อนโครงสร้าง (Pre-structural)

ที่มา : ณ์ชชา กมล. (2558).ตัวแบบไซโล: กรอบแนวคิดในการวิเคราะห์การคิดเชิงคณิตศาสตร์











Pam Hook (2015, p. 5) กล่าวว่า SOLO Taxonomy คือแบบจำลองการเรียนรู้ เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนการสอน SOLO ย่อมาจาก The Structure of the Observe Learning Outcome หรือโครงสร้างของผลการเรียนรู้ที่สังเกตได้ แบบจำลองนี้แสดงถึงความซับซ้อนเชิงโครงสร้างของผลลัพธ์การเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นในขณะที่การเรียนรู้ดำเนินไปผ่านระดับความเข้าใจ และระดับแนวคิดผลการเรียนรู้ มี 5 ระดับที่แตกต่างกัน ดังนี้

- 1) ระดับก่อนโครงสร้าง (Pre-structural) ผู้เรียนไม่มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียน
- 2) ระดับโครงสร้างเดียว (Uni-structural) ผู้เรียนมีแนวคิดเดียวในการแก้ปัญหา
- 3) ระดับหลายโครงสร้าง (Multi-structural) ผู้เรียนมีหลายแนวคิด แต่จะไม่มีการสังเคราะห์ข้อมูลหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ใด ๆ ระหว่างข้อมูลเหล่านั้น ไม่มีการบูรณาการ
- 4) ระดับความสัมพันธ์ (Relational) ผู้เรียนมีแนวคิดที่เชื่อมโยงกัน
- 5) ระดับขยายนามธรรม (Extended Abstract) ผู้เรียนสามารถขยายแนวคิดที่นอกเหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่ให้มีเหตุผลในระดับสูงขึ้น

ระดับแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงสองประการในผลลัพธ์การเรียนรู้: เชิงปริมาณ (การรู้มากขึ้น การเปลี่ยนจากระดับโครงสร้างเดียวไปเป็นระดับหลายโครงสร้าง) เชิงคุณภาพ (การเข้าใจที่ลึกซึ้งมากขึ้น มีการเปลี่ยนจากระดับหลายโครงสร้างไปสู่ระดับความสัมพันธ์ และระดับขยาย

นามธรรม) ในห้องเรียนผู้สอนและผู้เรียนสามารถสื่อสารแต่ละระดับเหล่านี้ได้โดยใช้คำศัพท์ที่ระบุไว้ข้างต้น หรือผ่านสัญลักษณ์และสัญญาณมือ

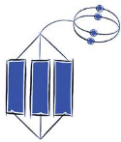



ตาราง 4 การกำหนดระดับคุณภาพผลการเรียนรู้ โดยใช้สัญลักษณ์ และสัญญาณมือประกอบ

ระดับก่อนโครงสร้าง (Pre-structural)	ระดับโครงสร้างเดี่ยว (Uni-structural)	ระดับหลายโครงสร้าง (Multi-structural)	ระดับความสัมพันธ์ (Relational)	ระดับขยาย นามธรรม Extended Abstract)
				
ผลการเรียนรู้ : แสดงข้อมูลที่ไม่ เกี่ยวข้องและ มีความสงสัย	ผลการเรียนรู้ : แสดงความ สัมพันธ์ที่เรียบง่ายแต่ ไม่ให้ความสำคัญ	ผลการเรียนรู้ : เชื่อมโยง ความสัมพันธ์ของ ข้อมูลทั้งหมดได้อย่าง สมเหตุสมผล แต่ ความหมายหรือ ความสำคัญโดยรวม จะหายไป	ผลการเรียนรู้ : แสดงการเชื่อมโยง ของความรู้ มีการ สังเคราะห์ความรู้	ผลการเรียนรู้ : มีการเชื่อมโยงไปยัง แนวคิดอื่นๆ เช่น การสรุปแนวคิด โดยรวม การทำนาย การประเมิน
ไม่มีความคิดเห็น ไม่รู้	มีแนวคิดเดียว	มีหลายแนวคิด	มีการเชื่อมโยงแนวคิด	มีการขยายแนวคิด
				


ที่มา : Pam Hook (2015). First Steps with SOLO Taxonomy Applying the model in your classroom. Essential Resources Educational Publishers Limited

ตัวอย่างกริยาที่สอดคล้องกับ SOLO Taxonomy แต่ละระดับ ผู้สอนสามารถใช้กริยาเหล่านี้เพื่อระบุว่าผู้เรียนจะต้องทำอะไรเพื่อให้บรรลุผลในแต่ละระดับ

ตาราง 5 คำกริยาที่สอดคล้องกับระดับ SOLO Taxonomy

ระดับของ SOLO	คำกริยา	ระยะ
ระดับขยายนามธรรม (Extended Abstract) 	สรุป, ทำนาย, ประเมิน, ไตร่ตรอง, สะท้อน, สร้างทฤษฎี, อภิปราย, สังเคราะห์, ประดิษฐ์, จินตนาการ, วิพากษ์	เชิงคุณภาพ Qualitative
ระดับความสัมพันธ์ (Relational) 	เรียงลำดับ, จำแนก, อธิบาย, เปรียบเทียบ, วิเคราะห์, สรุป/รวบรวม, แสดงความเชื่อมโยง/ความสัมพันธ์, นำไปใช้/ประยุกต์ใช้, ตัดสินใจ	
ระดับหลายโครงสร้าง (Multi-structural) 	จำแนก, บรรยาย, อธิบาย, แสดงรายการ, แสดงภาพประกอบ, แสดงภาพรวม/เค้าโครง, แก้ปัญหา	
ระดับโครงสร้างเดียว (Uni-structural) 	จดจำ, กำหนด, ระบุ, เลียนแบบ, ทำตามขั้นตอนง่าย ๆ	เชิงปริมาณ Quantitative

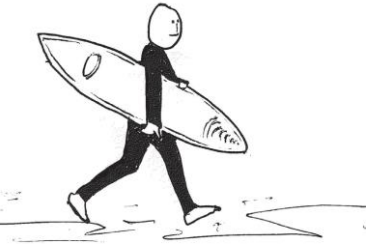

ตาราง 5 (ต่อ)

ระดับของ SOLO	คำกริยา	ระยะ
 ระดับก่อนโครงสร้าง (Pre-structural)	ไม่มีคำกริยา – นักเรียนไม่สามารถจับประเด็นสำคัญได้	เชิงปริมาณ Quantitative

ที่มา : Pam Hook (2015, p. 6). First Steps with SOLO Taxonomy Applying the model in your classroom. Essential Resources Educational Publishers Limited

SOLO Taxonomy สามารถแยกความแตกต่างระหว่างทักษะการปฏิบัติและความรู้ความเข้าใจได้ กล่าวคือระดับ SOLO Taxonomy ทั้งห้าระดับสามารถอธิบายผลการเรียนรู้ที่ระดับความซับซ้อนทางปัญญาที่ต่างกัน ครูสามารถใช้ระดับเหล่านี้เพื่ออธิบายผลการเรียนรู้ทั้งสองแบบ ดังนี้ (Pam Hook, 2015, p. 8-10)

- ทักษะการปฏิบัติ – สิ่งที่นักเรียนสามารถทำได้
- ความรู้ความเข้าใจ – สิ่งที่นักเรียนจำได้ เข้าใจ

	
ทักษะการปฏิบัติ – เล่นเซิร์ฟได้	ความรู้ความเข้าใจ – เขียนอธิบายเกี่ยวกับเซิร์ฟ






ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างเพื่อแสดงความแตกต่างระหว่างผลการเรียนรู้ทั้งสองรูปแบบ
 ที่มา : Pam Hook (2015, p. 6) First Steps with SOLO Taxonomy Applying the model in your classroom.
 Essential Resources Educational Publishers Limited

ตาราง 6 เกณฑ์การประเมินตนเองสำหรับทักษะการปฏิบัติที่สร้างจากระดับ SOLO

ความรู้เชิงปฏิบัติ	ระดับก่อนโครงสร้าง (Prestructural)	ระดับโครงสร้างเดี่ยว (Unistructural)	ระดับหลายโครงสร้าง (Multistructural)	ระดับความสัมพันธ์ (Relational)	ระดับขยายนามธรรม (Extended abstract)
					
ผลการเรียนรู้	ต้องการความช่วยเหลือ	ถ้ามีคำสั่ง/คอยกำกับ	รู้ว่าต้องทำอะไร แต่ไม่รู้เหตุผลและทำผิดพลาด บางครั้ง	มีวัตถุประสงค์เป้าหมาย มีกลยุทธ์ รู้สาเหตุและเวลาและสามารถระบุข้อผิดพลาดได้	วิธีการใหม่ในการแสวงหาความคิดเห็นเพื่อปรับปรุงเป็นตัวอย่างและสอนคนอื่นๆ
ความตั้งใจในการเรียนรู้	ฉันต้องการความช่วยเหลือในการเริ่มต้น	ฉันสามารถ [xxxx] ได้หากกำกับหรือแสดงอย่างชัดเจนว่าต้องทำอะไร	ฉันสามารถ [xxxx] ได้ แต่ฉันไม่รู้ทำไมหรือเมื่อไหร่ จึงเป็นการลองผิดลองถูก.	ฉันทำได้ [xxxx] และฉันรู้ว่าทำไมและเมื่อไหร่ ฉันมีกลยุทธ์หรือมีจุดมุ่งหมาย และสามารถค้นหาและแก้ไขข้อผิดพลาดของตัวเองได้	ฉันทำได้ [xxxx] และฉันรู้ว่าทำไมและเมื่อไหร่ ฉันขอข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงสิ่งที่ฉันทำ ฉันช่วยเหลือผู้อื่น ฉันเป็นแบบอย่างให้คนอื่น ฉันพบวิธีใหม่ๆ ในการทำ [xxxx]

ที่มา : Pam Hook (2015, p. 9). First Steps with SOLO Taxonomy Applying the model in your classroom. Essential Resources Educational Publishers Limited

ตาราง 7 เกณฑ์การประเมินตนเองสำหรับความรู้ความเข้าใจที่สร้างจากระดับ SOLO

ความรู้เชิงอธิบาย	ระดับก่อน โครงสร้าง (Prestructural)	ระดับโครงสร้าง เดี่ยว (Unistructural)	ระดับหลาย โครงสร้าง (Multistructural)	ระดับ ความสัมพันธ์ (Relational)	ระดับขยาย นามธรรม (Extended abstract)
					
ผลการเรียนรู้	ต้องการความช่วยเหลือ	[หนึ่งความคิดที่เกี่ยวข้อง]	[ความคิดที่เกี่ยวข้องของหลายประการ]	[มีความคิดที่เชื่อมโยง]	[ขยายความคิด]
ความตั้งใจในการเรียนรู้	ค้นต้องการความช่วยเหลือในการเริ่มต้น	[ผลการเรียนรู้] ของฉันมีหนึ่งแนวคิดที่เกี่ยวข้อง	[ผลการเรียนรู้] ของฉันมีแนวคิดที่เกี่ยวข้องของหลายประการ	[ผลการเรียนรู้] ของฉันมีแนวคิดที่เกี่ยวข้องของหลายประการและการเชื่อมโยงแนวคิดเหล่านี้	[ผลการเรียนรู้] ของฉันมีแนวคิดที่เกี่ยวข้องของหลายแนวคิด มีการเชื่อมโยงแนวคิดเหล่านี้และพิจารณาในรูปแบบใหม่/แนวทางใหม่

ที่มา : Pam Hook (2015, p. 10). First Steps with SOLO Taxonomy Applying the model in your classroom. Essential Resources Educational Publishers Limited

สรุปได้ว่า SOLO Taxonomy เป็นรูปแบบการประเมินที่สามารถประเมินได้ทั้งความรู้ ความเข้าใจในเชิงพุทธิพิสัย และประเมินทักษะการปฏิบัติงานในเชิงทักษะพิสัยได้ด้วยเช่นกัน ทั้งนี้ครูสามารถนำไปออกแบบเกณฑ์การประเมินให้สอดคล้อง เหมาะสมกับเนื้อหา จุดประสงค์และลักษณะของสิ่งที่ต้องการประเมินได้

Pam Hook (Pam Hook, 2015, p. 15) กล่าวว่า SOLO ทำให้งานและผลลัพธ์การเรียนรู้มองเห็นได้ โดยครูสามารถใช้ SOLO เพื่อดูทั้งงานและผลการเรียนรู้ ดังนั้นเมื่องานอยู่ที่ระดับหนึ่งของ SOLO ผลการเรียนรู้ก็สามารถอยู่อีกระดับหนึ่งได้ (ระดับ SOLO เกี่ยวข้องกับผลการเรียนรู้มากกว่าที่จะแบ่งระดับผลการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล)

ภาพประกอบ 8 แสดงให้เห็นว่าการแยกงานและผลการเรียนรู้เป็นอย่างไร งานที่ให้นักเรียนฝึกเปรียบเทียบอยู่ที่ระดับความสัมพันธ์ (relational level) เนื่องจากต้องการให้นักเรียนมีแนวคิดที่เกี่ยวข้องจำนวนหนึ่ง และค้นหาความเหมือนและความแตกต่างเพื่อเชื่อมโยงเข้าด้วยกัน อย่างไรก็ตามนักเรียนที่อาจมีผลการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน แบ่งเป็นระดับ ดังนี้

- ระดับโครงสร้างเดียว เมื่อพวกเขาระบุความเหมือนหรือความแตกต่างอย่างใดอย่างหนึ่ง
- ระดับหลายโครงสร้าง เมื่อพวกเขาระบุความเหมือนและความแตกต่างหลายอย่าง
- ระดับความสัมพันธ์ (ตรงกับระดับของงาน) เมื่อพวกเขาสามารถอธิบายพื้นฐานสำหรับความเหมือนและความแตกต่าง
- ระดับขยายนามธรรม เมื่อพวกเขาสามารถสรุปภาพรวมเกี่ยวกับขอบเขตหรือความสำคัญของความคล้ายคลึงกันและความแตกต่าง



ภาพประกอบ 9 งานและผลการเรียนรู้ที่สามารถอยู่ในระดับที่แตกต่างกัน

ที่มา : Pam Hook (2015, p. 15). First Steps with SOLO Taxonomy Applying the model in your classroom. Essential Resources Educational Publishers Limited

สรุปได้ว่าแม้งานที่ให้นักเรียนทำจะอยู่ในระดับความสัมพันธ์ (Relational level) แต่ไม่ได้หมายความว่านักเรียนจะมีผลการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับความสัมพันธ์ (เท่ากับงาน) เสมอไป นักเรียนแต่ละคนสามารถมีระดับผลการเรียนรู้ที่แตกต่างจากระดับของงานได้ (งานใดๆ สามารถมีผลลัพธ์ในระดับ SOLO ที่แตกต่างกัน) ดังรูปที่แสดงด้านบน

3.2 ข้อดีของการประเมินการเรียนรู้ตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy

Hattie, J.A.C., และ Brown (2004) ได้กล่าวไว้ว่า แนวคิดของ SOLO Taxonomy มีข้อดีกว่าแนวคิดของบลูม ดังนี้

1. แนวคิดของ SOLO Taxonomy เป็นงานวิจัย/หลักฐานตามโครงสร้างของผลการเรียนรู้ของนักเรียน(เทียบกับ แนวคิดของ Bloom ที่พัฒนาขึ้นจากข้อเสนอของคณะกรรมการการศึกษา)
2. SOLO Taxonomy เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนและการเรียนรู้ (เทียบกับแนวคิดของ Bloom ที่เกี่ยวข้องกับความรู้)
3. SOLO Taxonomy ขึ้นอยู่กับระดับของความซับซ้อนของความรู้ ความเข้าใจจากน้อยไปมาก (เทียบกับ แนวคิดของบลูมที่มีข้อสงสัยของการเชื่อมโยงในแต่ละลำดับขั้น) ซึ่งของ SOLO นี้จะมีประสิทธิภาพมากกว่าในขั้นเสนอแนะอย่างชัดเจน เช่น การศึกษาของนักเรียนพบว่ามีความง่ายต่อการกำหนดสิ่งที่พวกเขากำลังทำ มีความง่ายในการกำหนดวิธีการที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือในการศึกษาสิ่งต่าง ๆ และผู้เรียนสามารถกำหนดขั้นตอน วิธีการต่อไปในสิ่งที่ศึกษาได้ เพื่อให้ประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้
4. SOLO Taxonomy มีความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมินสูง - นักการศึกษาและนักเรียนมักจะให้การยอมรับ SOLO มากกว่าเมื่อพิจารณาคุณค่าของงานของนักเรียนเทียบกับระดับของ SOLO Taxonomy - (เทียบกับแนวคิดของ Bloom ที่มีความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมินต่ำกว่า)
5. SOLO Taxonomy สามารถสื่อสารผ่านข้อความ สัญญาณมือและสัญลักษณ์ - ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่มีขนาดใหญ่และมีเสียงดัง (เทียบกับ Bloom ที่ระดับสื่อสารด้วยข้อความเพียงอย่างเดียว)
6. SOLO Taxonomy ช่วยให้ผลงานและผลการเรียนรู้ของผู้เรียนอยู่ในระดับต่าง ๆ กัน (เทียบกับ Bloom ที่ไม่ได้ออกแบบหรือไม่สามารถนำมาใช้เพื่อบอกระดับผลลัพธ์กับแต่ละผลงานของผู้เรียนได้)

7. SOLO Taxonomy ช่วยให้เราสามารถแยกแยะระหว่างความซับซ้อนทางปัญญาของงานและความยากของแต่ละงานได้

8. SOLO Taxonomy มีความชัดเจนในการใช้กริยาในแต่ละระดับ ความชัดเจนของระดับกริยาเป็นข้อได้เปรียบที่มีประสิทธิภาพเมื่อนักการศึกษากำลังวางแผนและเขียนวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนทำแบบประเมินตนเอง (เทียบกับ Bloom ที่จะมีความสับสนในการใช้คำกริยาแต่ละระดับขึ้น)

9. SOLO Taxonomy สามารถใช้เพื่อดูระดับความรู้ทั่วไปและความรู้เฉพาะทางเฉพาะเรื่อง รวมถึงดูการสะท้อนของอภิปัญญาได้ด้วย

10. SOLO Taxonomy มีความเรียบง่าย ไม่ซับซ้อน สามารถนำมาใช้กับผู้เรียนได้ทั้ง 5 ชั้นของพัฒนาการ ของผลการเรียนรู้ โดยผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองและผลการเรียนรู้ของเพื่อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

11. SOLO Taxonomy เป็นแบบอย่าง que แสดงให้นักเรียนเห็นว่า การเรียนรู้เป็นผลมาจากความพยายามแสดงให้เห็นความก้าวหน้าในการเรียนรู้และการกำหนดวิธีการหรือขั้นตอนต่อไปในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนทุกคน

Pam Hook (2012) กล่าวว่า แนวคิดของแนวคิดของ SOLO Taxonomy มีข้อได้เปรียบกว่าแนวคิดของบลูม ซึ่งเป็นอนุกรมวิธานแบบดั้งเดิม SOLO Taxonomy เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนและการเรียนรู้จากการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียนมากกว่าทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้ที่อิงจากการตัดสินใจของผู้บริหารการศึกษา ข้อได้เปรียบอีกประการคือ SOLO ทำให้นักเรียนและนักการศึกษาสามารถเข้าใจและประเมินประสบการณ์การเรียนรู้และผลลัพธ์การเรียนรู้ในแง่ของความซับซ้อนทางปัญญาที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นหากใช้ SOLO ในการออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้และการประเมิน ก็เป็นไปได้ว่าการออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้และติดตามผลประเมินผลการเรียนรู้ได้เหมาะสมกับความเข้าใจที่มีความซับซ้อนทางด้านปัญญา SOLO สามารถใช้เพื่อออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้หรือถามคำถามที่มีระดับของความซับซ้อนทางปัญญาต่างกัน ในขณะที่เดียวกันก็กำหนดระดับความซับซ้อนที่แตกต่างกันในผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักเรียนหรือคำตอบภายในระดับนั้น ตัวอย่างเช่นการออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้การเปรียบเทียบกริยาความรู้ที่ระดับความสัมพันธ์ และในขณะที่เดียวกันก็ประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน หรือการตอบคำถามของผู้เรียนตามเกณฑ์ความสำเร็จที่เขียนในระดับชั้นโครงสร้างเดียว ชั้นหลายโครงสร้าง ชั้นความสัมพันธ์ หรือชั้นขยายนามธรรม แนวคิดของ SOLO Taxonomy จึงมีความ

แตกต่างจากแนวคิดของบลูม อย่างเห็นได้ชัดในเรื่องของผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ช่วยให้กำหนดเป้าหมายที่มีประสิทธิภาพและความชัดเจนของการเรียนรู้ของตนเองได้ดียิ่งขึ้น

ตาราง 8 การเปรียบเทียบการประเมินการเรียนรู้แนวคิดของบลูม (Bloom's Taxonomy) และตามแนวคิด SOLO Taxonomy

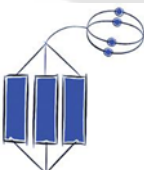
แนวคิดของบลูม (Bloom's Taxonomy)	แนวคิด SOLO Taxonomy
1.พัฒนามาจากข้อเสนอนั้นๆของ คณะกรรมการการศึกษา	1. เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนและการเรียนรู้จากการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียน
2.เป็นแนวคิดเกี่ยวกับการบริการด้านความรู้	2. เป็นแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนและการเรียนรู้
3.เป็นการเชื่อมโยงเกี่ยวกับลำดับแต่ระดับขั้นตอนของบลูม	3. เป็นแนวคิดที่จะขึ้นอยู่กับความซับซ้อนขององค์ความรู้จากน้อยไปหามาก
4.มีความน่าเชื่อถือน้อยกว่าผู้ประเมิน	4. มีความน่าเชื่อถือสูงระหว่างผู้ประเมิน
5.มีระดับของการสื่อสารด้วยข้อความเพียงอย่างเดียว	5. ระดับขั้นตอนตามแนวคิด SOLO Taxonomy สามารถสื่อสารสามารถสื่อสารผ่านสัญญาณมือและสัญลักษณ์
6.ไม่ได้ออกแบบมาเพื่อหาความแตกต่างของการประเมินในแต่ละระดับ	6.ช่วยทำให้ผลการประเมินอยู่ในระดับที่แตกต่างกัน
7.มีความสับสนเกิดขึ้นในแต่ละระดับของการประเมิน	7.มีความซับซ้อนในแต่ละลำดับขั้นของการประเมิน
8.มุ่งเน้นเฉพาะแค่การสอนและการให้คะแนนจากผลงานแต่เพียงอย่างเดียว	8.สามารถใช้เพื่อดูระดับของความรู้ที่เปิดเผยและความรู้การทำงานรวมถึงการสะท้อนอภิปัญญา
9. พัฒนามาจากการประเมินความคิด โดยออกแบบและเลือกข้อสอบให้เหมาะกับระดับความคิด รวบรวมหลักฐานการคิดในแต่ละระดับให้เพียงพอเพื่อตัดสินคุณภาพการคิด	9. สามารถนำไปใช้โดยให้ผู้เรียนรู้ผลการประเมินการเรียนรู้ของตนเองและผลการเรียนรู้ของเพื่อนได้
	10. ผู้เรียนสามารถกำหนดเป้าหมายที่มีประสิทธิภาพและความชัดเจนของการเรียนรู้ของตนเองได้ดียิ่งขึ้น
	11. สามารถนำไปออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้

ตาราง 8 (ต่อ)




แนวคิดของบลูม (Bloom's Taxonomy)	แนวคิด SOLO Taxonomy
	12. เป็นกระบวนการประเมินผลที่ให้ความสำคัญว่าผู้เรียนมีวิธีการเรียนรู้หรือไม่ และผู้สอนมีวิธีการอย่างไรที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางปัญญาที่มีความซับซ้อนและก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น
	13. ให้ความสำคัญกับการวัดผลเชิงปริมาณควบคู่กับเชิงคุณภาพ
	14. พัฒนามาจากฐานการคิดที่ต้องการเชื่อมโยงระหว่างการประเมินผลและการเรียนการสอน

ที่มา : จีรพร ก้อนคำ (2561, น. 41). การพัฒนาเครื่องมือประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 9 คำอธิบายเกี่ยวกับระดับขั้นการตอบสนองการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy

การจัดลำดับ SOLO	รูปแสดง	ประเภทของผลของระดับ	วิธีการตอบคำถาม	ลักษณะของการเขียนอธิบายคำตอบ
ระดับขยายนามธรรม (Extended Abstract)		สร้างสรรค์ สังเคราะห์ ตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบ ทำนาย อภิปราย สร้างแนวคิดเชิงทฤษฎี	นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่นอกเหนือไปจากคำตอบที่คาดการณ์ไว้ โครงการหรือรายงานภาคปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับความเป็นจริง	นักเรียนสามารถเขียนเรียงความที่มีโครงสร้างดีพร้อมคำนำและบทสรุปที่ชัดเจน ระบุประเด็นอย่างชัดเจน กระชับชัดเจนในการจัดอภิปราย เลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม อ่านหลักฐานจากแหล่งต่างๆอย่างกว้างขวางชัดเจน มีการคิดวิเคราะห์ที่ซับซ้อนหรือมีความคิดสร้างสรรค์

ตาราง 9 (ต่อ)

การจัดลำดับ SOLO	รูปแสดง	ประเภทของผล ของระดับ	วิธีการตอบ คำถาม	ลักษณะของการ เขียนอธิบายคำตอบ
ระดับ ความสัมพันธ์ (Relational)		เปรียบเทียบ จำแนก จัดหมวดหมู่ จัดลำดับ จัดประเภท วิเคราะห์ เชื่อมโยง ประยุกต์ ตั้งคำถาม	นักเรียนสามารถ ตอบ คำถามได้ อย่างถูกต้อง แต่ยังไม่สามารถวิเคราะห์ หรือบูรณาการจาก ความคิดรวบยอด ต่าง ๆ ได้ เข้า ด้วยกัน	นักเรียนสามารถเขียน อธิบายคำตอบที่ได้จาก ความคิดรวบยอดได้ อย่างถูกต้อง วิเคราะห์ หรือบูรณาการความคิด รวบยอดต่าง ๆ ได้ แต่ ยังไม่ สามารถเขียน คำตอบสรุปเป็นองค์ ความรู้เชิง นามธรรมได้
ระดับ หลายโครงสร้าง (Multi- structural)		อธิบาย ผสมผสาน ยกตัวอย่าง ทำตาม ขั้นตอน	นักเรียนสามารถ ตอบคำถามจาก ความคิดรวบยอดที่ มีความสลับซับซ้อน ได้ แต่ยังไม่สามารถ วิเคราะห์หรือบูรณา การได้	นักเรียนสามารถเขียน อธิบายคำตอบที่ เชื่อมโยงความคิดรวบ ยอดที่มีความซับซ้อน ได้ แต่ยังไม่สามารถ เขียนคำตอบเชิง วิเคราะห์หรือบูรณาการ ความคิดรวบยอดต่าง ๆ เข้าด้วยกันได้ แต่ สามารถจำแนก บรรยาย อธิบายเหตุผล ของคำตอบได้
ระดับ โครงสร้างเดี่ยว (Uni- structural)		บอก ระบุ ให้ ความหมาย ทำตาม แบบ ตามตัวอย่าง	นักเรียนสามารถ ตอบคำถามอย่าง ง่ายได้ แต่ยังไม่ เชื่อมโยงความคิดที่ มีความซับซ้อนได้	นักเรียนสามารถเขียน อธิบายคำตอบอย่าง ง่ายได้ แต่ยังไม่ สามารถหาเหตุผลมา อธิบายเกี่ยวกับ ความคิดที่มีความ ซับซ้อนได้

ตาราง 9 (ต่อ)

การจัดลำดับ SOLO	รูปแสดง	ประเภทของผลของระดับ	วิธีการตอบคำถาม	ลักษณะของการเขียนอธิบายคำตอบ
ระดับก่อนโครงสร้าง (Pre-structural)		ใช้วิธีการง่าย ๆ ในการเรียนรู้ เช่น ท่องจำแบบ ไม่รู้ความหมาย	มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในความคิด รวบยอดที่เรียนมา ไม่สามารถสร้างความคิดรวบยอดใหม่ได้ด้วยตนเอง	นักเรียนยังไม่สามารถเขียนคำตอบจากความคิดรวบยอดของสิ่งที่เรียนมาได้ด้วยตนเอง และยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในความคิดรวบยอดที่เรียนมาทำให้เขียนคำตอบได้ไม่ถูกต้อง

ที่มา : <http://www.cuhk.edu.hk/policy/assessment/SOLO-description.pdf> (ออนไลน์)

ตาราง 10 สรุปภาพรวมของความเข้าใจที่นักเรียนแสดงออกตามแนวคิด SOLO Taxonomy

ระดับของความเข้าใจที่นักเรียนแสดงออกจากการเรียนรู้	ระยะของการเรียนรู้ (Phase of Learning)	กิจวัตร (Indicative Verb)
ระดับขยายนามธรรม(Extended Abstract) -สามารถสร้างความคิดเชิงมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนได้ -สามารถสรุปอ้างอิง (generalize) ไปยังเนื้อหาใหม่ๆได้	ระยะคุณภาพ (Qualitative Phase) ลักษณะ / พฤติกรรมของการตอบสนองจากการเรียนรู้ของนักเรียนมีการบูรณาการ (integrated) สู่แบบแผนเชิงโครงสร้าง (Structure pattern)	-สร้างทฤษฎี (theories) -สรุปอ้างอิง (generalize) -สมมติฐาน (hypothesis) -สะท้อน (reflect) -สร้างขึ้น (generate)
ระดับความสัมพันธ์ (Relational) -พฤติกรรมที่แสดงออกชี้ให้เห็นถึงการจัดการระหว่างความจริงและทฤษฎี พฤติกรรมและจุดมุ่งหมาย -มีความเข้าใจในหลาย ๆ เนื้อหาองค์ประกอบย่อย ๆ ซึ่งสามารถบูรณาการมาเป็นมโนทัศน์		-เปรียบเทียบระบุความแตกต่าง (Compare /Contrast) -อธิบายเชิงเหตุผล (Explain Cause) -บูรณาการ (Intergrate) -วิเคราะห์ (Analyzed) -แสดงความสัมพันธ์ (Relate) -นำไปใช้ (Apply)

ตาราง 10 (ต่อ)

ระดับของความเข้าใจที่นักเรียนแสดงออกจากการเรียนรู้	ระยะของการเรียนรู้ (Phase of Learning)	กิริยาชี้บ่ง (Indicative Verb)
-สามารถนำมโนทัศน์ไปประยุกต์ใช้กับปัญหาอื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกันหรือการปฏิบัติงาน		
ระดับหลายโครงสร้าง (Multistructure) -พฤติกรรมที่แสดงออกให้เห็นถึงความเข้าใจที่ กว้างขวางมากขึ้น แต่ยังไม่เป็นระบบ -มีความเข้าใจเฉพาะเนื้อหา/องค์ประกอบย่อย -ไม่สามารถจัดระบบของการรวบรวมความคิด -ไม่สามารถแสดงความสัมพันธ์ของรายกย่อยกับหัวข้อรายการทั้งหมด	ระยะเชิงปริมาณ (Quantitative Phase) รายละเอียดของการตอบสนองที่เกิดจากการเรียนรู้ของนักเรียนมีปริมาณที่เพิ่มขึ้น	-นับยกตัวอย่าง (enumerate) -จำแนกแยกแยะ (Classify) -อธิบาย (describe) -ลงรายการ (List) -เชื่อมโยง (combine) -ให้ทำตามลำดับขั้นตอน (do algorithms)
ระดับโครงสร้างเดียว (Unistructural) -พฤติกรรมที่แสดงออกเป็นรูปธรรม มีความเข้าใจเนื้อหาเพียงเล็กน้อย -เน้นเฉพาะเนื้อหา/ประเด็นที่มีความคิดรวบยอดเพียงเรื่องเดียว		-ระบุ (Identify) -จำ (Memorize) -ให้ทำตามขั้นตอนง่าย ๆ (do simple procedure)
ระดับก่อนโครงสร้าง (Pre-structural) - พฤติกรรมที่แสดงขาดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา/ประเด็น		-พลาดจุดสำคัญ/ประเด็นสำคัญ (Misses the point)

ที่มา: โชติมา หนูพริก (2553, น. 83). การพัฒนาระบบการประเมินการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3.3 การนำ SOLO Taxonomy ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

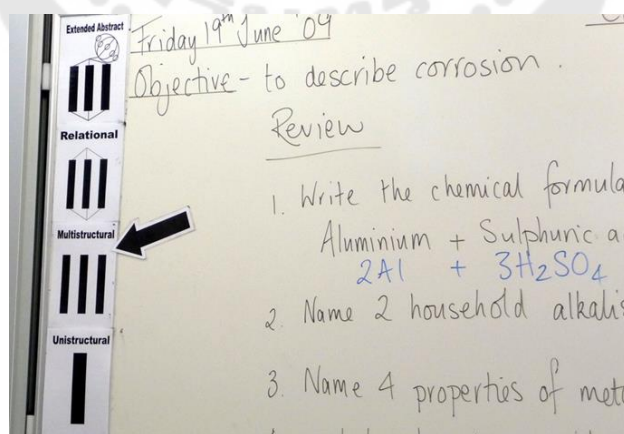
SOLO เป็นรูปแบบที่มุ่งเน้นไปที่ผลการเรียนรู้ นักเรียนสามารถเข้าใจได้อย่างชัดเจนว่าพวกเขากำลังทำอะไรอยู่ จะไปได้ดีเพียงใดและขั้นตอนต่อไปในการเรียนของพวกเขาเป็นอย่างไร พวกเขาจะบรรลุเป้าหมายนี้ได้อย่างไรโดยใช้ SOLO Taxonomy

Pam Hook (2015, p. 31-32) กล่าวว่า การนำ SOLO Taxonomy มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนควรเริ่มจากสิ่งเล็ก ๆ และเรียบง่าย เช่น ครูสามารถเริ่มต้นด้วยการใช้คำศัพท์สัญลักษณ์และสัญญาณมือของ SOLO Taxonomy เพื่อบ่งชี้และอธิบายระดับความซับซ้อนของงานและผลลัพธ์ในบทเรียน โดยอาจทำการติดป้ายสัญลักษณ์ในห้องเรียนเพื่อให้นักเรียนได้รู้จักถึงเกณฑ์ความสำเร็จของระดับชั้นต่าง ๆ

ตัวอย่างการนำ SOLO Taxonomy ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน (Pam Hook, 2015, p. 34-38)

1) การติดป้ายกำกับความตั้งใจ (Labelling learning intentions)

ในการเรียนรู้โดยการติดป้ายกำกับความตั้งใจ ครูสามารถสร้างบริบทที่ดีสำหรับการจัดการเรียนรู้ โดยติดป้ายแสดงเกี่ยวกับสัญลักษณ์และสัญญาณมือแต่ละระดับและเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนใช้ในการเรียนรู้และการสนทนาในแต่ละวัน ครูอาจจัดทำสัญลักษณ์ SOLO แยกต่างหากพร้อมกับลูกศรที่เคลื่อนย้ายได้บนกระดานไวท์บอร์ดเพื่อเขียนความความตั้งใจในการเรียน หรือการตอบคำถามของนักเรียนและอื่น ๆ หรือครูอาจใช้ป้ายสัญญาณมือ SOLO เพื่อให้นักเรียนคุ้นเคยกับระดับต่างๆ ดังภาพ

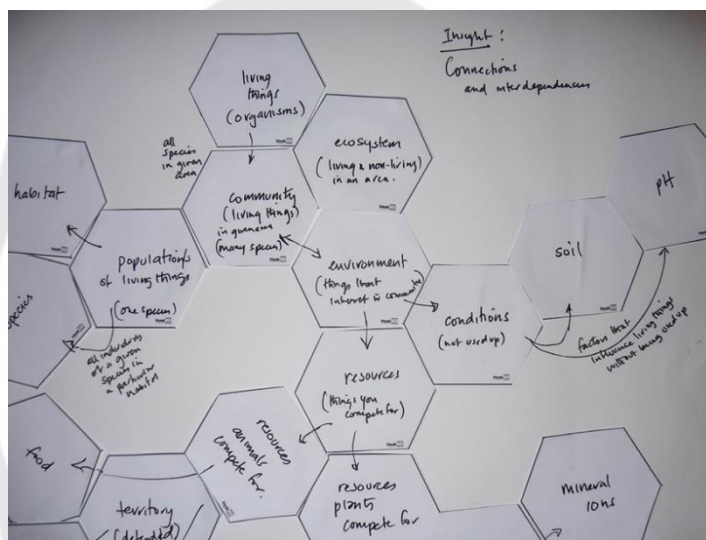


ภาพประกอบ 10 ป้ายกำกับความตั้งใจ (Labelling learning intentions)

ที่มา : Pam Hook (2015, p. 34). First Steps with SOLO Taxonomy Applying the model in your classroom. Essential Resources Educational Publishers Limited

4) กิจกรรม SOLO hexagons หรือหกเหลี่ยม SOLO

กิจกรรม SOLO hexagons เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้ครูได้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับระดับความรู้ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ โดยสามารถนำไปประเมินความรู้เดิมของนักเรียน ประเมินระหว่างเรียน หรือประเมินเมื่อเรียนเรื่องนั้น ๆ จบก็ได้เช่นกัน โดยกิจกรรม SOLO hexagons นี้จะให้ระดมความคิดเกี่ยวกับหัวข้อเรื่องหรือสิ่งที่กำลังศึกษา โดยเขียนบันทึกลงในรูปหกเหลี่ยม โดยอาจเขียนเป็นข้อความหรือวาดภาพ จากนั้นให้นักเรียนเชื่อมโยงรูปหกเหลี่ยมแต่ละรูป โดยนำมาแปะต่อกัน (tessellation) พร้อมทั้งใส่คำอธิบายประกอบเหตุผลในการเชื่อมโยงของรูปหกเหลี่ยม และเขียนคำอธิบายในแต่ละรูปหกเหลี่ยมที่นำมาต่อกัน (tessellation) ดังภาพ



ภาพประกอบ 13 กิจกรรม SOLO hexagons

ที่มา : Pam Hook (2015, p. 37). First Steps with SOLO Taxonomy Applying the model in your classroom. Essential Resources Educational Publishers Limited

ผลลัพธ์ของกิจกรรม SOLO hexagons หรือหกเหลี่ยม SOLO

- ในผลลัพธ์ระดับขั้นหลายโครงสร้าง (multistructural outcome) นักเรียนจะสามารถอธิบายเนื้อหาเกี่ยวกับรูปหกเหลี่ยมแต่ละอันได้

- ในผลลัพธ์ระดับความสัมพันธ์ (relational outcome) นักเรียนสามารถสร้างการเชื่อมโยงระหว่างรูปหกเหลี่ยมแต่ละรูปที่นำมาต่อกันเป็นกลุ่มของรูปหกเหลี่ยม และอธิบายว่าเพราะเหตุใดจึงเชื่อมโยงแนวคิดเข้าด้วยกันในลักษณะนี้ (อาจใช้การพูดคุยกถามตอบปากเปล่าหรือเขียนคำอธิบายประกอบ)

- ในผลลัพธ์ระดับขยายนามธรรม (extended abstract outcome) นักเรียนสามารถสรุปความรู้หรือมองในภาพรวมของของความคิดที่เชื่อมโยงทั้งหมดและสร้างความเข้าใจทั่วไปเกี่ยวกับธรรมชาติของความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ขั้นตอนนี้เกี่ยวข้องกับการขยายสิ่งที่เป็นความเข้าใจหรือองค์ความรู้ในรูปแบบใหม่

เกณฑ์การประเมินกิจกรรม SOLO hexagons หรือหกเหลี่ยม SOLO

		นักเรียนสามารถสรุปอ้างอิงไปยังเรื่องอื่น ๆ จากแนวคิดที่เชื่อมโยงกัน	
		นักเรียนสามารถเชื่อมโยงแต่ละแนวคิดและอธิบายได้ว่าเพราะเหตุใดจึงเชื่อมโยงกัน	
		นักเรียนมีแนวคิดหลายอย่าง	
		นักเรียนมีแนวคิดเพียงอย่างเดียว	
		นักเรียนต้องการความช่วยเหลือในการเริ่มต้น	
ผลการเรียนรู้ของฉันอยู่ที่ระดับ _____ เพราะ _____ ระดับต่อไปคือ _____ _____ _____			

ภาพประกอบ 14 เกณฑ์การประเมินกิจกรรม SOLO hexagons หรือหกเหลี่ยม SOLO

ที่มา : Pam Hook (2015, p. 38). First Steps with SOLO Taxonomy Applying the model in your classroom. Essential Resources Educational Publishers Limited

5) **กิจกรรมสถานี SOLO (SOLO station activities)** คือการออกแบบภาระงานหรือออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับระดับระดับการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งแต่ละสถานีจะมีกิจกรรมการเรียนรู้และมีผลการเรียนรู้ที่แตกต่างกันออกไป ดังตัวอย่าง

สถานีโครงสร้างเดียว (Unistructural station)

งาน (Tasks)

- ตั้งชื่อเหตุการณ์
- วาดภาพร่างของเหตุการณ์ที่มีคำอธิบายประกอบ
- ระบุเมื่อเหตุการณ์เกิดขึ้น
- ระบุตำแหน่งที่เกิดเหตุการณ์
- ระบุผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงในเหตุการณ์
- ระบุผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทางอ้อมในเหตุการณ์
- รูปหกเหลี่ยม SOLO: จัดการรายละเอียดด้านบนเพื่อแยกรูปหกเหลี่ยม SOLO

ตาราง 11 วัฏจักรการประเมินตนเอง SOLO สำหรับกิจกรรมสถานีโครงสร้างเดียว (Unistructural station)

Extended abstract		... และฉันสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นเพื่อช่วยระบุเหตุการณ์และรายละเอียดที่สำคัญทั้งหมดได้
Relational		ฉันสามารถระบุเหตุการณ์ได้ (เมื่อใดและที่ไหนและใครที่เกี่ยวข้อง) ...
Multistructural		ฉันสามารถระบุเหตุการณ์ได้ (เมื่อใดและที่ไหนและใครที่เกี่ยวข้อง) แต่ฉันไม่แน่ใจว่ารายละเอียดที่เกี่ยวข้องทั้งหมดถูกต้องหรือไม่
Unistructural		ฉันสามารถระบุเหตุการณ์ได้ (เมื่อใดและที่ไหนและใครที่เกี่ยวข้อง) หากฉันได้รับคำสั่ง
Prestructural		ฉันต้องการความช่วยเหลือในการระบุเหตุการณ์ (เกิดขึ้นเมื่อใดและที่ไหนและใครเกี่ยวข้อง)

ที่มา : Pam Hook (2015, p. 26). First Steps with SOLO Taxonomy Applying the model in your classroom. Essential Resources Educational Publishers Limited






สถานีหลายโครงสร้าง (Multistructural station)

งาน (Tasks)

- ระบุลักษณะสามสิ่งที่มีความคิดเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นี้
- อธิบายมุมมองของเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องอย่างน้อย 1 เหตุการณ์

- อธิบายการกระทำหนึ่งอย่างที่ตัวละครตัวนี้ทำเกี่ยวกับเหตุการณ์
- รูปหกเหลี่ยม SOLO: เพิ่มรายละเอียดบนรูปหกเหลี่ยม SOLO ที่แยกจากกันเหมือนที่ทำก่อนหน้านี้

ตาราง 12 รูปกิจกรรมประเมินตนเอง SOLO สำหรับกิจกรรมสถานีหลายโครงสร้าง
(multistructural station activities)

Extended abstract 	... และฉันสร้างภาพรวมเกี่ยวกับมุมมองและ/หรือการกระทำของตัวละคร
Relational 	... และฉันอธิบายว่าทำไมแนวคิดเหล่านี้จึงมีความเกี่ยวข้อง ...
Multistructural 	คำอธิบายของฉันมีแนวคิดที่เกี่ยวข้องหลายประการ ...
Unistructural 	คำอธิบายของฉันมีหนึ่งแนวคิดที่เกี่ยวข้อง
Prestructural 	ฉันต้องการความช่วยเหลือเพื่ออธิบายมุมมองและ/หรือการกระทำของตัวละคร






ที่มา : Pam Hook (2015, p. 26). First Steps with SOLO Taxonomy Applying the model in your classroom. Essential Resources Educational Publishers Limited

สถานีความสัมพันธ์ (Relational station)

งาน (Tasks)

- อธิบายว่าทำไมตัวละครแต่ละตัวจึงเลือกที่จะดำเนินการบางอย่าง
- รูปหกเหลี่ยม SOLO: เพิ่มเหตุผลของตัวละครแต่ละตัวเพื่อแยกรูปหกเหลี่ยม สร้างเทสเซลเลชันโดยมองหาการเชื่อมต่อระหว่างรูปหกเหลี่ยมแต่ละรูปและใส่คำอธิบายประกอบในลิงก์พร้อมเหตุผล ถ่ายภาพเทสเซลเลชันและระบุเหตุผลสำหรับแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ตาราง 13 วับริกรการประเมินตนเอง SOLO สำหรับกิจกรรมสถานีความสัมพันธ์ (relational station activities)

Extended abstract		... และฉันสามารถสรุปเกี่ยวกับสาเหตุที่ตัวละครแสดงในลักษณะบางอย่างได้.
Relational		... และฉันสามารถพิสูจน์เหตุผลเหล่านี้ได้...
Multistructural		ฉันสามารถให้เหตุผลหลายประการว่าทำไมตัวละครจึงเลือกที่จะลงมือทำ
Unistructural		ฉันสามารถให้เหตุผลว่าทำไมตัวละครถึงเลือกลงมือทำ
Prestructural		ฉันต้องการความช่วยเหลือเพื่ออธิบายว่าทำไมตัวละครจึงเลือกที่จะลงมือทำ




ที่มา : Pam Hook (2015, p. 27). First Steps with SOLO Taxonomy Applying the model in your classroom. Essential Resources Educational Publishers Limited

สถานีขยายนามธรรม (Extended abstract station)



งาน (Tasks)

- อภิปรายว่ามุมมองและการกระทำของตัวละครทั้งสามอาจเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรหากเหตุการณ์นี้เกิดขึ้นที่อื่นหรือในเวลาที่แตกต่างกัน
- รูปหกเหลี่ยม SOLO: ถอยออกจากเทศเซลเลขชั้นแล้วสร้างภาพรวมเกี่ยวกับเหตุการณ์และมุมมองต่างๆ ที่จัดขึ้น: “โดยรวมแล้ว ฉันคิดว่า ... เพราะ ... เพราะ ...”

ตาราง 14 วับริกรการประเมินตนเอง SOLO สำหรับกิจกรรมสถานีขยายนามธรรม (Extended abstract station)

Extended abstract		... และฉันสามารถแสดงหลักฐานเพื่อยืนยันเหตุผลของฉันได้
Relational		...และฉันสามารถพิสูจน์ได้ด้วยเหตุผล...
Multistructural		ฉันสามารถสรุปและอธิบายรายละเอียดเพื่อชี้แจงความหมายของมัน

ตาราง 14 (ต่อ)

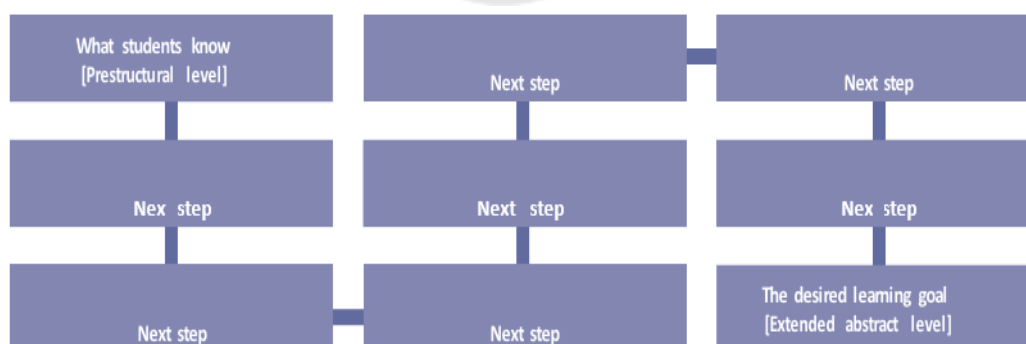
Unistructural		ชั้นสามารถสร้างภาพรวม สรุปได้
Prestructural		ชั้นต้องการความช่วยเหลือในการสร้างภาพรวมเกี่ยวกับเหตุการณ์และมุมมองต่างๆ ที่จัดขึ้น

ที่มา : Pam Hook (2015, p. 27). First Steps with SOLO Taxonomy Applying the model in your classroom. Essential Resources Educational Publishers Limited

6) กลยุทธ์ SOLO “+1”

เมื่อครูใช้ระดับ SOLO Taxonomy กับความเข้าใจของนักเรียน ครูสามารถกำหนดงานที่แสดงถึงระดับความเข้าใจในปัจจุบันและงานที่สูงกว่าระดับความเข้าใจของนักเรียน 1 ระดับ ตัวอย่างเช่น หากการทดสอบความรู้อุบัติมาแสดงให้เห็นว่ากลุ่มนักเรียนมีความเข้าใจในระดับหลายโครงสร้าง ครูสามารถตั้งคำถามล่วงหน้าหนึ่งระดับที่ระดับความสัมพันธ์ และนักเรียนสามารถกำหนดขั้นตอนต่อไปในการเรียนรู้ของตนเองผ่านการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้เพื่อเลื่อนระดับ SOLO Taxonomy ของผลลัพธ์ไปสู่เป้าหมายการเรียนรู้ที่ต้องการได้ เนื่องจาก SOLO Taxonomy สามารถระบุช่องว่างระหว่างสิ่งที่นักเรียนรู้และเป้าหมายการเรียนรู้ที่พวกเขาต้องการ ทำให้โครงสร้างการเรียนรู้และผลลัพธ์การเรียนรู้มองเห็นได้

ภาพประกอบ 15 การใช้ “ขั้นต่อไป” (Next step) เพื่อบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ที่ต้องการ



ที่มา : Pam Hook (2015, p. 15). First Steps with SOLO Taxonomy Applying the model in your classroom. Essential Resources Educational Publishers Limited

ตาราง 15 การทำให้มองเห็นช่องว่างระหว่างตำแหน่งผลการเรียนรู้ปัจจุบันและตำแหน่งผลการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องการ

ตอนนี้ฉันอยู่ผลการเรียนรู้ตำแหน่งใด	กิจกรรมที่จะช่วยปิดช่องว่าง	ผลการเรียนรู้ที่ต้องการ
<p>- ฉันได้อธิบายสิ่งรอบวงสมมติของผู้ข้ามสามคนขณะขี่จักรยานพาหนะ</p> <p>ผลการเรียนรู้ระดับหลายโครงสร้าง</p> <p>- โครงสร้างการตอบสนองของฉันแสดงแนวคิดที่ไม่เป็นระเบียบ</p>	<p>- อธิบายว่าสิ่งรอบวงสมมติส่งผลต่อคนขี่อย่างไร (งานระดับความสัมพันธ์ : Relational task)</p> <p>- อธิบายว่าเหตุใดสิ่งรอบวงสมมติทำให้ผู้ขี่และคนอื่นๆ ที่ใช้ถนนเดียวกันตกอยู่ในความเสี่ยง(งานระดับความสัมพันธ์ : Relational task)</p>	<p>ฉันต้องการวางแผนและใช้วิธีแก้ปัญหาเพื่อช่วยคนขี่จัดการสิ่งรอบวงสมมติขณะขี่รถ</p> <p>นี่คือผลการเรียนรู้ระดับขยายนามธรรม (extended abstract outcome)</p>
	<p>-สร้างวิธีแก้ปัญหาสิ่งรอบวงสมมติผู้ขี่ที่เป็นไปได้ (งานระดับขยายนามธรรม : Extended abstract task)</p> <p>-ประเมินวิธีแก้ปัญหาที่เป็นไปได้สำหรับสิ่งรอบวงสมมติของผู้ขี่ (งานระดับขยายนามธรรม : Extended abstract task)</p>	<p>- โครงสร้างนี้แสดงให้เห็นว่าแนวคิดกำลังเชื่อมโยงกันและขยายออกไปในรูปแบบใหม่</p>

ที่มา : Pam Hook (2015, p. 23). First Steps with SOLO Taxonomy Applying the model in your classroom. Essential Resources Educational Publishers Limited

ตาราง 16 ตัวอย่างจากการศึกษาหนังสือ เพื่อกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ที่ชัดเจน ใกล้เคียงและเป็นลำดับขั้น

หนังสือ	หนังสือเรื่อง <i>Of Mice and Men</i> โดย John Steinbeck
งานของนักเรียน	ระบุ สาเหตุของภาวะเศรษฐกิจตกต่ำครั้งใหญ่ [งานระดับหลายโครงสร้าง]
ผลการเรียนรู้ของนักเรียน	สาเหตุหลักของภาวะเศรษฐกิจตกต่ำครั้งใหญ่คือตลาดหุ้นตกในสหรัฐอเมริกาในวัน Black Tuesday เมื่อวันที่ 29 ตุลาคม พ.ศ. 2472 การปิดธนาคารและการใช้จ่ายที่ลดลง โดยทั่วไปเป็นสาเหตุร่วม [ระดับหลายโครงสร้างเพราะนักเรียนเพียงแคระบุสาเหตุ]
เป้าหมายการเรียนรู้ใหม่โดยใช้กลยุทธ์ SOLO +1	
งานของนักเรียน	อธิบายว่า เหตุใดตลาดหุ้นตก การปิดธนาคาร และการใช้จ่ายที่ลดลงโดยทั่วไปทำให้เกิดภาวะเศรษฐกิจตกต่ำครั้งใหญ่ [ระดับขยายนามธรรม : SOLO +1]
ผลการเรียนรู้ใหม่ของนักเรียน	สาเหตุหลักของภาวะเศรษฐกิจตกต่ำครั้งใหญ่คือการที่ตลาดหุ้นตกในสหรัฐอเมริกาในวันอังคารที่ 29 ตุลาคม พ.ศ. 2472 ซึ่งเป็นสาเหตุเพราะการล่มสลายทำให้ผู้ถือหุ้นสูญเสียมากกว่า 40 พันล้านดอลลาร์ เมื่อความพยายามเรียกเงินกู้ยืมล้มเหลว ธนาคารจึงปิดตัวลง และเนื่องจากเงินฝากธนาคารไม่มีหลักประกันเมื่อธนาคารล้มเหลว หลายคนจึงสูญเสียเงินออมทั้งหมด ความผิดพลาดของตลาดหุ้นทำให้เกิดความไม่แน่นอนและการมองโลกในแง่ร้าย เพราะพวกเขากลัวปัญหาเศรษฐกิจที่จะเกิดขึ้น ผู้คนจากทุกสาขาอาชีพสูญเสียความมั่นใจและลดการใช้จ่ายไปกับสิ่งของในชีวิตประจำวัน อุปสงค์ที่สูญเสียไปส่งผลให้ราคาพืชผลลดลง สูญเสียการผลิต สูญเสียรายได้จากภาษี และการล้มละลาย
งานของนักเรียน	อธิบายว่า เหตุใดตลาดหุ้นตก การปิดธนาคาร และการใช้จ่ายที่ลดลงโดยทั่วไปทำให้เกิดภาวะเศรษฐกิจตกต่ำครั้งใหญ่ [ระดับขยายนามธรรม : SOLO +1]
ผลการเรียนรู้ใหม่ของนักเรียน	การว่างงานเพิ่มขึ้น เป็นช่วงเวลาที่ยาวนานของความยากจน ความหิวโหย การเร่ร่อน และความสิ้นหวังที่แผ่ขยายออกไป ช่วงเวลาแห่งความแห้งแล้งรุนแรงในช่วงทศวรรษที่ 1930 (Dust Bowl) เพิ่มความสิ้นหวังนี้ ทำให้ครอบครัวหลายหมื่นครอบครัวต้องละทิ้งฟาร์มของตน (ระดับความสัมพันธ์เพราะนักเรียนสามารถระบุสาเหตุและอธิบายเหตุผลได้)

ที่มา : Pam Hook (2015, p. 23). First Steps with SOLO Taxonomy Applying the model in your classroom. Essential Resources Educational Publishers Limited

การนำ SOLO Taxonomy ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน สามารถทำได้หลายวิธี โดยเป็นวิธีที่ง่ายและไม่ซับซ้อน แต่มีประสิทธิผลมาก ช่วยทำให้ครูทราบถึงระดับความสามารถของนักเรียนว่าแต่ละคนอยู่ในระดับการตอบสนองใดตาม SOLO Taxonomy และช่วยแนะนำและเสริมความเข้าใจของนักเรียนเพื่อให้บรรลุระดับขั้นต่อไปได้ ครูสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างและท้าทายเพื่อให้ตอบสนองกับระดับความสามารถของนักเรียนแต่ละคน นอกจากนี้ครูและยังสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนานักเรียนให้ก้าวหน้าไปในขั้นต่อไปได้นอกจากนี้ครูสามารถนำ SOLO Taxonomy มาประเมินประเมินระดับความสามารถของนักเรียนได้ทั้งก่อน ระหว่าง และหลังทำกิจกรรม อีกทั้งนักเรียนเองก็สามารถประเมินตนเองได้อีกด้วย

สรุปได้ว่า การประเมินผลการเรียนรู้ตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy นั้นเป็นการประเมินการเรียนรู้ตามโครงสร้างที่อธิบายระดับความเพิ่มขึ้นของความเข้าใจของนักเรียนซึ่งถูกนำเสนอโดยบิกส์และคอลลิส (Biggs และ Collis) ประกอบด้วย 5 ระดับความเข้าใจ คือ

1. ขั้นก่อนโครงสร้าง (Pre-structure) เป็นขั้นที่นักเรียนยังไม่สามารถสร้างความคิดรวบยอดในสิ่งที่เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ไม่สามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดต่าง ๆ ใช้วิธีการพื้นฐานง่าย ๆ ในการคิดและการเรียนรู้ ยังไม่สามารถปฏิบัติงานที่มีความซับซ้อน ใช้วิธีการง่าย ๆ ในการทำความเข้าใจสาระเนื้อหา นักเรียนที่อยู่ในขั้นนี้ยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (misconceptions) ในความคิดรวบยอดที่เรียนหรือพลาดประเด็นที่สำคัญบางอย่างไป

2. ขั้นโครงสร้างเดี่ยว (Uni-structure) เป็นขั้นที่นักเรียนใช้กระบวนการคิดและวิธีการเพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่งในการเรียนรู้ สามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดได้อย่างง่ายดายได้ เรียนรู้ตามสิ่งที่ผู้สอนบอกหรือฝึกให้ปฏิบัติตาม สามารถระบุสิ่งที่เรียนรู้ในลักษณะความจำ สามารถทำภาระงานอย่างง่ายได้

3. ขั้นหลายโครงสร้าง (Multi-structure) เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดที่มีความสลับซับซ้อนได้มากขึ้น และนำความคิดที่เชื่อมโยงนั้นมาใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เผชิญอยู่ ใช้กระบวนการคิดและวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย สามารถอธิบายให้เหตุผลสิ่งที่เรียนในแต่ละประเด็นได้ สามารถจำแนก บรรยาย ระบุรายการ ผสมผสานความคิดรวบยอดที่เรียนได้

4. ขั้นความสัมพันธ์ (Relational) เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถเชื่อมโยงลักษณะร่วมความคิดรวบยอด ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง สามารถวิเคราะห์หรือบูรณาการความคิดรวบยอดต่าง ๆ เข้าด้วยกัน สามารถวิเคราะห์เชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสาระที่เรียนเข้าด้วยกันได้ ตลอดจนประยุกต์ความรู้ที่เรียนไปสู่สิ่งอื่น ๆ ได้ อธิบายเชิงเหตุผลได้ ตลอดจนสามารถกำหนดหลักเกณฑ์เพื่อจัดกลุ่มและจำแนกประเภทได้ด้วยตนเอง

5. **ชั้นขยายนามธรรม (Extended abstract)** เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถนำความคิดรวบยอดต่าง ๆ มาเชื่อมโยงและสรุปอ้างอิงเป็นองค์ความรู้ หรือข้อสรุปในเชิงนามธรรมได้ สามารถสร้างข้อสรุปที่เป็นทฤษฎีจากความคิดรวบยอดต่าง ๆ ได้ เช่น กฎ สูตร ทฤษฎี สมมติฐานการอ้างอิง การสะท้อนผล

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำ SOLO Taxonomy มาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน โดยนำมาเป็นแนวทางการประเมินความสามารถและความเข้าใจของนักเรียน และนำมาออกแบบกิจกรรมบูรณาการร่วมกันเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาไปถึงขั้นตามระดับการตอบสนองของ SOLO Taxonomy ซึ่งสอดคล้องกันในขั้นของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โชติมา หนูพริก (2553) ได้พัฒนาระบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ เพื่อพัฒนาระบบประเมินการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ทดลองใช้ระบบประเมินการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และประเมินระบบประเมินการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้แก่ ครูคณิตศาสตร์และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครปฐมเขต 1 ประกอบด้วยกลุ่มทดลอง เป็นครูคณิตศาสตร์ 4 คน และนักเรียน 249 คน โดยการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจงจากโรงเรียนต้นแบบใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มเปรียบเทียบ เป็นครูคณิตศาสตร์ 6 คน และนักเรียน 285 คน โดยการเลือกตัวอย่างแบบอาสาสมัครจากโรงเรียนพร้อมใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบทดสอบ แบบสอบถาม และแบบสังเกตในชั้นเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1) ระบบประเมินการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ ด้านตัวบ่อน (หลักสูตรอิงมาตรฐาน) ด้านกระบวนการ (การออกแบบการเรียนรู้) ด้านผลผลิต (การประเมินเพื่อการเรียนรู้ ด้านผลลัพธ์ (ครูมีความรู้ ทักษะและความคิดเห็นต่อระบบประเมินการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ นักเรียนมีความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และด้านการให้ข้อมูลย้อนกลับและการกำกับติดตาม 2) ผลการทดลองใช้ระบบประเมินการเรียนการสอนคณิตศาสตร์พบว่า ครูมีความรู้ด้านหลักสูตรอิงมาตรฐานการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และการประเมินเพื่อการเรียนรู้ โดยมีคะแนนพัฒนาการเป็นร้อยละ 85.45 มีทักษะในการประเมินการเรียนการสอนคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี และมีความคิดเห็นที่ดีต่อระบบประเมินการเรียนการสอน

คณิตศาสตร์ สามารถนำระบบไปใช้เพื่อประเมินการเรียนรู้ รวมทั้งให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อพัฒนา นักเรียนและการจัดการเรียนการสอน นักเรียนมีความรู้ด้านเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ ทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น และมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์อยู่ในระดับดี 3) ผลการ ประเมินระบบประเมินการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ พบว่าครูและนักเรียนมีความคิดเห็นว่ารบบ ประเมินการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีความเป็นประโยชน์ ความเป็นไปได้ ความ สมเหตุสมผล และความถูกต้องแม่นยำ ช่วยให้ครูมีการปรับปรุงกระบวนการวัดและประเมินผลให้ มีความชัดเจน เป็นที่ยอมรับ และสามารถใช้ประเมินได้อย่างยุติธรรม และช่วยให้ครู นักเรียนมีการ ปรับปรุงและพัฒนาตนเองได้ตรงตามเป้าหมาย

ณัชชา กมล (2558) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ระดับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ โดยใช้ SOLO Taxonomy ถือเป็นกรอบแนวคิดหนึ่งในการวิเคราะห์ระดับการคิดที่มีความละเอียด ได้ผล ใกล้เคียงและสอดคล้องกับสิ่งที่นักเรียนแสดงออกมากที่สุด โดยในการพิจารณาระดับ การคิดเชิง คณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้น ใช้การจำแนกโครงสร้างของการพิจารณาผลการเรียนรู้ ของผู้เรียน ออกเป็น 2 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกัน โดยองค์ประกอบแรกเป็นการพิจารณาที่ลำดับขั้น พัฒนาการ (Modes) ว่านักเรียนมีลำดับขั้น พัฒนาการอยู่ในขั้นใด เมื่อทราบขั้นพัฒนาการของ นักเรียนแล้วจึงพิจารณาองค์ประกอบที่ 2 นั่นคือ การพิจารณาว่า นักเรียนมีระดับการคิดเชิง คณิตศาสตร์ในระดับใด โดยพิจารณาจากระดับของการตอบสนองในแต่ละขั้นพัฒนาการ (Levels within each Modes) นอกจากนี้ SOLO Taxonomy ยังสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ระดับการ คิดเชิงเรขาคณิตแทนตัวแบบของแวนฮิลได้อีกด้วย

จรรย์ สงวนแก้ว (2560) ได้พัฒนาแบบทดสอบทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตาม SOLO Taxonomy ของบิกส์ และคอลลิส วัตถุประสงค์ของการวิจัยคือเพื่อพัฒนาศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบทักษะและ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตาม SOLO Taxonomy ของบิกส์และคอลลิส กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาค เรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวนนักเรียน 172 คน จากโรงเรียน 4 โรงเรียน สังกัดสำนักงานเขต พื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ โดยการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) เครื่องมือใน การวิจัยคือ แบบทดสอบที่ประกอบด้วยสถานการณ์จำนวน 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีข้อ คำถาม 4 ข้อ ย่อย และคู่มือการตรวจแบบทดสอบ เวลาในการทำแบบทดสอบทั้งหมด 1 ชั่วโมง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) คุณภาพแบบทดสอบ

ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในระดับ 1.00 ความเชื่อมั่น (Reliability) มีค่าดัชนี ความสอดคล้องของผู้ประเมินอยู่ในระดับ 1.00 ความยากง่าย และอำนาจจำแนก (Difficulty and Discrimination) มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.36 - 0.42 อำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.21 - 0.46 ซึ่งหมายถึงแบบทดสอบอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

2) ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของนักเรียนกับระดับตาม SOLO Taxonomy ของบิกส์ และคอลลิส เกิดขึ้น 10 แบบ ได้แก่ 0 คะแนน ระดับโครงสร้างขั้น พื้นฐาน, 1 คะแนน ระดับโครงสร้างเดี่ยว, 2 คะแนน ระดับความสัมพันธ์ของโครงสร้าง, 3 คะแนน ระดับโครงสร้างเดี่ยว, 3 คะแนน ระดับโครงสร้างหลากหลาย, 3 คะแนน ระดับความสัมพันธ์ของโครงสร้าง, 3 คะแนน ระดับความต่อเนื่องในโครงสร้างภาคขยาย, 4 คะแนน ระดับโครงสร้าง หลากหลาย, 4 คะแนน ระดับความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และ 4 คะแนน ระดับความต่อเนื่องใน โครงสร้างภาคขยาย

จิรพร ก้อนคำ (2561, น. 98-103) ได้พัฒนาเครื่องมือประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 วัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ เพื่อพัฒนาเครื่องมือประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และเพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวนนักเรียน 25 คน ของโรงเรียนบ้านปล่องเหล็ก จังหวัดสมุทรสาคร ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพของการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมาตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy ประกอบด้วยระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ 5 ระดับ ได้แก่ ระดับก่อนโครงสร้าง ระดับโครงสร้างเดี่ยว ระดับหลายโครงสร้าง ระดับความสัมพันธ์ และระดับขยายนามธรรม โดยพิจารณาจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นแนวทางสำคัญในการกำหนดการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งส่งผลกระทบต่อให้เห็นถึงระดับผลที่ได้ในการเรียนรู้ของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ที่มีความ ซับซ้อนของแบบทดสอบที่เป็นแบบสถานการณ์ การประเมินการเรียนรู้ตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy ทำให้ได้ทราบถึงความรู้พื้นฐานที่มีอยู่เบื้องต้นของนักเรียนแต่ละคน เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจของนักเรียนให้สูงขึ้นเป็นลำดับ ซึ่งช่วยให้ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ สามารถพัฒนาและจัดกระบวนการเรียนการสอนให้ได้ง่ายขึ้น รวมทั้งนักเรียนยังสามารถรับรู้และเข้าใจถึงระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ของตนเอง และจะสามารถพัฒนาตนเองสู่ระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ ที่สูงขึ้นต่อไปทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ 4) นักศึกษาพยาบาลศาสตร์

บัณฑิตชั้นปีที่ 4 มีเจตคติหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักร่วมกับการใช้แบบทดสอบสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

Qahmash, Joy, และ Boddison ได้ศึกษาเกี่ยวกับการตรวจสอบความสามารถในการเขียนโค้ดของนักเรียนที่มีผลการเรียนสูงผ่าน SOLO Taxonomy นักการศึกษาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ได้ดำเนินการจัดระดับความสามารถเพื่อเสริมสร้างวิธีการสอนของโมดูลการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น โดยใช้ SOLO Taxonomy ในการจัดลำดับความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียนและเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียน 9 คน ผลการวิจัยพบว่าในการเขียนโค้ดโปรแกรมที่ 1 นักเรียนจำนวน 6 คน จัดอยู่ในระดับหลายโครงสร้าง (Multistructural) และอีก 3 คน จัดอยู่ในระดับโครงสร้างเดียว (Unistructural) ในการเขียนโค้ดโปรแกรมที่ 2 นักเรียน 8 คน อยู่ในระดับหลายโครงสร้าง (Multistructural) และ 1 คน จัดอยู่ในระดับโครงสร้างเดียว (Unistructural) การเขียนโปรแกรมที่ 3 พบว่า นักเรียน 2 คน จัดอยู่ในระดับหลายโครงสร้าง (Multistructural) อีก 2 คน จัดอยู่ในระดับโครงสร้างเดียว (Unistructural) และนักเรียนอีก 2 จัดอยู่ในระดับก่อนโครงสร้าง (Prestructural) เนื่องจากยังไม่เข้าใจในการสร้างและการเขียนโค้ดโปรแกรม

R Agustinsa, E E Muchlis, และ S Maizora (2019, p. 1-6) ได้ศึกษาเกี่ยวกับระดับความเข้าใจของนักเรียนในการแก้ปัญหาเรขาคณิตตาม SOLO Taxonomy วัตถุประสงค์การวิจัยคือเพื่อกำหนดและจำแนกระดับความเข้าใจของนักเรียนในการแก้ปัญหาเรขาคณิตตาม SOLO Taxonomy วัสดุที่ใช้ในการวิจัยที่ได้รับการตรวจสอบคือระนาบของเรขาคณิตและช่องว่าง ผลการวิจัยพบว่านักเรียน 55% มีความเข้าใจในระดับหลายโครงสร้าง (Multistructural) โดยมีตัวบ่งชี้ว่าสามารถใช้แนวคิดบางอย่างที่ถูกต้อง แต่ยังไม่ถูกต้องในแง่ของการเชื่อมโยงแนวคิด และนักเรียน 39% มีแนวคิดที่ถูกต้อง จัดอยู่ในระดับโครงสร้างเดียว (Unistructural) และประมาณ 5% ของนักเรียนมีความเข้าใจ มีแนวคิดที่ถูกต้อง และสามารถเชื่อมโยงเข้าด้วยกัน จัดอยู่ในระดับความสัมพันธ์ (Relational) ในขณะที่ 1% ของนักเรียนมีระดับความเข้าใจอยู่ในระดับก่อนโครงสร้าง (Prestructural) จากผลการวิจัยสรุปได้ว่าระดับความเข้าใจของนักเรียนในการแก้ปัญหาเรขาคณิตมีหลากหลายตั้งแต่ระดับก่อนโครงสร้าง (Prestructural) จนถึงระดับสัมพันธ์ (Relational)

D C Saputra, Nurjanah, และ H Retnawati (2019, p. 1-8) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ SOLO Taxonomy กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้น Grade 8 จำนวน 32 คน โรงเรียน SMP Muhammadiyah Bantu ซึ่งระดับ

ความสามารถของนักเรียนจะถูกจัดตามระดับของ SOLO Taxonomy ที่ประกอบด้วย ระดับก่อนโครงสร้าง ระดับโครงสร้างเดียว ระดับหลายโครงสร้างระดับความสัมพันธ์ และระดับขยายนามธรรม ใช้วิธีการพรรณนาเชิงคุณภาพ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการทดสอบการแก้ปัญหาในรูปแบบตัวเลขและแบบสัมภาษณ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับโครงสร้างเดียว ทั้งนักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน การค้นพบแสดงให้เห็นว่านักเรียนจำเป็นต้องได้รับการสนับสนุนและส่งเสริมอย่างดียิ่งขึ้นเพื่อที่จะไปถึงระดับที่สูงขึ้น เช่น ระดับความสัมพันธ์และระดับขยายนามธรรมต่อไป

Nadezhda Chubko, Julia E. Morris, David H. McKinnon, และ Eileen V. Slater (2019, p. 1-14) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำ SOLO Taxonomy มาเป็นเครื่องมือประเมินความรู้ในหลักสูตรดาราศาสตร์แบบบูรณาการกับเทคโนโลยี ฉบับปรับปรุง กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนที่เรียนในหลักสูตรภาษาอังกฤษ หรือใช้ภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่สอง (EFL/ ESL : English as a foreign or second language) เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่าการเปลี่ยนแปลงในเชิงบวกต่อการพัฒนาความรู้ความเข้าใจทางดาราศาสตร์ของนักเรียน และมีส่วนทำให้เกิดความเข้าใจในการพัฒนาและประเมินความรู้ทางด้านดาราศาสตร์ของนักเรียน (EFL/ ESL)

Awatef ELAZZABi and Ahmet KACAR (2020, p. 283-316) ได้ศึกษาเกี่ยวกับระดับความคิดในการแก้ปัญหาสมการกำลังสองตาม SOLO Taxonomy ของนักเรียนชาวลิเบียและตุรกี วัตถุประสงค์ของการวิจัยคือเพื่อศึกษาระดับความคิดในการแก้ปัญหสมการกำลังสองของนักเรียนชาวลิเบียและชาวตุรกี รูปแบบการวิจัยที่ใช้เป็นกรณีศึกษา (Case Study) ผู้เข้าร่วมเป็นนักเรียน 27 คนในโรงเรียนมัธยมในเมือง Kastamonu ประเทศตุรกี และเป็นนักเรียน 27 คนในโรงเรียนมัธยมในเมืองตริโปลี ประเทศลิเบีย ข้อมูลได้มาจากแบบทดสอบการคิดแก้โจทย์ปัญหาสามข้อ แบบทดสอบนี้ใช้กับนักเรียนในภาคเรียนฤดูใบไม้ผลิ ปีการศึกษา 2560-2561 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนตุรกีมีระดับการแก้โจทย์สมการอยู่ในระดับหลายโครงสร้าง (Multistructural) 48.15% และระดับความสัมพันธ์ (Relational) 10.37% ซึ่งถือว่ามีส่วนที่ดี และมีระดับดีกว่านักเรียนลิเบียที่จัดอยู่ในระดับหลายโครงสร้าง (Multistructural) 21.50% และระดับความสัมพันธ์ (Relational) 9.00% แสดงให้เห็นว่านักเรียนตุรกีส่วนใหญ่ที่เข้าร่วมการศึกษานี้ประสบความสำเร็จในการเลื่อนระดับการคิดขั้นสูงในการปัญหาเหล่านี้ ในทางตรงกันข้าม มีนักเรียนที่ไม่สามารถตอบปัญหาได้และจัดอยู่ในระดับก่อนโครงสร้างและโครงสร้างเดียว สาเหตุบางประการที่นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์สมการกำลังสองต่ำอาจเป็นเพราะการ

ตีความปัญหาที่ไม่ถูกต้อง มีความยากลำบากในการทำความเข้าใจปัญหาคำศัพท์และเปลี่ยนให้เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และความประมาทเล็กน้อย

D Trapsilasiwi, R P Murtikusuma, D S Pambudi, E Oktavianingtyas, และ M E Fauziyah (2020, p. 1-12) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการแทนค่าทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัยสมบูรณ์กุลกัลยา โดยอาศัย SOLO Taxonomy ในการแก้ปัญหา PISA โดยเฉพาะเนื้อหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีพรรณนาด้วยวิธีเชิงคุณภาพ ข้อมูลถูกเก็บรวบรวมโดยการทดสอบโดยใช้ปัญหา PISA และการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อายุเฉลี่ย 15 ปี ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่มีระดับหลายโครงสร้างและระดับความสัมพันธ์มักใช้การแสดงแทนด้วยวาจา และนักเรียนที่มีระดับขยายนามธรรม มีแนวโน้มที่จะใช้วาจาภาพ และการแสดงออกทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา PISA เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงและเนื้อหาความสัมพันธ์ การแสดงด้วยวาจาโดยทั่วไปจะแสดงโดยการเขียนข้อโต้แย้ง ความเป็นไปได้และเหตุผลของคำตอบสุดท้าย การแสดงภาพโดยทั่วไปจะแสดงโดยการทำได้แกรมและตาราง การแสดงนิพจน์ทางคณิตศาสตร์โดยทั่วไปจะแสดงโดยการเขียนเหตุผลของคำตอบสุดท้ายโดยใช้นิพจน์การเพิ่ม

J H Nunaki, I Damopolii1, และ E Nusantari and N Y Kandowangko (2021) ได้ศึกษาเกี่ยวกับทักษะการคิดตาม SOLO Taxonomy (ลำดับขั้นโครงสร้างของผลการเรียนรู้ที่สังเกตได้) และอภิปัญญา ซึ่งเป็นตัวแปรสองตัวที่งานวิจัยจำนวนมากเริ่มดำเนินการทั่วโลกและในอินโดนีเซีย ยังไม่มีการตรวจสอบเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของอภิปัญญากับทักษะการคิดตาม SOLO Taxonomy วัตถุประสงค์ของการวิจัยคือเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของอภิปัญญากับทักษะการคิดนักเรียนตาม SOLO Taxonomy ผ่านการใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสหสัมพันธ์ซึ่งเชื่อมโยงตัวแปรอิสระ อภิปัญญา (Metacognitive) และตัวแปรตาม ทักษะการคิด ตัวอย่างคือนักเรียนชั้น Grade 9 ของ SMA Negeri 01 Manokwari จำนวน 104 คน ข้อมูลที่เก็บรวบรวมประเมินโดยใช้เกณฑ์รูปกรอปัญหาและเกณฑ์รูปกรอของทักษะการคิด วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (simple regression) พบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าอภิปัญญาที่มีอำนาจในการพยากรณ์และมีความสัมพันธ์กับทักษะการคิดของนักเรียนตาม SOLO Taxonomy ร้อยละ 51.50 จากการค้นพบที่เกี่ยวข้องกับอภิปัญญาของนักเรียนการเรียนรู้จะเน้นไปที่กระบวนการสอนมากขึ้นซึ่งสามารถฝึกอบรมอภิปัญญา

ของนักเรียนโดยพิจารณาจากรูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมซึ่งหนึ่งในนั้นคือการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

Sevil Hasirci Aksoy (2021, p. 327-345) ได้วิพากษ์ในการใช้ SOLO Taxonomy สำหรับจัดระดับผลของการอ่านในหลักสูตรการสอนภาษาปี 1981, 2006 และ 2019 ในประเทศตุรกี ทักษะการอ่านมีความสำคัญต่อการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียน แต่ผลการอ่านจาก PISA แสดงให้เห็นว่านักเรียนในตุรกีมีทักษะนี้ไม่เพียงพอ วัตถุประสงค์การวิจัยคือเพื่อตรวจสอบระดับความรู้ความเข้าใจของผลการอ่านที่รวมอยู่ในหลักสูตรหลักสูตรภาษาตุรกีในแง่ของการจัดระดับผลการเรียนรู้ตาม SOLO Taxonomy ที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการอ่านของ PISA ผลการเรียนรู้ที่เป็นแหล่งข้อมูลของงานวิจัยได้นำมาจากหลักสูตรภาษาตุรกีของโรงเรียนมัธยมศึกษาที่ตีพิมพ์โดยคณะกรรมการการสอนและการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการในปี 1981, 2006 และ 2019 หลังจากการวิเคราะห์เอกสารเกี่ยวกับการอ่าน และข้อมูลที่ได้ได้รับการประเมินด้วยการพรรณนาการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า ระดับความสัมพันธ์มีความโดดเด่นในแง่ของเปอร์เซ็นต์ผลการอ่านและระดับนี้ส่วนใหญ่อยู่ในหลักสูตรปี 2019 ในขณะที่ระดับโครงสร้างเดี่ยวลดลงในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ระดับความสัมพันธ์และขยายนามธรรมมีการเพิ่มขึ้น แม้ว่าระดับขยายนามธรรมเพิ่มขึ้นในช่วงหลายปีที่ผ่านมา แต่ก็ยังเป็นระดับที่น้อยที่สุดในหลักสูตร เมื่อเปรียบเทียบกับระดับอื่น ผลการศึกษาสรุปได้ว่าจำเป็นต้องพัฒนาหลักสูตรให้ผสมกันทั้งในเชิงทักษะการคิดขั้นสูงและทักษะการอ่านไปพร้อมกัน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดของ SOLO Taxonomy พบว่าทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศส่วนใหญ่จะนำแนวคิดของ SOLO Taxonomy มาพัฒนาและสร้างเครื่องมือการวัดในรายวิชาคณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์ และวิทยาศาสตร์ ทั้งระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา หรือนำแนวคิดของ SOLO Taxonomy มาพัฒนาและประเมินระบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ นำมาศึกษาวิเคราะห์ระดับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะการคิดตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy และอภิปัญญาผ่านการเรียนรู้แบบสืบเสาะอีกด้วย

4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy

ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ได้ใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy ซึ่งเป็นการนำกระบวนการวิจัยมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการกระทำหรือทำวิจัยเพื่อสร้างความรู้ ค้นหาความรู้จากการลงมือปฏิบัติ และมีการประยุกต์ใช้

SOLO Taxonomy มาเป็นแนวทางการประเมินความสามารถและความเข้าใจของนักเรียน และนำมาออกแบบกิจกรรมบูรณาการร่วมกันเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาไปถึงขั้นตามระดับการตอบสนองของ SOLO Taxonomy ซึ่งสอดคล้องกันในขั้นของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหาการวิจัย

ครูออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิเคราะห์เนื้อหาสาระและวัตถุประสงค์ที่จะสอนให้กับนักเรียน โดยฝึกให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาการวิจัยและวัตถุประสงค์ในการวิจัยได้ถูกต้อง กระตุ้นให้นักเรียนสนใจ สังเกต อยากรู้อยากหาคำตอบ สอดคล้องกับระดับขั้นการตอบสนองการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy ระดับหลายโครงสร้าง (Multistructural) กล่าวคือ นักเรียนต้องสามารถอธิบาย จำแนก รวบรวมเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนไปสังเกตได้ และนำไปสู่การระบุปัญหาที่สงสัยหรือต้องการหาคำตอบได้

ซึ่งนักเรียนแต่ละคนอาจมีความสามารถอยู่ในระดับของ SOLO Taxonomy ที่แตกต่างกัน ครูผู้สอนทำการประเมินนักเรียนแต่ละคนโดยใช้แบบประเมินความสามารถตามแนวคิด SOLO Taxonomy เพื่อดูว่านักเรียนแต่ละคนนั้นมีความสามารถอยู่ในระดับใด หากนักเรียนคนใดมีความสามารถอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าระดับหลายโครงสร้าง (Multistructural) ต้องมีการพัฒนา นักเรียน โดยใช้วิธีการกลยุทธ์ SOLO+1 เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถไปถึงระดับหลายโครงสร้างที่ได้กำหนดไว้

ขั้นตอนที่ 2 การตั้งสมมติฐาน

จัดกิจกรรมและแหล่งเรียนรู้ให้นักเรียนได้ไปศึกษาหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับประเด็นวิจัยที่สนใจศึกษา ครูและนักเรียนร่วมวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการคาดคะเนตัวคำตอบปัญหาการวิจัย (สมมติฐานการวิจัย) ที่นักเรียนช่วยกันระดมความคิดโดยดูว่ามีความสอดคล้องกับปัญหาวิจัยและวัตถุประสงค์ของการวิจัยหรือไม่ สมมติฐานนั้นสามารถทดสอบได้หรือไม่ และให้นักเรียนแนะนำข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากการร่วมวิเคราะห์ เขียนเป็นสมมติฐานที่ชัดเจนและเหมาะสมสอดคล้องกับระดับขั้นการตอบสนองการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy ระดับความสัมพันธ์ (Relational) กล่าวคือ นักเรียนสามารถคาดเดาคำตอบล่วงหน้าได้ด้วยเหตุผลร่วมกันวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการคาดคะเนคำตอบปัญหาการวิจัย นำข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากการร่วมกันวิเคราะห์เขียนเป็นสมมติฐานที่ชัดเจนและทดสอบได้

ซึ่งนักเรียนแต่ละคนอาจมีความสามารถอยู่ในระดับของ SOLO Taxonomy ที่แตกต่างกัน ครูผู้สอนทำการประเมินนักเรียนแต่ละคนโดยใช้แบบประเมินความสามารถตามแนวคิด SOLO Taxonomy เพื่อดูว่านักเรียนแต่ละคนนั้นมีความสามารถอยู่ในระดับใด หากนักเรียนคนใดมี

ความสามารถอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าระดับความสัมพันธ์ (Relational) ต้องมีการพัฒนานักเรียน โดยใช้วิธีการกลยุทธ์ SOLO+1 เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถไปถึงระดับความสัมพันธ์ที่กำหนดไว้

ขั้นตอนที่ 3 การพิสูจน์ทดสอบสมมติฐาน

จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกการคาดคะเนคำตอบหรือสมมติฐานจากสถานการณ์ต่าง ๆ ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์จุดดีจุดด้อยของคำตอบที่คาดคะเนไว้ตั้งแต่เริ่มต้นเพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุด และให้นักเรียนร่วมกันออกแบบการพิสูจน์สมมติฐานตั้งแต่การสร้างเครื่องมือ อุปกรณ์ที่จะใช้และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อกำหนดขั้นตอนการดำเนินการวิจัย สอดคล้องกับระดับขั้นการตอบสนองการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy ระดับความสัมพันธ์ (Relational) กล่าวคือ นักเรียนได้ฝึกการคาดคะเนคำตอบหรือสมมติฐานจากสถานการณ์ต่าง ๆ ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์จุดเด่นจุดด้อยของคำตอบที่คาดคะเนไว้เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุด สามารถวางแผนในการรวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานได้ จนได้กระบวนการดำเนินการวิจัยเพื่อทดสอบสมมติฐาน

ซึ่งนักเรียนแต่ละคนอาจมีความสามารถอยู่ในระดับของ SOLO Taxonomy ที่แตกต่างกัน ครูผู้สอนทำการประเมินนักเรียนแต่ละคนโดยใช้แบบประเมินความสามารถตามแนวคิด SOLO Taxonomy เพื่อดูว่านักเรียนแต่ละคนนั้นมีความสามารถอยู่ในระดับใด หากนักเรียนคนใดมีความสามารถอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าระดับความสัมพันธ์ (Relational) ต้องมีการพัฒนานักเรียน โดยใช้วิธีการกลยุทธ์ SOLO+1 เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถไปถึงระดับความสัมพันธ์ที่กำหนดไว้

ขั้นตอนที่ 4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ออกแบบไว้ก่อนลงมือทำจริง เพื่อให้เกิดข้อบกพร่องหรือการผิดพลาดน้อยที่สุด นักเรียนลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้โดยการลงภาคสนามเพื่อเก็บข้อมูล สามารถรวบรวมข้อมูลได้ สอดคล้องกับระดับขั้นการตอบสนองการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy ระดับความสัมพันธ์ (Relational) กล่าวคือ นักเรียนรู้จักวิธีการแสวงหาแหล่งข้อมูล วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิธีการสร้างเครื่องมือที่เหมาะสม

ซึ่งนักเรียนแต่ละคนอาจมีความสามารถอยู่ในระดับของ SOLO Taxonomy ที่แตกต่างกัน ครูผู้สอนทำการประเมินนักเรียนแต่ละคนโดยใช้แบบประเมินความสามารถตามแนวคิด SOLO Taxonomy เพื่อดูว่านักเรียนแต่ละคนนั้นมีความสามารถอยู่ในระดับใด หากนักเรียนคนใดมี

ความสามารถอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าระดับความสัมพันธ์ (Relational) ต้องมีการพัฒนานักเรียน โดยใช้วิธีการกลยุทธ์ SOLO+1 เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถไปถึงระดับความสัมพันธ์ที่กำหนดไว้

ขั้นตอนที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นักเรียนนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจได้ ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการวิจัยและผลการวิจัยที่เกิดขึ้น สอดคล้องกับระดับขั้นการตอบสนองการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy ระดับขยายนามธรรม (Extended Abstract) กล่าวคือ นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจได้ ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ออกแบบไว้ก่อนลงมือทำจริงเพื่อให้เกิดข้อบกพร่องหรือการผิดพลาดน้อยที่สุด และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการวิจัยและผลการวิจัยที่เกิดขึ้น

ซึ่งนักเรียนแต่ละคนอาจมีความสามารถอยู่ในระดับของ SOLO Taxonomy ที่แตกต่างกัน ครูผู้สอนทำการประเมินนักเรียนแต่ละคนโดยใช้แบบประเมินความสามารถตามแนวคิด SOLO Taxonomy เพื่อดูว่านักเรียนแต่ละคนนั้นมีความสามารถอยู่ในระดับใด หากนักเรียนคนใดมีความสามารถอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าระดับขยายนามธรรม (Extended Abstract) ต้องมีการพัฒนานักเรียน โดยใช้วิธีการกลยุทธ์ SOLO+1 เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถไปถึงระดับขยายนามธรรมที่ได้กำหนดไว้

ขั้นตอนที่ 6 การสรุปผลการวิจัย

นักเรียนนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลมาสรุปผล และนำเสนอผลการวิจัยซึ่งเป็นคำตอบของปัญหาการวิจัยหรือได้ความรู้ใหม่ และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลการวิจัยที่อาจไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ตั้งแต่เริ่มต้น โดยการหาสาเหตุ ปัจจัย อุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นและจะแก้ปัญหาวางไรต่อไป สอดคล้องกับระดับขั้นการตอบสนองการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy ระดับขยายนามธรรม (Extended Abstract) กล่าวคือ นักเรียนสามารถสรุปผลการวิจัยหรือได้คำตอบของปัญหา มีการร่วมกันอภิปรายผลการวิเคราะห์ข้อมูล และร่วมกันเขียนสรุปผลการวิจัยว่าเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้หรือไม่อย่างไร ถ้าไม่เป็นไปตามสมมติฐานเป็นเพราะเหตุใดและแก้ปัญหาวางไร เพื่อฝึกการให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากงานวิจัยที่เกิดขึ้น

ซึ่งนักเรียนแต่ละคนอาจมีความสามารถอยู่ในระดับของ SOLO Taxonomy ที่แตกต่างกัน ครูผู้สอนทำการประเมินนักเรียนแต่ละคนโดยใช้แบบประเมินความสามารถตามแนวคิด SOLO Taxonomy เพื่อดูว่านักเรียนแต่ละคนนั้นมีความสามารถอยู่ในระดับใด หากนักเรียนคนใด

มีความสามารถอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าระดับขยายนามธรรม (Extended Abstract) ต้องมีการพัฒนา
นักเรียน โดยใช้วิธีการกลยุทธ์ SOLO+1 เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถไปถึงระดับขยาย
นามธรรมที่ได้กำหนดไว้

ตาราง 17 สรุปลำดับเนื้อหาการจัดการเรียนรู้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO
Taxonomy

ลำดับเนื้อหา	การจัดการเรียนรู้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy
- สมบัติการดูดัชนีนำของวัสดุ (คาบที่ 1)	-ขั้นระบุปัญหาการวิจัย สอดคล้องกับระดับหลายโครงสร้าง (Multistructural)
- สมบัติการดูดัชนีนำของวัสดุ (คาบที่ 2)	-ขั้นการตั้งสมมติฐานการวิจัย สอดคล้องกับระดับความสัมพันธ์ (Relational) -ขั้นพิสูจน์และทดสอบสมมติฐาน สอดคล้องกับระดับความสัมพันธ์ (Relational)
- สมบัติการดูดัชนีนำของวัสดุ (คาบที่ 3)	-ขั้นการเก็บรวบรวมข้อมูล สอดคล้องกับระดับความสัมพันธ์ (Relational) -ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล สอดคล้องกับระดับขยายนามธรรม (Extended abstract) -ขั้นการสรุปผลการวิจัย สอดคล้องกับระดับขยายนามธรรม (Extended abstract)
- การทำวัตถุโดยใช้สมบัติการดูดซับน้ำ (คาบที่ 4)	-ขั้นระบุปัญหาการวิจัย สอดคล้องกับระดับหลายโครงสร้าง (Multistructural) -ขั้นการตั้งสมมติฐานการวิจัย สอดคล้องกับระดับความสัมพันธ์ (Relational)
- การทำวัตถุโดยใช้สมบัติการดูดซับน้ำ (คาบที่ 5)	-ขั้นพิสูจน์และทดสอบสมมติฐาน สอดคล้องกับระดับความสัมพันธ์ (Relational) -ขั้นการเก็บรวบรวมข้อมูล สอดคล้องกับระดับความสัมพันธ์ (Relational)

ตาราง 17 (ต่อ)

ลำดับเนื้อหา	การจัดการเรียนรู้วิจัยเป็นฐานร่วมกับ การประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy
- การทำวัตถุโดยใช้สมบัติการดูดซับน้ำ (คาบที่ 6)	-ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล สอดคล้องกับระดับขยาย นามธรรม (Extended abstract) -ขั้นการสรุปผลการวิจัย สอดคล้องกับระดับขยาย นามธรรม (Extended abstract)
- สมบัติของวัสดุที่ผสมกัน (คาบที่ 7)	-ขั้นระบุปัญหาการวิจัย สอดคล้องกับระดับหลาย โครงสร้าง (Multistructural) -ขั้นการตั้งสมมติฐานการวิจัย สอดคล้องกับระดับ ความสัมพันธ์ (Relational)
- สมบัติของวัสดุที่ผสมกัน (คาบที่ 8)	-ขั้นพิสูจน์และทดสอบสมมติฐาน สอดคล้องกับ ระดับความสัมพันธ์ (Relational)
- สมบัติของวัสดุที่ผสมกัน (คาบที่ 9)	-ขั้นการเก็บรวบรวมข้อมูล สอดคล้องกับระดับ ความสัมพันธ์ (Relational) -ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล สอดคล้องกับระดับขยาย นามธรรม (Extended abstract)
- สมบัติของวัสดุที่ผสมกัน (คาบที่ 10)	-ขั้นการสรุปผลการวิจัย สอดคล้องกับระดับขยาย นามธรรม (Extended abstract)
- การทำวัตถุในการใช้งานตามวัตถุประสงค์ (คาบที่ 11)	-ขั้นระบุปัญหาการวิจัย สอดคล้องกับระดับหลาย โครงสร้าง (Multistructural) -ขั้นการตั้งสมมติฐานการวิจัย สอดคล้องกับระดับ ความสัมพันธ์ (Relational)
- การทำวัตถุในการใช้งานตามวัตถุประสงค์ (คาบที่ 12)	-ขั้นพิสูจน์และทดสอบสมมติฐาน สอดคล้องกับ ระดับความสัมพันธ์ (Relational) -ขั้นการเก็บรวบรวมข้อมูล สอดคล้องกับระดับ ความสัมพันธ์ (Relational)
- การทำวัตถุในการใช้งานตามวัตถุประสงค์ (คาบที่ 13)	-ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล สอดคล้องกับระดับขยาย นามธรรม (Extended abstract) -ขั้นการสรุปผลการวิจัย สอดคล้องกับระดับขยาย นามธรรม (Extended abstract)

ตาราง 17 (ต่อ)

ลำดับเนื้อหา	การจัดการเรียนรู้วิจัยเป็นฐานร่วมกับ การประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy
- การนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ (คาบที่ 14)	-ขั้นระบุปัญหาการวิจัย สอดคล้องกับระดับหลาย โครงสร้าง (Multistructural)
- การนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ (คาบที่ 15)	-ขั้นการตั้งสมมติฐานการวิจัย สอดคล้องกับระดับ ความสัมพันธ์ (Relational)
	-ขั้นพิสูจน์และทดสอบสมมติฐาน สอดคล้องกับ ระดับความสัมพันธ์ (Relational)
- การนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ (คาบที่ 16)	-ขั้นการเก็บรวบรวมข้อมูล สอดคล้องกับระดับ ความสัมพันธ์ (Relational) -ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล สอดคล้องกับระดับขยาย นามธรรม (Extended abstract) -ขั้นการสรุปผลการวิจัย สอดคล้องกับระดับขยาย นามธรรม (Extended abstract)

5. ทักษะนวัตกรรม

5.1 ความหมายของนวัตกรรม

พจนานุกรม Cambridge University Press (2021) ให้ความหมายของคำว่า นวัตกรรม ว่า คือคนคนที่แนะนำการเปลี่ยนแปลงและแนวคิดใหม่ๆ คนที่พัฒนา การออกแบบ ผลิตภัณฑ์ ฯลฯ ใหม่ หรือผู้ที่มีแนวคิดใหม่ๆ เกี่ยวกับวิธีการทำบางสิ่งบางอย่าง

พจนานุกรม Oxford University Press (2021) และ พจนานุกรม Collins (2021) ให้ความหมายของคำว่า นวัตกรรม ว่า บุคคลหรือบริษัท ที่แนะนำสิ่ง แนวคิด หรือวิธีการใหม่ๆ ของการทำบางสิ่งบางอย่าง หรือคนที่แนะนำการเปลี่ยนแปลงและแนวคิดใหม่ๆ

สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา (สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา, 2554) ให้ความหมายของคำว่า นวัตกรรมว่า ผู้ประดิษฐ์ คิดค้น หรือสร้างสรรค์นวัตกรรมต่าง ๆ ให้เกิดขึ้น

Rogers (1983) กล่าวว่า นวัตกรรม คือ บุคคลที่มีความรู้ทางด้านเทคโนโลยี ชอบประดิษฐ์ คิดค้นสิ่งใหม่ๆ กล้าเสี่ยง มีทักษะในการสื่อสารและการทำงานร่วมกับผู้อื่น ยอมรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างจากของตนเอง และมีความสามารถในการรับมือต่อเหตุการณ์ที่ไม่แน่นอน ระหว่างการพัฒนาวัตกรรมได้

พัชรพร อยู่เย็น, อภิญญา ภูมิโอบตา, และ ศิระ ศรีโยธิน (2560) กล่าวว่า นวัตกรรม (Innovator) คือคนแรกในการกระทำสิ่งต่าง ๆ มีความรู้ ความสามารถในการเข้าใจ และประยุกต์ใช้ความรู้ มีความคิดสร้างสรรค์ รับมือกับอุปสรรคในระหว่างการพัฒนานวัตกรรมได้ นอกจากนี้ นวัตกรรมยังต้องกล้าทำสิ่งใหม่ ๆ กล้าเสี่ยงอย่างชาญฉลาด กล้าคิดต่างอย่างสร้างสรรค์ ในการทำให้เกิดนวัตกรรมใหม่ ๆ

University Lab Partners (2019) กล่าวว่า นวัตกรรม (Innovator) หมายถึง ผู้ที่สามารถสร้างสรรค์แนวคิด วิธีการ หรือผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ในการทำสิ่งต่างๆ ที่ไม่เคยมีมาก่อน อาจพัฒนา กับผลิตภัณฑ์ที่สร้างขึ้นแล้ว หรืออาจปรับปรุงหรือให้การสนับสนุนที่สำคัญบางอย่างในการสร้างสรรค์ได้ เมื่อสร้างผลิตภัณฑ์หรือบริการ นวัตกรรมจะสร้าง POC หรือ Proof Of Concept หรือ การทดสอบความเป็นไปได้ เพื่อพิจารณาว่าแนวคิดของตนเองสามารถเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์หรือบริการที่เป็นไปได้หรือไม่

สรุปได้ว่า นวัตกรรม หมายถึง ผู้ที่มีความคิดริเริ่มและค้นหาสิ่งใหม่ๆ อย่างช่างสังเกตและมีความสามารถในการเชื่อมโยงความคิดในเรื่องต่างๆ เพื่อสร้างสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมใหม่ๆ ที่สามารถเปลี่ยนแปลงสังคมได้ นวัตกรรมคือผู้สร้างความเปลี่ยนแปลงที่มีความสำคัญในสังคม สำหรับคุณลักษณะของนวัตกรรม จะต้องเป็นบุคคลที่มีความสัมพันธ์กับผู้อื่น และมีความช่างสังเกตในสิ่งต่างๆ นอกจากนี้ยังต้องมีความสามารถในการเชื่อมโยงความคิด ขอบตั้งคำถาม และมีความชอบในการทดลอง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยให้นวัตกรรมสามารถสร้างสรรค์และพัฒนาสิ่งใหม่ๆ ได้ในสังคมในปัจจุบัน

5.2 รูปแบบของนวัตกรรม

Rogers (1983) ได้เสนอการแบ่งรูปแบบของนวัตกรรม ออกเป็น 4 รูปแบบ ได้แก่

- 1) นวัตกรรมแบบผู้รักษาประตู (GateKeeper) เป็นผู้รวบรวมและส่งต่อข้อมูลอย่างเหมาะสม
- 2) นวัตกรรมแบบผู้สร้างสรรค์ความคิด (Idea Generator) เป็นผู้ที่ชอบสร้างสรรค์ตลอดเวลา
- 3) นวัตกรรมแบบผู้สนับสนุน (Coach) เป็นผู้ผลักดันให้นำความคิดใหม่มาประยุกต์
- 4) นวัตกรรมแบบเจ้าพ่อ (Godfather) เป็นผู้เชี่ยวชาญและประสบความสำเร็จด้านการสร้างสรรค์นวัตกรรมอย่างแท้จริง

5.3 ทักษะสำคัญของนวัตกรรม

Jeffrey H Dyer, Hall B. Gregersen, และ Clayton M. Christensen (2009) ได้ศึกษาพฤติกรรมของคนที่เป็นนวัตกรรม ที่เป็นผู้บริหารระดับสูงขององค์กรต่าง ๆ เพื่อค้นหาทักษะของนวัตกรรม จากการศึกษาพบว่า มี 5 ทักษะสำคัญ ประกอบด้วย

1. ทักษะการเชื่อมโยงความคิด การนำไอเดียจากสาขาอื่นเข้ามาผสมผสานกับสาขาที่ตนเชี่ยวชาญ หรือนำสาขาที่ตนเชี่ยวชาญผสมผสานกับความรู้จากการศึกษาค้นคว้าในความรู้ใหม่ ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกันได้นี้ ต้องเริ่มจากการมีประสบการณ์ที่หลากหลายเพื่อสามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมที่ไม่ธรรมดาให้เกิดขึ้นได้

2. ทักษะการตั้งคำถาม คำถามจะก่อให้เกิดกระบวนการคิดในแง่มุมใหม่ ๆ นักคิดหรือนวัตกรรมที่ดีจะคอยตั้งคำถามต่อสิ่งต่าง ๆ การตั้งคำถามเป็นสิ่งกระตุ้นความพยายามในการหาคำตอบต่อคำถามที่ตั้งขึ้นมา

3. ทักษะการสังเกต การสังเกตนี้ควรทำควบคู่ไปกับการตั้งคำถาม การเฝ้าสังเกตพฤติกรรมต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็สิ่งเล็ก ๆ น้อย ๆ ก็จะกลายเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับองค์กรในการมองเห็นถึงโอกาสใหม่ ๆ เพื่อการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ที่มีประโยชน์ต่อองค์กรและสังคม

4. ทักษะการปฏิสัมพันธ์กับคนหลากหลาย มีการสร้างเครือข่ายแลกเปลี่ยนไอเดียกับคนที่เชี่ยวชาญหรือมีประสบการณ์อย่างหลากหลาย การร่วมสัมมนาหรืออ่านหนังสือ นอกเหนือจากสิ่งที่เป็นงานประจำที่ตนเคยทำ เครือข่ายปฏิสัมพันธ์ในที่นี้ก็เพื่อช่วยให้มีประสบการณ์ที่หลากหลาย และพร้อมที่จะยอมรับความคิดใหม่ ๆ

5. ทักษะการทดลอง ทดลองไอเดียใหม่ ๆ ด้วยการสร้างต้นแบบและทำการทดสอบนำร่องเพื่อดูว่าได้ผลหรือไม่ ขณะเดียวกันการทดลองนำร่องไอเดียและต้นแบบ อาจจุดประกายไอเดียสร้างสรรค์ใหม่ขึ้นด้วย การทดลองนี้ไม่จำเป็นต้องเป็นการทดลองในห้องทดลองเหมือนนักวิทยาศาสตร์ แต่เน้นที่การลองผิดลองถูกและพร้อมที่จะเรียนรู้และแก้ไขจากสิ่งที่ผิดพลาด เพราะการลองผิดลองถูกนั้นจะทำให้เห็นโอกาสและความเป็นไปได้ของสิ่งใหม่ ๆ

ทักษะทั้ง 5 ประการ สามารถแยกความแตกต่างระหว่างนวัตกรรมกับนักบริหารทั่วไป โดยนวัตกรรมจะใช้ทักษะการเชื่อมโยงความคิดในขณะที่สมองพยายามสังเคราะห์ และทำความเข้าใจกับข้อมูลใหม่ ที่เข้ามามีการเชื่อมโยงคำถาม ปัญหา หรือความคิดที่ไม่เหมือนและไม่เกี่ยวข้องกัน เข้าด้วยกัน ส่งผลให้นวัตกรรมเกิดความคิดและค้นหาไอเดียใหม่ ส่วนอีก 4 ทักษะ ได้แก่ การตั้งคำถาม การสังเกต การปฏิสัมพันธ์ และการทดลอง เป็นทักษะเชิงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ซึ่งจะกระตุ้นให้เกิดการเชื่อมโยงความคิดจากการเพิ่มความคิดพื้นฐานในคลังสมองของนวัตกรรม และ

นำไปสู่การเกิดความคิดใหม่ จนนำไปสู่การสร้างโมเดลดีเอ็นเอนวัตกรรมที่สรุปภาพความคิดในการเกิดความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งทำให้มองเห็นความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงในการเกิดความคิดใหม่ ของนวัตกรรมได้ชัดเจน

Gage (2011) ได้กล่าวว่าทักษะของความเป็นนวัตกรรมมี 5 ทักษะที่สำคัญ ได้แก่

1) ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย ความคิดหลากหลายในการแก้ปัญหา (Generating Ideas) สามารถนำเสนอแนวทางที่หลากหลายในการแก้ปัญหา การคิดเชิงวิพากษ์ คิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) ระบุเหตุผลว่าแนวทางที่เป็นไปได้ที่แตกต่างกันนั้นมีจุดเด่นและจุดด้อยอย่างไร และวิเคราะห์การตัดสินใจการคิดสังเคราะห์ (Synthesis/Reorganization) ค้นหาวิธีที่ดีกว่าในการแก้ไขปัญหาผ่านการสังเคราะห์และจัดระเบียบข้อมูลใหม่ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) การใช้แนวคิดใหม่ ๆ เพื่อแก้ปัญหาในฐานะผู้นำ

2) ทักษะการเป็นผู้ประกอบการ (Enterprising) ประกอบด้วย การบ่งชี้ปัญหา (Identifying Problem) ระบุปัญหาที่แท้จริงและสาเหตุของปัญหา แสวงหาการปรับปรุงหรือวิธีพัฒนา (Seeking Improvement) มองหาวิธีการใหม่ๆ อยู่เสมอ การรวบรวมข้อมูล (Gathering Information) การระบุแหล่งที่มาของข้อมูลที่เป็นประโยชน์ และการรวบรวมและใช้เฉพาะข้อมูลที่จำเป็น การคิดอย่างอิสระ (Independent Thinking) มีความคิด 'นอกกรอบ' ความชำนาญด้านเทคโนโลยี (Technological Savvy) ทำความเข้าใจและใช้เทคโนโลยีเพื่อปรับปรุงกระบวนการทำงาน

3) ทักษะการบูรณาการมุมมอง (Integrating perspectives) ประกอบด้วย การเปิดกว้างต่อแนวคิด (Openness to Ideas) ความเต็มใจที่จะรับฟังข้อเสนอแนะจากผู้อื่นและลองแนวคิดใหม่ๆ การเรียนรู้การวิจัย (Research Orientation) การสังเกตพฤติกรรมของผู้อื่น การอ่านอย่างถี่ถ้วน และการเปิดใจรับแนวคิดและแนวทางแก้ไขจากผู้อื่น การพูดคุยกับผู้คนในสาขาที่เกี่ยวข้องเพื่อค้นหานวัตกรรมหรือแนวโน้มปัจจุบันในสาขา การทำงานร่วมกัน ทำงานร่วมกับผู้อื่น และค้นหาความคิดเห็นของผู้อื่นเพื่อหาวิธีแก้ไขปัญหาที่สร้างสรรค์ การทำงานร่วมกัน (Collaborating) ทำงานร่วมกับผู้อื่นและค้นหาความคิดเห็นของผู้อื่นเพื่อหาวิธีแก้ไขปัญหาที่สร้างสรรค์ ความรู้สึกเป็นส่วนร่วมในงานที่ไม่ได้เกี่ยวข้อง (Engaging in non-work related interests) มีความรอบรู้และแสวงหาข้อมูลจากสาขาอื่นเพื่อค้นหาแนวทางใหม่ในสถานการณ์

4) การทำนาย (Forecasting) ประกอบด้วย การยอมรับระบบองค์การ (Perceiving systems) การรับรู้การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญที่เกิดขึ้นในระบบองค์กรหรือคาดการณ์ได้อย่างถูกต้องว่าจะเกิดขึ้นเมื่อใด การประเมินผลกระทบระยะยาว (Evaluating Long-Term

Consequences) การสรุปว่าการเปลี่ยนแปลงระบบใดจะส่งผลให้เกิด การวิสัยทัศน์ในระยะยาว (Visioning) การพัฒนาภาพลักษณ์ของสถานะการทำงานในอุดมคติขององค์กร การจัดการอนาคต (Managing the Future) การประเมินทิศทางและความเสี่ยงในอนาคตโดยพิจารณาจาก จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและภัยคุกคามทั้งในปัจจุบันและอนาคต

5) การบริหารการเปลี่ยนแปลง (Managing change) ประกอบไปด้วย การเข้าถึงสถานการณ์ (Sensitivity to situations) การเข้าถึงเหตุการณ์ที่เป็น สิ่งสนับสนุนให้เกิดการกระตุ้นความคิดสำหรับการเปลี่ยนแปลง การท้าทายสภาพที่เป็นอยู่ (Challenging the Status Quo) ความเต็มใจที่จะต่อต้านสิ่งที่เคยทำมาซึ่งขัดขวางการปรับปรุงประสิทธิภาพ การรับความเสี่ยงอย่างชาญฉลาด (Intelligent Risk-Taking) เต็มใจและสามารถรับความเสี่ยงที่คำนวณได้เมื่อจำเป็น การเสริมแรงให้เกิดการเปลี่ยนแปลง (Reinforcing change) การสนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดนวัตกรรม การให้รางวัลผู้ที่เริ่มต้นในการ สร้างสรรค์ การอำนวยความสะดวกให้กับผู้ช่วยเหลือองค์กร

George Couros (2022) กล่าวถึงทักษะที่สำคัญของนวัตกรรมว่าประกอบไปด้วย 8 ทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะการรับฟังความคิดเห็น 2) ทักษะการค้นพบปัญหา 3) มีความกล้าเสี่ยง 4) ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ 5) ทักษะการสังเกต 6) ทักษะการคิดที่ยืดหยุ่น ไม่ยึดติด 7) ทักษะความคิดสร้างสรรค์ 8) ทักษะการสะท้อนความคิด

Kieu (2017) กล่าวถึงกล่าวถึงทักษะที่สำคัญของนวัตกรรมที่ประสบความสำเร็จว่าประกอบด้วยทักษะ 8 ประการ คือ 1) ทักษะการสังเกต นวัตกรรมมักมีความกระตือรือร้นที่จะตระหนักถึงสภาพแวดล้อมของพวกเขาและได้รับข้อมูลเชิงลึกที่มีคุณค่าเพียงแค่ปรับให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของพวกเขา พวกเขาสังเกตและดูดซึมความสัมพันธ์ธรรมชาติไม่จำกัดพื้นที่สำนักงาน ความมุ่งมั่นที่จะให้สังเกตพลังงานสามารถสร้างมูลค่ามหาศาลเพราะนอกสำนักงานคุณมีแนวโน้มที่จะพบกับผู้บริโภครายหนึ่งที่ช่วยให้คุณสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและแนวโน้มในปัจจุบันในสภาพแวดล้อม 2) ความสงสัยใคร่รู้ นักประดิษฐ์ที่ประสบความสำเร็จนั้นมีความอยากรู้อยากเห็นโดยเนื้อแท้ สงสัยและตั้งคำถามอยู่เสมอ ความอยากรู้อยากเห็นกระตุ้นให้เกิดการค้นพบและขับเคลื่อนการเรียนรู้ นักนวัตกรรมจะถามคำถามเพื่อทำความเข้าใจแรงจูงใจเพื่อสอบถามกระบวนการในปัจจุบัน และเพื่อสร้างมุมมองใหม่ พวกเขาไม่กลัวที่จะจัดการกับคำถาม 'จะเกิดอะไรขึ้นถ้า' และยินดีที่จะนำแนวทางใหม่ๆ ไปสู่ปัญหาต่างๆ ที่จำเป็นต้องแก้ไข มีการเชื่อมโยงอย่างใกล้ชิดกับความคิดสร้างสรรค์ ความอยากรู้อยากเห็นที่ไม่รู้จักพอช่วยให้นักประดิษฐ์เปิดใจกว้างและเปิดรับแนวคิดใหม่ ๆ ที่อาจมีความเสี่ยง 3) ทักษะการสร้างเครือข่าย

นวัตกรรมที่ดีมักจะเชื่อมโยงกันเป็นอย่างดี ความอยากรู้อยากเห็นตามธรรมชาติและแนวโน้มที่จะถามคำถามทำให้พวกเขาเริ่มต้นการสนทนาที่ดีและเป็นผู้ฟังที่ยอดเยี่ยม ซึ่งเป็นคุณสมบัติหลักสองประการสำหรับการสร้างเครือข่าย เครือข่ายที่ดีที่สุดมีบุคคลหลากหลายจากภูมิหลังและอุตสาหกรรมที่หลากหลาย ความหลากหลายนี้ทำให้นักประดิษฐ์ได้สัมผัสกับแนวทางและวิธีการคิดที่หลากหลาย ช่วยให้พวกเขาเปิดใจกว้างและขยายแหล่งความรู้ของตน ด้วยเครือข่ายที่กว้างขวางของบุคคลที่มีความสามารถ 4) ทักษะการทดลอง นวัตกรรมสามารถใช้ประโยชน์จากแนวคิดและโอกาสใหม่ ๆ ที่หลากหลาย มองเห็นโอกาสในการทดลองในทุกที่ พวกเขาพยายามและทดสอบแนวคิดใหม่ๆ อยู่เสมอ โดยไม่ต้องกังวลกับการยึดติดกับสถานะที่เป็นอยู่ แนวทางการทดลองนี้สามารถนำไปสู่การค้นพบที่ไม่คาดคิด เปิดประตูสู่โอกาสใหม่และการเดินทางที่ไม่เคยได้รับการพิจารณามาก่อน นักประดิษฐ์เข้าใจดีว่าการทดลองไม่น่าจะนำมาซึ่งความสำเร็จในทันที แต่กระนั้นก็ตระหนักถึงประโยชน์ระยะยาวและศักยภาพในการเติบโต 5) การเปิดกว้างต่อความล้มเหลว มีความเชื่อมโยงอย่างใกล้ชิดกับทักษะการทดลองของพวกเขา นวัตกรรมไม่กลัวที่จะล้มเหลวและมีความตั้งใจที่น่าประทับใจที่จะเสี่ยง แม้ว่าความสำเร็จจะเป็นเป้าหมายสุดท้าย แต่นวัตกรรมเข้าใจดีว่าบางครั้งอาจต้องใช้เวลาสองถึงสามรอบของความล้มเหลวในการไปถึงที่นั่น และความล้มเหลวนั้นก็มีค่า ความผิดพลาดแต่ละครั้งคือบทเรียน จุดสนใจอยู่ที่โอกาสมากกว่าความไม่มั่นคง เพราะรู้ว่ารางวัลหรือสิ่งที่ค้นพบไม่สามารถได้มาโดยปราศจากความเสี่ยง 6) การให้ความสำคัญกับลูกค้าเป็นศูนย์กลาง การคำนึงถึงผู้บริโภคอยู่เสมอจะช่วยให้นวัตกรรมสามารถตัดสินใจลงทุนได้อย่างชาญฉลาดยิ่งขึ้น และสร้างความมั่นใจว่าลูกค้าจะได้รับประโยชน์จากการวิจัยและพัฒนา 7) การเพิ่มขีดความสามารถในการเป็นผู้นำนวัตกรรมที่ดีคือผู้ที่ให้อำนาจแก่พนักงานคนอื่นๆ และสมาชิกในทีมเพื่อนำแนวทางที่สร้างสรรค์และอยากรู้อยากเห็นมาใช้กับงานของพวกเขา นวัตกรรมควรเป็นความพยายามร่วมกัน ซึ่งเป็นเหตุว่าทำไมการเป็นผู้นำที่ดีจึงมีความสำคัญ ผู้นำควรสร้างพื้นที่ปลอดภัยที่พนักงานสามารถทดลอง ล้มเหลว และเรียนรู้ พร้อมกับสร้างแรงบันดาลใจและจูงใจพวกเขา นวัตกรรมยังต้องทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยการความสะอาด การสร้างสภาพแวดล้อมที่บุคคลและทีมสามารถมีส่วนร่วมกับการสร้างสรรค์นวัตกรรมได้อย่างเต็มที่ 8) ความพากเพียร ความพากเพียรและความมุ่งมั่นอย่างไม่ลดละ รวมถึงนี้เข้ากับความกระตือรือร้นอย่างแท้จริงที่ติดเชื้อมาอย่างไม่อาจต้านทานได้ และมีโอกาสมากที่ความคิดของคุณจะได้รับความสนใจในที่ทำงาน คุณภาพของความยืดหยุ่นยังช่วยเสริมความพากเพียร เนื่องจากนวัตกรรมต้องแสดงให้เห็นถึงความเต็มใจที่จะปรับตัวและทำงานอย่างคล่องตัวตลอดกระบวนการแก้ปัญหา

มารุต พัฒนผล (2560) กล่าวว่า ทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม เป็นความชำนาญ หรือความสามารถในการใช้กระบวนการทางความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้จินตนาการและการถ่ายทอด ใช้ทักษะในการสร้างสิ่งที่มีเอกลักษณ์ ของตน จนทำให้เกิดสิ่งใหม่หรือนวัตกรรม ที่ทำขึ้นใหม่หรือพัฒนาขึ้นซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของความคิด วิธีการ การกระทำหรือ สิ่งประดิษฐ์ต่างๆ โดยอาจเป็นสิ่งใหม่ทั้งหมดหรือใหม่เพียงบางส่วน และอาจใหม่ในบริบทใดบริบทหนึ่งหรือในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง โดยมีทักษะสำคัญ 3 ประการ ได้แก่

- 1) การคิดสร้างสรรค์ (think creatively)
- 2) การทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์ (work creatively with others)
- 3) การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (implement innovation)

ปรัชญา ชื่อสัตย์ (2563, น. 67-68) กล่าวว่า ทักษะของนวัตกรรมประกอบด้วย 1) ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ 2) ทักษะการสังเกต 3) ทักษะการเชื่อมโยงความคิด 4) ทักษะการตั้งคำถาม 5) ทักษะการทดลอง และ 6) ทักษะการมีความรับผิดชอบ โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

- 1) ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ คือ นวัตกรรมต้องมีความสามารถในการสื่อสารและสร้างความสัมพันธ์ที่ดีในทีม เข้าร่วมการประชุมกับเพื่อนร่วมงานเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และข้อมูล
- 2) ทักษะสังเกต คือ นวัตกรรมควรเป็นคนที่มีความสามารถในการสังเกตและมองเห็นรายละเอียดของสิ่งรอบตัว ในขณะที่เดียวกันก็สามารถเชื่อมโยงข้อมูลที่เหมือนกันและนำมาประยุกต์ใช้ในบริบทอื่นๆ ได้ ซึ่งจะช่วยให้สามารถสร้างนวัตกรรมและคิดค้นความสามารถใหม่ๆ ได้
- 3) ทักษะเชื่อมโยงความคิด คือ นวัตกรรมต้องสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าด้วยกันโดยใช้ประสบการณ์และความรู้ที่หลากหลาย ซึ่งจะช่วยสร้างความคิดที่แปลกใหม่และสร้างสรรค์นวัตกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 4) ทักษะการตั้งคำถาม คือ นวัตกรรมต้องรู้จักตั้งคำถามเพื่อสร้างความเข้าใจที่สร้างสรรค์และเปิดโอกาสให้คิดค้นคำตอบอย่างเก๋กาจ นอกจากนี้ยังต้องมีจินตนาการที่สร้างสรรค์เพื่อให้คำถามที่ตั้งขึ้นมาใหม่สามารถช่วยให้เกิดนวัตกรรมได้อีกด้วย
- 5) ทักษะการทดลอง คือ นวัตกรรมควรเป็นคนที่ชื่นชอบการทดลองเพื่อเพิ่มความรู้และประสบการณ์ใหม่ๆ อีกทั้งยังช่วยให้สามารถมองเห็นความเป็นไปได้และโอกาสที่จะเกิดขึ้นในอนาคตด้วย

6) ทักษะการมีความรับผิดชอบ คือ นวัตกรรมต้องรับผิดชอบต่อในการสร้างสรรค์นวัตกรรม ไม่ว่าจะเป็นด้านที่ดีหรือไม่ดี การมีความรับผิดชอบต่ออย่างเต็มที่จะช่วยให้ นวัตกรรมสามารถตอบสนอง ต่อความต้องการและปัญหาของสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2560) ระบุถึงทักษะสำคัญของนวัตกรรมว่าประกอบไปด้วย 5 ดังนี้ 1) ทักษะคิดเชื่อมโยง 2) ทักษะการตั้งคำถาม 3) ทักษะการสังเกต 4) ทักษะการทดลอง และ 5) ทักษะการสร้างเครือข่าย ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้แนวคิดของ dyer และคณะ เนื่องจากเป็นผู้ที่ศึกษาเรื่องนี้และได้เสนอถึงทักษะนวัตกรรมว่ามีทักษะสำคัญ 5 ประการ คือ ทักษะการเชื่อมโยงความคิด ทักษะการตั้งคำถาม ทักษะการสังเกต ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ และทักษะการทดลอง ซึ่ง dyer และคณะ เป็นผู้เสนอแนวคิดดังกล่าวเป็นกลุ่มแรก หลังจากนั้นจึงมีผู้ที่ศึกษาและเสนอแนวคิดเกี่ยวกับทักษะที่สำคัญของนวัตกรรม ซึ่งก็มีความสอดคล้องกับแนวคิดของ dyer ไม่ว่าจะเป็น Erica Gage(2011), Courus(2014), Kieu(2017), มารุต พัฒนผล(2560), ปรัชญา ชี้อัตย์(2563), สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน(2560) ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงได้เลือกแนวคิดทักษะนวัตกรรมตามแนวคิดของ dyer และคณะมาใช้มาใช้ในการระบุทักษะย่อยของคำว่าทักษะนวัตกรรมในงานวิจัย

5.4 คุณลักษณะของนวัตกรรม

พัชรพร อยู่เย็น และคนอื่น ๆ (2560) ได้ศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะของนวัตกรรม กรณีศึกษาผลิตภัณฑ์ PUNN ที่รองแก้วกระดาษสับปะรด พบว่านวัตกรรมจะมีคุณลักษณะเฉพาะตัวสำคัญ 4 ประการ ได้แก่ การมีความคิดที่ขัดแย้ง การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การเปิดกว้างทางความคิด และการมีความคิดเชื่อมโยง โดยทั้ง 4 ประการมีความสัมพันธ์กัน

1) มีความคิดที่ขัดแย้ง จุดเริ่มต้นของความคิดที่สร้างสรรค์นวัตกรรมคือการมองเห็นคุณค่าในสิ่งที่คนส่วนใหญ่มองไม่เห็น มองในสิ่งที่ขัดแย้งกับคนส่วนใหญ่ ก่อให้เกิดมุมมองความคิดใหม่ ๆ การมีความคิดที่ขัดแย้ง มองในมุมต่างก็สามารถคิดค้นสิ่งใหม่ ๆ ที่มีประโยชน์ เพราะการที่มีมุมมองความคิดที่แตกต่างจะทำให้มองเห็นคุณค่าของสิ่งนั้นโดยที่คนอื่นคาดไม่ถึง ก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นได้

2) มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ จากการมีมุมมองความคิดที่แตกต่างออกไปสู่การต่อยอดความคิด โดยการนำเอาความคิดนั้นมาแสวงหาคำตอบและผนวกเข้ากับความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ได้สิ่งที่แตกต่างไปจากเดิม โดยความคิดริเริ่มสร้างสรรค์คือการมีความคิดที่แตกต่างจากคนธรรมดาทั่วไป เพื่อต้องการที่จะดึงคุณสมบัติของสิ่งเหล่านั้นออกมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ การมี

ความคิดขัดแย้งอย่างเดียวยังคงไม่พอ นวัตกรรมจำเป็นต้องมีความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ชิ้นงานมีความน่าสนใจและคงประสิทธิภาพไว้ไม่เสื่อมหาย

3) การเปิดกว้างทางความคิด นวัตกรรมที่ดีจะต้องไม่ปิดกั้นความคิดของตนเอง พร้อมทั้งจะรับสิ่งใหม่ ๆ อยู่ตลอดเวลา มีการค้นคว้ารวบรวมข้อมูลจากหลาย ๆ ด้าน มาทำการทดลอง เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องการ ลองผิดลองถูก ยอมรับคำวิจารณ์และคำติชมมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ผลงานของตนเองมีประสิทธิภาพมากที่สุดและตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้ได้ครบทุกด้าน ดังนั้นเมื่อนวัตกรรมมีข้อมูลที่หลากหลายและถูกต้องแม่นยำอยู่ในมือ การจะสร้างสิ่งใหม่ ๆ ก็เกิดขึ้นได้ไม่ยาก เพราะจะสามารถเลือกใช้ข้อมูลที่ดีมาเป็นตัวสนับสนุนในการคิดค้นสิ่งใหม่ ๆ

4) มีความคิดที่เชื่อมโยง การที่มีความสามารถในการเชื่อมโยงความคิดนั้น ส่งผลให้กระบวนการทำงานเป็นระบบมากขึ้น และสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสิ่งที่ประดิษฐ์คิดค้นได้

สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2560) กล่าวถึงคุณลักษณะความเป็นนวัตกรรมของผู้เรียน ดังนี้

1) เป็นผู้ริเริ่มคิด เรียนรู้ และลงมือทำในสิ่งแปลกใหม่ ทำในสิ่งที่แตกต่างหรือทำสิ่งที่ไม่เคย ทำมาก่อน

2) มีความเป็นผู้นำ มุ่งมั่น และเป็นทีเควรพ แสดงบทบาทชัดเจน มีความรับผิดชอบในตนเอง และผู้อื่น

3) มีความสงสัยใคร่รู้ คือ รู้จักถามคำถามที่ดีจนเป็นนิสัย และต้องการเข้าใจให้ลึกซึ้งขึ้น

4) การร่วมมือ ซึ่งเริ่มต้นจากการฟังและเรียนรู้จากผู้อื่นที่มีมุมมองและความเชี่ยวชาญต่างจากเรามาก

สรุปได้ว่า คุณลักษณะของนวัตกรรมที่สำคัญคือ เป็นผู้ที่ทำการใหม่ แตกต่างจากเดิม มีความสงสัยต่อสิ่งต่าง ๆ รอบตัว ชอบตั้งคำถาม ช่างสังเกต และทดลอง มีความสามารถในการคิด มีความคิดสร้างสรรค์ และความคิดเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีปฏิสัมพันธ์ที่ดี เปิดใจและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ทำให้เห็นมุมมองที่หลากหลายมากขึ้น กล้าเสี่ยง กล้าตัดสินใจ

5.5 การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียนสู่การเป็นนวัตกรรม

สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2560, น. 21-37) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียนสู่การเป็นนวัตกรรม มีดังนี้ การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning: AL)

การจัดการเรียนรู้เชิงรุก คือ การเรียนที่เน้น ให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับการเรียนการสอน กระตุ้นให้ ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินค่า ผู้เรียนต้องอ่าน เขียน ตั้งคำถาม และถาม อภิปรายร่วมกัน ลงมือปฏิบัติจริง โดยต้องคำนึงถึงความรู้เดิม และความต้องการของผู้เรียน เป็น สำคัญ

กระบวนการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning: AL)

- ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง มีทักษะการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์เพิ่มมากขึ้น ได้ฝึกการแสดงความคิดเห็นและอภิปรายร่วมกัน

รูปแบบวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning: AL)

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมโดยการนำวิธีการสอน เทคนิคการสอนที่ หลากหลายมาใช้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนและผู้สอนมี ปฏิสัมพันธ์ที่ดี การจัดการเรียนรู้ที่เน้นบทบาทและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในลักษณะการจัดการ เรียนรู้เชิงรุก (Active Learning: AL) มีวิธีการจัดการเรียนรู้หลากหลายวิธีซึ่งรูปแบบวิธีการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นบทบาทและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน อาทิเช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ กิจกรรมเป็นฐาน (Activity Based Learning: ABL) การจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน (Creativity Based Learning: CBL) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning: PBL) การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning: PjBL) เป็น ต้น

อย่างไรก็ตาม รูปแบบ วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวข้างต้น มีพื้นฐานมาจาก แนวคิดเดียวกัน คือ ให้ผู้เรียนเป็นผู้มีบทบาทหลักในการเรียนรู้ของตนเอง หรือยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (Activity Based Learning: ABL)

การเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เผยแพร่ในปลายศตวรรษที่ 20 ที่เรียกว่า "การเรียนรู้เชิงรุก" (Active Learning) ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมมากที่สุด โดยการสร้าง รูปแบบการเรียน การสอนที่สนับสนุนและส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน และให้ผู้เรียนมีบทบาท สำคัญในกระบวนการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในการฝึกหรือพัฒนาผู้เรียนเพื่อให้บรรลุ วัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ มีลักษณะสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน ดังนี้

- 1) ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความตื่นตัวและกระตือรือร้นด้านความรู้คิด
- 2) กระตุ้นการเรียนรู้จากผู้เรียนเองมากกว่าการฟังผู้สอนและการจำ

3) พัฒนาทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองและนำไปสู่การเรียนรู้นอกห้องเรียน

4) มีผลลัพธ์ในการถ่ายทอดความรู้ที่ใกล้เคียงกับการเรียนรู้รูปแบบอื่น แต่เน้นในการพัฒนาทักษะคิดและการเขียนของผู้เรียน

5) ผู้เรียนมีความพอใจในการเรียนรู้แบบนี้มากกว่ารูปแบบที่เป็นการรับข้อมูลเท่านั้น

6) ส่งเสริมความรับผิดชอบของผู้เรียนผ่านการอ่าน เขียน คิด อภิปราย และการแก้ปัญหา และสอดคล้องกับขั้นการเรียนรู้ของบลูม (Bloom) ในด้านทักษะการเรียนรู้ทั้งในแง่พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย

สำหรับหลักการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน ประกอบไปด้วย 7 หลักการดังนี้

- 1) ใส่ใจต่อนักเรียน
- 2) มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ
- 3) ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก
- 4) ให้นักเรียนใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า
- 5) ประเมินผลตามสภาพจริง
- 6) ใช้วิธีเพื่อนช่วยเพื่อน
- 7) จัดสภาพแวดล้อมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และความมั่นใจในตนเอง

กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน มีหลากหลายกิจกรรม ผู้สอนควรเลือกใช้ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ และคำนึงถึงสิ่งที่ต้องการพัฒนานักเรียนว่าต้องการพัฒนาในเรื่องใดสามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภทหลัก คือ

- 1) กิจกรรมเชิงสำรวจ เสาะหา ค้นคว้า (Exploratory)
- 2) กิจกรรมเชิงสร้างสรรค์ (Constructive) กิจกรรมการปฏิบัติ การทำงานที่ การทำงานที่ริเริ่มสร้างสรรค์
- 3) กิจกรรมเชิงการแสดงออก (Expressional) ได้แก่ กิจกรรมการนำเสนอ การเสนอผลงาน

กิจกรรมการเรียนรู้ที่นิยมใช้จัดการเรียนรู้โดยใช้ กิจกรรมเป็นฐาน เช่น การอภิปรายในชั้นเรียน (Class Discussion) ที่ใช้ได้ทั้งในห้องเรียนปกติ และการอภิปรายออนไลน์การอภิปรายกลุ่มย่อย (Small Group Discussion) กิจกรรม “คิด-จับคู่- แลกเปลี่ยน” (Think-Pair-Share) เซลล์การเรียนรู้ (Learning Cell) การฝึกเขียนข้อความสั้น ๆ (One-Minute Paper) การโต้เถียงที่ (Debate) การแสดงบทบาทสมมติ (Role Play) การเรียนรู้ โดยใช้สถานการณ์ (Situational Learning) การ

เรียนแบบกลุ่มร่วมแรงร่วมใจ (Collaborative Learning Group) ปฏิบัติจากกิจกรรมวีดิทัศน์ (Reaction to a Video) เกมในชั้นเรียน (Game) แกลเลอรี วอล์ค (Gallery Walk) การเรียนรู้โดยการสอน (Learning by Teaching) เป็นต้น

2) การเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน (Creativity Based Learning: CBL)

การจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน (Creativity Based Learning: CBL) เป็นการเรียนรู้ที่พัฒนาและปรับประยุกต์มาจากการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning: PBL) ซึ่งการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐานนั้น เป็นการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เน้นการกระตุ้น ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง นำไปต่อยอดความรู้เดิมเพื่อสร้างสรรค์แนวทางการเรียนรู้ใหม่ โดยที่ผู้เรียนเป็นผู้คิดวิเคราะห์สังเคราะห์ สร้างแนวทางการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับความรู้ ความสามารถของตนเอง ทั้งนี้การเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน หรือ CBL จะเกิดประโยชน์ต่อผู้เรียน อย่างสูงสุดได้นั้น ผู้สอนควรปรับบทบาทการจัดการเรียนการสอนของตนเอง จากผู้สอนที่เน้น การบรรยายบอกความรู้มาเป็นผู้อำนวยความสะดวก เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการเรียนรู้ โดยทำหน้าที่คอยให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ และปรับสภาพแวดล้อม ให้เหมาะสมต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนตามแนวการสอนแบบสร้างสรรค์ 5 ขั้นตอน

1) **ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ สร้างแรงบันดาลใจ (Inspiration)** กระบวนการ ในขั้นตอนนี้ คือ การกระตุ้นความอยากรู้ของผู้เรียน ด้วยการจัดการให้เนื้อหาหรือสิ่งที่เป็นเป้าหมายที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ นั้น เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับชีวิตของผู้เรียนหรือเป็นเรื่องที่ผู้เรียนสนใจ แล้วเลือกใช้สื่อ มัลติมีเดีย เกม กิจกรรม สถานการณ์ให้เหมาะสมกับเนื้อหานั้น ๆ

2) **ขั้นที่ 2 ตั้งปัญหา (Problem Assigned) และแบ่งกลุ่มตามความสนใจ (Team Work)** ในขั้นตอนนี้ครูควรสร้างความเข้าใจในการเรียนรู้ร่วมกัน เช่น การจัดกลุ่มย่อย ตามความสนใจในการค้นหา แก้ไขปัญหา การหมุนเวียนสับเปลี่ยนหน้าที่ในการทำงาน เป็นทีม กติกาในการระดมสมอง และการสะท้อนผลที่เกิดจากการปฏิบัติ จากนั้น ครูอาจเริ่มด้วยการนำเสนอสถานการณ์ ที่แตกต่างให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์และพยายามที่จะระบุปัญหา ร่วมกันอภิปราย และตัดสินใจเกี่ยวกับ ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างใดอย่างหนึ่งที่ อาจจะแก้ปัญหา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้มี โอกาสหาทางแก้ปัญหาด้วยตนเอง หรือฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการวิเคราะห์ปัญหา และหาคำตอบ/แก้ไขปัญหาด้วยการใช้ตาราง FILA คือ (1) F : Fact ข้อเท็จจริง ความจริงที่ปรากฏ ในโจทย์หรือปัญหาที่สนใจ (2) I : Ideas ข้อคิดเห็น นำไปสู่ไปการตั้งสมมติฐานเพื่อใช้หาคำตอบ (3) L : Learning Issues ต้องเรียนรู้อะไร เพื่อนำไปสรุปความถูกต้องของสมมติฐานที่ตั้งไว้ และ (4) A : Action Plan วางแผน แบ่งงาน หาข้อมูลความรู้จะอะไรจากใคร แหล่งไหน อย่างไร

3) **ขั้นที่ 3 ค้นคว้าและคิด** ในขั้นตอนนี้ครูจะต้องให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง โดยจะต้องทำหน้าที่เพียงเป็นผู้ให้คำปรึกษา ชี้แนะให้คำตอบด้วยคำถาม เสริมกำลังใจ เพื่อให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ นำมาวิเคราะห์ ประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

4) **ขั้นที่ 4 นำเสนอผลงานด้วยวิธีการต่าง ๆ (Creative Presentation)** เมื่อผู้เรียน ได้ดำเนินการค้นหาคำตอบหรือแนวทางแก้ไขปัญหาแล้ว จะต้องให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานและ การเรียนรู้ที่ตนได้รับ ซึ่งเป็นการนำเสนอผลงานกลุ่มด้วยสื่อหลากหลาย สะท้อนความคิด อภิปราย ทำความเข้าใจ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกลุ่ม ถึงกระบวนการเรียนรู้แก้ปัญหา การสร้าง องค์ความรู้ใหม่ การเชื่อมโยง และสรุปภาพรวมเป็นความรู้ทั่วไป

5) **ขั้นที่ 5 ประเมินผล** ใช้การวัดผลและประเมินผลด้วยวิธีที่หลากหลาย เป็นการวัดผลด้านต่าง ๆ ออกมาตามเป้าหมายที่ได้ออกแบบไว้ ทั้งด้านความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skill) เจตคติ (Attitude) และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Desired Characteristics) โดยใช้แนวทางการประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment) เพื่อพัฒนาผู้เรียน

สำหรับแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานนั้น ผู้สอนควรคำนึงถึงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนระดับสูงที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ ซึ่งสะท้อนให้ทราบว่า ต้องการอะไร ต้องสอนอะไร ต้องสอนอย่างไร และประเมินผลอย่างไร ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานจำเป็นต้องยึดมาตรฐานและตัวชี้วัดเป็นหลัก โดยเริ่มจากการวิเคราะห์มาตรฐาน และ ตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่จะสอน แล้วนำมาออกแบบการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิด สร้างสรรค์เป็นฐาน 5 ขั้นตอน ได้แก่ กระตุ้นความสนใจ ตั้งปัญหาและแบ่งกลุ่ม ตามความสนใจ ค้นคว้าและคิด นำเสนอผลงาน และประเมินผล แล้วนำไปใช้จัดการเรียนรู้ โดยคำนึงบรรยากาศการเรียนรู้ 9 อย่าง ได้แก่

- 1) ใช้สื่อสารกระตุ้นความสนใจ
- 2) ใช้คำถาม กระตุ้นให้คิด
- 3) ลดการอธิบาย เรียนรู้ด้วยตนเอง
- 4) นักเรียนสนใจและให้ความร่วมมือทำกิจกรรม
- 5) เนื้อหาใช้เรื่องราวในชีวิตจริง
- 6) ค้นหาปัญหาที่ตนสงสัย
- 7) แบ่งกลุ่มตามความสนใจ

8) ให้เวลาในการศึกษาค้นคว้า

9) ครูฟังและให้กำลังใจผู้เรียน

ในระหว่างการจัดการเรียนการสอนต้องมี การวัดและประเมินผล ด้านความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยใช้เครื่องมือ และวิธีการหลากหลายที่สามารถบ่งบอก สภาพความเป็นจริง และหลังจากการจัดการเรียนรู้ และการ วัดประเมินผลควรมีการสะท้อนผล การเรียนรู้ว่าสิ่งที่คาดว่าจะได้รับ สิ่งที่ได้เรียนรู้และเป็นประโยชน์ และควรปรับปรุงอะไรให้ดีขึ้น เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้ดีขึ้น

3) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning: PBL)

เป็นกระบวนการที่ให้ผู้เรียนได้ตั้งสมมติฐาน วิเคราะห์สาเหตุและกลไกของปัญหา พร้อมทั้งค้นคว้าความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาต่อไป ผู้เรียนอาจไม่มีความรู้มาก่อนเริ่มการเรียนรู้ แต่สามารถใช้ความรู้ที่มีอยู่เดิมหรือเคยเรียนมา ผึกให้ผู้เรียนสามารถ คิดและตัดสินใจได้อย่างเป็นอิสระ และสามารถทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ แสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเองและสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ได้ นอกจากนี้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานยังเป็นการสร้างเงื่อนไขสำคัญที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ดังนี้

- 1) เชื่อมโยงหรือกระตุ้นความรู้เดิมเพื่อการเรียนรู้ใหม่จะมีผลดียิ่งขึ้น
- 2) การเรียนรู้เนื้อหาที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง หรือมีประสบการณ์ตรง
- 3) เรียนรู้ผ่านการแก้ไขปัญหา เพื่อให้ให้นักเรียนมีโอกาสเสนอความคิดเห็นและอภิปราย ร่วมกัน ช่วยเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน

ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีดังนี้

- 1) ใช้ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์จริงเป็นตัวกระตุ้นการแก้ปัญหา และเป็น จุดเริ่มต้นในการแสวงหาความรู้ ปัญหาที่เหมาะสมกับการนำมาจัดกิจกรรมควรมีลักษณะ ดังนี้
 - 1.1) ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งผู้เข้าร่วมสามารถ เข้าใจและเชื่อมโยงได้ง่าย
 - 1.2) ทำทนาย กระตุ้นความสนใจ จุดประกายความอยากรู้อยากเห็น
 - 1.3) เป็นปัญหาที่พบบ่อย มีความสำคัญ
 - 1.4) เชื่อมโยงความรู้เดิมกับข้อมูลใหม่ สอดคล้องกับเนื้อหา/แนวคิดของหลักสูตร มีการสร้างความรู้ใหม่
 - 1.5) ปัญหาที่ต้องการการทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการแบ่งหน้าที่ การระดมความคิด และการค้นหาแนวทางแก้ไขร่วมกัน

1.6) ปัญหาที่เป็นประเด็นขัดแย้งและยังไม่มีคำตอบที่ชัดเจน เป็นปลายเปิดซึ่งมีหลายทางเลือกและคำตอบที่แตกต่าง แสดงความคิดเห็นที่หลากหลาย

2) บูรณาการเนื้อหาความรู้ในสาขาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น

3) เน้นกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลและเป็นระบบ

4) เรียนเป็นกลุ่มย่อย โดยมีครูหรือผู้สอนเป็นผู้สนับสนุน และกระตุ้นให้ผู้เรียนร่วมกันสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นในกลุ่ม

5) ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ และเรียนโดยการกำกับตนเอง (Self-Directed Learning) กล่าวคือ (1) สามารถประเมินตนเองและระบุความต้องการได้ (2) จัดระบบการเรียนรู้อย่างถูกต้อง (3) เลือกและใช้แหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสม (4) เลือกกิจกรรมการศึกษา ค้นคว้าแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง (5) บังคับข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องได้ และคัดแยกออกได้อย่าง รวดเร็ว (6) ประยุกต์ใช้ความรู้ใหม่ในการวิเคราะห์ได้และ (7) เข้าใจขั้นตอนการประเมินอย่างแท้จริง

กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

1) **ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา** กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจ อยากที่จะค้นคว้าหาคำตอบ ดังนี้

1.1) จัดกลุ่มผู้เรียนให้มีขนาดเล็ก (ประมาณ 3-5/8-10 คน)

1.2) ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ โดยลักษณะของปัญหาที่นำมาใช้ ควร มีวิธีแก้ไขปัญหาได้อย่างหลากหลาย อาจมีคำตอบได้หลายคำตอบ โดยคำนึงถึงการเชื่อมโยง ความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม ความซับซ้อนของปัญหาจากง่ายไปสู่ยาก ระดับและประสบการณ์ ผู้เรียน เวลาที่กำหนดให้ผู้เรียนใช้ดำเนินการ และแหล่งค้นคว้าข้อมูล

2) **ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา** ปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ ต้องสามารถอธิบาย สิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ดังนี้

2.1) ผู้เรียนทำความเข้าใจกับคำศัพท์ที่อยู่ในโจทย์ของปัญหานั้นเพื่อให้เข้าใจตรงกัน

2.2) ผู้เรียนจับประเด็นข้อมูลที่สำคัญ หาข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง ความจริงที่ปรากฏในโจทย์ แยกแยะข้อมูลระหว่างข้อเท็จจริงกับข้อคิดเห็น จับประเด็นปัญหาออกเป็นประเด็นย่อย

2.3) ผู้เรียนระดมสมองเพื่อวิเคราะห์ปัญหา อภิปรายร่วมกันในแต่ละประเด็น โดยอาศัยความรู้เดิม

2.4) ผู้เรียนร่วมกันตั้งสมมติฐานเพื่อหาคำตอบปัญหาประเด็นต่าง ๆ

2.5) จากสมมติฐานที่ตั้งขึ้น ผู้เรียนจะกำหนดประเด็นการเรียนรู้ หรือ วัตถุประสงค์การเรียนรู้ เพื่อจะไปค้นคว้าหาข้อมูลต่อไป

3) **ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษา ค้นคว้า** ผู้เรียนศึกษา ค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการ หลากหลาย กล่าวคือ ผู้เรียนค้นคว้าหาข้อมูลและศึกษาเพิ่มเติมจากทรัพยากรการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น หนังสือ ตำรา วารสาร สื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ การศึกษาในห้องปฏิบัติการ คอมพิวเตอร์ ช่วยสอน อินเทอร์เน็ต หรือปรึกษาผู้รู้ในเนื้อหาเฉพาะ เป็นต้น พร้อมทั้งประเมินความถูกต้องโดย (1) ประเมิน แหล่งข้อมูล ความถูกต้อง เชื่อถือได้ของข้อมูล (2) เลื่อนำความรู้ที่เกี่ยวข้องมา เชื่อมโยงว่าตรงประเด็นเพียงพอที่จะแก้ปัญหาอย่างไร (3) หาประเด็นความรู้เพิ่มเติม ถ้าจำเป็น และ (4) สรุป เตรียมสื่อ เลือกวิธีนำเสนอผลงาน

4) **ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้** ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน กล่าวคือ ผู้เรียนนำข้อมูลหรือความรู้ที่ได้มาสังเคราะห์ อธิบาย พิสูจน์สมมติฐาน และประยุกต์ให้ เหมาะสมกับโจทย์ปัญหา พร้อมสรุปเป็นแนวคิดหรือหลักการทั่วไปโดย (1) นำเสนอผลงานกลุ่ม ด้วยสื่อหลากหลาย (2) สะท้อนความคิด ให้ข้อมูลย้อนกลับ อภิปราย ทำความเข้าใจ แลกเปลี่ยน ความคิดเห็น ระหว่างกลุ่ม ถึงกระบวนการเรียนรู้ การแก้ปัญหา การเชื่อมโยง การสร้างองค์ความรู้ ใหม่ และ (3) สรุปภาพรวมเป็นความรู้ทั่วไป

5) **ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าหาคำตอบ** ดำเนินการโดยให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปและ ประเมินผลงานของกลุ่มตนเอง ประเมินผลจากสภาพจริง โดยดูจากความสามารถในการปฏิบัติ

บทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีดังนี้

- 1) ทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก หรือผู้ให้คำปรึกษา แนะนำ
- 2) เป็นผู้กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ มิได้เป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนโดยตรง
- 3) ใช้ทักษะการตั้งคำถามที่เหมาะสม
- 4) กระตุ้นและส่งเสริมกระบวนการกลุ่ม ให้กลุ่มดำเนินการตามขั้นตอนของ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- 5) สนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน และเน้นให้ผู้เรียนตระหนักว่าการเรียนรู้เป็น ความ รับผิดชอบของผู้เรียน
- 6) กระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมที่มีอยู่มาใช้อภิปรายหรือแสดงความคิดเห็น
- 7) สนับสนุนให้กลุ่มสามารถตั้งประเด็นหรือวัตถุประสงค์การเรียนรู้/แก้ปัญหาได้ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของกิจกรรมที่ครูกำหนด
- 8) หลีกเลี่ยงการแสดงความคิดเห็น หรือตัดสินว่าถูกหรือผิด

9) ส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินการเรียนรู้ของตนเอง รวมทั้งเป็นผู้ประเมินทักษะของ ผู้เรียนและกลุ่ม พร้อมการให้ข้อมูลย้อนกลับ

4) การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning: PjBL)

การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning: PjBL) หมายถึง การเรียนรู้ที่เน้นประสบการณ์ในการปฏิบัติงานเพื่อให้ผู้เรียนได้สัมผัสกับการทำงานจริง โดยมีการวางแผนและแก้ปัญหาอย่างมีระบบ การเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะต่างๆ เช่น การคิดขั้นสูงและการประเมินตนเอง ส่วนครูจะเป็นผู้กระตุ้นและสร้างแรงบันดาลใจให้กับผู้เรียนเพื่อให้พวกเขาสามารถนำความรู้ที่ได้มาใช้ในกิจกรรมค้นคว้าและการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผ่านการทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนสรุปความรู้ใหม่ ๆ และสร้างผลงานที่มีคุณค่า นอกจากนี้การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานยังเน้นให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ชีวิตในระหว่างการเรียน และพัฒนาทักษะต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพ จากกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง ลักษณะสำคัญของจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน มีดังนี้

- 1) ให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ เน้นให้โอกาสในการปรับใช้ทักษะตามความสามารถของตนเองเป็นหลัก
- 2) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นบทบาทและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน
- 3) เป็นเรื่องที่คุณเรียนสนใจ
- 4) ผู้เรียนมีอิสระในการเลือกคำถามและผลผลิตจากโครงงานที่ต้องการ
- 5) ครูเป็นผู้สนับสนุนและสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน
- 6) ผู้เรียนกำหนดการเรียนรู้ของตนเอง
- 7) มีการเชื่อมโยงกับชีวิตจริงและสิ่งแวดล้อมโดยตรง
- 8) มีพื้นฐานที่มาจากทฤษฎี ศึกษาค้นคว้า หรือองค์ความรู้ที่มีอยู่
- 9) ใช้แหล่งข้อมูลจากหลายแหล่งเพื่อเพิ่มความเข้าใจ
- 10) ผู้เรียนมีความรู้และทักษะที่หลากหลาย
- 11) ผู้เรียนมีเวลาเพียงพอในการสร้างสรรค์งาน

ส่วนกระบวนการและขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน มีกระบวนการและขั้นตอนแตกต่างกันไปตามแต่ละทฤษฎีแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานที่เหมาะสมกับบริบทการจัดการศึกษาของไทยในปัจจุบัน มี 3 แนวคิด ดังนี้

- 1) **แนวคิดที่ 1 การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน** ซึ่งได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.1) **ขั้นนำเสนอ** หมายถึง ขั้นที่ให้ผู้เรียนศึกษาจากใบงาน หรือครูกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระตามหลักสูตร เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการเรียนรู้

1.2) **ขั้นวางแผน** หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนช่วยกันระดมความคิด วางแผน เพื่อเป็นแนวทางในการลงมือปฏิบัติจริง

1.3) **ขั้นปฏิบัติ** หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมโดยทำตามสิ่งที่ได้วางแผนไว้ ร่วมกันและเขียนสรุปรายงานผล

1.4) **ขั้นประเมินผล** หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอน ผู้เรียน และเพื่อน ร่วมกันประเมินตามสภาพจริง ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้หรือไม่

2) แนวคิดที่ 2 การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบกิจกรรมแห่งการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning: PBL) ซึ่งแนวคิดนี้ มีความเชื่อว่าหากต้องการให้การเรียนรู้มีพลังและฝังในตัวผู้เรียนได้ต้องเป็นการเรียนรู้โดยการลงมือทำ เป็นโครงการ (Project) ร่วมมือกันทำเป็นทีม และทำกับปัญหาที่มีอยู่ในชีวิตจริง ซึ่งส่วนของวงล้อ มี 5 ส่วน ประกอบด้วย Define, Plan, Do, Review and Presentation ดังนี้

2.1) **Define** คือ ขั้นตอนการระบุปัญหา ประเด็นที่จะทำโครงการ

2.2) **Plan** คือ การวางแผนการทำโครงการ ครูผู้สอนวางแผนในการอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน เตรียมคำถามเพื่อกระตุ้นในประเด็นที่ผู้เรียนอาจมองข้าม โดยถือหลักว่าครูต้องไม่เข้าไปช่วยเหลือ จนทีมงานขาดโอกาสคิดเอง แก้ปัญหาเอง ผู้เรียนที่เป็นทีมงานก็ต้องวางแผนงานของตน แบ่งหน้าที่กัน รับผิดชอบ การประชุมพบปะระหว่างทีมงาน การแลกเปลี่ยนข้อค้นพบ แลกเปลี่ยนคำถาม แลกเปลี่ยนวิธีการ

2.3) **Do** คือ ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการทำงานร่วมกัน ทักษะการจดบันทึก ทักษะการทำงานในสภาพแวดล้อมที่กดดัน ครูมีหน้าที่เป็นผู้ดูแล สนับสนุน กำกับ และโค้ชด้วย

2.4) **Review** คือ ผู้เรียนจะทบทวนว่าโครงการได้ผลตามวัตถุประสงค์ไว้หรือไม่ มีปัจจัยใดบ้างที่ก่อให้เกิดความสำเร็จ แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันหลังการดำเนินงาน หรือที่เรียกว่า AAR (After Action Review)

2.5) **Presentation** ผู้เรียนนำเสนอโครงการต่อชั้นเรียน เป็นขั้นตอนที่ให้การเรียนรู้ทักษะอีกชุดหนึ่งต่อเนื่องกับขั้นตอน มานำเสนอเป็นการรายงานหน้าชั้น มีสื่อประกอบ หรือจัดทำวีดิทัศน์ หรือนำเสนอเป็นละคร เป็นต้น

3) แนวคิดที่ 3 การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานที่ได้จากโครงการสร้างชุดความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน จากประสบการณ์ความสำเร็จ ของโรงเรียนไทย มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

3.1) ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน ครูให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำโครงงาน โดยเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่องราวและความสำคัญของโครงงาน ช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจที่เพียงพอในการปฏิบัติงาน นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถตัดสินใจและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำโครงงานอีกด้วย

3.2) ขั้นกระตุ้นความสนใจ ครูกิจกรรมเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยให้นักเรียนเสนอความคิดจากกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับชุมชนหรือเรื่องที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง

3.3) ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ ครูให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มกันแสวงหาความรู้ใช้กระบวนการกลุ่มในการวางแผนดำเนินกิจกรรม ระดมความคิด วางแผนการดำเนินงาน เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติ

3.4) ขั้นแสวงหาความรู้ในชั้น แสวงหาความรู้มีแนวทางปฏิบัติสำหรับผู้เรียนในการทำกิจกรรม ดังนี้

3.4.1) ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมโครงงานตามหัวข้อที่กลุ่มสนใจ โดยมีครูคอยให้คำปรึกษาแนะนำ

3.4.2) ผู้เรียนร่วมกันเขียนสรุปรายงานจากโครงงานที่ปฏิบัติ

3.5) ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้ครูให้ผู้เรียนสรุปสิ่งที่เรียนรู้จากการทำกิจกรรม โดยครูใช้คำถามถามผู้เรียน นำไปสู่การสรุปสิ่งที่เรียนรู้

3.6) ขั้นนำเสนอผลงาน ครูให้ผู้เรียนนำเสนอผลการเรียนรู้ โดยครูออกแบบกิจกรรม หรือจัดเวลาให้ผู้เรียนได้เสนอสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ เพื่อให้เพื่อนร่วมชั้น และผู้เรียนอื่น ๆ ในโรงเรียน ได้ชมผลงานและเรียนรู้กิจกรรมที่ผู้เรียนปฏิบัติในการทำโครงงาน

ไพฑูริย์ สีนลรัตน์ (2557) ได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อฝึกทักษะและคุณลักษณะของผู้เรียนให้มีพื้นฐานทางการคิดประดิษฐ์งานหรือคิดนวัตกรรมการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ การเรียนการสอนแบบเน้นปัญหา (problem-Based Instruction) การเรียนการสอนแบบเน้นกรณีตัวอย่าง (case-Based Instruction) การเรียนการสอนแบบเน้นการวิจัย (research-Based Instruction) การเรียนการสอนแบบเน้นโครงการ (project-Based Instruction) การเรียนการสอนแบบเน้นผลงาน (productivity-Based Instruction) การเรียนการสอนแบบเน้นการทำงาน (work-Based Instruction) และการเรียนการสอนแบบเน้นการทดลอง

(crystal-Based Instruction) ด้วยกระบวนการเหล่านี้ ทักษะและคุณลักษณะที่คาดหวังจึงจะเกิดขึ้นกับผู้เรียนได้ หลักการจัดการเรียนการสอน 7 ประการ ดังนี้

1) **การจัดการเรียนการสอนแบบเน้นปัญหา (problem –Based Instruction)** การจัดการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นฐาน มีลักษณะสำคัญคือผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะการวิเคราะห์กับปัญหา ร่วมกัน กระบวนการในการจัดการเรียนรู้ได้แก่ 1) กำหนดปัญหา 2) ทำความเข้าใจปัญหา 3) ดำเนินการศึกษาค้นคว้า 4) สังเคราะห์ความรู้ 5) สรุปและประเมินค่าของคำตอบ 6) นำเสนอและประเมินผลงาน โดยผู้เรียนเป็นผู้แก้ปัญหาโดยการแสวงหา ข้อมูลใหม่ๆ ด้วยตนเอง การวัดและประเมินผลจากความสามารถในการปฏิบัติของผู้เรียนในขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้และพิจารณาจากผลงานที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้

2) **การจัดการเรียนการสอนแบบเน้นกรณีตัวอย่าง (case-Based Instruction)** การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กรณีตัวอย่างคือการจัดการเรียนรู้ที่ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาเรื่องที่สมมติเพื่อให้ผู้เรียนตอบประเด็นคำถาม และนำคำตอบนั้นมาอภิปรายร่วมกัน มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ และแยกแยะประเด็นปัญหา รู้จักตัดสินใจอย่างมีหลักและมีเหตุผล เสริมสร้างทักษะในการทำงานร่วมกับกลุ่ม และฝึกโอกาสผู้เรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ประสบการณ์ ความรู้สึก และเจตคติซึ่งกันและกัน กรณีตัวอย่างสามารถหาได้จากเรื่องราว เหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน เรื่องราวของบุคคลที่น่าสนใจ คำพูดหรือประโยคที่แสดงให้เห็นถึง ความรู้สึกนึกคิด ที่เกิดขึ้นต่อสิ่งที่ได้พบ และนำมาเป็นตัวอย่างให้ ข้อคิด ข้อวิจารณ์ การอภิปราย อันจะนำไปในการสร้างมโนทัศน์ที่มีเหตุผล ซึ่งประเภทของกรณีตัวอย่างเป็นข่าวหนังสือพิมพ์ เรื่องสั้น รูปภาพ บทสนทนาหรือคำพูด เรื่องราวติดต่อ หรือเรื่องเล่า ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กรณีตัวอย่างเป็นฐานเริ่มจากการนำเข้าสู่บทเรียนจาก สถานการณ์จริงในสังคม ทบทวน ความรู้เดิมแล้วจึงชี้แจงแนวทางการเรียนจากกรณีตัวอย่าง หลังจากนั้นจึงแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อยให้ผู้เรียนศึกษาวิเคราะห์กรณีตัวอย่าง อภิปรายสรุปประเด็นที่ได้จากการศึกษา นำเสนอผล การศึกษาที่น่าสนใจแล้วร่วมกันสรุปองค์ความรู้ อีกครั้งให้เข้าใจชัดเจนขึ้น เพื่อนำองค์ความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงต่อไป

3) **การจัดการเรียนการสอนแบบเน้นการวิจัยหรือใช้วิจัยเป็นฐาน (research-Based Instruction)** คือ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การวิจัยเป็นเครื่องมือหลัก โดยให้ผู้เรียนมีโอกาสใช้กระบวนการวิจัยในการแก้ปัญหาหรือค้นหาคำตอบ วัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนการสอนแบบใช้วิจัยเป็นฐานคือการพัฒนาความรู้ในสาขาวิชาและทักษะการวิจัยของผู้เรียนพร้อมๆ กัน ในกระบวนการแสวงหาความรู้ ผู้สอนจะส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้กระบวนการวิจัยหรือผลการวิจัยเพื่อ

เพิ่มความรู้ โดยอาจใช้กระบวนการวิจัยทั้งหมดหรือบางส่วน โดยผู้สอนจะมีบทบาทในการแนะนำ และส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติการวิจัยเพื่อพัฒนาความรู้ใหม่

4) การเรียนการสอนแบบเน้นโครงการหรือโครงการเป็นฐาน (Project-Based Instruction) เป็นการจัดการเรียนการสอนมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีโอกาสได้ลงมือปฏิบัติจริงให้มากในทุกขั้นตอนที่ให้ออกส่นนักเรียนได้วางโครงการและดำเนินการให้สำเร็จตามความมุ่งหมายของครูจะเป็นผู้กระตุ้นโดยเสนอสถานการณ์ให้นักเรียนเกิดความสนใจ แล้วให้ผู้เรียนได้เลือกประเด็นปัญหาที่จะศึกษาด้วยตนเอง ซึ่งผู้เรียนจะได้คิดวิเคราะห์เรื่องราว

5) การเรียนรู้เชิงผลิตภาพ (productivity - Based Learning) เป็นรูปแบบการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่มีผู้เรียนสร้างผลงาน การจัดการเรียนรู้ที่ดีต้องเป็นกระบวนการที่มีระบบซึ่งจะเปลี่ยนแปลงปัจจัยนำเข้า (input) หมายถึงผู้เรียนให้เป็นปัจจัยนำออก (output) คือผู้เรียนที่มีคุณสมบัติตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้เชิงผลิตภาพคือเพื่อให้ได้องค์ความรู้ใหม่และสามารถบูรณาการ ความรู้ที่ศึกษาทั้งของเดิมและใหม่เข้าด้วยกันผลิตเป็นผลงานของตนเองได้ บทบาทของครูหรือผู้สอนไม่ใช่มีบทบาทการสอนบรรยายให้ความรู้อย่างเดียว แต่เป็นผู้จัดกระบวนการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน และเป็นแบบอย่างในการสร้างผลงานให้เป็นที่ประจักษ์ เป็นผู้นำที่ผลิตผลงานเชิงสร้างสรรค์ (Creative Productive Leader: CPL) เป็นผู้ประสานผู้อำนวยการความสะดวก ผู้ชี้แนะ ผู้จัดกิจกรรม ผู้กระตุ้น ผู้สนับสนุนส่งเสริม เป็นต้น จุดเด่นของการเรียนรู้เชิงผลิตภาพจะเกิดประโยชน์ทั้งผู้สอนและผู้เรียน ผู้สอนได้ทบทวนวิชาการความรู้อยู่เสมอ ได้องค์ความรู้ใหม่ ๆ ในด้านวิชาการและวิชาชีพมาถ่ายทอดให้กับผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอได้สร้างผลงานที่สร้างสรรค์ผลของการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ ทำให้ผู้เรียนใฝ่รู้ตลอดเวลา ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิด ส่งเสริมผู้เรียนในการค้นหาศักยภาพและความถนัดของตนเอง ค้นพบและเจาะลึกความชอบ ความถนัดและความสนใจ ความมุ่งมั่น ทำให้เป้าหมายการเรียนรู้มีประสิทธิภาพและประสิทธิภาพ เมื่อผู้เรียนซึ่งเป็นผลผลิตทางการศึกษามีคุณภาพดีก็ส่งผลดีต่อสังคมและประเทศชาติ

6) การเรียนการสอนแบบเน้นการทำงาน (work-based instruction) การเรียนรู้โดยการใช้การทำงานเป็นฐาน โดยเป็นการผสมผสานระหว่างภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติเข้าด้วยกัน ผู้เรียนจะได้รับความรู้และประสบการณ์จากการปฏิบัติงานจริง ผ่านกระบวนการเรียนรู้ การวิเคราะห์และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ที่สำคัญการเรียนและการปฏิบัติงานจะต้องอยู่ในช่วงเวลาเดียวกัน จนสามารถสังเคราะห์เป็นองค์ความรู้ใหม่ที่น่าสนใจให้เกิดประโยชน์ในการทำงานได้

7) การเรียนการสอนแบบเน้นการตกผลึก (crystal-based instruction)

เป็นการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการอภิปราย การวิเคราะห์ วิพากษ์ผลงานร่วมกับเพื่อน มอบหมายให้ผู้เรียนไปศึกษาวิเคราะห์เอกสาร แนวคิดตามประเด็นที่กำหนด แล้วให้ผู้เรียนพัฒนาแนวคิดในประเด็นต่าง ๆ แยกทีละประเด็น โดยให้ผู้เรียนเขียนประเด็นเหล่านั้นเป็นผลงาน

สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (2554) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาทักษะและความสามารถทางด้านนวัตกรรมของเยาวชน เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาถึงชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยนำความรู้ด้านธุรกิจและการเป็นผู้ประกอบการมาบูรณาการเข้ากับความเข้าใจทางด้าน STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) เพื่อให้คุณครูสามารถนำไปใช้กับนักเรียนได้พัฒนาศักยภาพและสร้างสรรค์ผลงานบนพื้นฐานของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีมิติของการประกอบธุรกิจนวัตกรรมอยู่ด้วย โดยใช้กระบวนการสร้างนวัตกรรม ที่เรียกว่า “STEAM 4 INNOVATOR”

STEAM 4 INNOVATOR หรือแผนการพัฒนาศักยภาพด้านนวัตกรรมสำหรับเยาวชนไทย ที่ต้องการก้าวไปเป็นนวัตกรรม โดยบูรณาการเข้ากับพื้นฐานความรู้ด้าน STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) เพื่อให้เยาวชนได้พัฒนาตนเองผ่านการเรียนรู้ประสบการณ์ด้านธุรกิจนวัตกรรมและการรับคำแนะนำจากผู้ประกอบการจริง เยาวชนจะต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน เพื่อให้มีทักษะ 5I อันเป็นลักษณะเฉพาะของนวัตกรรม ได้แก่ Inspiration มีแรงบันดาลใจ Imagination มีจินตนาการ Ideation มีความคิดริเริ่มหลากหลาย Integration มีความสามารถในการวางแผนเชิงองค์รวม Implementation มีความสามารถในการนำไปปฏิบัติและขยายผล

STEAM4INNOVATOR มีกระบวนการ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 รู้ลึก รู้จริง (Steam + Insight)

เริ่มต้นกระบวนการสร้างสรรค์ธุรกิจนวัตกรรมด้วยการรับรู้สิ่งแวดล่อม สามารถมองเห็นปัญหาที่แท้จริง เข้าถึงมุมมองใหม่ จนสามารถสร้างแรงกระตุ้นให้เกิดความอยากที่จะคิดไอเดียมาต่อยอดสร้างสรรค์เป็นธุรกิจที่สร้างคุณค่า

ขั้นตอนที่ 2 สร้างสรรค์ไอเดีย (Wow Idea)

การต่อยอดความคิดสร้างสรรค์ กำหนดปัญหาและเป้าหมายในการแก้ไขที่ชัดเจน เพื่อให้ได้คำตอบใหม่ที่แตกต่าง สร้างสรรค์ ทำได้จริงและมีคุณค่าเป็นที่ต้องการของกลุ่มเป้าหมายที่กำหนดไว้

ขั้นตอนที่ 3 แผนพัฒนาธุรกิจ (Biz analysis/Prototyping/Biz matching)

การออกแบบแนวคิดและแผนบริหารจัดการทั้งหมด ซึ่งจะเกี่ยวข้องทั้งการเชื่อมโยงคน เทคโนโลยี ทรัพยากร และความหลากหลายไปสู่เป้าหมายที่ทำได้จริง

ขั้นตอนที่ 4 การผลิตและการกระจาย (Production and Diffusion)

การลงมือสร้างผลงานนวัตกรรมและการลงมือทำอย่างจริงจังให้เกิดผลอย่างเป็นรูปธรรมทางธุรกิจ เพื่อกระจายผลผลิตออกสู่ตลาด

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียนสู่การเป็นนวัตกรรมนั้นสามารถใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ได้หลากหลายแนวทาง ไม่ว่าจะเป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM และการจัดการเรียนรู้แบบโดยใช้วิจัยเป็นฐาน ซึ่งผู้วิจัยได้นำการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน มาออกแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะนวัตกรรมให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับที่ไพฑูริย์ สีนลาร์ตน์ (ไพฑูริย์ สีนลาร์ตน์, 2557) ได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน เป็นแนวทางหนึ่งเพื่อฝึกทักษะและคุณลักษณะของนักเรียนให้มีพื้นฐานทางการคิดประดิษฐ์งานหรือมีทักษะนวัตกรรม เนื่องจากกระบวนการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะในการสังเกต ตั้งคำถามในการแสวงหาความรู้ ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมกรเรียนรู้ให้ตั้งอยู่บนฐานของข้อมูลและเหตุผล มีวิจารณญาณ วิเคราะห์ สังเคราะห์ ได้ฝึกการมีปฏิสัมพันธ์ แลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่น ตลอดจนสามารถสร้างสรรค์และเกิดนวัตกรรมได้

5.6 การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO

Taxonomy ที่มีความสัมพันธ์กับทักษะนวัตกรรม

ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหาการวิจัย

ครูออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิเคราะห์เนื้อหาสาระและวัตถุประสงค์ที่จะสอนให้กับนักเรียน โดยฝึกให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาการวิจัย วัตถุประสงค์ในการวิจัยได้ถูกต้อง กระตุ้นให้นักเรียนสนใจ สังเกต อยากรู้อยากหาคำตอบ สอดคล้องกับระดับขั้นการตอบสนองการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy ระดับหลายโครงสร้าง (Multistructural) กล่าวคือ นักเรียนต้องสามารถอธิบาย จำแนก รวบรวมเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนไปสังเกตได้ และนำไปสู่การระบุปัญหาที่สงสัยหรือต้องการหาคำตอบได้

ซึ่งนักเรียนแต่ละคนอาจมีความสามารถอยู่ในระดับของ SOLO Taxonomy ที่แตกต่างกัน ครูผู้สอนทำการประเมินนักเรียนแต่ละคนโดยใช้แบบประเมินความสามารถตามแนวคิด SOLO Taxonomy เพื่อดูว่านักเรียนแต่ละคนนั้นมีความสามารถอยู่ในระดับใด หากนักเรียนคนใดมีความสามารถอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าระดับหลายโครงสร้าง (Multistructural) ต้องมีการพัฒนา นักเรียน โดยใช้วิธีการกลยุทธ์ SOLO+1 เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถไปถึงระดับหลายโครงสร้างที่ได้กำหนดไว้

ขั้นตอนที่ 2 การตั้งสมมติฐาน

ครูจัดกิจกรรมและแหล่งเรียนรู้เพื่อให้ นักเรียนได้เรียนรู้และค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับคำถามวิจัยที่สนใจ ครูและนักเรียนทำงานร่วมกันเพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการคาดคะเนคำตอบสำหรับคำถามวิจัย (สมมติฐานการวิจัย) นักเรียนระดมความคิดเพื่อดูว่าสอดคล้องกับคำถามการวิจัยและวัตถุประสงค์การวิจัยหรือไม่ สามารถทดสอบสมมติฐานได้หรือไม่ และให้นักเรียนเสนอความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของตนเองในการมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์และเขียนสมมติฐานให้ชัดเจนและเหมาะสม สอดคล้องกับระดับขั้นการตอบสนองการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy ระดับความสัมพันธ์ (Relational) กล่าวคือ นักเรียนสามารถคาดเดาคำตอบล่วงหน้าได้ด้วยเหตุผล ร่วมกันวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการคาดคะเนคำตอบปัญหาการวิจัย นำข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากการร่วมกันวิเคราะห์เขียนเป็นสมมติฐานที่ชัดเจนและทดสอบได้

ซึ่งนักเรียนแต่ละคนอาจมีความสามารถอยู่ในระดับของ SOLO Taxonomy ที่แตกต่างกัน ครูผู้สอนทำการประเมินนักเรียนแต่ละคนโดยใช้แบบประเมินความสามารถตามแนวคิด SOLO Taxonomy เพื่อดูว่านักเรียนแต่ละคนนั้นมีความสามารถอยู่ในระดับใด หากนักเรียนคนใดมีความสามารถอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าระดับความสัมพันธ์ (Relational) ต้องมีการพัฒนานักเรียน โดยใช้วิธีการกลยุทธ์ SOLO+1 เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถไปถึงระดับความสัมพันธ์ที่ได้กำหนดไว้

ขั้นตอนที่ 3 การพิสูจน์ทดสอบสมมติฐาน

ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนฝึกคาดคะเนคำตอบหรือสมมติฐานจากสถานการณ์ต่างๆ และให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกัน ครูและนักเรียนทำงานร่วมกันตั้งแต่ต้นเพื่อวิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อนของคำตอบที่คาดการณ์ไว้เพื่อให้ถูกต้องและครบถ้วนที่สุด และให้นักเรียนร่วมกันออกแบบการพิสูจน์สมมติฐานตั้งแต่การสร้างเครื่องมือ อุปกรณ์ที่จะใช้และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อกำหนดขั้นตอนการดำเนินการวิจัย สอดคล้องกับระดับขั้นการตอบสนองการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy ระดับความสัมพันธ์ (Relational) กล่าวคือ นักเรียนได้

ฝึกการคาดคะเนคำตอบหรือสมมติฐานจากสถานการณ์ต่าง ๆ ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ จุดแข็งจุดอ่อนของคำตอบที่คาดคะเนไว้ตั้งแต่เริ่มต้นเพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุด สามารถวางแผนในการรวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานได้ จนได้กระบวนการดำเนินการวิจัยเพื่อทดสอบสมมติฐาน

ซึ่งนักเรียนแต่ละคนอาจมีความสามารถอยู่ในระดับของ SOLO Taxonomy ที่แตกต่างกัน ครูผู้สอนทำการประเมินนักเรียนแต่ละคนโดยใช้แบบประเมินความสามารถตามแนวคิด SOLO Taxonomy เพื่อดูว่านักเรียนแต่ละคนนั้นมีความสามารถอยู่ในระดับใด หากนักเรียนคนใดมีความสามารถอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าระดับความสัมพันธ์ (Relational) ต้องมีการพัฒนานักเรียน โดยใช้วิธีการกลยุทธ์ SOLO+1 เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถไปถึงระดับความสัมพันธ์ที่กำหนดไว้

ขั้นตอนที่ 4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ครูและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือที่ออกแบบมาเพื่อรวบรวมข้อมูลก่อนการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้เกิดข้อบกพร่องหรือข้อผิดพลาดน้อยที่สุด นักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนที่กำหนดในสนาม สามารถรวบรวมข้อมูลได้สอดคล้องกับระดับขั้นการตอบสนองของการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy ระดับความสัมพันธ์ (Relational) กล่าวคือ นักเรียนรู้จักวิธีการแสวงหาแหล่งข้อมูล วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิธีการสร้างเครื่องมือที่เหมาะสม

ซึ่งนักเรียนแต่ละคนอาจมีความสามารถอยู่ในระดับของ SOLO Taxonomy ที่แตกต่างกัน ครูผู้สอนทำการประเมินนักเรียนแต่ละคนโดยใช้แบบประเมินความสามารถตามแนวคิด SOLO Taxonomy เพื่อดูว่านักเรียนแต่ละคนนั้นมีความสามารถอยู่ในระดับใด หากนักเรียนคนใดมีความสามารถอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าระดับความสัมพันธ์ (Relational) ต้องมีการพัฒนานักเรียน โดยใช้วิธีการกลยุทธ์ SOLO+1 เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถไปถึงระดับความสัมพันธ์ที่กำหนดไว้

ขั้นตอนที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นักเรียนนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจได้ ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการวิจัยและผลการวิจัยที่เกิดขึ้น สอดคล้องกับระดับขั้นการตอบสนองของการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy ระดับขยายนามธรรม (Extended Abstract) กล่าวคือ นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจได้ ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ออกแบบไว้ก่อนลงมือทำจริงเพื่อให้เกิดข้อบกพร่องหรือการผิดพลาดน้อยที่สุด และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการวิจัยและผลการวิจัยที่เกิดขึ้น

ซึ่งนักเรียนแต่ละคนอาจมีความสามารถอยู่ในระดับของ SOLO Taxonomy ที่แตกต่างกัน ครูผู้สอนทำการประเมินนักเรียนแต่ละคนโดยใช้แบบประเมินความสามารถตามแนวคิด SOLO Taxonomy เพื่อดูว่านักเรียนแต่ละคนนั้นมีความสามารถอยู่ในระดับใด หากนักเรียนคนใดมีความสามารถอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าระดับขยายนามธรรม (Extended Abstract) ต้องมีการพัฒนา นักเรียน โดยใช้วิธีการกลยุทธ์ SOLO+1 เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถไปถึงระดับขยายนามธรรมที่ได้กำหนดไว้

ขั้นตอนที่ 6 การสรุปผลการวิจัย

นักเรียนนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลมาสรุปผล และนำเสนอผลการวิจัยซึ่งเป็นคำตอบของ ปัญหาการวิจัยหรือได้ความรู้ใหม่ และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลการวิจัยที่อาจไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ตั้งแต่เริ่มต้น โดยการหาสาเหตุ ปัจจัย อุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นและจะแก้ปัญหาอย่างไรต่อไป สอดคล้องกับระดับขั้นการตอบสนองการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy ระดับขยายนามธรรม (Extended Abstract) กล่าวคือ นักเรียนสามารถสรุปผลการวิจัยหรือได้คำตอบของปัญหา มีการร่วมกันอภิปรายผลการวิเคราะห์ข้อมูล และร่วมกันเขียนสรุปผลการวิจัยว่าเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้หรือไม่อย่างไร ถ้าไม่เป็นไปตามสมมติฐานเป็นเพราะเหตุใดและแก้ปัญหาอย่างไร เพื่อฝึกการให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากงานวิจัยที่เกิดขึ้น

ซึ่งนักเรียนแต่ละคนอาจมีความสามารถอยู่ในระดับของ SOLO Taxonomy ที่แตกต่างกัน ครูผู้สอนทำการประเมินนักเรียนแต่ละคนโดยใช้แบบประเมินความสามารถตามแนวคิด SOLO Taxonomy เพื่อดูว่านักเรียนแต่ละคนนั้นมีความสามารถอยู่ในระดับใด หากนักเรียนคนใดมีความสามารถอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าระดับขยายนามธรรม (Extended Abstract) ต้องมีการพัฒนา นักเรียน โดยใช้วิธีการกลยุทธ์ SOLO+1 เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถไปถึงระดับขยายนามธรรมที่ได้กำหนดไว้

โดยในแต่ละขั้นตอนมีความสัมพันธ์และช่วยส่งเสริมทักษะنواتถุของนักเรียน สามารถสรุปได้ดังตาราง

ตาราง 18 ความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy กับทักษะนวัตกรตาราง 18 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy	ทักษะนวัตกร
ขั้นระบุปัญหาการวิจัย สอดคล้องกับระดับขั้นของ SOLO Taxonomy ระดับหลายโครงสร้าง (Multi-structural)	- ทักษะการตั้งคำถาม - ทักษะการสังเกต - ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์
ขั้นตั้งสมมติฐาน สอดคล้องกับระดับขั้นของ SOLO Taxonomy ระดับความสัมพันธ์ (Relational)	- ทักษะการตั้งคำถาม - ทักษะการสังเกต - ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ - ทักษะการเชื่อมโยงความคิด
ขั้นพิสูจน์ทดสอบสมมติฐาน สอดคล้องกับระดับขั้นของ SOLO Taxonomy ระดับความสัมพันธ์ (Relational)	- ทักษะการสังเกต - ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ - ทักษะการทดลอง - ทักษะการเชื่อมโยงความคิด
ขั้นการเก็บรวบรวมข้อมูล สอดคล้องกับระดับขั้นของ SOLO Taxonomy ระดับความสัมพันธ์ (Relational)	- ทักษะการสังเกต - ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ - ทักษะการทดลอง - ทักษะการเชื่อมโยงความคิด
ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล สอดคล้องกับระดับขั้นของ SOLO Taxonomy ระดับขยายนามธรรม (Extended Abstract)	- ทักษะการสังเกต - ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ - ทักษะการทดลอง - ทักษะการเชื่อมโยงความคิด
ขั้นการสรุปผลการวิจัย สอดคล้องกับระดับขั้นของ SOLO Taxonomy ระดับขยายนามธรรม (Extended Abstract)	- ทักษะการสังเกต - ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ - ทักษะการเชื่อมโยงความคิด

จากตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอน การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy กับทักษะนวัตกร จะเห็นได้ว่าในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy มีความสัมพันธ์กับทักษะนวัตกรตามที่ผู้วิจัยสังเคราะห์มาได้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- 1) **ขั้นระบุปัญหาการวิจัย** มีความสัมพันธ์กับทักษะนวัตกรรม ได้แก่ ทักษะการตั้งคำถาม ทักษะการสังเกต และทักษะการมีปฏิสัมพันธ์
- 2) **ขั้นตั้งสมมติฐาน** มีความสัมพันธ์กับทักษะนวัตกรรม ได้แก่ ทักษะการตั้งคำถาม ทักษะการสังเกต ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ และทักษะการเชื่อมโยงความคิด
- 3) **ขั้นพิสูจน์ทดสอบสมมติฐาน** มีความสัมพันธ์กับทักษะนวัตกรรม ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ ทักษะการทดลอง และทักษะการเชื่อมโยงความคิด
- 4) **ขั้นการเก็บรวบรวมข้อมูล** มีความสัมพันธ์กับทักษะนวัตกรรม ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ ทักษะการทดลอง และทักษะการเชื่อมโยงความคิด
- 5) **ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล** มีความสัมพันธ์กับทักษะนวัตกรรม ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ ทักษะการทดลอง และทักษะการเชื่อมโยงความคิด
- 6) **ขั้นการสรุปผลการวิจัย** มีความสัมพันธ์กับทักษะนวัตกรรม ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ และทักษะการเชื่อมโยงความคิด

5.7 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นนวัตกรรม

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูผู้สอนต้องออกแบบกิจกรรมที่สะท้อนการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ และเน้นการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริง โดยดำเนินการ ดังนี้ สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2560, น. 37-38)

- 1) จัดบรรยากาศให้นักเรียนมีส่วนร่วม ได้แสดงความคิดเห็น ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียน
- 2) ลดบทบาทการสอน และการให้ความรู้โดยตรง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในการจัดระบบการเรียนรู้ แสวงหาความรู้ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
- 3) ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้เป็นพลวัต (มีการเคลื่อนไหว/การขับเคลื่อน) ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในทุกกิจกรรม สามารถนำความรู้ความเข้าใจไปประยุกต์ใช้ สามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า และคิดสร้างสรรค์ สิ่งต่าง ๆ โดยเชื่อมโยงกับสภาพแวดล้อมใกล้ตัว ปัญหาของชุมชน สังคม หรือประเทศชาติ
- 4) จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ส่งเสริมให้เกิดความร่วมมือในกลุ่มผู้เรียน
- 5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำทาย เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากวิธีการสอนที่หลากหลาย
- 6) เปิดใจกว้างยอมรับในความสามารถ การแสดงออกและการแสดงความคิดเห็นของผู้เรียน

7) ครูผู้สอนควรคำนึงถึงความถนัดและพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนที่แตกต่างกัน

8) จัดบรรยากาศการเรียนรู้ให้เป็นไปในเชิงบวก ให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น และมีความสุขในการเรียน

รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหล่านี้มีพื้นฐานที่เน้นให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในกระบวนการเรียนรู้ ครูจะเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการเรียนรู้ โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ และกล้าแสดงความคิดเห็นและอภิปราย นอกจากนี้ยังมีการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้เรียนที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้เรียนยังได้ฝึกพัฒนาทักษะต่าง ๆ ที่สามารถนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันอีกด้วย

5.8 ตัวอย่างโรงเรียนนวัตกรรมพัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นนวัตกรรม

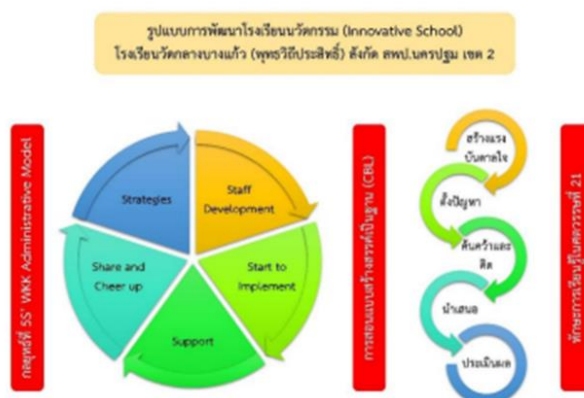
ผลจากการใช้รูปแบบโรงเรียนนวัตกรรมพัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นนวัตกรรมของสำนักงาน คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มเป้าหมายในปี 2561-2562 ยกตัวอย่างภาพความสำเร็จ โรงเรียนประถมศึกษา 2 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนวัดกลางบางแก้ว (พุทธวิถีสถิติ) และโรงเรียน วัดปรังแก้ว โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา 2 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนบ้านห้วยไคร้ สำนักงาน และโรงเรียนบ้านท่าอ่าง

1) โรงเรียนวัดกลางบางแก้ว(พุทธวิถีสถิติ)

การขับเคลื่อนโรงเรียนนวัตกรรม

1) การพัฒนาบุคลากร (ผู้บริหาร ครู และนักเรียน) ให้มีศักยภาพสามารถสร้างสรรค์ นวัตกรรมได้ ส่วนการพัฒนาผู้เรียนให้มีความคิดสร้างสรรค์ สามารถพัฒนานวัตกรรมได้ สร้างการ มีส่วนร่วมการเรียนรู้สู่โรงเรียนนวัตกรรมสร้างสรรค์

2) การพัฒนาระบบงาน (การบริหารจัดการ และระบบสนับสนุน) โดยพัฒนาโรงเรียน ให้เป็นโรงเรียนนวัตกรรมสร้างสรรค์ (Innovative School) พัฒนาการบริหารโรงเรียนให้สนับสนุน และพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศให้ทันสมัย เชื้อต่อการสร้างสรรค์นวัตกรรม



ภาพประกอบ 16 รูปแบบการพัฒนาโรงเรียนนวัตกรรมของโรงเรียนวัดกลางบางแก้ว (พุทธวิถีสระสิทธิ์) ด้วยรูปแบบ 5s WKK Administrative Model
ที่มา : สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2560). แนวการพัฒนาโรงเรียนนวัตกรรมพัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นนวัตกรรมของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

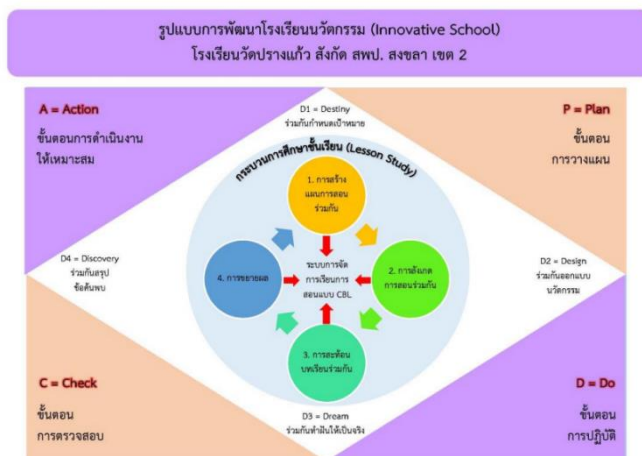


ภาพประกอบ 17 ผลงานรองเท้าแตะแกะลายของนักเรียนโรงเรียนวัดกลางบางแก้ว (พุทธวิถีสระสิทธิ์)

ที่มา : สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2560). แนวการพัฒนาโรงเรียนนวัตกรรมพัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นนวัตกรรมของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ตัวอย่างผลงานนักเรียน “รองเท้าแตะแกะลาย” เป็นงานศิลปะสร้างมูลค่าจากรองเท้าแตะธรรมดาสู่งานสร้างสรรค์ สะท้อนกระบวนการคิดในการออกแบบลวดลายที่ทันสมัย ตรงกับ ความต้องการของลูกค้าทำให้สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ สร้างรายได้ระหว่างเรียน

2) โรงเรียนวัดปรางแก้ว ได้รูปแบบ WATPRAGKEAW Model ดังนี้



ภาพประกอบ 18 รูปแบบการพัฒนาโรงเรียนนวัตกรรมของโรงเรียนวัดปรางแก้ว

ที่มา : สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2560). แนวทางการพัฒนาโรงเรียนนวัตกรรมพัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นนวัตกรรมของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

การขับเคลื่อนโรงเรียนนวัตกรรม

- 1) สร้างความรู้ความเข้าใจกับครูและผู้เกี่ยวข้อง โดยการประชุมชี้แจงครู บุคลากร นักเรียน ชุมชน ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย
- 2) วิเคราะห์จุดเด่น จุดด้อยของโรงเรียนตามกรอบ 5 ด้านของโรงเรียนแห่งนวัตกรรม ต้นแบบ
- 3) พัฒนาครูให้มีความรู้และมีเทคนิคในการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลาย
- 4) จัดหลักสูตรที่เน้นทักษะความคิดต้นแบบและเป็นนวัตกรรม มีคุณธรรม จริยธรรม และมีจิตอาสา
- 5) สร้างความตระหนัก และส่งเสริมให้มีการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ (Creativity Based Learning: CBL) หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และบูรณาการในรายวิชา พื้นฐาน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้
- 6) จัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนสอดคล้องกับความต้องการ และความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน เน้นทักษะกระบวนการ (Creativity Based Learning: CBL) และจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการอย่างหลากหลาย

7) ผู้บริหารเป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลง ผู้ปกครองและชุมชนมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาของโรงเรียน



ภาพประกอบ 19 ผลงานฟักข้าวโรงเรียนหนูของนักเรียนโรงเรียนวัดปรางแก้ว

ที่มา : สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2560). แนวทางการพัฒนาโรงเรียนนวัตกรรมการพัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นนวัตกรรมของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ตัวอย่าง ผลงานนักเรียน ได้แก่ “ฟักข้าวโรงเรียนหนู” ได้ทำการแปรรูปฟักข้าวในรูปแบบ ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อการอุปโภค บริโภค ได้แก่ ข้าวเกรียบฟักข้าว น้ำฟักข้าว สบู่ฟักข้าว แยมฟักข้าว ไอศกรีมฟักข้าว ลูกกี้ฟักข้าว ครีมหาทิผิวฟักข้าว เป็นต้น

3) โรงเรียนบ้านห้วยไคร้ได้นำอำนวยการพัฒนาโรงเรียนนวัตกรรมการ

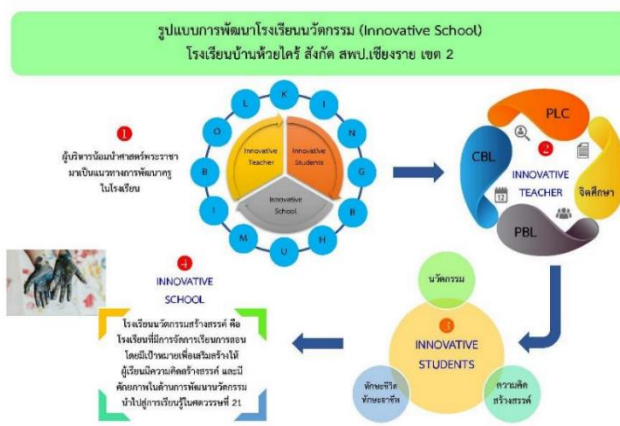
การขับเคลื่อนโรงเรียนนวัตกรรม

- 1) ทบทวนกระบวนการพัฒนาโรงเรียนนวัตกรรมสร้างสรรค์ในช่วงที่ผ่านมา
- 2) ประชุมเชิงปฏิบัติการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสร้างความรู้ความเข้าใจคณะครูและบุคลากรทางการศึกษาในเรื่องแนวทางการพัฒนาโรงเรียนนวัตกรรม (Innovative School) ต้นแบบ
- 3) ขับเคลื่อนพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาให้เป็นครูแห่งนวัตกรรม
- 4) นิเทศ กำกับ ติดตามการขับเคลื่อนการพัฒนาโรงเรียนนวัตกรรม (Innovative School)
- 5) จัดนิทรรศการนำเสนอผลการใช้รูปแบบกานำอำนวยการพัฒนาโรงเรียนนวัตกรรม (Innovative School) ต้นแบบ

6) ประเมินและสรุปผลการดำเนินการพัฒนาโรงเรียนนวัตกรรม (Innovative School)

ต้นแบบ

7) เผยแพร่ ประชาสัมพันธ์ผลการดำเนินการขยายผลสู่เครือข่ายและสาธารณชน



ภาพประกอบ 20 รูปแบบการพัฒนาโรงเรียนนวัตกรรมของโรงเรียนบ้านห้วยไคร้ ด้วย

KING BHUMIBOL Model

ที่มา : สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2560). แนวทางการพัฒนาโรงเรียนนวัตกรรมพัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นนวัตกรรมของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน



ภาพประกอบ 21 ผลงานร้านกาแฟ Q-Coffee ของนักเรียนโรงเรียนบ้านห้วยไคร้

ที่มา : สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2560). แนวทางการพัฒนาโรงเรียนนวัตกรรมพัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นนวัตกรรมของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ตัวอย่าง ผลงานนักเรียน ได้แก่ “กาแฟ Q-Coffee เชียงดา ชาพื้นบ้านสานต่อความดี” โดยการนำผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรในท้องถิ่น เช่น กาแฟ ชา มาประกอบอาชีพสร้างเสริมรายได้ให้กับนักเรียนสร้างสถานประกอบการประเภทร้านอาหารกาแฟในสถานศึกษา น้อมหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาใช้ในการบริหารจัดการสถานศึกษา การจัดการเรียนรู้ของครู และการเรียนรู้ของผู้เรียน

4) โรงเรียนบ้านท่าอ่าง

การขับเคลื่อนโรงเรียนนวัตกรรม

- 1) สร้างความเข้าใจ สร้างความตระหนัก สร้างแรงบันดาลใจ
- 2) กำหนดเป้าหมาย วางแผนพัฒนาร่วมกัน
- 3) พัฒนาบุคลากร ให้ความรู้เกี่ยวกับการสอนแบบ Active Learning และนวัตกรรม
การเรียนรู้
- 4) ดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผน ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสร้างสรรค์
(Creative teaching CPS plus)
- 5) พัฒนา ปรับปรุง สรุป ประเมินผล
- 6) ต่อยอดนวัตกรรมที่เกิดจากผลเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน
- 7) เผยแพร่สู่สาธารณชน เช่น จัดแสดงนิทรรศการ เผยแพร่บนเครือข่าย การ
แลกเปลี่ยนเรียนรู้



ภาพประกอบ 22 รูปแบบการพัฒนาโรงเรียนนวัตกรรมของโรงเรียนบ้านท่าอ่างแบบ CPS plus : Tha-ang Innovative School

ที่มา : สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2560). แนวทางการพัฒนาโรงเรียนนวัตกรรมพัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นนวัตกรรมของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ตัวอย่าง ผลงานนักเรียน ได้แก่ “สนุกกับดินปั้น สร้างสรรค์งาน” โดยนำภูมิปัญญาและปราชญ์ในท้องถิ่นที่มีวิถีชีวิตในการประกอบอาชีพด้วยการทำเครื่องปั้นดินเผาเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของชุมชนมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบลวดลายตามความต้องการคนรุ่นใหม่ สนองตอบการนำไปใช้ ประโยชน์และการตกแต่งเพื่อความสวยงาม และสามารถผลิตลวดลายได้ตามความต้องการลวดลายของ ผู้ซื้อเป็นหลักจึงสามารถเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ได้มากกว่าลวดลายธรรมดาที่วางจำหน่ายอยู่ทั่วไปในร้านค้าของชุมชน

5.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เจนจิรา สันติไพบุลย์ (2561) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิด STEAM ร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการและความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 วัตถุประสงค์การวิจัยคือ 1) เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพ 2) เพื่อศึกษาความสามารถในการ สร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับการสอน เชิงผลิตภาพ 3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ต่อกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิด STEAM ร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการประเมินทักษะกระบวนการ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพ มีเกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับดี 2) ความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการ เรียนรู้ตามแนวคิดSTEAM ร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพ มีเกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับดีมาก 3) ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ต่อกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิด STEAM ร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพ นักเรียนมีความชื่นชอบในการเรียน และมีความต้องการที่จะเรียนในโอกาสต่อไปเป็นส่วนมาก

ถนอมขวัญ วิบูลย์ธนสาร (2561) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พันธะเคมีโดยใช้สถานการณ์ปัญหา ขยะล้นเมือง โดยมีความมุ่งหมายของการวิจัย คือ 1) พัฒนาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง พันธะเคมีเพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test for Dependent Samples 3) เพื่อเปรียบเทียบทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test for Independent Samples 4) ศึกษาทักษะในศตวรรษที่

21 ด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม และการสื่อสารและการร่วมมือทำงาน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดนครนายก จำนวน 2 ห้องเรียน ที่ได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษา 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) 1 ห้องเรียน ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง พันธะเคมีมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 74.79/70.47 ซึ่ง เป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 70/70 ที่กำหนดไว้ 2) กลุ่มทดลองมีทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการเรียนรู้ และนวัตกรรม ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) กลุ่มทดลองมีทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการเรียนรู้ และนวัตกรรม ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสูงกว่ากลุ่มควบคุม 4) กลุ่มทดลองมีทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการเรียนรู้ และนวัตกรรม ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม และการสื่อสารและการร่วมมือทำงานอยู่ในระดับดีมาก

ปรัชญา ชี้อัสตย์ (2563) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับโครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์หุ่นกระบอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น วัตถุประสงค์การวิจัยคือ 1) เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการในการพัฒนาชุดกิจกรรม พัฒนาผู้เรียน 2) เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน 3) เพื่อทดลองใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน 4) เพื่อประเมิน และปรับปรุงชุดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ นนทบุรีที่ลงทะเบียนในรายวิชาการกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ชุมนุ่มหุ่นกระบอก ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 37 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการนักเรียนและผู้ที่เกี่ยวข้อง ต้องการให้ชุดกิจกรรมมี ลักษณะเป็นเล่ม แยกหน่วยการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์มีการใช้สื่อเทคโนโลยีมีองค์ประกอบตามหลักทฤษฎีในการ สร้างชุดกิจกรรม จัดกิจกรรมการเรียนโดยครูประจำห้องเรียน ตลอดจนศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมด้วยตนเองด้วย และมีการวัดและประเมินผลโดยครูเพื่อน และตนเอง 2) ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน มีรูปแบบเป็นเล่ม ประกอบด้วย หน้าปก คำนำ สารบัญ คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนสำหรับนักเรียน หลักการและแนวคิด กระบวนการจัดการเรียนการสอน ใบความรู้และใบงาน 3) ผลการทดลองใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน จำนวน 18 คาบ ตาม แนวคิด STEAM ร่วมกับโครงงานเป็นฐาน 6 ขั้นตอน พบว่านักเรียนเกิดคุณลักษณะความเป็นนวัตกรรม สามารถ

ออกแบบและสร้างสรรค์ได้เหมาะสมกับเรื่อง ปลาบู่ทอง 4) ผลการประเมินและปรับปรุงชุดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน พบว่า (1) ความเป็นนวัตกรรมของนักเรียน อยู่ในระดับมาก (2) ผลงานสร้างสรรค์หุ่นกระบอกของนักเรียน อยู่ในระดับดีมาก และ (3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน อยู่ในระดับมาก

พิชญา กล้าหาญ และ วิสูตร โพธิ์เงิน (2564) พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดกระบวนการคิดเชิงออกแบบร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ โครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดกระบวนการคิดเชิง ออกแบบร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน 2) เพื่อประเมินความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนหลังจากจัดกิจกรรมเรียนรู้ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดกระบวนการคิดเชิงออกแบบร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาด้วยการเลือกแบบเจาะจง ผลการวิจัย พบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดกระบวนการคิดเชิงออกแบบร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน มีลักษณะมุ่งเน้นให้นักเรียนทำความเข้าใจกับปัญหาโดยผ่านการสัมภาษณ์ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา อาศัยการทำงานร่วมกัน มีการวางแผนดำเนินการ ค้นคว้า วิเคราะห์ เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ พัฒนาเป็นชิ้นงานหรือผลงานเพื่อแก้ปัญหาโดยอาศัยความรู้และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.28/83.86 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 2) ผลการประเมินความเป็นนวัตกรรมอยู่ในระดับดี และผลงานของนักเรียนอยู่ในระดับดี 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดกระบวนการคิดเชิงออกแบบร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานภาพรวมอยู่ในระดับมาก

Ruth V. Small, PhD, และ L. Douglas Meredith (2014, p. 2-36) ได้ศึกษาเกี่ยวกับทัศนคติต่อการสร้างนวัตกรรมการสนับสนุนที่สร้างแรงบันดาลใจของครู และความต้องการข้อมูลในระหว่างกระบวนการสร้างนวัตกรรมของนวัตกรรมน้อยในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า โรงเรียนและห้องสมุด เป็นสถานที่ที่ส่งเสริมความอยากรู้ อยากเห็น การศึกษาค้นคว้าข้อมูลในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียน นอกจากนี้ยังพบว่าครูและบรรณารักษ์สามารถเป็นพี่เลี้ยงด้านนวัตกรรมให้นักเรียนได้ โดยให้การสนับสนุนข้อมูลและแรงจูงใจในการสร้างสรรค์นวัตกรรมในระหว่างกระบวนการสร้างนวัตกรรมของนักเรียน

Firma Yudha, Dafik, และ Nanik Yuliaty (2018, p. 163-176) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์และทักษะนวัตกรรมต่อเรื่อง locating dominating set โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐาน (Research Based Learning) ตัวอย่างคือ นักเรียนจำนวน 34 คน ใช้การวิเคราะห์เชิงคุณภาพเพื่อกำหนดระดับของทักษะการคิดสร้างสรรค์และทักษะนวัตกรรม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียน 34 คน มีนักเรียน 3 คนที่ได้รับการคัดเลือกให้เป็นตัวแทน มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในระดับ 4, 3 และ 2 นักเรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ในบรรดานักเรียนทั้ง 3 คน ได้มีการวิเคราะห์ผลการทดสอบระหว่างการประชุม 3 ครั้ง ผลปรากฏว่าไม่มีนักเรียนคนใดได้คะแนนแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 0 คะแนน หมายความว่านักเรียนมีความเชี่ยวชาญในการคิดเชิงสร้างสรรค์และทักษะนวัตกรรมในการแก้ปัญหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับ locating dominating set

S.N. Azizah, Dafik, และ Susanto (2018, p. 74-82) ได้พัฒนาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนในการแก้ปัญหาแบบเปิด โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery Based Learning) ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการเรียนรู้ของการเรียนรู้แบบค้นพบช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนในการแก้ปัญหาปลายเปิดโดยคะแนน t-test ที่แตกต่างกันเล็กน้อยระหว่างคะแนนก่อนการทดสอบของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง [$t(48) = -6.897, p > 0.005$] ผลลัพธ์หลังการทดสอบ คะแนนของกลุ่มควบคุม 71.88 (SD = 5.944) และกลุ่มทดลอง 83.88 (SD = 6.110) ดังนั้นจึงแสดงว่า คะแนนหลังการทดสอบเฉลี่ยทั้งสองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ [$t(48) = -12.00, p < 0.005$] แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนเพื่อแก้ปัญหาปลายเปิดได้

Hafid, Rosmalah, และ Rukayah (2019) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษา โดยใช้สื่อสื่อกิจกรรมการเรียนการสอนทางภาษาที่อยู่บนพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างการทดลองคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 20 คน ผลการศึกษาพบว่าสื่อกิจกรรมการเรียนการสอนทางภาษาที่อยู่บนพื้นฐานวิทยาศาสตร์สามารถช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนอยู่ในระดับดีมาก

Lore BROSENS และ Marina EMMANOUIL (2019) ได้ศึกษาวิจัยการสร้างทักษะกระบวนการทำงานและการสร้างนวัตกรรมผ่านนวัตกรรมวัสดุ โดยมีตัวอย่างคือนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาจำนวน 12 คน อายุระหว่าง 9 – 12 ปี ในประเทศเบลเยียม โดยได้ทำการศึกษาวัสดุที่เรียกว่าไมซีเลียม ซึ่งเป็นวัสดุธรรมชาติที่มีเชื้อราเป็นส่วนประกอบ ปัจจุบันถูกนำมาใช้เป็น

นวัตกรรมใหม่ในการใช้งานที่ยั่งยืน เป็นวิธีการสอนพื้นฐานทางวิศวกรรมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนต้นผ่านเครื่องมือการเรียนรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นเอง นักเรียนพัฒนาโครงสร้างสามมิติของตนเองเพื่อสร้างสนามเด็กเล่นที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ หรือที่เรียกว่า 'Grow-It-Yourself' โดยใช้ไมซีเลียมเป็นส่วนประกอบหลัก บทความวิจัยนี้อยู่ระหว่างการทดลองว่า ไมซีเลียมเป็นนวัตกรรมวัสดุที่สามารถนำมาใช้เป็นสื่อในการสร้างนวัตกรรมระดับประถมศึกษาผ่านแนวทางการเรียนรู้โดยการออกแบบได้อย่างไร ข้อเสนอแนะในระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองจะสะท้อนกลับไปให้ครูผู้สอนเพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM ได้อีกด้วย

Sulistiyono และคนอื่น ๆ (2020, p. 1-13) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์และทักษะนวัตกรรมของนักเรียนเรื่อง rainbow antimagic coloring โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาทักษะความคิดสร้างสรรค์และทักษะนวัตกรรมของนักเรียนในเรื่อง rainbow antimagic coloring ด้วยจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาระดับอุดมศึกษาในภาคการศึกษาที่ 4 กลุ่มทดลอง 41 คนและกลุ่มควบคุม 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบ แบบสังเกตและแบบสัมภาษณ์ ใช้วิธีเชิงคุณภาพเพื่อวิเคราะห์จากการสังเกต วิจัย และพัฒนา ในขณะที่ใช้วิธีเชิงปริมาณเพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างในผลทักษะการคิดสร้างสรรค์และทักษะนวัตกรรมของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานมีคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์และทักษะนวัตกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะนวัตกรรมพบว่าในประเทศไทยได้มีงานวิจัยที่นำแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ STEAM นำมาออกแบบเป็นชุดกิจกรรม หรือนำมาช่วยในการสอนเชิงผลิตภาพ หรือร่วมกับการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาส่งเสริมทักษะนวัตกรรมให้กับผู้เรียน ในต่างประเทศมีงานวิจัยที่นำการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery Based Learning) มาพัฒนาทักษะนวัตกรรมและทักษะการคิดสร้างสรรค์ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับทัศนคติและความต้องการในกระบวนการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในประเทศสหรัฐอเมริกาอีกด้วย จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศทำให้เห็นว่่างานวิจัยได้ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้ร่วมมีส่วนร่วม ได้ลงมือคิดและปฏิบัติจริง เพื่อพัฒนาทักษะนวัตกรรมให้กับผู้เรียน ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญและจำเป็นในศตวรรษที่ 21

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและตัวอย่าง
2. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง
3. เวลาที่ใช้ในการทดลอง
4. แบบแผนการทดลอง
5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
6. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
7. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
8. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร คือ นักเรียนระดับประถมศึกษาชั้นที่ 2 โรงเรียนขนาดเล็กในอำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี มีจำนวนทั้งหมด 19 โรงเรียน 19 ห้องเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปทุมธานีเขต 1 ใน ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2566 จำนวน 209 คน

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดลาดหลุมแก้ว อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เหตุผลในการเลือกตัวอย่างคือ โรงเรียนวัดลาดหลุมแก้วเป็นโรงเรียนในสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งจัดการเรียนรู้โดยยึดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีจำนวนนักเรียนในห้องเรียนไม่แตกต่างกัน เฉลี่ยประมาณ 10-20 คนต่อ 1 ห้องเรียน นอกจากนี้ผลการทดสอบความสามารถพื้นฐานของผู้เรียนระดับชาติ (National Test : NT) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2565 ผลคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 75.98 ซึ่งใกล้เคียงกับโรงเรียนขนาดเล็กอื่น ๆ ในอำเภอลาดหลุมแก้วที่จะมีค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 ผู้วิจัยกำหนดขนาดตัวอย่างด้วยการคำนวณจากโปรแกรม G*Power Version 3.1.9.7 โดยกำหนดสถิติ Means

: Wilcoxon Signed Ranks Test และประเภทการวิเคราะห์อำนาจการทดสอบ โดยผู้วิจัยเลือกการกำหนดขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมก่อนการวิจัย (A priori: Compute required sample size – given α , and effect size) การทดสอบแบบทางเดียว (One tail) ผู้วิจัยกำหนดค่าขนาดอิทธิพลจากงานวิจัยของ Sulistiyono (Sulistiyono และคนอื่น ๆ, 2020) ตัวจัดกระทำคือการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัย เป็นฐาน ตัวแปรตามคือทักษะนวัตกรรม ได้ค่าขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.89 กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05 และระบุอำนาจการทดสอบที่ 0.95 ทำให้ได้จำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 16 คน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เพิ่มขนาดตัวอย่างอีก 1 คน รวมเป็นจำนวนทั้งสิ้น 17 คน เพื่อเป็นการป้องกันอัตราการขาดหายของตัวอย่างและเพื่อให้ผู้วิจัยสามารถปฏิบัติการทดลองในสถานการณ์จริงได้ เนื่องจากนักเรียนในห้องมีทั้งหมด 17 คน

แบบแผนการทดลอง

การใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์และทักษะนวัตกรรมของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เป็นการวิจัยแบบแผนการทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental design) ตามแบบแผนการทดลอง 1 กลุ่มวัดก่อนและหลัง (One group pretest – posttest design) (Babbie, 2021)

E	Obs ₁	T _x	Obs ₂
---	------------------	----------------	------------------

(Babbie, 2021)

เมื่อ	E	คือ	นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2
	T _x	คือ	การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy
	Obs ₁	คือ	การทดสอบก่อนเรียน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้
	Obs ₂	คือ	การทดสอบหลังเรียน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะนวัตกรรมหลังการจัดการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัสดุ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัสดุ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2
3. แบบประเมินทักษะนวัตกรรม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เป็นการให้คะแนนแบบรูบรีค และมีการบันทึกข้อมูลที่เกิดขึ้นได้แบบปลายเปิด

ในการควบคุมความแปรปรวนในการออกแบบการวิจัย ผู้วิจัยควบคุมความแปรปรวนในการวิจัยโดยใช้หลัก MAX MIN CON ดังนี้

1. การทำให้ความแปรปรวนของตัวแปรทดลองมีค่าสูงสุด (Maximize systematic variance) ดำเนินการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy ให้มีความชัดเจน มีการกำหนดระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ก่อนที่จะทำการสอบหลังเรียนจากงานวิจัยที่ใกล้เคียงกัน คือ งานวิจัยของปรัชญา ชื่อสัตย์ ที่ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับโครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์หุ่นกระบอก (ปรัชญา ชื่อสัตย์, 2563) ใช้เวลา 18 คาบ และงานวิจัยของอลิสา ราชวัตร ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE เพื่อ พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ (อลิสา ราชวัตร, 2558) ใช้เวลา 22 คาบ

2. การทำให้ความแปรปรวนอันเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนมีค่าต่ำสุด (Minimization of error variance) โดยการออกแบบเครื่องมือให้มีประสิทธิภาพและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมืออย่างครบถ้วนสมบูรณ์ ทั้งแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัสดุ แบบประเมินทักษะนวัตกรรม ที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ เพื่อลดความคลาดเคลื่อนระหว่างการทดลอง และมีการพิจารณาสถิติในการวิเคราะห์ให้เหมาะสมกับข้อมูลและระดับการวัด

3. การควบคุมอิทธิพลของตัวแปรแทรกซ้อนไม่ให้มีผลต่อตัวแปรตาม (Control of extraneous systematic variance) พยายามควบคุมตัวแปรภายนอกที่อาจจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะนวัตกรรม โดยมีการสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ก่อนเรียนและหลังเรียน และใช้ครูผู้สอนคนเดียวกันตลอดการดำเนินการวิจัย เพื่อลดปัจจัยแทรกซ้อนที่เกิดจากบุคลิกภาพและเทคนิคการสอนเฉพาะตัวของครูผู้สอน

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องวัตถุและสมบัติของวัสดุ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แผนจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องวัตถุและสมบัติของวัสดุ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้และตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีหลักการจากเอกสารทางวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์และทักษะนวัตกรรม

3. วิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหา เพื่อนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

4. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์และทักษะนวัตกรรม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยมีแนวทางการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ 1) พิจารณาเนื้อหาสาระการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการวิจัยและความเหมาะสมด้านเวลา 2) กำหนดลำดับเนื้อหาให้สอดคล้องกับขั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน 3) วิเคราะห์และกำหนดระดับขั้นของ SOLO Taxonomy ที่ต้องการพัฒนาให้นักเรียนบรรลุผลในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน 4) วิเคราะห์และกำหนดว่าในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy นักเรียนจะได้ฝึกทักษะนวัตกรรมด้านใดบ้าง 5) ออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนโดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy โดยในขั้นสุดท้ายของการจัดการเรียนรู้แต่ละคาบจะมีการให้นักเรียนประเมินตนเองโดยการทำสัญญาณมีว่าตนเองมีความรู้ความเข้าใจอยู่ในระดับใดของ SOLO Taxonomy ดังภาพประกอบ 23



ภาพประกอบ 23 แนวทางการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้ ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบเพื่อขอคำแนะนำ หลังจากนั้นนำไปปรับปรุงแก้ไข

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนา แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 คน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีวิจัย เป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy จำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้าน ทักษะนวัตกรรม จำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 1 คน เพื่อดูความ เหมาะสมของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ และความสอดคล้องของรูปแบบกิจกรรม ก่อนนำไปใช้ ประกอบการจัดการเรียนการสอน

7. นำผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ จากผู้เชี่ยวชาญมา วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ตามคุณภาพและความเหมาะสม ของค่าเฉลี่ยจาก

มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคอร์ท์ (Likert) ซึ่งมี 5 ระดับ มี ค่าตั้งแต่ 1.00 ถึง 5.00

คะแนนเฉลี่ย	ความหมาย
4.51 – 5.00	มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.51 – 4.50	มีความเหมาะสมมาก
2.51 – 3.50	มีความเหมาะสมปานกลาง
1.51 – 2.50	มีความเหมาะสมน้อย
1.00 – 1.50	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

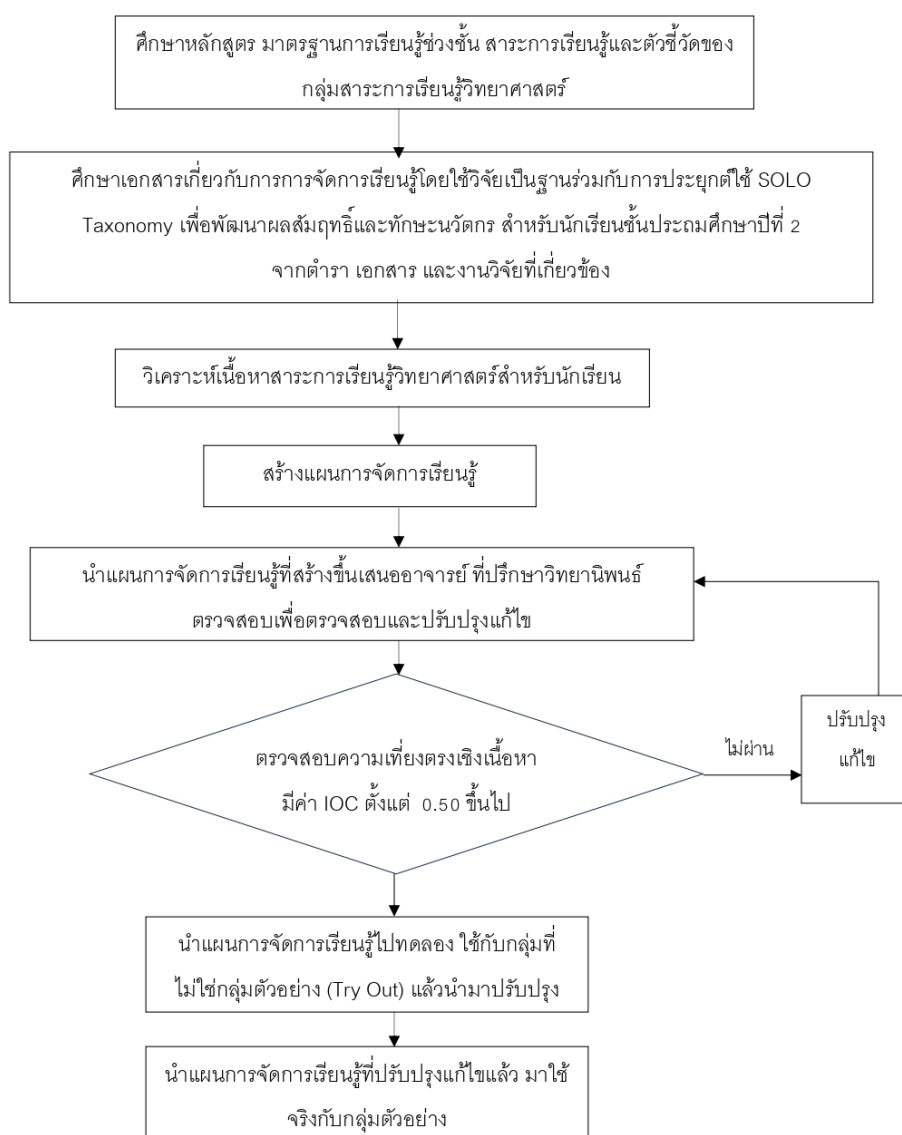
โดยที่ค่าเฉลี่ยระดับความเหมาะสมมีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป เป็นเกณฑ์ ยอมรับว่าแผนการจัดการเรียนรู้สามารถนำไปใช้ได้ แต่ถ้าไม่เป็นไปตามเกณฑ์ นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไข แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบจนผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับได้ถึงจะใช้แผนการจัดการเรียนรู้ในการทดลองได้ โดยมีค่าเฉลี่ย (\bar{x}) 4.88 - 4.94 ซึ่งมีความเหมาะสมมากที่สุด

8. ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ

9. นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะและให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้ง เพื่อความสมบูรณ์ของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

10. นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดบัวขวัญ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปทุมธานี เขต 1 จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและมีพื้นฐานความรู้ความสามารถและสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อศึกษาความเหมาะสมด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ด้านระยะเวลา และผลกระทบด้านอื่นๆ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขโดยทำการทดลองใช้จำนวน 3 แผน ผลจากการนำแผนไปทดลองใช้พบว่า สามารถนำไปใช้ในการสอนสภาพจริงได้ นักเรียนให้ความร่วมมือและกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมดี และสามารถบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ในแผนนั้น ๆ ได้

11. นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องวัตถุและสมบัติของวัสดุ ซึ่งมีทั้งหมด 16 แผน ใช้ระยะเวลา 8 สัปดาห์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วมาใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการสร้างเครื่องมือให้มีคุณภาพดังนี้ สำหรับรายละเอียดการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้มีดังนี้ ดังแสดงในภาพประกอบ



ภาพประกอบ 24 ขั้นตอนในการสร้างแผนจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องวัตถุและสมบัติของวัสดุ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วัตถุประสงค์ของวัสดุ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัตถุประสงค์ของวัสดุ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้าง ผู้วิจัยได้กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องวัตถุประสงค์ของวัสดุ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy

2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คู่มือครูและแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื้อหาที่ใช้คือเรื่อง วัตถุประสงค์ของวัสดุ นำมาสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้

3. วิเคราะห์ชื่อเรื่อง ตัวชี้วัด เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องวัตถุประสงค์ของวัสดุ เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบให้เหมาะสม และสร้างตารางโครงสร้างของแบบทดสอบตามแนวคิด SOLO Taxonomy

ตาราง 19 โครงสร้างของแบบทดสอบตามแนวคิด SOLO Taxonomy

เนื้อหา	ระดับความรู้ความเข้าใจ					รวม(ข้อ)
	น้ำหนัก ความสำคัญ ของเนื้อหา	ระดับ โครงสร้าง เดียว	ระดับหลาย โครงสร้าง	ระดับ ความสัมพันธ์	ระดับขยาย นามธรรม	
1. สมบัติการดูดซับน้ำ ของวัสดุ	2	1	2	2	-	(5)
2. การทำวัตถุโดยใช้ สมบัติการดูดซับน้ำ	1	-	-	2	-	(2)
3. สมบัติของวัสดุที่ ผสมกัน	1	1	-	1	-	(2)
4. การทำวัตถุในการใช้ งานตามวัตถุประสงค์	3	1	3	3	2	(9)
5. การนำวัสดุที่ใช้แล้ว กลับมาใช้ใหม่	1	-	-	2	-	(2)
รวม		3	5	10	2	20

4. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัสดุ แบบปรนัยแบบเลือกตอบ มีคำตอบ 3 ตัวเลือก เกณฑ์ให้คะแนน ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน จำนวน 38 ข้อ เพื่อเลือกใช้จริง 20 ข้อ เนื้อหาที่ 4 การทำวัตถุในการใช้งานตามวัตถุประสงค์ กำหนดจำนวนข้อ 9 ข้อ ซึ่งมีจำนวนข้อมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อหาอื่น ๆ เนื่องจากผู้วิจัยให้ความสำคัญและเห็นว่าเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยากสำหรับนักเรียนและต้องการวัดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหานี้มากที่สุด

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัสดุ ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสมและนำมาปรับปรุงแก้ไขในรายการประเมิน

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัสดุ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน และการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy จำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านทักษะนวัตกรรม จำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 1 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยการนำแบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัสดุ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านพิจารณาลงความเห็นและให้คะแนนเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขโดยมี เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+ 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อความไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

แล้วนำคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) จากสูตร

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัสดุ

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

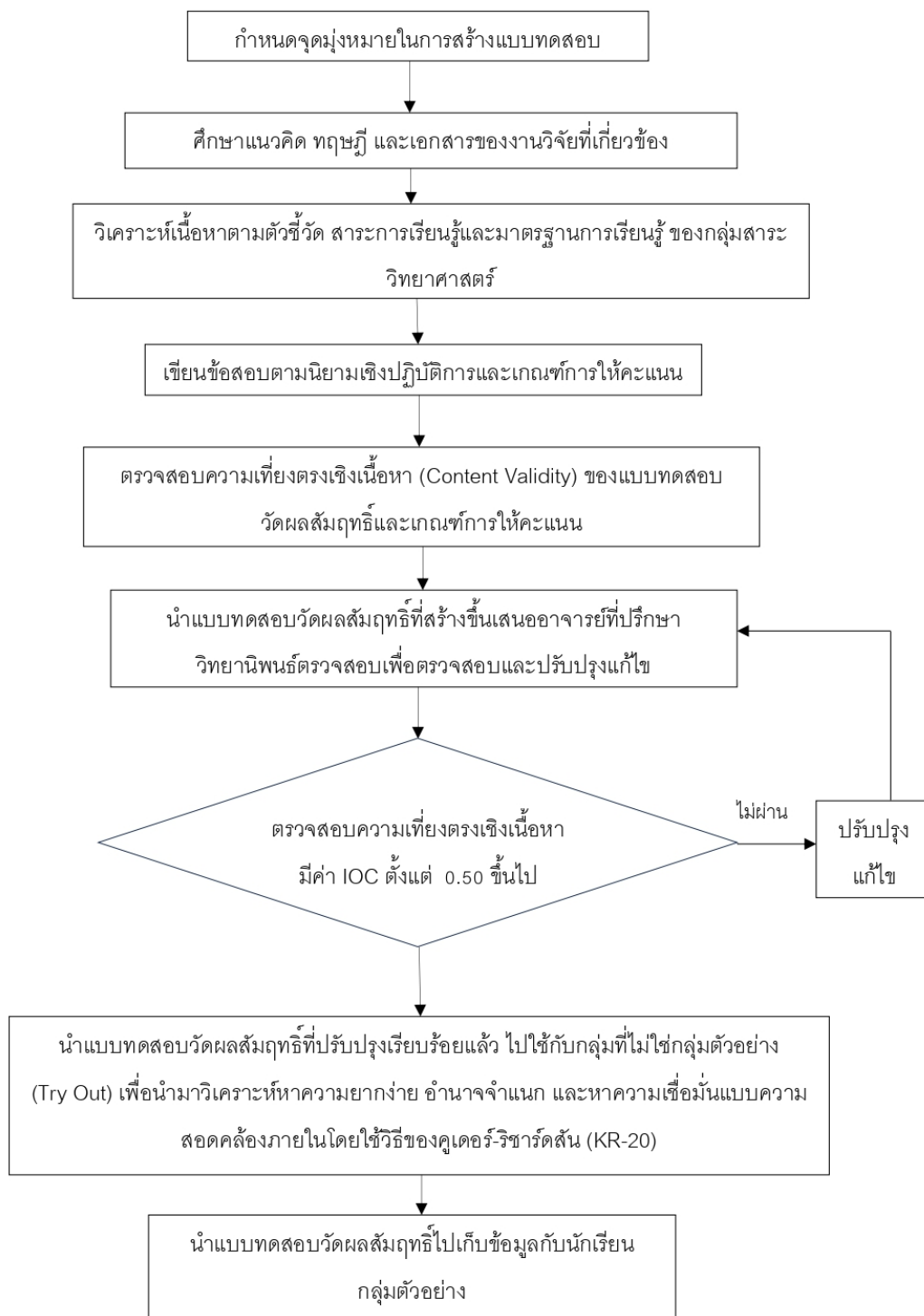
หากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่คำนวณได้มีค่า ≥ 0.50 ขึ้นไป แสดงว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัสดุใช้ได้ มีความสอดคล้องหรือเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้

7. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัสดุมาปรับปรุงแก้ไข ในประเด็นที่ผู้เชี่ยวชาญ เสนอแนะ เพื่อความสมบูรณ์ของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยก่อนนำไปใช้ พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.34-1.00 ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงคือ จากข้อสอบ 38 ข้อ มี 1 ข้อ ไม่ผ่านค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) คือได้ 0.34 ผู้วิจัยจึงดำเนินการตัดข้อสอบนั้นออกไป และผู้เชี่ยวชาญให้ปรับแก้การใช้ถ้อยคำในข้อสอบ เพื่อให้เกิดความชัดเจนมากยิ่งขึ้น เมื่อตัดข้อสอบที่ไม่ผ่านออกไปแล้วนั้น ทำให้เหลือข้อสอบทั้งหมด 37 ข้อ และค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00

8. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัสดุ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดบัวขวัญ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปทุมธานี เขต 1 จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและมีพื้นฐานความรู้ ความสามารถ และสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง นำผลจากการทดลองใช้ มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และเลือกข้อ ที่มีค่าระหว่าง 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งมีข้อที่ผ่านเกณฑ์ทั้งหมด 28 ข้อ โดยมีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.32-0.98 และมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ อยู่ระหว่าง 0.21-0.57 ผู้วิจัยคัดเลือกให้เหลือเพียง 20 ข้อ เพื่อไม่ให้เกิดความเหนื่อยล้ากับตัวอย่างในการทำแบบทดสอบจนเกินไป ซึ่งที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.50-0.90 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.32-0.57 และนำไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.78

9. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัสดุไปเก็บข้อมูลกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัสดุ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้



ภาพประกอบ 25 ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
แบบทดสอบเป็น 0,1

3. แบบประเมินทักษะนวัตกรรม

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบประเมินทักษะนวัตกรรม ดังรายละเอียดต่อไปนี้

แบบประเมินทักษะนวัตกรรม เป็นแบบประเมินโดยสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้ที่แสดงออกถึงทักษะของนวัตกรรม ประกอบด้วย 5 ทักษะ คือ 1) การตั้งคำถาม 2) การสังเกต 3) การมีปฏิสัมพันธ์ 4) การทดลอง 5) การเชื่อมโยงความคิด ลักษณะเป็นแบบประเมินแบบรูปรีด โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาและทำความเข้าใจทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินทักษะนวัตกรรม

2. นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามากำหนดโครงสร้าง รายการประเมิน โดยขอคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3. ดำเนินการสร้างเครื่องมือแบบประเมินทักษะนวัตกรรม ซึ่งมีรายการประเมินประกอบด้วย 1) ทักษะการตั้งคำถาม หมายถึง การรู้จักตั้งคำถามต่อสิ่งที่พบเห็นหรือสิ่งที่กำลังเกิดขึ้นเพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจสิ่งที่ สร้างสรรค์ ตลอดจนเป็นการต่อยอดความคิดในการหาคำตอบ อีกทั้งการตั้งคำถามขึ้นมาใหม่จะต้องมี จินตนาการที่สร้างสรรค์ด้วย 2) ทักษะการสังเกต หมายถึง สามารถสังเกต มองสิ่งที่อยู่รอบตัวอย่างละเอียด ในขณะที่สังเกตจะมีการเชื่อมโยงข้อมูลที่เหมือนกัน และมองหาวิธีประยุกต์ใช้กับบริบทอื่น ๆ 3) ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ หมายถึง สามารถสื่อสาร สร้างความสัมพันธ์ในการทำงาน และทำงานเป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยนการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดแนวคิด และเกิดความเข้าใจใหม่ ๆ ตลอดจนช่วยสร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียนด้วย 4) ทักษะการทดลอง หมายถึง มีความสนใจในการทดลอง ออกแบบ ประดิษฐ์เพื่อให้เกิดความรู้ ประสบการณ์ใหม่ ๆ 5) ทักษะการเชื่อมโยงความคิด หมายถึง สามารถเชื่อมโยงสิ่งต่างๆรอบตัวและจากการเรียนรู้เข้าด้วยกันโดยการใช้ประสบการณ์และความรู้ที่หลากหลาย เพื่อนำไปสู่ความคิดที่แปลกใหม่ในการสร้างสรรค์สิ่งแปลกใหม่จนเกิดเป็นการสร้างสรรค์นวัตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์

มีลักษณะเป็นแบบประเมินรูปรีด แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ดีมาก ดี และพอใช้ โดยมีเกณฑ์การประเมินประกอบ นำคะแนนทักษะนวัตกรรมที่ได้มาคำนวณหาร้อยละ (%) จากสูตร

$$\text{ร้อยละ} = \frac{\text{คะแนนที่ได้}}{\text{คะแนนเต็ม}} \times 100$$

และนำมาเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมายค่าร้อยละของทักษะนวัตกรรม จากการนำคะแนนเต็มของการประเมินทักษะนวัตกรรม แบ่งเป็น 3 ระดับ ได้ดังนี้ (ปรัชญา ชื่อสัตย์, 2563, น. 130)

ช่วงคะแนน	ทักษะนวัตกร
70.00 - 100.00 คะแนน	มีทักษะนวัตกรอยู่ในระดับมาก
31.00 – 69.99 คะแนน	มีทักษะนวัตกรอยู่ในระดับปานกลาง
0.00 – 30.99 คะแนน	มีทักษะนวัตกรอยู่ในระดับน้อย

4. นำแบบประเมินทักษะนวัตกรที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสมและนำมาปรับปรุงแก้ไขในรายการประเมิน

5. นำแบบประเมินทักษะนวัตกรที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy จำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านทักษะนวัตกร จำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 1 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยการนำแบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินทักษะนวัตกร ไปให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านพิจารณาลงความเห็นและให้คะแนนเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขโดยมี เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+ 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อความสอดคล้องกับทักษะนวัตกร

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อความสอดคล้องกับทักษะนวัตกร

- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อความไม่สอดคล้องกับทักษะนวัตกร

แล้วนำคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) จากสูตร

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินทักษะนวัตกร

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

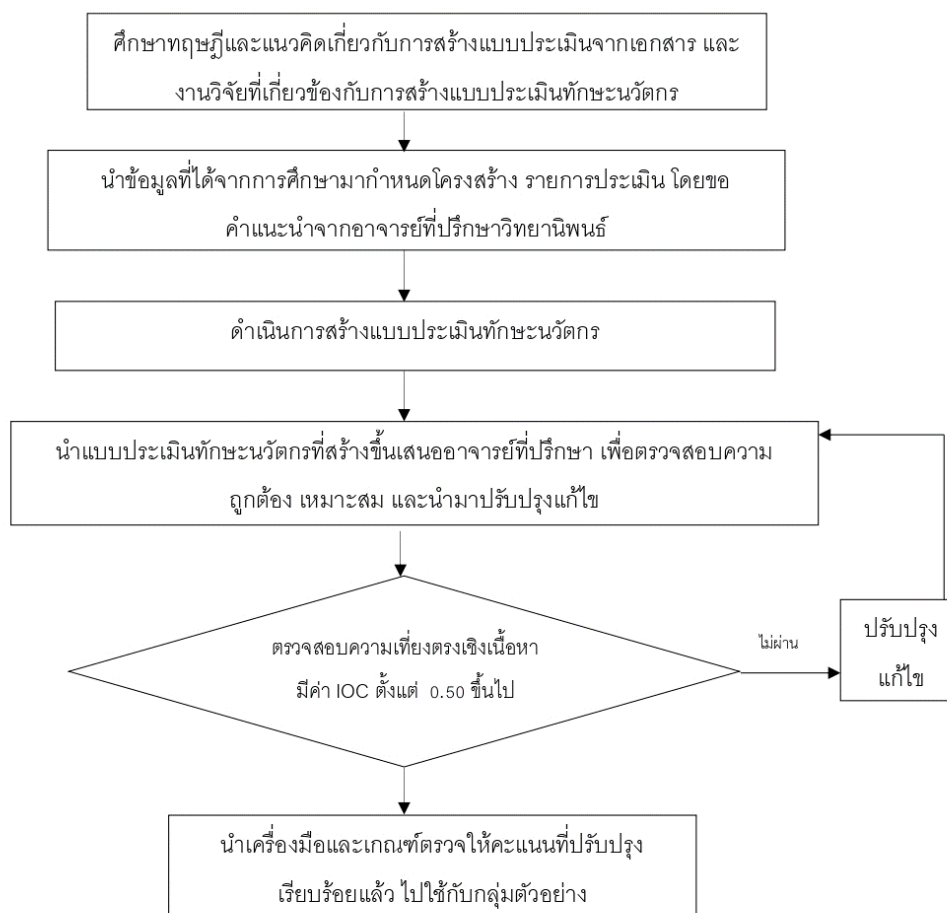
N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

หากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่คำนวณได้มีค่า ≥ 0.50 ขึ้นไป แสดงว่าแบบประเมินทักษะนวัตกรใช้ได้มีความสอดคล้องหรือเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้ ผลค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่ได้อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงคือ ให้ปรับแก้การใช้ถ้อยคำในรายการประเมิน เพื่อให้เกิดความชัดเจนและเข้าใจง่ายมากยิ่งขึ้น

6. นำแบบประเมินทักษะนวัตกรมาปรับปรุงแก้ไข ในประเด็นที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะเพื่อความสมบูรณ์ของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยก่อนนำไปใช้

7. นำแบบประเมินทักษะนวัตกรไปเก็บข้อมูลกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินทักษะนวัตกรรม ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้



ภาพประกอบ 26 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินทักษะนวัตกรรม

การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยนำหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ไปส่งยังโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างซึ่งได้แจ้งและประสานการดำเนินงานไว้ก่อนแล้ว เพื่อขอความร่วมมือและกำหนดการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ 2 โดยผู้วิจัยขอใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์และทักษะนวัตกรรมของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดลาดหลุมแก้ว สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาปทุมธานี เขต 1 และมีการจัดทำหนังสือเพื่อขออนุญาตการทำวิจัยในมนุษย์ผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมในการวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัย

(Inclusion criteria) ต้องมีอายุ 7–8 ปี และกำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน วัดลาดหลุมแก้ว เกณฑ์การคัดออกผู้เข้าร่วมการวิจัย (Exclusion criteria) คือ 1) ผู้เข้าร่วมการวิจัย ไม่สามารถให้ข้อมูลได้ เช่น ไม่พร้อม ไม่เต็มใจในการให้ข้อมูล ไม่ยินยอมหรือไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมการให้ข้อมูลวิจัย หรือมีความประสงค์ที่จะขอปฏิเสธการให้ข้อมูลแก่ผู้วิจัย 2) ผู้เข้าร่วมการวิจัยเข้าหรือออกระหว่างดำเนินการวิจัยไปสักระยะ 3) ผู้เข้าร่วมการวิจัยไม่สามารถเข้าร่วมดำเนินการวิจัยได้ ทั้งนี้เนื่องจากตัวอย่างมีอายุน้อยกว่า 18 ปี ผู้วิจัยจึงได้จัดทำหนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัยสำหรับผู้มีอำนาจกระทำการแทนบุคคลอายุต่ำกว่า 18 ปี และเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย (Participant Information Sheet) และมีมาตรการป้องกันแก้ไขเมื่อเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ และรักษาความลับของผู้เข้าร่วมการวิจัย

2. ผู้วิจัยชี้แจงหลักการและเหตุผลของการใช้จัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์และทักษะนวัตกรของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดลาดหลุมแก้ว สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาปทุมธานี เขต 1 พร้อมทั้งนัดหมายกำหนดการวันเวลาที่ทดลองใช้จัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy

3. ทำการทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดลาดหลุมแก้ว (Pretest) ก่อนการใช้จัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy จำนวน 17 คน

3.1 ดำเนินการใช้จัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์และทักษะนวัตกรของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดลาดหลุมแก้ว จำนวน 17 คน

3.2 ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) และประเมินทักษะนวัตกร หลังการการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 17 คน

4. เก็บรวบรวมข้อมูลการดำเนินการวิจัย เอกสาร ภาพถ่าย ผลการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy อย่างเป็นระบบเพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการวิเคราะห์ผลต่อไป ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนทั้งสิ้น จำนวน 8 สัปดาห์ โดยทำการสอนสัปดาห์ละ 2 วัน วันละ 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที รวมทั้งหมด 16 คาบ

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษาวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้อาศัยผู้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะนวัตกรของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ดังนี้

1. สถิติบรรยาย

1.1 วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติพื้นฐาน ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัสดุ แบบประเมินทักษะนวัตกร

2.2 หาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2.3 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการตรวจสอบความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency Method) โดยใช้วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20)

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

3.1 สถิตินอนพาราเมตริก (Nonparametric Statistics) ใช้วิธีทดสอบแบบ Wilcoxon Signed Ranks Test

3.2 คะแนนพัฒนาการ

3.3 สถิติพาราเมตริก (Parametric Statistics) ใช้วิธีทดสอบ One-sample t-test

3.4 ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) มีการนำเสนอด้วยการพรรณนาวิเคราะห์

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาเรื่องผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำแนกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ทักษะนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy รายละเอียดแสดงตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จากเครื่องมือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ Nonparametric Test แบบ Wilcoxon signed Rank test เนื่องจากการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น การแจกแจงปกติของข้อมูล พบว่าตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องวัตถุและสมบัติของวัสดุ มีการแจกแจงไม่ปกติ เมื่อดูค่าสถิติ Shapiro-Wilk เนื่องจากตัวอย่างมี 17 คน พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน มีนัยสำคัญเท่ากับ .015 มีค่าน้อยกว่า .05 (ค่านัยสำคัญที่ตั้งไว้) แสดงว่าข้อมูล คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน มีการแจกแจงแบบไม่ปกติ จึงไม่สามารถใช้สถิติพารามेटริก (Parametric Statistics) ตรวจสอบสมมติฐานได้ ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้สถิตินอนพารามेटริก (Nonparametric Statistics) โดยใช้วิธีทดสอบแบบ Wilcoxon Signed Ranks Test ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน ข้อที่ 1

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัย เป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy มีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 9.47.24 ($\bar{x} = 9.47$, $SD = 3.78$) และ 15.76 ($\bar{x} = 15.76$, $SD = 3.35$) ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์พบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p\text{-value} = .000$) และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นทุกคน (17 คน) แสดงว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

ตาราง 20 ผลการเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	Rank	N	Mean rank	Sum of Ranks	P-Value
หลังเรียน-ก่อนเรียน	Negative Ranks	0	.00	.00	.000
	Positive Ranks	17	9.00*	153.00	
	Ties	0			
	Total	17			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

นอกจากนี้ เมื่อวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้คะแนนพัฒนาการ (ศิริชัย กาญจนวาสี 2552) พบว่า นักเรียนมีคะแนนพัฒนาการในระดับสูงมาก 4 คน ระดับสูง 8 คน ระดับกลาง 4 คน และระดับต้น 1 คน ดังตาราง

ตาราง 21 ร้อยละของคะแนนพัฒนาการจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน และหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

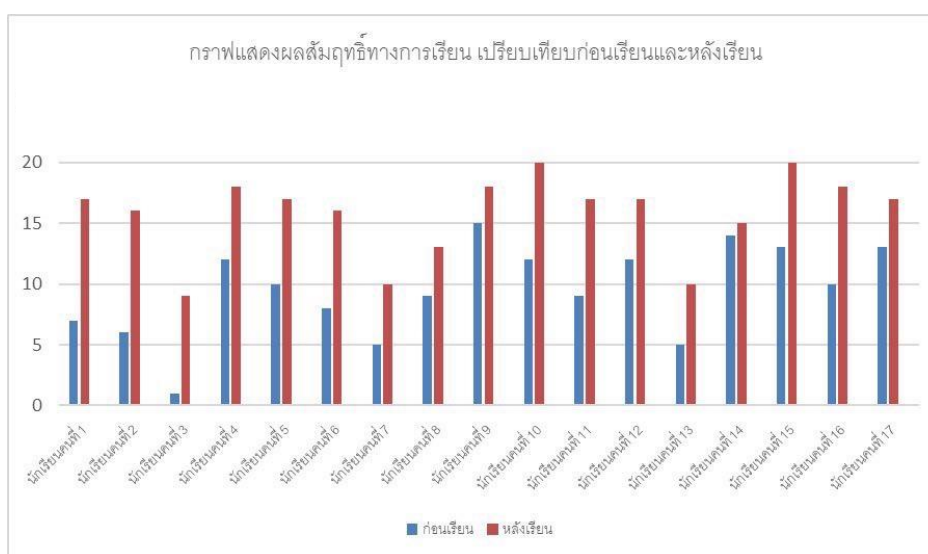
ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	ร้อยละของคะแนนพัฒนาการ	ระดับพัฒนาการ
1	7	17	76.92	พัฒนาการระดับสูงมาก
2	6	16	71.43	พัฒนาการระดับสูง
3	1	9	42.11	พัฒนาการระดับกลาง
4	12	18	75.00	พัฒนาการระดับสูง
5	10	17	70.00	พัฒนาการระดับสูง
6	8	16	66.67	พัฒนาการระดับสูง
7	5	10	33.33	พัฒนาการระดับกลาง
8	9	13	36.36	พัฒนาการระดับกลาง
9	15	18	60.00	พัฒนาการระดับสูง
10	12	20	100.00	พัฒนาการระดับสูงมาก
11	9	17	72.73	พัฒนาการระดับสูง
12	12	17	62.50	พัฒนาการระดับสูง
13	5	10	33.33	พัฒนาการระดับกลาง
14	14	15	16.67	พัฒนาการระดับต้น
15	13	20	100.00	พัฒนาการระดับสูงมาก
16	10	18	80.00	พัฒนาการระดับสูงมาก
17	13	17	57.14	พัฒนาการระดับสูง

ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า แม้จะมีข้อสอบในระดับขยายนามธรรม (Extended Abstract) เพียง 2 ข้อ แต่นักเรียนสามารถทำข้อสอบได้ถูกต้อง ร้อยละ 88.24 และ 70.59 ตามลำดับ ข้อสอบในระดับความสัมพันธ์ (Relational) นักเรียนสามารถทำได้

เกินร้อยละ 50 ของนักเรียนทั้งหมดในข้อ และข้อสอบในระดับโครงสร้างเดี่ยว (Uni-structural) นักเรียนสามารถทำได้ถูกต้องทุกคน ร้อยละ 100 ดังตาราง 22

ตาราง 22 ร้อยละของนักเรียนที่ทำข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ถูกต้องตามระดับการประเมินของ SOLO Taxonomy

ข้อ	ระดับการประเมินของ SOLO Taxonomy	ร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูก
1	ระดับความสัมพันธ์ (Relational)	82.35
2	ระดับความสัมพันธ์ (Relational)	70.59
3	ระดับหลายโครงสร้าง (Multi-structural)	88.24
4	ระดับโครงสร้างเดี่ยว (Uni-structural)	100.00
5	ระดับหลายโครงสร้าง (Multi-structural)	64.71
6	ระดับความสัมพันธ์ (Relational)	94.12
7	ระดับความสัมพันธ์ (Relational)	100.00
8	ระดับความสัมพันธ์ (Relational)	82.35
9	ระดับโครงสร้างเดี่ยว (Uni-structural)	64.71
10	ระดับความสัมพันธ์ (Relational)	82.35
11	ระดับความสัมพันธ์ (Relational)	52.94
12	ระดับโครงสร้างเดี่ยว (Uni-structural)	100.00
13	ระดับขยายนามธรรม (Extended Abstract)	88.24
14	ระดับหลายโครงสร้าง (Multi-structural)	70.59
15	ระดับความสัมพันธ์ (Relational)	94.12
16	ระดับหลายโครงสร้าง (Multi-structural)	47.06
17	ระดับขยายนามธรรม (Extended Abstract)	70.59
18	ระดับหลายโครงสร้าง (Multi-structural)	64.71
19	ระดับความสัมพันธ์ (Relational)	94.12
20	ระดับความสัมพันธ์ (Relational)	94.12



ภาพประกอบ 27 กราฟแสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิสิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการ
ประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy

**ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ทักษะนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการ
จัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy**

จากการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น การแจกแจงปกติของข้อมูล แล้วพบว่า ตัวแปรทักษะ
นวัตกรรม มีการแจกแจงปกติ เมื่อดูค่าสถิติ Shapiro-Wilk เนื่องจากตัวอย่างมี 17 คน พบว่า ทักษะ
นวัตกรรม มีนัยสำคัญเท่ากับ .062 ซึ่งมีค่ามากกว่า .05 แสดงว่าข้อมูลคะแนนทักษะนวัตกรรม มีการ
แจกแจงปกติ จึงสามารถใช้สถิติพารามेटริก (Parametric Statistics) One-sample t-test
ตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 2 ได้

ผลการประเมินทักษะนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการ
เรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy พบว่า
ทักษะนวัตกรรมของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมี
ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) 12.76 คิดเป็นร้อยละ 85.10 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ดังตาราง 23

ตาราง 23 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะนวัตกร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

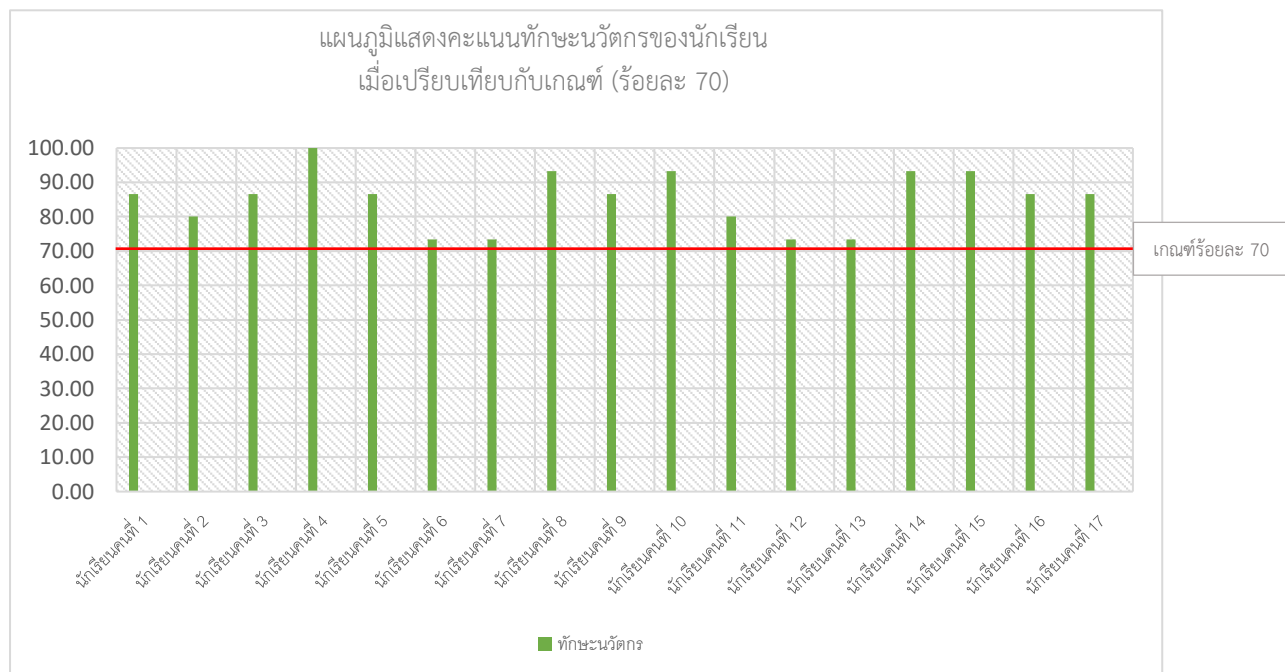
ทักษะนวัตกร	N	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	t	P-Value
หลังเรียน	17	15	12.76	1.25	5.81*	.000

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทักษะนวัตกรที่นักเรียนมีการปฏิบัติสูงที่สุด คือ ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ อยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 94.12) รองลงมาคือ ทักษะการสังเกต อยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 90.20) ทักษะการเชื่อมโยง อยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 88.24) ทักษะการตั้งคำถาม อยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 82.35) ทักษะการทดลอง อยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 70.59) ตามลำดับ และมีทักษะนวัตกรในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 85.10) ดังตาราง

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์ทักษะนวัตกร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy (รายด้าน)

ประเด็นการประเมิน	คะแนนพฤติกรรมกรปฏิบัติ			การแปลผล
	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ร้อยละ	
ทักษะการตั้งคำถาม	3	2.47	82.35	ระดับมาก
ทักษะการสังเกต	3	2.71	90.20	ระดับมาก
ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์	3	2.82	94.12	ระดับมาก
ทักษะการทดลอง	3	2.12	70.59	ระดับมาก
ทักษะการเชื่อมโยง	3	2.65	88.24	ระดับมาก
คะแนนทั้งหมด	15	12.76	85.10	ระดับมาก



ภาพประกอบ 28 แผนภูมิแสดงคะแนนทักษะนวัตกรรมของนักเรียนเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์
(ร้อยละ 70)

การประเมินทักษะนวัตกรรม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการ
ประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy ผู้วิจัยดำเนินการประเมินทักษะนวัตกรรมจากการสังเกตพฤติกรรมใน
การเรียนและการปฏิบัติงานของนักเรียน โดยใช้แบบประเมินทักษะนวัตกรรม พบว่าทักษะนวัตกรรม
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 17 คน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน
ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy มี อยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 70 ขึ้นไป)
ผลปรากฏดังตาราง

ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์ทักษะนวัตกร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy (รายบุคคล)

ลำดับ ที่	ทักษะ การตั้ง คำถาม	ทักษะ การ สังเกต	ทักษะการ มี ปฏิสัมพันธ์	ทักษะ การ ทดลอง	ทักษะการ เชื่อมโยง	ร้อยละ	ระดับ ทักษะ นวัตกร
1	3	2	3	2	3	86.67	ระดับมาก
2	2	2	3	2	3	80.00	ระดับมาก
3	2	3	3	2	3	86.67	ระดับมาก
4	3	3	3	3	3	100.00	ระดับมาก
5	3	3	2	2	3	86.67	ระดับมาก
6	2	3	2	2	2	73.33	ระดับมาก
7	2	2	2	2	3	73.33	ระดับมาก
8	3	3	3	2	3	93.33	ระดับมาก
9	3	3	3	2	2	86.67	ระดับมาก
10	3	3	3	2	3	93.33	ระดับมาก
11	2	3	3	2	2	80.00	ระดับมาก
12	2	2	3	2	2	73.33	ระดับมาก
13	1	2	3	2	3	73.33	ระดับมาก
14	3	3	3	2	3	93.33	ระดับมาก
15	3	3	3	2	3	93.33	ระดับมาก
16	3	3	3	2	2	86.67	ระดับมาก
17	2	3	3	3	2	86.67	ระดับมาก

จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy ทำให้นักเรียนได้ฝึกและพัฒนาทักษะนวัตกรรมในด้านต่าง ๆ ดังนี้ จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy ทำให้นักเรียนได้ฝึกและพัฒนาทักษะนวัตกรรมในด้านต่าง ๆ ผู้วิจัยดำเนินการประเมินทักษะนวัตกรรมจากการสังเกตพฤติกรรมในการเรียนและการปฏิบัติงานของนักเรียน โดยใช้แบบประเมินทักษะนวัตกรรม พบว่าทักษะที่นักเรียนมีการปฏิบัติได้คะแนนสูงที่สุด คือ ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ อยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 94.12) กล่าวคือนักเรียนสามารถทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีความสัมพันธ์ที่ดีในการทำงาน สามารถสื่อสาร แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นได้ และรับฟังผู้อื่นที่มีมุมมองต่างจากตนเอง แสดงในภาพประกอบดังนี้





ภาพประกอบ 29บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ฝึกทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ จากภาพประกอบ 29 นักเรียนสามารถสื่อสาร สร้างความสัมพันธ์ในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และช่วยสร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียนด้วย

ทักษะที่มีคะแนนรองลงมาคือทักษะการสังเกต อยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 90.20) กล่าวคือ นักเรียนสามารถใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง (ประสาทสัมผัสทั้ง 5 อย่าง ได้แก่ การดู การฟังเสียง การดมกลิ่น การชิมรส และการสัมผัส) ในการสังเกตลักษณะและสมบัติ ของวัสดุต่าง ๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วยพร้อมทั้งอธิบายและบันทึกผลการ สังเกตได้ แสดงในภาพประกอบ ดังนี้



ภาพประกอบ 30 ใบบางฝึกทักษะการสังเกตการดูดซับน้ำของวัสดุ
จากภาพประกอบ 30 นักเรียนสามารถสังเกตการดูดซับน้ำของวัสดุ 4 ชนิด ได้แก่ ผ้าฝ้าย
กระดาษเยื่อ กระดาษหนังสือพิมพ์ และพลาสติก และวาดภาพระดับน้ำภายหลังจากการสังเกตได้

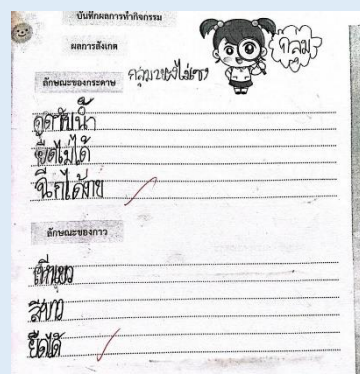
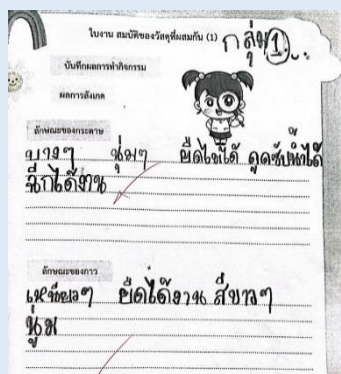


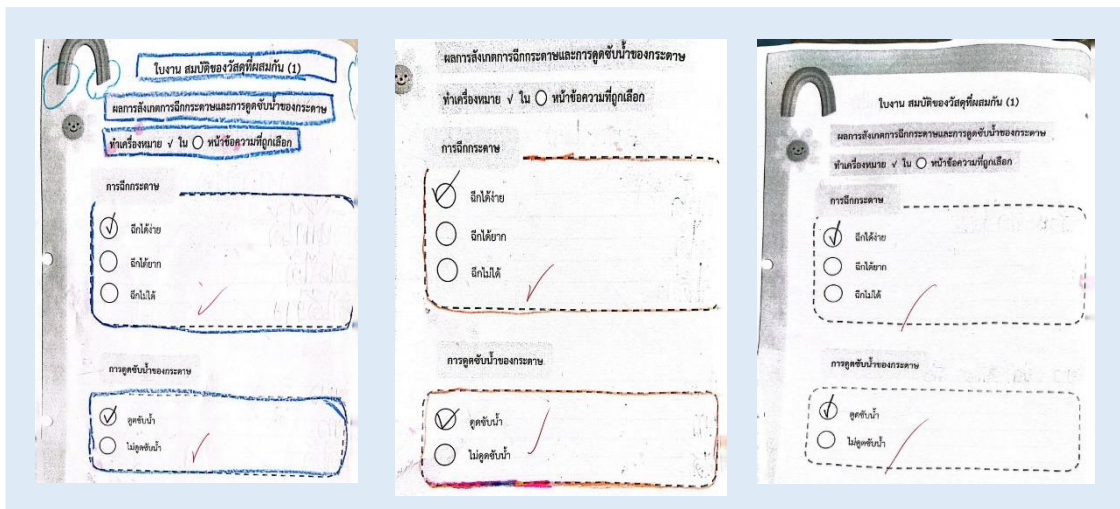
ภาพประกอบ 31 บรรยายการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการสังเกต
จากภาพประกอบ 31 นักเรียนสามารถสังเกตการมีรูพรุนและสมบัติ อื่น ๆ ของวัสดุ 4
ชนิด ได้แก่ ผ้าฝ้าย กระดาษเยื่อ กระดาษหนังสือพิมพ์ และพลาสติก อย่างละเอียด โดยใช้แว่น
ขยายช่วย ในการสังเกตการมีรูพรุนของวัสดุแต่ละชนิด



ภาพประกอบ 32 บรรยากาศการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ฝึกสังเกตการดูดซับน้ำของ
กลองนม

จากภาพประกอบ 32 นักเรียนสามารถสังเกตการดูดซับน้ำของกลองนม โดยหยดน้ำสีที่
กลองนมทั้งด้านนอกและด้านใน นักเรียนแต่ละคนค่อยๆ แกะกลองนมทีละชั้น และร่วมกัน
อภิปรายว่ากลองนมทำจากวัสดุอะไรบ้าง (พลาสติก กระดาษ และอลูมิเนียมฟอยล์)





ภาพประกอบ 33 บรรยากาศการจัดการเรียนรู้และใบงานที่แสดงถึงทักษะการสังเกต (1)

จากภาพประกอบ 33 นักเรียนสามารถสังเกตลักษณะของกระดาษและกาวโดยใช้ประสาทสัมผัสต่างๆ และบันทึกผลจากการสังเกตลักษณะของกระดาษและกาว การฉีกกระดาษ และการดูชั้นน้ำของกระดาษได้ถูกต้อง



ภาพประกอบ 34 บรรยากาศการจัดการเรียนรู้และใบงานที่แสดงถึงทักษะการสังเกต (2)

จากภาพประกอบ 34 นักเรียนสามารถสังเกตการงอกของเมล็ดถั่วเขียวเมื่อเพาะในวัสดุที่แตกต่างกัน และบันทึกผลการสังเกตได้

ทักษะที่มีคะแนนเป็นอันดับ 3 คือทักษะการเชื่อมโยง อยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 88.24) กล่าวคือ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ รอบตัวและจากการเรียนรู้เข้าด้วยกัน โดยการใช้ประสบการณ์และความรู้ที่ได้รับมาออกแบบสิ่งประดิษฐ์ สามารถบอกได้ว่าเพราะเหตุใดจึงเลือก

วัสดุนั้นมาประดิษฐ์ และนำไปสู่การสร้างสรรคสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุเหลือใช้ แสดงในภาพประกอบ
ดังนี้



ภาพประกอบ 35 บรรยากาศการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ฝึกทักษะการเชื่อมโยงความคิด

ทักษะที่มีคะแนนเป็นอันดับ 4 คือทักษะการตั้งคำถาม อยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 82.35) กล่าวคือ นักเรียนรู้จักตั้งคำถามต่อสิ่งที่พบเห็นหรือสิ่งที่กำลังเกิด โดยสามารถตั้งคำถามในสิ่งที่

อยากรู้เพิ่มเติม เกี่ยวกับการดูดซับน้ำของวัสดุ สมบัติของวัสดุที่ได้จากการผสมวัสดุ และการเลือกวัสดุมาใช้ประโยชน์

“...คุณครูคะ เรามีวิธีที่ทำให้วัสดุที่ดูดซับน้ำเปลี่ยนเป็นวัสดุที่ไม่ดูดซับน้ำได้มั๊ยคะ...”

(นักเรียนหญิงคนที่ 10)

“...ถ้าเรากระดาษผสมกับกาว กระดาษมันจะเปลี่ยนไปยังไงหรือครับ มันน่าจะเหนียวๆ ใช่มั๊ยครับ...”

(นักเรียนชายคนที่ 12)

“...ถ้าหนูจะทำกระปุกออมสิน หนูจะใช้ขวดน้ำพลาสติกได้มั๊ยคะ เพราะมันแข็งแล้วก็ไม่ดูดซับน้ำด้วย โดนน้ำก็ไม่ซึม...”

(นักเรียนหญิงคนที่ 4)

ทักษะที่มีคะแนนต่ำที่สุดคือทักษะการทดลอง อยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 70.59) กล่าวคือ นักเรียนสามารถออกแบบวางแผนการทดลอง โดยมีการตั้งสมมติฐาน การกำหนดสิ่งที่จัดให้แตกต่างกันและสิ่งที่จัดให้เหมือนกัน สิ่งต้องสังเกตตลอดการทดลอง วางแผนขั้นตอนการทดลอง สามารถเขียนสรุปผลการทดลองได้ สามารถออกแบบและวาดรูปสิ่งที่ต้องการประดิษฐ์ พร้อมบอกอุปกรณ์ที่ต้องใช้ และสามารถประดิษฐ์สิ่งของตามที่ได้ออกแบบไว้



ภาพประกอบ 36 บรรยากาศการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ฝึกทักษะการทดลอง (1)

จากภาพประกอบ 36 นักเรียนได้ฝึกทักษะการทดลองจากการทดลองการดูดซับน้ำของวัสดุแต่ละชนิด (ผ้าฝ้าย กระดาษเยื่อ กระดาษหนังสือพิมพ์ และพลาสติก)



ภาพประกอบ 37 บรรยายการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ฝึกทักษะการทดลอง (2)

จากภาพประกอบ 37 นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองการทำวัตถุตามสมบัติการดูดซับน้ำของวัสดุ โดยตั้งคำถามการทดลองว่า วัสดุที่ดูดซับน้ำได้แตกต่างกัน เมื่อนำมาทำเป็นภาชนะเพาะเมล็ดพืชจะมีผลต่อการงอกของเมล็ดพืชหรือไม่ อย่างไรก็ตาม การตั้งสมมติฐาน (ภาชนะเพาะเมล็ดถั่วเขียวที่ทำจากกระดาษเยื่อจะมีผลให้เมล็ดถั่วเขียวงอกได้มากกว่าภาชนะที่ทำจากพลาสติก)



ภาพประกอบ 38 บรรยายการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ฝึกทักษะการทดลอง (3)

จากภาพประกอบ 38 นักเรียนสามารถทดลอง โดยการนำกระดาษกับกาวมาผสมกัน เพื่อให้ทราบว่าวัสดุที่ได้หลังจากผสมจะมีสมบัติเป็นอย่างไร และกระดาษก่อนและหลังผสมกาวมีสมบัติเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร และจะมีสมบัติเป็นอย่างไร



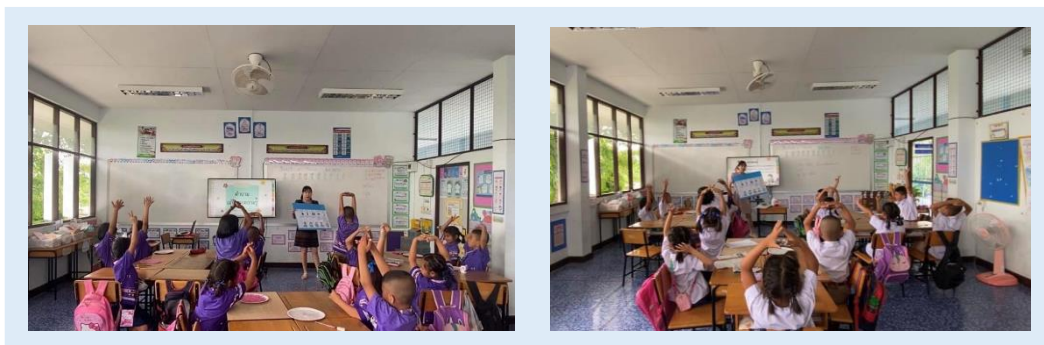
ภาพประกอบ 39 ใบงานการออกแบบวางแผนการทดลองและสรุปผลการทดลอง จากภาพประกอบ 39 นักเรียนสามารถออกแบบวางแผนการทดลอง โดยมีการตั้งสมมติฐาน การกำหนดสิ่งที่จัดให้แตกต่างกันและสิ่งที่จัดให้เหมือนกัน สิ่งต้องสังเกตผลการทดลอง และวางแผนขั้นตอนการทดลอง และสามารถเขียนสรุปผลการทดลองได้

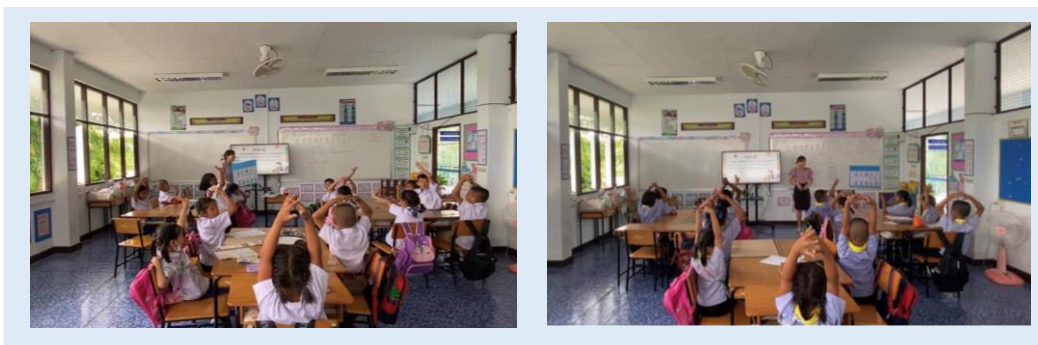




ภาพประกอบ 40 บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนฝึกออกแบบวางแผนการประดิษฐ์
 จากภาพประกอบ 40 นักเรียนสามารถออกแบบและวาดรูปสิ่งที่ต้องการประดิษฐ์พร้อมบอกอุปกรณ์ที่ต้องใช้ และสามารถประดิษฐ์สิ่งของตามที่ได้ออกแบบไว้

ภายหลังการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละคาบจะมีการให้นักเรียนประเมินตนเองตามระดับของ SOLO Taxonomy โดยการทำสัญลักษณ์มือ





ภาพประกอบ 41 การประเมินตนเองของนักเรียนตามระดับของ SOLO Taxonomy



บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy และเพื่อประเมินทักษะนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy ตัวอย่างในการวิจัย คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดลาดหลุมแก้ว อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานีที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 16 คน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เพิ่มขนาดตัวอย่างอีก 1 คน เพื่อเป็นการป้องกันอัตราการขาดหายของตัวอย่างและเพื่อให้ผู้วิจัยสามารถปฏิบัติการทดลองในสถานการณ์จริงได้ รวมเป็นจำนวนทั้งสิ้น 17 คน โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบแผนการวิจัยแบบแผนการทดลองเบื้องต้น ที่มีตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว และมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One group pretest – posttest design) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินทักษะนวัตกรรม และนำผลมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน Wilcoxon Signed Ranks Test ,One-sample t-test และ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โดยผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้เวลาในการทดลองสัปดาห์ละ โดยทำการสอนสัปดาห์ละ 2 วัน วันละ 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที รวมทั้งหมด 16 คาบเรียน และผู้วิจัยได้กำหนดเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ว 12101 2 เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัสดุ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

สรุปผลการวิจัย

ผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า

1. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy โดยที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy มีทักษะนวัตกรรม อยู่ในระดับมาก สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

ประเด็นที่ 1

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 เนื่องจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการทดสอบด้านความรู้ ซึ่งจากการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy ซึ่งเป็นการนำกระบวนการวิจัยมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการกระทำหรือทำวิจัยเพื่อสร้างความรู้ ค้นหาความรู้จากการลงมือปฏิบัติ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้จากความสนใจ และสร้างสรรค์องค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง และมีการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy มาเป็นแนวทางการประเมินความสามารถและความเข้าใจของนักเรียน และนำมาออกแบบกิจกรรมบูรณาการร่วมกันเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาไปถึงขั้นตามระดับการตอบสนองของ SOLO Taxonomy ซึ่งสอดคล้องกันในขั้นของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน โดยมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังนี้

1.1) ^{ขั้น}ระบุปัญหาการวิจัย ครูออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิเคราะห์เนื้อหาสาระ และวัตถุประสงค์ที่จะสอนให้กับนักเรียน โดยฝึกให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาการวิจัย วัตถุประสงค์ในการวิจัยได้ถูกต้อง กระตุ้นให้นักเรียนสนใจ สังเกต อยากรู้อยากหาคำตอบ สอดคล้องกับระดับขั้นการตอบสนองการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy ระดับหลาย โครงสร้าง (Multistructural) กล่าวคือ นักเรียนสามารถอธิบาย จำแนก รวบรวมเกี่ยวกับสิ่งที่ นักเรียนไปสังเกตได้ และนำไปสู่การระบุปัญหาที่สงสัยหรือต้องการหาคำตอบได้ และนักเรียนได้ ฝึกทักษะการสังเกต รู้จักตั้งคำถามในสิ่งที่ตนสงสัย และมีทักษะปฏิสัมพันธ์ในการทำงานร่วมกัน ภายในกลุ่ม และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

1.2) ^{ขั้น}การตั้งสมมติฐาน ครูและนักเรียนร่วมวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการ คาดคะเนคำตอบปัญหาการวิจัย (สมมติฐานการวิจัย) ที่นักเรียนช่วยกันระดมความคิดโดยดูว่า มีความสอดคล้องกับปัญหาวิจัยและวัตถุประสงค์ของการวิจัยหรือไม่ สมมติฐานนั้นสามารถ ทดสอบได้หรือไม่ เขียนเป็นสมมติฐานที่ชัดเจนและเหมาะสม สอดคล้องกับระดับขั้นการ ตอบสนองการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy ระดับความสัมพันธ์ (Relational) กล่าวคือ นักเรียนสามารถคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าได้ด้วยเหตุผล ร่วมกันวิเคราะห์ความเป็นไปได้ ของการคาดคะเนคำตอบ นำข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากการร่วมกันวิเคราะห์เป็นสมมติฐานที่ ชัดเจนและทดสอบได้ นักเรียนได้พัฒนาทักษะการตั้งคำถาม ทักษะการสังเกต ทักษะการมี ปฏิสัมพันธ์ และทักษะการเชื่อมโยงความคิด

1.3) ^{ขั้น}การพิสูจน์ทดสอบสมมติฐาน จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกการคาดคะเน คำตอบหรือสมมติฐานจากสถานการณ์ต่าง ๆ ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ให้นักเรียนร่วมกันออกแบบการพิสูจน์สมมติฐานตั้งแต่การสร้างเครื่องมือ อุปกรณ์ที่จะใช้และ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อกำหนดขั้นตอนการดำเนินการวิจัย สอดคล้องกับระดับขั้นการ ตอบสนองการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy ระดับความสัมพันธ์ (Relational) กล่าวคือ นักเรียนได้ฝึกการคาดคะเนคำตอบหรือสมมติฐานจากสถานการณ์ต่าง ๆ ได้แลกเปลี่ยน เรียนรู้ซึ่งกันและกัน สามารถวางแผนในการรวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานได้ จนได้ กระบวนการดำเนินการวิจัยเพื่อทดสอบสมมติฐาน และนักเรียนได้ฝึกพัฒนาทักษะการสังเกต ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ ทักษะการทดลอง และทักษะการเชื่อมโยงความคิด

1.4) ^{ขั้น}การเก็บรวบรวมข้อมูล ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการใช้ เครื่องมือที่ออกมาแบบมาเพื่อรวบรวมข้อมูลก่อนการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้เกิดข้อบกพร่องหรือข้อ ผิดพลาดน้อยที่สุด นักเรียนลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้โดยการลงภาคสนามเพื่อ

เก็บข้อมูล สามารถรวบรวมข้อมูลได้ สอดคล้องกับระดับขั้นการตอบสนองการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy ระดับความสัมพันธ์ (Relational) กล่าวคือ นักเรียนรู้จักวิธีการแสวงหาแหล่งข้อมูล วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิธีการสร้างเครื่องมือที่เหมาะสม และนักเรียนได้ฝึกทักษะการสังเกต ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ ทักษะการทดลอง และทักษะการเชื่อมโยงความคิด

1.5) ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล นักเรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ นำเสนอข้อมูลที่เข้าใจได้ ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการวิจัยและผลการวิจัยที่เกิดขึ้น สอดคล้องกับระดับขั้นการตอบสนองการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy ระดับขยายนามธรรม (Extended Abstract) กล่าวคือ นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจได้ ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ออกแบบไว้ก่อนลงมือทำจริง เพื่อให้เกิดข้อบกพร่องหรือการผิดพลาดน้อยที่สุด และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการวิจัยและผลการวิจัยที่เกิดขึ้น และนักเรียนได้ฝึกทักษะการสังเกต ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ ทักษะการทดลอง และทักษะการเชื่อมโยงความคิด

1.6) ขั้นการสรุปผลการวิจัย นักเรียนนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลมาสรุปผล และนำเสนอผลการวิจัยซึ่งเป็นคำตอบของปัญหาการวิจัยหรือได้ความรู้ใหม่ และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลการวิจัยที่อาจไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ตั้งแต่เริ่มต้น โดยการหาสาเหตุ ปัจจัยอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นและจะแก้ปัญหาอย่างไรต่อไป สอดคล้องกับระดับขั้นการตอบสนองการประเมินตามแนวคิดของ SOLO Taxonomy ระดับขยายนามธรรม (Extended Abstract) กล่าวคือ นักเรียนสามารถสรุปผลการวิจัยหรือได้คำตอบของปัญหา มีการร่วมกันอภิปรายผลการวิเคราะห์ข้อมูล และร่วมกันสรุปผลการวิจัยว่าเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้หรือไม่อย่างไร ถ้าไม่เป็นไปตามสมมติฐานเป็นเพราะเหตุใดและแก้ปัญหาอย่างไร เพื่อฝึกการให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากงานวิจัยที่เกิดขึ้น และนักเรียนได้ฝึกทักษะการสังเกต ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ และทักษะการเชื่อมโยงความคิด

ซึ่งในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ยังได้ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะความสามารถในด้านต่าง ๆ ที่ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ จากวัสดุโดยคำนึงถึงสมบัติและลักษณะของวัสดุแต่ละชนิด การตั้งคำถาม สร้างสรรค์และนวัตกรรม ทำให้นักเรียนได้ร่วมกันระดมความคิด และเลือกสิ่งที่ดีที่สุดในการลงมือทำชิ้นงาน ได้ลงมือปฏิบัติ ได้ลงมือการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด นอกจากนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ที่นักเรียนยังได้เรียนรู้และใช้กระบวนการวิจัยและวิทยาศาสตร์เพื่อค้นหาความรู้ใหม่และคำตอบที่น่าเชื่อถือ โดยเน้นการคิดและเชื่อมโยงข้อมูลผ่านกิจกรรมการ

เรียนรู้ที่หลากหลาย ครูผู้สอนจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการวิจัย นักเรียนใช้กระบวนการวิจัยเพื่อสร้างผลงานของตนเอง กิจกรรมเริ่มต้นจากปัญหาที่เกิดขึ้น นักเรียนหาวิธีในการแก้ปัญหา วิเคราะห์ข้อมูลผ่านกระบวนการวิจัย นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า ปฏิบัติจริง และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและจำได้ดี ส่งผลให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ ทิศนา แชมมณี (ทิศนา แชมมณี, 2555) ที่กล่าวว่ากระบวนการวิจัยเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้ในการสืบค้นความรู้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ การให้นักเรียนใช้กระบวนการวิจัยเพื่อศึกษาและเรียนรู้เกี่ยวกับความรู้ต่างๆ จะเป็นประโยชน์อย่างมากในการพัฒนาตัวนักเรียนเอง นอกจากนี้ยังช่วยเสริมสร้างเครื่องมือที่จำเป็นในการเรียนรู้ตลอดชีวิตอีกด้วย โดยเฉพาะการเรียนรู้จากประสบการณ์ที่เกิดขึ้นจริงจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่เข้มแข็งและมีความหมายต่อตนเองอย่างแท้จริง และจากผลทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำข้อสอบอยู่ในระดับความสัมพันธ์ (Relational) จำนวน 10 ข้อ ได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 และสามารถทำข้อสอบระดับขยายนามธรรมได้ (Extended Abstract) จำนวน 2 ข้อ ได้ร้อยละ 88.24 และ 70.59 ตามลำดับ แต่เนื่องจากมีข้อสอบระดับขยายนามเพียงแค่ 2 ข้อ จึงไม่สามารถวัดได้ครอบคลุมทุกเนื้อหาสาระการเรียนรู้ สอดคล้องกับ ณัชชา กมล (ณัชชา กมล, 2558) ที่กล่าวว่าโดยปกตินักเรียนส่วนใหญ่จะมีระดับการตอบสนองของความรู้ความเข้าใจอยู่ในสามระดับตรงกลางคือ ระดับโครงสร้างเดี่ยว ระดับหลายโครงสร้าง และระดับความสัมพันธ์ ส่วนระดับก่อนโครงสร้างจะตกอยู่ในพัฒนาการที่อยู่ก่อนหน้า และระดับขยายนามจะตกอยู่ในลำดับขั้นพัฒนาการที่สูงขึ้นไป

สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sulistiyono (Sulistiyono และคนอื่น ๆ, 2020) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์และทักษะนวัตกรรมของนักเรียนเรื่อง rainbow antimagic coloring โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานมีคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์และทักษะนวัตกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ งานวิจัยของภิญโญ วงษ์ทอง (ภิญโญ วงษ์ทอง, 2563) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานเรื่องแบบจำลองอะตอมเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียน 23 คนที่เรียนวิชาเคมี ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเท่ากับร้อยละ 72.90 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนเท่ากับร้อยละ 45.36 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60 มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ .50 และงานวิจัยของ

อลิสรา ราชวัตร (2558) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากนี้การนำ SOLO Taxonomy มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบกิจกรรม มีข้อดีคือ ทำให้ผู้วิจัยสามารถกำหนดเป้าหมาย จุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละคาบ และนำมาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันกับชั้นการวิจัยเป็นฐานให้สอดคล้องกันเพื่อพัฒนานักเรียนให้ไปถึงระดับความสามารถตาม SOLO Taxonomy อีกทั้งยังเป็นแนวทางประเมินความสามารถและความเข้าใจของนักเรียน ทำให้ผู้วิจัยทราบความสามารถของนักเรียนว่าแต่ละคนอยู่ในระดับการตอบสนองใดตาม SOLO Taxonomy และสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนานักเรียนให้ก้าวหน้าไปในขั้นที่กำหนดได้ ซึ่งหากนักเรียนคนใดมีความสามารถต่ำกว่าระดับที่กำหนด สามารถใช้กลยุทธ์ SOLO+1 ซึ่งเป็นกิจกรรมที่จะช่วยพัฒนานักเรียนไปถึงระดับขั้นที่ผู้วิจัยตั้งเป้าหมายไว้ โดยสอดคล้องกันในขั้นของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน สอดคล้องกับจอร์จ ก้อนคำ (จอร์จ ก้อนคำ, 2561) ที่กล่าวว่า การนำ SOLO Taxonomy มาประยุกต์ใช้ในส่วนนั้นเป็นกระบวนการออกแบบกิจกรรมและประเมินผลให้ความสำคัญว่าผู้เรียนมีวิธีการเรียนรู้ได้อย่างไร และครูผู้สอนมีวิธีการอย่างไรที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางปัญญาที่มีความซับซ้อนและก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น นอกจากนี้การนำ SOLO Taxonomy มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนประเมินความสามารถของตนเองผ่านสัญญาณมือและสัญลักษณ์ในแต่ละคาบเรียนได้อีกด้วย ข้อจำกัดคือในการให้นักเรียนประเมินตนเอง ในบางครั้งนักเรียนอาจประเมินตนเองได้ไม่ตรงกับสภาพจริงที่ครูประเมิน อาจเป็นเพราะนักเรียนไม่คุ้นเคยหรือไม่เข้าใจระดับขั้นของ SOLO Taxonomy เท่าที่ควร ดังนั้นครูควรอธิบายหรือยกตัวอย่างคำกริยาที่สอดคล้องกับระดับขั้นของ SOLO Taxonomy ทำให้นักเรียนเข้าใจชัดเจนก่อนและทำการประเมินควบคู่ไปกับนักเรียนด้วย

ประเด็นที่ 2

การประเมินทักษะนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy

การวิจัยพบว่าทักษะนวัตกรรมของนักเรียนอยู่ในระดับสูง และยอมรับสมมุติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy เพื่อ

ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิด การตั้งคำถาม การค้นหาเหตุผล และความเข้าใจในคำตอบผ่านการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว นอกจากนี้ยังส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้อันมีทักษะ กระบวนการคิดที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการทดลองสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ และช่วยให้เกิดกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ยังมีทักษะสำคัญในการสืบค้นข้อมูลและการทำงานเป็นกลุ่ม โดยนั้นจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะนวัตกรรม ซึ่งสอดคล้องกับคุณลักษณะของนวัตกรรมที่กล่าวถึงในงานวิจัยของจิราภร คุ่มมณี (จิราภร คุ่มมณี, 2561) และ Kieu (Kieu, 2017) ซึ่งบอกว่านวัตกรรมมีคุณลักษณะเป็นบุคคลที่มีความคิดริเริ่ม มุ่งมั่น และช่างสังเกตสิ่งแวดล้อมรอบตัว นอกจากนี้ยังมีความรู้หลากหลายและเชื่อมโยงเข้าด้วยกันเพื่อสร้างสรรค์กระบวนการแก้ปัญหาหรือคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ และสามารถเชื่อมโยงความคิดระหว่างคำถามหรือปัญหาได้โดยการสอบถาม สังเกต และทดลองและสร้างสรรค์ ซึ่งส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงาน

หากพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าทักษะการมีปฏิสัมพันธ์เป็นทักษะนวัตกรรมที่มีคะแนนสูงสุด อันเป็นผลจากการใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ใช้งานวิจัยเป็นพื้นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้และทำงานเป็นทีมในการสร้างสรรค์ผลงานด้วยวัสดุที่เหลือใช้ ทำให้นักเรียนมีโอกาสมีปฏิสัมพันธ์กันในการทำงาน และมีการแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่น นอกจากนี้ ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองยังเป็นนักเรียนในห้องเรียนเดียวกัน ทำให้นักเรียนสันทัดกันและมีความใกล้ชิด สอดคล้องกับทฤษฎีของ Fullan (Fullan, 2008) ที่กล่าวถึงคุณลักษณะสำคัญของนักเรียนที่จะประสบความสำเร็จในอนาคต ซึ่งหนึ่งในทักษะสำคัญคือทักษะการร่วมมือ ซึ่งเป็นความสามารถในการทำงานร่วมกันและประสานกันเป็นทีม นั่นเป็นการใช้ทักษะทางมนุษยสัมพันธ์และทักษะที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้การจัดการแก้ปัญหาและการตัดสินใจร่วมกันของทีมมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับแนวคิดของเกริก ท่วมกลาง (เกริก ท่วมกลาง, 2555) ที่กล่าวถึงความสำคัญของการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยการใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อส่งเสริมและฝึกฝนทักษะการสื่อสาร การยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น และการฝึกการเป็นผู้นำและผู้ตาม ซึ่งเป็นพื้นฐานของระบบประชาธิปไตย และยังสอดคล้องกับชัยยงค์ พรหมวงศ์ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2555) ที่กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันมีแนวคิดที่เน้นการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนกับนักเรียน และนักเรียนกับสภาพแวดล้อมเพื่อสร้างโอกาสให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกัน แนวคิดนี้สอดคล้องกับทฤษฎีกระบวนการกลุ่มในศึกษาพฤติกรรมศาสตร์ และมีการนำมาใช้ในการจัดระบบการผลิตสื่อเพื่อการเรียนการสอน นอกจากนี้ แนวคิดดังกล่าวยังเป็นที่

สอดคล้องกับบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามที่กระทรวงศึกษาธิการกำหนดไว้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) นักเรียนจะต้องมีการปฏิสัมพันธ์ในการทำงาน ทำกิจกรรมร่วมกับกลุ่มและครู และยังต้องมีการกำหนดเป้าหมาย วางแผน และรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองด้วย

ส่วนทักษะการทดลองมีคะแนนต่ำสุด อยู่ในระดับมาก อาจเป็นเพราะกระบวนการทดลองที่ประกอบไปด้วยการออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง มีความซับซ้อนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เช่นการออกแบบและวางแผนการทดลอง ต้องทำอย่างรอบคอบ และสอดคล้องกับคำถามการทดลองและสมมติฐาน การกำหนดสิ่งที่จัดให้แตกต่างกันและสิ่งที่จัดให้เหมือนกัน สิ่งต้องสังเกตตลอดการทดลอง และวางแผนขั้นตอนการทดลอง และการเขียนสรุปผลการทดลอง ซึ่งนักเรียนสามารถดำเนินการได้ตามแผนการทดลอง แต่ในการบันทึกผลการทดลองนั้นยังไม่ค่อยละเอียด ครบถ้วน รวมทั้งการออกแบบสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุเหลือใช้หรือการออกแบบสิ่งประดิษฐ์เพื่อใช้งานตามวัตถุประสงค์โดยคำนึงถึงสมบัติของวัสดุแต่ละชนิด อาจเป็นเรื่องยากสำหรับนักเรียนและจำเป็นต้องใช้เวลาในการออกแบบ และสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ออกมา และประสบการณ์ที่แตกต่างในการค้นหาวิธีการออกแบบวางแผนการทดลอง ซึ่งนักเรียนอยู่ในชั้นประถมศึกษาชั้นเดียวกัน อาจทำให้ยังไม่เกิดความหลากหลายของประสบการณ์ และด้วยพื้นฐานความรู้วิทยาศาสตร์ การเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมยังไม่เพียงพอ ทำให้การประดิษฐ์ยังมีประสิทธิภาพไม่เท่าที่ควร จึงทำให้ผลการประเมินในทักษะนี้ต่ำที่สุดจากบรรดาทักษะนวัตกรรมทั้งหมด

นอกจากนี้ผู้วิจัยพบว่ามีข้อจำกัดในแบบแผนการวิจัยในการทดลองและการเลือกตัวอย่าง กล่าวคือ ผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลองเบื้องต้น (pre-experiment design) โดยเป็นแบบแผน 1 กลุ่มวัดก่อนและหลัง (one group pretest-posttest design) โดยใช้วิธีเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) จึงมีข้อจำกัดบางประการในการสรุปอ้างอิงไปยังประชากร และเนื่องจากไม่มีการสุ่มตัวอย่างเข้าสู่การทดลอง (random assignment) จึงอาจทำให้มีความเที่ยงตรงภายในต่ำ และแบบแผนการทดลองนี้อาจทำให้ตัวอย่างอาจจำการทดสอบครั้งแรกได้ โดยผู้วิจัยใช้เวลาในการทดลอง 16 คาบ ซึ่งใกล้เคียงกับงานวิจัยของ ปรัชญา ชี้อัสต์ย (2563) ใช้เวลา 18 คาบ และอลิสรา ราชวัตร (2558) ที่ใช้เวลา 22 คาบ ซึ่งเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานเพื่อระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองก่อนสอบหลังเรียนเพื่อให้ตัวจัดกระทำส่งผลต่อตัวแปรตามมากที่สุด อีกทั้งตัวอย่างมีเพียง 1 กลุ่ม จึงไม่สามารถเปรียบเทียบการวัดครั้งหลังระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้

ข้อเสนอแนะ

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ มีข้อเสนอแนะ 2 ประเด็น คือ ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ในการจัดการเรียนรู้ ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการประเมินตนเอง และสะท้อนความคิดจากการทำกิจกรรมร่วมกันเพิ่มขึ้นในทุกขั้นตอนของกระบวนการของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy แต่ผู้สอนพึงระวังในบางครั้งการประเมินตนเองของนักเรียนอาจไม่ตรงกับสภาพความเป็นจริง ดังนั้นควรตั้งชี้แจงและอธิบายลำดับขั้นของ SOLO Taxonomy ให้นักเรียนเข้าใจเป็นอย่างดีก่อน และมีการสะท้อนผลให้นักเรียนรับรู้ถึงความสามารถของตนเองด้วย

1.2 ควรวิเคราะห์เนื้อหาสาระการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy เช่น เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต หรือเนื้อหาเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของพืช

1.3 การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ ต้องนำระดับขั้นของ SOLO Taxonomy มาวิเคราะห์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน เพื่อกำหนดว่านักเรียนควรพัฒนาไปถึงระดับใดของ SOLO Taxonomy และแต่ละขั้นต้องสอดคล้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

1.4 ครูต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ ให้คำแนะนำ คำชี้แนะ และกระตุ้นให้นักเรียนพัฒนาทักษะนวัตกรรมแต่ละด้านอย่างเต็มที่ โดยการออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนฝึกตั้งคำถาม ฝึกสังเกต ระดมความคิด แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม ฝึกการวางแผน ออกแบบ เชื่อมโยงความคิดจากสิ่งที่เรียนรู้จนนำไปสู่การสร้างสรรค์เป็นผลงานสิ่งประดิษฐ์

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรออกข้อสอบแบบอัตนัย และข้อสอบในระดับขยายนาม (Extended Abstract) เพิ่มเติมให้ครอบคลุมครบทั้งเนื้อหาสาระที่นำไปจัดการเรียนรู้ เนื่องจากจะได้วัดระดับความรู้ความเข้าใจตามระดับของ SOLO Taxonomy ได้ชัดเจน ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

2.2 ควรใช้แบบแผนการทดลองแบบแผน 2 กลุ่ม มีการวัดก่อนและหลัง มีกลุ่มควบคุม และมีการสุ่มตัวอย่างเข้าสู่กลุ่ม (Two group pretest-posttest design) ที่มีการสุ่ม

ตัวอย่างเข้าสู่กลุ่ม (random assignment) มีการวัดก่อน (pretest) และการวัดหลัง (posttest) กลุ่มหนึ่งมีการจัดกระทำ อีกกลุ่มหนึ่งไม่มีการจัดกระทำ เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการในกลุ่มทดลองโดยเปรียบเทียบผลการวัดก่อนและวัดครั้งหลัง และสามารถเปรียบเทียบการวัดครั้งหลังระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้ ข้อดีคือทำให้มีความเที่ยงตรงภายในที่ชัดเจน เพราะมีการสุ่มตัวอย่างเข้าสู่กลุ่มอย่างเท่าเทียม หรือแบบแผนอนุกรมเวลาที่มีกลุ่มควบคุม (control group, time-series design) มีการวัดก่อน (pretest) และการวัดหลัง (posttest) ในลักษณะของการวัดซ้ำ (repeated measure) สามารถศึกษาความคงที่ของการวัดก่อนและหลังการจัดกระทำเพื่อเพิ่มความเที่ยงตรงภายในของงานวิจัยมากขึ้น



บรรณานุกรม

- Awatef ELAZZABI and Ahmet KACAR. (2020). Investigation of Libyan and Turkish students' thinking levels in solving quadratic word problems based on SOLO Taxonomy. *Pegem Journal of Education and Instruction* 10(1), 283-316. Retrieved from <https://www.pegegog.net/index.php/pegegog/article/view/pegegog.2020.010>
- Babbie, E. (2021). *The Practice of Social Research*. California: Cengage Learning.
- Cambridge University Press. (2021). Innovator. Retrieved from <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/innovator>
- Collins. (2021). Innovator. Retrieved from <https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/innovator>
- D C Saputra, Nurjanah, A., และ H Retnawati. (2019). Students' Ability Of Mathematical Problem-Solving Based On SOLO Taxonomy. *Journal of Physics: Conference Series*, 1-8. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1320/1/012070>
- D Trapsilasiwi, R P Murtikusuma, D S Pambudi, E Oktavianingtyas, และ M E Fauziyah. (2020). Students mathematical representation of Hatyaiwittayalaisomboonkulkanya School Thailand based on SOLO Taxonomy in solving PISA problem. *Journal of Physics: Conference Series*, 1-12. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/342071326_Students_mathematical_representation_of_Hatyaiwittayalaisomboonkulkanya_School_Thailand_based_on_SOLO_Taxonomy_in_solving_PISA_problem
- Dyer, J., Gregersen, H., และ Chistensen, C. M. (2011). The innovator's DNA: Mastering the five skills of disruptive Innovators. Retrieved from <https://www.iimidr.ac.in/wp-content/uploads/Vol.-4-Issue-3-Full1.pdf>
- Firma Yudha, Dafik, และ Nanik Yuliati. (2018). The Analysis of Creative and Innovative Thinking Skills of the 21st Century Students in Solving the Problems of "Locating Dominating Set" in Research Based Learning. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)*, 5(3), 163-176. Retrieved from

https://ijaers.com/uploads/issue_files/21%20JAERS-MAR-2018-16-The%20Analysis%20of%20Creative%20and%20Innovative.pdf

Fullan, M. (2008). *The six secrets of change*. San Francisco: Jossey-Bass.

Gage, E. (2011). Innovation competency model. Retrieved from <https://drewboyd.com/innovation-competency-model/?fbclid=IwAR3e0OcQ0XqHVr1i3ChHqNzV35CACzAtjGUuD36O2WWXcycDIPChX7E-Mow>

George Couros. (2022). Characteristics of the Innovator's Mindset. Retrieved from https://georgecouros.ca/blog/the-innovators-mindset-book/chapter-3?fbclid=IwAR1qGZ3dsfrnqL9ekEJeaxqe8q7mn0H_LlwFiP_s6Y5pWAZ0Od3JJEmnx_M

Hafid, A., Rosmalah, R., and Rukayah, R. (2019). Developing teaching material for Indonesian language based on scientific learning to enhance students' creativity and innovation. Retrieved from https://pamhook.com/wiki/Advantages_of_SOLO_Taxonomy?fbclid=IwAR14XC4yEUKK-Y_L9DICpNYB85IJCosaaocBU85shVB0VvdAaEeUpmjcA

Hattie, J.A.C., and Brown, G. T. L. (2004). Cognitive processes in asTTle : The SOLO Taxonomy asTTle Technical Report #43. *University of Auckland/Ministry of Education*, 5(2), 99-127. Retrieved from <https://www.yumpu.com/en/document/read/31644453/43-the-solo-taxonomy-2004pdf-e-asttle>

Helen Chick. (1998). Cognition in the Formal Modes: Research Mathematics and the SOLO Taxonomy. *Mathematics Education Research Journal*, 10(2), 7. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.456.7749&rep=rep1&type=pdf>

J H Nunaki , I Damopolii1, and E Nusantari and N Y Kandowangko. (2021). The contribution of metacognitive in the inquiry based learning to students' thinking skill based on SOLO Taxonomy. Retrieved from <https://www.iopscience.iop.org/article/10.1088/>

- Jeffrey H Dyer, Hall B. Gregersen, and Clayton M. Christensen. (2009). The Innovator's DNA. Retrieved from <https://hbr.org/2009/12/the-innovators-dna>
- Jungmann, and Thorsten. (2011). Research Based Learning. [http://www.zhb.tu-dortmund.de/hd/fileadmin/Mitarbeiter/tjungmann/Jungmann - Research-based LearnING.pdf](http://www.zhb.tu-dortmund.de/hd/fileadmin/Mitarbeiter/tjungmann/Jungmann_-_Research-based_LearnING.pdf)
- Kieu. (2017). 8 skills that make a successful innovator. Retrieved from https://sociable.co/business/innovation-8-skills/?fbclid=IwAR1uWVizig-64YK3-bV1kBkUoF0uz5Rq9Uj_NMV-H89os8N-i6g72JlcH4
- Lore BROSENS, and Marina EMMANOUIL. (2019). Education Innovation through material innovation in primary education: The 'Grow It-Yourself' workshop. Retrieved from <https://www.designsociety.org/publication/42256/EDUCATION+INNOVATION+THROUGH+MATERIAL+INNOVATION+IN+PRIMARY+EDUCATION%3A+THE+%E2%80%98GROW-IT-YOURSELF%E2%80%99+WORKSHOP>
- M A Rohim, Dafik, S., and B Suciarto. (2019). The analysis of implementation of research based learning implementation in developing the students' creative thinking skill in solving dominating set problem. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1-13. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/332302740_The_analysis_of_implementation_of_research_based_learning_implementation_in_developing_the_students'_creative_thinking_skill_in_solving_dominating_set_problem
- M Tohir, Z Abidin, and Dafik and Hobri. (2018). Students creative thinking skills in solving two dimensional arithmetic series through research-based learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1-11. Retrieved from <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1008/1/012072/meta>
- Nadezhda Chubko, Julia E. Morris, David H. McKinnon, and Eileen V. Slater. (2019). SOLO taxonomy as EFL students' disciplinary literacy evaluation tool in technology-enhanced integrated astronomy course. *Chubko et al. Language Testing in Asia*, 9(19), 1-14. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1186/s40468-019-0095-6>

- Nanda Safarati, and Rahma. (2020). Analysis of Students' Understanding of Concepts on Momentum and Impulse Material Using Research-Based Learning (RBL) Models. *Indonesian Review of Physics (IRiP)*, 3(1), 19-22. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/345454490_Analysis_of_Students'_Understanding_of_Concepts_on_Momentum_and_Impulse_Material_Using_Research-Based_Learning_RBL_Models
- Nursofah, Ratna Komala, and Rusdi. (2018). The Effect of Research Based Learning Model and Creative Thinking Ability on Students Learning Outcomes. *Indonesian Journal of Science and Education*, 2(2), 168-173. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/329472887_The_Effect_of_Research_Based_Learning_Model_and_Creative_Thinking_Ability_on_Students_Learning_Outcomes
- Oxford University Press. (2021). Innovator. Retrieved from <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/innovator>
- Pam Hook. (2012). Teching and Learning:tales from the ampersand. In L.Rowan and C. Bigum (Eds), *Future Proofing Education: Transformative approaches to new technology and student diversity in futures oriented classroom*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/321599500_Transformative_Approaches_to_New_Technologies_and_Student_Diversity_in_Futures_Oriented_Classrooms_Future_Proofing_Education
- Pam Hook. (2015). *First Steps with SOLO Taxonomy Applying the model in your classroom*: Essential Resources Educational Publishers Limited.
- Qahmash, A., Joy, M., and Boddison, A. Investigating high-achieving students' code-writing abilities through the SOLO taxonomy
- Retrieved from <http://www.warwick.ac.uk/lib-publications>
- R Agustinsa, E E Muchlis, and S Maizora. (2019). Level of student understanding in solving geometry problems based on taxonomy of SOLO (Structure of Observed Learning Outcomes). *Journal of Physics: Conference Series*, 1-6. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/348492886_Level_of_student_understan

[ding in solving geometry problems based on taxonomy of SOLO Structure of Observed Learning Outcomes](#)

- Rogers, E. M. (1983). Diffusion of innovations. Retrieved from <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780203887011-36/diffusion-innovations-everett-rogers-arvind-singhal-margaret-quinlan>
- Ruth V. Small, PhD, L. J., และ L. Douglas Meredith. (2014). The Motivational and Information Needs of Young Innovators: Stimulating Student Creativity and Inventive Thinking. *Journal of School Library Research*, 2-36. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1039614.pdf>
- S.N. Azizah, Dafik , และ Susanto. (2018). The Effectiveness of Discovery Based Learning Implementation through Improving Students' Innovative thinking Skills in solving Open Ended Task of Pattern Generalization. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)*, 5(8), 74-82. Retrieved from <https://ijaers.com/detail/the-effectiveness-of-discovery-based-learning-implementation-through-improving-students-innovative-thinking-skills-in-solving-open-ended-task-of-pattern-generalization/>
- Santi Srikoon, Tassanee Bunterm, Jakkrit Samranjai, และ Jintanaporn Wattanathorn. (2014). Research Synthesis of Research-Based Learning for Education in Thailand. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 14(116), 913-917. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187704281400336X>
- Sevil Hasirci Aksoy. (2021). A critical perspective in terms of SOLO taxonomy for reading outcomes in mother-tongue teaching curriculums (1981, 2006 and 2019) in Turkey. *Journal of Language and Linguistic Studies*, 17(1), 327-345. Retrieved from <http://www.jlls.org/index.php/jlls/article/view/2341>
- Sulistiyono, B., Wangguway, Y., และ Jabbar, Z. (2020). Students' creative-innovative thinking skill in solving rainbow antimagic coloring under research based learning model. *Journal of Physics: Conference Series*, 1-13. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/350329424_The_analysis_of_students'_creative-

[innovative thinking skills in solving total dominator coloring under the impleme
ntation of research-based learning model](#)

The Partnership for 21st Century Skill. (2019). P21 Framework Definitions. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED519462.pdf>

Tri Saptuti Susiani, Moh Salimi, และ Ratna Hidayah. (2018). Research Based Learning (RBL): How to Improve Critical Thinking Skills? Retrieved from https://www.shs-conferences.org/articles/shsconf/abs/2018/03/shsconf_gctale2018_00042/shsconf_gctale2018_00042.html

University Lab Partners. (2019). What is the difference between an inventor, entrepreneur and innovator? Retrieved from <https://www.universitylabpartners.org/blog/difference-inventor-entrepreneur-innovator>

Wagner, T. (2018). Creative innovations: The making of young people who will change the world. Retrieved from <https://www.tonywagner.com/news/creating-innovators>

เกริก ท่วมกลาง. (2555). การพัฒนาสื่อ/นวัตกรรมทางการศึกษาเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สถาพรบุ๊คส์.

เจนจิรา สันติไพบูลย์. (2561). การจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิด STEAM ร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะ กระบวนการและความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

โชติมา หนูพริก. (2553). การพัฒนาระบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาตรีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

ไพฑูรย์ สีนลาร์ตน์. (2557). ครูในศตวรรษที่ 21 [เอกสารเผยแพร่พอยท์งานประชุมวิชาการ “อภิวัดณ์การเรียนรู้สู่จุดเปลี่ยนประเทศไทย”]. กรุงเทพฯ: สำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และคุณภาพเยาวชน (สสค.).

ไพฑูรย์ สีนลาร์ตน์. (2545). การเรียนการสอนที่มีวิจัยเป็นฐาน ประมวลบทความ. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

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

คณะกรรมการกลุ่มผลิตชุดวิชา. (2560). จิตวิทยาและวิทยาการเรียนรู้ [เอกสารประกอบการเรียนรู้].

โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

จิราภร คุ่มมณี. (2561). การเรียนรู้แบบสะเต็มเกมมิฟิเคชันเพื่อเสริมสร้างทักษะด้านนวัตกรรม

สร้างสรรค์ของนวัตกรรมอาชีวศึกษา. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยการจัดการและเทคโนโลยี
อีสเทิร์น, 15(2), 169.

จิรายุ สงวนแก้ว. (2560). การพัฒนาแบบทดสอบทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการ
แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตาม SOLO Taxonomy ของบิกส์
และคอลลิส. (ปริญญาณิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,
กรุงเทพฯ.

จิรพร ก้อนคำ. (2561). การพัฒนาเครื่องมือประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตาม
แนวคิดของ SOLO Taxonomy สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. (ปริญญาณิพนธ์
ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2555). การทดลองประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. วารสารศิลปากร
ศึกษาศาสตร์วิจัย, 5(1), 8-20.

ณัชชา กมล. (2558). ตัวแบบโซโล: กรอบแนวคิดในการวิเคราะห์การคิดเชิงคณิตศาสตร์ SOLO
MODEL : A FRAMEWORK FOR ANALYZING MATHEMATICAL THINKING. วารสาร
ศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา, 7(14), 218-225.

ดวงใจ เนตรตระกูล และ ศิริมาศ โกศลย์พิพัฒน์. (2562). การวิจัยและพัฒนาระบบและ
กระบวนการผลิตและพัฒนาครูรายวิชาวิธีสอนการศึกษาปฐมวัย โดยบูรณาการแนวคิดจิตต
ปัญญาศึกษาการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐานและระบบพี่เลี้ยง จุลสาร. เชียงใหม่: กองทุน
วิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

ถนอมขวัญ วิบูลย์ธนสาร. (2561). การพัฒนาชุดกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง พันธะเคมีเพื่อ
ส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.
(ปริญญาณิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ทิตญาดา โภชนจันทร์. (2559). การพัฒนาแบบวัดปัญหาพฤติกรรมสำหรับเด็กระดับประถมศึกษาใน
เขตกรุงเทพมหานคร. (ปริญญาณิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,
กรุงเทพฯ.

ทิตนา เขมมณี. (2555). ศาสตร์การสอน (พิมพ์ครั้งที่ 15). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ทีศนา แชมมณี. (2546). 14 วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีรภา ไชยเดช สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ และวิภารัตน์ เชื้อชวด ชัยสิทธิ์. (2560). การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 8(1), 51-66.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2551). การพัฒนาชุดโครงการวิจัยด้านการเรียนการสอนเน้น *RBI* และ *IBR* [เอกสารประกอบการบรรยาย]. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- นิลาวรรณ ทรงครุฑ. (2561). ผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน ที่ส่งผลต่อความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ปทีป เมธุนวุฒิ. (2547). การเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการวิจัยในการสอนที่มีวิจัยเป็นฐาน. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรัชญา ชื้อสัตย์. (2563). การพัฒนาชุดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับโครงงานเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์หุ่นกระบอก สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนต้น. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.
- พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ. (2553, 19 สิงหาคม). ราชกิจจานุเบกษา (เล่ม 116 ตอนที่ 74ก, น.1-28). สืบค้นจาก <https://person.mwit.ac.th/01-Statutes/NationalEducation.pdf>
- พัชรพร อยู่เย็น, อภิญญา ภูมิโอบตา, และ ศิระ ศรีโยธิน. (2560). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเป็นนวัตกรรม : กรณีศึกษาผลิตภัณฑ์ *PUNN* [เอกสารในการประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านการบริหารกิจการสาธารณะ ครั้งที่ 4 “การบริหารกิจการสาธารณะภายใต้ประเทศไทย 4.0”]. ขอนแก่น: วิทยาลัยการปกครองท้องถิ่น มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พิชญา กล้าหาญ และ วิสูตร โพธิ์เงิน. (2564). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดกระบวนการคิดเชิงออกแบบร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 49(2), 1-16.

- ภิญโญ วงษ์ทอง. (2563). การเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานเรื่องแบบจำลองอะตอมเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสาร หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 11(2), 268-289.
- มาเรียม นิลพันธุ์. (2549). การพัฒนารูปแบบการครุศึกษาเชิงสร้างสรรค์และผลิตภาพ:กรณีศึกษา: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. (ปริญญาานิพนธ์ดุขฎิบัถิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.
- มานิต กีรตินิตยา. (2552). การพัฒนาทักษะกระบวนการวิจัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- มารุต พัฒนผล. (2560). เอกสารประกอบการเรียนรู้ รายวิชาสัมมนานวัตกรรมการโค้ชเพื่อการรู้คิด [เอกสารประกอบการเรียนรู้]. กรุงเทพฯ: บัถิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- รุจิราพร รามสิริ. (2556). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างทักษะการวิจัยทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.
- ลัดดา ฎุเกียรติ. (2552). การสอนแบบโครงงานและการสอนแบบใช้วิจัยเป็นฐาน: งานที่ครูประถมทำได้. กรุงเทพฯ: บริษัท สาสะแอนด์ซันพรินติง จำกัด.
- วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนผล. (2557). กระบวนทัศน์ใหม่การ *Mentor and Coaching* ในสังคมสื่อสารสนเทศเพื่อเสริมสร้างศักยภาพนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ: บัถิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิทเอก สว่างจิตร. (2563). การจัดการเรียนรู้เชิงรุกสู่ทักษะในศตวรรษที่21 โดยการนำแนวคิดจิตตปัญญาศึกษา ระบบพี่เลี้ยง และการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน. วารสารวิจัยทางการศึกษา, 15(1), 45-55.
- ศิริชัย กาญจนวาสี (2552). ทฤษฎีการประเมิน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ และทัศนีย์ บุญเติม. (2536). การสอนแบบ Research Based Learning. วารสารวิธีวิทยาการวิจัย, 6(1), 1-14.

สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ. (2554). STEAM 4 INNOVATOR สืบค้นจาก

<https://moocs.nia.or.th/course/stream4innovator>

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. Retrieved from

http://academic.obec.go.th/images/document/1580786506_d_1.pdf

สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา. (2554). แนวการจัดการเรียนรู้โดยนักเรียนใช้

กระบวนการวิจัยในการเรียนรู้ [เอกสารประกอบการประชุม]. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.

สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). แนวการพัฒนาโรงเรียนนวัตกรรมพัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นนวัตกรรมของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.

อมรวิชัย นาคกรทรรพ. (2547). เรียนรู้วิจัย: การเรียนการสอนที่มีการวิจัยเป็นฐาน. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อลิษา ราชวัตร. (2558). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ *IDSPEE* เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- | | |
|---|--|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. วิไลลักษณ์ ลังกา | อาจารย์ประจำภาควิชาการวัดผลและวิจัย
การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรอุมา เจริญสุข | อาจารย์ประจำภาควิชาการวัดผลและวิจัย
การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดวงใจ สีเขียว | อาจารย์ประจำภาควิชาการประถมศึกษา
การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 4. นางพจนา ยาคำ | ครูชำนาญการ
โรงเรียนไทยรัฐวิทยา 69 (คลองหลวง) |



ภาคผนวก ข
ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตาราง 26 ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy

แผนการจัด การเรียนรู้ที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	5.00	4.77	4.87	4.88	เหมาะสมมากที่สุด
2	5.00	4.93	4.87	4.93	เหมาะสมมากที่สุด
3	5.00	4.97	4.87	4.94	เหมาะสมมากที่สุด
4	5.00	4.90	4.87	4.92	เหมาะสมมากที่สุด
5	5.00	4.90	4.87	4.92	เหมาะสมมากที่สุด
6	5.00	4.90	4.87	4.92	เหมาะสมมากที่สุด
7	5.00	4.93	4.87	4.93	เหมาะสมมากที่สุด
8	5.00	4.93	4.87	4.93	เหมาะสมมากที่สุด
9	5.00	4.93	4.87	4.93	เหมาะสมมากที่สุด
10	5.00	4.93	4.87	4.93	เหมาะสมมากที่สุด
11	5.00	4.93	4.87	4.93	เหมาะสมมากที่สุด
12	5.00	4.90	4.87	4.92	เหมาะสมมากที่สุด
13	5.00	4.93	4.87	4.93	เหมาะสมมากที่สุด
14	5.00	4.93	4.87	4.93	เหมาะสมมากที่สุด
15	5.00	4.93	4.87	4.93	เหมาะสมมากที่สุด
16	5.00	4.93	4.87	4.93	เหมาะสมมากที่สุด

จากตาราง 26 พบว่า ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy จำนวน 16 แผน มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ตั้งแต่ 4.88 – 4.94 ซึ่งมีความเหมาะสมมากที่สุด เมื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะแล้วสามารถนำไปใช้ได้

ตาราง 27 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัสดุ

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3	1	คัดเลือก
2	1	0	1	2	0.67	คัดเลือก
3	1	1	1	3	1	คัดเลือก
4	1	0	1	2	0.67	คัดเลือก
5	1	1	1	3	1	คัดเลือก
6	1	1	1	3	1	คัดเลือก
7	1	1	1	3	1	คัดเลือก
8	1	1	0	2	0.67	คัดเลือก
9	1	0	1	2	0.67	คัดเลือก
10	1	1	1	3	1	คัดเลือก
11	1	1	1	3	1	คัดเลือก
12	1	1	0	2	0.67	คัดเลือก
13	1	1	1	3	1	คัดเลือก
14	1	0	1	2	0.67	คัดเลือก
15	1	0	0	1	0.34	คัดออก
16	1	1	0	2	0.67	คัดเลือก
17	1	1	1	3	1	คัดเลือก
18	1	1	1	3	1	คัดเลือก
19	1	1	1	3	1	คัดเลือก
20	1	1	1	3	1	คัดเลือก
21	1	1	1	3	1	คัดเลือก
22	1	1	1	3	1	คัดเลือก
23	1	1	1	3	1	คัดเลือก
24	1	1	1	3	1	คัดเลือก

ตาราง 27 (ต่อ) ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัสดุ

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
25	1	1	1	3	1	คัดเลือก
26	1	0	1	2	0.67	คัดเลือก
27	1	1	1	3	1	คัดเลือก
28	1	0	1	2	0.67	คัดเลือก
29	1	0	1	2	0.67	คัดเลือก
30	1	0	1	2	0.67	คัดเลือก
31	1	1	1	3	1	คัดเลือก
32	1	1	1	3	1	คัดเลือก
33	1	0	1	2	0.67	คัดเลือก
34	1	1	1	3	1	คัดเลือก
35	1	1	1	3	1	คัดเลือก
36	1	1	1	3	1	คัดเลือก
37	1	1	1	3	1	คัดเลือก
38	1	1	1	3	1	คัดเลือก

จากตาราง 27 พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัสดุ ทั้ง 38 ข้อ มีข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 37 ข้อ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 แสดงว่าข้อคำถามสามารถคัดเลือกนำไปใช้ได้

ตาราง 28 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินทักษะนวัตกร

คะแนน	เกณฑ์การประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	ผลการพิจารณา
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. ทักษะการตั้งคำถาม							
3 (มาก)	สามารถตั้งคำถามและสอบถามได้อย่างสร้างสรรค์เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุและสมบัติของวัสดุในการนำมาประดิษฐ์สิ่งของได้ด้วยตนเอง และเกิดการต่อยอดความคิด	1	1	1	3	1	คัดเลือก
2 (ปานกลาง)	สามารถตั้งคำถามและสอบถามเพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุและสมบัติของวัสดุในการนำมาประดิษฐ์สิ่งของได้มาก แต่ไม่ทำให้เกิดการต่อยอดความคิด	1	1	1	3	1	คัดเลือก
1 (น้อย)	สามารถตั้งคำถามและสอบถามเพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุและสมบัติของวัสดุในการนำมาประดิษฐ์สิ่งของได้เพียงเล็กน้อย ยังขาดความสร้างสรรค์ และกระตุ้นให้เกิดการต่อยอดความคิด	1	1	1	3	1	คัดเลือก

ตาราง 28 (ต่อ) ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินทักษะนวัตกรรม

คะแนน	เกณฑ์การประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	ผลการพิจารณา
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
2. ทักษะการสังเกต							
3 (มาก)	ใช้ประสาทสัมผัสในการรวบรวมและเชื่อมโยงข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของวัสดุรอบตัวได้ด้วยตนเองโดยไม่เพิ่มความคิดเห็น และอาจนำไปประยุกต์ใช้ได้กับบริบทอื่นๆ	1	1	1	3	1	คัดเลือก
2 (ปานกลาง)	ใช้ประสาทสัมผัส ในการรวบรวมและเชื่อมโยงข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของวัสดุรอบตัวได้	1	1	1	3	1	คัดเลือก
1 (น้อย)	ใช้ประสาทสัมผัส ในการรวบรวมข้อมูล เกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของวัสดุได้บางส่วน โดยขาดความเชื่อมโยง	1	1	1	3	1	คัดเลือก
3. ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์							
3 (มาก)	รับฟังและยอมรับความคิดของผู้อื่นในการทำงาน สามารถแสดงความคิดเห็นต่อผลงานประดิษฐ์ของเพื่อนได้ นำเสนอผลงานได้น่าสนใจ สื่อสารกับผู้อื่นให้เข้าใจได้	1	1	1	3	1	คัดเลือก

ตาราง 28 (ต่อ) ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินทักษะนวัตกรรม

คะแนน	เกณฑ์การประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	ผลการพิจารณา
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
2 (ปานกลาง)	รับฟังและยอมรับความคิดของผู้อื่นในการทำงาน ยังไม่สามารถแสดงความคิดเห็นต่อผลงานประดิษฐ์ของเพื่อนได้ นำเสนอผลงานที่น่าสนใจ สื่อสารกับผู้อื่นให้เข้าใจได้พอสมควร	1	1	1	3	1	คัดเลือก
1 (น้อย)	ไม่ค่อยรับฟังและยอมรับความคิดของผู้อื่นในการทำงาน และไม่สามารถแสดงความคิดเห็นต่อผลงานประดิษฐ์ของเพื่อนได้ นำเสนอผลงานได้แต่ยังไม่น่าสนใจเท่าที่ควร สื่อสารกับผู้อื่นให้เข้าใจได้ยาก	1	1	1	3	1	คัดเลือก

4. ทักษะการทดลอง

3 (มาก)	- ออกแบบและประดิษฐ์สิ่งของโดยใช้สมบัติของวัสดุตามการใช้งาน ในรูปแบบที่น่าสนใจและถูกต้อง รวมถึงมีโอกาสเป็นไปได้จริงในอนาคต	1	1	1	3	1	คัดเลือก
------------	---	---	---	---	---	---	----------

ตาราง 28 (ต่อ) ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินทักษะนวัตกรรม

คะแนน	เกณฑ์การประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	ผลการพิจารณา
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
2 (ปานกลาง)	- ออกแบบและประดิษฐ์สิ่งของโดยใช้สมบัติของวัสดุตามการใช้งาน ในรูปแบบที่น่าสนใจและถูกต้องบางส่วน แต่ยังไม่น่าจะมีโอกาสเกิดขึ้นได้จริงในอนาคต	1	1	1	3	1	คัดเลือก
1 (น้อย)	- ออกแบบและประดิษฐ์สิ่งของโดยใช้สมบัติของวัสดุตามการใช้งาน ยังไม่น่าสนใจเท่าที่ควร และไม่มีโอกาสเกิดขึ้นได้จริงในอนาคต	1	1	1	3	1	คัดเลือก
5. ทักษะการเชื่อมโยง							
3 (มาก)	-สามารถเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับสมบัติของวัสดุแต่ละชนิดมาออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่ เหมาะสมต่อการใช้งาน ด้วยตนเอง -สามารถอภิปรายหรือตอบคำถามได้ว่า วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน จึงนำมาใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกันตามสมบัติของวัสดุนั้น การเลือกใช้วัสดุมาทำ เป็นวัตถุ จึงต้องคำนึงถึง สมบัติของวัสดุที่	1	0	1	2	0.67	คัดเลือก

ตาราง 28 (ต่อ) ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินทักษะนวัตกรรม

คะแนน	เกณฑ์การประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	ผลการพิจารณา
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
	<p>เหมาะสมกับการใช้งาน ด้วยตนเอง</p> <p>-สามารถวิเคราะห์ข้อดีและข้อจำกัดของสิ่งประดิษฐ์ตามลักษณะและสมบัติของวัสดุและวัตถุประสงค์ในการใช้งานด้วยตนเอง</p>						
2 (ปานกลาง)	<p>- สามารถเชื่อมโยงนำความรู้เกี่ยวกับสมบัติของวัสดุแต่ละชนิดมาออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานสิ่งประดิษฐ์ที่เหมาะสมต่อการใช้งาน แต่ยังไม่ค่อยแปลกใหม่ โดยอาศัยคำแนะนำของครูหรือผู้อื่นเพียงเล็กน้อย</p> <p>-สามารถอภิปรายหรือตอบคำถามได้ว่า วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน จึงนำมาใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน ตามสมบัติของวัสดุ นั้น ๆ การเลือกใช้วัสดุมาทำเป็นวัตถุ จึงต้องคำนึงถึงสมบัติของวัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งาน โดยอาศัยคำแนะนำของครูหรือผู้อื่น</p> <p>-สามารถวิเคราะห์ข้อดีและข้อจำกัดของสิ่งประดิษฐ์ตามลักษณะและ</p>	1	0	1	2	0.67	คัดเลือก

ตาราง 28 (ต่อ) ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินทักษะนวัตกร

คะแนน	เกณฑ์การประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	ผลการพิจารณา
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
	สมบัติของวัสดุและวัตถุประสงคในการใช้งานโดยอาศัยคำแนะนำของครูหรือผู้อื่น						
1 (น้อย)	<p>- สามารถเชื่อมโยงนำความรู้เกี่ยวกับสมบัติของวัสดุแต่ละชนิดมาออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานสิ่งประดิษฐ์ที่เหมาะสมต่อการใช้งาน แต่ยังไม่ค่อยแปลกใหม่ โดยอาศัยคำแนะนำของครูหรือผู้อื่นเป็นส่วนใหญ่</p> <p>-สามารถอธิบายหรือตอบคำถามได้ว่า วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน แต่ไม่สามารถบอกได้ว่านำมาใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกันตามสมบัติของวัสดุนั้น ๆ การเลือกใช้วัสดุมาทำเป็นวัตถุ จึงต้องคำนึงถึงสมบัติของวัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งาน แม้จะได้รับคำแนะนำจากครูหรือผู้อื่น</p>	1	0	1	2	0.67	คัดเลือก


ตาราง 29 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัสดุ

ข้อ	ค่าความยาก (p)	ผลการ วิเคราะห์	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	ผลการ วิเคราะห์	ผลการพิจารณา
1	0.61	ผ่านเกณฑ์	0.36	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
2	0.90	ผ่านเกณฑ์	0.27	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
3	0.67	ผ่านเกณฑ์	0.41	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
4	0.82	ผ่านเกณฑ์	0.47	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
5	0.90	ผ่านเกณฑ์	0.57	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
6	0.94	ผ่านเกณฑ์	0.25	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
7	0.90	ผ่านเกณฑ์	0.43	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
8	0.84	ผ่านเกณฑ์	0.52	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
9	0.78	ผ่านเกณฑ์	0.17	ไม่ผ่านเกณฑ์	คัดออก
10	0.50	ผ่านเกณฑ์	0.29	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
11	0.98	ผ่านเกณฑ์	0.21	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
12	0.42	ผ่านเกณฑ์	0.26	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
13	0.88	ผ่านเกณฑ์	0.27	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
14	0.88	ผ่านเกณฑ์	0.12	ไม่ผ่านเกณฑ์	คัดออก
15	0.73	ผ่านเกณฑ์	-0.28	ไม่ผ่านเกณฑ์	คัดออก
16	0.34	ผ่านเกณฑ์	0.07	ไม่ผ่านเกณฑ์	คัดออก
17	0.69	ผ่านเกณฑ์	0.21	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
18	0.71	ผ่านเกณฑ์	0.08	ไม่ผ่านเกณฑ์	คัดออก
19	0.80	ผ่านเกณฑ์	0.55	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
20	0.78	ผ่านเกณฑ์	0.46	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
21	0.46	ผ่านเกณฑ์	0.19	ไม่ผ่านเกณฑ์	คัดออก
22	0.69	ผ่านเกณฑ์	0.08	ไม่ผ่านเกณฑ์	คัดออก
23	0.86	ผ่านเกณฑ์	0.41	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก

ตาราง 29 (ต่อ) ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัสดุ

ข้อ	ค่าความยาก (p)	ผลการ วิเคราะห์	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	ผลการ วิเคราะห์	ผลการพิจารณา
24	0.71	ผ่านเกณฑ์	0.45	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
25	0.76	ผ่านเกณฑ์	0.45	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
26	0.90	ผ่านเกณฑ์	0.40	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
27	0.73	ผ่านเกณฑ์	0.19	ไม่ผ่านเกณฑ์	คัดออก
28	0.63	ผ่านเกณฑ์	0.55	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
29	0.71	ผ่านเกณฑ์	0.34	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
30	0.59	ผ่านเกณฑ์	0.41	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
31	0.78	ผ่านเกณฑ์	0.36	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
32	0.76	ผ่านเกณฑ์	0.55	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
33	0.90	ผ่านเกณฑ์	0.19	ไม่ผ่านเกณฑ์	คัดออก
34	0.48	ผ่านเกณฑ์	0.22	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
35	0.78	ผ่านเกณฑ์	0.37	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
36	0.82	ผ่านเกณฑ์	0.32	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
37	0.32	ผ่านเกณฑ์	0.24	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก

จากตาราง 29 พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง วัตถุ
 และสมบัติของวัสดุ ที่ผ่านเกณฑ์ และสามารถคัดเลือกนำไปใช้ได้มีจำนวน 28 ข้อ มีค่าความยาก
 อยู่ระหว่าง 0.32 – 0.98 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21 – 0.57 และค่าความเชื่อมั่นของ
 แบบทดสอบทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.72 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ คัดเลือกข้อคำถามของแบบทดสอบวัดผล
 สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการวิจัย จำนวน 20 ข้อ



ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้

SOLO Taxonomy

- แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัตถุ
- แบบประเมินทักษะนวัตกร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การดูดซับน้ำของวัสดุ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัสดุ หน่วยย่อยที่ 1 เรื่อง สมบัติการดูดซับน้ำของวัสดุและการใช้ประโยชน์
 รหัสวิชา ว12101 รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 1 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.1

เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด ป. 2/1 เปรียบเทียบสมบัติการดูดซับน้ำของวัสดุโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และระบุนำ สมบัติการดูดซับน้ำของวัสดุไปประยุกต์ใช้ในการทำวัตถุในชีวิตประจำวัน

2. สาระสำคัญ

วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติการดูดซับน้ำแตกต่างกัน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ ความเข้าใจ (K)

บอกการมีรูพรุน และสมบัติอื่น ๆ ของวัสดุชนิดต่าง ๆ ที่จะนำมาทดสอบการดูดซับน้ำ

3.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

- สังเกตการมีรูพรุน และสมบัติอื่น ๆ ของวัสดุชนิดต่าง ๆ ที่จะนำมาทดสอบการดูดซับน้ำ
- ลงความเห็นจากข้อมูลเกี่ยวกับการมีรูพรุน และสมบัติอื่น ๆ ของวัสดุชนิดต่าง ๆ ที่จะนำมาทดสอบ การดูดซับน้ำ

3.3 ด้านคุณลักษณะ เจตคติ ค่านิยม (A)

- ซื่อสัตย์สุจริต
- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้

4. สารการเรียนรู้

การดูดซับน้ำของวัสดุสังเกตได้จากปริมาณน้ำที่ซึมเข้าไปอยู่ในช่องว่างของเนื้อวัสดุนั้น วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติการดูดซับน้ำแตกต่างกัน สังเกตจากปริมาณน้ำที่วัสดุดูดซับไว้ บางชนิดดูดซับน้ำได้มาก บางชนิดดูดซับน้ำได้น้อย บางชนิดไม่ดูดซับน้ำ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

5.1 ความสามารถในการสื่อสาร

- อธิบายและเปรียบเทียบสมบัติของวัสดุแต่ละชนิด

5.2 ความสามารถในการคิด

- ลงความเห็นจากข้อมูลการทดสอบสมบัติของวัสดุแต่ละชนิด

5.3 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

- มุ่งมั่นในการทำงานให้สำเร็จ

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

6.1 ซื่อสัตย์สุจริต

6.2 มีวินัย

6.3 ใฝ่เรียนรู้

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1 – 2

ขั้นระบุปัญหาการวิจัย

1. ครูสร้างสถานการณ์หน้าชั้นเรียน โดยนำผ้าเช็ดโต๊ะมาให้นักเรียนสังเกต จากนั้นถามคำถามนักเรียนว่า ถ้ามีน้ำหกบนโต๊ะจะใช้ผ้านี้เช็ดให้แห้งได้หรือไม่ อย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)

2. ครูเทน้ำลงบนโต๊ะแล้วให้นักเรียน 1 คนออกมาใช้ผ้าเช็ดน้ำที่หกบนโต๊ะ ให้นักเรียนสังเกต จากนั้นถามคำถาม ดังต่อไปนี้

2.1 ผ้านี้เช็ดน้ำให้แห้งได้หรือไม่ (เช็ดได้)

2.2 น้ำหายไปไหน (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)

3. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า การที่ผ้าสามารถเช็ดน้ำบนโต๊ะให้แห้งได้ เนื่องจากน้ำบนโต๊ะเข้าไปแทรกอยู่ในช่องว่างของเนื้อผ้า เราเรียกว่าผ้าดูดซับน้ำได้ แต่ถ้าเรานำวัตถุที่ทำจากวัสดุบางอย่างมาเช็ดน้ำ แล้วน้ำไม่สามารถแทรกเข้าไปในช่องว่างของเนื้อวัสดุได้ วัสดุนั้นเป็นวัสดุที่ไม่

ดูดซับน้ำ จากนั้นครูถามนักเรียนดังนี้ การดูดซับน้ำหมายถึงอะไร (การที่น้ำซึมเข้าไปอยู่ในช่องว่างของเนื้อวัสดุ) ถ้านักเรียนตอบไม่ได้ ครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจเพื่อนำความรู้ไปใช้ในการทำกิจกรรมต่อไป

4. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละประมาณ 4-5 คน และให้แต่ละกลุ่มช่วยกันสังเกตการมีรูพรุนและสมบัติ อื่น ๆ ของวัสดุ 4 ชนิด ได้แก่ ผ้าฝ้าย กระดาษเยื่อ กระดาษหนังสือพิมพ์ และพลาสติก อย่างละเอียด โดยใช้แว่นขยายช่วย ในการสังเกตการมีรูพรุนของวัสดุแต่ละชนิด

5. ครูให้นักเรียนบันทึกผลการสังเกตลงในใบงาน 01 การดูดซับน้ำของวัสดุ บอกลักษณะและสมบัติของวัสดุในการดูดซับน้ำ (กิจกรรม SOLO Station งานระดับ Multistructural station) โดยการสังเกตการมีรูพรุนของวัสดุแต่ละชนิด ขณะที่นักเรียนลงมือทำกิจกรรม หากนักเรียนเขียนไม่คล่อง ครูสังเกตและให้ความช่วยเหลือ

6. หลังจากนักเรียนทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ครูสุ่มนักเรียนนำเสนอ แล้วเขียนคำตอบผลการสังเกตวัสดุแต่ละชนิด ของนักเรียนไว้บนกระดาน

7. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการสังเกต โดยครูใช้คำถามดังนี้

7.1 ถ้าพิจารณาการมีรูพรุน วัสดุใดมีรูพรุน และวัสดุใดไม่มีรูพรุน ทราบได้อย่างไร (ผ้าฝ้าย และกระดาษเยื่อมีรูพรุน ทราบได้จากเห็นรู แต่หนังสือพิมพ์และพลาสติกไม่มีรูพรุน ทราบได้จากมองไม่เห็นรู)

7.2 วัสดุที่มีรูพรุนนั้นมีขนาดของรูเท่ากันหรือไม่ อย่างไร (ไม่เท่ากัน ผ้าฝ้ายมีรูพรุนขนาดใหญ่กว่า กระดาษเยื่อ)

7.3 วัสดุทั้ง 4 ชนิดมีลักษณะและสมบัติใดที่เหมือนกัน (นักเรียนตอบตามผลการสังเกต เช่น วัสดุทั้ง 4 ชนิด มีรูปร่างเป็นแผ่นเหมือนกัน บิดงอได้เหมือนกัน)

7.4 วัสดุทั้ง 4 ชนิดมีลักษณะและสมบัติใดที่แตกต่างกัน (นักเรียนตอบตามผลการสังเกต เช่น วัสดุทั้ง 4 ชนิด มีรูพรุน ผิวสัมผัส การยืดได้แตกต่างกัน ใส ชุ่น หรือทึบ)

8. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสรุปแนวคิดหรือสิ่งที่ได้เรียนรู้ในช่วงนี้เกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของวัสดุในการดูดซับน้ำ

9. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้จากกิจกรรมดังนี้ วัสดุต่าง ๆ มีลักษณะและสมบัติบางประการเหมือนกัน และบางประการแตกต่างกัน เช่น การมีรูพรุน ผิวสัมผัส การยืดได้แตกต่างกัน ใส ชุ่น หรือทึบ

10. ครูกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันคิดต่อว่าเราจะรู้ได้อย่างไรว่าวัสดุใดจะดูดซับน้ำได้ดีที่สุด เพื่อนำไปสู่ขั้นตอนการตั้งสมมติฐานการวิจัย

***ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้และการตรวจใบงาน การดูดซับน้ำของวัสดุ ที่ให้นักเรียนบอกลักษณะและสมบัติของวัสดุในการดูดซับน้ำ หากพบว่าถ้ามีนักเรียนบางคนไม่สามารถอธิบายหรือเขียนผลการสังเกตการณ์มีรูพรุนและสมบัติอื่น ๆ ของวัสดุต่าง ๆ ได้ ซึ่งเป็นความสามารถในระดับหลายโครงสร้าง (Multistructural) ครูต้องใช้กลยุทธ์ SOLO “+1” เพื่อแก้ไขและพัฒนาให้นักเรียนให้มีความสามารถไปถึงระดับหลายโครงสร้างที่ได้กำหนดไว้ โดยครูกำหนดชิ้นงานใหม่เพื่อให้สามารถระบุช่องว่างระหว่างสิ่งที่นักเรียนรู้และเป้าหมายการเรียนรู้ที่ต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน

กิจกรรมหรืองานสำหรับกลยุทธ์ SOLO “+1” เมื่อนักเรียนมีความสามารถต่ำกว่าระดับหลายโครงสร้าง (Multistructural)

ตอนนี้นักเรียนมีระดับความสามารถอยู่ระดับใด	กิจกรรมที่จะช่วยพัฒนานักเรียน	ระดับความสามารถที่ต้องการ
-ระดับโครงสร้างเดียว (Prestructural) นักเรียนไม่สามารถอธิบายหรือเปรียบเทียบลักษณะและสมบัติของวัสดุในการดูดซับน้ำจากการสังเกตได้	- ให้นักเรียนจับสัมผัส สังเกตและลองอธิบายเปรียบเทียบระหว่างวัสดุ 4 ชนิดที่แตกต่างกัน โดยให้อธิบายว่ามีลักษณะและสมบัติใดที่เหมือนกันหรือแตกต่างกัน โดยครูให้คำแนะนำ จากนั้นครูให้นักเรียนวาดภาพหรือเขียนอธิบายเปรียบเทียบระหว่างวัสดุ 4 ชนิดที่แตกต่างกัน	- ระดับหลายโครงสร้าง (Multistructural)

8. สื่อ /แหล่งเรียนรู้

- 8.1 ใบงาน 01 การดูดซับน้ำของวัสดุ
- 8.2 ผ้าฝ้าย
- 8.3 กระดาษเยื่อ
- 8.4 กระดาษหนังสือพิมพ์

8.5 ฤงพลาตติค

9. ซึนงาน/ภาระงาน

- ใบงาน 01 การดูค้บน้ำของวัสดุ

10. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด/ ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
1) ด้านความรู้ความ เข้าใจ - บอกการมีรูพรุน และ สมบัติอื่น ๆ ของวัสดุ ชนิดต่าง ๆ ที่จะนำมา ทดสอบการดูดซับน้ำ	สังเกตการตอบ คำถามใน ชั้นเรียน และความถูกต้อง ของเนื้อหาในใบงาน	-แบบประเมินการ ตอบ คำถามในชั้น เรียน และตรวจใบ งาน -แบบประเมิน ความสามารถของ นักเรียนในแต่ละชั้น ของการจัดการ เรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็น ฐานร่วมกับการ ประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy	ผ่านเกณฑ์การประเมิน ระดับคุณภาพดีขึ้นไป - อยู่ในระดับ Multistructural หรือ สูงกว่าขึ้นไป
2) ด้านทักษะ/ กระบวนการ - สังเกตการมีรูพรุน และสมบัติ อื่น ๆ ของ วัสดุชนิดต่าง ๆ ที่จะ นำมาทดสอบการดูด ซับน้ำ - ลงความเห็นจาก ข้อมูลเกี่ยวกับการมีรู พรุน และสมบัติอื่น ๆ ของวัสดุชนิดต่าง ๆ ที่	สังเกตทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ในการ ทำกิจกรรม	แบบประเมินทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	ผ่านเกณฑ์การประเมิน ระดับคุณภาพพอใช้ ขึ้นไป

สิ่งที่ต้องการวัด/ ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
จะนำมาทดสอบ การ ดูฉบับน้ำ			
3) ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ - ซื่อสัตย์สุจริต - มีวินัย - ใฝ่เรียนรู้	สังเกตคุณลักษณะ อันพึงประสงค์	แบบประเมิน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	ผ่านเกณฑ์การประเมิน ระดับคุณภาพ “ผ่าน”
4) สมรรถนะสำคัญ ของผู้เรียน 1. ความสามารถในการ สื่อสาร - อธิบายและ เปรียบเทียบสมบัติ ของวัสดุแต่ละชนิด 2. ความสามารถในการ คิด - ลงความเห็นจาก ข้อมูลการทดสอบ สมบัติของวัสดุแต่ละ ชนิด 3. ความสามารถในการ ใช้ทักษะชีวิต - มุ่งมั่นในการทำงาน ให้สำเร็จ	สังเกตพฤติกรรมใน ขณะทำกิจกรรม	แบบประเมิน สมรรถนะสำคัญของ ผู้เรียน	ผ่านเกณฑ์การประเมิน ระดับคุณภาพ “ผ่าน”

แบบประเมินการตอบคำถามในชั้นเรียนและตรวจใบงาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการดูดซับน้ำของวัสดุ

ชื่อผู้รับการประเมิน

ประเมินผลครั้งที่ วันที่ เดือน พ.ศ.

เรื่อง

ชื่อ-สกุล/กลุ่ม	รายการประเมิน/ระดับคะแนน			
	การตอบ คำถามใน ชั้นเรียน (4)	การสรุป ความรู้ (4)	ความถูกต้อง ครบถ้วนของเนื้อหา ในใบงาน (2)	รวม คะแนน (10 คะแนน)

เกณฑ์การประเมิน

ประเด็น การ ประเมิน	ระดับคุณภาพ					คะแนน รวม
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)	น้ำหนัก	
1. การตอบ คำถามใน ชั้นเรียน	ตอบ คำถามได้ ถูกต้อง ทั้งหมด	ตอบ คำถามได้ ถูกต้องเป็น ส่วนใหญ่	ตอบ คำถาม ถูกต้อง บางส่วน	ตอบคำถาม ไม่ถูกต้อง	1.0	4
2. การสรุป ความรู้	สรุปความรู้ ความ เข้าใจ เกี่ยวกับ เรื่องที่ ศึกษาได้	สรุปความรู้ ความ เข้าใจ เกี่ยวกับ เรื่องที่ ศึกษาได้	สรุปความรู้ ความ เข้าใจ เกี่ยวกับ เรื่องที่ ศึกษาได้	สรุปความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับ เรื่องที่ ศึกษาไม่	1.0	4

ประเด็น การ ประเมิน	ระดับคุณภาพ					คะแนน รวม
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)	น้ำหนัก	
	ถูกต้องและ ครบถ้วน	ถูกต้องแต่ ไม่ครบถ้วน	ถูกต้อง บางส่วน และไม่ ครบถ้วน	ถูกต้องและ ไม่ครบถ้วน		
3. ความ ถูกต้อง ครบถ้วน ของ เนื้อหา ในใบงาน	เนื้อหาที่ เขียน ในใบ งานมี ความ ถูกต้อง ครบถ้วน ตามที่ กำหนด	เนื้อหาที่ เขียนในใบ งานมี บางส่วนไม่ ถูกต้อง ตามที่ กำหนด	เนื้อหาที่ เขียน ในใบ งานมี ความ ถูกต้องเป็น ส่วนน้อย	เนื้อหาที่ เขียนในใบ งานไม่ ถูกต้อง	0.5	2

แปลผล

คะแนน 9 – 10	หมายถึง	ดีมาก
คะแนน 7 - 8	หมายถึง	ดี
คะแนน 5 - 6	หมายถึง	พอใช้
คะแนน 0 - 4	หมายถึง	ปรับปรุง

เกณฑ์การตัดสิน ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับคุณภาพดีขึ้นไป

แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการดูดซับน้ำของวัสดุ

ชื่อผู้รับการประเมิน.....
 ประเมินผลครั้งที่ วันที่ เดือน พ.ศ.
 เรื่อง

ชื่อ-สกุล/กลุ่ม	รายการประเมิน/ระดับคะแนน			
	การสังเกต (3)	การลง ความเห็นจาก ข้อมูล (3)	ผลรวม คะแนน (6)	ผลการ ประเมิน

เกณฑ์การประเมิน

ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
การสังเกต	สามารถใช้ประสาทสัมผัส ในการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของวัสดุ ได้ด้วยตนเองโดยไม่เพิ่มความความคิดเห็น	สามารถใช้ประสาทสัมผัส ในการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของวัสดุได้โดยการชี้แนะของครูหรือผู้อื่น	สามารถใช้ประสาทสัมผัส ในการรวบรวมข้อมูล เกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของวัสดุ ได้บางส่วน แม้จะได้รับคำแนะนำจากครูหรือ ผู้อื่น
การลงความเห็นจากข้อมูล	เพิ่มเติมความเห็นเกี่ยวกับ ลักษณะและสมบัติของวัสดุได้ อย่างมีเหตุผลจาก	เพิ่มเติมความเห็นเกี่ยวกับ ลักษณะและสมบัติของวัสดุได้ อย่างมีเหตุผล โดย	สามารถเพิ่มเติมความเห็น เกี่ยวกับ ลักษณะและสมบัติของวัสดุได้บางส่วน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
	ความรู้ หรือ ประสบการณ์เดิมได้ ด้วยตัวเอง	การชี้แนะของครูหรือผู้อื่น	แม้จะได้รับคำแนะนำ จากครูหรือผู้อื่น

แปลผล

คะแนน 5 - 6	หมายถึง	ดี
คะแนน 3 - 4	หมายถึง	พอใช้
คะแนน 1 - 2	หมายถึง	ปรับปรุง

เกณฑ์การตัดสิน ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการดูดซับน้ำของวัสดุ

ชื่อผู้รับการประเมิน

ประเมินผลครั้งที่ วันที่ เดือน พ.ศ.

เรื่อง

ที่	ลักษณะ/พฤติกรรมบ่งชี้	ระดับพฤติกรรม	
		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	ซื่อสัตย์สุจริต		
2	มีวินัย		
3	ใฝ่เรียนรู้		

เกณฑ์การตัดสิน ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับคุณภาพ “ผ่าน”

แบบประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการดูดซับน้ำของวัสดุ

ชื่อผู้รับการประเมิน

ประเมินผลครั้งที่ วันที่ เดือน พ.ศ.

เรื่อง

ที่	ลักษณะ/พฤติกรรมบ่งชี้	ระดับพฤติกรรม	
		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	ความสามารถในการสื่อสาร - อธิบายและเปรียบเทียบสมบัติของวัสดุแต่ละชนิด		
2	ความสามารถในการคิด - ลงความเห็นจากข้อมูลสังเกตลักษณะและสมบัติของวัสดุแต่ละชนิด		
3	ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต - มุ่งมั่นในการทำงานให้สำเร็จ		

เกณฑ์การตัดสิน ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับคุณภาพ “ผ่าน”





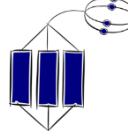
แบบประเมินความสามารถของนักเรียนในแต่ละชั้นของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็น

ฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy ตามแนวคิด SOLO Taxonomy



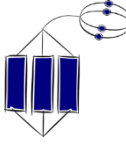
ชื่อผู้รับการประเมิน

ประเมินผลครั้งที่ วันที่ เดือน พ.ศ.




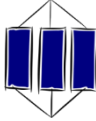
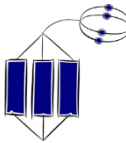
เรื่อง




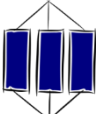
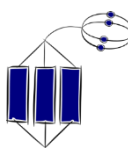
ชั้นการจัดการ เรียนรู้โดยใช้วิจัย เป็นฐานร่วมกับการ จัดการเรียนรู้โดย ประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy	ความสามารถของนักเรียนในแต่ละชั้นของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ วิจัยเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy ตามแนวคิด SOLO Taxonomy				
	ระดับก่อน โครงสร้าง (Prestructural)	ระดับ โครงสร้างเดี่ยว (Unistructural)	ระดับหลาย โครงสร้าง (Multistructural)	ระดับ ความสัมพันธ์ (Relational)	ระดับขยาย นามธรรม (Extended abstract)
1. ชั้นระบุปัญหาการ วิจัย					
2. ชั้นการ ตั้งสมมติฐาน					
3. ชั้นการพิสูจน์ ทดสอบสมมติฐาน					
4. ชั้นการเก็บรวบรวม ข้อมูล					
5. ชั้นการวิเคราะห์ ข้อมูล					
6. ชั้นการสรุป ผลการวิจัย					





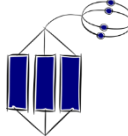
เกณฑ์ประเมินความสามารถของนักเรียนในแต่ละชั้นของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัย
เป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy ตามแนวคิด SOLO Taxonomy

ความสามารถ ของนักเรียน ในแต่ละชั้น ของการ จัดการเรียนรู้ โดยใช้วิจัยเป็น ฐานร่วมกับ การจัดการ เรียนรู้โดย ประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy	ระดับความสามารถตามแนวคิด SOLO Taxonomy				
	ระดับก่อน โครงสร้าง (Prestructural)	ระดับโครงสร้าง เดียว (Unistructural)	ระดับหลาย โครงสร้าง (Multistructural)	ระดับ ความสัมพันธ์ (Relational)	ระดับขยาย นามธรรม (Extended abstract)
					
1. ชั้นระบุ ปัญหาการวิจัย	ไม่สามารถ ระบุปัญหาที่ สงสัยหรือ ต้องการหา คำตอบได้	ระบุปัญหาที่ สงสัยหรือ ต้องการหา คำตอบได้จาก การคาดคะเน	ระบุปัญหาที่ สงสัยหรือ ต้องการหา คำตอบได้จาก การสังเกตและ การตั้งคำถามที่ หลากหลาย	ระบุปัญหาที่ สงสัยหรือ ต้องการหา คำตอบได้จาก การสังเกตและ การตั้งคำถามที่ หลากหลาย มี การจำแนก อธิบาย แสดง ถึงความ เกี่ยวข้องหรือ ความแตกต่าง ของสิ่งที่สังเกต ได้	ระบุปัญหาที่ สงสัยหรือ ต้องการหา คำตอบได้จาก การสังเกตและ การตั้งคำถามที่ หลากหลาย มี การจำแนก อธิบายแสดง ถึงความ เกี่ยวข้องหรือ ความแตกต่าง และสามารถ สรุปหรือ อภิปรายสิ่งที่ สังเกตได้

ความสามารถ ของนักเรียน ในแต่ละชั้น ของการ จัดการเรียนรู้ โดยใช้วิจัยเป็น ฐานร่วมกับ การจัดการ เรียนรู้โดย ประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy	ระดับความสามารถตามแนวคิด SOLO Taxonomy				
	ระดับก่อน โครงสร้าง (Prestructural)	ระดับโครงสร้าง เดี่ยว (Unistructural)	ระดับหลาย โครงสร้าง (Multistructural)	ระดับ ความสัมพันธ์ (Relational)	ระดับขยาย นามธรรม (Extended abstract)
2. ชั้นการ ตั้งสมมติฐาน	ไม่สามารถ คาดเดา คำตอบ ล่วงหน้าได้	สามารถคาด เดาคำตอบ ล่วงหน้าได้ด้วย เหตุผล	สามารถ วิเคราะห์ความ เป็นไปได้ หรือ คาดเดาคำตอบ ล่วงหน้าได้ แต่ ยังไม่มี เชื่อมโยงกัน	วิเคราะห์ความ เป็นไปได้ของ การคาดคะเน คำตอบปัญหา การวิจัย นำ ข้อคิดเห็นและ ข้อเสนอแนะ จากการร่วมกัน วิเคราะห์เขียน เป็นสมมติฐาน ที่ชัดเจนและ ทดสอบได้	สามารถ วิเคราะห์ อภิปรายและ แสดงความ คิดเห็น นำไปสู่ การ ตั้งสมมติฐานที่ ชัดเจนและ ทดสอบได้
3. ชั้นการพิสูจน์ ทดสอบ สมมติฐาน	ไม่สามารถ หาแนวทาง หรือวิธีใน การพิสูจน์ เพื่อทดสอบ สมมติฐานได้	สามารถหา แนวทางหรือวิธี ในการพิสูจน์ เพื่อทดสอบ สมมติฐานได้ อย่างน้อย 1 วิธี หรือหาแนวทาง ทดสอบสมมติ ฐานได้เมื่อ ได้รับคำแนะนำ จากครู	สามารถ อธิบายถึง แนวทางหรือวิธี ในการพิสูจน์ เพื่อทดสอบ สมมติฐานได้ อย่างน้อย 2 วิธี	สามารถ วิเคราะห์ จุดเด่นจุดด้อย ที่คาดคะเนไว้ แล้วนำมา กำหนดวิธีหรือ แนวทางการ พิสูจน์ทดสอบ สมมติฐานที่มี ความเป็นไปได้	สามารถ วิเคราะห์ จุดเด่นจุดด้อย ที่คาดคะเนไว้ แล้วนำมา กำหนดวิธีหรือ แนวทางการ พิสูจน์ทดสอบ สมมติฐานที่มี ความเป็นไปได้ และสามารถ

ความสามารถ ของนักเรียน ในแต่ละชั้น ของการ จัดการเรียนรู้ โดยใช้วิจัยเป็น ฐานร่วมกับ การจัดการ เรียนรู้โดย ประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy	ระดับความสามารถตามแนวคิด SOLO Taxonomy				
	ระดับก่อน โครงสร้าง (Prestructural)	ระดับโครงสร้าง เดียว (Unistructural)	ระดับหลาย โครงสร้าง (Multistructural)	ระดับ ความสัมพันธ์ (Relational)	ระดับขยาย นามธรรม (Extended abstract)
					
					วางแผนในการ รวบรวมข้อมูล และกำหนด ขั้นตอนในการ ดำเนินการ ทดสอบ สมมติฐาน
4. ชั้นการเก็บ รวบรวมข้อมูล	ไม่รู้วิธีการ แสวงหา แหล่งข้อมูล วิธีการเก็บ รวบรวม ข้อมูล หรือ วิธีการสร้าง เครื่องมือที่ เหมาะสมใน การเก็บ รวบรวม ข้อมูล	สามารถเก็บ รวบรวมข้อมูล ได้เมื่อได้รับ คำแนะนำจาก ครู หรือเก็บ รวบรวมข้อมูล ได้จากการเก็บ ข้อมูลจาก แหล่งเดียวหรือ วิธีการเดียว	สามารถเก็บ รวบรวมข้อมูล จาก แหล่งข้อมูลที่ หลากหลาย หรือใช้วิธีการ เครื่องมือใน การเก็บ รวบรวมข้อมูล ที่หลากหลาย ได้	สามารถ วิเคราะห์หรือ สรุปความ เชื่อมโยง จาก การเก็บข้อมูล จาก แหล่งข้อมูล การใช้วิธีใน การเก็บ รวบรวมข้อมูล หรือเครื่องมือที่ แตกต่างกัน	สามารถ อภิปราย วิพากษ์แสดง ความคิดเห็นถึง แนวทาง วิธีการ หรือ เครื่องมือที่ใช้ ในการเก็บ รวบรวมข้อมูล ของกลุ่มตนเอง หรือของกลุ่ม เพื่อนได้
5. ชั้นการ วิเคราะห์ข้อมูล	ไม่สามารถ วิเคราะห์ ข้อมูลและ นำเสนอ	การวิเคราะห์ ข้อมูลยังไม่ สอดคล้องกับ ปัญหาวิจัย ไม่	สามารถ วิเคราะห์ข้อมูล ที่สอดคล้องกับ ปัญหาวิจัย	สามารถ วิเคราะห์ข้อมูล ที่สอดคล้องกับ ปัญหาวิจัย	สามารถ วิเคราะห์ข้อมูล ที่สอดคล้องกับ ปัญหาวิจัย

ความสามารถ ของนักเรียน ในแต่ละขั้น ของการ จัดการเรียนรู้ โดยใช้วิจัยเป็น ฐานร่วมกับ การจัดการ เรียนรู้โดย ประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy	ระดับความสามารถตามแนวคิด SOLO Taxonomy				
	ระดับก่อน โครงสร้าง (Prestructural)	ระดับโครงสร้าง เดี่ยว (Unistructural)	ระดับหลาย โครงสร้าง (Multistructural)	ระดับ ความสัมพันธ์ (Relational)	ระดับขยาย นามธรรม (Extended abstract)
					
	ข้อมูลที่ เข้าใจได้	สามารถนำไปสู่ การหาข้อสรุป ได้	และนำไปสู่การ หาข้อสรุปได้	และนำเสนอ ข้อมูลที่เข้าใจ ได้	และนำเสนอ ข้อมูลที่เข้าใจ ได้ และ สามารถ อภิปราย เกี่ยวกับผลการ วิเคราะห์ข้อมูล การเก็บ รวบรวมข้อมูล ด้วยเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ ได้ออกแบบไว้
6. ขั้นการสรุป ผลการวิจัย	ไม่สามารถ สรุป ผลการวิจัย ได้	สามารถสรุป ผลการวิจัยหรือ ได้คำตอบของ ปัญหา โดยมี ครูคอยให้ คำแนะนำ	นักเรียน สามารถสรุป ผลการวิจัยหรือ ได้คำตอบของ ปัญหา แต่ยังไม่ สามารถ อภิปรายถึง ผลการวิจัยได้	นักเรียน สามารถสรุป ผลการวิจัยหรือ ได้คำตอบของ ปัญหา และ สามารถ อภิปราย ผลการวิจัยได้	นักเรียน สามารถสรุป ผลการวิจัยหรือ ได้คำตอบของ ปัญหา สามารถ อภิปรายผล การวิเคราะห์ ข้อมูล และ สามารถเขียน สรุปผลการวิจัย

ความสามารถ ของนักเรียน ในแต่ละชั้น ของการ จัดการเรียนรู้ โดยใช้วิจัยเป็น ฐานร่วมกับ การจัดการ เรียนรู้โดย ประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy	ระดับความสามารถตามแนวคิด SOLO Taxonomy				
	ระดับก่อน โครงสร้าง (Prestructural)	ระดับโครงสร้าง เดี่ยว (Unistructural)	ระดับหลาย โครงสร้าง (Multistructural)	ระดับ ความสัมพันธ์ (Relational)	ระดับขยาย นามธรรม (Extended abstract)
					
					ว่าเป็นไปตาม สมมติฐานที่ กำหนดไว้ หรือไม่ ถ้าไม่ เป็นไปตาม สมมติฐานเป็น เพราะเหตุใด และแก้ปัญหา อย่างไร

ชื่อ-สกุล ชั้น เลขที่

ใบงาน : การดูดซับน้ำของวัสดุ

ผลการสังเกตการณ์มีรูพรุนและสมบัติอื่น ๆ ของวัสดุต่าง ๆ



ผ้าฝ้าย

กระดาษเยื่อ

กระดาษ

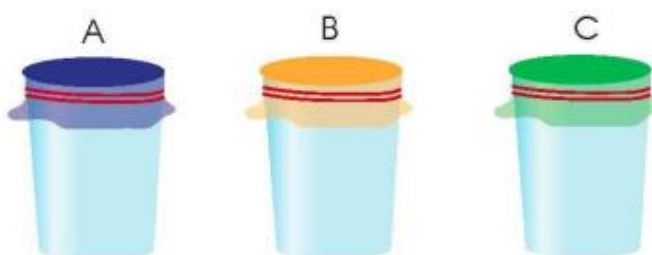
พลาสติก

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัตถุและสมบัติของวัตถุ
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

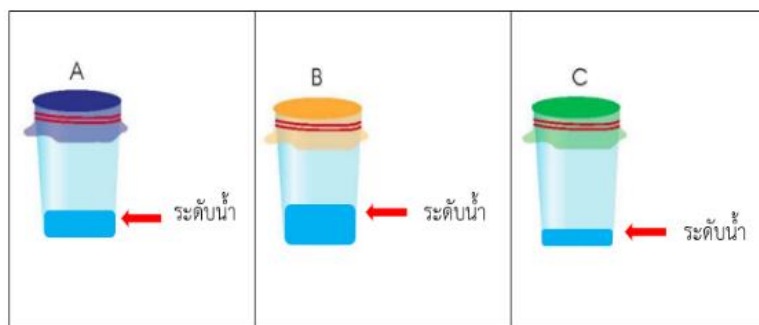
ชื่อ - สกุล ชั้น เลขที่

คำชี้แจง ให้นักเรียน X เลือกข้อที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

นักเรียนคนหนึ่งทดลองสมบัติการดูดซับน้ำกับวัสดุ A B และ C โดยตัดวัสดุแต่ละชนิดให้มีขนาดเท่ากัน นำวัสดุไปครอบแก้วน้ำ และวัดด้วยยางรัดของ ดังรูป



เทน้ำปริมาณเท่ากันลงบนวัตถุทั้ง 3 ชนิด พบว่ามีน้ำหยดลงในแก้วเรื่อย ๆ เมื่อตั้งแก้วไว้จนไม่มีน้ำหยดลงในแก้ว บันทึกปริมาณน้ำในแก้วแต่ละใบ ดังตาราง



1. วัสดุใดดูดซับน้ำได้ดีที่สุด

- ก. A
- ข. B
- ค. C

นำผ้าขนหนูที่ทำจากวัสดุที่มีขนาดเท่ากัน 3 ชนิด ได้แก่ E F G มาทดสอบการดูดซับน้ำ ได้ผลดัง
ในตาราง

วัสดุ	ปริมาณน้ำที่วัสดุดูดซับไว้ (หน่วย)
E	34
F	38
G	42

2. ถ้าต้องการผ้าขนหนูที่ดูดซับน้ำได้มากที่สุด ควรเลือกผ้าขนหนูทำจากวัสดุใด

- ก. E
- ข. F
- ค. G

3. ทดลองนำวัตถุ A ใส่ลงจานก้นแบนที่มีน้ำ 20 หน่วย เมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที พบว่าน้ำมีปริมาณ
ลดลง วัตถุ A คือข้อใด

- ก. แผ่นยาง
- ข. กระดาษชำระ
- ค. หลอดพลาสติก

4. วัสดุข้อใด ไม่มี สมบัติการดูดซับน้ำ

- ก. เสื่อยัด
- ข. โหมพรม
- ค. แผ่นกระจก

5. ข้อใดคือสมบัติของวัสดุที่เป็นพลาสติก

- ก. ไม่ดูดซับน้ำ
- ข. นำไฟฟ้าได้ดี
- ค. มีความยืดหยุ่น

6. ถ้าต้องการทำเป็นเบาะรองนั่ง และไม่เปียกน้ำ ควรเลือกวัสดุชนิดใด

- ก. H
- ข. I
- ค. J

7. ถ้าจอตกรจักรยานไว้แล้วฝนตกจนจักรยานเปียก อานของรถจักรยานควรทำจากวัสดุชนิดใดจึงทำให้ไม่เปียกเวลาปั่น

- ก. ผ้า
- ข. ฟองน้ำ
- ค. พลาสติก

8. นักเรียนจะแนะนำให้คุณแม่เลือกใช้วัสดุข้อใด เพื่อผสมในขนมบัวลอยให้มีสีเขียว

- ก. น้ำเปล่า
- ข. น้ำใบเตย
- ค. น้ำชาเขียว

9. สิ่งของในข้อใดประกอบด้วยวัสดุเพียงชนิดเดียว

- ก. ปากกา
- ข. ดินสอกด
- ค. ไม้บรรทัด

สังเกตภาพ แล้วตอบคำถาม



10. สิ่งของข้างต้นทำมาจากวัสดุชนิดใด และมีสมบัติของวัสดุตามข้อใด

- ก. ผ้า มีสมบัติการดูดซับน้ำ

- ข. ยาง มีสมบัติไม่นำความร้อน
- ค. พลาสติก มีสมบัติแสงผ่านได้

11. ข้อใดเลือกใช้วัสดุได้เหมาะสม

- ก. ใช้เหล็กทำมีด
- ข. ใช้กระดาษทำเสื้อกันฝน
- ค. ใช้พลาสติกทำผ้าเช็ดหน้า

12. ยางมีสมบัติในการยืดหยุ่นสูง เหมาะสำหรับใช้ทำของเล่นของใช้ใด

- ก. รถบังคับ
- ข. แก้ว
- ค. ลูกฟุตบอล

13. ถ้าต้องการเลือกใช้วัสดุที่มีสมบัติดูดซับน้ำได้ดี นุ่ม มีความยืดหยุ่น และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้หลายครั้ง ควรเลือกใช้วัสดุข้อใด

- ก. ผ้า
- ข. กระดาษ
- ค. พลาสติก

14. ถ้าใช้โลหะทำของเล่นให้เด็กเล็ก เหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

- ก. ไม่เหมาะสม เพราะสีไม่สวย
- ข. เหมาะสม เพราะมีความแข็งแรง
- ค. ไม่เหมาะสม เพราะอาจเกิดอันตรายกับเด็กได้

15. เลือกใช้พื้นรองเท้าแตะที่ชำรุดมาทำเรือของเล่น เพราะมีสมบัติข้อใด

- ก. ลอยน้ำได้
- ข. มีความยืดหยุ่นสูง
- ค. ไม่เปื่อยน้ำ

16. ข้อใดเป็นการเลือกของใช้โดย ไม่คำนึง ถึงสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำ

- ก. ตักน้ำแข็งใส่ถุงพลาสติก
- ข. นำผ้าเปียกใส่ถุงกระดาษ
- ค. นำกล่องนมมาประดิษฐ์เป็นกระเป๋า

17. สิ่งใดเหมาะที่จะใช้ป้องกันศีรษะไม่ให้เปียกฝน กรณีที่ไม่มีร่มกันฝน

- ก. ผ้าเช็ดหน้า
- ข. กระดาษหนังสือพิมพ์
- ค. ถุงพลาสติก

18. เพราะเหตุใดเด็ก ๆ จึงมักใช้งานและชิ้นที่ทำจากพลาสติก

- ก. ทนความร้อนได้ดี
- ข. เบาและไม่แตกง่าย
- ค. ยืดหยุ่นได้ดี

19. ขยะในโรงเรียนข้อใดสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้เหมาะสม

- ก. กระดาษแข็ง : ทำถังใส่น้ำ
- ข. ขวดน้ำพลาสติก : ทำแจกันดอกไม้
- ค. แผ่นโฟม : ฝังดินเพื่อเป็นส่วนประกอบของดิน

20. การปฏิบัติตามข้อใดเป็นการนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ได้อย่างเหมาะสม

- ก. นำกระดาษเหลือใช้มาประดิษฐ์ดอกไม้
- ข. รวบรวมหนังสือพิมพ์แล้วนำมาเผาทำลายกลางแจ้ง
- ค. ใช้หลอดดูดน้ำพลาสติกซ้ำ ๆ จนกว่าหลอดดูดน้ำจะรั่ว

แบบประเมินทักษะนวัตกร

ประเด็นการประเมิน	ชื่อ - นามสกุล		
	ระดับทักษะนวัตกร		
	3	2	1
	มาก	ปานกลาง	น้อย
1. ทักษะการตั้งคำถาม			
2. ทักษะการสังเกต			
3. ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์			
4. ทักษะการทดลอง			
5. ทักษะการเชื่อมโยง			
รวมจำนวนความถี่ในแต่ละระดับ			
คะแนนรวม			

แปลผล

11 - 15	คะแนน	มีทักษะนวัตกรอยู่ในระดับมาก
6 - 10	คะแนน	มีทักษะนวัตกรอยู่ในระดับปานกลาง
5	คะแนน	มีทักษะนวัตกรอยู่ในระดับน้อย


เกณฑ์การประเมินทักษะนวัตกร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

ทักษะนวัตกร	ระดับทักษะนวัตกร		
	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)
1. ทักษะการตั้งคำถาม	สามารถตั้งคำถามและสอบถามได้อย่างสร้างสรรค์เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุและสมบัติของวัสดุในการนำมาประดิษฐ์สิ่งของได้	สามารถตั้งคำถามและสอบถามเพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุและสมบัติของวัสดุในการนำมาประดิษฐ์สิ่งของ	สามารถตั้งคำถามและสอบถามเพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุและสมบัติของวัสดุในการนำมาประดิษฐ์สิ่งของ

ทักษะนวัตกรรม	ระดับทักษะนวัตกรรม		
	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)
	ด้วยตนเอง และเกิดการต่อยอดความคิด	ได้มาก แต่ไม่ทำให้เกิดการต่อยอดความคิดกระตุ้นจากครูเพียงเล็กน้อย	ได้เพียงเล็กน้อย ยังขาดความคิดสร้างสรรค์ และกระตุ้นให้เกิดการต่อยอดความคิดหรือการกระตุ้นจากครู
2. ทักษะการสังเกต	ใช้ประสาทสัมผัสในการรวบรวมและเชื่อมโยงข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของวัสดุรอบตัวได้ด้วยตนเอง โดยไม่เพิ่มความคิดเห็น และอาจนำไปประยุกต์ใช้ได้กับบริบทอื่น ๆ	ใช้ประสาทสัมผัส ในการรวบรวมและเชื่อมโยงข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของวัสดุรอบตัวได้	ใช้ประสาทสัมผัส ในการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของวัสดุได้บางส่วน โดยขาดความเชื่อมโยง
3. ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์	รับฟังและยอมรับความคิดของผู้อื่นในการทำงาน สามารถแสดงความคิดเห็นต่อผลงานประดิษฐ์ของเพื่อนได้ นำเสนอผลงานที่น่าสนใจสื่อสารกับผู้อื่นให้เข้าใจได้	รับฟังและยอมรับความคิดของผู้อื่นในการทำงาน ยังไม่สามารถแสดงความคิดเห็นต่อผลงานประดิษฐ์ของเพื่อนได้ นำเสนอผลงานที่น่าสนใจ สื่อสารกับผู้อื่นให้เข้าใจได้พอสมควร	ไม่ค่อยรับฟังและยอมรับความคิดของผู้อื่นในการทำงาน และไม่สามารถแสดงความคิดเห็นต่อผลงานประดิษฐ์ของเพื่อนได้ นำเสนอผลงานได้แต่ยังไม่น่าสนใจเท่าที่ควรสื่อสารกับผู้อื่นให้

ทักษะนวัตกร	ระดับทักษะนวัตกร		
	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)
			เข้าใจได้ยาก
4. ทักษะการทดลอง	- ออกแบบและประดิษฐ์สิ่งของโดยใช้สมบัติของวัสดุตามการใช้งาน ในรูปแบบที่น่าสนใจและถูกต้อง รวมถึงมีโอกาสเป็นไปได้จริงในอนาคต	- ออกแบบและประดิษฐ์สิ่งของโดยใช้สมบัติของวัสดุตามการใช้งาน ในรูปแบบที่น่าสนใจและถูกต้อง บางส่วน แต่ยังไม่น่าจะมีโอกาสเกิดขึ้นได้จริงในอนาคต	- ออกแบบและประดิษฐ์สิ่งของโดยใช้สมบัติของวัสดุตามการใช้งาน ยังไม่น่าสนใจเท่าที่ควร และไม่มีโอกาสเกิดขึ้นได้จริงในอนาคต
5. ทักษะการเชื่อมโยง	-สามารถเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับสมบัติของวัสดุแต่ละชนิดมาออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่ เหมาะสมต่อการใช้งาน ด้วยตนเอง -สามารถอภิปรายหรือตอบคำถามได้ว่า วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน จึงนำมาใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกันตามสมบัติของวัสดุนั้น ๆ การเลือกใช้วัสดุมาทำเป็นวัตถุ จึงต้อง	- สามารถเชื่อมโยงนำความรู้เกี่ยวกับสมบัติของวัสดุแต่ละชนิดมาออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานสิ่งประดิษฐ์ที่เหมาะสมต่อการใช้งาน แต่ยังไม่ค่อยแปลกใหม่ โดยอาศัยคำแนะนำของครูหรือผู้อื่นเพียงเล็กน้อย -สามารถอภิปรายหรือตอบคำถามได้ว่า วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน จึงนำมาใช้ ประโยชน์ได้แตกต่างกัน ตาม	- สามารถเชื่อมโยงนำความรู้เกี่ยวกับสมบัติของวัสดุแต่ละชนิดมาออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานสิ่งประดิษฐ์ที่เหมาะสมต่อการใช้งาน แต่ยังไม่ค่อยแปลกใหม่ โดยอาศัยคำแนะนำของครูหรือผู้อื่น เป็นส่วนใหญ่ -สามารถอภิปรายหรือตอบคำถามได้ว่า วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน แต่ไม่สามารถบอกได้ว่านำมาใช้ประโยชน์ได้

ทักษะนวัตกร	ระดับทักษะนวัตกร		
	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)
	<p>คำนึงถึง สมบัติของวัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งาน ด้วยตนเอง</p> <p>-สามารถวิเคราะห์ข้อดีและข้อจำกัดของสิ่งประดิษฐ์ตามลักษณะและสมบัติของวัสดุและวัสดุประสงค์ในการใช้งานด้วยตนเอง</p>	<p>สมบัติของวัสดุนั้น ๆ การเลือกใช้วัสดุมาทำเป็นวัตถุ จึงต้องคำนึงถึงสมบัติของวัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งาน โดยอาศัยคำแนะนำของครูหรือผู้อื่น</p> <p>-สามารถวิเคราะห์ข้อดีและข้อจำกัดของสิ่งประดิษฐ์ตามลักษณะและสมบัติของวัสดุและวัสดุประสงค์ในการใช้งานโดยอาศัยคำแนะนำของครูหรือผู้อื่น</p>	<p>แตกต่างกันตามสมบัติ ของวัสดุนั้น ๆ การเลือกใช้วัสดุมาทำเป็นวัตถุ จึงต้องคำนึงถึงสมบัติของวัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งาน แม้จะได้รับคำแนะนำจากครูหรือผู้อื่น</p>



ภาคผนวก ง
บรรยากาศการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้
SOLO Taxonomy

การจัดการเรียนรู้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-3 เรื่อง สมบัติการดูดซับน้ำของวัสดุ

1. ชั้นระบूपัญหาการวิจัย สอดคล้องกับระดับหลายโครงสร้าง (Multistructural)

ครูกระตุ้นให้นักเรียนสังเกตลักษณะและสมบัติของวัสดุ 4 ชนิด คือ ผ้าฝ้าย กระดาษเยื่อ กระดาษหนังสือพิมพ์ และพลาสติก จากนั้นร่วมกันสรุปเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของวัสดุในการดูดซับน้ำ และร่วมกันตั้งคำถามกับนักเรียนว่า จะรู้ได้อย่างไรว่าวัสดุใดดูดซับน้ำได้ดีที่สุด



ภาพประกอบ 42 บรรยายภาพการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสังเกตลักษณะและสมบัติของวัสดุ

2. ชั้นการตั้งสมมติฐานการวิจัย สอดคล้องกับระดับความสัมพันธ์ (Relational)

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลองคาดคะเนว่าวัสดุใดจะดูดซับน้ำได้ดีที่สุด จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันหาวิธีการในการทดสอบว่าวัสดุใดจะดูดซับน้ำได้ดีที่สุด



ภาพประกอบ 43 บรรยายภาพการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลองคาดคะเนว่าวัสดุใดจะดูดซับน้ำได้ดีที่สุด

3. ชั้นพิสูจน์และทดสอบสมมติฐาน สอดคล้องกับระดับความสัมพันธ์ (Relational)

ครูและนักเรียนร่วมกันออกแบบหาวิธีในการทดสอบว่าวัสดุใดจะดูดซับน้ำดีที่สุด ให้นักเรียนแบ่งหน้าที่ในการทำกิจกรรม เช่น คนจุ่มวัสดุแต่ละชนิดในน้ำสี คนเตรียมอุปกรณ์ คนจดบันทึก และขณะทำการทดลองทุกคนต้องช่วยกันสังเกต



ภาพประกอบ 44 บรรยากาศการจัดการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนร่วมกันออกแบบหาวิธีในการทดสอบว่าวัสดุใดจะดูดซับน้ำดีที่สุด

4. ชั้นการเก็บรวบรวมข้อมูล สอดคล้องกับระดับความสัมพันธ์ (Relational)

ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองการดูดซับน้ำของวัสดุตามที่ได้วางแผนไว้



ภาพประกอบ 45 บรรยากาศการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง (1)

นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้หลอดหยดดูดน้ำสีแล้วหยดน้ำสีลงบนวัสดุแต่ละชนิดที่ใช้ทำกล่องนมด้วยจำนวนหยดเท่า ๆ กัน ร่วมกันสังเกตการดูดซับน้ำสี



ภาพประกอบ 46 บรรยายการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง (2)

5. ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล สอดคล้องกับระดับขยายนามธรรม (Extended abstract)

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกล่องนมว่ากล่องนมดูดซับน้ำสีหรือไม่ รู้ได้อย่างไร เมื่อหยดน้ำสีลงบนวัสดุแต่ละชนิดที่ใช้ทำกล่องนม วัสดุแต่ละชนิดดูดซับน้ำสีได้เหมือนกับที่พยากรณ์ไว้หรือไม่



ภาพประกอบ 47 บรรยายการจัดการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย

6. ขั้นการสรุปผลการวิจัย สอดคล้องกับระดับขยายนามธรรม (Extended abstract)

นักเรียนนำเสนอผลการทดลองจากการทำกิจกรรมครั้งที่ผ่านมา และร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทดลองว่าวัสดุใดดูดซับน้ำได้ดีที่สุด เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าไม่เป็นไปตามสมมติฐานเป็นเพราะเหตุใดและแก้ปัญหาอย่างไร เปิดโอกาสให้นักเรียนสรุปแนวคิดจากสิ่งที่ได้ค้นพบจากการทำกิจกรรมทดลองทั้ง 2 กิจกรรมด้วยตนเองเกี่ยวกับการดูดซับน้ำของวัสดุ



ภาพประกอบ 48 บรรยากาศการจัดการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทดลอง

การจัดการเรียนรู้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 - 6 เรื่อง การทำวัตถุโดยใช้สมบัติการดูดซับน้ำ

1. ชั้นระบุปัญหาการวิจัย สอดคล้องกับระดับหลายโครงสร้าง (Multistructural)

ครูชักชวนให้นักเรียนคิดว่าหากนำวัสดุจากกิจกรรมที่ผ่านมา (กระดาษเยื่อ ผ้าฝ้าย กระดาษหนังสือพิมพ์ และพลาสติก) มาทำเป็นภาชนะเพาะเมล็ดพืช ควรเลือกวัสดุชนิดใด เพราะเหตุใด



ภาพประกอบ 49 บรรยากาศการจัดการเรียนรู้ที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนคิด

2. ชั้นการตั้งสมมติฐานการวิจัย สอดคล้องกับระดับความสัมพันธ์ (Relational)

ให้แต่ละกลุ่มเลือกเมล็ดพืช และร่วมกันตั้งสมมติฐานการทดลอง (นักเรียนตอบตามชนิดของเมล็ดพืชและชนิดของวัสดุที่เลือก เช่น ภาชนะเพาะเมล็ดถั่วเขียวที่ทำจากกระดาษเยื่อจะมีผลให้เมล็ดถั่วเขียวงอกได้มากกว่าภาชนะที่ทำจากพลาสติก)



ภาพประกอบ 50 บรรยากาศจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเลือกเมล็ดพืชและร่วมกันตั้งสมมติฐานการทดลอง

3. ขั้นพิสูจน์และทดสอบสมมติฐาน สอดคล้องกับระดับความสัมพันธ์ (Relational)

ครูและนักเรียนร่วมกันวางแผนการทดลองการทำภาชนะเพาะเมล็ดพืช เช่น สิ่งที่ต้องจัดให้ต่างกัน สิ่งที่ต้องจัดให้เหมือนกัน สิ่งที่ต้องสังเกตตลอดการทดลอง ขั้นตอนการทดลองทำอย่างไร



ภาพประกอบ 51 บรรยากาศจัดการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนร่วมกันวางแผนการทดลอง

ใบงาน การหว่านถั่วโดยใช้สมบัติการดูดซึมน้ำ (1)

บันทึกผลการทำกิจกรรม การวางแผนการทดลอง

เรียงลำดับชนิดของวัสดุตามสมบัติการดูดซึมน้ำจากมากไปน้อยที่สุด ได้ดังนี้
 กระดาษเยื่อ > ฝ้าย > ใยสังเคราะห์ > ฝ้ายดิบ

เมล็ดพืชที่เลือกคือ ฝ้ายดิบ

* คำถามในการทดลอง คือ วัสดุที่ดูดซึมน้ำได้แตกต่างกัน เมื่อนำมาทำเป็นภาชนะเพาะเมล็ด จะมีผลต่อการงอกของเมล็ด อย่างไร
 หรือไม่อย่างไร

สมมติฐาน ได้แก่ ภาชนะเพาะเมล็ด ฝ้ายดิบ จะงอกเร็วกว่าที่มาจากกระดาษเยื่อ จะมีผลให้เมล็ด ฝ้ายดิบ งอกได้มากกว่าภาชนะที่ทำจาก ใยสังเคราะห์หรือฝ้ายดิบ

สิ่งที่จัดให้ต่างกัน คือ

* วัสดุที่ใช้ทดลองนี้ 2 ชนิด ได้แก่ ใยสังเคราะห์ และ ฝ้ายดิบ

สิ่งที่จัดให้เหมือนกัน คือ

1. ความหนาของวัสดุควรจะ (เท่ากัน / ไม่เท่ากัน)
2. ขนาดของวัสดุแต่ละชนิด กว้าง ๑.๕ เซนติเมตร ยาว ๑.๕ เซนติเมตร
3. เมล็ดพืชที่เพาะในวัสดุแต่ละชนิดมี ๑๐ เมล็ด
4. ปริมาณน้ำที่รดวัสดุแต่ละชนิด ๓.๐ ๕.๐ ๖.๐ ๗.๐ ๘.๐ ๙.๐ ๑๐.๐ ๑๑.๐ ๑๒.๐ ๑๓.๐ ๑๔.๐ ๑๕.๐ ๑๖.๐ ๑๗.๐ ๑๘.๐ ๑๙.๐ ๒๐.๐ ๒๑.๐ ๒๒.๐ ๒๓.๐ ๒๔.๐ ๒๕.๐ ๒๖.๐ ๒๗.๐ ๒๘.๐ ๒๙.๐ ๓๐.๐ ๓๑.๐ ๓๒.๐ ๓๓.๐ ๓๔.๐ ๓๕.๐ ๓๖.๐ ๓๗.๐ ๓๘.๐ ๓๙.๐ ๔๐.๐ ๔๑.๐ ๔๒.๐ ๔๓.๐ ๔๔.๐ ๔๕.๐ ๔๖.๐ ๔๗.๐ ๔๘.๐ ๔๙.๐ ๕๐.๐
5. เวลาที่รดน้ำบนวัสดุแต่ละชนิด คือ เวลา ๕.๐๐ น.
6. วางวัสดุแต่ละชนิดที่ ๑๖ องศาเซลเซียส

สิ่งที่สังเกตออกจากการทดลอง คือ วัสดุที่ดูดน้ำได้ดีกว่าคือ ฝ้ายดิบ

ภาพประกอบ 52 ใบงานการวางแผนการทดลอง

4. ขั้นการเก็บรวบรวมข้อมูล สอดคล้องกับระดับความสัมพันธ์ (Relational)

นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทดลองตามที่วางแผนไว้ โดยสังเกตการงอกของเมล็ดพืช และบันทึกผลการทดลอง (เริ่มบันทึกเมื่อเพาะเมล็ดครบ 1 วัน และบันทึกต่อไปจนครบ 3 วัน) ระหว่างนี้นักเรียนต้องรดน้ำตามเวลา และปริมาณที่วางแผนไว้



ภาพประกอบ 53 บรรยากาศจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทดลองตามที่วางแผนไว้

ใบงาน การทำวัตถุโดยใช้สมบัติการดูดซับน้ำ (2)

ผลการทดลอง

คำตอบขึ้นอยู่กับเมล็ดพืชที่เลือกและวัสดุที่เลือกทำภาชนะเพาะเมล็ดพืช

ตาราง ผลการสังเกตการงอกของเมล็ด ถั่วเขียว เป็นเวลา 3 วัน

วันที่	ชื่อวัสดุ	
	จำนวนเมล็ดพืชที่งอกในภาชนะเพาะเมล็ดที่วางจากวัสดุต่าง ๆ (เมล็ด)	
1	1	2
2	4	5
3	8	9

หมายเหตุ : การบันทึกจำนวนเมล็ดพืชในแต่ละวันจะบันทึกจำนวนเมล็ดพืชที่งอกทั้งหมด
ถ้าเลือกชนิดของวัสดุมากกว่า 2 ชนิด ก็สามารถแบ่งช่องตารางเพิ่มเติมตามความ
เหมาะสม

CS สแกนด้วย CamScanner

ภาพประกอบ 54 ใบงานบันทึกผลการทดลอง

5. ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล สอดคล้องกับระดับขยายนามธรรม (Extended abstract)

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองว่าวัสดุใดเหมาะสมที่สุดที่ควรใช้ทำ
ภาชนะเพาะเมล็ดพืชเพื่อให้เมล็ดพืชงอกได้ นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลอง



ภาพประกอบ 55 บรรยากาศจัดการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและนำเสนอผลการ
ทดลอง

6. ขั้นการสรุปผลการวิจัย สอดคล้องกับระดับขยายนามธรรม (Extended abstract)

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปและอภิปรายผลการทดลองว่าเป็นไปตามสมมติฐานหรือไม่อย่างไร จากการทดลองทั้งหมดวัสดุใดควรนำมาทำเป็นภาชนะเพาะเมล็ดพืชที่ทำให้เมล็ดพืชงอกได้ ได้แก่อะไรบ้าง เพราะเหตุใด จากนั้นให้นักเรียนเขียนสรุปการทดลอง



ภาพประกอบ 56 บรรยากาศการจัดการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปและอภิปรายผลการทดลอง

**การจัดการเรียนรู้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 - 10 เรื่อง สมบัติของวัสดุที่ผสมกัน**

1. ขั้นระบุปัญหาการวิจัย สอดคล้องกับระดับหลายโครงสร้าง (Multistructural)

ให้นักเรียนสังเกตลักษณะของกระดาษและกาว และกระตุ้นให้นักเรียนสงสัยว่าเมื่อกระดาษผสมกับกาว สมบัติของกระดาษจะเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ กระดาษก่อนและหลังผสมกาว มีสมบัติเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร



ภาพประกอบ 57 บรรยากาศการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสังเกตลักษณะของกระดาษและกาว

2. ขั้นการตั้งสมมติฐานการวิจัย สอดคล้องกับระดับความสัมพันธ์ (Relational)

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคาดคะเนว่ากระดาศก่อนและหลังผสมกาวจะเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่อย่างไร ชวนนักเรียนหาคำตอบเกี่ยวกับสมบัติของกระดาศและกาว โดยให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมทดสอบสมบัติของกระดาศ



ภาพประกอบ 58 บรรยากาศการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคาดคะเนว่ากระดาศก่อนและหลังผสมกาวจะเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่อย่างไร

3. ขั้นพิสูจน์และทดสอบสมมติฐาน สอดคล้องกับระดับความสัมพันธ์ (Relational)

ครูและนักเรียนร่วมกันวางแผนออกแบบการทดลองเพื่อดูว่ากระดาศก่อนและหลังผสมกาวจะเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ หรือไม่



ภาพประกอบ 59 บรรยากาศการจัดการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนร่วมกันวางแผนออกแบบการทดลอง

4. ขั้นการเก็บรวบรวมข้อมูล สอดคล้องกับระดับความสัมพันธ์ (Relational)

นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง โดยนำกระดาษที่แช่น้ำไว้มาผสมกับกาว นำมาแผ่เป็นแผ่นบาง ๆ บนจานกระเบื้องและวางให้แห้ง เมื่อกระดาษแห้งแล้วให้ฉีกเป็นชิ้นเล็ก ๆ หยดน้ำลงบนกระดาษเพื่อเปรียบเทียบสมบัติของกระดาษก่อนและหลังผสมกาว



ภาพประกอบ 60 บรรยากาศการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง

5. ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล สอดคล้องกับระดับขยายนามธรรม (Extended abstract)

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองวัสดุผสม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสมบัติของวัสดุผสม วัสดุผสมมีสมบัติใดที่เหมือนและแตกต่างจากกระดาษ และมีสมบัติใดที่เหมือนและแตกต่างจากกาว



ภาพประกอบ 61 บรรยากาศการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลอง

6. ขั้นการสรุปผลการวิจัย สอดคล้องกับระดับขยายนามธรรม (Extended abstract)

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง และความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมว่า วัสดุบางชนิดสามารถนำมาผสมกัน แล้วทำให้ได้วัสดุที่มีสมบัติแตกต่างไปจากเดิม และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้



ภาพประกอบ 62 บรรยากาศการจัดการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง

<p>ผลการอภิปราย</p> <p>ทำเครื่องหมาย ✓ ใน <input type="radio"/> หน้าข้อความที่ถูกเลือก</p> <p>กระดาษหลังผสมกาวจะมีสมบัติ</p> <p><input type="radio"/> เหมือน</p> <p><input checked="" type="radio"/> ต่างจากกระดาษก่อนผสมกาว ✓</p> <p>โดยกระดาษหลังผสมกาว</p> <p><input type="radio"/> ฉีกได้ง่าย <input checked="" type="radio"/> ฉีกได้ยาก <input type="radio"/> ฉีกไม่ได้</p> <p><input checked="" type="radio"/> ดูดซับน้ำ <input type="radio"/> ไม่ดูดซับน้ำ ✓</p> <p>ผลการสังเกตสมบัติของกระดาษหลังผสมกาว</p> <p><input type="radio"/> ฉีกได้ง่าย <input checked="" type="radio"/> ฉีกได้ยาก <input type="radio"/> ฉีกไม่ได้</p> <p>การดูดซับน้ำ</p> <p><input checked="" type="radio"/> ดูดซับน้ำ <input type="radio"/> ไม่ดูดซับน้ำ ✓</p>	<p>คำถามหลังจากทำกิจกรรม</p> <p>เลือกคำตอบในวงเล็บไปเติมให้ถูกต้อง</p> <p>1. กระดาษก่อนและหลังผสมกาวมีสมบัติเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร กระดาษก่อน และหลังผสมกาว มีสมบัติ <u>แตกต่างกัน</u> (เหมือน/แตกต่าง) เพราะเมื่อนำกระดาษก่อนผสมกาวมาฉีกแล้ว พบว่า <u>ฉีกได้ง่าย</u> (ฉีกได้ง่าย/ฉีกได้ยาก/ฉีกไม่ได้) และเมื่อนำกระดาษก่อนผสมกาวมาหย่อนน้ำแล้ว กระดาษ <u>ดูดซับน้ำ</u> (ดูดซับน้ำ/ไม่ดูดซับน้ำ) เมื่อนำกระดาษหลังผสมกาวมาฉีกแล้ว พบว่า <u>ฉีกได้ยาก</u> (ฉีกได้ง่าย/ฉีกได้ยาก/ฉีกไม่ได้) และเมื่อนำกระดาษหลังผสมกาวมาหย่อนน้ำแล้ว กระดาษหลังผสมกาว <u>ดูดซับน้ำ</u> (ดูดซับน้ำ/ไม่ดูดซับน้ำ)</p> <p>2. วัสดุที่ได้จากการผสมกันของวัสดุต่างชนิด มีประโยชน์ ยกตัวอย่างเช่น <u>ปูนซีเมนต์กับหินปูนใช้ก่อสร้าง</u> <u>แป้งกับน้ำใช้ผสมขนม</u> <u>พลาสติกกับกระดาษใช้ทำถุงใส่ของ</u></p> <p>3. จากกิจกรรมนี้ สรุปได้อย่างไร วัสดุบางอย่างสามารถนำมา <u>ผสมกัน</u> (ประกอบกัน/ผสมกัน) ทำให้ได้วัสดุหลังผสมมีสมบัติ <u>แตกต่าง</u> (เหมือน/แตกต่าง) ไปจากสมบัติของ <u>วัสดุ</u> (วัสดุ/สิ่งของ) ก่อนผสม</p>
---	--

ภาพประกอบ 63 ใบงานสรุปผลการทดลอง

การจัดการเรียนรู้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 - 13 เรื่อง การทำวัตถุในการใช้งานตามวัตถุประสงค์

1. ชั้นระบัพัญญูหการวิจัย สอดคล้องกับระดับหลายโครงสร้าง (Multistructural)

ครูกระตุ้นให้นักเรียนคิดว่าถ้านักเรียนต้องเลือกวัสดุเพื่อมาประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ นักเรียนต้องคำนึงถึงสิ่งใดบ้าง



ภาพประกอบ 64 บรรยากาศการจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับการเลือกวัสดุเพื่อนำมาใช้ประดิษฐ์สิ่งของ

2. ชั้นการตั้งสมมติฐานการวิจัย สอดคล้องกับระดับความสัมพันธ์ (Relational)

นักเรียนแต่ละกลุ่มปรึกษาหารือกัน อภิปรายและเลือกวัสดุที่จะนำมาประดิษฐ์สิ่งของนั้น โดยคำนึงถึงสมบัติของวัสดุที่นำมาใช้ในการประดิษฐ์



ภาพประกอบ 65 บรรยากาศการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนแต่ละกลุ่มปรึกษาหารือกัน

3. **ขั้นพินิจจันและทดสอบสมมติฐาน สอดคล้องกับระดับความสัมพันธ์ (Relational)**

นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบสิ่งประดิษฐ์ ระบุวัตถุประสงค์การใช้งาน และระบุวัสดุที่จะใช้ประดิษฐ์สิ่งของ



ภาพประกอบ 66 ใบงานการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ของแต่ละกลุ่ม

4. **ขั้นการเก็บรวบรวมข้อมูล สอดคล้องกับระดับความสัมพันธ์ (Relational)**

นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือประดิษฐ์ตามทีออกแบบไว้ และปรับปรุงแก้ไขสิ่งประดิษฐ์หากไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือแบบที่วาดไว้



ภาพประกอบ 67 บรรยากาศการจัดการเรียนรู้ที่แต่ละกลุ่มลงมือประดิษฐ์ตามทีออกแบบไว้

5. ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล สอดคล้องกับระดับขยายนามธรรม (Extended abstract)

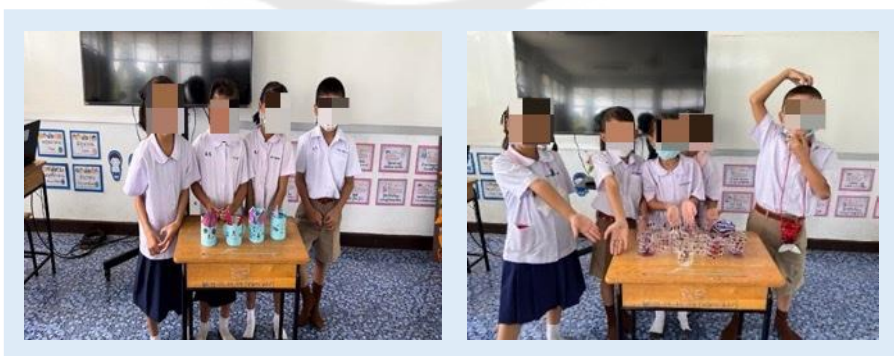
เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มประดิษฐ์เสร็จแล้ว ให้นักเรียนคิดหาวิธีขายสินค้าและนำสินค้ามาขายในชั่วโมงถัดไป (นักเรียนจะต้องบอกชื่อสินค้า ลักษณะและสมบัติของวัสดุที่เลือกใช้ ข้อดีข้อจำกัด โดยนำเสนอสินค้าในรูปแบบที่น่าสนใจ เพื่อเชิญชวนให้เพื่อนมาเลือกซื้อสินค้า



ภาพประกอบ 68 บรรยากาศการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนคิดหาวิธีขายสินค้าและนำสินค้ามาขายในชั่วโมงถัดไป

6. ขั้นการสรุปผลการวิจัย สอดคล้องกับระดับขยายนามธรรม (Extended abstract)

นักเรียนนำเสนอขายสิ่งของที่กลุ่มประดิษฐ์โดยบอกวัตถุประสงค์การใช้งาน ลักษณะและสมบัติของวัสดุที่เลือกใช้ ข้อดีข้อจำกัด ให้นักเรียนคนอื่น ๆ ในห้องร่วมซื้อสินค้า โดยมีเกณฑ์การตัดสินใจคือเป็นไปตามวัตถุประสงค์มากที่สุดและน่าสนใจ จากนั้นประกาศสินค้าที่ได้รับเลือกซื้อมากที่สุด



ภาพประกอบ 69 บรรยากาศการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนนำเสนอขายสิ่งของที่กลุ่มประดิษฐ์

การจัดการเรียนรู้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO Taxonomy
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 14 - 16 เรื่อง การนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่

1. ชั้นระบุปัญหาการวิจัย สอดคล้องกับระดับหลายโครงสร้าง (Multistructural)

ให้นักเรียนสำรวจสิ่งของที่ใช้แล้วในโรงเรียนกลุ่มละ 1 ชั้น จากนั้นร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับชนิดและสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำสิ่งของนั้น

กระตุ้นให้นักเรียนคิดว่าสิ่งของที่ใช้แล้วสามารถนำมาประดิษฐ์เป็นของเล่นหรือของใช้ได้หรือไม่



ภาพประกอบ 70 บรรยากาศการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสำรวจสิ่งของที่ใช้แล้ว

2. ชั้นการตั้งสมมติฐานการวิจัย สอดคล้องกับระดับความสัมพันธ์ (Relational)

นักเรียนแต่ละกลุ่มปรึกษาหารือกัน ช่วยกันวางแผนออกแบบของเล่นหรือของใช้จากวัสดุที่ใช้แล้ว โดยให้วาดรูปและเขียนชื่อวัสดุที่ใช้ทำ พร้อมบอกเหตุผลที่เลือกใช้วัสดุนั้น ๆ



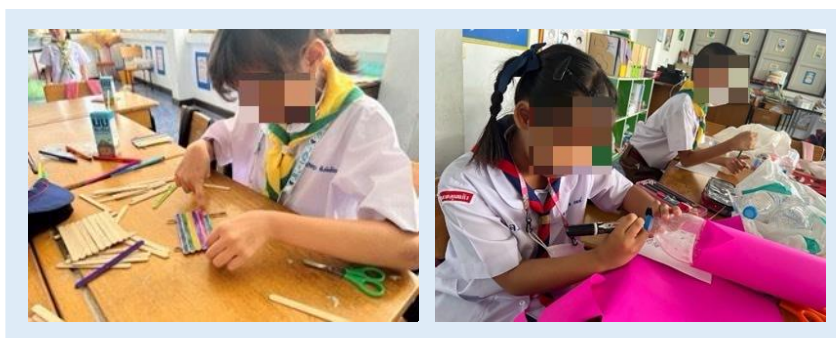
ภาพประกอบ 71 ใบงานการวางแผนออกแบบของเล่นหรือของใช้จากวัสดุที่ใช้แล้ว

3. ขั้นพิสูจน์และทดสอบสมมติฐาน สอดคล้องกับระดับความสัมพันธ์ (Relational)

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานสิ่งประดิษฐ์ของเล่นหรือของใช้ที่ออกแบบ จากวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่

4. ขั้นการเก็บรวบรวมข้อมูล สอดคล้องกับระดับความสัมพันธ์ (Relational)

นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือประดิษฐ์ตามที่ออกแบบไว้ และปรับปรุงแก้ไขสิ่งประดิษฐ์ หากไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือแบบที่วาดไว้



ภาพประกอบ 72 บรรยายการจัดการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือประดิษฐ์ตามที่ออกแบบ

5. ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล สอดคล้องกับระดับขยายนามธรรม (Extended abstract)


นักเรียนออกมานำเสนอผลงาน โดยให้บอกว่สิ่งประดิษฐ์นั้นคืออะไร มีการนำวัสดุใดบ้างมาใช้ใหม่และใช้อย่างไร เพราะเหตุใดจึงเลือกวัสดุเหล่านั้นมาประดิษฐ์



ภาพประกอบ 73 บรรยายการจัดการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนออกมานำเสนอผลงาน

6. ขั้นการสรุปผลการวิจัย สอดคล้องกับระดับขยายนามธรรม (Extended abstract)

นักเรียนและครูร่วมกันสรุปอภิปรายแนวทางการนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ และบันทึกลงในใบงาน

ใบงาน การนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่	ผลการปฏิบัติ
<p>คำถามหลังจากการทำกิจกรรม</p>	<p>แนวทางการนำวัสดุที่ใช้แล้วที่สำรวจไว้กลับมาใช้ใหม่</p>
<p>1. มีการนำวัสดุใดมาใช้ใหม่ และใช้ทำอะไร</p> <p>ไม้ไอศกรีม มาประดิษฐ์เป็นการ์ดของตกแต่ง</p>	<p>ขวดน้ำพลาสติกทำกระดาษกึ่งแข็ง</p>
<p>2. การนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ มีประโยชน์อย่างไร</p> <p>ช่วยลดปริมาณขยะและช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม</p>	<p>สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้</p>
<p>3. แนวทางการนำวัสดุที่ใช้แล้วมาใช้ใหม่อย่างคุ้มค่าและช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมมีวิธีอะไรบ้าง</p> <p>รีไซเคิล (Reuse) การนำกลับมาใช้ใหม่ รีดิวซ์ (Reduce) การนำวัสดุที่ใช้แล้วมาลดปริมาณขยะ</p>	<p>เพราะสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้</p>
<p>4. จากกิจกรรมนี้ สรุปได้ว่าอย่างไร</p> <p>การนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ ช่วยลดขยะและช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม</p>	

ภาพประกอบ 74 ใบงานสรุปแนวทางการนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่



ภาคผนวก จ

ใบรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย





หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย
เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัยและยินยอม

หมายเลขข้อเสนอการวิจัย SWUEC-G- 388/2565E

ข้อเสนอการวิจัยนี้และเอกสารประกอบของข้อเสนอการวิจัยตามรายการแสดงด้านล่าง ได้รับการพิจารณาจาก คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒแล้ว คณะกรรมการฯ มีความเห็นว่าข้อเสนอการวิจัยที่จะดำเนินการมีความสอดคล้องกับหลักจริยธรรมสากล ตลอดจนกฎหมาย ข้อบังคับและข้อกำหนดภายในประเทศ จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยตามข้อเสนอการวิจัยนี้ได้

ชื่อโครงการวิจัยเรื่อง: ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการประยุกต์ใช้ SOLO TAXONOMY เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

ชื่อผู้วิจัยหลัก: นางสาว กรรณิการ์ ลายลักษณ์

สังกัด: คณะศึกษาศาสตร์

เอกสารที่รับรอง:

1. แบบเสนอโครงการวิจัย
2. โครงการวิจัย
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย
4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

เอกสารที่พิจารณาทบทวน

1. แบบเสนอโครงการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 20 กันยายน 2565
2. โครงร่างการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 20 กันยายน 2565
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 20 กันยายน 2565
4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 20 กันยายน 2565

(ลงชื่อ).....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทันตแพทย์หญิงณปภา เอี่ยมจิรกุล)

กรรมการและเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

(ลงชื่อ).....

(แพทย์หญิงสุรีพร ภัทรสุวรรณ)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

หมายเลขรับรอง : SWUEC/E/G-388/2565

วันที่ให้การรับรอง : 20/09/2565

วันหมดอายุใบรับรอง : 20/09/2566



Scanned with CamScanner

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	กรรณิการ์ ลายลักษณ์
วัน เดือน ปี เกิด	9 เมษายน 2537
สถานที่เกิด	ปทุมธานี
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2559 สาขาวิชาการประถมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พ.ศ. 2566 ระดับปริญญาโท การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	2/8 ม.8 ต.คูบางหลวง อ.ลาดหลุมแก้ว จ.ปทุมธานี 12140

