ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า (Verbal design of studies) เพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

พัชริน โนวิชัย

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

พฤษภาคม 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า (Verbal design of studies) เพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

พัชริน โนวิชัย

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
พฤษภาคม 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

THE RESULT OF THE KWL TECHNIQUE LEARNING MANAGEMENT IN CONJUNCTION WITH VERBAL DESIGN OF STUDIES TO DEVELOP THE SCIECNTIFIC QUESTIONING BILITY OF SECONDARY 5 STUDENTS

PATCHARIN NOVICHAI

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment

of the Requirements for the Master of Education Degree

in Curriculum and Instruction

May 2023

Copyright 2023 by University of Phayao

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

เรื่อง

ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษา
ด้วยปากเปล่า (Verbal design of studies) เพื่อพัฒนาความสามารถ
ในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ของ พัชริน โนวิชัย

ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ของมหาวิทยาลัยพะเยา

---------- อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิไลภรณ์ ฤทธิคุปต์)

---------- คณบดีวิทยาลัยการศึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. รักษิต สุทธิพงษ์)

เรื่อง: ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า (Verbal design of studies) เพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้ศึกษาค้นคว้า: พัชริน โนวิชัย, การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง: กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน), มหาวิทยาลัยพะเยา, 2565

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิไลภรณ์ ฤทธิคุปต์

คำสำคัญ: การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์, การออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า, เทคนิค KWL–Plus

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า (Verbal design of studies) และพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 23 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายโดยวิธีการจับสลาก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า และแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 25 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ โดยดำเนินการทดสอบก่อนเรียน และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อฝึกเขียนคำถามทางวิทยาศาสตร์แต่ละประเภทตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 แผนการจัดการเรียน จำนวน 12 ชั่วโมง จากนั้นทดสอบหลังเรียน และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า มีความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์โดยรวม คิดเป็นร้อยละ 87.32 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้ และมีความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Title: THE RESULT OF THE KWL TECHNIQUE LEARNING MANAGEMENT IN CONJUNCTION WITH VERBAL DESIGN OF STUDIES TO DEVELOP THE SCIECNTIFIC QUESTIONING BILITY OF SECONDARY 5 STUDENTS

Author: Patcharin Novichai, Independent Study: M.Ed. (Curriculum and Instruction), University of Phayao, 2022

Advisor: Assistant Professor Dr. Wilaiporn Rittikoop

Keywords: Scientific Question, Verbal Design of Studies, KWL Technique

ABSTRACT

The objective of this independent study was to study result the scientific questioning ability of secondary 5 students by using the KWL technique learning management in conjunction with verbal design of studies. The sample was 23 secondary 5 students that selected from simple random sampling using lottery method. The research instruments consisted of 6 the lesson plan and the scientific questioning achievement tests. The pre-test and post-test were determined to the students and practicing scientific questioning skill within 12 hours. All scientific questioning was collected and analyzed by percentage, mean, standard deviation and nonparametric test. The result was found that the percentage of scientific questioning ability of secondary 5 students who had learnt the KWL technique learning management in conjunction with verbal design of studies in overall was 87.32 that was higher than the 60% and after the teaching, the secondary 5 students had higher the post-test scores than the pre-test scores with the statistical significance of 0.01.

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเองฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิไลภรณ์ ฤทธิคุปต์ อาจารย์ที่ปรึกษา และรองศาสตราจารย์ ดร.ลือชา ลดาชาติ ที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนปรับปรุงแก้ไข จนการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองฉบับนี้มีความสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ นายสุริยา บุดดี รองผู้อำนวยการโรงเรียนเทิงวิทยาคม อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย, นายนรินทร รัตนทาครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น, นายชูชาติ กุดเป่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนแก้งคร้อวิทยา อำเภอแก้งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย และให้คำแนะนำปรับปรุงเนื้อหาของเครื่องมือที่ใช้เพื่อให้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณผู้บริหาร ครูทุกท่าน และนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โรงเรียนเวียงแก่นวิทยาคม อำเภอเวียงแก่น จังหวัดเชียงราย ทุกท่านที่กรุณาให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมเป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือจนการค้นคว้าแบบอิสระฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์เป็นอย่างดี

พัชริน โนวิชัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

สมมติฐานของการวิจัย 5

ขอบเขตของการวิจัย 5

นิยามศัพท์เฉพาะ 7

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย 9

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10

การรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 11

การออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า (Verbal design of studies) 27

การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ 28

การจัดการเรียนรู้แบบ KWL 36

แผนการจัดการเรียนรู้ 43

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 55

กรอบแนวคิดการวิจัย 59

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย....60
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง....60
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย....60
การเก็บรวบรวมข้อมูล....66
การวิเคราะห์ข้อมูล....67
บทที่ 4 ผลการวิจัย....69
ตอนที่ 1 ผลการศึกษาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า....69
ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 60....70
บทที่ 5 บทสรุป....72
สรุปผลการวิจัย....72
อภิปรายผลการวิจัย....73
ข้อเสนอแนะ....74
บรรณานุกรม....75
ภาคผนวก....81
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ....82
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย....83
ภาคผนวก ค ผลการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย....130
ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์ข้อมูล....138
ประวัติผู้วิจัย....141

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงเนื้อหา มาตรฐานและตัวชี้วัดรายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ รหัสวิชา ว32105 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี 6

ตาราง 2 แสดงความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ 11

ตาราง 3 แสดงการกำหนดเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า (Verbal design of studies) เพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 62

ตาราง 4 แสดงการวิเคราะห์โครงสร้างของแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 64

ตาราง 5 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับ การออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 69

ตาราง 6 แสดงความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 70

ตาราง 7 แสดงผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับ การออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า เพื่อพัฒนาความสามารถ ในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 130

ตาราง 8 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบ วัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5..... 131

ตาราง 9 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ วัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.... 133

ตาราง 10 แสดงผลวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 135

ตาราง 11 แสดงคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า..... 138

ตาราง 12 แสดงผลการวิเคราะห์ผลการทดสอบความสามารถในการตั้งคำถาม ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า..... 139

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 แสดงการบันทึกข้อมูลตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ KWL 41

ภาพ 2 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย 59

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยกำหนดให้การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) เป็นเป้าหมายการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนสามารถเข้าใจ มีส่วนร่วม และตัดสินใจเกี่ยวกับข้อถกเถียงที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในสังคมปัจจุบันและอนาคตได้ (Kolsto, 2001); (ลฎาภา ลดาชาติ, 2562, หน้า 30) โดยนิยามของการรู้วิทยาศาสตร์หมายถึง ความสามารถที่จะใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะตอบคำถามและเพื่อสรุปข้อมูลโดยอาศัยหลักฐาน ทำให้เข้าใจและช่วยในการตัดสินใจในเรื่องโลกธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์ (OECD, 2016) ในโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) ได้ระบุการรู้วิทยาศาสตร์ครอบคลุมความสามารถพื้นฐาน 3 ประการ ได้แก่ (1) การอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ (2) การออกแบบและประเมินการศึกษาทางธรรมชาติ และ (3) การตีความและลงข้อสรุปจากข้อมูลหรือหลักฐานทางธรรมชาติ (OECD, 2013) และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ได้กำหนดเป้าหมายในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงกับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นความและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น สามารถนำความรู้ ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตอย่างสร้างสรรค์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560, หน้า 3)

ประเทศไทยได้เข้าร่วมโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 โดยนักเรียนไทยทำคะแนนด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ลดลง ในช่วงปี ค.ศ. 2000–2006 และเริ่มทำคะแนนได้สูงขึ้น ในปี ค.ศ. 2009 และปี ค.ศ. 2012 อย่างไรก็ตามในปี ค.ศ. 2015 กลับทำคะแนนลดต่ำลงเท่ากับคะแนนในปี ค.ศ. 2006 เมื่อวิเคราะห์ผลการประเมินโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2560) พบว่า นักเรียนไทยไม่ถึงร้อยละ 40 มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ต่ำ ทั้ง 3 ด้าน โดยการประเมินและออกแบบการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถนะที่นักเรียนไทยประสบปัญหามากที่สุด (ร้อยละ 33) รองลงมา คือ

การตีความข้อมูลและหลักฐานอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ (ร้อยละ 35) และการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ (ร้อยละ 38) เป็นสมรรถนะที่นักเรียนประสบปัญหาน้อยและน้อยที่สุด ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท พบว่า นักเรียนไทยทำข้อสอบที่เป็นความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์และความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ใกล้เคียงกัน (ร้อยละ 38) แต่จำนวนนักเรียนไทยที่ทำข้อสอบที่เป็นความรู้เกี่ยวกับปรัชญาของการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ลดลง เหลือร้อยละ 25 ซึ่งผลการวิเคราะห์นี้สะท้อนให้เห็นว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยยังขาดการบูรณาการสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และการส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้ตามปรัชญาของการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา ลดาชาติ, 2562, หน้า 6)

เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เน้นให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้โดยการตั้งคำถามและหาคำอธิบายต่าง ๆ ด้วยตนเอง การตั้งคำถามจึงเป็นหัวใจสำคัญของวิทยาศาสตร์ นักเรียนจึงจำเป็นต้องเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของปัญหาหรือคำถามทางวิทยาศาสตร์ แม้ว่าวิทยาศาสตร์ไม่สามารถแก้ได้ทุกปัญหาหรือตอบได้ทุกคำถาม ขณะที่บางปัญหาหรือบางคำถามก็ไม่จำเป็นต้องได้รับการแก้หรือการตอบด้วยวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตาม นักเรียนต้องมีความสามารถระบุปัญหาหรือตั้งคำถามที่อยู่ในขอบเขตของการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ และสามารถประเมินได้ว่า ปัญหาหรือคำถามใดบ้างที่วิทยาศาสตร์สามารถศึกษาและตอบได้ ดังจะเห็นได้จากคำถามหลายข้อในตัวอย่างข้อสอบของการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ “ด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์” จึงมุ่งประเมินว่า นักเรียนมีความสามารถเหล่านี้หรือไม่ (ลือชา ลดาชาติ และโชคชัย ยืนยง, 2559, หน้า 116) ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนวิจึงควรเริ่มต้นจากการตั้งคำถามวิทยาศาสตร์ หากในชั้นเรียนมีการตั้งคำถามที่ดี สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดและสร้างกระบวนการเรียนรู้ สามารถเชื่อมโยงความรู้และแนวคิดที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์ ก่อให้เกิดการอภิปรายโต้แย้งที่ผ่านการกระบวนการคิดสร้างสรรค์และช่วยสร้างเสริมนิสัยการเรียนรู้ตลอดชีวิต (อาทิตยา จิตร์เอื้อเฟื้อ, 2561ก, หน้า 189)

คำถามทางวิทยาศาสตร์เป็นคำถามที่สามารถค้นหาคำตอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทดลอง การสำรวจตรวจสอบ การสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบาย การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่ดีมักแฝงไว้ซึ่งสมมติฐานซึ่งนำไปสู่การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบ คำถามทางวิทยาศาสตร์มีได้หลายประเภท ได้แก่ คำถามเชิงเปรียบเทียบ คำถามเชิงเหตุและผล คำถามเชิงทำนาย คำถามเชิงสำรวจ คำถามเชิงค้นหาแบบแผน คำถามเชิงการออกแบบและการสร้าง คำถามเชิงการอธิบาย และคำถามเชิงการแก้ปัญหา (ลือชา ลดาชาติ, 2557ก, หน้า 1;

อาทิตยา จิตร์เอื้อเฟื้อ, 2561, หน้า 107–108) แต่ละประเภทนำไปสู่การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการตั้งคำถามของครูไม่เกิดคำถามที่มีประสิทธิภาพ ครูส่วนใหญ่ใช้หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อวางแผนการสอนและดำเนินกิจกรรม และนำคำถามที่มีในแบบเรียนมาถามคำถามแก่ผู้เรียนซึ่งส่วนใหญ่เป็นคำถามประเภทความรู้ ความจำ และความเข้าใจเป็นหลัก และจากผลการวิจัยของลฎาภา ลดาชาติ และลือชา ลดาชาติ, 2559, หน้า 188–202) แสดงให้เห็นว่า มีคำถามเพียงร้อยละ 18.30 ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นเท่านั้นที่นำไปสู่การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ขณะที่คำถามส่วนใหญ่ร้อยละ 71.65 เป็นคำถามที่ไม่นำไปสู่การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์โดยตรง เนื่องจากส่วนใหญ่ยังไม่ใช่คำถามทางวิทยาศาสตร์ ด้วยเหตุนี้จึงมีความจำเป็นในการพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์

การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เป็นการขับเคลื่อนกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำการสืบเสาะจนสามารถค้นพบคำถาม คุณค่าของการตั้งคำถามของนักเรียนผ่านการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เป็นการสร้างประสบการณ์ให้กับผู้เรียน และเป็นหนึ่งในทักษะในการประมวลผลความคิดซึ่งฝังอยู่ในการคิดเชิงวิเคราะห์การคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหา (Cuccio-Schirripa and Steiner, 2000, p. 210) คำถามจากนักเรียนบ่งบอกว่าพวกเขากำลังคิดเกี่ยวกับแนวคิดที่นำเสนอและได้พยายามเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นกับสิ่งที่พวกเขารู้จัก แหล่งที่มาของคำถามของนักเรียน คือ ความอยากรู้ของนักเรียนหรือความปรารถนาที่จะขยายความรู้ไปในทิศทางใด คำถามอาจมาจากความอยากรู้เกี่ยวกับโลกรอบ ๆ ตัวตลอดจนเหตุการณ์และความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ รอบตัว อย่างไรก็ตาม นโยบายของการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยที่เน้นให้นักเรียนทำการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ กลับไม่ค่อยได้เห็นงานวิจัยที่มุ่งศึกษาและพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ทั้ง ๆ ที่การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ “ที่ดี” จะปูทางไปสู่การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจ มีความหมาย และลึกซึ้ง แต่ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไป การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เป็นบทบาทของครูผู้สอนแทนที่จะเป็นบทบาทของนักเรียนเอง

จากการศึกษาเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบ KWL พบว่าเป็นเทคนิคการเรียนรู้ที่นักเรียนตระหนักว่าเขาสงสัยอะไร สามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ได้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านตาราง 3 ช่อง KWL (What I already know/ what I want to know/what I have learned) ที่เน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ อย่างเป็นรูปธรรมและเป็นระบบ การนำเทคนิคการเรียนรู้แบบ KWL มาใช้ในชั้นเรียน ซึ่งจัดว่าเป็นเทคนิคการเรียนรู้อีกแบบหนึ่งที่การคิดเพื่อสร้างคำถามของนักเรียนได้ดี เพราะนักเรียนต้องคิดเองว่าอยากรู้อะไร ทำอย่างไร และได้เรียนรู้อะไรจากกิจกรรมการเรียนรู้

ทำให้ผู้เรียนรู้จักการตั้งคำถาม เกิดความคงทนทางการเรียนที่ยาวนานมากกว่าการเรียนการสอนแบบปกติ รวมทั้งเป็นการเสริมสร้างการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ใช้ได้ผลดี สามารถใช้ได้ทั้งผู้เรียนรายบุคคลหรือผู้เรียนเป็นกลุ่ม ทั้งกลุ่มเล็ก ๆ และกลุ่มใหญ่ (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2552, หน้า 88–92) เนื่องจากจุดเน้นที่สำคัญของเทคนิคการเรียนรู้ KWL คือ ครูจะต้องใช้คำถามที่หลากหลายระดับความคิด เพื่อกระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนตั้งคำถามกับตนเอง และใช้คำถามที่หลากหลายเป็นองค์ประกอบสำคัญในการพัฒนาทักษะการคิด สอดคล้องกับแนวคิดของ วัชรา เล่าเรียนดี (2553, หน้า 19) ที่กล่าวว่า วิธีที่ง่ายและสะดวกสุดในการพัฒนาทักษะการคิดของเด็ก คือ การใช้คำถามที่เหมาะสมเพื่อกระตุ้นกระบวนการคิดของเด็ก และการเรียนรู้ของเด็กจะสนุกสนานมากขึ้น

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ Chinn and Malhotra (2002) ได้แบ่งออกเป็น 5 รูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบมีจุดเน้นที่แตกต่างกันไป โดยกิจกรรมการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า (Verbal design of studies) เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นรายกลุ่มหรือรายบุคคลได้ออกแบบการสำรวจตรวจสอบหรือการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ภายใต้กรอบแนวคิดทางทฤษฎีบางอย่าง โดยครูได้กำหนดให้นักเรียนได้นำเสนอ อภิปราย และวิพากษ์ว่า การออกแบบการสำรวจตรวจสอบหรือการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มนำไปสู่คำตอบที่ตรงและน่าเชื่อถือหรือไม่ ควรมีการปรับปรุงอย่างไร ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้นี้จะเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการออกแบบการสำรวจตรวจสอบหรือการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (ลือชา ลดาชาติ, 2561, หน้า 210)

การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL มาใช้ร่วมกับกิจกรรมการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่ามาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สามารถช่วยให้นักเรียนรู้ว่า คำถามที่นักเรียนตั้งมาจากเทคนิค KWL สามารถตอบได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร โดยนักเรียนจะได้รับประเด็นของการศึกษาหรือคำถามวิจัย จากนั้นนักเรียนต้องออกแบบวิธีการเพื่อตอบคำถามวิจัยนั้นอย่างเป็นระบบ โดยที่นักเรียนไม่ต้องทำการศึกษานั้นจริง ๆ โดยนักเรียนต้องคำนึงว่า ตัวแปรต้นและตัวแปรตามคืออะไร วิธีการวัดค่าของตัวแปรเหล่านั้นเป็นอย่างไร ปัจจัยอะไรบ้างที่ต้องได้รับการควบคุมให้คงตัว การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูลควรเป็นอย่างไร และผลที่ได้จะตอบคำถามวิจัยนั้นอย่างไร ทั้งนี้ นักเรียนต้องนำเสนอวิธีการที่ตนเองออกแบบขึ้น เพื่อให้ผู้อื่นวิพากษ์วิจารณ์ถึงจุดบกพร่องของวิธีการนั้น ซึ่งมักตามมาด้วยการชี้แจงถึงที่มาที่ไปของวิธีการนั้น และจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ายังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการใช้เทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า

ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า (Verbal design of studies) เพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ในเนื้อหารายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ รหัสวิชา ว32105 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 60

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่ามีความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่ามีความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการศึกษา ดังนี้

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเวียงแก่นวิทยาคม อำเภอเวียงแก่น จังหวัดเชียงราย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวนนักเรียนทั้งหมด 133 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนเวียงแก่นวิทยาคม อำเภอเวียงแก่น จังหวัดเชียงราย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 23 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) โดยวิธีการจับสลาก

ขอบเขตด้านเนื้อหา

การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า เพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมุ่งเน้นเนื้อหาในรายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ รหัสวิชา ว32105 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 ชั่วโมง ดังนี้

ตาราง 1 แสดงเนื้อหา มาตรฐานและตัวชี้วัดรายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ รหัสวิชา ว32105 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เรื่อง	มาตรฐานและตัวชี้วัด	จำนวนชั่วโมง
1	การเกิดปฏิกิริยาเคมี	ว 2.1 ม.5/20	2
2	อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	ว 2.1 ม.5/20	2
3	ผลของความเข้มข้นที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	ว 2.1 ม.5/21	2
4	ผลของพื้นที่ผิวที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	ว 2.1 ม.5/21	2
5	ผลของอุณหภูมิมีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	ว 2.1 ม.5/21	2
6	ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน	ว 2.1 ม.5/22	2
	รวม		**12**

ขอบเขตด้านตัวแปร

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ รหัสวิชา ว32105 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ขอบเขตระยะเวลาที่ใช้

การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า เพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 12 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ รหัสวิชา ว32105 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 ชั่วโมง ซึ่งมีองค์ประกอบ ดังนี้ (1) ชื่อแผนและจำนวนเวลา (2) มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด (3) จุดประสงค์การเรียนรู้ (4) สาระการเรียนรู้ (5) สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด (6) สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน (7) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (8) ชิ้นงาน/ภาระงาน (9) การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า (10) สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ และ (11) การวัดและประเมินผล

ความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมการเรียนรู้หรือการกระทำของนักเรียนที่แสดงออกถึงการใช้ความรู้ ทักษะการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ คำถามเชิงเปรียบเทียบ คำถามเชิงเหตุและผล คำถามเชิงทำนาย คำถามเชิงสำรวจ คำถามเชิงค้นหาแบบแผน และคำถามเชิงการออกแบบและการสร้าง โดยวัดจากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 25 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1. คำถามเชิงเปรียบเทียบ ซึ่งเป็นคำถามที่จะนำไปสู่การศึกษาและตัดสินใจว่า สิ่งใดหรือตัวเลือกใดดีกว่ากัน ตัวอย่างเช่น ภาชนะที่ทำมาจากวัสดุชนิดใด (เช่น ไม้ โฟม กระดาษ และพลาสติก) เก็บความร้อนได้นานกว่ากัน คำถามนี้สามารถนำนักเรียนไปสู่การทดลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเก็บความร้อนของภาชนะจากวัสดุชนิดต่าง ๆ

2. คำถามเชิงเหตุและผล ซึ่งเป็นคำถามที่จะนำไปสู่การศึกษาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่าง 2 ตัวแปร ตัวอย่างเช่น ความเข้มข้นส่งผลต่ออัตราการละลายของเกลือในน้ำหรือไม่ คำถามนี้มักมีการระบุตัวแปรต้นและตัวแปรตามของการทดลองทางวิทยาศาสตร์

3. คำถามเชิงทำนาย ซึ่งเป็นคำถามที่จะนำไปสู่การทดสอบสมมติฐานหรือความคิดอย่างไร ตัวอย่างเช่น ถ้ามุมของพื้นเอียงเพิ่มขึ้น ระยะทางที่รถทดลองเคลื่อนที่ได้ (จากจุดบนสุดของพื้นเอียง) จะเพิ่มขึ้นหรือไม่ คำถามนี้อาจเริ่มต้นด้วยข้อความที่ว่า “อะไรจะเกิดขึ้น ถ้า...” ซึ่งนำนักเรียนไปสู่การลองทำบางสิ่งบางอย่าง เพื่อสังเกตผลที่จะเกิดขึ้นว่าเป็นไปตามที่ตนเองคิดไว้หรือไม่

4. คำถามเชิงสำรวจ ซึ่งเป็นคำถามที่จะนำไปสู่การสำรวจบางสิ่งหรือบางปรากฏการณ์เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งหรือปรากฏการณ์นั้นให้ละเอียดมากขึ้น ตัวอย่างเช่น สวนหลังโรงเรียนมีแมลงชนิดใดบ้าง คำถามเช่นนี้มักมีการระบุสิ่งที่นักเรียนต้องการสำรวจ ซึ่งอาจรวมถึงเงื่อนไขของการสำรวจ เช่น สถานที่ของการสำรวจ และช่วงเวลาของการสำรวจระหว่างตัวแปรหรือความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์ คำถามเช่นนี้มักขึ้นต้นด้วยคำถามว่า “อะไรคือความสัมพันธ์ระหว่าง ...” ซึ่งนำนักเรียนไปสู่การค้นหาแบบแผนบางอย่างที่แสดงการเชื่อมโยงระหว่างตัวแปรและ/หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ

5. คำถามเชิงค้นหาแบบแผน ซึ่งเป็นคำถามที่จะนำไปสู่การพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์ คำถามเช่นนี้มักขึ้นต้นด้วยคำถามว่า “อะไรคือความสัมพันธ์ระหว่าง ...” ซึ่งนำนักเรียนไปสู่การค้นหาแบบแผนบางอย่างที่แสดงการเชื่อมโยงระหว่างตัวแปรและ/หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ

6. คำถามเชิงการออกแบบและการสร้าง ซึ่งเป็นคำถามที่ไม่เชิงว่าจะเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ หากแต่เป็นคำถามทางวิศวกรรมหรือเทคโนโลยี คำถามนี้นำนักเรียนไปสู่การสร้างชิ้นงานตามเงื่อนไขต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น เราจะสร้างเครื่องล้างแผ่นใสอัตโนมัติได้อย่างไร

การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านตาราง 3 ช่อง เพื่อความเข้าใจ 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 K–What I already knew (ผู้เรียนรู้อะไรบ้าง) ขั้นที่ 2 W–What I wan to know (ผู้เรียนต้องการรู้อะไรบ้าง) และขั้นที่ 3 L–What I have learned (ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง) ซึ่งเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่อย่างเป็นรูปธรรมและเป็นระบบ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 K–What I already knew ผู้สอนจะต้องตั้งประเด็นผู้สอนจะตั้งประเด็น (หรือหัวข้อบทเรียน) ให้ผู้เรียนทุกคนทราบ หลังจากนั้นจึงปล่อยให้ผู้เรียนแต่ละคนได้คิดและให้ผู้เรียนแต่ละคน (หรือแต่ละกลุ่ม) ได้เขียนสาระต่าง ๆ ที่ผู้เรียนมีความรู้อยู่แล้วเกี่ยวกับประเด็นที่ผู้สอนตั้งไว้ในกระดาษที่ผู้สอนแจกให้

ขั้นที่ 2 W–What I wan to know หลังจากที่ผู้เรียนบันทึกสาระต่าง ๆ ที่ตนเองมีความรู้อยู่แล้วเกี่ยวกับประเด็น (หรือหัวข้อบทเรียน) ที่ผู้สอนตั้งไว้แล้ว ผู้สอนจะให้ผู้เรียนบันทึกถึงความต้องการที่เกี่ยวกับสาระหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่ผู้เรียนต้องการจะเรียนรู้เพิ่มมากยิ่งขึ้น ซึ่งอาจจะบันทึกเป็นหัวข้อ ย่อย ๆ ก็ได้ ถ้าเป็นกิจกรรมกลุ่ม สามารถให้กลุ่มช่วยกันคิดว่าต้องการเรียนรู้สิ่งใดเพิ่มเติม ในหัวข้อที่ผู้สอนกำหนดไว้หลังจากนั้น จะมีการจัดการเรียนรู้ตามปกติ ซึ่งอาจให้ผู้สอนเป็นผู้นำชั้นเรียน หรือปล่อยให้ผู้เรียนศึกษาบทเรียนแต่เพียงลำพังจากสื่อต่าง ๆ ที่ผู้สอนจัดไว้ให้ หรืออาจจะให้ผู้เรียนออกไปค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับหัวข้อย่อย ๆ ที่ผู้เรียนบันทึกไว้ในกระดาษช่อง W

ขั้นที่ 3 L–What I have learned ในขั้นสุดท้ายนี้ จะให้ผู้เรียนบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้แล้วจากขั้นตอนที่ผ่านมา ลงในกระดาษช่องทางขวามือที่เหลือ และให้ผู้เรียนช่วยกันสรุปว่า สิ่งที่ผู้เรียนรู้แล้ว (K) สิ่งที่ผู้เรียนต้องการเรียน (W) และสิ่งที่ผู้เรียนเรียนรู้แล้ว (L) มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร และสรุปผลความรู้ที่ได้

การออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการออกแบบวิธีการเพื่อตอบคำถามวิจัยเพื่อตอบคำถามวิจัยที่ได้จากตารางในช่อง L โดยที่นักเรียนไม่ต้องทำการศึกษานั้นจริง ๆ ในการออกแบบนักเรียนต้องคำนึงว่า ตัวแปรต้นและตัวแปรตามคืออะไร วิธีการวัดค่าของตัวแปรเหล่านั้นเป็นอย่างไร ปัจจัยอะไรบ้างที่ต้องได้รับการควบคุมให้คงตัว การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูลควรเป็นอย่างไร และผลที่ได้จะตอบคำถามวิจัยนั้นอย่างไร แล้วนำเสนอวิธีการที่ตนเองออกแบบแล้วร่วมกันวิพากษ์วิธีการที่ออกแบบนั้น

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้รับการพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า

2. ครูผู้สอนได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า เพื่อให้ผู้เรียนมีความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยเลือกใช้กิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับศักยภาพและความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน

3. ได้สารสนเทศการวิจัยสำหรับนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสม

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า เพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. การรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21
    1.1 ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์
    1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
    1.3 การพัฒนาความสามารถและทักษะที่สำคัญของผู้เรียนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
    1.4 การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์
2. การออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า (Verbal design of studies)
3. การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์
    3.1 ความสำคัญและประโยชน์ของคำถามทางวิทยาศาสตร์
    3.2 ลักษณะของคำถามที่ดีทางวิทยาศาสตร์
    3.3 ประเภทของคำถามทางวิทยาศาสตร์
    3.4 การพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์
4. การจัดการเรียนรู้แบบ KWL
    4.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบ KWL
    4.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบ KWL
    4.3 วัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบ KWL
    4.4 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบ KWL
5. แผนการจัดการเรียนรู้
    5.1 ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้
    5.2ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้
    5.3 หลักการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้บูรณาการ
    5.4 ขั้นตอนการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้
    5.5 องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้
    5.6 การประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ
   6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ
7. กรอบแนวคิดการวิจัย

การรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์

การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) เป็นคำที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาใช้เรียกสำหรับการเป็นพลเมืองผู้รู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งการรู้วิทยาศาสตร์ได้รับการนิยามแยกเป็นด้าน ๆ ได้แก่ ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ ความตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ และการมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2558, หน้า 17–18) ได้สรุปความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 2 แสดงความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ

ด้าน	ความหมาย
ความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจแนวคิดและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับบุคคลเพื่อช่วยในการตัดสินใจ ตลอดสามารถค้นคว้าหรือระบุคำตอบจากคำถามที่มาจากประสบการณ์ในชีวิตประจำวันได้ หรือการเข้าใจแนวคิดสำคัญและหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิต ว่ามีทั้งความหลากหลายและความคิดคล้ายคลึงกัน
การนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้	ความสามารถที่จะนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในการถามคำถาม ค้นหา และบ่งชี้คำตอบของคำถาม บ่งชี้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสามารถตัดสินใจได้เกี่ยวกับประเด็นนั้น ๆ สามารถโต้แย้งและประเมินข้อโต้แย้งโดยอาศัยพยานหลักฐาน และสามารถนำเอาข้อสรุปจากการโต้แย้งมาใช้ได้อย่างเหมาะสม

ตาราง 2 (ต่อ)

ด้าน	ความหมาย
ความตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์	การตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีว่ามีส่วนเกี่ยวข้องกับมนุษย์เป็นอย่างมาก
การมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นในประเด็นทางวิทยาศาสตร์	ความสามารถอ่านและเข้าใจบทความที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในสื่อที่มีชื่อเสียงและมีส่วนร่วมในการถกเถียงในสังคมเกี่ยวกับความน่าเชื่อถือของข้อสรุปต่างๆ การรู้วิทยาศาสตร์ยังรวมถึงบุคคลที่สามารถระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของการตัดสินใจที่มีจุดยืนอยู่บนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นอกจากนี้บุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์สามารถประเมินค่าข้อมูลทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของแหล่งที่มาและการสร้างข้อมูลนั้น หรือการตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อมูล และการถกเถียงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ศีลธรรม เศรษฐกิจ การเมือง และสังคม และสนับสนุนการตัดสินที่มีคุณค่าเหมาะสมและเกี่ยวข้องกับความรู้และความจริงทางวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ การรู้วิทยาศาสตร์ยังได้รับการนิยามที่เกี่ยวข้องกับหลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ การมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการมีจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดไว้ดังนี้

หลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เน้นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมหลากหลาย ทั้งการทำกิจกรรมภาคสนาม การสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสืบค้นจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ การทำโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยคำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิม สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรมต่างกันที่นักเรียนได้รับรู้มาแล้วก่อนเข้าสู่ห้องเรียน การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้นระหว่างที่นักเรียนมีส่วนร่วมโดยตรงในการทำกิจกรรมการเรียนเหล่านั้น จึงจะมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วย

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้พัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง และคาดหวังว่ากระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวจะทำให้นักเรียนได้รับการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ มีเจตคติและค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งสามารถสื่อสารและทำงานร่วมกันกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การมีทักษะแสวงหาความรู้และแนวทางสำหรับการแก้ไขปัญหา เป็นแนวทางที่พัฒนาขึ้นตามหลักสูตร Science a Process Approach (SAPA) ของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science) ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2556, หน้า 4–6) ระบุว่า ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่การค้นหาความรู้ จากการสำรวจตรวจสอบหรือจากการทดลอง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 14 ทักษะ ดังนี้

1. การสังเกต เป็นความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง เพื่อหาข้อมูลหรือรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ โดยไม่เพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไป

2. การวัด การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

3. การจำแนกประเภท เป็นการแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยใช้เกณฑ์ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา วัตถุต่าง ๆ ในโลกนี้จะทรงตัวอยู่ได้ ล้วนแต่ครองที่ที่ว่าง การครองที่ของวัตถุในที่ว่างนั้น โดยทั่วไปแล้วจะมี 3 มิติ ได้แก่ มิติยาว มิติกว้าง และมิติสูงหรือหนา

5. การคำนวณ การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดทำและการสื่อความหมายข้อมูล เป็นการนำผลการสังเกต การวัด การทดลองจากแหล่งต่าง ๆ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลดียิ่งขึ้น โดยอาจเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ วงจร กราฟ สมการ และการเขียนบรรยาย

7. การลงความเห็นจากข้อมูล การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น มาช่วยในการสรุป การพยากรณ์มีสองทาง คือ พยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่และการพยากรณ์นอกขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่

9. การตั้งสมมติฐาน การคิดหาคำตอบล่วงหน้า ก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดล่วงหน้าซึ่งยังไม่ทราบ หรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นการกำหนดความหมายและขอบเขตของสิ่งต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นการกำหนดตัวแปรเป็นการชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องการควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ การควบคุมตัวแปรเป็นการควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น ถ้าหากไม่ควบคุมให้เหมือน ๆ กัน ก็จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เราต้องจัดให้แตกต่างกัน ซึ่งเป็นต้นเหตุทำให้เกิดผล ซึ่งเราคาดหวังว่าจะแตกต่างกัน

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เราต้องติดตามดู ซึ่งเป็นผลจากการจัดสถานการณ์บางอย่างให้แตกต่างกัน

ตัวแปรควบคุม คือ สิ่งที่เราต้องควบคุมจัดให้เหมือนกันเพื่อให้แน่ใจว่าผลการทดลองเกิดจากตัวแปรต้นเท่านั้น

12. การทดลอง การทดลองมี 3 ประเภท คือ การทดลองแบบแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ ไม่มีกลุ่มเปรียบเทียบ และลองผิดลองถูก การทดลองเป็นกระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงสรุป การตีความหมายข้อมูล คือ การแปลความหมาย หรือการบรรยาย ลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การลงข้อสรุป คือ การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

14. การสร้างแบบจำลอง เป็นการนำเสนอข้อมูล แนวคิด ความคิดรวบยอดเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในรูปของแบบจำลองแบบต่าง ๆ เช่น กราฟ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว วัสดุ สิ่งของ สิ่งประดิษฐ์ หุ่น เป็นต้น

ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตลอดภาคเรียน ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝนและนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทุกทักษะมาใช้เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ได้รับความรู้ความสามารถตามที่ครูคาดหวังว่าจะเกิดขึ้นจาการเรียนรู้นั้น

การมีจิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด พฤติกรรมการแสดงออก ตลอดจนคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลในทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นผลมาจากอารมณ์ความรู้สึกนึกคิดนั้น ๆ ที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมาในตัวผู้เรียนเป็นผลมาจากประสบการณ์และการเรียนรู้ หรือได้รับประสบการณ์ การเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะมีอิทธิพลต่อความคิด การตัดสินใจ การกระทำ หรือพฤติกรรมของบุคคลต่อความรูหรือสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ การประเมินจิตวิทยาศาสตร์ในตัวบุคคลจะทำการประเมิน 10 คุณลักษณะ ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล ความใจกว้าง ความซื่อสัตย์ ความพยายามมุ่งมั่น ความรอบคอบ ความรับผิดชอบ ความร่วมมือช่วยเหลือ ความสร้างสรรค์ และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ความสนใจในวิทยาศาสตร์ การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อและค่านิยมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ คุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2555, หน้า 176–177)

สำหรับหลักสูตแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้ประกาศใช้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญไว้ 8 สาระ ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

2. วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

3. วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับโลกในเอกภาพ ระบบโลก และมนุษย์กับการเปลี่ยนแปลงของโลก

4. ชีววิทยา เรียนรู้เกี่ยวกับการศึกษาชีววิทยา สารเคมีในสิ่งมีชีวิต เซลล์ของสิ่งมีชีวิต พันธุกรรมและการถ่ายทอด วิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีวภาพ โครงสร้างและการทำงานของส่วนต่าง ๆ ในพืชดอก ระบบและการทำงานในอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

5. เคมี เรียนรู้เกี่ยวกับปริมาณสาร องค์ประกอบและสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร ทักษะและการแก้ปัญหาทางเคมี

6. ฟิสิกส์ เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติและการค้นพบทางฟิสิกส์ แรง และการเคลื่อนที่ พลังงาน

7. โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับโลกและกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ข้อมูลทางธรณีวิทยาและการนำไปใช้ประโยชน์ การถ่ายโอนพลังงานความร้อนของโลก การเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ โลกในเอกภาพและดาราศาสตร์กับมนุษย์

8. เทคโนโลยี

8.1 การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

8.2 วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจ มีทักษะการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ลือชา ลดาชาติ (2561, หน้า 7) ให้ความหมายการรู้วิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการมีส่วนร่วมกับประเด็นหรือข้อถกเถียงที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และความคิดทางวิทยาศาสตร์ในฐานะประชาชนคนหนึ่ง โดยผู้รู้วิทยาศาสตร์ปรารถนาที่จะมีส่วนร่วมกับการสนทนาในประเด็นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีเหตุผล ซึ่งต้องอาศัยสมรรถนะต่าง ๆ ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ การออกแบบและประเมินการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ การตีความข้อมูลและหลักฐานอย่างเป็นวิทยาศาสตร์

โดยสรุป การรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่บุคคลสามารถเข้าใจในทุกแง่มุมของความรู้วิทยาศาสตร์ ทั้งความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ ความตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ และการมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งหลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ การมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการมีจิตวิทยาศาสตร์อย่างถ่องแท้ลึกซึ้ง จนสามารถนำเอาความรู้นั้นไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นและสามารถนำไปใช้ดำเนินชีวิตได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคมและวัฒนธรรม สำหรับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญไว้ 8 สาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ และเทคโนโลยี

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การพัฒนาการเรียนการสอนบนพื้นฐานของการศึกษาในส่วนของเนื้อหาและหลักการทางด้านวิทยาศาสตร์โดยตรง ประกอบด้วยหลักด้านจิตวิทยาพัฒนาการที่สัมพันธ์กับการเรียนรู้ ซึ่งทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประกอบด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2556, หน้า 9-10)

1. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Theory of cognitive development)

เด็กมีการพัฒนาด้านต่าง ๆ มาแล้วตั้งแต่อยู่ในบ้าน ทั้งในส่วนของร่างกาย จิตใจ และความรู้ความสามารถต่าง ๆ เมื่อเด็กเหล่านั้นเข้ามาสู่ระบบโรงเรียนจึงมีความรู้ความสามารถมาส่วนหนึ่งแล้ว ที่ใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ตามระบบของโรงเรียนต่อไป ในการศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการของเด็กได้มีการศึกษาเป็นจำนวนมากและศึกษาในหลายทิศทาง แต่การศึกษาได้มีการตั้งเป็นทฤษฎีและเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป ได้แก ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Jean Piaget นักจิตวิทยาชาวสวิส ซึ่งได้เสนอว่าพัฒนาการเรียนรู้ของเด็กตั้งแต่แรกเกิด จนสู่วัยผู้ใหญ่นั้น แบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือ

1.1 ระยะใช้ประสาทสัมผัส (Sensory-organ stage) เป็นการพัฒนาของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ปี ในวัยนี้เด็กจะเริ่มพัฒนาการรับรู้โดยใช้ประสารทสัมผัสต่าง ๆ ตลอดจนเริ่ม

มีการพัฒนาการใช้อวัยวะให้สามารถทำงานเบื้องต้นได้ เช่น ฝึกใช้มือหยิบจับสิ่งของต่าง ๆ ฝึกการได้ยิน การมอง การเดิน การพูดและโต้ตอบ การพัฒนาเหล่านี้จัดเป็นการพัฒนาที่เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาขั้นต่อไป เด็กในวัยนี้จึงเรียนรู้โดยการได้หยิบ จับ สัมผัสกับสิ่งต่าง ๆ รอบตัว

1.2 ระยะก่อนควบคุมอวัยวะต่าง ๆ (Preoperational stage) เป็นการพัฒนาในช่วงอายุ 2 ปี จนถึง 7 ปี เด็กวัยนี้จะเริ่มพัฒนาร่างกายอย่างเป็นระบบมากขึ้น มีการพัฒนาของสมองเพื่อใช้ควบคุมการพัฒนาลักษณะนิสัย เช่น นิสัยการขับถ่าย มีการฝึกใช้อวัยวะต่าง ๆ ให้มีความสัมพันธ์กันภายใต้การควบคุมของสมองและเชื่อมโยงกับสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมที่เด็กได้สัมผัส เช่น การเล่นกีฬา การขี่จักรยาน การเล่นล้อเลื่อน

1.3 ระยะที่คิดอย่างเป็นรูปธรรม (Concrete–operational stage) เป็นการพัฒนาการในช่วงอายุ 7 ปีถึง 11 ปี เด็กช่วงนี้จะมีการพัฒนาสมองมากขึ้นอย่างรวดเร็ว จนสามารถเรียนรู้และจำแนกสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ แต่จะยังไม่สามารถสร้างจินตนาการกับเรื่องราวที่เป็นนามธรรมได้ เด็กในวัยนี้จึงสามารถเล่นสิ่งของที่เป็นรูปทรงต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี แต่ไม่สามารถเรียนรู้เรื่องราวที่เป็นนามธรรมได้ เช่น โครงสร้างอะตอม การถ่ายทอดทางพันธุกรรม เป็นต้น

1.4 ระยะที่คิดอย่างเป็นนามธรรม (Formal–operational stage) เป็นพัฒนาการในช่วงสุดท้ายของเด็กอายุประมาณ 12–15 ปี ก่อนจะเป็นผู้ใหญ่ เด็กช่วงนี้สามารถคิดอย่างเป็นเหตุผลและคิดในสิ่งที่ซับซ้อนอย่างเป็นนามธรรมได้มากขึ้น เมื่อเด็กพัฒนาได้อย่างเต็มที่แล้วจะสามารถคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลและแก้ปัญหาได้อย่างดี จนพร้อมที่จะเป็นผู้ใหญ่ที่มีวุฒิภาวะต่อไป

การพัฒนาของเด็กจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากระดับต้นในวัยเด็กไปสู่ระดับที่สูงขึ้นจนเข้าสู่ความเป็นผู้ใหญ่ โดยทั่วไปการพัฒนาของเด็กจะไม่กระโดดข้ามขั้น แต่ในบางช่วงของการพัฒนาอาจเกิดขึ้นเร็วหรือช้าได้ การพัฒนาเหล่านี้จะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ แต่สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม และประเพณีรวมทั้งวิธีการดำรงชีวิต อาจมีส่วนช่วยให้เด็กพัฒนาได้ช้าเร็วแตกต่างกันได้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาดังกล่าวเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย และใช้เป็นหลักการพื้นฐานในกระบวนการเรียนการสอน และทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ ในช่วงระยะ 20 ปีที่ผ่านมานี้

2. ทฤษฎีการเรียนรู้และกระบวนการเรียนรู้

การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การพัฒนาความคิดและความสามารถโดยอาศัยประสบการณ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและสิ่งแวดล้อม ทำให้บุคคลดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุขในสังคม

การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ซับซ้อน การจัดการเรียนการสอนที่จะทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างครบถ้วนจึงไม่เป็นเรื่องง่าย นักปรัชญาและนักจิตวิทยาการศึกษาหลายคนได้พยายามคิดค้นทฤษฎีและกระบวนการเกี่ยวกับการเรียนรู้กันมานานแล้ว เช่น การเรียนรู้จากการปฏิบัติ (learning by doing) ของ John Dewey (1922) ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก (Theory of cognitive development) ของ Paiget (1958) การเรียนรู้ด้วยการค้นพบ (Discovery learning) ของ Bruner (1961) การเรียนรู้อย่างมีความหมายของ Ausubel (1969) เป็นต้น กาจ์เย (Gagne, 1970) ได้เสนอเงื่อนไขของการเรียนรู้ (Conditions of learning) ไว้ 8 ประการ คือ การเรียนรู้เมื่อได้รับสัญญาณ (Signal learning) การเรียนรู้ในลักษณะของการกระตุ้นและการตอบสนอง (Stimulus response learning) การเรียนรู้โดยการเชื่อมโยงการกระตุ้นและการตอบสนองหลาย ๆ อย่างเข้าด้วยกัน (Chaining) การเรียนรู้โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างการกระตุ้นและการตอบสนองหลาย ๆ อย่างด้วยภาษา (Verbal association) การเรียนรู้แบบแยกแยะ (Discrimination learning) การเรียนรู้ในแนวความคิดหลัก (Concept learning) การเรียนรู้ในกฎเกณฑ์ (Rule learning) และการเรียนรู้เชิงแก้ปัญหา (Problem solving process) (อ้างอิงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2556, หน้า 9–10)

3. ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism)

ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่พูดกันมากในปัจจุบันนี้คือ ทฤษฎีการสร้างเสริมความรู้ (Constructivism) ซึ่งเชื่อกันว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้วไม่มากก็น้อย ก่อนที่ครูจะจัดการเรียนการสอนให้เน้นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง และการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้น ประสบการณ์เดิมของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญของการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง กระบวนการเรียนรู้ (Process of learning) ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครู หรือนักเรียนเพียงแต่จดจำแนวคิดต่าง ๆ ที่มีผู้บอกให้เท่านั้น แต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างเสริมความรู้เป็นกระบวนการที่นักเรียนต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้น การที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ จึงต้องผ่าน

กระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ในการเรียนการสอน สามารถทำได้หลายประการ ดังนี้ (ทิศนา แขมมณี, 2558, หน้า 94-96)

3.1 ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ผลของการเรียนรู้จะมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้ และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น เป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง ครูจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

3.2 เป้าหมายของการสอนจะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ที่แน่นอนตายตัว ไปสู่การสาธิตกระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขึ้นทำได้และแก้ปัญหาจริงได้

3.3 ในการเรียนการสอน ผู้เรียนต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ และต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริง ดังนั้น การจัดกิจกรรมต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ สิ่งของหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นของจริง และมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถจัดกระทำ ศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้น ๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น

3.4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคมจริยธรรมให้เกิดขึ้น กล่าวคือ ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การร่วมมือ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ความคิดและประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนและผู้เรียน และบุคคลอื่น จะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนกว้างขึ้น ซับซ้อนขึ้น และหลากหลายขึ้น

3.5 ในการเรียนการสอน ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยผู้เรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้

3.6 ครูมีบทบาทจากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และควบคุมการเรียนรู้ เป็นการให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียน กล่าวคือ ครูต้องทำหน้าที่สร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน ให้คำปรึกษาแนะนำทั้งทางด้านวิชาการและด้านสังคมแก่ผู้เรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหา และประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน และต้องส่งเสริมความเป็นประชาธิปไตย และมีเหตุผลในการสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วย

3.7 การประเมินผลการเรียนรู้ต้องมีลักษณะยืดหยุ่นไปในแต่ละบุคคล และควรใช้การประเมินที่หลากหลาย เช่น การประเมินจากเพื่อน การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมงาน การประเมินตนเอง และการวัดผลต้องใช้กิจกรรมในบริบทจริง

โดยสรุป การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ครูผู้สอนต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในบริบทจริง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์ สิ่งของหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นของจริง สอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถจัดกระทำ ศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้น ๆ มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การร่วมมือ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ความคิดและประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนและผู้เรียน และบุคคลอื่นจนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น และการประเมินผลการเรียนรู้ควรใช้การประเมินที่หลากหลาย เช่น การประเมินจากเพื่อน การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมงาน การประเมินตนเอง และการวัดผลต้องใช้กิจกรรมในบริบทจริง

การพัฒนาความสามารถและทักษะที่สำคัญของผู้เรียนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เน้นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมหลากหลาย ทั้งการทำกิจกรรมภาคสนาม การสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสืบค้นจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ การทำโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยคำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิม สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรมต่างกันที่นักเรียนได้รับรู้มาแล้วก่อนเข้าสู่ห้องเรียน การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้นระหว่างที่นักเรียนมีส่วนร่วมโดยตรงในการทำกิจกรรมการเรียนเหล่านั้น จึงจะมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้พัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง และคาดหวังว่ากระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวจะทำให้นักเรียนได้รับการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม ในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ มีเจตคติและค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งสามารถสื่อสารและทำงานร่วมกันกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับต่าง ๆ มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในแนวคิดหลักเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนและพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจ พัฒนาความคิดขั้นสูง และพัฒนาทักษะการสื่อสาร ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2556, หน้า 17–19)

1. การพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจ (Decision making) การจัดกิจกรรมต่าง ๆ ครูควรจัดสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกการตัดสินใจ เช่น กิจกรรมการแก้ปัญหา การศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ การสืบเสาะหาความรู้หรือการจัดกิจกรรมแสดงบทบาทสมมติ

2. การพัฒนาความคิดขั้นสูง (Higher-ordered thinking) การคิดขั้นสูงเป็นความสามารถทางสติปัญญาประการหนึ่งที่ต้องพัฒนาให้เกิดในขณะที่นักเรียนเข้ามาในโรงเรียน เพื่อเรียนรู้เนื้อหาและหลักการ รวมทั้งแนวคิดในวิชาต่าง ๆ ความคิดขั้นสูงประกอบด้วยความคิดในด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ความคิดวิเคราะห์ (Analytical thinking) เป็นความคิดที่เกี่ยวข้องกับการจำแนก รวบรวมเป็นหมวดหมู่ รวมทั้งการจัดประเด็นต่าง ๆ

2.2 ความคิดวิพากษ์วิจารณ์ (Critical thinking) คือ ความคิดเห็นต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่งทั้งในด้านบวกหรือด้านลบอย่างมีเหตุผล โดยการใช้ข้อมูลที่มีอยู่อย่างเพียงพอ

2.3 ความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) คือ ความคิดที่แปลกใหม่ ยืดหยุ่นและแตกต่างจากผู้อื่น

2.4 ความคิดอย่างเป็นเหตุผล (Logical thinking) คือ ความสามารถที่จะคิดในเชิงเหตุผลของเรื่องราวต่าง ๆ ซึ่งเป็นประเด็นโต้แย้งทางสังคมที่ไม่อยู่บนข้อมูลหรือประจักษ์พยานที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จึงควรให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาเป็นเหตุผลในการโต้แย้งหรือสนับสนุน ไม่ใช่ใช้ความรู้สึกหรือใช้อารมณ์ในการตัดสินว่าควรดำเนินการพัฒนาหรือไม่อย่างไร

2.5 ความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific thinking) คือ ความคิดที่ใช้ในการพิสูจน์และสำรวจตรวจสอบหาข้อเท็จจริง และใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาวางแผน พิสูจน์ เพื่ออธิบายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์

3. การพัฒนาทักษะการสื่อสาร (Communication skills) ทักษะการสื่อสาร หมายถึง ความรู้และแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำกิจกรรมหลากหลาย การสังเกต การทดลอง การอ่านหรืออื่น ๆ ซึ่งแสดงออกด้วยการพูดหรือการเขียน ในรูปแบบที่ชัดเจนหรือมีเหตุผล การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สามารถฝึกทักษะการสื่อสารได้ดังนี้

3.1 การเล่าหรือการเขียนสรุปเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่อ่านจากหนังสือพิมพ์ วารสาร หนังสือต่าง ๆ การดูโทรทัศน์ หรือการสืบค้นข้อมูลทางอินเตอร์เน็ต โดยมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้า แล้วนำมาเล่าหรือเขียนให้ผู้อื่นรับรู้ เป็นการฝึกทักษะในการสื่อสารวิธีหนึ่ง

3.2 การเขียนบันทึกสรุปการไปทัศนคติหรือการศึกษาภาคสนาม เป็นการฝึกให้นักเรียนเขียนรายงานสรุปถึงความรู้ ความคิดในบางเรื่องที่ได้รับจากการไปทัศนศึกษา

3.3 การจัดแสดงผลงาน ในกรณีที่นักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์หรือโครงงานอื่น ๆ ควรกำหนดให้มีวันที่แน่นอนเพื่อจัดแสดงผลงานให้เพื่อนนักเรียนทั้งโรงเรียนได้ชม และควรเชิญบุคคลในชุมชนมาชม ซึ่งในการแสดงผลงานควรมีการนำเสนอข้อมูลสำคัญทั้งการเสนอด้วยวาจาและการสรุปตัวอย่างชิ้นงาน

3.4 การสื่อสารด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นการรับส่งสารจากทุกมุมโลกได้อย่างรวดเร็ว การพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารด้านเทคโนโลยีสารสนเทศทั้งในด้านการรู้จักข้อมูลที่ตรงตามวัตถุประสงค์ การเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เหมาะสม รู้จักประมวลผลข้อมูลให้เป็นสารสนเทศ รู้จักใช้การสื่อสารด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั้งในด้านค้นหาข้อมูลและหาความรู้ และการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เหมาสมและทันสมัยเป็นปัจจุบัน

อย่างไรก็ตาม การพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนควรมีความเป็นมืออาชีพ มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ พร้อมกับการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง เพื่อนำข้อมูลมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับนักเรียน สภาพแวดล้อมของท้องถิ่น รวมทั้งปลูกความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตัดสินใจ สามารถเลือกใช้และผลิตผลงานทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี อย่างสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนและมีคุณภาพ

การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์

Shamos (1995 อ้างอิงใน ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2558, หน้า 32-33) ได้จำแนกการรู้วิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ระดับ

1. Cultural literacy หมายถึง การรู้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่จำเป็นต่อการอ่านหนังสือพิมพ์หรือนิตยสาร โดยเกี่ยวข้องกับการจดจำมากกว่าความเข้าใจวิทยาศาสตร์

2. Functional literacy หมายถึง การเข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์ การมีส่วนร่วมในประเด็นวิทยาศาสตร์ แม้ว่าการอภิปรายส่วนใหญ่จะอาศัยการจดจำและความเข้าใจ

3. True science literacy หมายถึง รู้ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดหลักที่เป็นรากฐานสำคัญทางวิทยาศาสตร์ กฎของการทดลองวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบของการสืบเสาะกระบวนการคิด และการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ The Program for International Student Assessment Project (PISA Project) ได้ทำการวัดและประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเป็นเยาวชนวัยจบการศึกษาภาคบังคับในประเทศต่าง ๆ ว่าจะสามารถเป็นประชาชนที่สามารถใช้ความรู้และทักษะที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในชีวิตจริงในอนาคตได้หรือไม่ โดยมี

องค์ประกอบการประเมิน 4 ส่วน ที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ดังนี้

3.1 บริบทของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ สถานการณ์ในชีวิตที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งสถานการณ์ในระดับโรงเรียน ระดับบุคคล และระดับโลก

3.2 ความรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ความรู้วิทยาศาสตร์และความรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ โดยความรู้วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้วิทยาศาสตร์ในโลกและสิ่งแวดล้อม โลกธรรมชาติ วิทยาศาสตร์ในชีวิตและสุขภาพ และวิทยาศาสตร์ในเทคโนโลยี ส่วนความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ในเชิงกระบวนการ ประกอบด้วยกระบวนการค้นคว้าหาความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งจุดเน้นอยู่ที่กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และส่วนที่สองซึ่งสัมพันธ์กับกระบวนการส่วนแรก คือ การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

3.3 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ใน 3 ด้านหลัก ได้แก่

3.3.1 การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ เช่น การรู้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

3.3.2 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น การใช้ความรู้วิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล

3.3.3 การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ เช่น การตีความหลักฐานพยานหรือข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป

3.4 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

3.4.1 การแสดงการตอบสนองต่อวิทยาศาสตร์ด้วยความสนใจ เช่น ความอยากรู้อยากเห็นทางวิทยาศาสตร์ และเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ความตั้งใจที่จะหาความรู้ และทักษะวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

3.4.2 สนับสนุนการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ เช่น การยอมรับความสำคัญทางวิทยาศาสตร์ต่างมุมมอง และข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

3.4.3 แสดงความรับผิดชอบต่อสิ่งต่าง ๆ เช่น การแสดงให้เห็นถึงความรับผิดชอบของส่วนบุคคลในเรื่องการรักษาสิ่งแวดล้อมให้ยั่งยืน การแสดงความเต็มใจที่จะมีบทบาทในการรักษาทรัพยากรธรรมชาติ

ลือชา ลดาชาติ (2561, หน้า 8–10) กล่าวว่า กรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์มีดังนี้

1. การอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์

1.1 เข้าใจและนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

1.2 ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนความคิดเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ

1.3 พยากรณ์ และชี้แจงผลการพยากรณ์ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ บนพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.4 เสนอสมมติฐานเชิงคำอธิบายบนพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.5 อธิบายการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสังคม

2. การออกแบบและประเมินการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

2.1 ระบุคำถามเพื่อการศึกษาทางวิทยาศาสตร์

2.2 แยกแยะคำถามที่วิทยาศาสตร์สามารถตอบได้

2.3 เสนอวิธีการศึกษาเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์

2.4 ประเมินวิธีการศึกษาทางวิทยาศาสตร์

2.4 บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือของผลการศึกษาทางวิทยาศาสตร์

3. การตีความข้อมูลและหลักฐานอย่างเป็นวิทยาศาสตร์

3.1 แปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง

3.2 วิเคราะห์ ตีความข้อมูล และลงข้อมูลจากข้อมูลอย่างเหมาะสม

3.3 ระบุหลักฐานและเหตุที่ปรากฏในเอกสารทางวิทยาศาสตร์

3.4 แยกแยะข้อโต้แย้งที่มีและไม่มีหลักฐานและทฤษฎีรองรับ

3.5 ประเมินข้อโต้แย้งและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งต่าง ๆ

ในการแสดงออกถึงสมรรถนะทั้ง 3 ด้าน ผู้รู้วิทยาศาสตร์ต้องมีความรู้ 3 ด้าน ดังนี้

1. ความรู้ด้านเนื้อหา (Content knowledge)

1.1 ระบบทางกายภาพ ได้แก่ โครงสร้างของสสาร สมบัติของสสาร การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงานและการเปลี่ยนรูปของพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน

1.2 ระบบทางชีวภาพ ได้แก่ เซลล์ สิ่งมีชีวิต ประชากร ระบบนิเวศ ชีวาลัย

1.3 ระบบโลกและดาราศาสตร์ ได้แก่ โครงสร้างของโลก พลังงานภายในและโดยรอบโลก การเปลี่ยนแปลงของโลก ประวัติศาสตร์ของโลก โลกในอวกาศ ประวัติศาสตร์ของเอกภพ อัตราส่วนของขนาดของสิ่งต่าง ๆ ในเอกภพ

2. ความรู้ด้านกระบวนการ (Procedural knowledge)

2.1 การกำหนดตัวแปร (ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม)

2.2 การวัด (ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ) การใช้อัตราส่วน การจำแนกและการจัดกลุ่ม

2.3 การประเมินและลดความไม่แน่นอน โดยการทำซ้ำและการหาค่าเฉลี่ย

2.4 การสร้างความตรงและความเที่ยงของการวัดค่าของตัวแปร

2.5 การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เช่น ตาราง กราฟ แผนภูมิ ฯลฯ

2.6 การกำจัดและการควบคุมตัวแปร (การสุ่ม การเลือกกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม)

3. ความรู้ด้านการได้มาซึ่งความรู้ (Epistemic knowledge)

3.1 ธรรมชาติของการสังเกต ข้อเท็จจริง สมมติฐาน แบบจำลอง และทฤษฎี

3.2 วัตถุประสงค์และเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ ซึ่งแตกต่างจากวัตถุประสงค์และเป้าหมายของศาสตร์อื่น ๆ

3.3 การให้คุณค่าในทางวิทยาศาสตร์ (การเผยแพร่สู่สาธารณะ ความเป็นปรนัย และการกำจัดอคติ

3.4 การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ทั้งเชิงอุปนัย เชิงนิรนัย เชิงสมมตินัย เชิงอุปมา และโดยการอิงแบบจำลอง

3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐาน เหตุผล และข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์

3.6 ลักษณะเฉพาะของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์แบบต่าง ๆ (การสำรวจ การทดลอง การหาความสัมพันธ์) รวมทั้งบทบาทของการสืบเสาะแบบต่าง ๆ ในการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3.7 ผลของความคลาดเคลื่อนที่มีต่อความเชื่อมั่นในความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3.8 หน้าที่และข้อจำกัดของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

3.9 การทำงานร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3.10 บทบาทของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อประเด็นทางสังคมและเทคโนโลยี

โดยสรุป การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อกระบวนการการเรียนการสอน วิธีการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถสะท้อนผลการรู้วิทยาศาสตร์อย่างแท้จริงของผู้เรียนและครอบคลุมกระบวนการเรียนรู้ ต้องแสดงออกถึงสมรรถนะทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้ด้านกระบวนการ และความรู้ด้านการได้มาซึ่งความรู้

การออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า (Verbal design of studies)

การจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยที่ผ่านมามักจะอยู่ในรูปแบบวัฏจักร 5Es ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิดและลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น การสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น (ทิศนา แขมมณี, 2558, หน้า 141) ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นสร้างคำอธิบาย (Explanation) ขั้นขยายความคิด (Elaboration) และขั้นประเมินผล (Evaluation) ซึ่งนักเรียนจะถูกกระตุ้นด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์ ทำงานสำรวจตรวจสอบเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูล นำข้อมูลมาสร้างเป็นคำอธิบาย นำคำอธิบายไปประยุกต์ใช้กับปรากฏการณ์ใกล้เคียง และประเมินการเรียนรู้ของตนเอง (ลือชา ลดาชาติ และคณะ, 2560, หน้า 91) รูปแบบกิจกรรมที่เปิดให้นักเรียนได้คิดและปฏิบัติแบบนักเรียนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การออกแบบการศึกษาปากเปล่า (Verbal design of studies) การสร้างคำอธิบาย (Explanation building) การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล (Data manipulation and analysis) การประเมินหลักฐาน (Evidence evaluation) การทดลองเสมือนจริงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computer-simulated experiments) การลงมือปฏิบัติ (Hands-on activities) (ลือชา ลดาชาติ, 2561ข, หน้า 210) สำหรับการวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้กิจกรรมการออกแบบการศึกษาปากเปล่า ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

การออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า (Verbal design of studies) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการออกแบบและประเมินสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้แม้ในโรงเรียนที่ขาดแคลนอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนการสอนรูปแบบนี้เริ่มต้นจากการที่ครูนำเสนอเหตุการณ์ที่จะนำไปสู่คำถามทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นนักเรียนจะได้ออกแบบการศึกษาเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์นั้น โดยนักเรียนอาจร่วมกันทำเป็นกลุ่ม นำเสนอการออกแบบของตนเอง เพื่อให้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ได้ประเมิน วิพากษ์ และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการออกแบบนั้น กระบวนการนี้ช่วยให้นักเรียนตรวจสอบว่า การออกแบบการศึกษาทั้งของตนเองและของผู้อื่น ๆ สามารถตอบได้ตรงคำถามวิทยาศาสตร์หรือไม่ ทั้งในแง่ของการแก้ไขตัวแปรต่าง ๆ การตั้งสมมติฐาน การจัดกระทำให้ตัวแปรต้นมีได้หลายค่า การเลือกวิธีการและเครื่องมือเพื่อวัดค่าของตัวแปรตาม การควบคุมค่าของตัวแปรควบคุมให้คงตัว การออกแบบตารางบันทึกข้อมูลการเลือก วิธีการจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล และการคาดการณ์ว่า ข้อมูลลักษณะใดที่จะสนับสนุนหรือ

หักล้างสมมติฐานนั้น นอกจากนี้ นักเรียนยังได้พิจารณาเพื่อหาวิธีการลดความคลาดเคลื่อนและสร้างความน่าเชื่อถือของผลการศึกษาอีกด้วย แม้นักเรียนยังไม่ได้ลงมือปฏิบัติตามการออกแบบการศึกษาด้วยตนเองก็ตาม (ลือชา ลดาชาติ และคณะ, 2560, หน้า 92)

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบกิจกรรมการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า จึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ออกแบบวิธีการเพื่อตอบคำถามวิจัยที่ได้จากตาราง 3 ช่องอย่างเป็นระบบ โดยที่นักเรียนไม่ต้องทำการศึกษานั้นจริง ๆ ในการออกแบบนักเรียนต้องคำนึงว่า ตัวแปรต้นและตัวแปรตามคืออะไร วิธีการวัดค่าของตัวแปรเหล่านั้นเป็นอย่างไร ปัจจัยอะไรบ้างที่ต้องได้รับการควบคุมให้คงตัว การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูลควรเป็นอย่างไร และผลที่ได้จะตอบคำถามวิจัยนั้นอย่างไร แล้วนำเสนอวิธีการที่ตนเองออกแบบแล้วร่วมกันวิพากษ์วิธีการที่ออกแบบนั้น

การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักร 5Es หรือการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตั้งคำถาม สร้างสมมติฐาน ออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล และสื่อสารผลการศึกษาของตนเองต่อผู้อื่น ซึ่งในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญในกระบวนการสร้างความรู้ของนักเรียน โดยขั้นตอนแรก คือ การสร้างความสนใจ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่กระตุ้นให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์เรื่องที่เรียน จนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการจะสืบเสาะหาคำตอบด้วยตนเองได้ (ทิศนา แขมมณี, 2558, หน้า 141; ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา ลดาชาติ, 2560, หน้า 442)

ความสำคัญและประโยชน์ของคำถามทางวิทยาศาสตร์

การใช้คำถามเป็นเทคนิคสำคัญในการแสวงหาความรู้ที่มีประสิทธิภาพ ก่อให้เกิดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด การตีความ การไตร่ตรอง สามารถนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงการจัดกระบวนการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น คำถามจะเป็นตัวขับเคลื่อนในการสร้างความรู้ มีศักยภาพเพื่อการเรียนรู้โดยตรง และสนับสนุนการอภิปรายและโต้แย้งในชั้นเรียน ช่วยตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง และเพิ่มแรงจูงใจความสนใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์โดยการกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญดังนี้

อาทิตยา จิตร์เอื้อเฟื้อ (2561ข, หน้า 104–106) กล่าวว่า การตั้งคำถามวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญตามที่ระบุไว้ในมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Science Education Standards, NSES) ดังนี้

1. คำถามทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวขับเคลื่อนกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนำไปสู่กระบวนการหาคำตอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จนกระทั่งพบคำตอบ

2. การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถสำรวจตรวจสอบได้ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญ เพราะการตั้งคำถามนำไปสู่การกำหนดและตระหนักรู้ รวมทั้งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นำไปสู่ความรู้ความเข้าใจอันดีกระว่างผู้เรียนและสิ่งรอบตัว ดังนั้นการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นตัวขับเคลื่อนกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สืบเสาะทางวิทยาศาสตร์จนสามารถพบคำตอบนั้น

3. ครูผู้สอนได้รับการจัดประสบการณ์การฝึกตั้งคำถามที่ดีทางวิทยาศาสตร์ผ่านบริบทชั้นเรียน

ลือชา ลดาชาติ (2557ก, หน้า 1, สื่อออนไลน์) กล่าวว่า การตั้งคำถามช่วยเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ดังนี้

1. นักเรียนกำหนดทิศทางการเรียนรู้ของตนเองได้

2. นักเรียนเกิดการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดร่วมกัน

3. นักเรียนประเมินและทราบถึงสิ่งที่ตนเองยังไม่รู้หรือยังไม่เข้าใจ

4. นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและสนใจเรียนวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ประโยชน์ของคำถามของนักเรียนที่มีต่อครูในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. ครูสามารถวิเคราะห์ได้ว่านักเรียนเข้าใจหรือไม่เข้าใจสิ่งที่ตนเองกำลังสอนอย่างไรบ้าง

2. ครูสามารถประเมินกระบวนการคิดของนักเรียนว่าอยู่ในระดับ โดยพิจารณาจากลักษณะของคำถามที่นักเรียนแต่ละคนถาม นักเรียนบางคนอาจถามคำถามที่เน้นความจำในขณะที่นักเรียนบางคนอาจถามคำถามขั้นสูงกว่านั้น เช่น คำถามที่เน้นการวิเคราะห์ เชื่อมโยงและสังเคราะห์ข้อมูล

3. ครูสามารถนำคำถามของนักเรียนไปต่อยอดในการให้นักเรียนทำการสืบเสาะหรือโครงงานตามความสนใจของนักเรียนเอง

4. ครูสามารถนำคำถามของนักเรียนเป็นผลย้อนกลับเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนของตนเอง

กล่าวโดยสรุป การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เป็นเทคนิคสำคัญในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นตัวขับเคลื่อนกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนำไปสู่กระบวนการหาคำตอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จนกระทั่งพบคำตอบ ด้านความสำคัญและประโยชน์ต่อผู้เรียนช่วยให้นักเรียนกำหนดทิศทางการเรียนรู้ของตนเองได้ เกิดการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดร่วมกัน ประเมินและทราบถึงสิ่งที่ตนเองยังไม่รู้หรือยังไม่เข้าใจ ทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและสนใจเรียนวิทยาศาสตร์ ด้านความสำคัญและประโยชน์ต่อผู้สอน พบว่า การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เป็นการทำให้ครูผู้สอนได้รับการจัดประสบการณ์การฝึกตั้งคำถามที่ดีทางวิทยาศาสตร์ผ่านบริบทชั้นเรียน ครูสามารถวิเคราะห์และประเมินกระบวนการคิดของนักเรียน และนำคำถามของนักเรียนเป็นผลย้อนกลับเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนของตนเอง

ลักษณะของคำถามที่ดีทางวิทยาศาสตร์

คำถามเป็นส่วนสำคัญของวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นตัวกำหนดความลึกและความกว้างของแนวคิดที่ได้เรียนรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนนำมาใช้ รวมถึงระดับความรู้ความเข้าใจในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ คำถามที่ดีสามารถหาคำตอบได้โดยการสังเกตโดยตรงหรือใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ช่วยขยายประสาทสัมผัสของการสังเกต ดังนั้นคำถามที่ดีทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะบ่งชี้ ดังนี้ (อาทิตยา จิตร์เอื้อเฟื้อ, 2561ข, หน้า 106–107)

1. คำถามนั้นมีความเป็นไปได้ในการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบ
2. คำถามนั้นมีความน่าสนใจ ท้าทาย สร้างแรงกระตุ้นให้กับผู้เรียน
3. คำถามนั้นนำไปสู่การปฏิบัติได้ภายใต้เงื่อนไขของเวลาและทรัพยากร
4. คำตอบของคำถามไม่สามารถสืบค้นได้จากหนังสือ ตำรา หรืออินเทอร์เน็ต หรือจะต้องไม่เป็นคำตอบที่ผู้เรียนทราบมาก่อน

บุญเลี้ยง ทุมทอง (2559, หน้า 388) กล่าวว่า การตั้งคำถามและกระบวนการตั้งคำถามเป็นการดึงผู้เรียนเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเทคนิคการตั้งคำถาม มีดังนี้

1. การซักถามพูดคุยเฉพาะประเด็น ช่วยให้ได้คำตอบแนวลึกและช่วยให้นักเรียนได้ขยายได้ตรงตามที่ตนตั้งใจไว้ ครูผู้สอนควรให้เวลาและโอกาสแก่ผู้เรียนในการตอบ
2. การถามตอบให้กระจ่างชัด ช่วยให้ได้คำตอบที่มีความชัดเจน และป้องกันการเข้าใจผิดของผู้เรียน วิธีการนี้ต้องตกลงว่าจะไม่ยอมรับ “คำตอบกำกวม” แต่ต้องการเฉพาะคำตอบที่คิดไตร่ตรองและชัดเจนเท่านั้น

3. การถามตอบอย่างถี่ถ้วน ช่วยเพิ่มคำตอบในแนวลึก และได้สารสนเทศเพิ่มมากขึ้น ในการจัดการเรียนการสอนต้องเสนอสารสนเทศในหัวข้อสำคัญๆ ให้มีความลุ่มลึกและละเอียดครอบคลุม

4. การถามในแง่มุมใหม่ ช่วยให้ได้คำตอบในต่างมุมมอง การเรียนการสอนให้มีการคิดหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ว่าควรเปลี่ยนแปลงแนวคิดเมื่อไรและอย่างไร

5. การถามเชิงสนับสนุน ช่วยส่งเสริมผู้เรียนทั้งด้านความคิดและเกิดความรู้สึกในทางที่ดี การประเมินในห้องเรียนต้องสร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนรู้สึกว่าการตอบไม่ได้สร้างสิ่งเสียหายแต่จะมีคุณค่าและประโยชน์ต่อผู้ถาม

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ระบุลักษณะของคำถามที่ดีทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

คำถามประเภทที่ 1 เป็นคำถามที่ไม่สื่อความหมายอย่างชัดเจนว่า ผู้ถามอยากรู้อะไร ซึ่งอาจเกิดการข้อผิดพลาดทางไวยากรณ์หรือทางตรรกะ หรือเป็นคำถามที่แฝงความเข้าใจหรือแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของผู้ถาม

คำถามประเภทที่ 2 เป็นคำถามที่เน้นคำนิยามหรือความหมายของคำที่ปรากฏในหนังสือ ซึ่งอาจเป็นการถามถึงนิยามของศัพท์เฉพาะ (เช่น เซลล์คืออะไร) หรืออาจเป็นการถามถึงแนวคิด/กระบวนการที่ซับซ้อนก็ได้ (เช่น กระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเป็นอย่างไร) คำถามประเภทนี้สะท้อนให้เห็นว่า ผู้ถามอาจไม่ได้อ่านหนังสือด้วยความตั้งใจหรืออ่านหนังสือแล้วไม่เข้าใจนั่นเอง

คำถามประเภทที่ 3 เป็นคำถามที่แสดงว่า ผู้ถามต้องการข้อมูลเพิ่มเติมอื่น ๆ นอกเหนือจากข้อมูลที่ปรากฏในหนังสือ คำถามประเภทนี้อาจเป็นคำถามเกี่ยวกับเหตุผล เจตนา หรือความตั้งใจ ที่ซ่อนเร้นอยู่ในการกระทำต่าง ๆ (เช่น เหตุใดข้อกำหนดสากลจึงต้องเป็นแบบนั้นแบบนี้) หรืออาจเป็นคำถามที่จะนำไปสู่การอธิบายเชิงวิวัฒนาการเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน (เช่น ทำไมคนเรายังคงมีขนตามตัวอยู่ ทั้ง ๆ ที่การสวมเสื้อผ้าสามารถช่วยบรรเทาความหนาวได้แล้ว) หรืออาจเป็นคำถามที่ต่อยอดมาจากการอ่านหนังสือ (เช่น ไวรัสทุกชนิดจำเป็นต้องทำร้ายโฮสของมันหรือไม่ เพราะเหตุใด) คำถามเหล่านี้เน้นการหาเหตุผลเบื้องหลังของสิ่งที่เกิดขึ้นหรือเป็นอยู่

คำถามประเภทที่ 4 เป็นคำถามเกิดจากช่องว่างหรือความไม่ลงรอยกันระหว่างสิ่งที่ผู้ถามรู้อยู่เดิมและข้อมูลใหม่ที่ผู้ถามได้มาจากการอ่านหนังสือ (เช่น โปรตีนถูกสร้างในไซโตรพลาสซึม แล้วทำไมไรโบโซมจึงไปอยู่ในนิวเคลียส) หรือเป็นคำถามที่ระบุถึง “สมมติฐาน” ของการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ (เช่น เนื่องจากคนส่วนใหญ่ในแต่ละพื้นที่มีหมู่เลือดเหมือนกัน มันมีหลักฐานไหมว่า หมู่เลือดหนึ่งมีความได้เปรียบในเชิงวิวัฒนาการมากกว่าหมู่เลือดอื่น ๆ

โดยสรุป การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ควรมีลักษณะบ่งชี้ที่เป็นคำถามที่มีความเป็นไปได้ในการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบ มีความน่าสนใจ ท้าทาย สร้างแรงกระตุ้นให้กับผู้เรียนนำไปสู่การปฏิบัติได้ภายใต้เงื่อนไขของเวลาและทรัพยากร และคำตอบของคำถามไม่สามารถสืบค้นได้จากหนังสือ ตำรา หรืออินเทอร์เน็ต หรือจะต้องไม่เป็นคำตอบที่ผู้เรียนทราบมาก่อน

ประเภทของคำถามทางวิทยาศาสตร์

ลือชา ลดาชาติ (2557ข, หน้า 1, สื่อออนไลน์) สรุปประเภทของคำถามทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. คำถามเชิงเปรียบเทียบ ซึ่งเป็นคำถามที่จะนำไปสู่การศึกษาและตัดสินใจว่า สิ่งใดหรือตัวเลือกใดดีกว่ากัน ตัวอย่างเช่น ภาชนะที่ทำมาจากวัสดุชนิดใด (เช่น ไม้ โฟม กระดาษ และพลาสติก) เก็บความร้อนได้นานกว่ากัน คำถามนี้สามารถนำนักเรียนไปสู่การทดลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเก็บความร้อนของภาชนะจากวัสดุชนิดต่าง ๆ

2. คำถามเชิงเหตุและผล ซึ่งเป็นคำถามที่จะนำไปสู่การศึกษาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่าง 2 ตัวแปร ตัวอย่างเช่น ความเข้มข้นส่งผลต่ออัตราการละลายของเกลือในน้ำหรือไม่ คำถามนี้มักมีการระบุตัวแปรต้นและตัวแปรตามของการทดลองทางวิทยาศาสตร์

3. คำถามเชิงทำนาย ซึ่งเป็นคำถามที่จะนำไปสู่การทดสอบสมมติฐานหรือความคิดบางอย่างไร ตัวอย่างเช่น ถ้ามุมของพื้นเอียงเพิ่มขึ้น ระยะทางที่รถทดลองเคลื่อนที่ได้ (จากจุดบนสุดของพื้นเอียง)จะเพิ่มขึ้นหรือไม่ คำถามนี้อาจเริ่มต้นด้วยข้อความที่ว่า “อะไรจะเกิดขึ้นถ้า...” ซึ่งนำนักเรียนไปสู่การลองทำบางสิ่งบางอย่าง เพื่อสังเกตผลที่จะเกิดขึ้นว่าเป็นไปตามที่ตนเองคิดไว้หรือไม่

4. คำถามเชิงสำรวจ ซึ่งเป็นคำถามที่จะนำไปสู่การสำรวจบางสิ่งหรือบางปรากฏการณ์เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งหรือปรากฏการณ์นั้นให้ละเอียดมากขึ้น ตัวอย่างเช่น สวนหลังโรงเรียนมีแมลงชนิดใดบ้าง คำถามเช่นนี้มักมีการระบุสิ่งที่นักเรียนต้องการสำรวจ ซึ่งอาจรวมถึงเงื่อนไขของการสำรวจ เช่น สถานที่ของการสำรวจ และช่วงเวลาของการสำรวจ

5. คำถามเชิงค้นหาแบบแผน ซึ่งเป็นคำถามที่จะนำไปสู่การพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์ คำถามเช่นนี้มักขึ้นต้นด้วยคำถามว่า “อะไรคือความสัมพันธ์ระหว่าง ...” ซึ่งนำนักเรียนไปสู่การค้นหาแบบแผนบางอย่างที่แสดงการเชื่อมโยงระหว่างตัวแปรและ/หรือปรากฏการณ์นั้นๆ

6. คำถามเชิงการออกแบบและการสร้าง ซึ่งเป็นคำถามที่ไม่เชิงว่าจะเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ หากแต่เป็นคำถามทางวิศวกรรมหรือเทคโนโลยี คำถามนี้นำนักเรียนไปสู่การสร้างชิ้นงานตามเงื่อนไขต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น เราจะสร้างเครื่องล้างแผ่นใสอัตโนมัติได้อย่างไร

อาทิตยา จิตร์เอื้อเฟื้อ (2561ข, หน้า 107-108) กล่าวว่า ประเภทของคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. คำถามเกี่ยวกับการเปรียบเทียบ (Comparison questions) เป็นการถามเพื่อเปรียบเทียบสิ่งที่จะเกิดขึ้นภายใต้สองเงื่อนไข โดยคำถามมักระบุเงื่อนไขของการเปรียบเทียบไว้อย่างชัดเจน เช่น “พื้นที่ขรุขระกับพื้นเรียบพื้นประเภทใดมีแรงเสียดทางมากกว่ากัน” คำถามประเภทนี้อาจประกอบด้วยตัวเลือกหรือทางเลือกที่จะต้องตัดสินใจว่าสิ่งใดเหมาะสมที่สุด เช่น “วัสดุชนิดใดสามารถเก็บรักษาอุณหภูมิของน้ำร้อนได้ดีกว่ากัน” รวมถึงการจัดหมวดหมู่ย่อยสำหรับจำแนกประเภท โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเปรียบเทียบ เช่น “วัสดุชนิดใดที่กลุ่มนี้เป็นตัวนำไฟฟ้า” นอกจากนี้ตัวแปรที่นำมาเปรียบเทียบอาจเกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบที่เกี่ยวกับลักษณะหรือสิ่งที่มีอยู่ในธรรมชาติ ดังคำถาม “เราจะสามารถจัดกลุ่มสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ที่พบในสวนของโรงเรียนได้กี่กลุ่ม อย่างไรบ้าง” คำถามประเภทนี้จึงนำไปสู่การทดสอบหรือทดลองทางวิทยาศาสตร์

2. คำถามเกี่ยวกับเหตุและผล (Cause-and-effect questions) นำไปสู่การศึกษาความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลระหว่างตัวแปร และการลงความเห็นเกี่ยวกับตัวแปรหนึ่ง ๆ ที่ส่งผลกับตัวแปรอื่นการตอบคำถามประเภทนี้ต้องออกแบบการทดลองโดยจัดกระทำกับตัวแปรหนึ่งก่อนเพื่อสังเกตผลกระทบต่ออีกตัวแปรหนึ่ง ในการตอบคำถามดังกล่าวมักอาศัยการทดลองหรือการควบคุมตัวแปร ตัวอย่างคำถาม เช่น “ความเข้มข้นมีผลต่ออัตราการละลายของเกลือในน้ำหรือไม่”

3. คำถามเกี่ยวกับการทำนาย (Prediction questions) เป็นคำถามที่ช่วยกระตุ้นความคิดเกี่ยวกับอิทธิพลของตัวแปร การทดลองอย่างง่ายของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและการทำนายผลที่เกิดขึ้นอันเป็นผลมาจากการจัดกระทำของตัวแปรหรือการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร คำถามประเภทนี้อาจใช้คำขึ้นต้นประโยคเช่น “อะไรจะเกิดขึ้น ถ้า....” “....ส่งผลกระทบต่อ....อย่างไร?” และ “อะไรจะเป็นผลกระทบของ.....” ตัวอย่างเช่น “อะไรจะเกิดขึ้นถ้าพืชไม่ได้รับแสง” “อะไรจะเป็นผลกระทบของ...” คำถามประเภทนี้ยังเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของเหตุและผล และให้ความสำคัญกับการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่รวมถึงการทดสอบหรือทดลอง แต่จุดเน้นของคำถามประเภทนี้มักจะเกี่ยวข้องกับการทำนายผลลัพธ์ที่ได้จากการสังเกตการณ์ (สิ่งที่เห็น) ไม่ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

4. คำถามเกี่ยวกับการออกแบบและการสร้าง (Design-and-make questions) เป็นคำถามที่อาศัยเทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้องในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ คำถามนี้นำไปสู่การสร้างชิ้นงานตามเงื่อนไขต่าง ๆ ที่กำหนด ต้องใช้

แบบจำลองทางวิศวกรรมของการทดลอง โดยเป้าหมายของคำถามคือการจัดกระทำกับตัวแปรเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการมากกว่าการตรวจสอบปัจจัยที่เกี่ยวข้อง จุดเน้นอยู่ที่ตัวแปรของความสำเร็จ และเกณฑ์ในการพิจารณาความสำเร็จ คือ สิ่งประดิษฐ์นั้นมีประสิทธิภาพในการทำงานตามที่ต้องการได้หรือไม่ เช่น “ฉันจะสร้างอุปกรณ์อัตโนมัติที่สามารถทำความสะอาดแผ่นใส่ที่ใช้แล้วได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุดอย่างไร”

5. คำถามเกี่ยวกับการสำรวจ (Exploratory questions) เกี่ยวข้องกับการสำรวจในเบื้องต้น ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อทำความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล คำถามประเภทนี้จะแตกต่างไปจากคำถามเกี่ยวกับเหตุและผลซึ่งระบุตัวแปรเฉพาะที่น่าสนใจ ทั้งนี้คำถามเกี่ยวกับการสำรวจจะไม่เน้นที่การระบุตัวแปรเท่าใดนัก แต่จะมุ่งเน้นเกี่ยวกับวิธีการและกระบวนการของการทดลอง ตัวอย่างเช่น “อะไรเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ....”

6. คำถามเกี่ยวกับการอธิบาย (Descriptive questions) ต้องการให้ผู้เรียนสังเกตวัตถุหรือเหตุการณ์บางอย่างโดยใกล้ชิดและทำการอธิบายในเชิงลึก คำถามดังกล่าวกระตุ้นให้ผู้เรียนอธิบายรายละเอียดของวัตถุ ปรากฏการณ์ หรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นที่สามารถตรวจสอบและหาคำตอบได้โดยการสืบเสาะวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนสังเกตหรือทดลองอย่างเป็นระบบ ทั้งสถานการณ์ธรรมชาติและสถานการณ์ที่ถูกกำหนด

7. คำถามเกี่ยวกับการค้นหาแบบแผน (Pattern–seeking questions) เป็นคำถามที่เหมาะกับการสำรวจปรากฏการณ์ทางชีวภาพในธรรมชาติ เช่น ระบบนิเวศ สภาพอากาศ พันธุกรรม ซึ่งนักเรียนไม่สามารถจัดกระทำหรือควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ได้โดยง่าย เช่น คำถาม “อะไรคือความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเท้ากับระยะระหว่างข้อมือและข้อศอก” “อะไรคือความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของพืชกับถิ่นที่อยู่อาศัยที่พบ” คำถามดังกล่าวจะกระตุ้นให้นักเรียนนำเสนอการเชื่อมโยงระหว่างตัวแปรกับปรากฏการณ์

8. คำถามเกี่ยวกับการแก้ปัญหา (Problem–solving questions) เป็นการเชิญชวนให้ผู้เรียนบูรณาการและประยุกต์ใช้ความรู้ใหม่และความคิดสร้างสรรค์เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยต้องการหรือกำหนดให้ผู้เรียนคิดค้นวิธีการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่กำหนด เช่น “ฉันสามารถระบุและจำแนกความแตกต่างของผงสีขาวที่ไม่รู้จักทั้งสามชนิดได้อย่างไร” ซึ่งจะแตกต่างจากคำถามเกี่ยวกับการออกแบบและการสร้างที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาโดยใช้เทคโนโลยีและการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ คำถามเกี่ยวกับการแก้ปัญหานี้จะเป็นกระบวนการหาวิธีที่เป็นไปได้ในการดำเนินงาน

โดยสรุป ประเภทของคำถามทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) คำถามเชิงเปรียบเทียบ 2) คำถามเชิงเหตุและผล 3) คำถามเชิงทำนาย 4) คำถามเชิงสำรวจ 5) คำถามเชิงค้นหาแบบแผน 6) คำถามเชิงการออกแบบและการสร้าง 7) คำถามเชิงการอธิบาย และ 8) คำถามเชิงการแก้ปัญหา สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้ประเภทของคำถามวิทยาศาสตร์ ได้แก่ คำถามเชิงเปรียบเทียบ คำถามเชิงเหตุและผล คำถามเชิงทำนาย คำถามเชิงสำรวจ คำถามเชิงค้นหาแบบแผน และคำถามเชิงการออกแบบและการสร้าง สำหรับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า เพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์

การพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้ (อาทิตยา จิตร์เอื้อเฟื้อ, 2561ข, หน้า 115–116)

1. ส่งเสริมวัฒนธรรมของความอยากรู้อยากเห็นในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถานการณ์หรือสิ่งเร้าที่เหมาะสมเพื่อกระตุ้นให้เกิดตั้งประเด็นปัญหาและสร้างคำถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนต้องจัดเตรียมบรรยากาศของการสืบเสาะและสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมการตั้งคำถามและตอบคำถามโดยสามารถสร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ฝึกสังเกตและตั้งคำถาม เช่น การจัดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับมิติของสังคมวิทยาศาสตร์ การฝึกตั้งคำถามผ่านอนุทิน กระดานคำถาม กล่องรับคำถามหรือออนไลน์ การจัดมุมเล็ก ๆ ในชั้นเรียนให้เป็นมุมคำถามประจำสัปดาห์และเปิดโอกาสให้มีช่วงเวลาของการถามตอบคำถามอย่างอิสระ

2. การส่งเสริมด้านลักษณะและโครงสร้างการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงประเภทของคำถามที่นำไปสู่การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ การสอนเกี่ยวกับรูปแบบหรือประเภทของคำถามอย่างชัดแจ้งเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้สอนสามารถทำให้ผู้เรียนตั้งคำถามได้ และเนื่องจากการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี นักเรียนต้องรู้ธรรมชาติของคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทต่าง ๆ เพราะคำถามแต่ละประเภทนำไปสู่วิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ การแสดงตัวอย่างของคำถามทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนเป็นสิ่งสำคัญ เพราะมุ่งเน้นไปที่กระบวนการคิดโดยเฉพาะ เช่น คำถามเชิงเปรียบเทียบ คำถามเชิงอธิบาย คำถามเชิงทดสอบสมมติฐาน คำถามเชิงทำนาย คำถามเชิงวิเคราะห์ คำถามเกี่ยวกับการลงข้อสรุป

3. แนะนำส่งเสริมผ่านการตั้งคำถามและการอภิปรายของครู นอกจากทำให้ผู้เรียนรู้คำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทต่าง ๆ แล้ว ครูผู้สอนยังสามารถช่วยให้ผู้เรียนกำหนดปัญหาและตั้งคำถามถ้าผู้เรียนไม่สามารถตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบได้ ทั้งนี้ผู้สอน

อาจทำหน้าที่เปรียบเสมือนผู้อำนวยความสะดวกหรือคอยแนะนำให้ผู้เรียนที่ยังไม่เข้าใจหากคำถามที่เริ่มต้นผู้เรียนไม่สามารถนำไปสู่กระบวนการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์หรือหาคำตอบได้ยาก ครูผู้สอนเข้าไปร่วมให้แนวทางอภิปราย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการปรับเปลี่ยนคำถามตามมา

โดยสรุป การฝึกให้ผู้เรียนได้ตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่ดี ครูผู้สอนควรฝึกให้ผู้เรียนสามารถบ่งชี้ความแตกต่างของประเภทของคำถามทางวิทยาศาสตร์ ใช้ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่น่าตื่นเต้นเพื่อเป็นจุดเริ่มต้นของความสงสัยใคร่รู้จนนำไปสู่การตั้งคำถาม นอกจากนี้การออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทดลอง การสำรวจ การสังเกต การสร้างแบบจำลอง การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิควิธีการที่เหมาะสม การแสดงตัวอย่างเพื่อฝึกให้ผู้เรียนสร้างคำถามที่นำไปสู่การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้น ประเมินคำถามที่สร้างขึ้น และตอบคำถามที่ผู้เรียนสร้างขึ้นด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนมีบทบาทให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ หรือเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนได้ฝึกตั้งคำถามและการอภิปรายร่วมกัน

การจัดการเรียนรู้แบบ KWL

ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบ KWL

การจัดการเรียนรู้แบบ KWL ได้คิดค้นโดย Donna M. Ogle แห่ง National College of Education at Evanston Illinois ในปี ค.ศ. 1986 (Ogle, 1986, pp. 564-570) โดยได้พัฒนาการสอนแบบ KWL ประกอบด้วย Know (What do I Know?) –Want (What do I want to learn?– Learn (What did I learn?) เพื่อใช้ในการสอนอ่านแบบโครงสร้างความเรียง โดยจัดการสอนที่เน้นกิจกรรมการอ่านที่เชื่อมโยงกับทฤษฎีโครงสร้างประสบการณ์เดิม บนพื้นฐานความเชื่อที่ว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไรมาบ้างแล้วก่อนการอ่าน (What do I know?) ด้วยวิธีการวิเคราะห์หัวเรื่องและทำนายเหตุการณ์ของเรื่องก่อนที่จะอ่าน โดยให้นักเรียนระดมความคิด ช่วยกันคิดว่านักเรียนต้องการรู้อะไร (What do I want to learn?) ตั้งคำถาม ตอบคำถามระหว่างการอ่าน และถามตัวเองว่า นักเรียนเกิดการเรียนรู้อะไร (What did I learn?) หลังการอ่าน ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่ช่วยให้ครูค้นพบพื้นฐานความรู้ของนักเรียนที่มีต่อเรื่องที่จะอ่าน และสร้างแผนภาพตาราง KWL เพื่อบันทึกรายการข้อมูลความรู้ ข้อคำถามลงในแต่ละช่อง โดยให้นักเรียนเขียนสิ่งที่นักเรียนต้องการลงในช่อง W–What we want to know และผลการเรียนรู้ของนักเรียนในช่อง L–What we have learned หลังจากที่นักเรียนอ่านจบ

ในปี ค.ศ. 1987 (Carr and Ogle, 1987, pp. 626-631) ได้พัฒนาการอ่านแบบ KWL Plus ขึ้น ด้วยการเพิ่มการทำแผนภูมิบทอ่าน (Mapping text) และการสรุปข้อความ (Summarizing Information) ซึ่งในส่วนที่เพิ่มนี้เป็นสิ่งที่ช่วยนักเรียนพัฒนาการถ่ายโอนการเรียนรู้ได้มากขึ้น

ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบ KWL

นักวิชาการได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบ KWL ไว้ดังนี้

ฆนัท ธาตุทอง (2551, หน้า 234) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWL ไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการอ่าน โดยกระบวนการทำความเข้าใจตนเอง มีการวางแผน ตั้งจุดมุ่งหมาย ตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง และมีการจัดระบบข้อมูล

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2552, หน้า 88) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบ KWL เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการอ่าน ซึ่งสอดคล้องกับทักษะการคิดอย่างรู้ตัวว่าตนคิดอะไร มีวิธีคิดอย่างไร สามารถตรวจสอบความคิดของตนเองได้ และสามารถปรับเปลี่ยนกลวิธีการคิดของตนได้ โดยผู้เรียนจะได้รับการฝึกให้ตระหนักในกระบวนการทำความเข้าใจตนเอง มีการวางแผน ตั้งจุดมุ่งหมาย ตรวจสอบความเข้าใจของตน มีการจัดระบบข้อมูลเพื่อดึงมาใช้ภายหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Carr and Ogle (1987, pp. 626-631) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบ KWL เป็นการสอนอ่านที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการอ่านให้ผู้อ่านได้นำความรู้เดิมของตนที่มีอยู่ไปช่วยตีความในเนื้อเรื่องที่อ่าน เช่น การคาดคะเนเหตุการณ์ในเรื่องที่อ่าน การตรวจสอบความถูกต้องของการคาดคะเน และการตั้งคำถามเกี่ยวกับเรื่องที่อ่าน

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบ KWL หมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการอ่าน ทักษะการคิดอย่างรู้ตัวว่าตนคิดอะไร มีวิธีคิดอย่างไร สามารถตรวจสอบความคิดและปรับเปลี่ยนกลวิธีการคิดของตนได้ โดยกระบวนการทำความเข้าใจตนเอง มีการวางแผน ตั้งจุดมุ่งหมาย ตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง และมีการจัดระบบข้อมูลเพื่อดึงมาใช้ภายหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบ KWL

ฆนัท ธาตุทอง (2551, หน้า 235); สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2552, หน้า 88) ได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบ KWL ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. เพื่อฝึกให้ผู้เรียนมีความตระหนักในกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง โดยมีการวางแผน ตั้งจุดมุ่งหมาย ตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง และมีการจัดระบบข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ

2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอ่านอย่างกระตือรือร้น เป็นการอ่านที่ฝึกการถามตนเองและการใช้ความคิด และคิดในเรื่องที่อ่านเป็นสำคัญ

3. ส่งเสริมให้นักเรียนตั้งวัตถุประสงค์ในการอ่าน สรุปสาระสำคัญจากเรื่องที่อ่าน จัดการกับสาระความรู้ขึ้นใหม่ตามความเข้าใจของตนเอง โดยการใช้แผนผังมโนทัศน์หรือแผนผังความคิด และเขียนสรุปเรื่องที่อ่านจากแผนผังนั้น

4. ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ให้กับผู้เรียนได้

5. ฝึกการระดมสมอง โดยมีกรอบในการคิดร่วมกัน

วัชรา เล่าเรียนดี (2553, หน้า 126) ได้กล่าวถึงเป้าหมายของการสอนโดยใช้เทคนิค KWL ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบ KWL สามารถนำมาใช้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอ่านอย่างกระตือรือร้น เป็นการอ่านที่ฝึกการถามตนเองและการใช้ความคิด และคิดในเรื่องที่อ่านเป็นสำคัญ

2. พัฒนาสมรรถภาพในการกำหนดเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ในการอ่าน สรุปสาระสำคัญของเรื่องที่อ่าน จัดการกับสาระความรู้ขึ้นใหม่ตามความเข้าใจของตนเอง โดยการใช้แผนผังมโนทัศน์หรือแผนผังความคิด และเขียนสรุปเรื่องที่อ่านจากแผนผังนั้น

3. ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ให้กับนักเรียน

4. ฝึกระดมพลังสมองโดยมีกรอบในการร่วมกันคิด

กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนรู้แบบ KWL มีวัตถุประสงค์เพื่อฝึกให้ผู้เรียนมีความตระหนักในกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการอ่านอย่างกระตือรือร้น สามารถตั้งวัตถุประสงค์ในการอ่าน สรุปสาระสำคัญจากเรื่องที่อ่าน จัดการกับสาระความรู้ขึ้นใหม่ตามความเข้าใจของตนเอง โดยการใช้แผนผังมโนทัศน์หรือแผนผังความคิด และเขียนสรุปเรื่องที่อ่านจากแผนผังนั้น ฝึกการระดมสมอง ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ให้กับผู้เรียน

ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบ KWL

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบ KWL ไว้ดังนี้

วัชรา เล่าเรียนดี (2553, หน้า 127–129) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ KWL ดังนี้

1. กิจกรรมก่อนการอ่าน (Pre-reading activities) เป็นการเตรียมผู้เรียนในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ เป็นการบูรณาการระหว่างความรู้พื้นฐานและเรื่องที่ผู้เรียนจะอ่าน เป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความหมายของบทอ่านได้ดี และผู้อ่านควรได้รับการกระตุ้นพื้นฐานความรู้ที่เหมาะสม โดยดำเนินการดังนี้

1.1 ผู้สอนกระตุ้นความรู้พื้นฐานให้ผู้เรียนระดมพลังสมองแสดงความคิดและอภิปรายสิ่งที่รู้เกี่ยวกับหัวข้อเรื่องนั้น ถ้ามีคำถามที่ไม่สามารถตอบได้ในช่วงการอภิปราย ผู้เรียนจะเก็บคำถามเหล่านั้นไปเพื่อหาคำตอบในช่วงขณะอ่าน เมื่อเสร็จสิ้นการระดมสมองและการอภิปรายแล้ว ให้ผู้เรียนเขียนสิ่งที่ตนเองคิดว่ารู้เกี่ยวกับหัวข้อเรื่องนั้นลงในตารางที่เตรียมไว้บันทึกในช่อง K

1.2 ผู้เรียนจัดประเภทข้อมูลที่เขียนไว้ในช่อง K ผู้สอนสาธิตการจัดแยกประเภทข้อมูล และรวบรวมข้อมูลประเภทเดียวกันไว้เป็นหมวดหมู่

1.3 ผู้เรียนตั้งคำถาม ถามตนเองเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการทราบในขณะอ่านแล้ว เขียนลงในช่อง W คำถามเหล่านั้นอาจจะเป็นคำถามจากข้อมูลที่ได้จากการอภิปราย หรือเป็นคำถามที่ได้จากการพิจารณาถึงหัวข้อหลักที่คาดว่าจะพบในบทอ่านได้ การตั้งคำถามในลักษณะนี้ผู้เรียนสามารถกำหนดเป้าหมายการอ่านได้อย่างอิสระซึ่งเป็นผลให้ผู้เรียนมุ่งประเด็นกับบทอ่านและตรวจสอบตนเองในขณะเรียนรู้ด้วย

2. กิจกรรมระหว่างการอ่าน (While-reading activities)

2.1 ขณะที่ผู้เรียนอ่านบทอ่าน ผู้เรียนอาจจะหยุดอ่านเป็นบางช่วง เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง โดยตรวจสอบคำตอบที่ถามไว้ในช่อง W ก่อนที่ผู้เรียนจะอ่านจบบทอ่านหนึ่งตอนหรือหนึ่งบท ผู้เรียนจะรู้ว่าตนเองเรียนรู้อะไรบ้าง และยังไม่เข้าใจตรงไหนบ้าง

2.2 ในขณะที่ผู้เรียนอ่านและได้พบข้อมูลใหม่ ๆ ผู้เรียนจะตั้งคำถามเพิ่มเติมลงไปในช่อง W ด้วยก็ได้ วิธีนี้ผู้เรียนจะสามารถอ่านบทอ่านได้จนจบโดยที่ผู้เรียนจะพิจารณาสิ่งที่อ่านไปแล้วเป็นการกำกับการเรียนรู้ของตนเอง และอาจสร้างคำถามเพิ่มเติมเพื่อเป็นแนวทางในการอ่าน

2.3 นอกจากนี้ในขณะที่อ่าน ผู้เรียนจะต้องจดบันทึกข้อมูลใหม่ๆ ลงในช่อง L การทำเช่นนี้จะช่วยให้เลือกข้อมูลที่เป็นประเด็นสำคัญของแต่ละหน่วยแต่ละย่อหน้าได้ ประเด็นสำคัญนี้จะเป็นพื้นฐานให้กับการเขียนในขั้นต่อไป และช่วยในการทบทวนเนื้อหาด้วย

3. กิจกรรมหลังการอ่าน (Post-reading activities)

3.1 ผู้เรียนอภิปรายถึงสิ่งที่เรียนรู้ในช่วงขณะอ่าน โดยนำคำถามที่ตั้งไว้ในช่วงก่อนอ่าน และขณะอ่านมาทบทวนหาคำตอบถ้าคำถามใดไม่มีคำตอบจากเนื้อเรื่อง ผู้เรียนสามารถหาคำตอบได้จากการอ่านเพิ่มเติมหรือถามผู้รู้

3.2 ผู้เรียนเขียนแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล

3.3 ผู้เรียนเขียนสรุปความรู้ที่ได้จากการอ่าน

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2552, หน้า 88-92) กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ KWL 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นกิจกรรมก่อนการอ่าน (Pre-reading activities) ประกอบด้วย

1.1 ขั้น K (What you know) เป็นขั้นของการเตรียมความรู้พื้นฐานก่อนอ่าน ผู้สอนอาจทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับเรื่องที่ต้องการจะสอน แล้วให้ผู้เรียนช่วยกันระดมสมอง มีการบันทึกความคิดเห็นที่เกิดจากการระดมสมอง ซึ่งอาจทำได้หลายวิธี เช่น แผนที่ความคิด หรือแผนใยแมงมุมให้ชัดเจน ซึ่งประกอบด้วยความคิดหลัก ความคิดรอง และความคิดย่อยตามลำดับ ผู้สอนช่วยจัดข้อความที่เป็นความคิดให้ถูกต้องก่อนที่จะให้ผู้เรียนคัดลอกแผนที่ความคิดหรือแผนผังนั้นลงในกระดาษ แต่ถ้าผู้เรียนคุ้นเคยกับแผนผังความคิดแล้ว ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนแต่ละคนเขียนสิ่งที่ตนรู้เกี่ยวกับหัวข้อที่ผู้สอนจะให้เรียนรู้เป็นแผนผังความคิดด้วยตนเอง

1.2 ครูกระตุ้นความรู้และความรู้เดิมของนักเรียน โดยใช้นักเรียนระดมสมองอภิปรายในกลุ่มร่วมกับครู เกี่ยวกับหัวข้อที่จะเรียนว่าในเรื่องนี้นักเรียนรู้อะไรบ้างหลังจากระดมสมองและอภิปรายแล้ว ครูเขียนสิ่งที่นักเรียนรู้เกี่ยวกับหัวข้อนั้นลงในช่อง K

1.3 ครูจัดประเภทข้อมูลจากข้อความในช่อง K เป็นตัวอย่างให้นักเรียนดูโดยจัดเป็นประเภทเดียวกัน และนักเรียนจัดประเภทของข้อมูลในช่อง K ของตนเอง

2. ขั้นกิจกรรมระหว่างการอ่าน (During reading activities) ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยดังนี้

2.1 ขั้น W (What you want to know)

2.2 นักเรียนตั้งคำถามในสิ่งที่ตนรู้เกี่ยวกับเรื่องนั้น แล้วเขียนลงในช่อง W (Want to know)

2.3 ครูเอาข้อความให้นักเรียนอ่าน ให้นักเรียนค้นหาคำตอบของคำถามที่ตั้งไว้ในช่อง W ถ้าพบข้อมูลใหม่ นักเรียนสามารถตั้งถามเพิ่มเติมในช่อง W ได้อีก

3. ขั้น L (What you have learned) หลังจากที่ผู้เรียนอ่านข้อความแล้ว ให้ผู้เรียนเขียนคำตอบที่ได้ลงในกระดาษเปล่ารวมทั้งเขียนข้อมูลอื่น ๆ ที่ศึกษาเพิ่มเติมได้ แต่ไม่ได้ตั้งคำถามไว้

การบันทึกข้อมูลตามกิจกรรมในขั้น K W และ L นั้น ผู้สอนควรให้ผู้เรียนบันทึกโดยใช้ตาราง 3 ช่อง ดังภาพ 1

K (ผู้เรียนรู้อะไรบ้าง)	W (ผู้เรียนต้องการรู้อะไรบ้าง)	L (ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง)

ภาพ 1 แสดงการบันทึกข้อมูลตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ KWL

4. ขั้นกิจกรรมหลังการอ่าน (Post reading activities) เป็นขั้นการเขียนสรุปและนำเสนอกิจกรรม โดยขั้นนี้เป็นกิจกรรมเพิ่มเติมในขั้นตอนหลัก KWL หลังจากผู้เรียนเรียนรู้และเขียนข้อมูลความรู้ที่ได้ในขั้น W และ L แล้ว ให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาปรับแผนผังความคิดเดิมที่ผู้เรียนเขียนไว้ในขั้น K ซึ่งอาจจะมีการตัดทอนเพิ่มเติมหรือจัดระบบข้อมูลใหม่เพื่อให้ผังความคิดมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

Carr and Ogle (1987, pp. 626–631) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ KWL ดังนี้

1. ก่อนการอ่าน ครูกระตุ้นประสบการณ์เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับหัวข้อเรื่องที่จะอ่านโดยการอภิปรายถึงความรู้เดิมที่มีอยู่เกี่ยวกับเรื่องที่จะอ่านแล้วตั้งคำถามในสิ่งที่ตนเองอยากรู้

2. ในระหว่างการอ่าน ในขณะที่อ่าน นักเรียนหยุดเป็นช่วง ๆ เพื่อตอบคำถามที่ได้เขียนไว้ก่อนการอ่านและอาจตั้งคำถามที่อยากรู้เพิ่มเติม นักเรียนบันทึกในสิ่งที่รู้จากบทอ่าน

3. หลังการอ่าน อภิปรายถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการอ่าน พิจารณาถึงคำถามในสิ่งที่อยากรู้ ได้คำตอบตรงตามที่ต้องการหรือไม่ หลังจากนั้นสรุปนำข้อมูลที่เรียนรู้มาสรุปใจความสำคัญเป็นรูปของแผนภูมิรูปภาพ

Carr and Ogle (2004 อ้างอิงใน ศุภร จินดาเวชช์, 2549, หน้า 90–91) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ KWL ไว้ดังนี้

1. ขั้น K (What do I know) ขั้นนี้ก่อนที่นักเรียนจะอ่านเรื่องครูอธิบายความคิดรวบยอดของเรื่องและกำหนดคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ระดมสมอง (Brainstorms) และเขียนคำตอบของนักเรียนในแผนภูมิรูปภาพช่อง K–What we know? หลังจากนั้นนักเรียนและครูร่วมกันจัดประเภทข้อมูลความรู้ที่คาดการณ์ไว้ที่อาจเกิดขึ้นในเรื่องที่จะอ่าน

2. ขั้น W (What do I want to learn) ในขั้นนี้ครูค้นหาความจริงจากคำถามของนักเรียนในสิ่งที่นักเรียนสนใจ อยากรู้ หรือถามที่ยังไม่มีคำตอบเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของเรื่อง พร้อมทั้งให้นักเรียนเขียนรายการคำถามที่ตั้งไว้ ในระหว่างอ่านนักเรียนสามารถเพิ่มคำถามและคำตอบในกลุ่มของตัวเองได้

3. ขั้น L1 (What I learned) ในขั้นนี้จะระบุความรู้ที่นักเรียนเกิดการเรียนรู้ขึ้น ทั้งระหว่างการอ่านและหลังการอ่าน นักเรียนบันทึกความรู้ที่ได้ลงในช่อง L –What we have learn? พร้อมทั้งตรวจสอบคำถามที่ยังไม่ได้ตอบ

4. ขั้น L2 (Mapping) นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จัดประเภทไว้ในขั้น K เขียนชื่อเรื่องไว้ในตำแหน่งตรงกลางและเขียนองค์ประกอบหลักของแต่ละหัวข้อไว้ในแต่ละสาขาพร้อมทั้งเขียนอธิบายเพิ่มเติมในแต่ละประเด็น

5. ขั้น L3 (Summarizing) สรุปและเขียนสรุปความคิดรวบยอดจากแผนภูมิรูปภาพความคิดซึ่งการเขียนในขั้นนี้จะเป็นประโยชน์ต่อครูและนักเรียนในการประเมินความเข้าใจของนักเรียน

โดยสรุป การจัดการเรียนรู้แบบ KWL เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการอ่าน ทักษะการคิดอย่างรู้ตัวว่าตนคิดอะไร มีวิธีคิดอย่างไร สามารถตรวจสอบความคิดและปรับเปลี่ยนกลวิธีการคิดของตนได้ โดยกระบวนการทำความเข้าใจตนเอง มีการวางแผน ตั้งจุดมุ่งหมาย ตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง และมีการจัดระบบข้อมูลเพื่อดึงมาใช้ภายหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้มี 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้น K (What you know) เป็นขั้นของการเตรียมความรู้พื้นฐานก่อนอ่าน ขั้น W (What do I want to learn) เป็นการค้นหาความจริงจากคำถาม และขั้น L (What you have learned) เป็นขั้นที่ผู้เรียนเขียนคำตอบที่ได้ลงในกระดาษเปล่ารวมทั้งเขียนข้อมูลอื่น ๆ ที่ศึกษาเพิ่มเติมได้

แผนการจัดการเรียนรู้

ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้

นักวิชาการได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

สำลี รักสุทธิ (2553, หน้า 152) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ ว่าเป็นการนำวิชาหรือกลุ่มวิชาที่จะต้องทำการสอนตลอดภาคเรียน มาสร้างเป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่ออุปกรณ์การสอน และการวัดประเมินผลเพื่อใช้สอนในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ โดยกำหนดเนื้อหาสาระและจุดประสงค์การเรียนย่อย ๆ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์หรือจุดมุ่งหมายของหลักสูตร สภาพของผู้เรียน ความพร้อมของโรงเรียนในด้านวัสดุอุปกรณ์และตรงกับชีวิตจริงในท้องถิ่น

ชนาธิป พรกุล (2561, หน้า 94) ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง หลักฐานที่แสดงว่าครูมีการเตรียมตัว ครูทราบว่าจะสอนเรื่องใด ด้วยวิธีใด มีลำดับการทำกิจกรรมแต่ละขั้นอย่างไร องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความสัมพันธ์เกี่ยวโยงกันอย่างมีเหตุผล ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ กิจกรรมการเรียนการสอน/กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้

วัชรพล วิบูลยศริน (2561, หน้า 243) ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ คือ แนวทางการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนเพื่อดำเนินการส่งผ่านเนื้อหาไปยังผู้เรียนผ่านกิจกรรมและสื่อการเรียนการสอน ประกอบด้วย การกำหนดเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ (สิ่งที่ผู้เรียนได้รับ) วิธีการบรรลุหรือไปยังเป้าหมาย (ขั้นตอน กระบวนการ) และวิธีการวัดคุณภาพของการบรรลุเป้าหมาย (แบบทดสอบ ใบงาน การบ้าน และอื่นๆ)

ดังนั้นสรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การนำวิชาหรือกลุ่มวิชาที่จะต้องทำการสอนตลอดภาคเรียน มาสร้างเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนเพื่อดำเนินการส่งผ่านเนื้อหาไปยังผู้เรียนผ่านกิจกรรมและสื่อการเรียนการสอน ทำให้ครูมีการเตรียมตัวและทราบว่าจะสอนเรื่องใด ด้วยวิธีใด มีลำดับการทำกิจกรรมแต่ละขั้นอย่างไร องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความสัมพันธ์เกี่ยวโยงกันอย่างมีเหตุผล ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ กิจกรรมการเรียนการสอน/กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้

ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

นักวิชาการได้กล่าวถึงความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

ชวลิต ชูกำแพง (2553, หน้า 95–96) กล่าวถึงความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

1. ช่วยให้ครูมีความรู้ ความเข้าใจในจุดมุ่งหมายของเรื่องที่จะจัดกิจกรรม และเลือกกิจกรรมได้เหมาะสมกับวัยของนักเรียน มีคุณภาพตรงกับเจตนารมณ์ของหลักสูตร ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนและทันเวลา

2. ช่วยให้ครูมีความเชื่อมั่นในตนเองมากยิ่งขึ้น เมื่อได้เตรียมการสอนมาอย่างดีแล้ว การสอนก็จะเป็นไปอย่างเรียบร้อย

3. ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้เร็ว เพราะเมื่อครูเตรียมการสอนดีย่อมทำให้การจัดกิจกรรมเป็นไปตามขั้นตอนจนนักเรียนได้รับความรู้ความเข้าใจเร็วขึ้น

4. ทำให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อกลุ่มประสบการณ์ที่เรียน การที่ครูเตรียมการสอนทำให้ครูมีความมั่นใจในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และจัดกิจกรรมได้เหมาะสมกับวัยของนักเรียน ทำให้นักเรียนเรียนด้วยความสนุกสนาน และเกิดเจตคติที่ดีต่อเรื่องที่เรียน

5. ทำให้นักเรียนเกิดความเสื่อมใสศรัทธาในตัวครู เพราะครูมีความมั่นใจ มีการเตรียมการเรียนการสอนอย่างดี กระบวนการเรียนการสอนเป็นไปตามขั้นตอนอย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนเกิดความเสื่อมใสศรัทธาครูยิ่งขึ้น

6. ถ้าครูมีความจำเป็นไม่ได้สอนด้วยตนเอง ผู้อื่นมาสอนแทนก็สามารถสอนได้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่กำหนดไว้

7. ทำให้การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นไปตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ ช่วยให้ครูสามารถวินิจฉัยจุดอ่อนของนักเรียนที่จะได้รับการแก้ไข และทราบจุดเด่นที่จะได้รับการส่งเสริมต่อไป นอกจากนี้ยังช่วยให้ครูเห็นภาพการทำงานของตนเองได้เด่นชัดขึ้น

8. ครูผู้สอนสามารถใช้เป็นข้อมูลที่ถูกต้องเที่ยงตรงเพื่อเสนอแนะแก่บุคลากรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ศึกษานิเทศก์ และผู้บริหาร เพื่อปรับปรุงหลักสูตรให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

9. ช่วยให้ผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้องได้ทราบขั้นตอนกระบวนการต่าง ๆ ในการสอนของครู เพื่อการนิเทศติดตามและประเมินผลการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

10. เป็นการพัฒนาวิชาชีพครู ที่แสดงว่าการสอนต้องได้รับการฝึกฝนที่มีความเชี่ยวชาญโดยเฉพาะมีเครื่องมือและเอกสารที่จำเป็นสำหรับการประกอบอาชีพ

11. เป็นผลงานทางวิชาการอย่างหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงความชำนาญพิเศษ หรือความเชี่ยวชาญของผู้จัดทำแผนการสอน ซึ่งสามารถนำไปพัฒนางานในหน้าที่และเสนอเลื่อนระดับให้สูงขึ้น

สำลี รักสุทธิ (2553, หน้า 153) ได้ให้ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ก่อให้เกิดการวางแผนและการเตรียมตัวล่วงหน้า เป็นการนำเทคนิควิธีการสอน การจัด การเรียนรู้ เทคโนโลยีและจิตวิทยาการสอนมาผสมผสานประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ส่งเสริมให้ครูผู้สอน ค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร เทคนิคการเรียนการสอน การเลือกใช้สื่อ การวัดและประเมินผล ตลอดจนประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. เป็นเครื่องมือในการอำนวยความสะดวกให้ครูใช้นวัตกรรมนั้น ครูคนอื่นที่นำนวัตกรรมนั้นไปใช้และครูที่สอนแทนสามารถนำไปใช้ปฏิบัติการสอนได้อย่างมั่นใจ

3. เป็นหลักฐานแสดงข้อมูลด้านการเรียนการสอนเป็นเครื่องมือยืนยันถึงหลักฐานใช้นวัตกรรมและการวัดและประเมินผลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครั้งต่อไป

4. เป็นหลักฐานแสดงความเชี่ยวชาญของครูผู้สอนซึ่งสามารถนำไปเสนอเป็นผลงานทางวิชาการได้

ดังนั้น แผนการจัดการเรียนรู้มีความสำคัญ เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่กำหนดแนวทางในการจัดการเรียนรู้ เทคนิคการเรียนการสอน การเลือกใช้สื่อ การวัดและประเมินผล เป็นการช่วยให้ ครูมีความรู้ ความเข้าใจในจุดมุ่งหมายของการจัดกิจกรรม และเลือกกิจกรรมได้เหมาะสมกับวัยของนักเรียน มีคุณภาพตรงกับเจตนารมณ์ของหลักสูตร ทำให้การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นไปตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้เป็นการอธิบายรายละเอียดการเรียนการสอนของผู้สอนในชั้นเรียน รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ขึ้นอยู่กับผู้สอน สาระการเรียนรู้ และความถนัดความต้องการของผู้เรียน รวมถึงวัตถุประสงค์ของหลักสูตร นักวิชาการได้กล่าวถึงองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2553, หน้า 61-63) กล่าวว่า การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ชื่อแผนและจำนวนเวลา
2. มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ผลการเรียนรู้
3. สาระสำคัญ
4. สาระการเรียนรู้แกนกลาง
5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

7. ชิ้นงาน/ภาระงาน

8. กิจกรรมการเรียนรู้

9. สื่อ/แหล่งเรียนรู้

10.การวัดประเมินผล

11.คำรับรองของผู้บริหาร

12.บันทึกผลหลังจัดการเรียนรู้

13.เอกสารประกอบแผนการจัดการเรียนรู้

ซึ่งการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เป็นบทบาทหน้าที่ของครูผู้สอนในการวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล เพื่อให้ผู้เรียนมีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด มีสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์บรรลุตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ชนาธิป พรกุล (2561, หน้า 95) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

1. ส่วนนำ ได้เรื่อง เรื่องที่สอน จำนวนชั่วโมงที่สอน กลุ่มสาระการเรียนรู้และระดับชั้นเรียน

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นการแสดงเป้าหมายของการสอนและการวัดผล

3. สาระการเรียนรู้ มีเพียงพอจะทำให้บรรลุจุดมุ่งหมาย

4. สาระสำคัญ เป็นความคิดรวบยอดของเรื่อง

5. กิจกรรมการเรียนรู้หรือกิจกรรมการเรียนการสอน มีขั้นตอนสำคัญ ได้แก่ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน ขั้นสรุป ขั้นวัดผล

6. สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้ มีเพียงพอครบทุกขั้นตอนการสอน

7. การประเมินผล เป็นการวัดผลเชิงประมาณและประเมินตามเกณฑ์เมื่อจบหน่วยการเรียนรู้

วัชรพล วิบูลยศริน (2561, หน้า 244–245) กล่าวว่า องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

1. ส่วนนำ ประกอบด้วย หน่วยการเรียนรู้ รหัสวิชาที่สอน ชื่อรายวิชา ระดับชั้นที่จัดการเรียนรู้ ภาคการศึกษา และปีการศึกษาที่จัดการเรียนรู้ จำนวนตาม เวลาเรียน ชื่อผู้สอน และชื่อสถานศึกษา

2. ส่วนเนื้อหา ประกอบด้วย

2.1 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด เป็นผลลัพธ์ที่คาดหวังหรือต้องการให้เกิดในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน

2.2 เป้าหมาย/วัตถุประสงค์การเรียนรู้ ควรครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ (Knowledge) เป็นเป้าหมายที่เน้นความสามารถทางสมิง ความรู้ด้านเนื้อหาและทฤษฎี ด้านคุณลักษณะ (Attitude) เป็นเป้าหมายที่เน้นด้านคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยม และด้านทักษะ (Process) เป็นเป้าหมายที่เน้นความสามารถด้านการปฏิบัติ

2.3 ความเข้าใจที่คงทน เป็นการนำเสนอความรู้สำคัญที่จะหลงเหลือติดตัวอยู่กับผู้เรียนอย่างถาวรตลอดไป ซึ่งเป็นผลที่เกิดจากการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีความเข้าใจที่ลึกซึ้งและถือว่าเป็นความเข้าใจที่คงทน

2.4 หลักฐานการเรียนรู้ คือ ชิ้นงานหรือผลผลิตจากการเรียนรู้ รวมทั้งการแสดงออกของผู้เรียนเป็นการสะท้อนและแสงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงประสาน หลอมรวมเข้าด้วยกันให้กลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกันจนมีความสมบูรณ์ครบถ้วน ในการกำหนดเครื่องมือวัดประเมินผลและเกณฑ์การประเมิน ผู้สอนควรกำหนดองค์ประกอบในการประเมินชิ้นงานให้ครบถ้วนทุกองค์ประกอบ

2.5 เนื้อหา/สาระการเรียนรู้ เป็นการอธิบายเนื้อหาภาพรวมที่จะสอนในคาบเรียน ผู้สอนควรเขียนสาระการเรียนรู้ให้ถูกต้อง สั้น กระชับ ชัดเจน

2.6 กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นแนวทางการปฏิบัติเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจมีความเข้าใจที่คงทน ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละครั้ง ผู้สอนจะต้องพิจารณาและเลือกวิธีสอนใดวิธีหนึ่งหรือมากกว่าในการจัดกิจกรรมอย่างเป็นระบบ ซึ่งอาจสอดแทรกเนื้อหาสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ เข้าไปในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมได้

2.7 สื่อ/แหล่งเรียนรู้ เป็นการระบุสื่อ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ เช่น ใบความรู้ ใบงาน หนังสือ แบบบันทึก แบบประเมิน แบบสังเกต เป็นต้น

3. ส่วนท้าย ประกอบด้วย

3.1 บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

3.2 ความคิดเห็นของผู้บริหารสถานศึกษาหรือผู้เกี่ยวข้อง

3.3 ภาคผนวก

กล่าวโดยสรุป องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย (1) ส่วนนำ ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ รหัสวิชาที่สอน ชื่อรายวิชา ระดับชั้นที่จัดการเรียนรู้ ภาคการศึกษา และปีการศึกษาที่จัดการเรียนรู้ จำนวนตาม เวลาเรียน ชื่อผู้สอน และชื่อสถานศึกษา (2) ส่วนเนื้อหา

ได้แก่ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ชิ้นงาน/ภาระงาน การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ และ การวัดและประเมินผล (3) ส่วนท้าย ได้แก่ บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้ ความคิดเห็นของผู้บริหารสถานศึกษาหรือผู้เกี่ยวข้อง และภาคผนวก

ขั้นตอนการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

นักวิชาการได้กล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง (2555, หน้า 259-272) กล่าวว่า การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้มีความสำคัญมาก ครูผู้สอนจึงต้องมีความรู้ความเข้าใจและปฏิบัติได้ถูกต้อง จึงจะทำให้การใช้สื่อและนวัตกรรมการเรียนรู้ประสบผลสำเร็จ ขั้นตอนการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้มีดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานหรือหลักสูตรในรายวิชานั้น ๆ โดยการวิเคราะห์หลักสูตรในกลุ่มสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สมรรถนะผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์

2. ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ที่ค้นพบ และนำมาใช้ในการจัดทำแผนการเรียนรู้ให้มีคุณภาพ

3. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุมองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้

4. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดทำเสร็จแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญ เพื่อคำเสนอแนะการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

5. ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

6. วิเคราะห์และประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

7. หากพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ไม่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด นำกลับไปแก้ไขปรับปรุงและพัฒนาให้สมบูรณ์ก่อนแล้วจึงดำเนินการประเมินอีกครั้ง

8. นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try-Out) ร่วมกับสื่อ/นวัตกรรมที่สร้างขึ้น เพื่อดูความเหมาะสม กิจกรรมการเรียนการสอน การทำกิจกรรม การใช้สื่อ/นวัตกรรม การสรุปองค์ความรู้ การวัดประเมินผล เวลา และความสนใจของผู้เรียนต่อสื่อ/นวัตกรรมที่สร้างขึ้น

9. จัดพิมพ์เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์

ชนาธิป พรกุล (2561, หน้า 95-96) กล่าวว่า การออกแบบการสอน ควรทำ 2 ครั้ง

1. การออกแบบการสอนในระดับหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เป็นความรู้ที่ครบวงจรในเรื่องหนึ่ง การออกแบบการสอนเป็นการวางแนวทางจัดการเรียนรู้เนื้อหาพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย โดยระบุวิธีสอน เทคนิค และรูปแบบการสอนที่เลือกใช้ รวมถึงการกำหนดสื่อการเรียนรู้ และวิธีวัดและประเมินผล โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.1 วิเคราะห์เนื้อหา (สาระการเรียนรู้) โดยเขียนแผนภาพแบบแสดงมโนทัศน์ วิธีนี้ทำให้ครูมองเห็นว่า เนื้อหาที่จะสอนครบถ้วนหรือไม่ มองเห็นความสัมพันธ์ของหัวข้อย่อย (มโนทัศน์) จึงสามารถจัดลำดับเนื้อหาใหม่ให้เหมาะสมตามความต้องการของครู

1.2 เมื่อจัดลำดับเนื้อหาเสร็จ จึงเลือกวิธีสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาแต่ละหัวข้อ และเขียนเทคนิคการสอนที่ใช้ร่วมกับวิธีสอนกำกับไว้

1.3 ครูอาจเลือกใช้รูปแบบการสอนที่สนใจหรือเคยใช้ได้ผล

1.4 กำหนดสื่อที่ต้องใช้ร่วมกับเนื้อหาแต่ละหัวข้อ

1.5 ระบุวิธีวัดผล และเกณฑ์ประเมินผล

1.6 ทำกำหนดการสอน

1.7 วางแนวทางจัดการเรียนการสอน

2. การออกแบบการสอนเป็นรายครั้งหรือชั่วโมง เป็นการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนตามวิธีสอน เทคนิค และรูปแบบที่เลือกไว้ในหน่วยการเรียนรู้

2.1 ระบุเนื้อหา (สาระการเรียนรู้)

2.2 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

2.3 เลือกกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะสอดคล้องกับขั้นตอนของวิธีสอน

2.4 สอดแทรกเทคนิคตามขั้นตอนการสอน

2.5 ถ้าใช้รูปแบบการสอนให้จัดตามแบบแผนของรูปแบบ

2.6 ระบุสื่อการเรียนรู้ที่ต้องใช้

2.7 กำหนดกิจกรรม การวัดผลให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

วัชรพล วิบูลยศริน (2561, หน้า 245-249) กล่าวว่า การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ครูควรดำเนินการตามคำถามแต่ละขั้นเพื่อช่วยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ขั้นตอนการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ มีดังนี้

ขั้นที่ 1 ร่างกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการกำหนดสิ่งที่ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้ และสามารถปฏิบัติได้เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอน เพื่อช่วยให้ผู้สอนระบุวัตถุประสงค์การเรียนรู้สำหรับผู้เรียน ผู้สอนควรตอบคำถามต่อไปนี้

1. หัวข้อของบทเรียนคืออะไร

2. ผู้เรียนต้องได้เรียนรู้อะไร

3. ผู้เรียนควรเข้าใจและสามารถปฏิบัติอะไรได้เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอน

เมื่อผู้สอนร่างวัตถุประสงค์การเรียนรู้แล้ว จัดอันดับตามความสำคัญ ขั้นนี้จะช่วยระบุเวลาที่จะต้องใช้และนำผู้เรียนไปสู่การบรรลุวัตถุประสงค์ที่มีความสำคัญมากที่สุดก่อน ในกรณีเวลาของการสอนไม่เพียงพอ ผู้สอนจึงควรพิจารณาคำถามต่อไปนี้

4. มโนทัศน์ แนวคิด หรือทักษะใดที่สำคัญมากที่สุดที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับและนำไปใช้

5. ทำไมมโนทัศน์ แนวคิด หรือทักษะนั้นถึงมีความสำคัญ

6. ถ้ามีเวลาสอนไม่เพียงพอ มโนทัศน์ แนวคิด หรือทักษะที่ตัดออกไม่ได้

ขั้นที่ 2 พัฒนาขั้นนำ เมื่อผู้สอนจัดลำดับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามความสำคัญแล้ว ให้ออกแบบกิจกรรมเฉพาะที่ต้องการใช้เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสร้างเข้าใจและนำสิ่งที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ เนื่องจากในชั้นเรียนหนึ่งประกอบด้วยผู้เรียนที่มีความหลากหลายทั้งด้านความรู้และประสบการณ์ ผู้เรียนบางคนอาจคุ้นเคยกับหัวข้อของบทเรียนมาก่อนแล้ว ผู้สอนจึงควรเริ่มต้นโดยถามคำถามหรือใช้กิจกรรมที่สามารถวัดความรู้เดิมของผู้เรียนได้ ข้อมูลที่ได้สามารถนำมาเป็นส่วนช่วยในการเริ่มขั้นนำ กิจกรรมการเรียนรู้ และเมื่อผู้สอนทราบถึงความรู้เดิมของผู้เรียน ผู้สอนก็จะทราบว่าควรให้ความสำคัญกับเรื่องใดต่อไป

การเริ่มขั้นนำให้เร้าความสนใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักคิด ผู้สอนควรเลือกใช้แนวทางที่หลากหลาย ได้แก่ การบอกเล่าเรื่องส่วนตัว เหตุการณ์ทางประวัติศาสตร์ การยั่วยุกระบวนการคิด การยกตัวอย่างเหตุการณ์จริง การรับชมวิดีโอคลิป การให้คำถาม/ปัญหา และอื่น ๆ ผู้สอนควรพิจารณาคำถามต่อไปนี้เมื่อพัฒนาขั้นนำ

1. ฉันจะตรวจสอบว่าผู้เรียนรู้เนื้อหาที่จะสอนได้อย่างไร

2. ฉันจะต้องทำอะไรบ้างเพื่อนำเสนอเนื้อหา

ขั้นที่ 3 พัฒนาขั้นสอน (องค์ประกอบหลักของการเรียนการสอน) ผู้สอนควรจัดหาสื่อการเรียนการสอนที่หลากหลาย เพื่อดึงความสนใจของผู้เรียนที่มีแบบการเรียนรู้ต่างกัน เมื่อผู้สอนวางแผนกิจกรรมและตัวอย่าง ควรประมาณเวลาที่ต้องใช้ในแต่ละกิจกรรมและในแต่ละสื่อ รวมถึงเวลาที่ต้องใช้กับการอธิบายของผู้สอนหรือการอภิปรายของผู้เรียนด้วย และกำหนดกลยุทธ์เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน คำถามต่อไปนี้จะช่วยผู้สอนออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ได้

1. ฉันจะทำอะไรบ้างเพื่ออธิบายหัวข้อเรื่อง

2. ฉันจะทำอะไรบ้างเพื่อบรรยายหัวข้อเรื่องโดยใช้วิธีต่างกัน

3. ฉันจะให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในหัวข้อเรื่องได้อย่างไร

4. ตัวอย่างของจริง ของเลียนแบบ หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องใดบ้างที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจหัวข้อเรื่อง

5. ผู้เรียนจำเป็นต้องทำอะไรเพื่อให้ตนเองเข้าใจหัวข้อเรื่องได้มากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบความเข้าใจ หลังจากอธิบายหัวข้อและยกตัวอย่างต่าง ๆ แล้ว ผู้สอนต้องตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน โดยคิดคำถามเฉพาะที่ผู้สอนสามารถถามผู้เรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ เขียนลงบนกระดาษ และถอดความสิ่งที่เขียนเพื่อนำไปสร้างเป็นคำถามที่ใช้วิธีการต่าง ๆ พยายามคาดเดาคำตอบของผู้เรียนไว้ล่วงหน้า และกำหนดให้ผู้เรียนตอบปากเปล่าหรือเขียนตอบ ที่สำคัญผู้สอนควรตั้งคำถามถามตัวเอง ดังนี้

1. คำถามใดที่ฉันควรถามผู้เรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

2. ฉันจะให้ผู้เรียนทำอะไรเพื่อแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนกำลังสนใจเนื้อหา

3. กิจกรรมใดที่ทำให้ผู้เรียนทำเพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์นั้น ๆ แล้ว

กลยุทธ์สำคัญที่จะช่วยผู้สอนจัดการกับเวลา คือ คาดเดาคำถามของผู้เรียนไว้ล่วงหน้าเมื่อเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้ คิดแนวคำถามที่จะก่อนให้เกิดการอภิปรายหรือคำถามที่ออกนอกประเด็นจากในชั้นเรียน

ขั้นที่ 5 พัฒนาขั้นสรุป เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้สอนอาจเป็นผู้สรุปประเด็นสำคัญของบทเรียนด้วยตนเอง หรือผู้สอนอาจให้ผู้เรียนเป็นผู้สรุปเอง หรือให้ผู้เรียนเขียนสรุปลงบนกระดาษเกี่ยวกับประเด็นสำคัญของบทเรียนในวันนี้ หรือผู้สอนอาจจะทบทวนคำตอบของผู้เรียนเพื่อเพิ่มความเข้าใจในหัวข้อเรื่องและอธิบายหัวข้อเรื่องที่ยังไม่ชัดเจนให้เข้าใจ การสรุปบทเรียนเป็นการสรุปประเด็นสำคัญ การนำเสนอหัวข้อการเรียนครั้งต่อไปอย่างคร่าว ๆ ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจและเชื่อมโยงแนวคิดที่แตกต่างกันในบริบทภาพรวม

ขั้นที่ 6 กำหนดระยะเวลาตามความเป็นจริง การเรียนการสอนที่ไม่ทันกำหนดระยะเวลาและไม่ครอบคลุมประเด็นสำคัญที่วางแผนไว้ในบางครั้งอาจจะมาจากการตั้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้เป็นจำนวนมากเกินไป ในการจัดการเรียนการสอนแต่ละครั้งควรมีนโนทัศน์ แนวคิด หรือทักษะหลัก ๆ เพียง 2–3 อย่าง และผู้สอนควรปรับแผนการจัดการเรียนรู้ตามความต้องการของผู้เรียนขณะนั้น จำนวนวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ก่อนหน้าจะช่วยให้ผู้สอนอธิบายได้ตรงจุดและปรับแก้แผนการจัดการเรียนรู้ตามความเหมาะสมได้ การใช้ตัวอย่างเพิ่มเติมอื่น ๆ หรือกิจกรรมเสริมจะทำให้การเรียนการสอนยืดหยุ่นขึ้น

ระยะเวลาตามความเป็นจริงจะสะท้อนให้เห็นถึงความยืดหยุ่นและความพร้อมในการปรับให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในชั้นเรียน และผู้สอนควรใช้กลยุทธ์ต่อไปนี้เพื่อกำหนดระยะเวลาตามความจริง

1. กำหนดระยะเวลาที่จะใช้ในแต่ละกิจกรรมโดยประมาณ และวางแผนระยะเวลาเพิ่มเติมในแต่ละกิจกรรมด้วย

2. เมื่อเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ต่อมาเป็นระบุเวลาที่คาดว่าจะใช้ในแต่ละกิจกรรม

3. เหลือเวลา 2–3 นาที ในตอนท้ายของการเรียนการสอนเพื่อตอบคำถามที่ติดค้างผู้เรียนและเพื่อสรุปประเด็นหลัก

4. เตรียมกิจกรรมเสริมหรือคำถามสำหรับการอภิปรายในกรณีที่มีเวลาเหลือ

5. มีความยืดหยุ่นและมีความพร้อมที่จะปรับแผนการจัดการเรียนรู้ให้ตรงตามความต้องการของผู้เรียนและมุ่งเน้นประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นมากกว่ายึดติดกับแผนการจัดการเรียนรู้เดิมของตน

ขั้นที่ 7 นำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนทราบถึงสิ่งที่กำลังจะได้เรียนรู้และได้ปฏิบัติในชั้นเรียน จะช่วยสร้างความสนใจแก่ผู้เรียนมากยิ่งขึ้น ดังนั้นผู้สอนจึงควรเขียนวัตถุประสงค์การเรียนรู้และหัวข้อสั้นๆ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ลงบนกระดานหรือบอกผู้เรียนว่าวันนี้จะได้เรียนรู้และปฏิบัติอะไรบ้าง การจัดลำดับเนื้อหาอย่างมีความหมายจะช่วยให้ผู้เรียนไม่เพียงแต่จดจำได้ดีขึ้น แต่ยังเข้าใจเนื้อหาที่ผู้สอนนำเสนอได้มากขึ้นด้วย

ขั้นที่ 8 สะท้อนคิดแผนการจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้อาจไม่ได้ผลและการจัด กิจกรรมอาจไม่เป็นไปตามที่คาดหวังเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นกับผู้สอนทุกคน ผู้สอนจึงควรใช้เวลาอย่างน้อย 2–3 นาทีหลังการเรียนการสอนเพื่อสะท้อนสิ่งที่ได้ผลดีและทำไมจึงได้ผล และสิ่งที่ทำไม่ตรงกับแผนการจัดการเรียนรู้ การระบุความสำเร็จและความล้มเหลวของการจัดเวลาและกิจกรรมจะช่วยให้ผู้สอนปรับแผนการจัดการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้นใช้ข้อมูลย้อนกลับในการวางแผนและการจัดการเวลาในชั้นเรียน นอกจากข้อมูลย้อนกลับแล้วยังสามารถใช้วิธีการเหล่านี้ได้ เช่น การสังเกต การดูวีดีโอเทปการสอนของตน และการปรึกษาร่วมกันกับเพื่อน

กล่าวโดยสรุป การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนดังนี้ (1) ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานหรือหลักสูตรในรายวิชานั้น ๆ (2) ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ (3) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ (4) ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ (5) ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ (6) ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ (7) นำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ และ (8) สะท้อนคิดแผนการจัดการเรียนรู้

การประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

การนำนวัตกรรมและสื่อการเรียนการสอนไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ผู้สอนต้องประเมินสื่อเพื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพและคุณภาพ ผู้สอนหรือผู้ประเมินควรมีแบบประเมินที่ชัดเจนเพื่อช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งแนวทางการประเมินนวัตกรรมและสื่อการเรียนการสอน มีดังนี้ (วัชรพล วิบูลยศริน (2557, หน้า 210–215)

1. ประเมินโดยผู้สอน ผู้ประเมินควรเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการใช้หรือเข้าใจกระบวนการออกแบบหรือพัฒนานวัตกรรมและสื่อการเรียนการสอน

2. ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมและสื่อการเรียนการสอนและมีประสบการณ์ด้านการประเมิน ผู้เชี่ยวชาญอาจเป็นผู้สอนหรืออาจารย์ในมหาวิทยาลัยในสาขาเทคโนโลยีการศึกษา รวมทั้งอาจารย์ในสาขาการวัดและประเมินผลที่มีความรู้ความสามารถด้านการประเมินนวัตกรรมและสื่อการเรียนการสอนได้

3. ประเมินโดยคณะกรรมการเฉพาะ คือ คณะกรรมการที่สถานศึกษาตั้งขึ้นเพื่อเป็นผู้ประเมินนวัตกรรมและสื่อการเรียนการสอน ซึ่งมุ่งประเมินเฉพาะบริบทด้านกายภาพที่กำหนด เช่น ประเมินประสิทธิภาพการใช้ และคุณลักษณะด้านอื่นๆ เป็นระยะเวลาตามที่กำหนด

4. ประเมินโดยผู้เรียน ข้อดีของการประเมินลักษณะนี้ก็คือ ผู้สอนได้แนวทางการปรับปรุงนวัตกรรมและสื่อการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนอย่างแท้จริง การประเมินโดยผู้เรียนควรจัดทำขึ้นทันทีภายหลังการนำไปใช้และควรประเมินเฉพาะนวัตกรรมและสื่อการเรียนการสอน โดยผู้สอนชี้แจงเกณฑ์หรือหัวข้อการประเมินโดยละเอียดให้ผู้เรียนเข้าใจก่อนการประเมิน

5. ประเมินประสิทธิภาพของสื่อ เป็นการประเมินคุณภาพของสื่อด้วยเทคนิคการคำนวณคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการใช้นวัตกรรมและสื่อการเรียนรู้ควบคู่กับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังการเรียน วิธีการประเมินนี้ทำได้ 2 วิธี

5.1 ประเมินโดยอาศัยเกณฑ์ E_1/E_2 อาจกำหนดเกณฑ์มาตรฐานที่ 90/90 80/80 75/75 70/70 เป็นต้น

5.2 ประเมินโดยไม่ได้ตั้งเกณฑ์ไว้ล่วงหน้า เป็นการประเมินประสิทธิภาพด้วยการเปรียบเทียบผลสอบของผู้เรียนภายหลังการเรียนจากสื่อนั้นแล้ว (Post–test) ว่าสูงกว่าผลสอบก่อนเรียน (Pre–test) อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

สำหรับเครื่องมือประเมินนวัตกรรมและสื่อการเรียนการสอน มีหลากหลายชนิด อาทิเช่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความถนัด แบบสอบถาม

แบบมาตราส่วนประมาณค่า แบบจัดอันดับ แบบบันทึก แบบสังเกต แบบสัมภาษณ์ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเครื่องมือประเมินได้

การประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นการนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงและแก้ไขแล้วเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3-5 คน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญอาจจะประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร ด้านการพัฒนาสื่อและนวัตกรรม ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านการวัดผลประเมินผล และด้านการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ หรือด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ประเมินตรวจสอบความถูกต้อง เกี่ยวกับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อแหล่งเรียนรู้ การวัดผลประเมินผล ตามแบบประเมินที่ผู้สอนได้สร้างขึ้น หรือใช้แบบประเมินที่มีผู้สร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ไว้แล้ว หรือนำแบบประเมินที่ผู้สร้างไว้แล้วมาปรับปรุงก็สามารถนำมาใช้ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ได้เช่นกัน (เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลางม 2555, หน้า 267)

โดยสรุป การประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้มีแนวทางการประเมินโดยใช้ผู้สอน ผู้เชี่ยวชาญ คณะกรรมการเฉพาะ ผู้เรียน หรือประเมินประสิทธิภาพของสื่อ โดยอาศัยเกณฑ์ E_1/E_2 และไม่ได้ตั้งเกณฑ์ไว้ล่วงหน้า เครื่องมือที่นำมาประยุกต์ใช้ในการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ เช่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความถนัด แบบสอบถาม แบบมาตราส่วนประมาณค่า แบบจัดอันดับ แบบบันทึก แบบสังเกต แบบสัมภาษณ์

สำหรับการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้ง ได้เลือกใช้แบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีการของ Likert ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด เนื่องจากเป็นวิธีการสะดวกในการนำไปใช้ และใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้ (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2557, หน้า 67)

ระดับคะแนนเฉลี่ย	4.51-5.00	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
ระดับคะแนนเฉลี่ย	3.51-4.50	มีความเหมาะสมในระดับมาก
ระดับคะแนนเฉลี่ย	2.51-3.50	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
ระดับคะแนนเฉลี่ย	1.51-2.50	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
ระดับคะแนนเฉลี่ย	1.00-1.50	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า เพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL

ขวัญชนก พันธ์สวัสดิ์สกุล (2560) ได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ว23101 วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบ KWL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า (1) ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ คือร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 79.70 และนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ดังกล่าวจำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 87.88 ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และ (2) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบ KWL โดยภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ส่องแสง อาราษฎร์ สุจินต์ วิศวธีรานนท์ และดวงเดือน พินสุวรรณ (2560) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกันเทคนิค KWL เรื่อง สารในชีวิตประจำวันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านนาเจริญ จังหวัดชัยภูมิ ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นร่วมกัน KWL หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 (3) ทักษะกระบวนการเรียนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (4) ทักษะกระบวนการเรียนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

วิสุทธิ์ ตรีเงิน (2557) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในทักษะการคิดขั้นพื้นฐานด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและเทคนิคการเรียนรู้แบบ KWL ผลการวิจัยพบว่า (1) ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ จากการใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบ KWL เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศ จากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และ (2) ทักษะการคิดขั้นพื้นฐานของนักเรียนจากการจัดการเรียนโดยการใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบ KWL และการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่า

ก่อนเรียน มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์

ธัญญารัตน์ สุขเกษม, กิตติมา พันธ์พฤกษา และนพมณี เชื้อวัชรินทร์ (2562) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน (5 STEPs) ร่วมกับการใช้คำถามเชิงวิเคราะห์ เรื่อง วิวัฒนาการที่มีต่อการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เครื่องมือที่ใช้การวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน (5 STEPs) ร่วมกับการใช้คำถามเชิงวิเคราะห์ เรื่อง วิวัฒนาการ แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อาทิตยา จิตร์เอื้อเฟื้อ (2561) ได้พัฒนาทักษะการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมสืบเสาะลูกโป่งน้ำแข็งและการโค้ชเพื่อการรู้คิดในรายวิชาทักษะการจัดการเรียนรู้เฉพาะสาขาวิชา ผลการวิจัยพบว่า นิสิตครูวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการตั้งคำถามที่นำไปสู่การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนเรียน (45.02 % ของคำถามทั้งหมดเป็นคำถามที่นำไปสู่การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์จากเดิมมีเพียง 17.44 % เท่านั้น) โดยคำถามส่วนใหญ่จัดเป็นคำถามเกี่ยวกับการสำรวจและคำถามเกี่ยวกับเหตุและผลตามลำดับ

ศิริญา สุวรรณศร (2560) ได้ศึกษาผลการใช้วิธีสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการตั้งคำถามที่ใช้ความคิดระดับสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า (1) นักเรียนที่ได้รับการใช้วิธีสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการตั้งคำถามที่ใช้ความคิดระดับสูง มีคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามที่ใช้ความคิดระดับสูงทั้ง 4 ประเภท คือ การคิดวิเคราะห์ การคิดประยุกต์ใช้ การคิดประเมินค่า และการคิดสร้างสรรค์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ (2) พฤติกรรมการตั้งคำถามที่ใช้ความคิดระดับสูงของนักเรียนที่พบในขณะที่จัดการเรียนรู้ พบว่า คะแนนพฤติกรรมการตั้งคำถามที่ใช้ความคิดระดับสูงของนักเรียน โดยรวมอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายพฤติกรรม พบว่า พฤติกรรมความสนใจในการตั้งคำถาม พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการตั้งคำถาม พฤติกรรมการตั้งคำถามตรงประเด็นและพฤติกรรมความซื่อสัตย์ในการตั้งคำถามอยู่ในระดับดี และพฤติกรรมการตั้ง

คำถามที่หลากหลายอยู่ในระดับพอใช้

ลฎาภา ลดาชาติ และลือชา ลดาชาติ (2559) ได้ศึกษาการตั้งคำถามของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยเปิดเผย ว่า นักเรียนเหล่านี้ตั้งคำถามได้ 388 ข้อ (ค่าเฉลี่ยประมาณ 16.87 ข้อ/คน) อย่างไรก็ตาม คำถามมีเพียง ร้อยละ 18.30 เท่านั้นที่จะนำไปสู่การศึกษาทางวิทยาศาสตร์โดยตรง ซึ่งประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับการ สำรวจ คำถามเกี่ยวกับการทดสอบสมมติฐาน และคำถามเกี่ยวกับการเปรียบเทียบ ในขณะที่คำถามส่วน ใหญ่ประมาณร้อยละ 71.65 เป็นคำถามที่ไม่นำไปสู่การศึกษาทางวิทยาศาสตร์โดยตรง ซึ่งประกอบด้วย คำถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำถามเกี่ยวกับคำอธิบาย คำถามเกี่ยวกับจินตนาการคำถามเกี่ยวกับการแก้ ปัญหา คำถามเกี่ยวกับประโยชน์และโทษและคำถามเกี่ยวกับปรัชญา ถึงกระนั้นก็ตาม คำถามบางประเภทมีศักยภาพที่จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ได้ ส่วนคำถามที่เหลืออีกประมาณร้อยละ 10.05 เป็นคำถามที่คลุมเครือหรือไม่ชัดเจน ผลการวิจัยนี้สะท้อนถึงความจำเป็นในการส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนา ความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์

ลือชา ลดาชาติ และคณะ (2558) ได้ศึกษาการลงข้อสรุปและสร้างคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการพัฒนากิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ลงข้อสรุปและสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถามที่ว่า “ภัยแล้งส่งผลต่อความหลากหลายทางพันธุกรรมของนกฟินซ์หรือไม่ และได้อย่างไร” กิจกรรมนี้ประกอบด้วยใบกิจกรรมแบบเขียนตอบ ซึ่งกำหนดให้นักเรียน (1) ลงข้อสรุปจากหลักฐานเชิงประจักษ์ จำนวน 9 ชิ้น และ (2) นำข้อสรุปเหล่านั้นมาสร้างเป็นคำอธิบายเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นได้วิเคราะห์คำตอบของนักเรียนแต่ละคนด้วยวิธีกาอุปนัย โดยการพัฒนาเกณฑ์การจัดกลุ่มข้อสรุปของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย (1) ข้อสรุปตามหลักฐาน (2) ข้อสรุปตามและเกินจากหลักฐาน (3) ข้อสรุปคลาดเคลื่อนและเกินจากหลักฐาน และ (4) ไม่มีข้อสรุปหรือข้อสรุปไม่ชัดเจน จากนั้นพิจารณาว่านักเรียนแต่ละคนนำข้อสรุปจากหลักฐานเหล่านั้นมาสร้างเป็นคำอธิบายที่ตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ ผลการวิจัยเปิดเผยว่า คำตอบของนักเรียนเหล่านี้ประมาณร้อยละ 30 เป็นการลงข้อสรุปตามหลักฐาน ประมาณร้อยละ 52 เป็นการลงข้อสรุปที่มีการใช้ความคิดเห็นส่วนตัว ซึ่งทำให้ข้อสรุปเหล่านี้คลาดเคลื่อนและ/หรือเกินจากหลักฐาน และอีกประมาณร้อยละ 18 เป็นการบรรยายหลักฐานที่ไม่มีการลงข้อสรุปหรือเป็นข้อสรุปที่ไม่ชัดเจน ด้วยเหตุนี้ นักเรียนทุกคนจึงไม่สามารถนำข้อสรุปเหล่านั้นไปสร้างเป็นคำอธิบายที่ตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ได้ การวิจัยนี้เสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการลงข้อสรุปและการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

วราวรรณ แสงอยู่ และวัชราภรณ์ แก้วดี (2557) ได้ศึกษาผลการใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคกรใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) นักเรียนที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 70.97 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 70 และมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป อย่างมีนับสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อทิติร์ ชูตระกูลวงศ์ และอลิศรา ชูชาติ (2557) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้คำถามตามการจำแนกประเภทวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของบลูมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยสรุปว่า (1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์คิดเป็นร้อยละ 76.43 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 70 (2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (4) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

Wrinkle and Manivannan (2009) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้วิธีการเรียนการสอนแบบ KWL ในหลักสูตรฟิสิกส์เบื้องต้น ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบ KWL เป็นวิธีการง่าย ๆ ในการกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยตนเอง และมีการใช้ตั้งแต่ระดับอนุบาลและระดับประถมศึกษาเพื่อสอนในรายวิชาอื่น ๆ และประสบความสำเร็จในการนำไปใช้ในการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย โดยในการจัดการเรียนการสอนห้องปฏิบัติฟิสิกส์เบื้องต้น เทคนิคการสอนแบบ KWL ช่วยให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับหัวข้อที่พวกเขาได้รับ และเริ่มตั้งคำถามด้วยตนเอง จากนั้นรวบรวมข้อมูลในการเรียนรู้ในชั้นเรียน

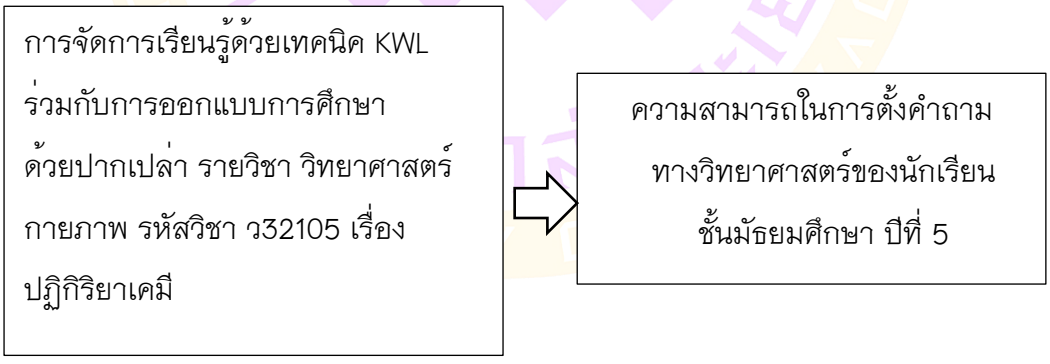
และแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากการศึกษาข้อมูลในห้องปฏิบัติการ

Mihardi, Harahap and Sani (2013) ได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับใบงาน KWL ต่อกระบวนการคิดสร้างสรรค์ในปัญหาฟิสิกส์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีทักษะการคิดสร้างสรรค์ที่ดีกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานสามารถพัฒนากระบวนการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้จริง และจากการสังเกตชี้ให้เห็นว่ากิจกรรมเชิงบวกของนักเรียนเพิ่มขึ้น

Alsalhi (2020) ได้ศึกษาผลการใช้กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้แบบ KWL ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และทัศนคติต่อวิชา ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีทัศนคติที่ดีต่อการใช้กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้แบบ KWL มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และผลการวิจัยแนะนำให้ใช้กลยุทธ์นี้ในการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิด เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยนำมากำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า (Verbal design of studies) เพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังนี้



ภาพ 2 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง (Quasi experimental research) ซึ่งใช้แบบแผนการทดลองกลุ่มเดียว (One group pretest–posttest design) เพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ รหัสวิชา ว32105 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ซึ่งผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการวิจัยโดยนำเสนอตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเวียงแก่นวิทยาคม อำเภอเวียงแก่น จังหวัดเชียงราย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวนนักเรียนทั้งหมด 133 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนเวียงแก่นวิทยาคม อำเภอเวียงแก่น จังหวัดเชียงราย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 23 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) โดยวิธีการจับสลาก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่าเพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 ชั่วโมง

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 25 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า เพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตัวชี้วัด ตัวชี้วัด ว 2.1 ม.5/20 ระบุสูตรเคมีของสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ และแปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี ม.5/21 ทดลองและอธิบายผลของความเข้มข้นพื้นที่ผิว อุณหภูมิและตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ม.5/22 สืบค้นข้อมูลและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันหรือในอุตสาหกรรม ผู้วิจัยได้กำหนดเนื้อหาที่ใช้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า (Verbal design of studies) เพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เฉพาะรายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ รหัสวิชา ว32105 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี เท่านั้น

1.2 ศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎี เอกสารตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รูปแบบการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า (Verbal design of studies) และความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์

1.3 กำหนดองค์ประกอบสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ (1) ชื่อแผนและจำนวนเวลา (2) มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด (3) จุดประสงค์การเรียนรู้ (4) สาระการเรียนรู้ (5) สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด (6) สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน (7) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (8) ชิ้นงาน/ภาระงาน (9) การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า (10) สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ และ (11) การวัดและประเมินผล

1.4 แบ่งเนื้อหาและกำหนดเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ออกเป็น 6 แผนการจัดการเรียนรู้ ๆ ละ 2 ชั่วโมง รวมจำนวน 12 ชั่วโมง ดังนี้

ตาราง 3 แสดงการกำหนดเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า (Verbal design of studies) เพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	มาตรฐานและตัวชี้วัด	จำนวนชั่วโมง	ทักษะการตั้งคำถาม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี	ว 2.1 ม.5/20	2	เชิงทำนาย
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	ว 2.1 ม.5/20	2	เชิงเหตุและผล
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ผลของความเข้มข้นที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	ว 2.1 ม.5/21	2	เชิงเปรียบเทียบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ผลของพื้นที่ผิวที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	ว 2.1 ม.5/21	2	เชิงค้นหาแบบแผน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ผลของอุณหภูมิมีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	ว 2.1 ม.5/21	2	เชิงออกแบบและการสร้าง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน	ว 2.1 ม.5/22	2	เชิงสำรวจ
รวม		**12**	

1.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า เพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 แผนการจัดการเรียน จำนวน 12 ชั่วโมง ตามที่กำหนดไว้

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาความครบถ้วนและความถูกต้องของแผนการจัดการเรียน จากนั้นนำมาแก้ไขปรับปรุงและนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กำหนดการให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ ตามมาตราส่วน

ประมาณค่าของ Likert (Likert Scale) (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2557, หน้า 66) เครื่องมือในการตรวจสอบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่

5 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก

3 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้ (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2557, หน้า 67)

ระดับคะแนนเฉลี่ย 4.51–5.00 มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

ระดับคะแนนเฉลี่ย 3.51–4.50 มีความเหมาะสมในระดับมาก

ระดับคะแนนเฉลี่ย 2.51–3.50 มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

ระดับคะแนนเฉลี่ย 1.51–2.50 มีความเหมาะสมในระดับน้อย

ระดับคะแนนเฉลี่ย 1.00–1.50 มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

1.7 การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สถิติ คือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ผลการประเมิน พบว่า ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่าเพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.77, S.D. = 0.31) (ภาคผนวก ค ตาราง 6)

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า เพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนเวียงแก่นวิทยาคม จำนวน 23 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยการจัดการเรียนการสอนในรายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ รหัสวิชา ว32105 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี และนำผลไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

2. การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เพื่อใช้วัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า (Verbal

design of studies) รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ รหัสวิชา ว32105 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ โดยแบบทดสอบที่สร้างขึ้นกำหนดให้เป็นเครื่องมือวัดความรู้และความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ตามประเภทของคำถามวิทยาศาสตร์ ได้แก่ คำถามเชิงเปรียบเทียบ คำถามเชิงเหตุและผล คำถามเชิงทำนาย คำถามเชิงสำรวจ คำถามเชิงค้นหาแบบแผน และคำถามเชิงการออกแบบและการสร้าง (ลือชา ลดาชาติ, 2557ก, หน้า 1)

2.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างข้อคำถามเพื่อวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์

2.3 ศึกษารายละเอียดเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 แผนการจัดการเรียนรู้เพื่อนำมาสร้างข้อคำถามในแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาในการวัดให้มีความสอดคล้องกันระหว่างข้อสอบกับระดับพฤติกรรมการเรียนรู้

2.4 กำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และจำนวนข้อสอบที่สร้างให้ครอบคลุมตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ และการเฉลยคำตอบ

ตาราง 4 แสดงการวิเคราะห์โครงสร้างของแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อสอบ
คำถามเชิงทำนาย	8
คำถามเชิงเหตุและผล	8
คำถามเชิงเปรียบเทียบ	6
คำถามเชิงค้นหาแบบแผน	6
คำถามเชิงการออกแบบและการสร้าง	6
คำถามเชิงสำรวจ	6
รวม	**40**

2.5 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามโครงสร้างที่กำหนดไว้ โดยสร้างเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก กำหนดเกณฑ์ การให้คะแนน คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน รวมทั้งสิ้น 40 ข้อ

2.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งฉบับเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบความครบถ้วนของเนื้อหาที่ถาม ความเหมาะสมของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้ และภาษาที่ใช้ในการถาม จากนั้นนำมาแก้ไขปรับปรุง

2.7 นำเสนอ แบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งฉบับ ต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (IOC) โดยกำหนดคะแนนการพิจารณา ดังนี้ (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2557, หน้า 67)

-1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้

0 เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้

+1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้

โดยใช้เกณฑ์โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกข้อคำถาม คือ ข้อคำถามที่มีค่า IOC ระหว่าง 0.60-1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้ และข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.6 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง ผลการวิเคราะห์พบว่า ข้อคำถามมีค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.67-1.00 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 0.5 แสดงว่า เป็นข้อคำถามที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สามารถนำไปใช้ได้ (ภาคผนวก ค ตาราง 7)

2.8 ปรับปรุงแก้ไขความชัดเจนของข้อคำถาม สำนวนภาษาที่ใช้ การลำดับเนื้อหาของข้อสอบ ความคมชัดของตัวหนังสือ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2.9 คัดเลือกข้อถามในแบบทดสอบที่ผ่านการพิจารณาว่าเหมาะสมแล้วมาพิมพ์เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อนำไปทดลองใช้

2.10 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนเวียงแก่นวิทยาคม จำนวน 23 คน ซึ่งไม่ใช่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

2.11 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน ข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกต้องมีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20–0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20–1.00

2.12 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) พบว่า ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.57–0.83 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.25–0.50 พบว่า เป็นข้อสอบยากพอเหมาะและเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ได้ (ภาคผนวก ค ตาราง 8)

2.13 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มาหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR–20 ของ Kuder–Richardson (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2557, หน้า 157) พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.87 แสดงว่า มีความเชื่อมั่นในระดับสูง สามารถนำไปใช้ได้ (ภาคผนวก ค ตาราง 9)

2.14 เลือกข้อสอบในแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 25 ข้อ และจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

2.15 นำบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 25 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนเวียงแก่นวิทยาคม อำเภอเวียงแก่น จังหวัดเชียงราย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 23 คน ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง และนำผลไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวมรวบข้อมูล ดังนี้

ขั้นก่อนดำเนินการ

1. ขอหนังสือจากมหาวิทยาลัยพะเยาถึงโรงเรียนเวียงแก่นวิทยาคม อำเภอเวียงแก่น จังหวัดเชียงราย เพื่อขอจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า เพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 ชั่วโมง

2. ปฐมนิเทศ ชี้แจงกระบวนการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า เพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 ชั่วโมง และการวัดและประเมินผล

ขั้นดำเนินการ

3. ทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 25 ข้อ ตรวจคะแนนและแจ้งคะแนนให้นักเรียนทราบและบันทึกคะแนนของนักเรียนไว้

4. จัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า (Verbal design of studies) เพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 ชั่วโมง

5. ทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 25 ข้อ ซึ่งเป็นชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน

ขั้นหลังดำเนินการ

6. วิเคราะห์และเปรียบเทียบความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ รหัสวิชา ว32105 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

7. วิเคราะห์และเปรียบเทียบความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 60

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า เพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. วิเคราะห์และเปรียบเทียบความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ รหัสวิชา ว32105 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี โดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. วิเคราะห์และเปรียบเทียบความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 60 โดยใช้ค่าร้อยละ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า (Verbal design of studies) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ รหัสวิชาว32105 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 ชั่วโมง ซึ่งวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ 6 ประเภท ได้แก่ คำถามเชิงเปรียบเทียบ คำถามเชิงเหตุและผล คำถามเชิงทำนาย คำถามเชิงสำรวจ คำถามเชิงค้นหาแบบแผน และคำถามเชิงการออกแบบและการสร้าง ผลการวิจัยนำเสนอดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า

ตาราง 5 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	Z	Sig.
คะแนนก่อนเรียน	23	25	18.09	2.07	-4.22.	.000*
คะแนนหลังเรียน	23	25	21.74	2.16		

*p < .01

จากตาราง 5 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า (Verbal design of studies) มีความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (รายละเอียดภาคผนวก ง ตาราง 9-10)

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 60

ตาราง 6 แสดงความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่าสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คนที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่/การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม)						รวม (60)	ร้อยละ
	1 เชิงทำนาย (10)	2 เชิงเหตุและผล (10)	3 เชิงเปรียบเทียบ (10)	4 เชิงค้นหาแบบแผน (10)	5 เชิงการออกแบบและการสร้าง (10)	6 เชิงสำรวจ (10)		
1	7	8	8	8	9	9	49	81.67
2	8	9	9	9	9	9	53	88.33
3	7	8	8	8	8	8	47	78.33
4	7	9	8	10	9	9	52	86.67
5	7	8	9	8	8	8	48	80.00
6	8	9	8	9	8	9	51	85.00
7	8	8	8	9	9	8	50	83.33
8	7	9	9	8	9	9	51	85.00
9	7	8	8	9	9	8	49	81.67
10	8	9	9	9	10	9	54	90.00
11	8	9	9	9	9	9	53	88.33
12	8	9	9	9	10	9	54	90.00
13	8	9	9	10	10	9	55	91.67
14	9	8	8	8	8	8	49	81.67
15	9	10	9	10	9	9	56	93.33
16	9	8	9	10	9	10	55	91.67
17	9	8	9	8	9	10	53	88.33

ตาราง 6 (ต่อ)

คนที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่/การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม)						รวม (60)	ร้อยละ
	1 เชิงทำนาย (10)	2 เชิงเหตุและผล (10)	3 เชิงเปรียบเทียบ (10)	4 เชิงค้นหาแบบแผน (10)	5 เชิงการออกแบบและการสร้าง (10)	6 เชิงสำรวจ (10)		
18	9	9	9	9	8	8	52	86.67
19	9	9	8	10	10	9	55	91.67
20	9	9	10	8	8	8	52	86.67
21	10	9	9	9	9	10	56	93.33
22	9	9	9	9	8	9	53	88.33
23	9	10	10	9	10	10	58	96.67
รวม	**189**	**201**	**201**	**205**	**205**	**204**	**1205**	**2008.33**
เฉลี่ย	**8.22**	**8.74**	**8.74**	**8.91**	**8.91**	**8.87**	**52.39**	**87.32**
S.D.	**0.90**	**0.62**	**0.62**	**0.73**	**0.73**	**0.69**	**2.84**	**4.73**
ร้อยละ	**82.17**	**87.39**	**87.39**	**89.13**	**89.13**	**88.70**	**87.32**	**87.32**

จากตาราง 6 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์โดยรวม คิดเป็นร้อยละ 87.32 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้ เมื่อพิจารณาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท พบว่า นักเรียนมีความสามารถตั้งคำถามเชิงทำนาย คิดเป็นร้อยละ 82.17 คำถามเชิงเหตุและผล คิดเป็นร้อยละ 87.39 คำถามเชิงเปรียบเทียบ คิดเป็นร้อยละ 87.39 คำถามเชิงค้นหาแบบแผน คิดเป็นร้อยละ 89.13 คำถามเชิงการออกแบบและการสร้าง คิดเป็นร้อยละ 89.13 และคำถามเชิงสำรวจ คิดเป็นร้อยละ 88.70 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้ และนักเรียนมีความสามารถในการตั้งคำถามเชิงค้นหาแบบแผน คำถามเชิงเชิงออกแบบและการสร้าง ร้อยละ 89.13 ซึ่งสูงที่สุด และคำถามเชิงทำนาย ร้อยละ 82.17 ซึ่งต่ำที่สุด

บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า และเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 60 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 23 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า และแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 25 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ โดยดำเนินการทดสอบก่อนเรียน และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อฝึกเขียนคำถามทางวิทยาศาสตร์แต่ละประเภทตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 แผนการจัดการเรียน จำนวน 12 ชั่วโมง จากนั้นทดสอบหลังเรียน และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า มีความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์โดยรวม คิดเป็นร้อยละ 87.32 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้ เมื่อพิจารณาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท พบว่า นักเรียนมีความสามารถตั้งคำถามเชิงทำนาย คิดเป็นร้อยละ 82.17 คำถามเชิงเหตุและผล คิดเป็นร้อยละ 87.39 คำถามเชิงเปรียบเทียบ คิดเป็นร้อยละ 87.39 คำถามเชิงค้นหาแบบแผน คิดเป็นร้อยละ 89.13 คำถามเชิงการออกแบบและการสร้าง คิดเป็นร้อยละ 89.13 และคำถามเชิงสำรวจ คิดเป็นร้อยละ 88.70 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษา สามารถนำมาอภิปรายผล ได้ดังนี้

1. นักเรียนมีความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้มีความตระหนักในกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง โดยมีการวางแผน ตั้งจุดมุ่งหมาย ตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง และมีการจัดระบบข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ (ฆนัท ธาตุทอง, 2551, หน้า 235 และสุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2552, หน้า 88) และออกแบบวิธีการเพื่อตอบคำถามวิจัยที่ได้จากตาราง 3 ช่อง อย่างเป็นระบบ นักเรียนได้ออกแบบศึกษาตัวแปรต้น ตัวแปรตาม วิธีการวัดค่าของตัวแปร การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล การตอบคำถามวิจัย การนำเสนอวิธีการที่ตนเองออกแบบและเรียนรู้ร่วมกันในการวิพากษ์วิธีการที่ออกแบบนั้น ดังนั้นการตั้งคำถามจึงเป็นการช่วยเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถกำหนดทิศทางการเรียนรู้ของตนเอง เกิดการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดร่วมกัน ประเมินและทราบถึงสิ่งที่ตนเองยังไม่รู้หรือยังไม่เข้าใจ เกิดความอยากรู้อยากเห็นและสนใจเรียนวิทยาศาสตร์ (ลือชา ลดาชาติ, 2557, หน้า 1) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยส่องแสง อาราษฎร์ สุจินต์ วิศวธีรานนท์ และดวงเดือน พินสุวรรณ (2560) ศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการเรียนทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และวิสุทธิ์ ตรีเงิน (2557) ศึกษาพบว่า การใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบ KWL ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์โดยรวม คิดเป็นร้อยละ 87.32 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า ช่วยพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น เนื่องจากการใช้คำถามเป็นเทคนิคสำคัญในการแสวงหาความรู้ที่มีประสิทธิภาพ ก่อให้เกิดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด การตีความ การไตร่ตรอง นอกจากนี้การตั้งคำถามมีความสำคัญมาก กระตุ้นให้นักเรียนพัฒนาทางความคิด ช่วยให้นักเรียนมีมุมความคิดที่แปลกใหม่ นำไปสู่จุดมุ่งหมายทางการเรียนที่กำหนดไว้ สามารถนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงการจัดกระบวนการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ขวัญชนก พันธ์สวัสดิ์สกุล (2560) ที่ศึกษาพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 79.70 ทั้งนี้ ส่องแสง อาราษฎร์,

สุจินต์ วิศวธีรานนท์ และดวงเดือน พินสุวรรณ (2560) ศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ทำให้นักเรียนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 นอกจากนี้ ผลการวิจัยของ Wrinkle and Manivannan (2009) ศึกษาพบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบ KWL เป็นวิธีการง่าย ๆ ในการกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ช่วยให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับหัวข้อที่พวกเขาได้รับ เริ่มตั้งคำถามด้วยตนเอง นำไปสู่การรวบรวมข้อมูลในการเรียนรู้ในชั้นเรียน และแลกเปลี่ยนเรียนรู้จกการศึกษาข้อมูลในห้องปฏิบัติการ และผลการวิจัยของ ลฎาภา ลดาชาติ และลือชา ลดาชาติ (2559) ได้ศึกษาการตั้งคำถามของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สะท้อนถึงความจำเป็นในการส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนคำถามเชิงทำนาย ร้อยละ 82.17 ซึ่งต่ำที่สุด ครูผู้สอนควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้หรือจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เอื้อต่อการตั้งคำถามเชิงทำนายและฝึกให้นักเรียนได้ออกแบบการศึกษาตั้งจุดมุ่งหมาย ตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล การตอบคำถามวิจัย การนำเสนอวิธีการออกแบบ และเรียนรู้ร่วมกัน

2. ครูควรเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมที่ส่งผลต่อความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับลักษณะของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง. (2555). **การพัฒนาสื่อ/นวัตกรรมทางการศึกษาเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ**. กรุงเทพฯ: สถาพรบุ๊คส์.

ขวัญชนก พันธ์สวัสดิ์สกุล. (2560). **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ว23101 วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบ KWL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.** ขอนแก่น: โรงเรียนมัญจาศึกษา.

ฆนัท ธาตุทอง. (2551). **การออกแบบการสอนและบูรณาการ.** นครปฐม: เพชรเกษม.

ชนาธิป พรกุล. (2551). **การออกแบบการสอนการบูรณาการการอ่าน การคิดวิเคราะห์และการเขียน.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชวลิต ชูกำแพง. (2553). **การประเมินผลการเรียนรู้.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ทิศนา แขมมณี. (2558). **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ** (พิมพ์ครั้งที่ 19). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธัญญารัตน์ สุขเกษม, กิตติมา พันธ์พฤกษา และนพมณี เชื้อวัชรินทร์. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน (5 STEPs) ร่วมกับการใช้คำถามเชิงวิเคราะห์ เรื่อง วิวัฒนาการที่มีต่อการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. **ศึกษาศาสตร์สารมหาวิทยาลัย เชียงใหม่**, 3(2), 24–36.

บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2559). **ทฤษฎีและการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้** (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ทริปเพิ้ล เอ็ดดูเคชั่น.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2558). แนวการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. **วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต,** 9(1), 136–154.

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. **วารสารนักบริหาร,** 33(2), 49–56.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2557). **หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา** (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มิสท์.

ลฎาภา ลดาชาติ. (2562). ครูวิทยาศาสตร์ออกแบบการทดลองที่มีทฤษฎีนำทาง: กรณีศึกษาเรื่องการปฏิสนธิในมนุษย์. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี,** 30(2), 28–40.

ลฎาภา ลดาชาติ และลือชา ลดาชาติ. (2559). การตั้งคำถามเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. **วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**, 35(1), 188–202.

ลือชา ลดาชาติ. (2557ก). **การตั้งคำถามส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างไร.** สืบค้นเมื่อ 24 พฤษภาคม 2565, จาก http://www.inquiringmind.in.th/archives/1687.

ลือชา ลดาชาติ. (2557ข). **ความหลากหลายของคำถามทางวิทยาศาสตร์.** สืบค้นเมื่อ 24 พฤษภาคม 2565, จาก http://www.inquiringmind.in.th/archives/1758.

ลือชา ลดาชาติ. (2561ก). **กรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ (PISA 2015 และ 2018).** พะเยา: วิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา.

ลือชา ลดาชาติ. (2561ข). **การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เป็นวิทยาศาสตร์ ประวัติศาสตร์ ปรัชญา และการศึกษา.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลือชา ลดาชาติ และคณะ. (2558). การลงข้อสรุปและสร้างคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. **วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร ฉบับภาษาไทย**, 35(1), 171–206.

ลือชา ลดาชาติ และคณะ. (2560). กรณีศึกษาครูวิทยาศาสตร์ที่จัดกิจกรรมการสืบเสาะหลังจากการอบรมเชิงปฏิบัติการ: ข้อค้นพบจากโครงการคูปองพัฒนาครู. **วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ,** 10(2), 89–108.

ลือชา ลดาชาติ และโชคชัย ยืนยง. (2559). สิ่งที่ครูวิทยาศาสตร์ไทยควรเรียนรู้จากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ. **วารสารปาริชาติ**, 28(2), 108–137.

ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา ลดาชาติ. (2560). จากการสืบเสาะตามวัฏจักร 5Es สู่การสืบเสาะที่มีทฤษฎีชี้นำ. **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้**, 8(2), 436–448.

อชา ลดาชาติ และลฎาภา ลดาชาติ. (2562). การเรียนการสอนที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น,** 42(4), 1–19.

วราวรรณ แสงอยู่ และวัชราภรณ์ แก้วดี. (2557). ผลการใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. **OJED**, 9(4), 337–351.

วัชรพล วิบูลยศริน. (2561). **วิธีวิทยาการจัดการเรียนรู้ภาษาไทย.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วัชรา เล่าเรียนดี. (2553). **การนิเทศการสอนสาขาหลักสูตรและการนิเทศ.** นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วิสุทธิ์ ตรีเงิน. (2557). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในทักษะการคิดขั้นพื้นฐานด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและเทคนิคการเรียนรู้แบบ K–W–L.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558). **การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับสังคมแห่งศตวรรษที่ 21.** กรุงเทพฯ: เนว่าเอ็ดดูเคชั่น.

ศิริญา สุวรรณศร. (2560). **ผลการใช้วิธีสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการตั้งคำถามที่ใช้ความคิดระดับสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.** การค้นคว้าแบบอิสระ ศษ.ม., มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ศุภร จินดาเวชช์. (2549). **การพัฒนาทักษะการอ่านอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL–Plus.** วิทยานิพนธ์ ศษ.ม., มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2556). **คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ ฉบับอนาคต สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น: ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.** กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2555). **การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2560). **ประเด็นหลักและนัยทางการศึกษาจาก PISA 2015: บทสรุปสำหรับผู้บริหาร.** กรุงเทพฯ: ซัคเซส.

ส่องแสง อาราษฎร์ สุจินต์ วิศวธีรานนท์ และดวงเดือน พินสุวรรณ. (2560). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกันเทคนิคเคดับเบิลยูแอลเรื่อง สารในชีวิตประจำวันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านนาเจริญ จังหวัดชัยภูมิ. **วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ,** 10(2), 208–230.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2553). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.** กรุงเทพฯ: . โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำลี รักสุทธิ. (2553). **การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้.** กรุงเทพฯ: เรืองแสง.

สุพรรณี ชาญประเสริฐ. (2556). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21. **นิตยสาร สสวท,** 42(185), 10–13.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2552). **19 วิธีจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ** (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

อทิติร์ ชูตระกูลวงศ์ และอลิศรา ชูชาติ. (2557). ผลของการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้คำถามตามการจำแนกประเภทวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของบลูมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. **OJED**, 9(1), 384–398.

อชา ลดาชาติ. (2557 จิตร์เอื้อเฟื้อ .(2561ก). การพัฒนาทักษะการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมสืบเสาะลูกโป่งน้ำแข็งและการโค้ชเพื่อการรู้คิดในรายวิชาทักษะการจัดการเรียนรู้เฉพาะสาขาวิชา. **วารสารวิทยาศาสตร์ มศว,** 34(1), 187–205.

อาทิตยา จิตร์เอื้อเฟื้อ. (2561ข). คำถามทางวิทยาศาสตร์: จะฝึกนิสิตครูตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่ดีได้อย่างไร. **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้**, 9(1), 103–117.

Alsalhi, N. R. (2020). The Effects of the Use of the Know–Want–Learn Strategy (KWL) on Fourth Grade Students' Achievement in Science at Primary Stage and Their Attitudes towards It. **EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, 16(4), 1–14.

Carr, E. and Ogle, D. (1987). KWL Plus: A Strategy for Comprehension and Summarization. **Journal of Reading,** 30, 626–631.

Chinn, C. A. and Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: a theoretical framework for evaluating inquiry tasks. **Science Education,** 86(2), 175–218.

Cuccio-Schirripa, S. and Steiner, H. E. (2000). Enhancement and Analysis of Science Question Level for Middle School Students. **JRST: Journal of Research in Science Teaching,** 37(2), 210–224.

Kolsto, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: tools for dealing with the science dimension of controversial socio–scientific issues. **Science Education**, 85(3), 291–310.

Mihardi, S.; Harahap M. B. and Sani, R. A. (2013). The Effect of Project Based Learning Model with KWL Worksheet on Student Creative Thinking Process in Physics Problems. **Journal of Economics and Sustainable Development**, 4(18), 93–107.

Organisation for Economic cooperation and Development [OECD]. (2013). **PISA 2015: Draft science framework**. Retrieved June 25, 2022, from https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/. Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf

Organisation for Economic cooperation and Development [OECD]. (2016). **PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education.** Paris: OECD Publishing

Ogle, D. (1986). K–W–L: A Teaching Model That Develops Active Reading of Expository Text. **The Reading Teacher**, 39, 564–570

Wrinkle, C. S. and Manivannan, M. K. (2009). Application of the K–W–L Teaching and Learning Method to an Introductory Physics Course. **Journal of College Science Teaching**, 39(2), 47–51.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. นายสุริยา บุดดี	ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการ โรงเรียนเทิงวิทยาคม อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย
2. นายนรินทร รัตนทา	ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
3. นายชูชาติ กุดเป่ง	ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนแก้งคร้อวิทยา อำเภอแก้งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า (Verbal design of studies) เพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เครื่องมือตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า (Verbal design of studies) เพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่** 5

รหัสวิชา ว32105 **รายวิชา** วิทยาศาสตร์กายภาพ

เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี **จำนวน** 2 ชั่วโมง

ภาคเรียนที่ 2 **ปีการศึกษา** 2563

---

1. สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

2. มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3. ตัวชี้วัด

ว 2.1 ม.5/20 ระบุสูตรเคมีของสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ และแปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 นักเรียนมีความรู้ และเข้าใจเกี่ยวกับคำถามทางวิทยาศาสตร์ (K)

4.2 นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนายได้ (P)

4.3 นักเรียนทำงานกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

5. สาระการเรียนรู้แกนกลาง

5.1 ปฏิกิริยาเคมีทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสาร โดยปฏิกิริยาเคมีอาจให้พลังงานความร้อน พลังงานแสง หรือพลังงานไฟฟ้า ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้

5.2 ปฏิกิริยาเคมีแสดงได้ด้วยสมการเคมี ซึ่งมีสูตรเคมีของสารตั้งต้นอยู่ทางด้านซ้ายของลูกศร และสูตรเคมีของผลิตภัณฑ์อยู่ทางด้านขวา โดยจำนวน อะตอมรวมของแต่ละธาตุทางด้านซ้ายและขวาเท่ากัน นอกจากนี้สมการเคมียังอาจแสดงปัจจัยอื่น เช่น สถานะ พลังงานที่เกี่ยวข้อง ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีที่ใช้

6. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

คำถามทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง คำถามที่สามารถนำไปสู่กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ คำถามเกี่ยวกับการสำรวจ คำถาม เกี่ยวกับการทดลอง คำถามเกี่ยวกับการทดสอบ สมมติฐาน โดยจำแนกคำถามออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้แก่ คำถามเชิงเปรียบเทียบ เชิงทดลอง เชิงทำนาย เชิงสำรวจ เชิงค้นหาแบบแผน และเชิงการออกแบบและการสร้าง

คำถามเชิงทำนาย เป็นคำถามที่จะนำไปสู่การทดสอบสมมติฐานหรือความคิดบางอย่าง ตัวอย่างเช่น ถ้ามุมของพื้นเอียงเพิ่มขึ้น ระยะทางที่รถทดลองเคลื่อนที่ได้ (จากจุดบนสุดของพื้นเอียง) จะเพิ่มขึ้นหรือไม่ คำถามนี้อาจเริ่มต้นด้วยข้อความที่ว่า “อะไรจะเกิดขึ้น ถ้า...” ซึ่งนำนักเรียนไปสู่การลองทำบางสิ่งบางอย่าง เพื่อสังเกตผลที่จะเกิดขึ้นว่าเป็นไปตามที่ตนเองคิดไว้หรือไม่

ปฏิกิริยาเคมีเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดสารใหม่ที่มีสมบัติต่างจากสารเดิม สารก่อนการเปลี่ยนแปลง เรียกว่า ผลิตภัณฑ์ ในขณะที่เกิดปฏิกิริยาเคมี นอกจากได้สารใหม่แล้วยังอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านอื่น ๆ อีกด้วย เช่น การเปลี่ยนแปลงพลังงานในชีวิตประจำวันจะพบเห็นการเปลี่ยนแปลงจำนวนมากที่เป็นการเกิดปฏิกิริยาเคมี หลายปฏิกิริยาเกิดขึ้นภายในเวลาอันรวดเร็ว เช่น การเผาไหม้ของแก๊สหุงต้มหรือน้ำเบนซิน การระเบิดของดินปืน แต่บางปฏิกิริยาเกิดขึ้นช้ามาก เช่น การเกิดสนิทเหล็ก การเน่าเปื่อยของซากสัตว์ ซึ่งอัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความเข้มข้นของสาร อุณหภูมิ พื้นที่ผิว ตัวเร่งปฏิกิริยา ตัวหน่วงปฏิกิริยา และธรรมชาติของสาร ผลของปัจจัยดังกล่าวสามารถหาได้จากการทดลอง การที่สามารถปรับเปลี่ยนและควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ดังกล่าวได้ ทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากปฏิกิริยาได้อย่างกว้างขวาง

7. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 2.1 ทักษะการคิดวิเคราะห์ 2.2 ทักษะการสื่อสาร 2.3 ทักษะการทำงานร่วมกัน 2.4 ทักษะการนำความรู้ไปใช้	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน 4. มีความซื่อสัตย์

8. กิจกรรมการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค: เทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า (Verbal design of stuies)

ขั้นที่ 1 K–What I already know (40 นาที)

1. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 25 ข้อ โดยใช้เวลา 20 นาที เพื่อนำไปสู่การศึกษาในเรื่องคำถามทางวิทยาศาสตร์

2. ครูให้นักเรียนเล่นเกม 20 คำถาม โดยครูเขียนข้อความไว้ในกระดาษ แล้วให้นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ครูเขียนในกระดาษเป็นคำถามที่ถามแล้วลงท้ายคำถามด้วยคำว่าใช่หรือไม่ ทีละคน จนครบ แล้วให้ช่วยกันตอบว่า สิ่งที่ครูเขียนนั้นคืออะไร

3. ครูอธิบายเกี่ยวกับคำถามทางวิทยาศาสตร์ พร้อมยกตัวอย่างคำถามวิทยาศาสตร์ประเภทต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักประเภทของคำถามทางวิทยาศาสตร์

4. ครูถามคำถาม BIG QUESTION ว่า สาร 2 ชนิด จะเกิดปฏิกิริยาเคมีกันได้อย่างไร (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยไม่เน้นถูกผิด)

(แนวตอบ: สาร 2 ชนิดรวมตัวกัน แล้วเปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์ (สารใหม่) ที่มีสมบัติต่างไปจากเดิม)

5. นักเรียนช่วยกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นคำตอบจากคำถาม เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

6. แล้วแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 4–5 คน โดยคละความสามารถในการเรียนรู้ ครูแจกใบงานที่ 1 K–W–L เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยครูอธิบายว่า ใช่ช่อง K ให้นักเรียนเขียนสิ่งที่รู้เกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาลงไป

ขั้นที่ 2 W–What I want to know (30นาที)

7. ครูให้นักเรียนระดมความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่อยากรู้เกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยเขียนในรูปของประโยคคำถามที่เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนคำถามลงในช่องที่ 2 W–What I want to know ครูอธิบายว่า คำถามเหล่านี้จะเป็นเสมือนวัตถุประสงค์ที่นักเรียนต้องการเรียนรู้เกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งนักเรียนจะได้คำตอบจากการศึกษาจากเนื้อหาเรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ขั้นที่ 3 L–What I have learnd (50นาที)

8. ให้แต่ละกลุ่มออกแบบวิธีการศึกษาหาคำตอบ การออกแบบนักเรียนต้องคำนึงว่าตัวแปรต้นและตัวแปรตามคืออะไร วิธีการวัดค่าของตัวแปรเหล่านั้นเป็นอย่างไร ปัจจัยอะไรบ้าง

ที่ต้องได้รับการควบคุมให้คงตัว การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูลควรเป็นอย่างไร และผลที่ได้จะตอบคำถามนั้นอย่างไร แล้ว เขียนลงในช่อง L- What I have learnd ของใบงาน

9. ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการที่ตนเองออกแบบ แล้วร่วมกันวิพากษ์วิธีการที่ออกแบบนั้น แล้วร่วมกันสรุปว่า คำถามทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนตั้งขึ้นมา สามารถนำมาสู่การทดลองได้หรือไม่ และได้รับความรู้ใหม่เกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีอะไรบ้าง

10. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกที่ 1 เรื่อง การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	**วิธีวัด**	**เครื่องมือ**	**เกณฑ์การประเมิน**
7.1 ทดสอบก่อนเรียน เรื่อง การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์	ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน	แบบทดสอบก่อนเรียน	ประเมินตามสภาพจริง
7.2 แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่องการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย	ตรวจแบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย	แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
7.3 พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้

1.1 หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์กายภาพ 1 (เคมี)

1.2 ใบงานที่ 1 เรื่อง ตาราง K-W-L การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย

1.3 แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย

1.4 PowerPoint เรื่อง การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์

1.5 PowerPoint เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

2. แหล่งการเรียนรู้

2.1 ห้องเรียน

2.2 ห้องสมุด

2.3 แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

ใบงานที่ 4.1

เรื่อง การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย

ชื่อ–สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

<u>คำชี้แจง</u>: ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

ปฏิกิริยาการสลายตัวของโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตหรือเบกกิ้งโซดา

เวลาที่เราทำขนมประเภทเค้กหรือขนมปัง จำเป็นต้องมีเบกกิ้งโซดาหรือผงฟู (มีเบกกิ้งโซดาเป็นส่วนประกอบ) เป็นหนึ่งในส่วนผสม และเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เบกกิ้งโซดาซึ่งมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอนเนตหรือโซเดียมไบคาร์บอเนต จะเกิดปฏิกิริยาการสลายตัวและได้คาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ซึ่งก๊าซนี้เองที่ทำให้ขนมฟูนุ่มน่ารับประทาน

ให้นักเรียนตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนายจากข้อความดังกล่าวมา 2 คำถาม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ให้นักเรียนตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย เกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี มา 5 คำถาม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 4.1

เฉลย

เรื่อง การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย

<u>คำชี้แจง</u> : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

ปฏิกิริยาการสลายตัวของโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตหรือเบกกิ้งโซดา

เวลาที่เราทำขนมประเภทเค้กหรือขนมปัง จำเป็นต้องมีเบกกิ้งโซดาหรือผงฟู (มีเบกกิ้งโซดาเป็นส่วนประกอบ) เป็นหนึ่งในส่วนผสม และเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เบกกิ้งโซดาซึ่งมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอนเนตหรือโซเดียมไบคาร์บอเนต จะเกิดปฏิกิริยาการสลายตัวและได้คาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ซึ่งก๊าซนี้เองที่ทำให้ขนมฟูนุ่มน่ารับประทาน

ให้นักเรียนตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์จากข้อความดังกล่าวมา 2 คำถาม

ครูผู้สอนพิจารณาคำตอบ

---

2. ให้นักเรียนตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย เกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี มา 5 คำถาม

ครูผู้สอนพิจารณาคำตอบ

ใบงานที่ 1

เรื่อง ตาราง K-W-L การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย

K (What I already know) **เรื่องที่รู้แล้ว**	W (what I want to know) **เรื่องที่ต้องการรู้เพิ่ม**	L (what I have learned) **วิธีการศึกษาค้นคว้า**

9. บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้

- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์

- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))

- ปัญหา/อุปสรรค

- แนวทางการแก้ไข

---

9. ความเห็นของผู้บริหารสถานศึกษาหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

ข้อเสนอแนะ ----------

ลงชื่อ ว่าที่ ร.ท.

(ณัฐรัชต์ ใหญ่ผา)

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียน

แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน

แบบประเมินตารางกิจกรรม KWL

<u>คำชี้แจง</u>: ให้ผู้สอนประเมินผลงาน/ชิ้นงานของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วขีด ✓ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
		4	3	2	1
1	ความสอดคล้องกับจุดประสงค์				
2	ความถูกต้องของเนื้อหา				
3	ความคิดสร้างสรรค์				
4	ความตรงต่อเวลา				
รวม					

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(นางสาวพัชริน โนวิชัย)

...../...../.....

เกณฑ์ประเมินตารางกิจกรรม KWL

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ผลงานตรงกับจุดประสงค์ที่กำหนด	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์ทุกประเด็น	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เป็นส่วนใหญ่	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์บางประเด็น	ผลงานไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
2. ผลงานมีความถูกต้องสมบูรณ์	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องครบถ้วน	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นบางประเด็น	เนื้อหาสาระของผลงานไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
3. ผลงานมีความคิดสร้างสรรค์	ผลงานแสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์แปลกใหม่และเป็นระบบ	ผลงานมีแนวคิดแปลกใหม่แต่ยังไม่เป็นระบบ	ผลงานมีความน่าสนใจ แต่ยังไม่มีแนวคิดแปลกใหม่	ผลงานไม่แสดงแนวคิดใหม่
4. ผลงานมีความเป็นระเบียบ	ผลงานมีความเป็นระเบียบแสดงออกถึงความประณีต	ผลงานส่วนใหญ่มีความเป็นระเบียบแต่ยังมีข้อบกพร่องเล็กน้อย	ผลงานมีความเป็นระเบียบแต่มีข้อบกพร่องบางส่วน	ผลงานส่วนใหญ่ไม่เป็นระเบียบและมีข้อบกพร่องมาก

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14–16	**ดีมาก**
11–13	**ดี**
8–10	**พอใช้**
ต่ำกว่า 8	**ปรับปรุง**

แบบประเมินการปฏิบัติการ

<u>คำชี้แจง</u>: ให้ผู้สอนประเมินการปฏิบัติการของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	การปฏิบัติการทดลอง				
2	ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติการ				
3	การนำเสนอ				
รวม					

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(นางสาวพัชริน โนวิชัย)

...../...../.....

เกณฑ์การประเมินการปฏิบัติการ

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. การปฏิบัติการทดลอง	ทำการทดลองตามขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง	ทำการทดลองตามขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง แต่อาจต้องได้รับคำแนะนำบ้าง	ต้องให้ความช่วยเหลือบ้างในการทำการทดลองและการใช้อุปกรณ์	ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการทำการทดลองและการใช้อุปกรณ์
2. ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติการ	มีความคล่องแคล่วในขณะทำการทดลองโดยไม่ต้องได้รับคำชี้แนะ และทำการทดลองเสร็จทันเวลา	มีความคล่องแคล่วในขณะทำการทดลอง แต่ต้องได้รับคำแนะนำบ้าง และทำการทดลองเสร็จทันเวลา	ขาดความคล่องแคล่วในขณะทำการทดลอง จึงทำการทดลองเสร็จไม่ทันเวลา	ทำการทดลองเสร็จไม่ทันเวลา และทำอุปกรณ์เสียหาย
3. การบันทึกสรุปและนำเสนอผลการทดลอง	บันทึกและสรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง รัดกุม นำเสนอผลการทดลองเป็นขั้นตอนชัดเจน	บันทึกและสรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง แต่การนำเสนอผลการทดลองยังไม่เป็นขั้นตอน	ต้องให้คำแนะนำในการบันทึก สรุป และนำเสนอผลการทดลอง	ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการบันทึก สรุป และนำเสนอผลการทดลอง

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
10–12	**ดีมาก**
7–9	**ดี**
4–6	**พอใช้**
0–3	**ปรับปรุง**

แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

<u>คำชี้แจง</u>: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	ความถูกต้องของเนื้อหา	☐	☐	☐
2	ความคิดสร้างสรรค์	☐	☐	☐
3	วิธีการนำเสนอผลงาน	☐	☐	☐
4	การนำไปใช้ประโยชน์	☐	☐	☐
5	การตรงต่อเวลา	☐	☐	☐
รวม				

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(นางสาวพัชริน โนวิชัย)

...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินสมบูรณ์ชัดเจนให้ 3 คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินเป็นส่วนใหญ่ให้ 2 คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินบางส่วนให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14–15	**ดีมาก**
11–13	**ดี**
8–10	**พอใช้**
ต่ำกว่า 8	**ปรับปรุง**

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล

<u>คำชี้แจง</u>: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	การแสดงความคิดเห็น	☐	☐	☐
2	การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	☐	☐	☐
3	การทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	☐	☐	☐
4	ความมีน้ำใจ	☐	☐	☐
5	การตรงต่อเวลา	☐	☐	☐
รวม				

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(นางสาวพัชริน โนวิชัย)

...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอให้ 3 คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้งให้ 2 คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้งให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14–15	**ดีมาก**
11–13	**ดี**
8–10	**พอใช้**
ต่ำกว่า 8	**ปรับปรุง**

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

<u>คำชี้แจง</u>: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	ชื่อ–สกุลของนักเรียน	การแสดงความคิดเห็น			การยอมรับฟังคนอื่น			การทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย			ความมีน้ำใจ			การมีส่วนร่วมในการปรับปรุงผลงานกลุ่ม			รวม 15 คะแนน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(นางสาวพัชริน โนวิชัย)

...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอให้ 3 คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้งให้ 2 คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้งให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14–15	**ดีมาก**
11–13	**ดี**
8–10	**พอใช้**
ต่ำกว่า 8	**ปรับปรุง**

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

<u>คำชี้แจง</u>: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

คุณลักษณะอันพึงประสงค์	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	1.1 ยืนตรงเคารพธงชาติ และร้องเพลงชาติได้			
	1.2 เข้าร่วมกิจกรรมที่สร้างความสามัคคีปรองดอง และเป็นประโยชน์ต่อโรงเรียน			
	1.3 เข้าร่วมกิจกรรมทางศาสนาที่ตนนับถือ ปฏิบัติตามหลักศาสนา			
	1.4 เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับสถาบันพระมหากษัตริย์ตามที่โรงเรียนจัดขึ้น			
2. ซื่อสัตย์ สุจริต	2.1 ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง			
	2.2 ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้อง			
3. มีวินัย รับผิดชอบ	3.1 ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบข้อบังคับของครอบครัว มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน			
4. ใฝ่เรียนรู้	4.1 รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์และนำไปปฏิบัติได้			
	4.2 รู้จักจัดสรรเวลาให้เหมาะสม			
	4.3 เชื่อฟังคำสั่งสอนของบิดา-มารดา โดยไม่โต้แย้ง			
	4.4 ตั้งใจเรียน			
5. อยู่อย่างพอเพียง	5.1 ใช้ทรัพย์สินและสิ่งของของโรงเรียนอย่างประหยัด			
	5.2 ใช้อุปกรณ์การเรียนอย่างประหยัดและรู้คุณค่า			
	5.3 ใช้จ่ายอย่างประหยัดและมีการเก็บออมเงิน			
6. มุ่งมั่นในการทำงาน	6.1 มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย			
	6.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ			

คุณลักษณะอันพึงประสงค์	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
7. รักความเป็นไทย	7.1 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย			
	7.2 เห็นคุณค่าและปฏิบัติตนตามวัฒนธรรมไทย			
8. มีจิตสาธารณะ	8.1 รู้จักช่วยพ่อแม่ ผู้ปกครอง และครูทำงาน			
	8.2 รู้จักการดูแลรักษาทรัพย์สมบัติและสิ่งแวดล้อมของห้องเรียนและโรงเรียน			

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(นางสาวพัชริน โนวิชัย)

...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอให้ 3 คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้งให้ 2 คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้งให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
51–60	ดีมาก
41–50	ดี
30–40	พอใช้
ต่ำกว่า 30	ปรับปรุง

แบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกตอบข้อที่ถูกต้อง
จากข้อความ ใช้ตอบคำถาม ข้อ 1–3

แป้งขนมปัง

การทำแป้งขนมปัง คนทำขนมปังจะผสมแป้ง น้ำ เกลือ และยีสต์เข้าด้วยกัน หลังจากผสมแล้วเก็บแป้งขนมปังไว้ในภาชนะหลายชั่วโมงเพื่อให้เกิดการหมัก ในระหว่างหมักมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเกิดขึ้นในแป้ง โดยยีสต์ (เห็ดราเซลล์เดียว) จะเปลี่ยนแป้งและน้ำตาลในแป้งขนมปังให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์ หลังจากผสมแป้งขนมปังแล้วสองถึงสามชั่วโมง คนทำขนมปังชั่งแป้งขนมปังและสังเกตว่ามวลของแป้งขนมปังลดลง เมื่อขนมปังที่ฟูขึ้น (ตั้งไว้ให้ฟูขึ้น) ถูกอบในตู้อบ ฟองอากาศและไอน้ำในแป้งขนมปังจะขยายตัว

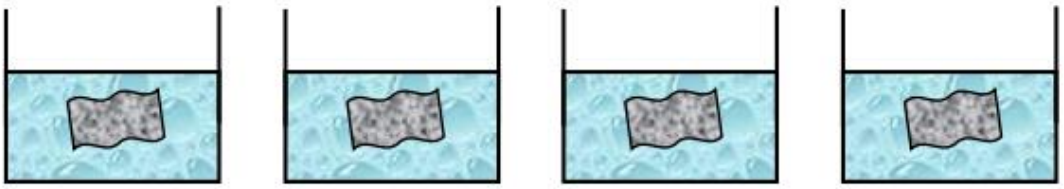
1. ข้อใดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ
   ก. การหมักขนมปังทำไมขนมปังจึงฟูขึ้นได้
   ข. จะเกิดอะไรขึ้นถ้าไม่ใส่ยีสต์ในการผสมแป้งขนมปัง
   ค. การใส่ยีสต์ในปริมาณที่ต่างกัน จะส่งผลต่อมวลของแป้งขนมปังหรือไม่
   ง. ควรเก็บแป้งที่ผสมแล้วไว้ในที่ร้อนหรือเย็น จึงจะทำให้แป้งขนมปังฟูน่ากินกว่ากัน

2. ข้อใดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทดลอง
   ก. การหมักขนมปังทำไมขนมปังจึงฟูขึ้นได้
   ข. จะเกิดอะไรขึ้นถ้าไม่ใส่ยีสต์ในการผสมแป้งขนมปัง
   ค. การใส่ยีสต์ในปริมาณที่ต่างกัน จะส่งผลต่อมวลของแป้งขนมปังหรือไม่
   ง. ควรเก็บแป้งที่ผสมแล้วไว้ในที่ร้อนหรือเย็น จึงจะทำให้แป้งขนมปังฟูน่ากินกว่ากัน

3. ข้อใดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย
   ก. การหมักขนมปังทำไมขนมปังจึงฟูขึ้นได้
   ข. จะเกิดอะไรขึ้นถ้าไม่ใส่ยีสต์ในการผสมแป้งขนมปัง
   ค. การใส่ยีสต์ในปริมาณที่ต่างกัน จะส่งผลต่อมวลของแป้งขนมปังหรือไม่
   ง. ควรเก็บแป้งที่ผสมแล้วไว้ในที่ร้อนหรือเย็น จึงจะทำให้แป้งขนมปังฟูน่ากินกว่ากัน

พิจารณาการทดลองต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 4

ทดลองนำผ้าขาวขนาด 10 x 10 เซนติเมตร จำนวน 4 ชิ้น แช่ในน้ำโคลนแล้วทำให้แห้ง จากนั้นนำไปแช่ผงซักฟอกยี่ห้อหนึ่งในอ่างขนาดเท่ากัน ปริมาตรน้ำเท่ากัน แช่ผ้าอย่างละ 1 ชิ้น เป็นเวลา 1 ชั่วโมง (ดังภาพ) หลังการทดลองสังเกตความสะอาดของผ้า



ผงซักฟอก 1 ถ้วย น้ำอุณหภูมิห้อง (อ่างที่ 1)	ผงซักฟอก 1 ถ้วย น้ำเดือด (อ่างที่ 2)	ผงซักฟอก 2 ถ้วย น้ำอุณหภูมิห้อง (อ่างที่ 3)	ผงซักฟอก 2 ถ้วย น้ำเดือด (อ่างที่ 4)

4. ข้อใดเป็นคำถามที่นำมาสู่การทดลองดังกล่าว

ก. ระยะเวลาและอุณหภูมิในการแช่มีผลต่อการขจัดคราบหรือไม่

ข. อุณหภูมิของน้ำและความสกปรกของผ้ามีผลต่อการขจัดคราบสกปรกหรือไม่

ค. ความเข้มข้นของผงซักฟอกและอุณหภูมิของน้ำมีผลต่อการขจัดคราบสกปรกหรือไม่

ง. ความสกปรกของผ้าและความเข้มข้นของผงซักฟอกมีผลต่อการขจัดคราบสกปรกหรือไม่

5. “ระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับสังกะสี โลหะชนิดใดทำปฏิกิริยากับกรดได้เร็วกว่า” เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด

ก. คำถามวิทยาศาสตร์เชิงทดลอง

ข. คำถามวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ

ค. คำถามวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน

ง. คำถามวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้าง

6. “อุณหภูมิส่งผลต่ออัตราการทำปฏิกิริยาของโลหะแมกนีเซียมกับน้ำหรือไม่”เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด

ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทดลอง

ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ

ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน

ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้าง

7. “สารอะไรบ้างที่ทำปฏิกิริยากับกรดได้” เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด

ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทดลอง

ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงสำรวจ

ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ

ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน

8. ข้อใดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้าง

ก. เราจะทำอย่างไรให้รู้ว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น

ข. ปฏิกิริยาใดที่มีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วที่สุด

ค. ความเข้มข้นส่งผลต่ออัตราการละลายของเกลือในน้ำหรือไม่

ง. การเก็บรักษาผลไม้ ไวในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ จะทำให้ผลไม้สดอยู่ได้นานหรือไม่

9. ข้อใดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงหาความสัมพันธ์

ก. สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

ข. ถ้าใส่โลหะแมกนีเซียมลงในกรดแอซิติก ผลที่เกิดขึ้นคืออะไร

ค. ถ้าต้องการเพิ่มอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีทำได้ด้วยวิธีการใด

ง. การเพิ่มความเข้มข้นของสารเริ่มต้น และการเพิ่มอุณหภูมิ จะช่วยให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเร็วขึ้นได้หรือไม่

10. ข้อใดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย

ก. เมื่อความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตน้อยลง เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาจะมากขึ้นด้วยหรือไม่

ข. สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอกริก ทำให้เกิดตะกอนสีขาวใช่หรือไม่

ค. สมการของปฏิกิริยาระหว่างสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตกับกรดไฮโดรคลอริกเขียนได้อย่างไร

ง. ถ้าปรับเปลี่ยนความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมากขึ้น จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นด้วยหรือไม่

11. ข้อใดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้าง

ก. เราจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกเพิ่มขึ้นได้อย่างไร"

ข. สมการของปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกเขียนได้อย่างไร

ค. ถ้าปรับเปลี่ยนความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ผลการทดลองที่ได้จะเป็นอย่างไร

ง. ถ้าใช้ลวดแมกนีเซียมแบบยาวกับลวดแมกนีเซียมที่พับ ทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอกริก ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

12. ข้อใดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ

ก. การจุดพลุ หรือดอกไม้ไฟ จะได้สิ่งใดเป็นผลิตภัณฑ์

ข. การจุดดอกไม้ไฟเป็นการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด

ค. ตะกอนสีเหลืองจากการทำปฏิกิริยาระหว่าง $Pb(NO_3)_2$ กับ KI น่าจะเป็นสารใด

ง. ปฏิกิริยาใดเกิดขึ้นเร็วที่สุด ระหว่าการจุดพลุ การเกิดสนิมเหล็ก และการเผาไหม้ของกระดาษ

13. ข้อใดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทดลอง

ก. ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาหรือไม่ อย่างไร

ข. สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอกริก ผลที่เกิดขึ้นคืออะไร

ค. สมการของปฏิกิริยาระหว่างสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตกับกรดไฮโดรคลอริก เขียนได้อย่างไร

ง. ถ้าปรับเปลี่ยนความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ผลการทดลองที่ได้จะเป็นอย่างไร

14. ข้อใดไม่เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงสำรวจ

ก. ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันของนักเรียนมีอะไรบ้าง

ข. สารตั้งต้นในการเกิดสนิมของกระป๋องบรรจุอาหาร คืออะไรบ้าง

ค. โลหะชนิดใดที่เกิดปฏิกิริยาได้ยาก สามารถอยู่ได้อย่างอิสระได้ในธรรมชาติ

ง. จะทดสอบปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้อย่างไรบ้าง

15. มีวิธีการตรวจสอบอย่างไรว่าอุณหภูมิมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นคำถามประเภทใด

ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทดลอง

ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ

ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน

ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้าง

16. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นคำถามประเภทใด

ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทดลอง

ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ

ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงความสัมพันธ์

ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน

17. ข้อใดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ

ก. การเพิ่มอุณหภูมิมีผลทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้นเพราะเหตุใด

ข. การนำเนื้อหมูแช่ในช่องแช่แข็ง มีผลต่ออัตราการเน่าเสียหรือไม่

ค. ระหว่างใช้สังกะสีผงละเอียดกับแผ่นสังกะสี ทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกแบบใดจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเร็วกว่า

ง. จากปฏิกิริยา $CO(g) + Cl_2(g) \rightarrow COCl_2(g)$ ถ้าเพิ่มความดันของแก๊ส $Cl_2(g)$ เป็น 2 เท่า ผลจะเป็นอย่างไร

18. ข้อใดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย

ก. การเติมตัวเร่งปฏิกิริยาจะมีผลอย่างไร

ข. ปรากฏการณ์เรือนกระจก เป็นผลมาจากปฏิกิริยาเคมีหรือไม่

ค. การเพิ่มอุณหภูมิมีผลทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้นเพราะเหตุใด

ง. การเปลี่ยนขนาดภาชนะที่บรรจุสารละลายที่ทำปฏิกิริยาจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเพิ่มขึ้นหรือไม่

19. ข้อใดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทดลอง

ก. ความเข้มข้นส่งผลต่ออัตราการละลายของเกลือในน้ำหรือไม่

ข. สารตั้งต้นในการเกิดสนิมของกระป๋องบรรจุอาหาร คืออะไรบ้าง

ค. การเพิ่มอุณหภูมิมีผลทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้นเพราะเหตุใด

ง. สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอกริก ผลที่เกิดขึ้นคืออะไร

20. ข้อใดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทดลอง

ก. ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมีอะไรบ้าง

ข. ถ้าใส่โลหะแมกนีเซียมลงในกรดแอซิติก ผลที่เกิดขึ้นคืออะไร

ค. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

ง. ปฏิกิริยา $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$ ถ้าถ้าเติมผงนิกเกิลลงไป ผลจะเป็นอย่างไร

21. ในการหมักไวน์ ถ้าจะเพิ่มความเข้มข้น ความดัน พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ปัจจัยใดจะทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด

ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย
ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ
ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน
ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้าง

22. ถ้าใส่โซเดียมคลอไรด์ ลงในน้ำต้มผักจะทำให้ผักมีสีเขียวน่ารับประทานหรือไม่ เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด

ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย
ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทดลอง
ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ
ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน

23. ปฏิกิริยาการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จะได้แก๊สอะไร เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด

ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงสำรวจ
ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ
ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน
ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้าง

24. ปัญหาที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีในโรงเรียนมีอะไรบ้าง เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด

ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงสำรวจ
ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทดลอง
ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ
ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน

25. ในการศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่างหินปูนที่มากเกินพอกับกรด HCl ที่มีความเข้มข้น 0.1 mol/dm^3 ปริมาณ 20 cm^3 ที่ 20°C ถ้าเปลี่ยนความเข้มข้นของกรดเป็น 0.5 mol/dm^3 ในปริมาณและอุณหภูมิเท่าเดิมอัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น และผลิตภัณฑ์มากขึ้นหรือไม่ เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด

ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงสำรวจ

ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย

ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน

ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้าง

เฉลยคำตอบ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

ข้อที่	คำตอบ
1	ง. ควรเก็บแป้งที่ผสมแล้วไว้ในที่ร้อนหรือเย็น จึงจะทำให้แป้งขนมปังฟูน่ากินกว่ากัน
2	ค. การใส่ยีสต์ในปริมาณที่ต่างกัน จะส่งผลต่อมวลของแป้งขนมปังหรือไม่
3	ข. จะเกิดอะไรขึ้นถ้าไม่ใส่ยีสต์ในการผสมแป้งขนมปัง
4	ค. ความเข้มข้นของผงซักฟอกและอุณหภูมิของน้ำมีผลต่อการขจัดคราบสกปรกหรือไม่
5	ข. คำถามวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ
6	ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทดลอง
7	ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงสำรวจ
8	ก. เราจะทำอย่างไรให้รู้ว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น
9	ก. สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร
10	ก. เมื่อความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตน้อยลง เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาจะมากขึ้นด้วยหรือไม่
11	ก. เราจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกเพิ่มขึ้นได้อย่างไร"
12	ง. ปฏิกิริยาใดเกิดขึ้นเร็วที่สุด ระหว่าการจุดพลุ การเกิดสนิมเหล็ก และการเผาไหม้ของกระดาษ
13	ก. ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาหรือไม่ อย่างไร
14	ง. จะทดสอบปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้อย่างไรบ้าง
15	ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้าง
16	ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงความสัมพันธ์
17	ค. ระหว่างใช้สังกะสีผงละเอียดกับแผ่นสังกะสี ทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกแบบใดจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเร็วกว่า
18	ง. การเปลี่ยนขนาดภาชนะที่บรรจุสารละลายที่ทำปฏิกิริยาจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเพิ่มขึ้นหรือไม่
19	ก. ความเข้มข้นส่งผลต่ออัตราการละลายของเกลือในน้ำหรือไม่
20	ค. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

ข้อที่	คำตอบ
21	ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ
22	ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย
23	ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงสำรวจ
24	ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงสำรวจ
25	ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย

แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า (Verbal design of studies) เพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

****

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างตามรายการประเมิน[1]ที่ท่านคิดว่ามีความเหมาะสมและมีคุณภาพ โดยมีเกณฑ์การประเมิน ระดับคุณภาพ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
ระดับ 4 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก
ระดับ 3 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
ระดับ 2 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย
ระดับ 1 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้					
1. เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและซักถามข้อสงสัย					
2. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
3. ส่งเสริมให้นักเรียนมีการพูด/อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น					
4. ส่งเสริมสนับสนุนให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม					
5. เปิดโอกาสให้นักเรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเอง					
6. นักเรียนได้เรียนรู้ตามลำดับขั้นตอน					
7. ส่งเสริมให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง					
8. นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง					
9. นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินตนเองและเพื่อน					
10. นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน					
ด้านความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้					
11. เชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนเข้ากับชีวิตจริง					

[1] https://www.kruchiangrai.net/2019/12/12/แบบประเมินแผนการจัดการ/

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
12. ใช้กิจกรรมที่เน้นการฝึกปฏิบัติ					
13. สร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับกลุ่ม					
14. เน้นกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม/ทีม					
15. จัดสิ่งแวดล้อม และบรรยากาศการเรียนที่แจ่มใสและเป็นมิตร					
16. ใช้สื่อสอดคล้องกับเนื้อหา และเทคนิควิธีสอน					
17. จัดกิจกรรมได้สอดคล้อง และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
18. มีการประเมินผล					
19. ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมินตนเองและเพื่อน					
20. เชื่อมโยงการเรียนรู้บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านโดยการให้ดุลยพินิจดังนี้

−1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
0 เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
+1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อสอบ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความสอดคล้อง		
		+1	0	−1
1. ข้อใดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ ก. การหมักขนมปังทำไมขนมปังจึงฟูขึ้นได้ ข. จะเกิดอะไรขึ้นถ้าไม่ใส่ยีสต์ในการผสมแป้งขนมปัง ค. การใส่ยีสต์ในปริมาณที่ต่างกัน จะส่งผลต่อมวลของแป้งขนมปังหรือไม่ ง. ควรเก็บแป้งที่ผสมแล้วไว้ในที่ร้อนหรือเย็นจึงจะทำให้แป้งขนมปังฟูน่ากินกว่ากัน **(เฉลย ข้อ ง.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบได้			
2. ข้อใดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเหตุและผล ก. การหมักขนมปังทำไมขนมปังจึงฟูขึ้นได้ ข. จะเกิดอะไรขึ้นถ้าไม่ใส่ยีสต์ในการผสมแป้งขนมปัง ค. การใส่ยีสต์ในปริมาณที่ต่างกัน จะส่งผลต่อมวลของแป้งขนมปังหรือไม่ ง. ควรเก็บแป้งที่ผสมแล้วไว้ในที่ร้อนหรือเย็นจึงจะทำให้แป้งขนมปังฟูน่ากินกว่ากัน **(เฉลย ข้อ ค.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเหตุและผลได้			

ข้อสอบ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความสอดคล้อง		
		+1	0	–1
3. ข้อใดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย ก. การหมักขนมปังทำไมขนมปังจึงฟูขึ้นได้ ข. จะเกิดอะไรขึ้นถ้าไม่ใส่ยีสต์ในการผสมแป้งขนมปัง ค. การใส่ยีสต์ในปริมาณที่ต่างกัน จะส่งผลต่อมวลของแป้งขนมปังหรือไม่ ง. ควรเก็บแป้งที่ผสมแล้วไว้ในที่ร้อนหรือเย็นจึงจะทำให้แป้งขนมปังฟูน่ากินกว่ากัน **(เฉลย ข้อ ข.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนายได้			
4. ข้อใดเป็นคำถามเชิงเหตุและผลที่นำมาสู่การทดลองดังกล่าว ก. ระยะเวลาและอุณหภูมิในการแช่มีผลต่อการขจัดคราบหรือไม่ ข. อุณหภูมิของน้ำและความสกปรกของผ้ามีผลต่อการขจัดคราบสกปรกหรือไม่ ค. ความเข้มข้นของผงซักฟอกและอุณหภูมิของน้ำมีผลต่อการขจัดคราบสกปรกหรือไม่ ง. ความสกปรกของผ้าและความเข้มข้นของผงซักฟอกมีผลต่อการขจัดคราบสกปรกหรือไม่ **(เฉลย ข้อ ค.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเหตุและผลได้			
5. “ระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับสังกะสี โลหะชนิดใดทำปฏิกิริยากับกรดได้เร็วกว่า” เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด ก. คำถามวิทยาศาสตร์เชิงเหตุและผล ข. คำถามวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ ค. คำถามวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน ง. คำถามวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้าง **(เฉลย ข้อ ข.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบได้			

ข้อสอบ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความสอดคล้อง		
		+1	0	–1
6. “อุณหภูมิส่งผลต่ออัตราการทำปฏิกิริยาของโลหะแมกนีเซียมกับน้ำอย่างไร”เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้าง **(เฉลย ข้อ ก.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนายได้			
7. “สารอะไรบ้างที่ทำปฏิกิริยากับกรดได้” เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเหตุและผล ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงสำรวจ ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน **(เฉลย ข้อ ข.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงสำรวจได้			
8. ข้อใดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้าง ก. เราจะทำอย่างไรให้รู้ว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น ข. ปฏิกิริยาใดที่มีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วที่สุด ค. ความเข้มข้นส่งผลต่ออัตราการละลายของเกลือในน้ำหรือไม่ ง. การเก็บรักษาผลไม้ ไว้ในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำจะทำให้ผลไม้สดอยู่ได้นานหรือไม่ **(เฉลย ข้อ ก.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้างได้			

ข้อสอบ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความสอดคล้อง		
		+1	0	–1
9. ข้อใดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงหาค้นหาแบบแผน ก. สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร ข. ถ้าใส่โลหะแมกนีเซียมลงในกรดแอซิติกผลที่เกิดขึ้นคืออะไร ค. ถ้าต้องการเพิ่มอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีทำได้ด้วยวิธีการใด ง. การเพิ่มความเข้มข้นของสารเริ่มต้นและการเพิ่มอุณหภูมิ จะช่วยให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเร็วขึ้นได้หรือไม่ **(เฉลย ข้อ ก.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผนได้			
10. ข้อใดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย ก. เมื่อความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตน้อยลง เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาจะมากขึ้นด้วยหรือไม่ ข. สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอกริก ทำให้เกิดตะกอนสีขาวใช่หรือไม่ ค. สมการของปฏิกิริยาระหว่างสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตกับกรดไฮโดรคลอริกเขียนได้อย่างไร ง. ถ้าปรับเปลี่ยนความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมากขึ้น จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นด้วยหรือไม่ **(เฉลย ข้อ ก.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนายได้			

ข้อสอบ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความสอดคล้อง		
		+1	0	–1
11. ข้อใดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้าง ก. เราจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกเพิ่มขึ้นได้อย่างไร" ข. สมการของปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกเขียนได้อย่างไร ค. ถ้าปรับเปลี่ยนความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ผลการทดลองที่ได้จะเป็นอย่างไร ง. ถ้าใช้ลวดแมกนีเซียมแบบยาวกับลวดแมกนีเซียมที่พับ ทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอกริก ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร **(เฉลย ข้อ ก.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้างได้			
12. ข้อใดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ ก. การจุดพลุ หรือดอกไม้ไฟ จะได้สิ่งใดเป็นผลิตภัณฑ์ ข. การจุดดอกไม้ไฟเป็นการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด ค. ตะกอนสีเหลืองจากการทำปฏิกิริยาระหว่าง Pb(NO3)2 กับ KI น่าจะเป็นสารใด ง. ปฏิกิริยาใดเกิดขึ้นเร็วที่สุด ระหว่าการจุดพลุ การเกิดสนิมเหล็ก และการเผาไม้ของกระดาษ **(เฉลย ข้อ ง.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบได้			
13. ข้อใดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเหตุและผล ก. ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาหรือไม่อย่างไร	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเหตุและ			

ข้อสอบ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความสอดคล้อง		
		+1	0	–1
ข. สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอกริก ผลที่เกิดขึ้นคืออะไร ค. สมการของปฏิกิริยาระหว่างสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตกับกรดไฮโดรคลอริกเขียนได้อย่างไร ง. ถ้าปรับเปลี่ยนความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ผลการทดลองที่ได้จะเป็นอย่างไร **(เฉลย ข้อ ก.)**	ผลได้			
14. ข้อใดไม่เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงสำรวจ ก. ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันของนักเรียนมีอะไรบ้าง ข. สารตั้งต้นในการเกิดสนิมของกระป๋องบรรจุอาหาร คืออะไรบ้าง ค. โลหะชนิดใดที่เกิดปฏิกิริยาได้ยาก สามารถอยู่ได้อย่างอิสระได้ในธรรมชาติ ง. จะทดสอบปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้อย่างไรบ้าง **(เฉลย ข้อ ง.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงสำรวจได้			
15. มีวิธีการตรวจสอบอย่างไรว่าอุณหภูมิมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นคำถามประเภทใด ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเหตุและผล ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้าง **(เฉลย ข้อ ง.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้างได้			

ข้อสอบ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความสอดคล้อง		
		+1	0	–1
16. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นคำถามประเภทใด ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทดลอง ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงความสัมพันธ์ ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน **(เฉลย ข้อ ค.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผนได้			
17. ข้อใดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ ก. การเพิ่มอุณหภูมิมีผลทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้นเพราะเหตุใด ข. การนำเนื้อหมูแช่ในช่องแช่แข็ง มีผลต่ออัตราการเน่าเสียหรือไม่ ค. ระหว่างใช้สังกะสีผงละเอียดกับแผ่นสังกะสีทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก แบบใดจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเร็วกว่า ง. จากปฏิกิริยา $CO(g)+Cl_2(g) \longrightarrow COCl_2(g)$ ถ้าเพิ่มความดันของแก๊ส $Cl_2(g)$ เป็น 2 เท่า ผลจะเป็นอย่างไร **(เฉลย ข้อ ค.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบได้			
18. ข้อใดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย ก. การเติมตัวเร่งปฏิกิริยาจะมีผลอย่างไร ข. ปรากฏการณ์เรือนกระจก เป็นผลมาจากปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ ค. การเพิ่มอุณหภูมิมีผลทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้นเพราะเหตุใด	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนายได้			

ข้อสอบ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความสอดคล้อง		
		+1	0	–1
ง. การเปลี่ยนขนาดภาชนะที่บรรจุสารละลายที่ทำปฏิกิริยาจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเพิ่มขึ้นหรือไม่ **(เฉลย ข้อ ง.)**				
19. ข้อใดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเหตุและผล ก. ความเข้มข้นส่งผลต่ออัตราการละลายของเกลือในน้ำหรือไม่ ข. สารตั้งต้นในการเกิดสนิมของกระป๋องบรรจุอาหาร คืออะไรบ้าง ค. การเพิ่มอุณหภูมิมีผลทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้นเพราะเหตุใด ง. สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอกริก ผลที่เกิดขึ้นคืออะไร **(เฉลย ข้อ ก.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเหตุและผลได้			
20. ข้อใดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเหตุและผล ก. ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมีอะไรบ้าง ข. ถ้าใส่โลหะแมกนีเซียมลงในกรดแอซิติก ผลที่เกิดขึ้นคืออะไร ค. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร ง. ปฏิกิริยา $H_2 (g)+Cl_2 (g)\longrightarrow 2HCl(g)$ ถ้าเติมผงนิกเกิลลงไป ผลจะเป็นอย่างไร **(เฉลย ข้อ ค.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเหตุและผลได้			
21. ในการหมักไวน์ ถ้าจะเพิ่มความเข้มข้น ความดัน พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ปัจจัยใดจะทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์			

ข้อสอบ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความสอดคล้อง		
		+1	0	–1
ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้าง **(เฉลย ข้อ ข.)**	เชิงเปรียบเทียบได้			
22. ถ้าใส่โซเดียมคลอไรด์ ลงในน้ำต้มผักจะทำให้ผักมีสีเขียวน่ารับประทานหรือไม่ เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเหตุและผล ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน **(เฉลย ข้อ ก.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนายได้			
23. ปฏิกิริยาการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะได้แก๊สอะไร เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงสำรวจ ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้าง **(เฉลย ข้อ ก.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงสำรวจได้			
24. ปัญหาที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีในโรงเรียนมีอะไรบ้าง เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงสำรวจ ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเหตุและผล ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน **(เฉลย ข้อ ก.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงสำรวจได้			

ข้อสอบ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความสอดคล้อง		
		+1	0	–1
25. ในการศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่างหินปูนที่มากเกินพอกับกรด HCl ที่มีความเข้มข้น 0.1 mol/dm3 ปริมาณ 20 cm3 ที่ 20°C ถ้าเปลี่ยนความเข้มข้นของกรดเป็น 0.5 mol/dm3 ในปริมาณ และอุณหภูมิเท่าเดิม อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น และผลิตภัณฑ์มากขึ้นหรือไม่ เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงสำรวจ ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้าง **(เฉลย ข้อ ข.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนายได้			
26. สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต และ สารละลายกรดไฮโดรคลอริก เกิดปฏิกิริยากันสังเกตได้จากการเปลี่ยนสีของสารละลายหรือไม่ เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงสำรวจ ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเหตุและผล ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ **(เฉลย ข้อ ข.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเหตุและผลได้			
27. เราจะศึกษาผลของตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยาได้อย่างไร เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเหตุและผล ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้าง **(เฉลย ข้อ ง.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้างได้			

ข้อสอบ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความสอดคล้อง		
		+1	0	–1
28. การเติมตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยามีความสัมพันธ์กับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไรบ้าง เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเหตุและผล ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้าง **(เฉลย ข้อ ค.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผนได้			
29. คำถามในข้อใด เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเหตุและผล ก. การสังเกตจากการเกิดฟองแก๊สเป็นวิธีสังเกตว่าสารเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ ข. แมงกานีสซัลเฟตส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดออกซาลิกกับสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตหรือไม่ ค. การสลายตัวของไฮโดรเจนไฮดรอกไซด์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการทำขนมเค้กได้อย่างไร ง. สารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟตจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองแกมเขียวหลังจากเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกกับน้ำ หรือไม่ **(เฉลย ข้อ ข.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเหตุและผลได้			
30. ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นหรือลดลงจากอุณหภูมิห้อง เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาของโลหะแมกนีเซียมกับน้ำจะเป็นอย่างไร เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เหตุและผล ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเหตุและผลได้			

ข้อสอบ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความสอดคล้อง		
		+1	0	–1
ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้าง **(เฉลย ข้อ ข.)**				
31. ถ้าเปลี่ยนโลหะแมกนีเซียมเป็นโลหะทองแดงในการทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก โลหะชนิดใดจะเกิดปฏิกิริยาเคมีเร็วกว่า เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเหตุและผล ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน **(เฉลย ข้อ ค.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบได้			
32. การเติมตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวหน่วงปฏิกิริยาจะส่งผลต่อผลิตภัณฑ์อย่างไร เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเหตุและผล ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน **(เฉลย ข้อ ก.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนายได้			
33. จากสถานการณ์ต่อไปนี้ “ปรียาเป็นคนชอบทำอาหาร วันนี้เธออยากรับประทานเฉาก๊วย จึงซื้อเฉาก๊วยและน้ำตาลทราย มา 1 ถุง เพื่อทำน้ำเชื่อ ระหว่างที่เธอกำลังเคี่ยวน้ำเชื่อมบนเตาอยู่นั้น ลูกสาวของเธอก็ถามว่า ทำไมต้องเคี่ยวน้ำเชื่อมบนเตาไฟด้วย” ข้อใดเป็นการตั้งคำถามเชิงค้นหาแบบแผน ก. น้ำเชื่อมสำเร็จรูปมีขายที่ไหนบ้าง ข. จะออกแบบเครื่องเคี่ยวน้ำตาลอัตโนมัติอย่างไร	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผนได้			

ข้อสอบ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความสอดคล้อง		
		+1	0	–1
ค. เพราะเหตุใดปรียาจึงต้องเคี่ยวน้ำเชื่อมบนเตาไฟ ง. อะไรคือความสัมพันธ์ระหว่างการเคี่ยวน้ำเชื่อมกับอุณหภูมิ **(เฉลย ข้อ ง.)**				
34. ถ้าเราไม่ต้องการให้เหล็กเกิดสนิม ควรทำอย่างไร เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เหตุและผล ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้าง **(เฉลย ข้อ ง.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้างได้			
35. ปฏิกิริยาระหว่างหินปูนกับกรดไฮโดรคลอริก จะเกิดผลิตภัณฑ์เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เราจะออกแบบวิธีการทดสอบแก๊สได้อย่างไร เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เหตุและผล ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้าง **(เฉลย ข้อ ง.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้างได้			
36. รุ่งเดินเข้าไปในบ้านพบว่ามีสารเคมีหกอยู่จำนวนหนึ่ง หากรุ่งต้องการทราบว่า สารดังกล่าวเป็นกรดหรือไม่ จะมีวิธีตรวจสอบอย่างไร จึงจะเหมาะสมและปลอดภัย เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์			

ข้อสอบ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความสอดคล้อง		
		+1	0	–1
ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เหตุและผล ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้าง **(เฉลย ข้อ ค.)**	เชิงค้นหาแบบแผนได้			
37. A(s)+B(aq) Z(g) เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน ถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้ระบบ ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดเร็วขึ้นหรือไม่ เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เหตุและผล ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้าง **(เฉลย ข้อ ก.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนายได้			
38. แพทย์แนะนำให้เคี้ยวอาหารให้ละเอียดก่อนกลืน เราใช้ความรู้เรื่องปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยามาทดลอง เพื่อสนับสนุนสิ่งที่แพทย์แนะนำได้อย่างไร เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงทำนาย ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เหตุและผล ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้าง **(เฉลย ข้อ ค.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผนได้			
39. ที่โรงอาหารของโรงเรียนมีกิจกรรมใดที่ทำให้มีการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทาง			

ข้อสอบ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความสอดคล้อง		
		+1	0	–1
ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงสำรวจ ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เหตุและผล ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้าง **(เฉลย ข้อ ก.)**	วิทยาศาสตร์เชิงสำรวจได้			
40. อาหารใดบ้างที่นักเรียนห่อมารับประทานที่โรงเรียนเกิดจากการทำปฏิกิริยาเคมีของสารในชีวิตประจำวัน ก. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงสำรวจ ข. คำถามทางวิทยาศาสตร์เหตุและผล ค. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงค้นหาแบบแผน ง. คำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงออกแบบและการสร้าง **(เฉลย ข้อ ก.)**	นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์เชิงสำรวจได้			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

ภาคผนวก ค ผลการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตาราง 7 แสดงผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า เพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้			
1. เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและซักถามข้อสงสัย	4.67	0.58	มากที่สุด
2. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ส่งเสริมให้นักเรียนมีการพูด/อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	4.67	0.58	มากที่สุด
4. ส่งเสริมสนับสนุนให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	5.00	0.00	มากที่สุด
5. เปิดโอกาสให้นักเรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเอง	5.00	0.00	มากที่สุด
6. นักเรียนได้เรียนรู้ตามลำดับขั้นตอน	5.00	0.00	มากที่สุด
7. ส่งเสริมให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง	4.67	0.58	มากที่สุด
8. นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง	5.00	0.00	มากที่สุด
9. นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินตนเองและเพื่อน	4.67	0.58	มากที่สุด
10. นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	4.33	0.58	มาก
ด้านความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้			
11. เชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนเข้ากับชีวิตจริง	4.33	0.58	มาก
12. ใช้กิจกรรมที่เน้นการฝึกปฏิบัติ	5.00	0.00	มากที่สุด
13. สร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับกลุ่ม	4.33	0.58	มาก
14. เน้นกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม/ทีม	5.00	0.00	มากที่สุด

ตาราง 8 (ต่อ)

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
15. จัดสิ่งแวดล้อม และบรรยากาศการเรียนที่แจ่มใส และเป็นมิตร	5.00	0.00	มากที่สุด
16. ใช้สื่อสอดคล้องกับเนื้อหา และเทคนิควิธีสอน	4.67	0.58	มากที่สุด
17. จัดกิจกรรมได้สอดคล้อง และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
18. มีการประเมินผล	5.00	0.00	มากที่สุด
19. ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมินตนเองและเพื่อน	5.00	0.00	มากที่สุด
20. เชื่อมโยงการเรียนรู้บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น	4.00	0.00	มาก
เฉลี่ย	**4.77**	**0.31**	**มากที่สุด**

จากตาราง 7 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า เพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.77, S.D. = 0.31)

ตาราง 8 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			$\sum r$	IOC	ผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ข้อ 1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 2	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
ข้อ 3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			$\sum r$	IOC	ผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ข้อ 6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 8	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 9	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 10	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 11	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 12	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 13	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 14	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 15	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 16	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 17	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 18	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 19	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 20	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 21	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 22	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 23	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 24	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 25	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 26	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 27	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 28	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 29	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
ข้อ 30	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
ข้อ 31	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 32	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			$\sum r$	IOC	ผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ข้อ 33	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 34	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
ข้อ 35	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 36	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 37	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ข้อ 38	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
ข้อ 39	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
ข้อ 40	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

จากตาราง 8 พบว่า ข้อคำถามในแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.67–1.00 แสดงว่าเป็นข้อคำถามที่สามารถนำไปใช้ได้

ตาราง 9 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	แปลความหมาย	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลความหมาย
1	0.70	เหมาะสม	0.50	จำแนกได้ดี
2	0.65	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
3	0.65	เหมาะสม	0.42	จำแนกได้ดี
4	0.57	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
5	0.65	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
6	0.70	เหมาะสม	0.33	จำแนกได้
7	0.74	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
8	0.83	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
9	0.74	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	แปลความหมาย	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลความหมาย
10	0.61	เหมาะสม	0.33	จำแนกได้
11	0.65	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
12	0.83	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
13	0.74	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
14	0.65	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
15	0.65	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
16	0.74	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
17	0.78	เหมาะสม	0.33	จำแนกได้
18	0.83	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
19	0.78	เหมาะสม	0.33	จำแนกได้
20	0.74	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
21	0.78	เหมาะสม	0.33	จำแนกได้
22	0.83	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
23	0.65	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
24	0.74	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
25	0.83	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
26	0.74	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
27	0.74	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
28	0.74	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
29	0.83	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
30	0.74	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
31	0.74	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
32	0.74	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
33	0.74	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
34	0.74	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
35	0.74	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
36	0.83	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	แปลความหมาย	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลความหมาย
37	0.57	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
38	0.83	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
39	0.83	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้
40	0.83	เหมาะสม	0.25	จำแนกได้

จากตาราง 9 สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.57–0.83 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.25–0.50 แสดงว่าเป็นข้อคำถามที่ค่อนข้างยากปานกลาง มีค่าอำนาจจำแนกที่ใช้ได้ สามารถนำไปใช้เป็นข้อสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้

ตาราง 10 แสดงผลวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	23	100.0
	Excluded[a]	0	.0
	Total	23	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.869	40

Item-Total Statistics

	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted	Scale Mean if Item Deleted
ข้อ 1	28.6957	48.040	.570	.862
ข้อ 2	28.7391	50.020	.250	.869
ข้อ 3	28.7391	48.929	.412	.865
ข้อ 4	28.8261	49.696	.283	.868
ข้อ 5	28.7391	49.474	.331	.867
ข้อ 6	28.6957	49.130	.398	.865
ข้อ 7	28.6522	49.874	.300	.867
ข้อ 8	28.5652	49.802	.370	.866
ข้อ 9	28.6522	49.783	.314	.867
ข้อ 10	28.7826	49.178	.364	.866
ข้อ 11	28.7391	49.656	.303	.867
ข้อ 12	28.5652	49.893	.353	.866
ข้อ 13	28.6522	49.419	.373	.866
ข้อ 14	28.7391	49.747	.290	.868
ข้อ 15	28.7391	49.838	.277	.868
ข้อ 16	28.6522	49.419	.373	.866
ข้อ 17	28.6087	49.158	.446	.865
ข้อ 18	28.5652	49.893	.353	.866
ข้อ 19	28.6087	48.976	.478	.864
ข้อ 20	28.6522	49.783	.314	.867
ข้อ 21	28.6087	49.158	.446	.865
ข้อ 22	28.5652	49.711	.387	.866
ข้อ 23	28.7391	49.383	.344	.867
ข้อ 24	28.6522	49.964	.285	.868

	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item–Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted	Scale Mean if Item Deleted
ข้อ 25	28.5652	49.802	.370	.866
ข้อ 26	28.6522	49.419	.373	.866
ข้อ 27	28.6522	49.783	.314	.867
ข้อ 28	28.6522	49.510	.358	.866
ข้อ 29	28.5652	49.621	.404	.866
ข้อ 30	28.6522	49.419	.373	.866
ข้อ 31	28.6522	49.601	.344	.867
ข้อ 32	28.6522	49.692	.329	.867
ข้อ 33	28.6522	49.510	.358	.866
ข้อ 34	28.6522	50.055	.271	.868
ข้อ 35	28.6522	49.692	.329	.867
ข้อ 36	28.5652	49.621	.404	.866
ข้อ 37	28.8261	50.150	.219	.869
ข้อ 38	28.5652	49.621	.404	.866
ข้อ 39	28.5652	49.802	.370	.866
ข้อ 40	28.5652	49.802	.370	.866

จากตาราง 10 ผลของการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.87 แสดงว่า มีความเชื่อมั่นในระดับสูง สามารถนำไปใช้ได้

ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง 11 แสดงคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (25 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (25 คะแนน)	ผลต่างของคะแนน
1	15	19	4
2	14	20	6
3	14	20	6
4	16	18	2
5	16	19	3
6	17	19	2
7	18	20	2
8	18	20	2
9	18	20	2
10	17	21	4
11	19	22	3
12	19	22	3
13	20	23	3
14	20	23	3
15	21	24	3
16	19	23	4
17	18	23	5
18	18	23	5
19	18	22	4
20	20	25	5
21	21	25	4
22	19	24	5
23	21	25	4

ตาราง 11 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	ผลต่างของคะแนน
รวม	416	500	84
$\bar{X}$	18.09	21.74	3.65
S.D.	2.07	2.16	1.27
ร้อยละ	72.35	86.96	14.61

จากตาราง 11 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 18.09 คิดเป็นร้อยละ 72.35 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 21.74 คิดเป็นร้อยละ 86.96 มีคะแนนเฉลี่ยผลต่างเท่ากับ 3.65 คิดเป็นร้อยละ 14.61 แสดงว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า มีความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ตาราง 12 แสดงผลการวิเคราะห์ผลการทดสอบความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
หลังเรียน	23	21.7391	2.15781	18.00	25.00
ก่อนเรียน	23	18.0870	2.06514	14.00	21.00

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
ก่อนเรียน – หลังเรียน	Negative Ranks	23[a]	12.00	276.00
	Positive Ranks	0[b]	.00	.00
	Ties	0[c]		
	Total	23		

a. ก่อนเรียน < หลังเรียน b. ก่อนเรียน > หลังเรียน c. ก่อนเรียน = หลังเรียน

Test Statistics[a]

	ก่อนเรียน – หลังเรียน
Z	-4.222[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

จากตาราง 12 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า มีความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	พัชริน โนวิชัย
วัน เดือน ปี เกิด	1 มกราคม 2526
สถานที่เกิด	เชียงราย
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2549 วท.บ.(เคมี), มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ที่อยู่ปัจจุบัน	131 หมู่ 5 ตำบลท่าข้าม อำเภอเวียงแก่น จังหวัดเชียงราย
ผลงานตีพิมพ์	พัชริน โนวิชัย (ผู้บรรยาย). (21-22 พฤษภาคม 2565). ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL ร่วมกับการออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า (Verbal design of stdises) เพื่อพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ใน การประชุมและนำเสนอผลงานวิชาการทางการศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 8 "การเตรียมกำลังคนด้านการศึกษา ในโลกแห่งการเปลี่ยนแปลง" (หน้า 1212-1218). นครราชสีมา: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล.
รางวัลที่ได้รับ	-