

Ms 128362

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก
เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



นางสาววิศรา ชากำนัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2563

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



ใบอนุญาตวิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

เรื่อง : การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผู้วิจัย : นางสาววิศรา ชากำนัน

ได้รับอนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ท.ดร.ณัฐชัย จันทุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.วนิชา สาคร)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณีไฉ่ ดอกไม้)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.วันดี รักไร่)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก
เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



นางสาววิศรา ชากำนัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2563

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

- ชื่อเรื่อง** : การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
- ผู้วิจัย** : นางสาววิศรา ชากำนัน
- ปริญญา** : ครุศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
- อาจารย์ที่ปรึกษา** : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง
อาจารย์ ดร. วันดี รักไร่
- ปีการศึกษา** : 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ธาตุและสารประกอบ และ 2) เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก และ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนวาปีปทุม จำนวน 40 คน โดยวิธีเลือกแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก จำนวน 9 แผน 13 ชั่วโมง โดยออกแบบกิจกรรมให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการผ่านขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถใช้ผังกราฟิก ได้แก่ ผังความคิด ผังมโนทัศน์ ผังลำดับขั้นตอน ผังไขเมงมม ผังภูมิเวนน ผังกางปลา และผังตารางเปรียบเทียบ ในการทบทวนหรือเชื่อมโยงความรู้ ปฏิบัติ และนำเสนอความรู้อย่างเป็นระบบ 2) แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ตามแนวคิดของสมาคมส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (AAAS) โดยใช้ความรู้ทั่วไปทางวิทยาศาสตร์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ แบ่งเป็น 3 ชุด ชุดละจำนวน 15 ข้อ มีค่า IOC 0.60-1.00 ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดชุดที่ 1 ชุดที่ 2 และ ชุดที่ 3 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.27-0.81 0.28-0.78 และ 0.30-0.72 ความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับชุดที่ 1 ชุดที่ 2 และชุดที่ 3 เท่ากับ 0.83 0.83 และ 0.85 และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุ

และสารประกอบ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.23-0.78 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.23-0.87 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.90

ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีจำนวน 9 แผน รวมเวลา 13 ชั่วโมง สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.19 - 4.43$, S.D. = 0.03 - 0.09) ซึ่งฟังก์ชันปลาและฟังก์ชันโนทส์สามารถส่งเสริมทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ฟังก์ชันลำดับขั้นตอน สามารถส่งเสริมทักษะการทดลอง และฟังก์ชันแบบตารางเปรียบเทียบ สามารถส่งเสริมทักษะการทดลอง และทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยรวมสูงขึ้น ร้อยละ 22.46 (จากร้อยละ 58.77 เป็นร้อยละ 81.20) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า นักเรียนมีคะแนนด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปรสูงที่สุด ($\bar{X} = 2.90$, S.D. = 0.30) และด้านที่มีคะแนนต่ำสุด คือ ด้านการทดลอง ($\bar{X} = 2.05$, S.D. = 0.32) นักเรียนมีพัฒนาการด้านการตั้งสมมติฐานสูงที่สุด เพิ่มขึ้น ร้อยละ 26.67 และด้านที่มีพัฒนาการน้อยที่สุด คือ ด้านการทดลอง เพิ่มขึ้นร้อยละ 16.67 และหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย เรื่อง ธาตุและสารประกอบ เท่ากับ 21.15 คะแนน (S.D. = 2.76) คิดเป็นร้อยละ 70.50

คำสำคัญ: การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ธาตุและสารประกอบ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ



อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Title : Inquiry-Based Learning Together with Graphic Organizer Approach
to Enhance Integrated Science Process Skills and Learning Achievement
on *Elements and Chemical Compounds* for Matthayom Suksa 1 Students

Author : Miss Varitsara Chakamnan

Degree : Master of Education (Science Education)
Rajabhat Maha Sarakham University

Advisors : Assistant Professor Dr.Natchanok Jansawang
Dr.Wandee Rakrai

Year : 2019

ABSTRACT

The purposes of this study aimed: 1) to develop instructional plans based on Inquiry-Based Learning together with graphic organizer approach on the *Elements and Chemical Compounds* for Mattayomsuksa 1 students, and 2) to study the integrated science process skills and learning achievement of the students learned by Inquiry-Based Learning together with graphic organizer approach. The target groups of the study were 40 students of Mattayomsuksa 1/7 during the first semester of academic year 2019 at Wapipathum school, gained by purposive sampling. The research instruments included: 1) the nine lesson plans of Inquiry-Based Learning together with graphic organizer within 13 hours by designing activities to enhance the integrated science process skills through the process of Inquiry-Based Learning used graphic organizer; mind map, concept map, sequential map, spider map, venn diagram, fishbone map, t-chart and matrix diagram for reviewing or linking learning concepts, practicing and presenting knowledge systematically. 2) The Integrated Science Process Skill Tests with 4 multiple choices on free content, totally 45 items, divided into 3 sets of 15 items with IOC in the range of 0.60-1.00, discrimination power (r) of set 1, set 2 and set 3 in the range of 0.27-0.81, 0.28-0.78 and 0.30-0.72 and reliability (KR-20) of set 1, set 2 and set 3 equal to 0.83, 0.83 and 0.85. and 3) An Achievement Test on *Elements and Chemical Compounds* with 4 multiple choices, totally 30 items with IOC in the range of 0.60-1.00, item difficulty in the range 0.23-0.78, B-index discrimination in the range of 0.23-0.87 and Lovett Reliability equal to 0.90.

The results of this study were as follows: 1) the lesson plan of Inquiry-Based Learning together with graphic organizer for Mattayomsuksa 1 students consists of 9 lesson plans within 13 hours able to enhance the integrated science process skills of the students. The quality of the lesson plans were indicated at high level ($\bar{X} = 4.19 - 4.43$, S.D. = 0.03 - 0.09). This research revealed that fishbone map and concept map were able to develop the student to formulate hypothesis, defining operationally, and identifying and controlling variable. The sequential map was able to develop experimental skill, when the matrix diagram was able to develop experimental and interpreting data and conclusion skills. 2) the Mattayomsuksa 1 students who learned with Inquiry-Based Learning together with graphic organizer had an overall score on integrated science process skills increased 22.46 percentage (from 58.77 percentage to 81.20 percentage). When considering on each skill, it was found that the integrated science process skills of the students showed the highest scores on controlling data ($\bar{X} = 2.90$, S.D. = 0.30) and the lowest scores on conducting experiment ($\bar{X} = 2.05$, S.D. = 0.32). The students had the highest development on formulating hypothesis with 26.67 percent increased and the lowest development on conducting experiment with 16.67 percent increased. After the learning provision using Inquiry-Based Learning together with graphic organizer, the students had 21.15 points (S.D. = 2.76) or 70.50 percentage of learning achievement on *Elements and Chemical Compounds* content.

Keywords : Inquiry-Based Learning with graphic organizer, *Elements and Chemical Compounds*, Integrated science process skills



Major Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์เนตรชนก จันทร์สว่าง ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.วันดี รักไร่ กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณวิไล ดอกไม้ และอาจารย์ ดร.วนิษา สาคร กรรมการสอบ

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธ เนืองเฉลิม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ต. ดร.อรัญ ชุยกะเดื่อง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมาน เอกพิมพ์ ดร.ธนวัชร สมด้ว และคุณครูชมพูนุ สัจจวานิชย์ ที่ให้ความกรุณาตลอดเวลาอันมีค่ามาเป็นผู้เชี่ยวชาญที่ช่วยตรวจเครื่องมือการวิจัยและได้กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.มณูญ เพรชมิแก้ว ผู้อำนวยการโรงเรียนวชิรวิทย์ อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ขอขอบคุณคณะครูและนักเรียนโรงเรียนวชิรวิทย์ ที่ให้กำลังใจส่งเสริมและช่วยให้ข้อมูลในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณครอบครัวผู้เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุน ในการศึกษาของผู้วิจัยมาโดยตลอด รวมทั้งบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้องที่ไม่ได้กล่าวมาทั้งหมดซึ่งมีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ท้ายสุดนี้คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาแก่ครอบครัว ตลอดจนครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัยให้ประสบผลสำเร็จ และคลบ้นดาลให้พบแต่ความสุขตลอดไป

นางสาววิศรา ชากำนัน

สารบัญ

หัวเรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
ABSTRACT	จ
กิตติกรรมประกาศ	ช
สารบัญ	ซ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	5
1.3 ขอบเขตการวิจัย	6
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ	7
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	11
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	12
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)	12
2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	21
2.3 เทคนิคผังกราฟิก	40
2.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	64
2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	83
2.6 บริบทโรงเรียนวาปีปทุม	102
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	105
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	110
ระยะที่ 1 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้	110
ระยะที่ 2 การทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้	120

หัวเรื่อง	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	137
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	137
4.2 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	137
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	138
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	167
5.1 สรุปผลการวิจัย	167
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	168
5.3 ข้อเสนอแนะ	175
บรรณานุกรม	177
ภาคผนวก	185
ภาคผนวก ก แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย	186
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย	214
ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	234
ภาคผนวก ง คะแนนทดสอบ	256
ภาคผนวก จ หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ	261
การเผยแพร่ผลงานวิจัย	267
ประวัติผู้วิจัย	268

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	ตัวชี้วัดมาตรฐานการเรียนรู้ ว.2.1 ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 19
2.2	พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 77
2.3	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนวชิรวิทย์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 104
3.1	วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลา ฟังกราฟิก และทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 112
3.2	สรุปเทคนิคฟังกราฟิกที่ใช้ในแต่ละขั้นการจัดการกิจกรรม ร้อยละของจำนวนแผน การจัดการเรียนรู้ที่ใช้แต่ละเทคนิค 116
3.3	สังเคราะห์ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคฟังกราฟิก 117
3.4	วิเคราะห์จำนวนข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ชุดที่ 1 จำนวน 20 ข้อ 122
3.5	วิเคราะห์จำนวนข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ชุดที่ 2 จำนวน 20 ข้อ 122
3.6	วิเคราะห์จำนวนข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ชุดที่ 3 จำนวน 20 ข้อ 123
3.7	วิเคราะห์จำนวนข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ จำนวน 60 ข้อ 123
3.8	วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของแบบวัดทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชาติและ สารประกอบ 127
4.1	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการประเมินแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคฟังกราฟิกจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน 139
4.2	รูปแบบฟังกราฟิกที่ผู้วิจัยใช้ในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคฟังกราฟิกแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ 150
4.3	รูปแบบการดำเนินกิจกรรม รูปแบบฟังกราฟิก จำแนกตามขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 152

4.4	ความสัมพันธ์ของรูปแบบผังกราฟิก ลักษณะการใช้ผังกราฟิกให้เกิดทักษะกระบวนการ วิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ในการจัดกิจกรรมเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	155
4.5	คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวาปีปทุม ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ในช่วงที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-3 เรื่อง จุดเดือด จุดหลอมเหลว และความ หนาแน่น ของสารบริสุทธิ์และสารผสม	157
4.6	คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวาปีปทุม ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ในช่วงที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4-6 เรื่อง การจำแนกสารบริสุทธิ์ ธาตุ และ โครงสร้างอะตอม	158
4.7	คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวาปีปทุม ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ในช่วงที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7-9 เรื่อง ธาตุกัมมันตรังสี ธาตุโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ และสารประกอบ	159
4.8	คะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวาปีปทุม ที่ได้รับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก จำนวน 3 ช่วง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 9 แผน รวมเวลา 13 ชั่วโมง	161
4.9	คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 /7 โรงเรียนวาปีปทุม หลังได้รับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก	164
ค.1	ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน	235

ตารางที่	หน้า
ค.2 คำอธิบายจำแนกของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ชุดที่ 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 20 ข้อ	238
ค.3 คำอธิบายจำแนกของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ชุดที่ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 20 ข้อ	239
ค.4 คำอธิบายจำแนกของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ชุดที่ 3 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 20 ข้อ	240
ค.5 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ชุดที่ 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 15 ข้อ	241
ค.6 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ชุดที่ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 15 ข้อ	243
ค.7 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ชุดที่ 3 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 15 ข้อ	245
ค.8 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน	247
ค.9 ค่าความยากและคำอธิบายจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ธาตุและสารประกอบ จำนวน 60 ข้อ	250
ค.10 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ธาตุและสารประกอบ จำนวน 30 ข้อ	253
ง.1 คะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	257
ง.2 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	259

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1	ผังแสดงลักษณะการเขียนผังแบบตารางเปรียบเทียบ 45
2.2	ผังแสดงลักษณะการเขียนผังที่ซาร์จ 46
2.3	ผังแสดงลักษณะการเขียนผังมโนทัศน์ 48
2.4	ผังแสดงลักษณะการเขียนผังความคิด 49
2.5	ผังแสดงลักษณะการเขียนผังใยแมงมุม 49
2.6	ผังแสดงลักษณะการเขียนผังโครงสร้างต้นไม้ 50
2.7	ผังแสดงลักษณะการเขียนผังภูมิเวเนน 50
2.8	ผังแสดงลักษณะการเขียนผังแบบขั้นบันไดหรือผังลำดับขั้นตอน 51
2.9	ผังแสดงลักษณะการเขียนผังก้างปลา 52
4.1	ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ในช่วงที่ 1, ช่วงที่ 2 และช่วงที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก 162

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

คุณภาพชีวิตมนุษย์ที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในปัจจุบันล้วนเป็นผลมาจากวิทยาศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับมนุษย์ทุกด้าน ทั้งในด้านการดำรงชีวิตประจำวัน เครื่องมือเครื่องใช้เพื่ออำนวยความสะดวกและการทำงาน เป็นผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ทำให้คนพัฒนากระบวนการคิดและความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและหลักฐานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์จึงเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อสภาพชีวิตมนุษย์ ซึ่งความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนาให้มนุษย์มีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษา ตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน ตลอดจนช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ นำพาคนในประเทศชาติให้มีความสามารถในการแข่งขันกับนานาประเทศ ในการสร้างความเข้มแข็งทางด้านวิทยาศาสตร์นั้น องค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งคือการจัดการศึกษาเพื่อเตรียมคนให้อยู่ในสังคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเป็นผู้บริโภคอย่างมีประสิทธิภาพ (สำนักงานวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551, น. 1)

นอกเหนือจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์แล้ว ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ถือเป็นอีกปัจจัยสำคัญในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพิ่มเติมประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่จากแหล่งข้อมูลต่างๆ รวมถึงจากการทดลองด้วยตนเอง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญในการพัฒนาความเข้าใจเนื้อหาด้านวิทยาศาสตร์ (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2551, น. 33) แสดงให้เห็นว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญยิ่งในการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนคิด ปฏิบัติ และแก้ปัญหาได้ จากการนำหลักการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแสวงหาความรู้และการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2551) ดังนั้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นทักษะสำคัญที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมี ต้องปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบในการแสวงหาความรู้หรือแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (ยุพา วีระไวทยะ และปรีชา นพคุณ, 2540, น. 88)

ปัจจุบันการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นเป้าหมายสำคัญในด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและได้ถูกบรรจุในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั่วทุกภูมิภาคของโลก

จากการศึกษาสภาพปัญหาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ที่พบว่ายังไม่ประสบผลสำเร็จตามเป้าหมายที่กระทรวงศึกษาธิการกำหนดนั้น สาเหตุแรกเกิดจากปัญหาด้านผู้เรียน ซึ่งส่วนใหญ่ผู้เรียนท่องจำเนื้อหาเป็นหลัก ไม่เน้นความเข้าใจ ตลอดจนผู้เรียนขาดการฝึกปฏิบัติจริง ขาดทักษะการใช้อุปกรณ์ในการทดลองหรือค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน รวมถึงผู้เรียนมีพฤติกรรมการเรียนที่ไม่พึงประสงค์ เช่น ขาดความกระตือรือร้นในการเรียน หรือการร่วมมือในการทำงานกลุ่ม ผู้เรียนไม่แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และไม่กล้าแสดงออกทางด้านความคิดหรือการนำเสนอผลงาน สาเหตุที่สองเกิดจากปัญหาด้านผู้สอน เนื่องจากการสอบมุ่งใช้ความจำเป็นหลัก ทำให้ผู้สอนจัดการสอนที่เน้นเนื้อหาแบบท่องจำ รวมไปถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไม่บูรณาการหรือเชื่อมโยงเข้ากับชีวิตประจำวัน โดยผู้สอนใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายและยึดตัวเองเป็นศูนย์กลาง รวมถึงปัญหาด้านการวัดและประเมินผลของผู้สอนที่ขาดทักษะในการสร้างเครื่องมือวัดและการประเมินผลที่หลากหลาย จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนไม่บรรลุเป้าหมายตามที่หลักสูตรกำหนดไว้ (ณพัชร อ้วน, 2559, น. 99) จากปัญหาเหล่านี้มีการสะท้อนผลได้จากการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment) หรือ PISA พบว่า ปี 2558 ประเทศไทยมีคะแนน PISA วิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในลำดับที่ 54 จากทั้งหมด 72 ประเทศ โดยคะแนนเฉลี่ยของประเทศไทยอยู่ที่ 421 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาตรฐานนานาชาติ (OECD) ประมาณ 72 คะแนน ดังนั้นประเทศไทยจึงมีความจำเป็นที่ต้องการยกระดับพัฒนาการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ โดยมีเป้าหมายในการพัฒนาคะแนน PISA ให้สูงขึ้น ซึ่งจะมีการพัฒนาในด้านหลักสูตรการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลที่มีคุณภาพและมาตรฐาน ตลอดจนการผลิตและพัฒนาผู้สอนให้มีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21 (เดชาเมธ เพียรชนะ และคณะ, 2560, น. 67) จากการรายงานผลการทดสอบคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2561 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของโรงเรียนวาปีปทุม ได้คะแนนเฉลี่ย 38.93 คะแนน ซึ่งผ่านเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยระดับประเทศสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 1.53 คะแนน จากคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 37.40 คะแนน ถือว่าผ่านเกณฑ์เพียงเล็กน้อย (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2561, น. 1-11) และจากรายงานประจำปีของสถานศึกษา (Self-Assessment Report: SAR) โรงเรียนวาปีปทุม ปีการศึกษา 2561 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2561

มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 55.00 อีกทั้งนักเรียนที่ได้รับเกรด 3 ขึ้นไป มีจำนวนร้อยละ 64.55 นั่นคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ส่วนใหญ่มีผลการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง ถึงแม้ผลการประเมินตนเองของสถานศึกษาในมาตรฐานที่ 1 ผลการจัดการศึกษา และมาตรฐานที่ 3 กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญอยู่ในระดับดีเยี่ยม แต่จุดที่ควรพัฒนาในด้านคุณภาพผู้เรียน คือ ผู้สอนควรพัฒนาผู้เรียน ปรับการสอน พัฒนาสื่อ นวัตกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นสำคัญ โดยเน้นการพัฒนาแหล่งเรียนรู้ภายนอก เช่น ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หรือห้องทดลอง รวมถึงผลการทดสอบระดับชาติในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยังไม่เป็นที่พอใจ ทางสถานศึกษาจึงมุ่งเน้นที่จะพัฒนาด้านกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นั่นคือ ผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้นำเสนอ อภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และมีทักษะในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งการจัดเตรียมห้องปฏิบัติการ เพื่อใช้เป็นแหล่งเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อยกระดับผลคะแนนทดสอบระดับชาติ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้อยู่ในเกณฑ์ที่ดียิ่งขึ้น (รายงานประจำปีของสถานศึกษา (Self-Assessment Report: SAR) โรงเรียนวาปีปทุม, 2561, น. 21-46) ดังนั้น โรงเรียนวาปีปทุมจึงมีความจำเป็นต้องเร่งพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานสถานศึกษา เพื่อส่งเสริมความเป็นเลิศทางวิชาการ ความสามารถและทักษะของผู้เรียนให้สอดคล้องกับนโยบายการปฏิรูปการศึกษาศตวรรษที่ 21 ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการสืบค้นหรือค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง

การจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถทำได้ทั้งในและนอกห้องเรียน โดยการนำกิจกรรมเสริมศึกษาต่างๆ เช่น การทดลองวิทยาศาสตร์ โครงการวิทยาศาสตร์ เป็นต้น มาช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ และประสบการณ์ของตนเอง โดยใช้ทักษะการทดลองในการค้นคว้าเพื่อหาคำตอบของคำถาม และทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปในการสรุปประเด็นสำคัญที่ได้จากการศึกษาหรือการทดลอง การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นทำได้หลายรูปแบบ เช่น การสอนแบบโครงการ การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน หรือการสอนแบบสืบเสาะ จากการวิจัยของ Biological Science Curriculum Study (BSCS) พบว่า การสอนแบบสืบเสาะตามรูปแบบ BSCS 5E ช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ดีที่สุด (BSCS, 2006) นอกจากนี้การสอนแบบสืบเสาะยังสามารถออกแบบย้อนกลับตามการเรียนการสอนในปัจจุบันได้ เพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถนะในเรื่องของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ดีด้วย (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2551, น. 37)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้ฝึกการคิด การสังเกต การทดลอง ทำให้ผู้เรียนจดจำความรู้ได้นาน และสามารถถ่ายโอนความรู้ได้โดยการใช้เทคนิคผังกราฟิกในการนำเสนอข้อมูลที่จัดกระจายและเป็นนามธรรม ให้เป็นรูปธรรมและเป็นระบบยิ่งขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจสิ่งที่เรียนรู้ และจดจำความรู้ได้อย่างถาวร ซึ่งการใช้ผังกราฟิกเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ประมวลความรู้ที่ได้จากการศึกษามาจัดการอย่างมีระบบ เชื่อมโยงกันอย่างมีความหมาย รวมถึงผู้เรียนสามารถใช้ผังกราฟิกในการจัดหมวดหมู่และสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ถูกต้อง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2549, น. 41) ผู้เรียนมีการเชื่อมโยงความคิดรวบยอดระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วได้อย่างสมบูรณ์ ถูกต้อง สามารถนำมาความรู้ ความเข้าใจที่สรุปจากผังกราฟิกมาใช้ในการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปรในการศึกษาหรือการทดลองที่สามารถตั้งคำถามล่วงหน้าจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

เทคนิคผังกราฟิกเป็นเทคนิคหนึ่ง que ผู้เรียนนำไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาจำนวนมาก โดยเฉพาะเนื้อหาที่อยู่ในลักษณะจัดกระจาย ซึ่งผังกราฟิกเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนจัดข้อมูลให้เป็นระเบียบ อยู่ในรูปแบบอธิบายที่เข้าใจง่ายขึ้น และจดจำได้ดีขึ้น รวมถึงผังกราฟิกเป็นเครื่องมือที่พัฒนากระบวนการคิดที่อยู่ในรูปนามธรรมให้เป็นรูปธรรม สามารถมองเห็นและอธิบายข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ และชัดเจน (ทิสนา แคมมณี, 2557, น. 388) ซึ่งการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ความคิดและสติปัญญาของตนเองอย่างมีอิสระ โดยผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ฝึกการจัดระบบความคิด และสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งขั้นตอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ที่มีการทำงานอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอน เพื่อให้ได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง แม่นยำ และเชื่อถือได้นั้น ประกอบด้วย 1) การสังเกตและระบุปัญหา 2) การตั้งสมมติฐาน 3) การทดลองและบันทึกข้อมูล 4) การวิเคราะห์ข้อมูล และ 5) การสรุปผล ต้องอาศัยผังกราฟิกรูปแบบต่างๆ ในการระบุปัญหา วางแผนการทดลอง และสรุปผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, น. 6) เช่น การใช้ผังก้างปลาในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ที่จะนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร และการทดลองหาคำตอบของปัญหาที่กำหนดไว้ จากนั้นมีการใช้ผังลำดับขั้นตอนในการวางแผนปฏิบัติการทดลอง ทำให้ผู้เรียนมองเห็นขั้นตอนหรือกระบวนการทดลองอย่างเป็นลำดับ ส่งผลให้การทดลองมีความถูกต้อง แม่นยำ รวมถึงการใช้ผังกราฟิกรูปแบบผังแบบตารางเปรียบเทียบในการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น (นาตยา ปิลันธนานนท์, 2542, อ้างถึงใน อิทธิเดช น้อยไม้, 2555, น. 13-20) ดังนั้นจึงเห็นได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการใช้ผังกราฟิกพร้อมกับ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาช่วยในขั้นตอนต่างๆ นั้น ส่งผลให้การทดลองมีประสิทธิภาพ นำมาซึ่งผลการทดลองที่มีประสิทธิผล ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (ปิ่นฉวีวัฒน์ อินทร์เจริญ, 2561, น. 388) นอกจากนี้ยังพบว่า การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และแผนผังมโนทัศน์ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก (สุวพร พาวิณี, 2556, น. 85-98)

ด้วยเหตุผลและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยมีความสนใจจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อมุ่งเน้นผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้และลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจในรายวิชาวิทยาศาสตร์อย่างยั่งยืน เกิดความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสังเกตและระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลองและบันทึกผล การวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุปผล ในการค้นคว้าหาคำตอบของคำถามด้วยตนเอง และนำองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษามาสรุปเป็นความคิดรวบยอดได้อย่างสมบูรณ์ ถูกต้อง สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ธาตุและสารประกอบ

1.2.2 เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

1.3 ขอบเขตการวิจัย

ระยะที่ 1 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

1. ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

ผู้ให้ข้อมูลสำคัญในการประเมินการสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก คือ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและประเมินผลจำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนจำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 2 ท่าน

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สารที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสารความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมีตัวชี้วัดที่ ม.1/1-ม.1/8 ในหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มีสาระการเรียนรู้และจำนวนชั่วโมงที่สอน รวม 13 ชั่วโมง ดังนี้

2.1 จุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารผสม	เวลา	1 ชั่วโมง
2.2 จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม	เวลา	2 ชั่วโมง
2.3 ความหนาแน่นของสารบริสุทธิ์และสารผสม	เวลา	1 ชั่วโมง
2.4 การจำแนกสารบริสุทธิ์	เวลา	2 ชั่วโมง
2.5 โครงสร้างอะตอม	เวลา	1 ชั่วโมง
2.6 ธาตุ	เวลา	2 ชั่วโมง
2.7 ธาตุแก๊มมันตรังสี	เวลา	1 ชั่วโมง
2.8 ธาตุโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ	เวลา	2 ชั่วโมง
2.9 สารประกอบ	เวลา	1 ชั่วโมง

3. ขอบเขตด้านเวลา

ผู้วิจัยนำส่งเครื่องมือในการวิจัย เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาประเมินคุณภาพความเหมาะสมของเครื่องมือ โดยใช้ระยะเวลา 1 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม 2562 ถึงวันที่ 31 สิงหาคม 2562

ระยะที่ 2 การทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้

1. ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนวาปีปทุม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 จำนวน 40 คน โดยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2. ขอบเขตด้านเวลา

การวิจัยครั้งนี้ใช้เวลาในการดำเนินการเรียนรู้ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ระยะเวลา 5 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 13 ชั่วโมง

3. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ เทคนิคผังกราฟิก

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

“กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้” หมายถึง การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้และค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเองทำให้ผู้เรียนได้ ประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชาและแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งประเด็นคำถาม อยากรู้อยากเห็น หรือกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ใหม่

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม เพื่อตรวจสอบ แนวคิดหรือประเด็นปัญหาที่ต้องการศึกษา โดยใช้กระบวนการและทักษะในการเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ผู้เรียนนำผลการสำรวจตรวจสอบมา วิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอในรูปแบบต่างๆ

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ผู้สอนนำความรู้ที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือ เหตุการณ์อื่นๆ ทำให้ผู้เรียนมีการเชื่อมโยงที่สมเหตุสมผลของหลักฐานและเกิดองค์ความรู้ที่ชัดเจน ยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) ผู้สอนประเมินความรู้ ความเข้าใจของผู้เรียนตาม วัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

“เทคนิคผังกราฟิก” หมายถึง การนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสรุปเนื้อหาสาระความรู้ โดยผ่านกระบวนการรวบรวมอย่างเป็นระบบ มีลำดับขั้นตอน มีการเชื่อมโยงของข้อมูลและมี เนื้อหาที่กระชับ โดยนำเสนอในรูปแบบที่เป็นแผนภาพต่างๆ ที่เป็นรูปธรรม ซึ่งใช้ในการเชื่อมโยง ความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่ให้กว้างขวาง และลึกซึ้งมากขึ้น ทำให้เกิดความเข้าใจและจดจำ สิ่งที่เรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ตามแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการ เรียนรู้และเข้าใจง่ายขึ้น แม่นยำขึ้น ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พิจารณาเลือกผังกราฟิกที่เหมาะสมกับ เนื้อหาสาระเรื่อง ธาตุและสารประกอบ วยของผู้เรียน และผังกราฟิกที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทั้งหมด 8 รูปแบบ ดังนี้

1. ผังความคิด (Mind Map) ใช้ในสรุปความรู้ที่เกี่ยวข้องกัน แสดงความสัมพันธ์ความคิด หลักไปสู่ความคิดย่อยๆ กระจายออกไปโดยรอบ โดยมีการใช้สัญลักษณ์ เครื่องหมาย รูปภาพ รูปทรง และข้อความ

2. ผังมโนทัศน์ (Concept Map) ใช้ในสรุปความสัมพันธ์ของเนื้อหาโดยภาพรวม ซึ่งมีการ เชื่อมโยงข้อมูลมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รอง และมโนทัศน์เฉพาะเจาะจง อย่างเป็นลำดับขั้น

3. ผังลำดับขั้นตอน (Sequential Map) ใช้ในการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มี ลักษณะเป็นขั้นตอนหรือกระบวนการเป็นลำดับอย่างง่าย

4. ผังใยแมงมุม (Spider Map) ใช้ในการแยกแยะองค์ประกอบต่างๆ ของข้อมูลที่มีจำนวน มาก

5. ผังภูมิเวเนน (Venn Diagram) ใช้ในการแสดงข้อมูล 2 ชนิด ที่มีความเหมือนหรือความ ต่างกัน

6. ผังก้างปลา (Fishbone Map) ใช้ในการนำเสนอสาเหตุและผลของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกัน

7. ผังทีชาร์ท (T-Chart) ใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูล 2 ชนิด ที่มีความแตกต่างกัน

8. ผังแบบตารางเปรียบเทียบ (Matrix Diagram) ใช้ในการสรุปจำแนกข้อมูลไว้เป็น หมวดหมู่

ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้ผังกราฟิกที่ส่งเสริมให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณา การ ดังนี้

1. ผังก้างปลา และผังมโนทัศน์ เป็นผังกราฟิกที่ส่งเสริมให้เกิดทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร โดยผังก้างปลาใช้ ในการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุ เพื่อคาดการณ์คำตอบล่วงหน้าของการทดลอง และผังมโนทัศน์

ใช้ในการกำหนดกรอบแนวคิดการทดลอง วิเคราะห์สมมติฐาน นิยามศัพท์ และตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อการทดลอง

2. ผังลำดับขั้นตอน เป็นผังกราฟิกที่ส่งเสริมให้เกิดทักษะการทดลอง โดยใช้ในการแสดงขั้นตอนการทดลองเป็นลำดับ เข้าใจง่าย สามารถปฏิบัติการทดลองได้ตามลำดับ และครอบคลุมตามที่กำหนด

3. ผังแบบตารางเปรียบเทียบ เป็นผังกราฟิกที่ส่งเสริมให้เกิดทักษะการทดลอง และทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป โดยใช้ในการบันทึกผลการทดลองเป็นหมวดหมู่ ส่งผลให้สามารถวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองได้

“การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก” หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้และสร้างองค์ความรู้อย่างเป็นระบบ โดยนำเทคนิคผังกราฟิกมาใช้ควบคู่กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา และขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นหลัก ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและจดจำได้นานยิ่งขึ้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

ขั้นการจัดกิจกรรมที่ใช้ในการทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนหรือตั้งคำถามเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ความรู้ใหม่ โดยใช้สถานการณ์จำลอง กิจกรรมสั้นๆ หรือคลิปวิดีโอ ร่วมกับการใช้ผังใยแมงมุม ผังความคิด ผังทิวาร์ท ผังก้างปลา และผังมโนทัศน์

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

ขั้นการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม เพื่อตรวจสอบแนวคิดที่ต้องการศึกษา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ ผังลำดับขั้นตอน และผังแบบตารางเปรียบเทียบในการกำหนดกรอบการทดลอง การแสดงลำดับขั้นตอนการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

ขั้นการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาตามความเข้าใจของตนเอง โดยนำเสนอในรูปแบบผังกราฟิกที่คำนึงถึงลักษณะการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่าย ชัดเจน และเป็นระบบ ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้ผังมโนทัศน์ ผังแบบตารางเปรียบเทียบ ผังความคิด ผังภูมิเวนน และผังใยแมงมุม

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

ขั้นการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนนำเสนอผังกราฟิกที่ได้จากการสรุปองค์ความรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้เป็นรายบุคคล และมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

ขั้นการจัดกิจกรรมที่ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการใช้ผังกราฟิกกับเนื้อหา
ของบทเรียน และผู้สอนตรวจประเมินผังกราฟิกที่สะท้อนความรู้ของผู้เรียน

“ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ” หมายถึง ความชำนาญในการใช้
กระบวนการคิด เพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง ที่มีความซับซ้อน ซึ่ง
ได้แก่

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน ความสามารถในการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะ
ดำเนินการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน

2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ความสามารถในการกำหนดความหมายและ
ขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่างๆ ซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้

3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ความสามารถในการกำหนดตัวแปรต้น คือ ตัว
แปรที่ต้องการศึกษา ตัวแปรตาม คือ ตัวแปรที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น และตัวแปรที่ต้อง
ควบคุม คือ ตัวแปรที่ไม่สนใจศึกษา ซึ่งอาจจะมีผลต่อตัวแปรตาม จึงจำเป็นต้องควบคุมไว้ให้คงที่

4. ทักษะการทดลอง ความสามารถในการออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง
ตามขั้นตอน การใช้วัสดุอุปกรณ์การทดลองได้ถูกต้อง และการบันทึกผลการทดลอง

5. ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ความสามารถในการอธิบาย
ความหมายของข้อมูลที่จัดไว้ในรูปแบบต่างๆ และสามารถลงข้อสรุปให้เห็นความสัมพันธ์ของ
ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษาภายในขอบเขตการทดลองได้

ซึ่งผู้วิจัยวัดโดยใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
ตามแนวคิดของสมาคมส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (AAAS) แบบ
ปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ

“ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน” หมายถึง คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ธาตุและสารประกอบ หลังจากเรียน
ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ซึ่งข้อสอบจะ
ครอบคลุมพฤติกรรม 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และ ด้าน
การวิเคราะห์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิดของบลูม วัดโดยใช้แบบทดสอบแบบปรนัยชนิด
เลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.5.1 เป็นแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

1.5.2 เป็นแนวทางสำหรับผู้สอนในการนำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนในเนื้อหากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ หรือสาขาอื่นๆ ต่อไป



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัย เรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
3. เทคนิคผังกราฟิก
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. บริบทโรงเรียนวาปีปทุม
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีองค์ประกอบ คือ วิสัยทัศน์ หลักการ จุดมุ่งหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยให้ความหมายไว้ดังนี้

2.1.1 วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 4)

2.1.2 หลักการ

2.1.2.1 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2.1.2.2 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ

2.1.2.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

2.1.2.4 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้

2.1.2.5 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

2.1.2.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัยครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

2.1.3 จุดหมาย

กระทรวงศึกษาธิการ (2551, น. 5) ได้กล่าวว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยีและมีทักษะชีวิต

3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

2.1.4 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 6-7)

2.1.4.1 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1) ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่างๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2) ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศ เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3) ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่างๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม

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

5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่างๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสมและมีคุณธรรม

2.1.5 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

กระทรวงศึกษาธิการ (2551, น. 7) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก

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

2.1.6 คุณภาพผู้เรียน เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้เรียนที่เรียนครบทุกผลการเรียนรู้ มีคุณภาพดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 8-9)

1. เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกายมนุษย์ การดำรงชีวิตของพืช การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม และตัวอย่างโรคที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ ปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศ และการถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต
2. เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของธาตุ สารละลาย สารบริสุทธิ์ สารผสม หลักการแยกสาร การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี และสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์ของวัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม
3. เข้าใจการเคลื่อนที่ แรงแลัพท์และผลของแรงแลัพท์กระทำต่อวัตถุ โมเมนต์ของแรงแรงที่ปรากฏในชีวิตประจำวัน สนามของแรง ความสัมพันธ์ของงาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน ความสัมพันธ์ของปริมาณทางไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้า และหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์
4. เข้าใจสมบัติของคลื่น และลักษณะของคลื่นแบบต่างๆ แสง การสะท้อน การหักเหของแสง และทัศนอุปกรณ์

5. เข้าใจการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ การเกิดฤดู การเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ การเกิดข้างขึ้นข้างแรม การขึ้นและตกของดวงจันทร์ การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ และความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ

6. เข้าใจลักษณะของชั้นบรรยากาศ องค์ประกอบและปัจจัยที่มีผลต่อลมฟ้าอากาศ การเกิดและผลกระทบของพายุฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน การพยากรณ์อากาศ สถานการณ์ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก กระบวนการเกิดเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และการใช้ประโยชน์พลังงานทดแทน ลักษณะโครงสร้างภายในโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลก ลักษณะชั้นน้ำใต้ดิน กระบวนการเกิดดิน แหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดิน กระบวนการเกิดและผลกระทบของภัยธรรมชาติ และธรณีพิบัติภัย

7. เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยีการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ และทรัพยากรเพื่อออกแบบและสร้างผลงานสำหรับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือการประกอบอาชีพ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม รวมทั้งเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

8. นำข้อมูลปฐมภูมิเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ ประเมิน นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศได้ตามวัตถุประสงค์ ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง และเขียนโปรแกรมอย่างง่ายเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างรู้เท่าทันและรับผิดชอบต่อสังคม

9. ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่เชื่อมโยงกับพยานหลักฐาน หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง สร้างสมมติฐานที่สามารถนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบและลงมือสำรวจตรวจสอบโดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม เลือกใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสมในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย

10. วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบจากพยานหลักฐาน โดยใช้ความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายและลงข้อสรุปและสื่อสารความคิด ความรู้ จากผลการสำรวจตรวจสอบหลากหลายรูปแบบ หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างเหมาะสม

11. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในสิ่งที่จะเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามความสนใจของตนเอง โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ทำให้ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่างๆ แสดงความคิดเห็นของตนเอง รับฟังความคิดเห็นผู้อื่น และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม

12. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพแสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น เข้าใจผลกระทบทั้งด้านบวกและด้านลบของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ต่อสิ่งแวดล้อมและต่อบริบทอื่นๆ และศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการ หรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

13. แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการดูแลรักษาความสมดุลของระบบนิเวศ และความหลากหลายทางชีวภาพ

2.1.7 การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี และได้แยกเนื้อหาวิชาเรียนเป็นสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ และสาระโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตรทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้น มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ให้มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกันตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้นี้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผลคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1)

2.1.7.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 3)

- 1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎ ที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
- 2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
- 3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
- 4) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 5) เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
- 6) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
- 7) เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

2.1.7.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็นสองส่วน ส่วนที่หนึ่ง คือ สาระการเรียนรู้พื้นฐาน 4 สาระ และส่วนที่สอง คือ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม 4 สาระ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1)

- 1) สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน
 - สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ
 - สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ
 - สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ
 - สาระที่ 4 เทคโนโลยี
- 2) สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม
 - สาระ ชีววิทยา
 - สาระ เคมี

สาระ ฟิสิกส์

สาระ โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

จากที่กล่าวมา ผู้ทำวิจัยจึงได้สนใจทำวิจัยในส่วนสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ ใน ส่วนของมาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่าง สมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของ การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยมีตัวชี้วัด มาตรฐานการเรียนรู้ ว 2.1 และสาระการเรียนรู้แกนกลาง ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 42-43) ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1

ตัวชี้วัดมาตรฐานการเรียนรู้ ว 2.1 ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. อธิบายสมบัติทางกายภาพบางประการของ ธาตุโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ โดยใช้ หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสังเกต และการทดสอบและใช้สารสนเทศที่ได้ จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ รวมทั้งจัดกลุ่มธาตุ เป็นโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ	<ul style="list-style-type: none"> • ธาตุแต่ละชนิดมีสมบัติเฉพาะตัวและมีสมบัติทาง กายภาพบางประการเหมือนกันและบางประการต่างกัน ซึ่งสามารถนำมาจัดกลุ่มธาตุ เป็นโลหะ อโลหะ และกึ่ง โลหะ ธาตุโลหะมีจุดเดือด จุดหลอมเหลวสูง มีผิวมัน วาว นำความร้อนนำไฟฟ้า ดึงเป็นเส้นหรือตีเป็นแผ่น บาง ๆ ได้ และมีความหนาแน่นทั้งสูงและต่ำ ธาตุ อโลหะมีจุดเดือด จุดหลอมเหลวต่ำ มีผิวไม่มัน วาว ไม่นำความร้อน ไม่นำไฟฟ้า เปราะ แตกหัก ง่ายและมี ความหนาแน่นต่ำ ธาตุกึ่งโลหะมีสมบัติบางประการ เหมือนโลหะ และสมบัติบางประการเหมือนอโลหะ
2. วิเคราะห์ผลจากการใช้ธาตุโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะและธาตุกัมมันตรังสี ที่มีต่อ สิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อมเศรษฐกิจและสังคม จากข้อมูลที่รวบรวมได้	<ul style="list-style-type: none"> • ธาตุโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ ที่สามารถแผ่รังสีได้ จัดเป็นธาตุกัมมันตรังสี • ธาตุมีทั้งประโยชน์และโทษ การใช้ธาตุ โลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ ธาตุกัมมันตรังสี ควรคำนึงถึงผลกระทบต่อ สิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม
3. ตระหนักถึงคุณค่าของการใช้ธาตุโลหะ อโลหะกึ่งโลหะ ธาตุกัมมันตรังสี โดย เสนอแนวทางการใช้ธาตุอย่างปลอดภัย คุ่มค่า	

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
4. เปรียบเทียบจุดเดือด จุดหลอมเหลวของ สารบริสุทธิ์ และสารผสม โดยการ วัด อุณหภูมิ เขียนกราฟ แปลความหมาย ข้อมูลจากกราฟหรือสารสนเทศ	• สารบริสุทธิ์ประกอบด้วยสารเพียงชนิดเดียวส่วนสารผสมประกอบด้วยสารตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป สารบริสุทธิ์แต่ละชนิดมีสมบัติบางประการที่เป็นค่าเฉพาะตัว เช่น จุดเดือดและจุดหลอมเหลวคงที่ แต่สารผสมมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับชนิดและสัดส่วนของสารที่ผสมอยู่ด้วยกัน
5. อธิบายและเปรียบเทียบความหนาแน่นของสารบริสุทธิ์และสารผสม	• สารบริสุทธิ์แต่ละชนิดมีความหนาแน่น หรือมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรคงที่ เป็นค่าเฉพาะของสารนั้น ณ สถานะและอุณหภูมิหนึ่งแต่สารผสมมีความหนาแน่นไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับชนิดและสัดส่วนของสารที่ผสมอยู่ด้วยกัน
6. ใช้เครื่องมือเพื่อวัดมวลและปริมาตรของสารบริสุทธิ์และสารผสม	
7. อธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง อะตอม ธาตุ และสารประกอบ โดยใช้แบบจำลองและสารสนเทศ	• สารบริสุทธิ์แบ่งออกเป็นธาตุและสารประกอบธาตุประกอบด้วยอนุภาคที่เล็กที่สุดที่ยังแสดงสมบัติของธาตุนั้นเรียกว่า อะตอม ธาตุแต่ละชนิดประกอบด้วยอะตอมเพียงชนิดเดียวและไม่สามารถแยกสลายเป็นสารอื่นได้ด้วยวิธีทางเคมีธาตุเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ ธาตุสารประกอบเกิดจากอะตอมของธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปรวมตัวกันทางเคมีในอัตราส่วนคงที่ มีสมบัติแตกต่างจากธาตุที่เป็นองค์ประกอบ สามารถแยกเป็นธาตุได้ด้วยวิธีทางเคมี ธาตุและสารประกอบสามารถเขียนแทนได้ด้วยสูตรเคมี
8. อธิบายโครงสร้างอะตอมที่ประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน โดยใช้แบบจำลอง	• อะตอมประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน โปรตอนมีประจุไฟฟ้าบวก ธาตุชนิดเดียวกันมีจำนวนโปรตอนเท่ากันและเป็นค่าเฉพาะของธาตุนั้น นิวตรอนเป็นกลางทางไฟฟ้าส่วนอิเล็กตรอนมีประจุไฟฟ้าลบ เมื่ออะตอมมีจำนวนโปรตอนเท่ากับจำนวน อิเล็กตรอนจะเป็นกลางทางไฟฟ้า โปรตอนและ นิวตรอน รวมกันตรงกลางอะตอมเรียกว่า นิวเคลียส ส่วนอิเล็กตรอนเคลื่อนที่อยู่ในที่ว่างรอบนิวเคลียส

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์ พื้นฐาน สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของ สสารความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลัก และธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตัวชี้วัดที่ ม.1/1-ม.1/8 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มีสาระการเรียนรู้และจำนวนชั่วโมงที่สอน รวม 13 ชั่วโมง ดังนี้

1. จุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารผสม	เวลา 1 ชั่วโมง
2. จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม	เวลา 2 ชั่วโมง
3. ความหนาแน่นของสารบริสุทธิ์และสารผสม	เวลา 1 ชั่วโมง
4. การจำแนกสารบริสุทธิ์	เวลา 2 ชั่วโมง
5. โครงสร้างอะตอม	เวลา 1 ชั่วโมง
6. ธาตุ	เวลา 2 ชั่วโมง
7. ธาตุกัมมันตรังสี	เวลา 1 ชั่วโมง
8. ธาตุโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ	เวลา 2 ชั่วโมง
9. สารประกอบ	เวลา 1 ชั่วโมง

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning)

2.2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ศศิธร เวียงวะลัย (2556, น. 147) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนค้นหาความจริง ด้วยการแสวงหาความรู้ มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล การลงมือปฏิบัติ การสำรวจ และตรวจสอบ เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ด้วยตนเอง โดยผู้สอนเป็นเพียงผู้จัดการให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ดังนั้นความรู้ที่ได้จะคงทนถาวรอยู่ในความทรงจำระยะยาว

พรณวิไล ชมชิต (2557, น. 110) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผู้สอนจะต้องเตรียมสถานการณ์ที่เอื้อต่อการเรียนรู้โดยผ่านกระบวนการคิด การปฏิบัติของผู้เรียน และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ ซึ่งผู้สอนผู้สอนเป็นเพียงผู้แนะนำหรืออำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายในการเรียนรู้

ทศนา เขมมณี (2560, น. 141) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นการดำเนินการเรียนการสอนโดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิดและลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาหาคำตอบและข้อสรุปด้วยตนเอง โดยผู้สอนจะช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เช่น การสืบค้นแหล่งข้อมูล การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การสรุปผลข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น

Minstrell (2000, อ้างถึงใน ประสาท เนื่องเฉลิม, 2558, น.135) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นการพัฒนาจิตวิทยาาสตร์ (Habit of the mind) ผ่านยุทธศาสตร์การสอนเพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ โดยการบูรณาการระหว่างการคิดและลงมือกระทำ (Hands-on and minds-on activities) และการกระตุ้นความคิดขั้นสูงโดยใช้คำถาม

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้และค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ในการเรียนรู้เนื้อหาบทเรียนด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการสืบเสาะหาความรู้ เช่น การสืบค้น การสังเกต การสำรวจหรือทดลอง การวิเคราะห์และการสรุปผล เป็นต้น ซึ่งผู้สอนมีหน้าที่ชี้แนะและตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดและลงมือปฏิบัติ ทำให้ความรู้ที่ได้รับเกิดความคงทนอยู่ในความจำระยะยาว

2.2.2 แนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

พรณวิไล ชมชิด (2557, น. 110) ได้กล่าวว่า แนวคิดของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการสอนที่มีกิจกรรมหลากหลาย มีความซับซ้อน ซึ่งประกอบไปด้วยการสังเกต การตั้งคำถาม รวมไปถึงเครื่องมือและวิธีการในการเก็บรวบรวมข้อมูล การตีความหมายข้อมูล การสรุปผล และการนำเสนอข้อมูล ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไม่ใช่การสอนในห้องปฏิบัติการเท่านั้น หากแต่ต้องอาศัยองค์ประกอบที่หลากหลายในทุกชั้นตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีการใช้จินตนาการและการประดิษฐ์คิดค้นไปพร้อมกัน ดังนั้นวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมอย่างยิ่งที่นำมาใช้ในการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์ เนื่องจากส่งผลต่อการสร้างองค์ความรู้ การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาบุคลิกภาพและเจตคติของผู้เรียน

Lederman, et al. (2002, อ้างถึงใน นิสิตปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2556, น. 9) ได้กล่าวว่า แนวคิดของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มี

กรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นประโยชน์ต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ สามารถนำไปบูรณาการกับการสอนได้ทุกระดับชั้นและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 หลักการ ดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งต้องอาศัยหลักฐานข้อมูล ผ่านการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นเหตุเป็นผล
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากมีหลักฐานหรือข้อมูลใหม่มาสนับสนุน
3. กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน กฎจะบอกถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างมีแบบแผนที่แน่นอน ณ สภาวะใดๆ แต่ทฤษฎีจะอธิบายที่มาหรือเหตุผลของการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆ ทั้งกฎและทฤษฎีมีความสำคัญในการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
4. การศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีวิธีการที่หลากหลาย เช่น วิธีการทางวิทยาศาสตร์ การต่อยอดความรู้ ความบังเอิญ การทดลองโดยวิธีคิด เป็นต้น
5. การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและการลงข้อสรุปจะแตกต่างกัน โดยการสังเกตจะให้ข้อมูลที่เป็นหลักฐาน ส่วนความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาศัยการลงข้อสรุปจากหลักฐานที่ได้โดยการสังเกต เช่น การศึกษาเกี่ยวกับอะตอม เป็นต้น

Association for the Advancement of Science (2009, อ้างถึงใน นิสิตปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2556, น. 9) ได้กล่าวว่า แนวคิดของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีกรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ด้านหลัก ดังนี้

ด้านที่ 1 โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (The scientific world view) เป็นมุมมองพื้นฐานที่นักวิทยาศาสตร์ทำความเข้าใจเกี่ยวกับโลกของเรา ได้แก่ โลกเป็นเรื่องที่สามารถเข้าใจได้ (The world is understandable) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ (Scientific idea are subject to change) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน (Scientific knowledge is durable) วิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบที่สมบูรณ์แก่ทุกคำถามได้ (Science cannot provide complete answers to questions)

ด้านที่ 2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) เป็นการอธิบายการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านกระบวนการคิด การใช้เหตุผล การจินตนาการจากหลักฐานต่างๆ ที่ค้นพบ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน (Science and evidence) วิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานระหว่างเหตุผลและจินตนาการ (Science is a blend of logic and imagination) วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและคำทำนาย (Science explains and predicts) นักวิทยาศาสตร์พยายามจะ

บ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ (Scientists try to identify and avoid bias) วิทยาศาสตร์ไม่เชื่อเรื่องการเชื่อฟังผู้มีอำนาจ (Science is not authoritarian)

ด้านที่ 3 กิจการทางวิทยาศาสตร์ (The scientific enterprise) เป็นการกล่าวถึงลักษณะกิจกรรมการทำงานของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน (Science is a complex social activity) วิทยาศาสตร์ได้ถูกจัดระบบอยู่ในเนื้อหาวิชาสาขาต่างๆ และมีการดำเนินงานในสถาบันต่างๆ (Science is organized into content disciplines and is conducted in various institutions) ในการดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์มีจรรยาบรรณที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป (There are generally accepted ethical principles in the conduct of science) นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมในกิจกรรมสาธารณะทั้งในฐานะที่เป็นผู้เชี่ยวชาญและเป็นพลเมือง (Scientists participate in public affairs both as specialists and as citizens)

จากแนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีกรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีวิธีการศึกษาหาความรู้ที่ซับซ้อน เช่น การตั้งคำถาม การสังเกต การเก็บข้อมูล การตีความหมายและการสรุปผล โดยองค์ความรู้นั้นต้องผ่านกระบวนการคิดวิเคราะห์ห้อย่างเป็นเหตุเป็นผล ดังนั้นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นี้จึงทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเข้าใจถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลใหม่มาสนับสนุน

2.2.3 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ประสาธต์ เื่องเฉลิม (2558, น. 139) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือทำมากกว่าการสอนที่เน้นเนื้อหาสาระหรือยึดตำราเรียนเป็นหลัก ควรมีการส่งเสริมทักษะกระบวนการที่จำเป็น รวมทั้งพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน

Anderson (1996, อ้างถึงใน ประสาธต์ เื่องเฉลิม, 2558, น. 139) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้เชิงวิชาการ ส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นสิ่งเร้าที่เสริมสร้างพลังอำนาจเปลี่ยนแปลงความเชื่อ ค่านิยม และความเข้าใจ

Pottenger (2007, อ้างถึงใน ประสาธต์ เื่องเฉลิม, 2558, น. 136) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยทั่วไปแล้วเมื่อนักวิทยาศาสตร์ค้นพบองค์ความรู้ใหม่ก็จะมี การนำเสนอและเผยแพร่แนวคิดผ่านสังคมวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับผู้สอนและผู้เรียนเปรียบเสมือน

อยู่ในสังคมแห่งการเรียนรู้ ซึ่งจะต้องการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และส่งผ่านความรู้จากรุ่นหนึ่งสู่อีก รุ่นหนึ่ง

จากความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือกระทำ หรือค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง และยังเป็น การส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สร้างปฏิสัมพันธ์ร่วมกับบุคคลรอบข้างในการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ร่วมกัน ตลอดจนผู้เรียนได้สร้างปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และได้พัฒนาเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

2.2.4 จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กาญจนา บุญส่ง (2542, น. 68) ได้กล่าวว่า ความมุ่งหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ข้อ ไว้ดังนี้

1. เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักการสอบสวนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง
2. เพื่อฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล
3. เพื่อฝึกให้ผู้เรียนใช้ความคิดหาวิธีแก้ปัญหาได้เอง

กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์ (2558, น. 1) ได้กล่าวว่า จุดมุ่งหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือ เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกประสบการณ์การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนเกิดเข้าใจ เกิดทักษะ และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการสำรวจ ตรวจสอบ หรือการทดลอง

Schwab (1970, อ้างถึงใน ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, น. 148) ได้กล่าวว่า จุดมุ่งหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีดังนี้

1. เพื่อแสดงให้ผู้เรียนเห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการแปลความหมายจากข้อมูลที่ใช้
2. เพื่อแสดงให้ผู้เรียนเห็นว่า การแปลความหมายจากข้อมูลต้องมีความสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นและขอบเขตในเรื่องที่ศึกษาเท่านั้น ถ้าหากเรามีความรู้มากขึ้น การแปลความหมายก็จะยิ่งสมบูรณ์มากขึ้นด้วย ส่งผลให้ข้อตกลงเบื้องต้นและขอบเขตมีการเปลี่ยนแปลงได้
3. เพื่อแสดงให้ผู้เรียนเห็นว่าเนื่องจากหลักเกณฑ์ต่างๆ และข้อตกลงเบื้องต้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ฉะนั้นความรู้ย่อมเปลี่ยนแปลงได้เช่นกัน
4. เพื่อแสดงให้ผู้เรียนเห็นว่าเมื่อความรู้เปลี่ยนแปลงได้ จึงถือว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีและมีความถูกต้อง ทั้งนี้เนื่องจากเรามีความรู้ความเข้าใจมากยิ่งขึ้นกว่าเดิม

จากจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มุ่งให้ผู้เรียนได้ฝึกการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการสำรวจหรือการทดลอง โดยมีการแปลความหมายและสรุปผลข้อมูลภายใต้ขอบเขตของข้อตกลงเบื้องต้นและเรื่องที่ต้องการศึกษา ซึ่งผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล และการคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง อนึ่ง ถ้าผู้เรียนมีความรู้ในเรื่องที่ศึกษามากขึ้น การแปลความหมายก็จะชัดเจนยิ่งขึ้น ถือว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดี ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความเข้าใจในเรื่องที่ศึกษาอย่างถูกต้อง

2.2.5 ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น. 4) ได้กล่าวว่า ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน (Confirmed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ตรวจสอบความรู้หรือแนวคิด เพื่อยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ถูกต้องมาแล้ว

2. การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Directed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผู้สอนเป็นผู้กำหนดปัญหาและสารัตถหรืออธิบายการสำรวจตรวจสอบ แล้วให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบตามวิธีการที่กำหนด

3. การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะ (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา และผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำปรึกษาหรือคำแนะนำให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบได้อย่างถูกต้อง

4. การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิด ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาการออกแบบการสำรวจและปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง

กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์ (2558, น. 4) ได้กล่าวว่า ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยทั่วไปจะพิจารณาได้จากระดับของบทบาทและการมีส่วนร่วมของผู้สอน โดยระดับบทบาทและความท้าทายของกิจกรรมที่จัดให้แก่ผู้เรียนสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. Structure Inquiry คือ การสืบเสาะหาความรู้ที่ผู้สอนมีบทบาทในระดับสูง โดยเป็นผู้แนะนำผู้เรียนในตลอดขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบหรือทดลอง มีการให้ปัญหาหรือคำถามทางวิทยาศาสตร์ และให้แนวคิดและขั้นตอนในการสำรวจตรวจสอบหรือทดลอง โดยผู้เรียนมี

บทบาทในการหาคำตอบ ซึ่งการสืบเสาะประเภทนี้เหมาะสมกับห้องเรียนขนาดใหญ่หรือผู้เรียนที่ยังมีประสบการณ์ในการสืบเสาะหาความรู้ในระดับเริ่มต้น

2. Guided Inquiry คือ การสืบเสาะหาความรู้ที่ผู้สอนจะลดระดับบทบาทของการมีส่วนร่วมลดลงและผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนเพิ่มขึ้น กล่าวคือ มีการกำหนดปัญหาหรือคำถามทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน แต่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกแบบวิธีการและดำเนินการสำรวจตรวจสอบหรือทดลองด้วยตนเอง

3. Collaborative Inquiry คือ การสืบเสาะหาความรู้ที่ทั้งผู้สอนและผู้เรียนมีบทบาทร่วมกันในทุกขั้นตอน ซึ่งการสืบเสาะประเภทนี้มีเหมาะสำหรับกลุ่มผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการสืบเสาะมากขึ้น

4. Open Inquiry คือ การสืบเสาะหาความรู้ที่ผู้เรียนสร้างคำถามด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบหรือทดลอง และนำเสนอผลได้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนมีบทบาทในด้านการให้คำปรึกษาและจัดเตรียมวัสดุหรืออุปกรณ์เท่านั้น ซึ่งการสืบเสาะประเภทนี้เหมาะสำหรับผู้เรียนในระดับสูง เช่น นักศึกษาปริญญาโทหรือระดับปริญญาเอก

Tafoya, et al. (1980, อ้างถึงใน ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, น. 149) ได้กล่าวว่า ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เน้นให้ผู้เรียนคิด ทดลอง ลงมือเก็บรวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูล แปลความหมายและลงข้อสรุปด้วยตนเอง ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีทักษะในด้านปฏิบัติการ (Process of Doing หรือ Manual Skills) และกระบวนการคิด (Process of Thinking หรือ Thinking Skills) สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การสืบเสาะสำเร็จรูป (Structured Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ผู้สอนเป็นผู้กำหนดปัญหา กำหนดขั้นตอนในการทดลองและการจัดกระทำข้อมูล ตลอดจนการแปลความหมายให้แก่ผู้เรียน

2. การสืบเสาะแนะนำ (Guide Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ผู้สอนให้คำปรึกษาหาหรือคำแนะนำ วิธีการทดลอง และการจัดกระทำข้อมูลให้แก่ผู้เรียน โดยผู้เรียนมีหน้าที่ในการแปลความหมายและสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง

3. การสืบเสาะแบบเปิดกว้าง (Open Inquiry) หรือการค้นพบ (Discovery) เป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา วิธีการแก้ปัญหา การจัดกระทำข้อมูล ตลอดจนการแปลความหมายและสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง

จากประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะพิจารณาจากระดับของบทบาทและการมีส่วนร่วมของผู้สอนและผู้เรียน ได้แก่ การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน (Confirmed Inquiry) การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง

(Directed Inquiry) การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะ (Guided Inquiry) และการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open Inquiry) ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะ (Guide Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่จะเน้นให้ผู้เรียนมีบทบาทในการจัดการเรียนการสอนมากขึ้น โดยผู้สอนเป็นผู้ให้คำปรึกษาหรือแนะนำวิธีการทดลอง การจัดกระทำข้อมูลให้แก่ผู้เรียน ตลอดจนจัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ไว้สำหรับผู้เรียน ผู้เรียนมีหน้าที่ปฏิบัติการทดลองตามแนวทางที่กำหนด และหาคำตอบจนได้มาซึ่งองค์ความรู้ด้วยตนเอง

2.2.6 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ถัดจากวลัย กัณหาสุวรรณ (2546, น. 9-10) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้สอนมีบทบาทดังนี้

1. ต้องรู้จักใช้คำถาม
2. อุดหนุนที่จะไม่บอกคำตอบ แต่ต้องกระตุ้นและเสริมพลังให้ผู้เรียนหาคำตอบเอง
3. ต้องให้กำลังใจ ให้ผู้เรียนมีความพยายาม
4. รู้ว่าธรรมชาติของผู้เรียนแต่ละคนอาจแตกต่างกัน ดังนั้นการถามนำให้ผู้เรียนอาจคิดไม่เหมือนกันบางครั้ง อาจต้องบอกให้บ้าง
5. เข้าใจและรู้ความหมายพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออก
6. มีเทคนิคในการจัดการให้ผู้เรียนแก้ปัญหา
7. อุดหนุนที่จะฟังคำถามและคำตอบของผู้เรียน แม้ว่าคำถาม คำตอบเหล่านั้นอาจไม่ชัดเจน
8. รู้วิธีบริหารจัดการชั้นเรียน ให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิด การศึกษาค้นคว้าโดยไม่เสีาระเบียบของชั้นเรียน
9. รู้จักนำข้อผิดพลาดมาใช้เป็นโอกาสในการสร้างสรรค์แนวคิดในการค้นคว้าทดลองใหม่

ดวงเดือน พินสุวรรณ (2557, น. 30-33) ได้กล่าวว่า บทบาทผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีดังนี้

1. ผู้สอนจัดกิจกรรมหรือสร้างสถานการณ์ เพื่อกระตุ้น ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการตั้งคำถาม
2. ผู้สอนอำนวยความสะดวกหรือให้คำแนะนำ โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ตั้งสมมติฐาน ทำการทดลองหรือสืบค้นข้อมูล
3. ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงแนวโน้มหรือแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยตั้งคำถามนำทางให้ผู้เรียนได้สรุปผลและอภิปรายผลการทดลองอย่างมีเหตุผล

4. ผู้สอนตั้งคำถามหรือประเด็นให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นกับความรู้เดิม

5. ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ประเมินจุดเด่นและจุดด้อยในกระบวนการแสวงหาความรู้ของตนเอง

ประสาธ เนืองเฉลิม (2558, น. 148-150) ได้กล่าวว่า บทบาทผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีดังนี้

1. ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำเสนอพื้นฐานความรู้เดิม และผู้สอนช่วยเติมเต็มประสบการณ์เดิม โดยการตั้งคำถามหรือกำหนดประเด็นปัญหา

2. ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักร่วมกันคิดแก้ปัญหา เพื่อสร้างความสนใจในบทเรียน

3. ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อสำรวจค้นหาคำตอบโดยผู้สอนให้ข้อเสนอแนะและคำปรึกษาแก่ผู้เรียน

4. ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตน ซึ่งเป็นพื้นฐานในการอธิบายโน้ตสน์

5. ผู้สอนกระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสร้างสรรค์

6. ผู้สอนแนะแนวทางในการนำความรู้เดิมไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ให้แก่ผู้เรียน

จากบทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า ผู้สอนจะต้องสร้างสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเองในทุกขั้นตอนการสอน ผู้สอนต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบหรือซักถามเพื่อนำไปสู่การค้นพบคำตอบขององค์ความรู้ด้วยตนเอง และผู้สอนต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดด้วยคำพูดของผู้เรียนเอง ตลอดจนทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนในระหว่างการจัดการเรียนการสอน

พันธ์ ทองชุมนุม (2547, น. 56) ได้กล่าวว่า บทบาทของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในกิจกรรมการทดลองมีดังนี้

1. สำรวจอุปกรณ์

2. สังเกตปรากฏการณ์ที่สังเกตได้

3. รายงานผลการสืบเสาะหรือผลการสังเกต

4. สืบเสาะหาหลักการทั่วไปจากข้อมูลและตั้งสมมติฐาน

5. เสนอแนะการทดลองและการทดสอบ
6. สังเกตและบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
7. อภิปรายมโนคติของรูปแบบที่สร้างขึ้น ซึ่งสามารถนำไปใช้ในขั้นตอนการสำรวจได้

8. ขยายมโนคติโดยผ่านขั้นตอนการสำรวจตามข้อชี้แนะของมโนคติ ดวงเดือน พินสุวรรณ (2557, น. 30-33) ได้กล่าวว่า บทบาทผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีดังนี้

1. ผู้เรียนตั้งคำถามหรือกำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการศึกษา
2. ผู้เรียนสำรวจข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา การทดลองหรือสืบค้นข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
3. ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ของตนเอง โดยการอธิบายความคิดของตนเอง พร้อมแสดงหลักฐานประกอบคำอธิบาย
4. ผู้เรียนแสดงการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นกับความรู้เดิมที่มีอยู่ด้วยวิธีการต่างๆ
5. ผู้เรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะที่ได้เรียนรู้

ประสาธ เนืองเฉลิม (2558, น. 148-150) ได้กล่าวว่า สำหรับบทบาทผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีดังต่อไปนี้

1. ผู้เรียน ได้แสดงความคิดเห็นและนำเสนอความคิดเห็นอย่างอิสระ
2. ผู้เรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทักษะการสังเกต การใช้เครื่องมือ การดำเนินการทดลอง การบันทึกผล การอภิปรายและการสรุปผล ในการสำรวจค้นหาคำตอบ ซึ่งนำไปสู่การคิดและหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียน
3. ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาหรือค้นหาคำตอบด้วยตัวเอง
4. ผู้เรียนได้พูด ชักถามหรือโต้แย้งในสิ่งที่ผู้เรียนเชื่อมั่นและมีเหตุผล
5. ผู้เรียนได้นำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้อย่างเหมาะสมในชีวิตประจำวัน

จากบทบาทของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า ผู้เรียนต้องเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง มีกระบวนการคิดและแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม ผู้เรียนสามารถอธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ ตลอดจนผู้เรียนสามารถลงข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผลจากหลักฐานที่ปรากฏ และผู้เรียนสามารถนำองค์

ความรู้ที่ได้นั้นมาสรุปเป็นความคิดรวบยอดของตนเอง และนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

2.2.7 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ชนาธิป พรกุล (2554, น. 134) ได้กล่าวว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้มีความแตกต่างกันไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนบรรลุตาม วัตถุประสงค์ โดยทั่วไปมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุปัญหาและทำปัญหาให้กระจ่างชัดเจน โดยปัญหาที่เหมาะสมจะทำการ สืบเสาะหาความรู้ควรเป็นปัญหาที่ผู้เรียนสนใจใคร่รู้หรือเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน ผู้สอน ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาและมโนทัศน์ที่ซ่อนอยู่ในปัญหา

2. การตั้งสมมติฐาน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดคำตอบของปัญหา หลังจาก ได้สมมติฐานมาจำนวนหนึ่ง ผู้สอนให้ผู้เรียนประเมินเหลือไว้เฉพาะสมมติฐานที่จะทำการค้นคว้า

3. การรวบรวมข้อมูล ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่ผู้สอนให้แนวทาง ไว้ โดยผู้สอนพิจารณาว่าจะให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่ม หรือรายบุคคล

4. การวิเคราะห์และตีความข้อมูล เพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยผู้สอนให้ผู้เรียน วิเคราะห์และตีความตามข้อมูลที่รวบรวม ไม่ใช่การวิเคราะห์ตามสมมติฐาน

5. การลงข้อสรุป ว่ายอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐาน หรือเปลี่ยนสมมติฐานตามการ ตีความข้อมูล

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ใช้สอนได้ทั้งเนื้อหาและกระบวนการในเวลาเดียวกัน จุดประสงค์ของบทเรียนเป็นตัวกำหนดว่า ในการสอนครั้งนั้นผู้สอนจะเน้นเนื้อหาหรือกระบวนการ กล่าวคือ ผู้เรียนได้เรียนรู้ (เนื้อหา) และรับประสบการณ์ (กระบวนการ) ขณะทำการสืบค้นและ ตรวจสอบ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีความตื่นตัว

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, น. 14) ได้กล่าวว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวผู้เรียนหรือการอภิปรายภายใน กลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยง กับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ผู้สอนจะกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถามและกำหนดประเด็นปัญหา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ผู้สอนอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วย การเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้ผู้เรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ผู้สอนกำลัง สนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและผู้เรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่

ต้องการศึกษา ผู้สอนกับผู้เรียนจึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อผู้เรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว จึงมีการตั้งสมมติฐาน กำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ และลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยมีวิธีการตรวจสอบหลายวิธี เช่น การทดลอง การทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้อธิบาย แปรผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น การบรรยายสรุป การสร้างแบบจำลอง หรือการวาดรูป การสร้างตาราง เป็นต้น การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ทำให้เกิดองค์ความรู้ที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ หรือในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

Bybee, et al. (2006, อ้างถึงใน พรณวิไล ชมชิด, 2557, น. 114-115) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (Inquiry cycle) ถูกพัฒนาขึ้น โดย BSCS (Biological Science Curriculum Study) ในปี ค.ศ. 1987 โดยได้เสนอกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิม เป็นความรู้หรือแนวคิดของผู้เรียนเอง และเรียกรูปแบบการสอนนี้ว่า Inquiry Cycle หรือ 5Es มีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นตอนนี้มีจุดประสงค์ที่จะประเมินความรู้เดิมของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสนใจใคร่รู้ในเนื้อหาที่จะสอน โดยใช้กิจกรรมสั้นๆ ที่ส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็นและดึงความรู้เดิมของผู้เรียนออกมา ซึ่งกิจกรรมควรเชื่อมโยงประสบการณ์

ทางการเรียนเดิมและประสบการณ์ทางการเรียนปัจจุบันของผู้เรียนเข้าด้วยกัน กระตุ้นให้ผู้เรียน แสดงความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงไปสู่กิจกรรม

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนทำ กิจกรรมที่ทำให้เกิดการศึกษานิวคิด ได้ใช้กระบวนการและทักษะในการเรียน ทำให้เกิดการ เปลี่ยนแปลงแนวคิด (Conceptual change) โดยผู้เรียนอาจทำการทดลองเพื่อช่วยให้ได้ใช้ความรู้เดิม ในการสร้างแนวคิดใหม่ เพื่อค้นหาคำถามและความเป็นไปได้ โดยมีการออกแบบและทำการเก็บ รวบรวมข้อมูล

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นตอนนี้มุ่งเน้นไปที่ความสนใจของ ผู้เรียนที่มีต่อประสบการณ์การสร้างความสนใจและสำรวจค้นหา และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดง ความเข้าใจถึงแนวคิด ทักษะกระบวนการและความเชื่อของตนเอง นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้ ผู้เรียนได้อธิบายความเข้าใจที่มีต่อแนวคิด ความรู้และทักษะกระบวนการอย่างตรงไปตรงมา โดย ผู้สอนอธิบายชี้แนะเพิ่มเติมเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจองค์ความรู้มากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญของการ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นนี้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้สอนท้าทายและ ขยายความเข้าใจที่มีต่อแนวคิดและทักษะให้ผู้เรียนได้พัฒนาความเข้าใจทั้งเชิงลึกและเชิงกว้าง เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มมากขึ้นและมีทักษะที่เพียงพอในการผ่านประสบการณ์ใหม่ โดยผู้เรียน ประยุกต์ใช้ความเข้าใจในแนวคิดด้วยการนำไปใช้ในกิจกรรมอื่นๆ

5. ขั้นวัดประเมินผล (Evaluation) ขั้นตอนนี้ผู้สอนจะกระตุ้นให้ผู้เรียนประเมิน ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง และเปิดโอกาสให้ผู้สอนได้ประเมินความก้าวหน้าของ ผู้เรียนในการบรรลุต่อจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้

จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า กระบวนการสืบเสาะหา ความรู้เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าแสวงหาความรู้ เพื่อสร้างองค์ ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นสร้าง ความสนใจ ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งประเด็นคำถาม อยากรู้อะไรเห็น หรือกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดง ความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ใหม่ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม เพื่อ ตรวจสอบแนวคิดหรือประเด็นปัญหาที่ต้องการศึกษา โดยใช้กระบวนการและทักษะในการเรียน 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ผู้เรียนนำผลการสำรวจตรวจสอบมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และ นำเสนอในรูปแบบต่างๆ 4) ขั้นขยายความรู้ ผู้สอนนำความรู้ที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือ เหตุการณ์อื่นๆ ทำให้ผู้เรียนมีการเชื่อมโยงที่สมเหตุสมผลของหลักฐานและเกิดองค์ความรู้ที่ชัดเจน

ยิ่งขึ้น และ 5) ชั้นวัดประเมินผล ผู้สอนประเมินความรู้ ความเข้าใจของผู้เรียนตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

2.2.8 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

Schein and Bennis (1965, อ้างถึงใน ประสาท เนืองเฉลิม, 2558, น. 143) ได้กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้โดยอาศัยการปฏิบัติการทดลอง (Inquiry through laboratory work) เป็นวิธีการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการทดลองและการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนสามารถออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลองโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถประเมินผลการทดลองของตนเองได้ ซึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ประสาทสัมผัสมาช่วยในการแก้ปัญหาผ่านการเลือกกิจกรรมการทดลองที่เหมาะสม ตลอดจนเป็นการสร้างเสริมความรู้ความเข้าใจและการมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน

Sundand (1973, อ้างถึงใน ประสาท เนืองเฉลิม, 2558, น. 142) ได้กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้โดยอาศัยการสาธิต (Inquiry through demonstration) เป็นวิธีการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้เข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสังเกตโดยตรงหรือการตั้งคำถามในสิ่งที่สังเกตผ่านการสาธิต การเรียนการสอนแบบนี้เป็นการแสดงมโนทัศน์ให้ผู้เรียนได้ศึกษาตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ผู้เรียนอาจทำกิจกรรมเดี่ยวหรือรายกลุ่มก็จะได้ผลลัพธ์ในการเรียนรู้ที่มีค่าเช่นกัน อาจเป็นการทดลองที่ให้ผลการทดลองโดยที่ไม่ทราบมาก่อนหรืออาจเป็นเพียงการทดสอบยืนยันหรืออธิบายสิ่งที่ได้ทราบมาแล้ว ซึ่งสามารถนำมาช่วยในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างสถานการณ์ที่นำไปสู่การกำหนดปัญหาหรือกำหนดประเด็นสำคัญ

Roth (1996, อ้างถึงใน ประสาท เนืองเฉลิม, 2558, น. 141) ได้กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้โดยอาศัยการตั้งคำถาม (Inquiry through questioning) เป็นวิธีการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเอง การตั้งคำถามเป็นเทคนิคที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การตั้งสมมติฐานเพื่อค้นคว้าหาคำตอบตามพื้นฐานความรู้และประสบการณ์เดิม โดยคำนึงถึงคุณภาพของคำถามที่ถาม การจะได้คำถามที่มีคุณภาพดีนั้นผู้สอนต้องคิดคำถามล่วงหน้า คำถามต้องสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ โดยใช้คำถามที่มีทั้งปลายปิดและปลายเปิด และคำนึงถึงโครงสร้างของคำถามและขั้นตอนที่จะถามในระหว่างกิจกรรมการเรียนการสอน

Eucker (2005, อ้างถึงใน ประสาท เนืองเฉลิม, 2558, น. 143) ได้กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้โดยอาศัยการอภิปราย (Inquiry through discussion) เป็นวิธีการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้สอนตั้งคำถามและอภิปรายร่วมกันกับผู้เรียน การอภิปรายเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาความรู้ในแง่มุมต่างๆ อาจเป็นการอภิปรายระหว่างผู้เรียนด้วยกันหรือระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ทุกคนมีอิสระทางความคิดและสามารถแสดงความคิดเห็นของตนผ่านกระบวนการกลุ่ม อย่างไรก็ตาม การที่ผู้เรียนจะแสดงความคิดเห็นได้นั้นต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องนั้นก่อนเสมอ ผู้สอนสามารถใช้การอภิปรายโดยกำหนดสถานการณ์เพื่อกระตุ้นความคิดผู้เรียน ผู้สอนต้องสามารถอภิปรายได้ในหลายสถานการณ์ตามความเหมาะสม ผู้สอนต้องตั้งคำถามและตั้งปัญหาที่ผู้เรียนรู้สึกว่ามีคุณค่าที่จะแก้ปัญหานั้นๆ รู้จักรับฟังข้อคิดเห็นของผู้เรียน และรู้จักวิธีที่จะยุติการอภิปรายอย่างประนีประนอม

จากการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นั้นมีหลายรูปแบบ เช่น การสืบเสาะหาความรู้โดยอาศัยการตั้งคำถาม การสืบเสาะหาความรู้โดยอาศัยการสาธิต การสืบเสาะหาความรู้โดยอาศัยการอภิปรายหรือการสืบเสาะหาความรู้โดยอาศัยการปฏิบัติการทดลอง เป็นต้น โดยผู้เรียนจะได้คิดวิเคราะห์หรือลงมือปฏิบัติในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งนำไปสู่การเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน และยังส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

2.2.9 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, น. 126) ได้กล่าวว่า ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ข้อ ดังนี้

1. ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดได้อย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจึงมีความอยากเรียนรู้ตลอดเวลา
2. ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้วิธีสืบเสาะหาความรู้ ทำให้มีความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อีกด้วย
3. ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, น. 136) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีข้อดีดังนี้

1. ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีค้นหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเอง
2. ความรู้ที่ได้มีคุณค่า มีความหมายสำหรับผู้เรียน เป็นประโยชน์และจดจำได้นาน สามารถเชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
3. เป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ มีความอิสระ มีชีวิตชีวา และสนุกสนานกับการเรียนรู้
4. ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิธีและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชาติรี เกิดธรรม (2547, อ้างถึงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, น. 18) ได้กล่าวว่า ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีดังนี้

1. เป็นการพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญา คือ ฉลาดขึ้น เป็นนักริเริ่มสร้างสรรค์ และนักจัดระเบียบ

2. การค้นพบด้วยตนเอง ทำให้เกิดความเข้าใจมากกว่าการเรียนแบบท่องจำ

3. ฝึกให้ผู้เรียนรู้วิธีค้นหาความรู้ และแก้ปัญหาด้วยตนเอง

4. ช่วยให้จดจำความรู้ได้นาน และสามารถถ่ายโยงความรู้ได้

5. ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนการสอน จะทำให้เกิดการเรียนอย่างมีความหมายและมีชีวิตชีวา

6. ช่วยพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แก่ผู้เรียน

7. ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิธีและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

8. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเชื่อมั่นว่า จะทำการสิ่งใดๆ จะสำเร็จด้วยตนเอง สามารถคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค

9. ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ มีความคิดอย่างอิสระ มีชีวิตชีวา และสนุกสนานกับการเรียนรู้

10. ได้ประสบการณ์ตรง ฝึกทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์

11. สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

จากข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ช่วยในการพัฒนาทักษะการคิด ความคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา รวมไปถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน อีกทั้งยังฝึกความรับผิดชอบของผู้เรียน ช่วยปลูกฝังให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้ มีความคิดอย่างมีเหตุผล และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุขและมีประสิทธิภาพ ตลอดจนผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำ ซึ่งเป็น การเรียนรู้ที่มีความหมายและมีคุณค่าสำหรับผู้เรียน

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, น. 126) ได้กล่าวว่า ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ดังนี้

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง
2. ถ้าสถานการณ์ที่ผู้สอนสร้างขึ้นไม่ทำให้น่าสงสัย แปลกใจ จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย และถ้าผู้สอนไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้ที่มุ่งควบคุมพฤติกรรมของผู้เรียนมากเกินไปจะทำให้ผู้เรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง
3. ผู้เรียนที่มีสติปัญญาต่ำและเนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก ผู้เรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้
4. ผู้เรียนบางคนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่จะทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหาจึงต้องใช้แรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนหลายๆ อาจจะทำตอบคำถามได้บ้าง แต่ผู้เรียนก็ไม่สามารถประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้ได้ดีเท่าที่ควรถ้าใช้การสอนแบบนี้อยู่เสมอ การเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ความคิด และการกระทำ ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้เร็วขึ้น แต่ใช้เวลาในการทำกิจกรรมมาก และจะไม่ได้ผลดีถ้าสถานการณ์นั้นไม่ตรงกับความสนใจไม่เหมาะกับระดับสติปัญญาของผู้เรียนอันจะทำให้ความสนใจในการเรียนของผู้เรียนลดต่ำลง

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, อ้างถึงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, น. 18) ได้กล่าวว่า ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีดังนี้

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้เนื้อเรื่องไม่ครบตามที่กำหนดไว้
2. ถ้าสถานการณ์ที่ผู้สอนสร้างไม่ชวนสงสัย ไม่ชวนติดตาม จะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่อยากเรียน
3. ผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำหรือไม่มีแรงกระตุ้นมากพอจะไม่สามารถเรียนด้วยวิธีการสอนแบบนี้ได้
4. เป็นการลงทุนสูง ซึ่งอาจได้ผลไม่คุ้มค่ากับการลงทุน
5. ถ้าผู้เรียนไม่รู้จักหลักการทำงานกลุ่มที่ถูกต้อง อาจทำให้ผู้เรียนบางคนหลีกเลี่ยงงาน ซึ่งจะทำให้ไม่เกิดการเรียนรู้
6. ผู้สอนต้องใช้เวลาการวางแผนนานมาก ถ้าผู้สอนมีภาระมากอาจเกิดปัญหาด้วยอารมณ์ ซึ่งมีผลต่อบรรยากาศในห้องเรียน
7. ข้อจำกัดเรื่องเนื้อหาและสติปัญญา อาจทำให้ผู้เรียนไม่สามารถศึกษาด้วยวิธีการสอนแบบนี้

สมสุข ชีระพิจิตร (2547, น. 41-58) ได้กล่าวว่า ข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีดังนี้

1. ใช้เวลามากในการสอนครั้งหนึ่ง ๆ
2. ถ้าสถานการณ์ที่ผู้สอนสร้างขึ้นไม่ชวนสงสัยหรือไม่น่าสนใจ จะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่อยากเรียนด้วยวิธีนี้
3. ข้อจำกัดเรื่องสติปัญญาและเนื้อหาวิชา อาจจะทำให้ผู้เรียนไม่อาจจะศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้กว้างเท่าที่ควร

จากข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ต้องใช้เวลาอย่างมากกับผู้เรียนในการวางแผนแก้สถานการณ์ปัญหา ผู้เรียนต้องเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเอง ต้องมีความรับผิดชอบ เป็นผู้ใฝ่รู้ใฝ่เรียน จึงจะประสบผลสำเร็จในการจัดการเรียนรู้แบบนี้ ทั้งนี้ผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำหรือได้รับแรงกระตุ้นไม่มากพออาจใช้วิธีการสอนแบบนี้ไม่ได้ผล ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ผู้สอนจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย

2.2.10 การประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ประสาธต์ เจริญเฉลิม (2558, น. 155-156) ได้กล่าวว่า การประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการประเมินทั้งความรู้และกระบวนการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ ซึ่งการประเมินจะต้องใช้เครื่องมือและวิธีการที่หลากหลายและประเมินตามสภาพจริง โดยมีการประเมินจากโครงการหรือผลงาน เป็นต้น ผู้สอนต้องพัฒนาตนเองทั้งในด้านการออกแบบเครื่องมือที่ใช้ประเมินเพื่อติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียน และผู้สอนต้องทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไปพร้อมๆ กัน ส่งผลให้ผู้สอนเกิดการเรียนรู้ไปพร้อมกับผู้เรียน

National Research Council (1996, อ้างถึงใน ประสาธต์ เจริญเฉลิม, 2558, น. 155) ได้กล่าวว่า ความสามารถที่บ่งชี้ว่าผู้เรียนมีการสืบเสาะหาความรู้ มีดังนี้

1. การจำแนกประเด็นคำถามและมโนทัศน์ที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ผู้เรียนตั้งสมมติฐานที่สามารถทดสอบได้ และออกแบบการทดลองได้อย่างเหมาะสม
2. การออกแบบและลงมือสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนใช้มโนทัศน์กระบวนการคิดอุปกรณและเทคโนโลยีที่เหมาะสม
3. การใช้เทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสมและใช้คณิตศาสตร์เพื่อตรวจสอบและสื่อสาร
4. การพัฒนา ปรับปรุงคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และโมเดล เพื่อนำเสนออย่างเป็นเหตุเป็นผล

5. การระลึกและวิเคราะห์คำอธิบายโดยใช้โมเดล ทบทวนความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ และใช้ประจักษ์พยานเพื่ออธิบายด้วยโมเดล

6. การสื่อสารและให้ข้อคิดเห็นที่เป็นวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนควรใช้ทักษะการนำเสนอด้วยการเขียนและการพูดที่สะท้อนความคิด ความเข้าใจร่วมกับกลุ่มเพื่อน

Duschl (2003, อ้างถึงใน ประสาท เนืองเฉลิม, 2558, น. 154) ได้กล่าวว่า เมื่อผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาสาระกระบวนการและทักษะต่างๆ ที่จำเป็นแล้วการประเมินการเรียนรู้ถือเป็นหัวใจสำคัญในการสะท้อนว่าการเรียนการสอนนั้นได้บรรลุเป้าหมายหรือไม่ หรือมีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุงแก้ไขและพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งการประเมินผลการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีประเด็นที่ต้องประเมินด้วยกัน 3 ด้าน ดังนี้

1. Epidemic Domain ด้านนี้ประเมินความสามารถต่างๆ ที่เกิดแก่ผู้เรียน เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โครงสร้างความรู้ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ตลอดจนการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล โดยผู้สอนต้องใช้การทดสอบ การสังเกต การสัมภาษณ์ และการประเมินจากโครงการ

2. Conceptual Domain ด้านนี้ประเมินกรอบความคิดที่ผู้เรียนคาดหวังที่จะได้รับการพัฒนาาร่วมกันในชั้นเรียนระหว่างผู้เรียนด้วยกัน โดยผู้สอนต้องใช้การสัมภาษณ์และการสังเกต

3. Social Domain ด้านนี้ประเมินการนำเสนอและการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ โดยผู้สอนต้องใช้การสัมภาษณ์และการสังเกต

จากการประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า เป็นการประเมินทั้งความรู้และกระบวนการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ว่ามีความสามารถด้านใดบ้าง เช่น ผู้เรียนสามารถออกแบบและลงมือตรวจสอบความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการคิดหรือตัดสินใจอย่างมีเหตุผลหรือไม่ ซึ่งการประเมินนั้นจะต้องใช้เครื่องมือและวิธีการที่หลากหลาย โดยการประเมินจากสภาพจริง เช่น ผู้สอนจะต้องมีการสังเกต การทดสอบ การสัมภาษณ์ หรือการประเมินโครงการของผู้เรียน

2.3 เทคนิคผังกราฟิก (Graphic Organizer)

2.3.1 ความหมายของเทคนิคผังกราฟิก

อิทธิเดช น้อยไม้ (2555, น. 13) ได้ให้ความหมายของผังกราฟิกไว้ว่า ผังกราฟิกคือ แผนภาพที่แสดงความคิดหรือความเข้าใจของผู้เรียนในเรื่องต่างๆ ช่วยให้สามารถมองเห็นได้อย่างเป็นรูปธรรม โดยความคิดหรือข้อมูลต่างๆ จะถูกนำมาเชื่อมโยงให้สัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผลและเป็นระบบ

ทิสนา แคมมณี (2557, น. 388) ได้ให้ความหมายของผังกราฟิกไว้ว่า ผังกราฟิกเป็นแผนผังทางความคิด ซึ่งประกอบไปด้วยความคิดหรือข้อมูลสำคัญๆ ที่เชื่อมโยงกันในรูปแบบต่างๆ ซึ่งทำให้เห็นโครงสร้างของความรู้หรือเนื้อหาสาระนั้นๆ เป็นเทคนิคที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระจำนวนมาก เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นได้ง่ายขึ้น เร็วขึ้น และจดจำได้นาน

Bromley, Lol and Modlo (1995, อ้างถึงใน อิทธิเดช น้อยไม้, 2555, น. 13) ได้ให้ความหมายของผังกราฟิกไว้ว่า ผังกราฟิกเป็นการนำเสนอความรู้ให้เห็นเป็นภาพ โดยมีการจัดโครงสร้างของข้อมูลรายละเอียดที่สำคัญของความคิดหรือหัวข้อต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกันอย่างเป็นลำดับ

Hall and Strangman (2002, อ้างถึงใน อิทธิเดช น้อยไม้, 2555, น. 13) ได้ให้ความหมายของผังกราฟิกไว้ว่า ผังกราฟิกเป็นเครื่องมือที่แสดงให้เห็นถึงภาพความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริง (Facts) หัวเรื่องหรือคำศัพท์ (Terms) รวมทั้งความคิด (Ideas) ในการเรียนรู้เรื่องราวต่างๆ

จากความหมายของผังกราฟิก สรุปได้ว่า ผังกราฟิก หมายถึง วิธีการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสรุปเนื้อหาสาระความรู้ โดยผ่านกระบวนการรวบรวมอย่างเป็นระบบ มีลำดับขั้นตอน มีการเชื่อมโยงของข้อมูลและมีเนื้อหาที่กระชับ โดยนำเสนอในรูปแบบที่เป็นแผนภาพต่างๆ ที่เป็นรูปธรรม ซึ่งใช้ในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่ให้กว้างขวาง และลึกซึ้งมากขึ้น ทำให้เกิดความเข้าใจและจดจำสิ่งที่เรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

2.3.2 ทฤษฎีของเทคนิคผังกราฟิก

ทิสนา แคมมณี (2555, น. 388) ได้กล่าวว่า ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายเป็นทฤษฎีที่เน้นความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่ที่ได้รับกับความรู้เดิมที่คงอยู่ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีความหมายจึงมีความสามารถในการจดจำและมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาได้ดี การนำผังกราฟิกเป็นเครื่องมือการเรียนรู้จากทฤษฎีการเรียนรู้มี 4 ประการ คือ

1. การแยกแยะข้อมูลเพื่อให้เห็นองค์ประกอบหลักที่เชื่อมโยงกันอยู่อย่างชัดเจน สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โมทัศน์ได้ง่ายขึ้น
2. หากสมองมีการจัดโครงสร้างความรู้ไว้อย่างเป็นระบบจะช่วยเรียกความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญาออกมาใช้เชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ได้ง่ายขึ้น
3. ผังกราฟิกที่แสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบหลักของเรื่องมีลักษณะเป็นภาพ ซึ่งง่ายต่อการที่สมองจะจดจำมากกว่าข้อความที่ติดต่อกันยืดยาว
4. การใช้ผังกราฟิกซึ่งมีลักษณะทั้งภาพและข้อความ สามารถช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างตื่นตัว (Active Learning) เนื่องจากผู้เรียนจะต้องมีทั้งการฟัง พูด อ่าน เขียน คิด จึงจะสามารถจัดทำผังกราฟิกออกมาได้ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

Mayer (1984, อ้างถึงใน ทิศนา ขัมมณี, 2560, น. 234) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิกเป็นการสร้างความรู้ของบุคคล ซึ่งต้องใช้กระบวนการเรียนรู้ที่มีความหมาย 4 ขั้นตอน ได้แก่ การเลือกรับข้อมูลที่สัมพันธ์กัน (Selecting Relevant Information) การจัดระเบียบข้อมูลเข้าสู่โครงการ (Coherent Structure) การบูรณาการข้อมูล (Integrating) และการเข้ารหัส (Encoding) ซึ่งเป็นการเรียนรู้เพื่อให้ข้อมูลคงอยู่ในความจำระยะยาวและสามารถเรียกคืนมาใช้ได้โดยง่าย ด้วยเหตุนี้การให้ผู้เรียนมีโอกาสเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับโครงสร้างความรู้เดิมๆ และนำความรู้มาเข้ารหัสหรือสร้างตัวแทนทางความคิดที่มีความหมายต่อตนเองขึ้น จะส่งผลให้การเรียนรู้คงอยู่ในความจำระยะยาวและสามารถเรียกคืนมาใช้ได้ กระบวนการเหล่านี้ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายขึ้นอย่างแท้จริง

Jones, et al., (1989, อ้างถึงใน ทิศนา ขัมมณี, 2560, น. 232-234) ได้กล่าวว่า มีการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ผังกราฟิกขึ้น โดยใช้แนวคิดทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล (Information Processing Theory) ซึ่งกล่าวว่า กระบวนการเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วนด้วยกัน ได้แก่ ความจำข้อมูล (Information Storage) กระบวนการทางปัญญา (Cognitive Processes) และเมตาคอกนิชัน (Metacognition) ความจำข้อมูลประกอบด้วย ความจำจากการรู้สึกสัมผัส (Sensory Memory) ซึ่งจะเก็บข้อมูลไว้เพียงประมาณ 1 วินาทีเท่านั้น ความจำระยะสั้น (Short-Term Memory) หรือความจำปฏิบัติการ (Working Memory) ซึ่งเป็นความจำที่เกิดขึ้นภายหลังจากการตีความสิ่งเร้าที่รับรู้มาแล้ว และจะเก็บข้อมูลไว้ได้ชั่วคราวประมาณ 5 วินาที ความจำประเภทนี้ทำหน้าที่ในการคิด (Mental Operation) ส่วนความจำระยะยาว (Long-Term Memory) เป็นความจำที่มีความคงทน มีขนาดความจุไม่จำกัด สามารถคงอยู่เป็นเวลานาน เมื่อต้องการใช้จะสามารถเรียกคืนได้ สิ่งที่อยู่ในความจำระยะยาวมี 2 ลักษณะคือ ความจำเหตุการณ์ (Episodic Memory) และความจำความหมาย (Semantic Memory) ซึ่งเกี่ยวข้องกับ

ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ กฎ และหลักการต่างๆ โดยองค์ประกอบด้านความจำข้อมูลนี้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเพียงใดขึ้นกับกระบวนการทางปัญญาของบุคคลนั่นเอง ซึ่งประกอบด้วย

1. การใส่ใจ (Attention) หากบุคคลมีความใส่ใจในข้อมูลที่ได้รับเข้ามาทางการสัมผัส (Sensory Memory) ข้อมูลนั้นก็จะถูกนำไปสู่ความจำระยะสั้น (Short-Term Memory) ต่อไป หากข้อมูลไม่ได้รับการใส่ใจ ข้อมูลนั้นก็จะเลือนหายไปอย่างรวดเร็ว

2. การรับรู้ (Perception) เมื่อบุคคลใส่ใจในข้อมูลที่ได้รับเข้ามาทางประสาทสัมผัส บุคคลก็จะรับรู้ข้อมูลนั้นและนำข้อมูลส่วนนี้เข้าสู่ความจำระยะสั้นต่อไป ข้อมูลที่รับรู้จะเป็นความจริงตามการรับรู้ (Perceived Reality) ของบุคคลนั้น ซึ่งอาจไม่ใช่ความจริงเชิงปรนัย (Objective Reality) เนื่องจากเป็นความจริงที่ผ่านการตีความจากบุคคลนั้นมาแล้ว

3. การทำซ้ำ (Rehearsal) หากบุคคลมีกระบวนการรักษาข้อมูล โดยการทบทวนซ้ำแล้วซ้ำอีก ข้อมูลนั้นก็ยังจะคงถูกเก็บรักษาไว้ในความจำปฏิบัติการ

4. การเข้ารหัส (Encoding) หากบุคคลมีกระบวนการสร้างตัวแทนทางความคิด (Mental Representation) เกี่ยวกับข้อมูลนั้น โดยมีการนำข้อมูลเข้าสู่ความจำระยะยาวและเชื่อมโยงเข้ากับสิ่งที่มีอยู่แล้วในความจำระยะยาว ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

5. การเรียกคืน (Retrieval) การเรียกคืนข้อมูลที่จดจำไว้ในความจำระยะยาวเพื่อนำออกมาใช้มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการเข้ารหัส หากการเข้ารหัสทำให้เกิดการเก็บความจำได้ดี มีประสิทธิภาพ การเรียกคืนข้อมูลก็จะมีประสิทธิภาพตามไปด้วย

จากทฤษฎีของผังกราฟิก สรุปได้ว่า ทฤษฎีและแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิก ได้แก่ ทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล และทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้แนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายที่เชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิม โดยแยกแยะข้อมูลเพื่อให้เห็นองค์ประกอบหลักที่เชื่อมโยงกันอยู่อย่างชัดเจน สามารถช่วยให้ผู้เรียนจดจำและมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาได้ดี ซึ่งการใช้ผังกราฟิกจะมีลักษณะทั้งภาพและข้อความที่ได้จากการสรุป ซึ่งง่ายต่อการจดจำ และเป็นการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

2.3.3 ความสำคัญของเทคนิคผังกราฟิก

วลัย พานิช (2549, น. 2549) ได้กล่าวว่า การใช้เทคนิคผังกราฟิกในการเรียนการสอน คือ การพัฒนาความคิดแก่ผู้เรียน ฝึกการรู้จักวิเคราะห์ สังเคราะห์ และเชื่อมโยงสัมพันธ์ของข้อมูลหรือมโนทัศน์ต่างๆ โดยแสดงออกมาในรูปกราฟิก และเหนือกว่าสิ่งใดก็คือ ได้พัฒนาการฝึกนำตนเอง รู้ว่าตนเองทำอะไร บังคับตนเองไปในทิศทางตามจุดประสงค์ที่ต้องการ และมองเห็นทิศทาง

หรือมิติต่างๆ ที่เชื่อมโยงเกี่ยวข้องในสิ่งที่ตนเองกำลังค้นคว้าหรือศึกษาหรือแก้ปัญหา นั่นคือการเกิด Metacognition (thinking how of thinking)

ทิสนา แคมมณี (2551, อ้างถึงใน อิทธิเดช น้อยไม้, 2555, น. 13) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิกยังสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล (Ausubel) ซึ่งเป็นจิตวิทยาแนวปัญญานิยมที่มุ่งเน้นความสำคัญของการเรียนรู้ที่มีความเข้าใจและมีความหมาย

อิทธิเดช น้อยไม้ (2555, น. 13) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิกนับเป็นเครื่องมือสำคัญที่มีส่วนช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางความคิดของผู้เรียน โดยนำหลักการทำงานของสมองมาใช้ประโยชน์ เพราะการใช้ผังกราฟิกจะเกิดขึ้นได้จากการทำงานของสมองทั้ง 2 ซีก คือ สมองซีกซ้ายและสมองซีกขวา โดยสมองซีกซ้ายจะทำหน้าที่ในการวิเคราะห์ค่าสัญลักษณ์ หรือตรรกวิทยา ส่วนสมองซีกขวากจะทำหน้าที่ในการสังเคราะห์รูปแบบ สี และรูปร่าง

จากความสำคัญของผังกราฟิก สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิกมีความสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล ซึ่งจะช่วยพัฒนากระบวนการทางความคิดของผู้เรียนให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ สามารถวิเคราะห์ หรือสังเคราะห์ข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ตลอดจนเป็นการพัฒนาการทำงานของสมองซีกซ้ายและสมองซีกขวาก็ด้วย

2.3.4 จุดมุ่งหมายของเทคนิคผังกราฟิก

ณัฐวุฒิ กิจรุ่งเรือง และคณะ (2545, น. 36) ได้กล่าวว่า เทคนิคผังกราฟิกช่วยให้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระได้ง่ายขึ้นและช่วยให้ผู้เรียนสามารถจัดระบบ โครงสร้างของความรู้ที่เรียน ทำให้เข้าใจความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดของเนื้อหาสาระได้ดีขึ้น

ทิสนา แคมมณี (2560, น. 234) ได้กล่าวว่า จุดมุ่งหมายของเทคนิคผังกราฟิก คือ ช่วยให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม และสร้างความหมาย ความเข้าใจในเนื้อหาสาระ หรือข้อมูลที่เกิดการเรียนรู้ และจัดระบบ ระเบียบข้อมูลที่เรียนรู้ด้วยผังกราฟิก ซึ่งจะช่วยให้จดจำได้ง่ายขึ้น

Clark (1990, pp. 40-43) ได้กล่าวว่า การใช้เทคนิคผังกราฟิกทำให้ผู้สอนสามารถแสดงจุดมุ่งหมายสำหรับการเรียน ทำให้ผู้เรียนทราบว่าเนื้อหาที่ต้องให้ผู้เรียนคิดอะไรคิดอย่างไร และแสดงออกอย่างไร ผู้เรียนจะได้เข้าใจว่าตนจะต้องทำอะไร และเรียนอย่างไร จุดมุ่งหมายนับว่าเป็นสิ่งที่สำคัญมากในกระบวนการเรียนการสอน เพราะถ้าผู้เรียนไม่ทราบจุดมุ่งหมายของการสอน ผู้เรียนก็จะไม่ใช้ความพยายามที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาวิชานั้น

จากจุดมุ่งหมายของผังกราฟิก สรุปได้ว่า การใช้เทคนิคผังกราฟิกในการจัดการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในบทเรียนหรือสิ่งที่เรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้

เดิมกับความรู้ใหม่ได้อย่างเป็นระบบ เข้าใจความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอด ทำให้ผู้เรียนมีการจดจำเนื้อหาของบทเรียนได้ง่ายยิ่งขึ้น และเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

2.3.5 รูปแบบของผังกราฟิก

นาตยา ปิลันธนานนท์ (2542, อ้างถึงใน อิทธิเดช น้อยไม้, 2555, น. 13-20) ได้กล่าวว่า ผังกราฟิกมีหลากหลายรูปแบบ ในที่นี้จะขอเสนอตัวอย่างผังกราฟิกที่น่าสนใจ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผังความคิด (Mind Map) เป็นผังกราฟิกที่แสดงความสัมพันธ์ของความคิด ตั้งแต่เริ่มต้นจนจบ โดยแสดงให้เห็นภาพรวมเกี่ยวกับเรื่องที่กล่าวถึง ซึ่งมีส่วนสำคัญในการช่วยพัฒนาความคิด ทั้งการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความคิด ความต่อเนื่องของความคิดและการเชื่อมโยงความคิดให้ชัดเจนขึ้น ในการเขียนผังความคิดจะเริ่มจากการกำหนดความคิดรวบยอดหลักหรือหัวข้อหลักไว้ตรงกลาง จากนั้นจึงแตกแขนงความคิดขยายออกไปโดยรอบ เกิดเป็นความคิดรวบยอดรองหรือความคิดรวบยอดย่อยๆ ไปเรื่อยๆ โดยไม่มีขอบเขตจำกัด

2. ผังความคิดรวบยอดหรือผังมโนทัศน์ (Concept Map) เป็นผังกราฟิกที่ใช้อธิบายความคิดรวบยอดหลักกับกลุ่มความคิดรวบยอด (Concept Cluster) บนพื้นฐานที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน โดยแสดงความคิดรวบยอดหลักไว้ด้านบนและมีความคิดรวบยอดย่อยๆ อยู่ด้านล่างลงมาเป็นลำดับขั้น โดยใช้เส้นเชื่อมโยงเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล

3. ผังใยแมงมุม (Spider Map) เป็นผังกราฟิกที่แสดงความเกี่ยวข้องของความคิดรวบยอดเหมือนใยแมงมุม โดยเขียนความคิดรวบยอดหลักไว้ตรงกลาง แล้วแตกแขนงความคิดรวบยอดรองออกไป และเขียนคุณลักษณะเฉพาะเจาะจงหรือรายละเอียดย่อยๆ ไว้ที่เส้นเชื่อม

4. ผังแสดงลำดับขั้นตอน (Sequential Map) เป็นผังกราฟิกที่แสดงลำดับขั้นตอนของสิ่งต่างๆ โดยเรียงลำดับเวลา ลำดับเหตุการณ์หรือกระบวนการต่างๆ โดยมีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด

5. ผังก้างปลา (Fishbone Map) เป็นผังกราฟิกที่แสดงสาเหตุของปัญหาซึ่งมีความซับซ้อน ผังก้างปลาจะช่วยให้เห็นสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยที่ชัดเจนขึ้น โดยเขียนข้อความที่เป็นปัญหาไว้ที่ส่วนหัวปลา และเขียนสาเหตุหลักไว้ที่ก้างปลาขนาดใหญ่ ส่วนสาเหตุรองนั้นให้เขียนไว้ที่ก้างปลาขนาดเล็ก

6. ผังวัฏจักร (Circle or Cyclical map) เป็นผังกราฟิกสำหรับแสดงขั้นตอนที่มีความต่อเนื่องกันเป็นวงกลมหรือเป็นวัฏจักรที่ไม่แสดงจุดสิ้นสุดหรือจุดเริ่มต้นที่แน่นอน

7. ผังแสดงลำดับข้อมูล (Order Graph) เป็นผังกราฟิกที่ใช้เรียงลำดับข้อมูลตามระยะเวลาที่เกิดขึ้นของเหตุการณ์ ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับผังแบบเส้นเวลา (Time Line) แต่ไม่ได้นำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระยะเวลามาแสดงให้เห็น

8. ผังแบบเวนน์ไดอะแกรม (Venn Diagram) เป็นผังกราฟิกที่มีลักษณะเป็นวงกลมตั้งแต่สองวงขึ้นไป โดยส่วนที่ทับซ้อนกันของวงกลมแต่ละวงเป็นส่วนที่นำเสนอข้อมูลที่เหมือนกัน และการนำเสนอข้อมูลที่แตกต่างกันให้เขียนไว้ที่นอกส่วนที่ทับซ้อนกันของวงกลม ดังนั้นผังกราฟิกแบบเวนน์ไดอะแกรมจึงเป็นผังกราฟิกที่เหมาะสมสำหรับการนำเสนอสิ่งสองสิ่งหรือมากกว่าหลายสิ่ง

9. ผังแบบตารางเปรียบเทียบ (Matrix Diagram) เป็นผังกราฟิกที่ใช้สรุปจัดแยกข้อมูลที่ศึกษาไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งข้อมูลที่น่าเสนอนั้นอาจเป็นการเปรียบเทียบความเหมือนกันหรือต่างกันของข้อมูล

สิ่งที่เปรียบเทียบ	ข้อมูลที่ 1	ข้อมูลที่ 2	ข้อมูลที่ 3
รายการที่ 1			
รายการที่ 2			

ภาพที่ 2.1 ผังแสดงลักษณะการเขียนผังแบบตารางเปรียบเทียบ. ปรับปรุงจาก “ผังกราฟิก (Graphic Organizers)” กับการพัฒนาความสามารถด้านการคิด. โดยธีรนนท์ ไกรเลิศ, 2560, ระเบียบ: วิทยาลัยเทคนิคกระบี่.

ทิสนา แคมมณี (2545, อ้างถึงใน พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ, 2545, น. 44-69) ได้กล่าวว่า รูปแบบของผังกราฟิกที่มีต่อการพัฒนาความคิดตามจุดประสงค์ในการนำเสนอข้อมูลไว้ 5 ประเภท ดังนี้

1. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลที่เป็นความคิดรวบยอด เป็นผังกราฟิกที่นำเสนอกระบวนการคิดที่บอกเนื้อหาหรือเรื่องราว บอกลำดับขั้นตอนของข้อมูล เชื่อมโยงข้อเท็จจริงสู่แนวคิด การแสดงองค์ประกอบสำคัญ เชื่อมโยงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันหรืออธิบายคุณสมบัติต่างๆ ตัวอย่างผังกราฟิกประเภทนี้ ได้แก่

1.1 ผังความคิด (Mind Map) เป็นผังกราฟิกที่แสดงความสัมพันธ์ของสาระหรือความคิดต่างๆ ให้เป็นโครงสร้างของภาพรวม โดยใช้เส้น คำ ระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง สี เครื่องหมาย รูปทรงเรขาคณิต และภาพ แสดงความหมายและความเชื่อมโยงของความคิดหรือสาระนั้นๆ

1.2 ผังใยแมงมุม (Spider Map) เป็นผังกราฟิกที่แสดงความเชื่อมโยงของแนวคิดหลักและแนวคิดย่อยๆ สามารถให้เป็นผังแสดงมโนทัศน์อีกแบบหนึ่ง เพื่อแสดงรายละเอียดของความคิดรวบยอดหลักที่อยู่ตรงกลางภาพ

2. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลที่มีการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ เป็นผังกราฟิกที่นำเสนอกระบวนการคิดที่แยกแยะข้อเท็จจริง แสดงความเหมือนกัน แสดงประเด็นสำคัญ และความเกี่ยวข้องกัน ตัวอย่างผังกราฟิกประเภทนี้ ได้แก่

2.1 ผังวงกลมซ้อน หรือเวนนไดอะแกรม (Venn Diagrams) เป็นผังวงกลมที่ซ้อนกัน 2 วง หรือมากกว่า ใช้แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ ของข้อมูล แสดงการแยกแยะข้อมูลออกเป็นองค์ประกอบย่อยๆ แสดงความสัมพันธ์และไม่สัมพันธ์กันของข้อมูล แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล โดยนำมาแสดงความเหมือนด้วยส่วนที่ซ้อนกันของวงกลม และแสดงความแตกต่างในส่วนที่ไม่มีการซ้อนทับกัน

2.2 ผังทีชาร์จ (T-Chart) เป็นผังกราฟิกที่แสดงความแตกต่างของสิ่งที่ศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลที่มีลักษณะตรงข้ามกัน ได้แก่ ความเหมือน-ความต่าง ผลดี-ผลเสีย สิ่งที่ชอบ-สิ่งที่ไม่ชอบ และลักษณะเด่น-ลักษณะด้อย แล้วเขียนข้อมูลนั้นไว้ที่คนละด้านของรูปตัวที

สิ่งที่เหมือนกัน	สิ่งที่ต่างกัน
.....
.....
.....
.....

ภาพที่ 2.2 ผังแสดงลักษณะการเขียนผังทีชาร์จ. ปรับปรุงจาก ผลของการใช้เทคนิคผังกราฟิกในการเรียนการสอนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตที่มีต่อการใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. โดยน้ำผึ้ง มีนิต, 2545, กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

3. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลที่เชื่อมโยงถึงสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น เป็นผังกราฟิกสำหรับนำเสนอเนื้อหาสาระที่มีความสัมพันธ์เชิงความเป็นเหตุเป็นผล หรือแนวโน้มของเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่จะเกิดขึ้น ตัวอย่างผังกราฟิกประเภทนี้ ได้แก่

3.1 ผังก้างปลา (Fishbone Map) เป็นผังกราฟิกที่นำเสนอให้เห็นถึงสาเหตุและผลของเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

4. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอที่มีการจัดเรียงลำดับข้อมูล ขึ้นตอน หรือเหตุการณ์ โดยสัมพันธ์กับระยะเวลาพัฒนาการ กระบวนการ ขึ้นตอนหรือความสัมพันธ์ในลักษณะต่างๆ ตัวอย่างผังกราฟิกประเภทนี้ ได้แก่

4.1 เส้นเวลา (Time Line / Continuum Diagrams) เป็นผังกราฟิกที่ใช้จัดเรียงลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามลำดับกาลเวลา โดยการกำหนดช่วงเวลาสากลของระยะเวลา ซึ่งอาจเป็นปี เดือน วัน ชั่วโมง ใดๆก็ได้ แต่ละช่วงสากลจะกำหนดเท่าๆ กัน จากนั้นให้บันทึกข้อมูลที่เป็นเหตุการณ์ เรียงราวไปตามระยะเวลาสั้นๆ

4.2 ผังเรียงลำดับ (Event Chain) เป็นผังกราฟิกที่ใช้เรียงลำดับเหตุการณ์หรือขึ้นตอนต่างๆ

4.3 ผังขั้นบันได (Ladder) เป็นผังที่ใช้แสดงข้อมูลเพื่อเรียงลำดับของสิ่งหรือเหตุการณ์ต่างๆ ทั้งขนาด รูปร่าง จำนวน ระยะทาง ที่บอกลักษณะความมาก-น้อย ใหญ่-เล็ก สูง-ต่ำ หนัก-เบา สั้น-ยาว ยาก-ง่าย ใกล้-ไกล เป็นต้น

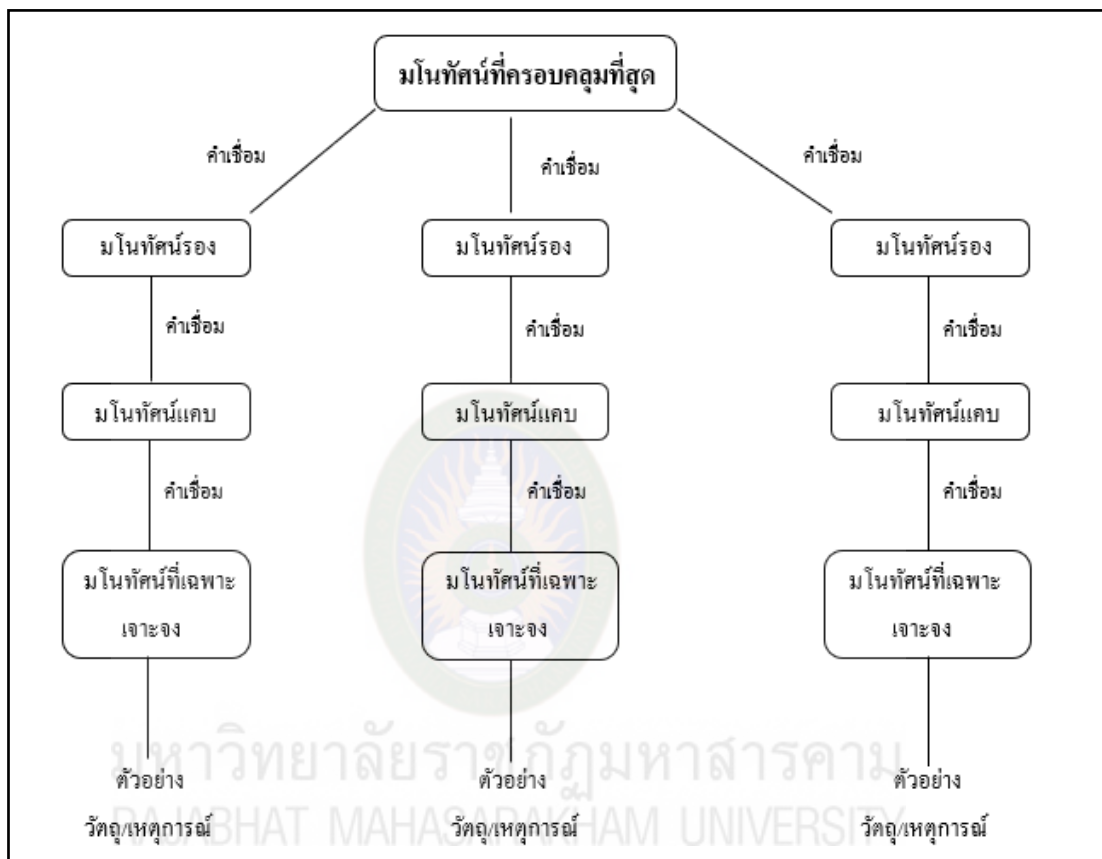
4.4 ผังวัฏจักร (Cyclical Map) เป็นผังกราฟิกที่แสดงลำดับขึ้นตอนต่อเนื่องกัน เป็นวงกลมหรือวัฏจักรที่ไม่แสดงจุดสิ้นสุด หรือจุดเริ่มต้นแน่นอน

5. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลที่เป็นการจัดกลุ่ม หรือจำแนกประเภทและหมวดหมู่ของความคิด เป็นผังกราฟิกที่ใช้นำเสนอเนื้อหาสาระในลักษณะของความสัมพันธ์เชิงจำแนก หรือจัดกลุ่มประเภทต่างๆ ที่ต้องการศึกษาออกเป็นหมวดหมู่ โดยจัดสิ่งที่มีสมบัติบางประการร่วมกัน ให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน โดยมีเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก ตัวอย่างผังกราฟิกประเภทนี้ ได้แก่

5.1 ผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เป็นผังกราฟิกที่แสดงความสัมพันธ์ของเรื่องหรือข้อมูลที่มีค่าสำคัญลดหลั่นกันเป็นขั้นๆ หรือความสัมพันธ์ที่แยกประเภท หรืออาจเรียกความสัมพันธ์แบบกิ่งไม้ (Branching map) นำเสนอ โดยการเขียนเชื่อมโยงไว้ข้างบน หรือตรงกลาง แล้วลากเส้นให้เชื่อมโยงกับความคิดรวบยอดอื่นๆ ที่สำคัญรองลงไปตามลำดับ

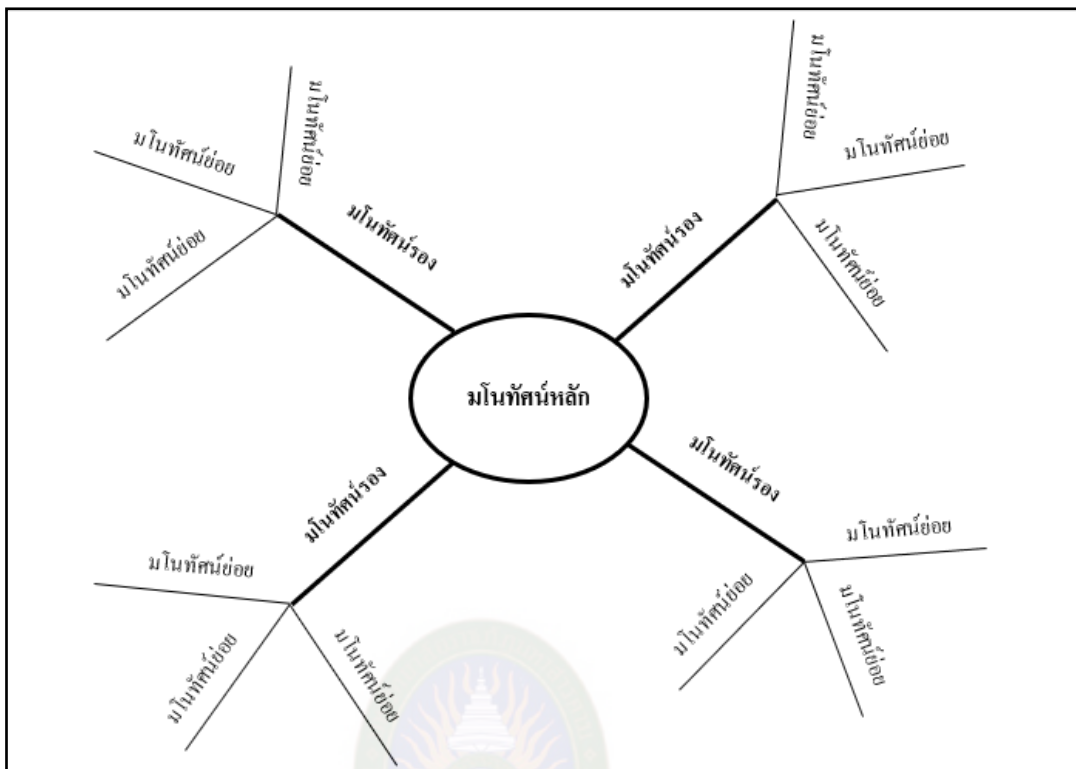
สุวิทย์ มูลคำ (2547, น. 17-39) ได้กล่าวว่า ผังกราฟิกเป็นแผนผังทางความคิด ซึ่งประกอบไปด้วยความคิดหรือข้อมูลสำคัญ ที่เชื่อมกันอยู่ในรูปแบบต่างๆ จะทำให้เห็นโครงสร้างของความรู้หรือเนื้อหาสาระนั้นๆ สำหรับการนำรูปแบบผังกราฟิกแต่ละรูปแบบมาใช้นั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะข้อมูล องค์ประกอบต่างๆ ของข้อมูลที่มีความเหมาะสมกับโครงสร้างของผังกราฟิก รูปแบบต่างๆ ของผังกราฟิก มีดังต่อไปนี้

1. ผังมโนทัศน์ (Concept map) ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ (Concept) ต่างๆ เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้เกิดการสร้างองค์ความรู้อย่างเป็นระบบ



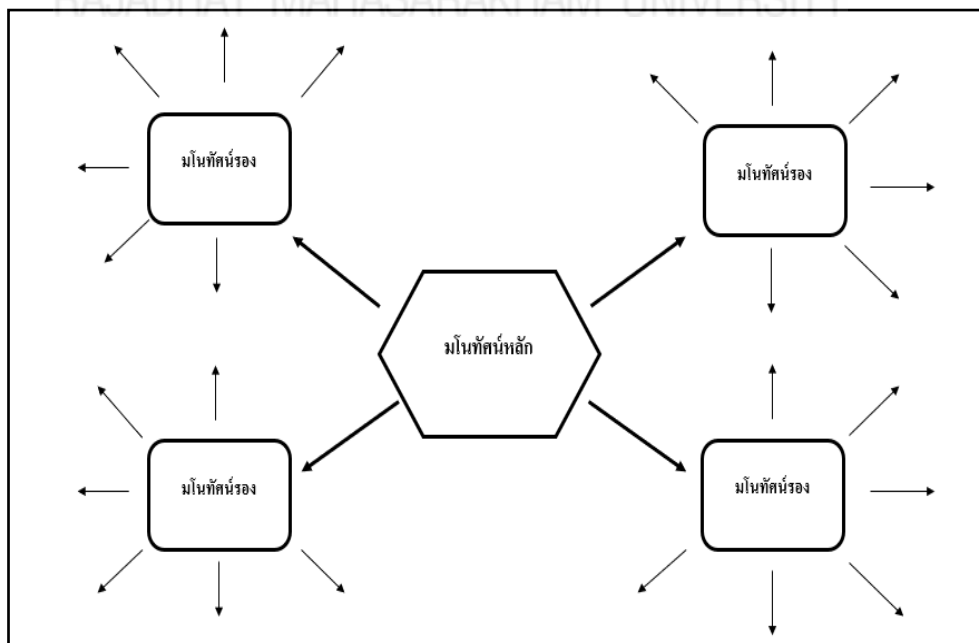
ภาพที่ 2.3 ผังแสดงลักษณะการเขียนผังมโนทัศน์.

2. ผังความคิด (Mind map or Mind mapping) ใช้แสดงการเชื่อมโยงข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งระหว่างความคิดหลัก ความคิดรอง และความคิดย่อยที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน



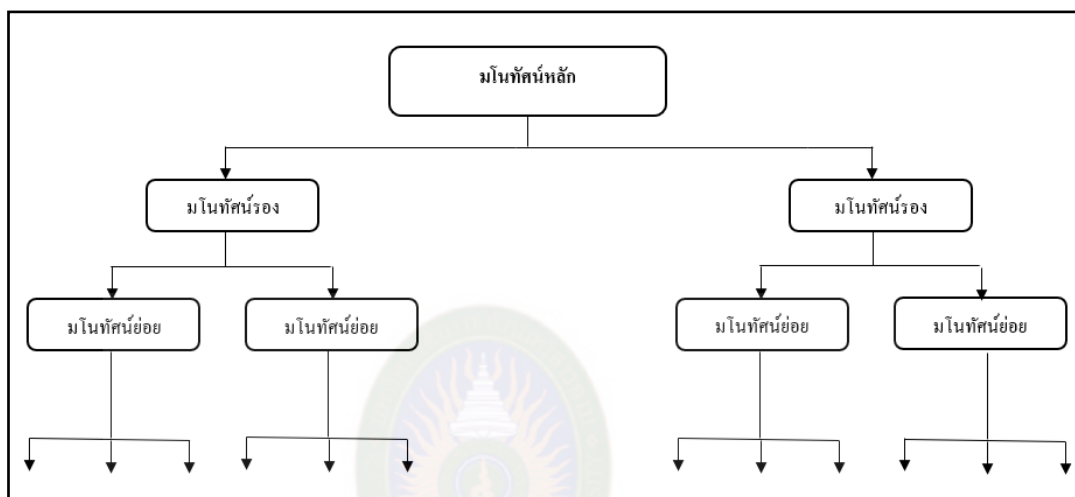
ภาพที่ 2.4 ฟังแสดงลักษณะการเขียนผังความคิด.

3. ฟังใยแมงมุม (Web diagram or Spider map) ใช้แสดงในการแยกแยะองค์ประกอบต่างๆ ของข้อมูล



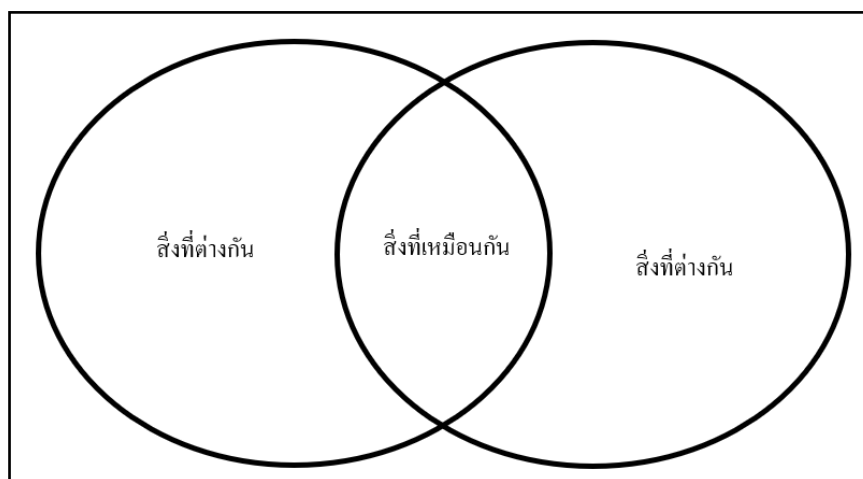
ภาพที่ 2.5 ฟังแสดงลักษณะการเขียนผังใยแมงมุม.

4. ผังโครงสร้างต้นไม้ (Tree structure) ใช้แสดงความสัมพันธ์ของเรื่องที่มีความสำคัญลดหลั่นกันเป็นชั้นๆ หรืออาจเรียกผังโครงสร้างต้นไม้ว่า ผังแสดงความสัมพันธ์แบบกิ่งไม้ (Branching map) ซึ่งมีลักษณะคล้ายแผนภูมิบริหารองค์กร มีการนำเสนอโดยการเขียนชื่อเรื่องไว้ข้างบนหรือตรงกลางแล้วลากเส้นให้เชื่อมโยงกับความคิดรวบยอดอื่นๆ ที่สำคัญรองลงไปตามลำดับ



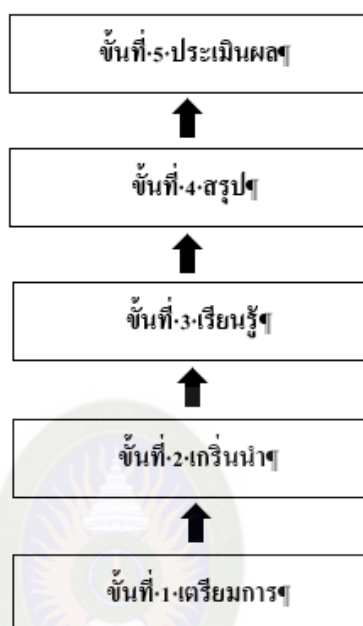
ภาพที่ 2.6 ผังแสดงลักษณะการเขียนผังโครงสร้างต้นไม้.

5. แผนภูมิเวนน์ (Venn diagram) ใช้แสดงข้อมูลเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอดที่แสดงถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ ของบุคคล สถานที่ หรือสิ่งของในลักษณะต่างๆ เป็นผังวงกลม 2 วงหรือมากกว่านั้น โดยมีส่วนที่วางซ้อนกันอยู่ แผนภูมิเวนน์เหมาะสำหรับการนำเสนอสิ่งสองสิ่งหรือหลายสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกัน เช่น ความเหมือนหรือความต่างกันของข้อมูล



ภาพที่ 2.7 ผังแสดงลักษณะการเขียนผังภูมิเวนน์.

6. ผังแบบขั้นบันได (Time ladder map) ใช้แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีลักษณะแสดงลำดับเวลา กระบวนการ หรือขั้นตอนเป็นลำดับอย่างง่ายๆ อาจเรียกผังแบบขั้นบันไดว่า ผังลำดับขั้นตอน (Sequential map)



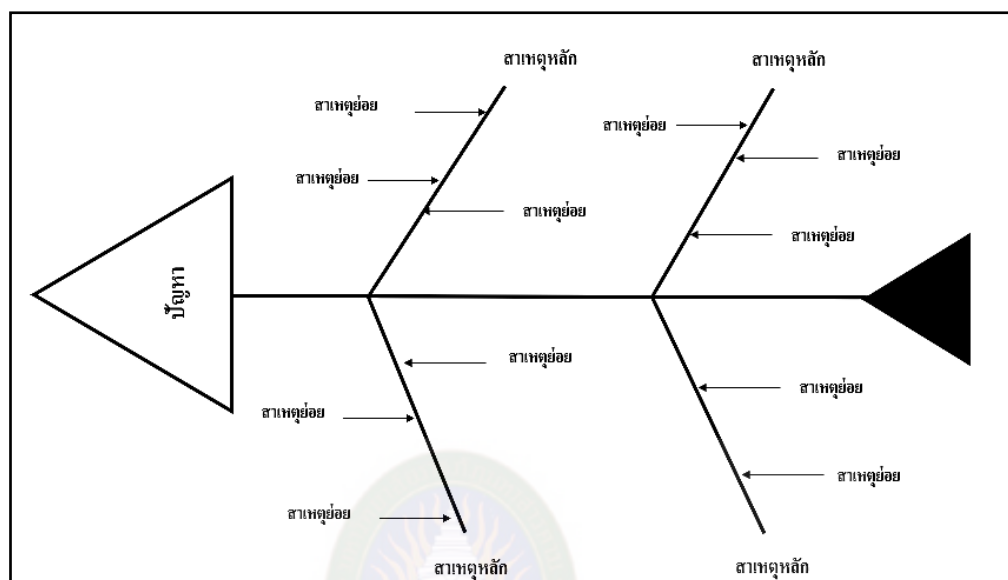
ภาพที่ 2.8 ผังแสดงลักษณะการเขียนผังแบบขั้นบันไดหรือผังลำดับขั้นตอน. ปรับปรุงจาก การใช้เทคนิคผังกราฟิกประกอบการเรียนการสอนเรื่องสารสนเทศ และเรื่องการจัดหมวดหมู่หนังสือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี โรงเรียนสุนทรวิจิตรวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 31. โดยสอ่ลงล่าตันจินดาประทีป, 2554, ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

7. ผังวงจรหรือผังวัฏจักร (Cycle Map) ใช้แสดงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างเหตุการณ์กับระยะเวลาที่มีการเรียงลำดับการเคลื่อนไหวของข้อมูล ซึ่งมีลักษณะเป็นวงจรที่ไม่แสดงจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดที่แน่นอน

8. ผังแสดงลำดับขั้นการดำเนินงาน (Flowchart Diagram) ใช้แสดงการเคลื่อนไหวของข้อมูลที่มีลักษณะมองเห็นกระบวนการเป็นวงจรที่มีการเคลื่อนไหวหลายทิศทาง แต่สุดท้ายก็นำไปสู่จุดหมายปลายทางอย่างใดอย่างหนึ่งที่ต้องการ

9. ผังแสดงความสัมพันธ์ (Matrix Diagram) ใช้แสดงข้อมูลที่เน้นชนิดและความสัมพันธ์ที่สำคัญ โดยทั่วไปข้อมูลจะถูกบรรจุอยู่ในตารางช่องสี่เหลี่ยม และถูกกำหนดไว้เป็นแนวตั้งและแนวนอน ทำให้สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ได้ชัดเจน

10. ผังก้างปลา (Fishbone Map) ใช้นำเสนอข้อมูลที่มีประเด็นปัญหาหลักแล้ว นำเสนอสาเหตุหรือผลต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบเกี่ยวข้องกัน



ภาพที่ 2.9 ผังแสดงลักษณะการเขียนผังก้างปลา

11. ผังแสดงความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ต่างๆ ตามลำดับเวลา (Interval graph or Time line) โดยกำหนดช่วงสเกลของระยะเวลา ซึ่งอาจเป็นปี เดือน สัปดาห์ วัน ชั่วโมง หรืออย่างใดก็ได้ สำหรับระยะห่างของแต่ละสเกลขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล แต่ทุกช่วงของสเกลนั้นจะต้องกำหนดเท่าๆ กัน จากนั้นก็บันทึกข้อมูลที่เป็นเหตุการณ์หรือเรื่องราวลงไปตามระยะเวลานั้นๆ

12. ผังแสดงลำดับเหตุการณ์ (Order graph or Event chain) ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์ต่างๆ ตามลำดับเวลา ซึ่งผังแสดงลำดับเหตุการณ์จะคล้ายคลึงผังแสดงความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ต่างๆ ตามลำดับเวลา แต่แตกต่างกันในส่วนที่ผังแสดงลำดับเหตุการณ์ไม่ได้นำข้อมูลด้านระยะเวลามาแสดงให้เห็นเป็นสเกล

13. ผังแสดงความสัมพันธ์แบบจำแนกประเภท (Classification Map) ผังนี้เหมาะสำหรับการเขียนพรรณนาโวหาร ซึ่งจะแสดงถึงความสัมพันธ์ของหัวข้อเรื่อง

Kagan (1998, pp. 3-4) ได้กล่าวว่า ผังกราฟิกแบบต่างๆ มีดังนี้

1. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลที่เป็นมโนทัศน์ เช่น

1.1 ผังความคิด (Mind Map)

1.2 ผังมโนทัศน์ (Concept Map)

2. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลที่เป็นารเปรียบเทียบ เช่น
 - 2.1 เวนน์ไดอะแกรม (Venn Diagram)
 - 2.2 ทีชาร์ท (T-chart)
3. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลที่เป็นเหตุเป็นผล เช่น ผังก้างปลา (Fish bone)
4. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลที่เป็นารเรียงลำดับเหตุการณ์หรือขั้นตอน เช่น
 - 4.1 ผังเรียงลำดับ (Chain)
 - 4.2 ผังวัฏจักร (Cyclical Map)

จากรูปแบบของผังกราฟิก สรุปได้ว่า การสร้างแผนผังกราฟิกให้ดีขึ้น ผู้สร้างต้องมีความเข้าใจหลักสำคัญในการนำผังกราฟิกไปใช้ว่า ผังกราฟิกเป็นเทคนิคที่นำมาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่ใช่วิธีสอน ผู้สอนสามารถใช้ผังกราฟิกร่วมกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบต่างๆ ได้ หากแต่ผู้สอนจะต้องมีความเข้าใจลักษณะและการสื่อความหมายของผังกราฟิกรูปแบบต่างๆ เพื่อจะได้เลือกใช้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาของบทเรียน ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พิจารณาเลือกผังกราฟิกที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระเรื่อง ชาติและสารประกอบ วยของ ผู้เรียน และผังกราฟิกที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ทั้งหมด 8 รูปแบบ ดังนี้

1. ผังความคิด (Mind Map) ใช้ในสรุปความรู้ที่เกี่ยวข้องกัน แสดงความสัมพันธ์ความคิดหลักไปสู่ความคิดย่อยๆ กระจายออกไปโดยรอบ โดยมีการใช้สัญลักษณ์ เครื่องหมายรูปภาพ รูปทรง และข้อความ
2. ผังมโนทัศน์ (Concept Map) ใช้ในสรุปความสัมพันธ์ของเนื้อหาโดยภาพรวม ซึ่งมีการเชื่อมโยงข้อมูลมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รอง และมโนทัศน์เฉพาะเจาะจง อย่างเป็นลำดับขั้น
3. ผังลำดับขั้นตอน (Sequential Map) ใช้ในการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นขั้นตอนหรือกระบวนการเป็นลำดับอย่างง่าย
4. ผังใยแมงมุม (Spider Map) ใช้ในการแยกแยะองค์ประกอบต่างๆ ของข้อมูลที่มีจำนวนมาก
5. ผังภูมิเวนน (Venn Diagram) ใช้ในการแสดงข้อมูล 2 ชนิด ที่มีความเหมือนหรือความต่างกัน
6. ผังก้างปลา (Fishbone Map) ใช้ในการนำเสนอสาเหตุและผลของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกัน

7. ผังทีชาร์ท (T-chart) ใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูล 2 ชนิด ที่มีความแตกต่างกัน

8. ผังแบบตารางเปรียบเทียบ (Matrix Diagram) ใช้ในการสรุปจำแนกข้อมูลไว้เป็นหมวดหมู่

ซึ่งผังกราฟิกที่ส่งเสริมให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ มีดังนี้

1. ผังก้างปลา และผังมโนทัศน์ เป็นผังกราฟิกที่ส่งเสริมให้เกิดทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร โดย ผังก้างปลาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุ เพื่อคาดการณ์คำตอบล่วงหน้าของการทดลอง และ ผังมโนทัศน์ใช้ในการกำหนดกรอบแนวคิดการทดลอง วิเคราะห์สมมติฐาน นิยามศัพท์ และตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อการทดลอง

2. ผังลำดับขั้นตอน เป็นผังกราฟิกที่ส่งเสริมให้เกิดทักษะการทดลอง โดยใช้ในการแสดงขั้นตอนการทดลองเป็นลำดับ เข้าใจง่าย สามารถปฏิบัติการทดลองได้ตามลำดับ และครอบคลุมตามที่กำหนด

3. ผังตารางเปรียบเทียบ เป็นผังกราฟิกที่ส่งเสริมให้เกิดทักษะการทดลอง และทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป โดยใช้ในการบันทึกผลการทดลองเป็นหมวดหมู่ ส่งผลให้สามารถวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองได้

2.3.6 บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก

Clark (1991, p. 4) ได้กล่าวว่า บุคคลที่เกี่ยวข้องเป็นอย่างมากในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกมาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพ คือ ผู้สอนและผู้เรียน ซึ่งสรุปบทบาทของผู้สอนไว้ดังนี้

บทบาทของผู้สอน ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิกเพื่อให้การจัดการเรียนการสอนประสบความสำเร็จ ผู้สอนควรมีบทบาทสำคัญ ดังนี้

1. ศึกษาลักษณะของเนื้อหาที่จะนำมาใช้ในการสอน
2. กำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอน และบอกให้ผู้เรียนทราบถึงจุดมุ่งหมายของการเรียน เพื่อให้เกิดความคาดหวัง แรงจูงใจ การให้ข้อมูลป้อนกลับและให้ผู้เรียนควบคุมกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง
3. เลือกใช้รูปแบบผังกราฟิกที่เหมาะสมกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูล
4. เสนอตัวอย่างการใช้ผังกราฟิกในรูปแบบที่เหมาะสมกับเนื้อหาและจุดมุ่งหมาย
5. แสดงวิธีการสร้างผังกราฟิกให้ผู้เรียนเข้าใจทุกขั้นตอน

6. อธิบายวิธีการใช้และประโยชน์ของการใช้ผังกราฟิกให้ผู้เรียนเข้าใจ
7. ให้ผู้เรียนสร้างผังกราฟิกเป็นรายบุคคล
8. ให้ผู้เรียนได้นำเสนอข้อมูลความรู้ด้วยผังกราฟิกที่สร้างขึ้นและร่วมกันอภิปรายผลที่ได้

9. ผู้สอนวัดและประเมินผลโดยการเก็บรวบรวมผลงานการใช้ผังกราฟิกของผู้เรียนมาวิเคราะห์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้สอนเห็นถึงความเข้าใจเนื้อหาบทเรียนของผู้เรียน

Jones, Pierce and hunter (1989, อ้างถึงใน วลัย พานิช, 2544, น. 17) กล่าวว่า เทคนิคการใช้ผังกราฟิกในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้สอนควรมีบทบาท ดังนี้

1. ผู้สอนผู้สอนควรแสดงตัวอย่างผังกราฟิกที่ถูกต้องและเหมาะสมให้ผู้เรียนได้ศึกษา
2. ผู้สอนผู้สอนควรแสดงตัวอย่างการสร้างผังกราฟิกให้ผู้เรียนทราบถึงหลักการเลือกผังกราฟิกให้เหมาะสม
3. ให้ความรู้แก่ผู้เรียนเกี่ยวกับกระบวนการสร้างผังกราฟิกโดยมีการอภิปรายเหตุผลในการเลือกใช้ผังกราฟิกนั้นๆ
4. แนะนำและดูแลให้ผู้เรียนได้ลงมือวางแผนและเขียนผังกราฟิกของตนเอง อาจให้ร่วมทำเป็นกลุ่มหรือทั้งชั้น และมีการอภิปรายและเปลี่ยนการเขียนผังกราฟิกระหว่างผู้เรียนและผู้สอนผู้สอนประเมินการเขียนผังกราฟิก
5. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแต่ละคนได้ฝึกหัดการเขียนผังกราฟิกด้วยตนเองและผู้สอนผู้สอนประเมินการทำงานในเชิงสร้างสรรค์

จากบทบาทผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่โดยใช้ผังกราฟิก สรุปได้ว่า ในการใช้ผังกราฟิกเข้ามาช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพและช่วยทำให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์มากที่สุดนั้น ผู้สอนควรมีการศึกษาวัตถุประสงค์และเนื้อหาของบทเรียนให้มีความสอดคล้องกับรูปแบบผังกราฟิกที่จะนำเสนอให้ผู้เรียนได้เลือกใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้สอนควรอธิบายถึงวิธีการสร้างผังกราฟิกและประโยชน์ของการใช้ผังกราฟิกให้ผู้เรียนเข้าใจ จากนั้นให้ผู้เรียนมีการนำเสนอผังกราฟิกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มเพื่อทำการวัดและประเมินผลในด้านความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาของผู้เรียน

2.3.7 ประโยชน์และข้อจำกัดในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก

พิมพันธ์ เตะหุคปต์ (2544, น. 126-127) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของผังกราฟิก ดังนี้

1. เป็นการพัฒนาความคิดในระดับสูง คือ ฝึกผู้เรียนให้ใช้การวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมิน เปรียบเทียบ การจัดกลุ่ม การสร้างมโนทัศน์ และการสร้างแบบแผน เป็นต้น

2. ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในสิ่งที่เรียน การใช้ผังกราฟิกเป็นการฝึกให้ผู้เรียนคิด ปฏิบัติด้วยตนเอง การทำด้วยตนเองจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาหรือบทเรียนนั้นๆ

3. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถจดจำได้อย่างเป็นถาวร เพราะผู้เรียนใช้การคิด เป็นการ จัดกระทำข้อมูล ซึ่งเป็นสิ่งทำให้เกิดความเข้าใจอย่างแท้จริง และการได้เห็น ได้วาดภาพ เมื่อมีการ ออกแบบผังกราฟิกสำหรับนำเสนอ เป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้จัดทำผังกราฟิกจำเนื้อหาความรู้ได้นาน

4. ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาปัญญาอย่างหลากหลาย (Multiple intelligence) การจัดทำ ผังกราฟิกเป็นการพัฒนาหุปัญญา โดยเฉพาะปัญญา 3 ด้าน คือ

4.1 ปัญญาด้านภาษา โดยเลือกใช้คำ ภาษาสร้างประโยค สร้างวลี เพื่อการ นำเสนอองค์ความรู้

4.2 ปัญญาด้านความคิดและคณิตศาสตร์ โดยการใช้ทักษะความคิดด้านต่างๆ รวมทั้งการใช้ตัวเลข การคำนวณ เพื่อการนำเสนอ ข้อมูลอย่างมีความหมาย

4.3 ปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ เพราะการนำเสนอผังกราฟิกเน้น ภาพ เส้นสีสัน ที่ สามารถมองเห็น

5. ช่วยสะท้อนผู้เรียนให้เห็นถึงกระบวนการคิดของตนเอง เข้าใจเนื้อหาที่ตนเอง เรียนว่าเป็นอย่างไร

6. ช่วยกำหนดแนวการอ่าน การสอนอย่างเป็นระบบ

7. ช่วยในการพัฒนาสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวา

วลัย พานิช (2549, อ้างถึงใน อิทธิเดช น้อยไม้, 2555, น. 21-22) ได้กล่าวว่า การนำ ผังกราฟิกมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ก่อให้เกิดคุณค่าและประโยชน์หลายประการ โดยสรุปได้ดังนี้

1. ผังกราฟิกช่วยกระตุ้นความสนใจ โดยผังกราฟิกจะทำให้ผู้สอนและผู้เรียน จดจ่ออยู่กับความคิดรวบยอดและแนวคิดหลักที่สำคัญในเนื้อหาร่วมกัน นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียน รู้จักแยกแยะความแตกต่างระหว่างแนวความคิดหลัก แนวความคิดรอง และส่วนที่เป็นรายละเอียด

2. ผังกราฟิกช่วยให้เกิดการบูรณาการทางความคิดระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ ใหม่ โดยการจัดข้อมูลด้วยผังกราฟิกแสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงความคิดรวบยอดต่างๆ ซึ่งหาก ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่รู้อยู่แล้วได้ ย่อมทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้สิ่ง ใหม่ง่ายขึ้น

3. ผังกราฟิกช่วยส่งเสริมการพัฒนาความคิดรวบยอด โดยการอธิบายแนวความคิด หลักด้วยคำที่ง่ายต่อการเข้าใจ จะช่วยให้ผู้เรียนเห็นคุณสมบัติที่สำคัญของความคิดรวบยอด เป็น เครื่องมือที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้และความเข้าใจ เนื่องจากผู้เรียนได้ใช้ภาษาของตนเองในการ อธิบาย การยกตัวอย่าง และการสร้างรายละเอียดของความคิดรวบยอด

4. ผังกราฟิกช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการจัดระบบการเรียนรู้ของตนเอง โดยนำสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ใหม่กับความรู้เดิมมาเชื่อมความสัมพันธ์กัน และพัฒนาการคิดในระดับสูงให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ต่อไป

5. ผังกราฟิกเป็นเครื่องมือที่ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิด ผู้สอนสามารถเข้าใจความคิดของผู้เรียน และสามารถตรวจสอบ ประเมินความคิด ความเข้าใจของผู้เรียนได้

6. ผังกราฟิกใช้เป็นเครื่องมือในการวางแผนการสอนแบบบูรณาการ ผู้สอนใช้ ผังกราฟิกเชื่อมโยงความเกี่ยวข้องของเนื้อหาสาระ (Content) ที่เกี่ยวข้องในสาขาวิชาต่างๆ (Disciplines) กับกระบวนการเรียนรู้ (Learning process) ที่ทำให้เกิดทักษะ (Skill) ผังกราฟิกเปรียบเสมือนพิมพ์เขียวของผู้สอนทำให้ผู้สอนวางแผนการสอนได้ชัดเจนขึ้น

7. ผังกราฟิกสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผล โดยการจัดข้อมูลความรู้ ด้วยผังกราฟิกจะแสดงถึงสิ่งที่ผู้เรียนเข้าใจออกมาเป็นแผนภาพ จึงทำให้ผู้สอนสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนได้

ชนาธิป พรกุล (2557, น. 187) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้ผังกราฟิก ดังนี้

1. เป็นการจัดกระทำข้อมูลให้เป็นระบบที่ง่ายต่อการจดจำของผู้เรียนจากข้อมูลนามธรรมให้เป็นรูปธรรม
2. เป็นเครื่องมือที่สามารถใช้ตรวจสอบความเข้าใจบทเรียนกับผู้อื่นได้
3. เป็นกลยุทธ์ที่ผู้สอนใช้ในการพัฒนากระบวนการคิด ประเมินผลการเรียนรู้และกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน

จากประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก สรุปได้ว่า ผังกราฟิกเป็นเครื่องมือที่ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนในการเรียนการสอน โดยผู้เรียนได้ประมวลความรู้ที่อยู่ในลักษณะกระจัดกระจายให้เป็นระเบียบและอยู่ในรูปแบบที่อธิบายให้เข้าใจง่ายขึ้น ซึ่งจะช่วยให้เกิดความเข้าใจความรู้นั้นได้เร็วขึ้นและสามารถจดจำได้ยาวนาน การใช้ผังกราฟิกเป็นการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดเชื่อมโยง เนื่องจากเป็นรูปแบบการแสดงออกทางความคิดที่มีลักษณะเป็นนามธรรมที่อยู่ในสมองให้ออกมาเป็นรูปธรรมที่สามารถมองเห็นและอธิบายได้อย่างเป็นระบบชัดเจน อีกทั้งยังช่วยกำหนดแนวทางในการสอนและการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

Rice (1994, p. 67) ได้กล่าวว่า ข้อจำกัดของการใช้เทคนิคผังกราฟิก ดังนี้

1. การควบคุมความแปรปรวนของวิธีการสอนทำได้ยาก เนื่องจากงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ผังกราฟิกไม่ได้สร้างรูปแบบการสอนที่ชัดเจน

2. ไม่มีกรอบความคิดเชิงทฤษฎีที่ชัดเจนอธิบายกระบวนการทางปัญญาที่ผู้เรียนใช้ผังกราฟิกในการเรียนการสอนว่าใช้อย่างไร และจะเกิดพฤติกรรมใดกับผู้เรียน
3. ตำแหน่งของการใช้ผังกราฟิกยังไม่มีความแน่นอนว่าใช้ในช่วงใดแล้วจะทำให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด
4. ขาดเกณฑ์ที่ชัดเจนเกี่ยวกับการพิจารณาเลือกใช้แบบผังกราฟิกให้เหมาะสมกับเนื้อหา

Robinson (1998, p. 104) ได้กล่าวว่า ข้อจำกัดของการใช้เทคนิคผังกราฟิก สรุปได้ดังนี้

1. การใช้เทคนิคผังกราฟิกในการเรียนการสอนยังขาดรูปแบบการใช้ที่ชัดเจน ยกตัวอย่างเช่น งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคผังกราฟิกส่วนมากอธิบายไม่ชัดเจนว่าจะพัฒนาและใช้ผังกราฟิกแต่ละแบบอย่างไร
2. การใช้เทคนิคผังเทคนิคกราฟิกเพื่อกระตุ้นความรู้เดิมของผู้เรียนนั้น แม้จะทำให้ได้เร็วกว่าการอ่านเนื้อหาจากตำราเพียงอย่างเดียว แต่จะใช้ไม่ได้ผลเมื่อผู้เรียนไม่คุ้นเคยเนื้อหาของบทเรียนมาก่อน
3. ในการใช้เทคนิคผังกราฟิกร่วมกับการนำเสนอบทเรียนที่มีเนื้อหาสั้นๆ จะส่งผลหรือเกิดประสิทธิภาพน้อยมากต่อผู้เรียน
4. ในการใช้เทคนิคผังกราฟิกเพียงแบบเดียวร่วมกับการนำเสนอบทเรียนที่มีเนื้อหายาวมากๆ จะส่งผลต่อการนำเสนอความสัมพันธ์ของข้อมูลให้ถูกต้องและครบถ้วนทั้งหมด เพราะบทเรียนที่มีเนื้อหายาวจะมีโครงสร้างเป็นลำดับขั้นตอนและมีแนวคิดหลักจำนวนมาก

จากข้อจำกัดในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก สรุปได้ว่า การใช้เทคนิคผังกราฟิกมีข้อจำกัด คือ การใช้ผังกราฟิกในการจัดการเรียนการสอนยังไม่มีรูปแบบและแนวคิดที่อธิบายกระบวนการทางปัญญาที่ผู้เรียนใช้ในการสร้างผังกราฟิกที่ชัดเจน ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องคำนึงถึงการพิจารณาการใช้ผังกราฟิก เช่น ปริมาณเนื้อหาของบทเรียน รูปแบบการเลือกใช้ผังกราฟิก เกณฑ์ที่เป็นมาตรฐานในการพิจารณา และเวลาในการใช้ผังกราฟิก อนึ่งการใช้เทคนิคผังกราฟิกเพื่อกระตุ้นความรู้เดิมของผู้เรียนจะใช้ไม่ได้ผลและไม่มีประสิทธิภาพเมื่อผู้เรียนไม่คุ้นเคยกับเนื้อหาของบทเรียนนั้นมาก่อน

2.3.8 รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก

Jones, et al. (1989, อ้างถึงใน ทิศนา แจมมณี, 2560, น. 234) ได้กล่าวว่า รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้กราฟิกประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนการสอนที่สำคัญ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้สอนเสนอตัวอย่างการจัดข้อมูลด้วยผังกราฟิกที่เหมาะสมกับเนื้อหาและ
วัตถุประสงค์

2. ผู้สอนแสดงวิธีการสร้างผังกราฟิก
3. ผู้สอนชี้แจงเหตุผลของการใช้ผังกราฟิกและอธิบายวิธีการใช้
4. ผู้เรียนฝึกการสร้างและใช้ผังกราฟิกในการทำความเข้าใจของเนื้อหา
5. ผู้เรียนเข้ากลุ่มและนำเสนอผังกราฟิกของตน โดยแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน

Clark (1991, อ้างถึงใน ทิศนา แจมมณี, 2560, น. 234-235) ได้กล่าวว่า รูปแบบการ
เรียนการสอนโดยใช้ผังกราฟิกประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนการสอนที่สำคัญ ดังนี้

ก. ขั้นก่อนสอน

1. ผู้สอนพิจารณาลักษณะของเนื้อหาที่จะสอนและวัตถุประสงค์ของการสอน
เนื้อหาสาระนั้น

2. ผู้สอนพิจารณาและคิดหาผังกราฟิก วิธีหรือระบบในการจัดระเบียบเนื้อหา
สาระนั้นๆ

3. ผู้สอนเลือกผังกราฟิกหรือวิธีการจัดระเบียบเนื้อหาที่เหมาะสมที่สุด

4. ผู้สอนคาดคะเนปัญหาที่อาจเกิดขึ้นกับผู้เรียนในการใช้ผังกราฟิก

ข. ขั้นสอน

1. ผู้สอนเสนอผังกราฟิกที่เหมาะสมกับลักษณะเนื้อหาสาระแก่ผู้เรียน
2. ผู้เรียนทำความเข้าใจเนื้อหาสาระและนำเสนอเนื้อหาใส่ลงในผังกราฟิกตาม
ความเข้าใจของตน

3. ผู้สอนซักถาม เกี่ยวกับความเข้าใจผิดของผู้เรียน หรือขยายความเพิ่มเติม

4. ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดเพิ่มเติม โดยนำเสนอปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
แล้วให้ผู้เรียนใช้ผังกราฟิกเป็นกรอบในการคิดแก้ปัญหา

5. ผู้สอนให้ข้อมูลป้อนกลับแก่ผู้เรียน

Joyce, et al. (1992, อ้างถึงใน ทิศนา แจมมณี, 2560, น. 235-236) ได้กล่าวว่า มีการนำ
รูปแบบการเรียนการสอนของคล้ากมาใช้โดยเพิ่มขั้นตอนเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้สอนชี้แจงจุดมุ่งหมายของบทเรียน
2. ผู้สอนนำเสนอผังกราฟิกที่เหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหา
3. ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนระลึกถึงความรู้เดิม เพื่อเตรียมสร้างความสัมพันธ์กับ
ความรู้ใหม่
4. ผู้สอนเสนอเนื้อหาสาระที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้

5. ผู้สอนเสนอเนื้อหาสาระที่เรียนกับผังกราฟิกและให้ผู้เรียนนำเสนอเนื้อหาใส่ลงในผังกราฟิกตามความเข้าใจของตน

6. ผู้สอนให้ความรู้เชิงกระบวนการ โดยชี้แจงเหตุผลในการใช้ผังกราฟิกและวิธีใช้ผังกราฟิก

7. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายผลการใช้ผังกราฟิกกับเนื้อหา

8. ผู้สอนซักถาม ปรับความเข้าใจและขยายความจนผู้เรียนเกิดความเข้าใจ

สุปรียา ตันสกุล (2540, อ้างถึงใน ทิศนา ขัมมณี, 2560, น. 236) ได้กล่าวว่า การศึกษาวิจัยเรื่อง “ผลของการใช้รูปแบบการสอนแบบการจัดข้อมูลด้วยแผนภาพ (Graphic organizers) ที่มีต่อสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนและความสามารถทางการแก้ปัญหาของนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 2 คณะสาธารณสุขศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล” ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนและความสามารถทางการแก้ปัญหามากกว่านักศึกษากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 รูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. การทบทวนความรู้เพิ่ม
2. การชี้แจงวัตถุประสงค์ ลักษณะของบทเรียน และความรู้ที่คาดหวังให้เกิดแก่ผู้เรียน
3. การกระตุ้นให้ผู้เรียนตระหนักถึงความรู้เดิม เพื่อเตรียมสร้างความสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนและจัดเนื้อหาสาระด้วยแผนภาพ
4. การนำเสนอตัวอย่างการจัดเนื้อหาสาระด้วยแผนภาพที่เหมาะสมกับ ลักษณะของเนื้อหา และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
5. ผู้เรียนรายบุคคลทำความเข้าใจเนื้อหา และฝึกการใช้แผนภาพ
6. ผู้เรียนนำเสนอปัญหา โดยใช้แผนภาพเป็นกรอบในการแก้ปัญหา
7. ผู้เรียนทำความเข้าใจให้กระจ่างชัด

จากรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก สรุปได้ว่า รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิกของ โจนส์ คล้าก จอยส์และสุปรียามีขั้นตอนไม่แตกต่างกันมาก ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิกที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

ขั้นการจัดกิจกรรมที่ใช้ในการทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนหรือตั้งคำถามเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ความรู้ใหม่ โดยใช้สถานการณ์จำลอง กิจกรรมสั้นๆ หรือคลิปวิดีโอ ร่วมกับการใช้ผังใยแมงมุม ผังความคิด ผังที่ชาร์ท ผังก้างปลา และผังมโนทัศน์

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

ขั้นการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม เพื่อตรวจสอบแนวคิดที่ต้องการศึกษา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ ผังลำดับขั้นตอน และผังแบบตารางเปรียบเทียบในการกำหนดกรอบการทดลอง การแสดงลำดับขั้นตอนการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

ขั้นการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาตามความเข้าใจของตนเอง โดยนำเสนอในรูปแบบผังกราฟิกที่คำนึงถึงลักษณะการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่าย ชัดเจน และเป็นระบบ ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้ผังมโนทัศน์ ผังแบบตารางเปรียบเทียบ ผังความคิด ผังภูมิเวอน์ และผังใยแมงมุม

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

ขั้นการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนนำเสนอผังกราฟิกที่ได้จากการสรุปองค์ความรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้เป็นรายบุคคล และมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

ขั้นการจัดกิจกรรมที่ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการใช้ผังกราฟิกกับเนื้อหาของบทเรียน และผู้สอนตรวจประเมินผังกราฟิกที่สะท้อนความรู้ของผู้เรียน

2.3.9 การประเมินผังกราฟิก โดยการใช้การประเมินสภาพจริง

กรมวิชาการ (2545, อ้างถึงใน ศศิธร บัวทอง, 2560, น. 1865) กล่าวว่า การประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment) เป็นการประเมินผลจากการปฏิบัติงานหรือกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยงานหรือกิจกรรมที่มอบหมายให้ผู้เรียนปฏิบัติจะเป็นงานหรือสถานการณ์ที่เป็นจริง (Real life) หรือใกล้เคียงกับชีวิตจริง จึงเป็นงานที่มีสถานการณ์ซับซ้อน (Complexity) และเป็นองค์รวม (Holistic) มากกว่างานปฏิบัติในกิจกรรมการเรียนรู้ทั่วไป วิธีการประเมินตามสภาพจริงไม่มีความแตกต่างจากการประเมินจากการปฏิบัติเพียงแต่อาจมีความยุ่งยากในการประเมินผลมากกว่า เนื่องจากเป็นสถานการณ์จริง หรือต้องจัดสถานการณ์ให้ใกล้เคียง แต่จะเกิดประโยชน์กับผู้เรียนมาก เพราะจะทำให้ทราบความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนว่ามีจุดเด่นและข้อบกพร่องในเรื่องใด อันจะนำไปสู่การแก้ไขที่ตรงประเด็นที่สุด กล่าวถึงหลักการประเมินตามสภาพจริงดังนี้

1. การประเมินตามสภาพจริงไม่เน้นการประเมินทักษะพื้นฐาน (Skill Assessment) แต่เน้นการประเมินทักษะการคิดที่ซับซ้อน (Complex Thinking Skill) ในการทำงาน ความร่วมมือในการแก้ปัญหา และการประเมินตนเองทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน
2. การประเมินตามสภาพจริงเป็นการวัดและประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียน
3. การประเมินตามสภาพจริงเป็นการสะท้อนให้เห็นการสังเกตสภาพงานปัจจุบัน (Current Work) ของผู้เรียน และสิ่งที่ผู้เรียน ได้ปฏิบัติจริง
4. การประเมินตามสภาพจริงเป็นการผูกติดผู้เรียนกับงานที่เป็นจริง โดยพิจารณาจากงานหลายๆ ชิ้น
5. ผู้ประเมินควรมีหลายๆ คน โดยมีการประชุมระหว่างกลุ่มผู้ประเมินเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลเกี่ยวกับตัวผู้เรียน
6. การประเมินต้องดำเนินการไปพร้อมกับการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง
7. นำการประเมินตนเองมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินตามสภาพที่แท้จริง
8. การประเมินตามสภาพจริง ควรมีการประเมินทั้ง 2 ลักษณะ คือ การประเมินที่เน้นการปฏิบัติจริง และการประเมินจากแฟ้มสะสมงาน

นิรมล ศตวุฒิ (2550, อ้างถึงใน พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2559, น. 15) กล่าวว่า การประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment) เป็นการตรวจสอบการแสดงออกของผู้เรียนจากผลงานหรือผลของกิจกรรมที่ผู้เรียนคิดทำโดยตรง ไม่ใช่การตรวจสอบทางอ้อมจากการตอบคำถามของผู้เรียน หรือผลการทดสอบ

ราชบัณฑิตยสถาน (2555, อ้างถึงใน พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2559, น. 14) กล่าวว่า เป็นการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนจากพฤติกรรม กระบวนการทำงาน และผลงานในบริบทของการเรียนการสอนตามสภาพจริง

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2559, น. 15) กล่าวว่า การประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment) วิธีการประเมินตามสภาพจริง อาจใช้วิธีการสังเกตและจดบันทึก การสัมภาษณ์ การประเมินจากปฏิบัติ การประเมินจากแฟ้มสะสมงาน (Portfolio Assessment) การใช้แบบตรวจสอบรายการ และแบบมาตรฐานประเมินค่า

ส.วาสนา ประवालพฤษย์ (2544, อ้างถึงใน จิรประวัติ ศรีวัฒนทรัพย์, 2559, น. 25) กล่าวว่า ขั้นตอนการวัดและประเมินตามสภาพจริง มีดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายในการประเมินให้สอดคล้องกับสาระมาตรฐาน จุดประสงค์การเรียนรู้และพัฒนาการของผู้เรียน

2. กำหนดขอบเขตในการประเมิน โดยต้องพิจารณาเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน เช่น ความรู้ ทักษะและกระบวนการ ความรู้สึก คุณลักษณะ เป็นต้น
3. กำหนดผู้ประเมิน โดยพิจารณาผู้ประเมินว่าจะมีใครบ้าง เช่น ผู้เรียนประเมินตนเอง เพื่อนผู้เรียน ผู้สอนประจำชั้น ผู้ปกครอง หรือผู้ที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น
4. เลือกใช้เทคนิคและเครื่องมือในการประเมินควรมีความหลากหลาย โดยจะต้องเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ วิธีการประเมิน เช่น การทดสอบ การสังเกต การสัมภาษณ์ การบันทึกพฤติกรรม แบบสำรวจความคิดเห็น บันทึกจากผู้เกี่ยวข้อง แฟ้มสะสมผลงาน เป็นต้น
5. กำหนดเวลาและสถานที่ที่จะประเมิน เช่น ประเมินระหว่างผู้เรียนทำกิจกรรมระหว่างทำงานกลุ่มหรือโครงการ เป็นต้น
6. วิเคราะห์ผลและวิธีการจัดการข้อมูลการประเมิน ซึ่งเป็นการนำข้อมูลจากการประเมินมาวิเคราะห์ เช่น กระบวนการทำงาน เอกสารจากแฟ้มสะสมงาน เป็นต้น รวมทั้งระบุวิธีการบันทึกข้อมูลและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล
7. กำหนดเกณฑ์ในการประเมิน ซึ่งเป็นการกำหนดรายละเอียดในการให้คะแนน ผลงานว่าผู้เรียนทำอะไร ได้สำเร็จหรือว่ามีระดับความสำเร็จในระดับใด คือ มีผลงานเป็นอย่างไร การให้คะแนนอาจจะให้เป็นภาพรวมหรือแยกเป็นรายด้าน ให้สอดคล้องกับงานและจุดประสงค์การเรียนรู้

จากการประเมินดังกล่าว โดยการใช้องค์ประกอบที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การประเมินสภาพจริงเป็นการประเมินผลการปฏิบัติงานหรือกิจกรรมที่มอบหมายให้ผู้เรียนปฏิบัติ โดยมีการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนจากพฤติกรรม กระบวนการทำงาน และผลงานตามสภาพการสอนจริง ซึ่งเป็นการวัดและประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียน และเป็นการสะท้อนให้เห็นสภาพงานของผู้เรียน และสิ่งที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง โดยใช้วิธีการประเมินที่เหมาะสมกับผู้เรียน เช่น การสังเกต และจดบันทึก การสัมภาษณ์ การประเมินจากการปฏิบัติงาน การประเมินผลงาน หรือการใช้แบบตรวจสอบรายการและแบบมาตรฐานค่า และที่สำคัญผู้สอนควรกำหนดวัตถุประสงค์ขอบเขต เทคนิคและวิธีการในการประเมินให้สอดคล้องกับมาตรฐาน จุดประสงค์การเรียนรู้และสะท้อนให้เห็นถึงพัฒนาการของผู้เรียนด้วย

2.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.4.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2544, น. 8) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการใช้กระบวนการต่างๆ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา การใช้ตัวเลข การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมุติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป อย่างคล่องแคล่ว ถูกต้องและแม่นยำ

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ และ เพียว ยินดีสุข (2548, น. 9) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คือความชำนาญและความสามารถในการคิดเพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งการแก้ปัญหา เป็นทักษะทางปัญญา (Intellectual skill) ซึ่งเป็นการทำงานของสมองและไม่ใช้ทักษะการปฏิบัติด้วยมือ (Psychomotor/Hands-on skill)

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ (2551, น. 28) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะที่ใช้อธิบายลักษณะการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งทำให้ผู้เรียนเรียนรู้และมีความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเชื่อมโยงความรู้ระหว่างประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ ทักษะเหล่านี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถขยายแนวความคิดจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้และเชื่อมโยงข้อมูลเหล่านั้น เพื่ออธิบายโดยภาพรวมของปรากฏการณ์ใดๆ ได้อย่างมีเหตุผล นอกจากนี้ยังต้องทดสอบแนวคิดภาพรวมที่ผู้เรียนสร้างขึ้นด้วยวิธีการต่างๆ

พรณวิไล ชมชิด (2557, น. 62) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นความชำนาญในการใช้กระบวนการคิดเพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่ผู้เรียนต้องใช้ในการเรียนรู้และทำความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนั้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่ผู้สอนผู้สอนวิทยาศาสตร์จะต้องทำความเข้าใจให้ถ่องแท้ เพื่อที่จะปลูกฝังคุณลักษณะเหล่านี้ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างความรู้วิทยาศาสตร์

จากความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการทางสติปัญญาซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและ

การฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบ ซึ่งใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และมี การเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถอธิบายความรู้ได้อย่างถูกต้องและ มีเหตุผล โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา การใช้คำนวณ การจัดกระทำและสื่อ ความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูล และการลง ข้อสรุป ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ทุกโอกาส

2.4.2 ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชะลอ เอี่ยมสะอาด (2550) ได้ให้ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า จุดมุ่งหมายของหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2533) ของกระทรวงศึกษาธิการข้อ 4 ได้กำหนดให้ผู้เรียนรู้จักแก้ปัญหาโดยให้สามารถวิเคราะห์สาเหตุ และเสนอแนวทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับตนเองและครอบครัว ได้อย่างมีเหตุผลด้วยทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่ปลูกฝัง ให้กับเด็กในระดับประถมศึกษา เพราะเป็นทักษะที่สำคัญและจำเป็นในการแสวงหาความรู้ ช่วยให้เกิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น จึงกล่าวได้ว่าการพัฒนาทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของผู้เรียนระดับชั้นประถมศึกษาเป็นเรื่องที่สำคัญและยังเป็นการเตรียม ความพร้อมเพื่อพัฒนาการสืบเสาะหาความรู้ซึ่งนำไปสู่การเป็นทรัพยากรบุคคลที่จะเป็นกำลังสำคัญ ในการพัฒนาประเทศและเป็นพลเมืองที่ดีมีคุณภาพ การปลูกฝังวิธีการกระทำให้เกิดเป็น ทำเป็นและ แก้ปัญหาได้ แล้วนำวิธีการนี้ไปปรับใช้กับทุกสถานการณ์ที่เผชิญจะทำให้เด็กสามารถอยู่ในโลกแห่ง ความเป็นจริงได้ตลอดเวลาอย่างรู้เท่าทัน เนื่องจากในปัจจุบันวิชาความรู้ที่เกิดขึ้นมีศาสตร์แขนง ต่างๆ ได้มีการพัฒนาขึ้นใหม่อยู่ตลอดเวลา มีจำนวนมากมาย ไม่สามารถจะสอนให้ได้หมด ดังนั้น การ สอนให้รู้จักวิธีการเรียนรู้ตามศักยภาพของเด็กคือ การสอนให้เกิดทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถที่จะเรียนรู้สิ่งต่างๆ รอบตัวได้ด้วยตนเอง

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2551) ได้ให้ความสำคัญของทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญกับผู้เรียนมาก ซึ่งทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น โดยรู้จักนำหลักการ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ที่ควรพัฒนาให้มีขึ้นก่อนในระดับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ควรเป็นทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการจัดจำแนก ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา ทักษะการ

จัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ ซึ่งทักษะดังกล่าวถือว่าเป็นทักษะขั้นพื้นฐานที่จำเป็นต้องมีและต้องพัฒนาให้มีขึ้นในระดับประถมศึกษาก่อนที่จะพัฒนาแนวคิดและทักษะขั้นผสมผสานซึ่งเป็นทักษะขั้นสูงต่อไป

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ (2551, น. 33) ได้ให้ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้เป็นการสะสมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องและเพิ่มเติมประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่จากแหล่งข้อมูลต่างๆ รวมถึงจากการทดลองด้วยตนเอง การเรียนรู้ด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญในการพัฒนาความเข้าใจเนื้อหาด้านวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นเป้าหมายสำคัญในด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ซึ่งปัจจุบันได้บรรจุในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั่วทุกภูมิภาคของโลก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจการรู้วิทยาศาสตร์ (Science Literacy) ได้ตามลักษณะที่สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์กำหนดไว้ ได้แก่ โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Worldview) การสืบเสาะเพื่อหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise) การเรียนรู้ด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพสามารถพัฒนาขึ้นได้โดยการเรียนรู้ด้วยการค้นพบ (Discovery Learning) ซึ่งเป็นทฤษฎีของเจโรมี บรุนเนอร์ (Jerome Bruner) โดยผู้เรียนเรียนรู้เพื่อหาปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สนใจกับสิ่งแวดล้อมด้วยตนเองจากพื้นฐานประสบการณ์และความรู้เดิมที่แตกต่างกันในแต่ละระดับชั้นที่ศึกษาอยู่ จากนั้นจึงนำมาสร้างเป็นความรู้ใหม่ในลักษณะเดียวกับทฤษฎีสร้างความรู้ด้วยตนเองของปิเอเจต์ (Piagetian Constructivism) ดังนั้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นทักษะแกน (Core Skill หรือ Key Skill หรือ Life Skill) ที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learning) และช่วยพัฒนาทักษะในการสื่อสาร (Communicating Skill) ความคิดเชิงวิจารณ์ (Critical Thinking) และทักษะในการแก้ปัญหา (Problem-Solving Skill) จากหลักฐานที่เก็บรวบรวมได้

จากความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างยิ่ง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การเข้าใจเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ถึงโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะเพื่อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสืบค้น การทดลอง เป็นต้น และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนต้องหาหลักฐานหรือค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการแก้ปัญหา ตลอดจนเกิดการ

เรียนรู้ตลอดชีวิตของผู้เรียน โดยการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นได้บรรจุลงในหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในทุกประเทศ

2.4.3 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ (2551, อ้างถึงใน พรรณวิไล ชมชิด, 2548, น. 62-65) ได้กล่าว ว่า ลักษณะของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ มีดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (Observing) เป็นการใช้ประสาทสัมผัสของร่างกายอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น กาย เข้าสัมผัสกับวัตถุหรือเหตุการณ์ เพื่อให้ทราบและรับรู้ข้อมูลรายละเอียดของสิ่งเหล่านั้น โดยปราศจากความคิดเห็นส่วนตัว ข้อมูลเหล่านี้จะประกอบด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพ ข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการสังเกต ผู้ที่มีทักษะการสังเกตจะสามารถชี้บ่งและบรรยายลักษณะเชิงคุณภาพ ลักษณะเชิงปริมาณ และบรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด (Measuring) เป็นการเลือกและใช้เครื่องมือวัดเพื่อหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ ผู้ที่มีทักษะการวัดจะสามารถเลือกใช้เครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด บอกเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องมือวัด ตลอดจนบอกวิธีในการวัดและการใช้เครื่องมือวัด พร้อมระบุหน่วยของตัวเลขจากการวัดได้อย่างถูกต้อง

3. ทักษะการใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ (Using Numbers) เป็นการนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขที่ได้จากนับหรือการวัดมาคำนวณด้วยสูตรคณิตศาสตร์ เช่น การบวก การลบ การคูณ การหาร เป็นต้น โดยการเกิดทักษะการคำนวณจะแสดงออกจากการนับที่ถูกต้อง ส่วนการคำนวณจะแสดงออกจากการเลือกสูตรคณิตศาสตร์ ผู้ที่มีทักษะการคำนวณจะสามารถนับจำนวนของวัตถุได้ถูกต้อง สามารถบอกวิธีการคำนวณ แสดงวิธีการคำนวณและคิดคำนวณได้อย่างถูกต้อง

4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying) เป็นการแบ่งพวก การเรียงลำดับวัตถุหรือเหตุการณ์จำแนกเป็นประเภทต่างๆ โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานจากสมบัติของสิ่งที่ศึกษานั้นเป็นเกณฑ์ ซึ่งอาจเป็นความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่กำลังศึกษา ผู้ที่มีทักษะการจำแนกประเภทจะสามารถเรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้หรือใช้เกณฑ์ของตนเองได้ และสามารถบอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้อย่างถูกต้อง

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา (Using space/Time relationships) สเปซของวัตถุ หมายถึง พื้นที่ว่างที่วัตถุนั้นครองอยู่ ซึ่งอาจมีรูปร่างเหมือนกันหรือแตกต่างกัน โดยทั่วไปแบ่งเป็น 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซของวัตถุจึงเป็นความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ และ

ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุ ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลาเป็นความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุในเวลาต่างๆ กัน ดังนั้นผู้ที่มีทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลาจะสามารถชี้บ่ง วาดรูป บอกความสัมพันธ์ บอกลักษณะรูปทรงระหว่างวัตถุ 2 มิติและวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้ และสามารถบอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุที่สัมพันธ์กันระหว่างวัตถุหนึ่งกับวัตถุอื่นได้ บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาได้ บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้ ตลอดจนบอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่างๆ กับเวลาได้

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Communication) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและการวัดมาจัดกระทำให้มีความหมาย โดยการหาความถี่ การเรียงลำดับ การจัดกลุ่ม และการคำนวณค่า เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ดีขึ้น ผ่านการนำเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ วงจรหรือบรรยาย เป็นต้น ผู้ที่มีทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลจะสามารถเลือกรูปแบบและอธิบายการเลือกรูปแบบในการนำเสนอข้อมูลที่เหมาะสม สามารถออกแบบและประยุกต์การนำเสนอข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย หรือบรรยายลักษณะของวัตถุด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัด และสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) เป็นการแสดงความคิดเห็นของตนต่อข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลจากพื้นฐานความรู้หรือประสบการณ์ ผู้ที่มีทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลจะสามารถอธิบาย สรุปประเด็น หรือแสดงความคิดเห็นของตนต่อข้อมูลที่ได้มาอย่างถูกต้อง

8. ทักษะการทำนายหรือการพยากรณ์ (Predicting) เป็นการทำนายหรือการคาดคะเนคำตอบ โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทำซ้ำผ่านกระบวนการแปรความหมายของข้อมูลจากสัมพันธ์ภายใต้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผู้ที่มีทักษะการพยากรณ์จะสามารถทำนายผลที่อาจจะเกิดขึ้นจากข้อมูลบนพื้นฐาน หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่ทั้งภายในและภายนอกขอบเขตของข้อมูลในเชิงปริมาณได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses) เป็นการตั้งคำถามหรือคิดคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง เพื่ออธิบายหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ว่ามีความสัมพันธ์อย่างไร โดยสมมติฐานสร้างขึ้นจากการสังเกต องค์ความรู้และประสบการณ์ภายใต้หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่สามารถอธิบายคำตอบได้ ผู้ที่มีทักษะทักษะการตั้งสมมติฐานจะสามารถตั้งคำถามหรือคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง และสามารถตั้งคำถามหรือคิดหาคำตอบล่วงหน้าจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Operational Defining) เป็นการกำหนดอธิบายความหมาย และขอบเขตของคำต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาหรือการทดลองเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันระหว่างบุคคล ผู้ที่มีทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการจะสามารถอธิบายความหมายและขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและการทดลองได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling Variables) เป็นการบ่งชี้และกำหนดลักษณะตัวแปรใดๆ ให้เป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุม ซึ่งตัวแปรต้นคือสิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลหรือสิ่งที่ต้องการทดลอง เพื่อให้ทราบว่าเป็นสาเหตุของผลที่เกิดขึ้นหรือไม่ ตัวแปรตามคือผลที่เกิดจากการกระทำของตัวแปรต้นในการทดลอง ส่วนตัวแปรควบคุมคือปัจจัยอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่อาจส่งผลต่อการทดลองที่ต้องควบคุมให้เหมือนกันหรือคงที่ ผู้ที่มีทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรจะสามารถกำหนดและอธิบายตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมในการทดลองได้

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting) เป็นกระบวนการปฏิบัติ และทำซ้ำในขั้นตอนเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐาน สามารถแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนการทดลองจริงๆ เพื่อกำหนดวิธีการและขั้นตอนการทดลองที่สามารถดำเนินการได้จริง รวมถึงวิธีการแก้ไขปัญหาหรืออุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการทดลอง เพื่อให้การทดลองสามารถดำเนินการสำเร็จลุล่วงด้วยดี

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่นๆ

ผู้ที่มีทักษะการทดลองจะสามารถออกแบบการทดลอง กำหนดวิธีขั้นตอนการทดลองถูกต้องและเหมาะสมได้ สามารถระบุและเลือกใช้อุปกรณ์ในการทดลองได้อย่างเหมาะสม ตลอดจนสามารถปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนและบันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting data and conclusion) เป็นการแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งอาจใช้ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณและทักษะอื่นๆ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ สรุปผลความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือสรุปประเด็นสำคัญที่ได้จากการทดลองหรือศึกษา ผู้ที่มีทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปจะสามารถวิเคราะห์ สรุปประเด็นสำคัญ รวมถึงการแปลความหมาย บรรยายลักษณะของข้อมูลและสามารถบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, น. 4-6) ได้กล่าวว่า ใน การศึกษาวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่การค้นห ความรู้ จากการสำรวจตรวจสอบหรือการทดลอง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 14 ทักษะ มีดังนี้

1. การสังเกต เป็นความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือ หลายอย่าง เพื่อหาข้อมูลหรือรายละเอียดของสิ่งต่างๆ โดยไม่ต้องแสดงความคิดเห็นส่วนตัวลงไป
2. การวัด คือการเลือกและใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมา เป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยต้องมีหน่วยกำกับเสมอ
3. การจำแนกประเภท เป็นการแบ่งพวก เรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ใน ปรากฏการณ์โดยใช้เกณฑ์ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิตินับกับมิติและมิติกับเวลา ซึ่งวัตถุต่างๆ ในโลกนี้ จะทรงตัวอยู่ได้ส่วนแต่ครองพื้นที่ว่าง การครองพื้นที่ของวัตถุในที่ว่างนั้น โดยทั่วไปแล้วจะมี 3 มิติ ได้แก่ มิติยาว มิติกว้าง และมิติสูงหรือหนา
5. การคำนวณ เป็นการนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขจำนวนที่นับได้มาคิด คำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย เป็นต้น
6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลเป็นการนำผลการสังเกต การวัดหรือ การทดลอง โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ ความหมายของข้อมูลมากยิ่งขึ้น โดยอาจเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผ่นภาพ วงจร กราฟ สมการและการเขียนบรรยาย
7. การลงความเห็นจากข้อมูล เป็นการแสดงความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้อาจการ สังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย
8. การพยากรณ์ เป็นการสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัย ประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นมาช่วยในการสรุปผล การพยากรณ์มีทั้งการพยากรณ์ภายในและภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่
9. การตั้งสมมติฐาน เป็นการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดย อาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดล่วงหน้า ซึ่งยังไม่ทราบหรือ ยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน ซึ่งสมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็น ข้อความที่บอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้จะถูกหรือผิด ก็ได้ ซึ่งจะทราบภายหลังการทดลอง โดยมีการหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นการกำหนดความหมายและขอบเขตของสิ่งต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องทดลอง) ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นการกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องการควบคุม ในสมมติฐานหนึ่งๆ การควบคุมตัวแปรเป็นการควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น ถ้าหากไม่ควบคุมให้เหมือนกันก็จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เราต้องจัดให้แตกต่างกัน ซึ่งเป็นต้นเหตุที่ทำให้เกิดผลการทดลอง

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เราต้องติดตามดู ซึ่งเป็นผลจากการจัดสถานการณ์บางอย่างให้แตกต่างกัน

ตัวแปรควบคุม คือ สิ่งที่เราต้องควบคุม มีการจัดให้เหมือนกันเพื่อให้แน่ใจว่าผลการทดลองเกิดจากตัวแปรต้นเท่านั้น

12. การทดลอง สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ การทดลองแบบแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ การทดลองแบบไม่แบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ และการทดลองแบบลองผิดลองถูก การทดลองเป็นกระบวนการเพื่อหาคำตอบหรือการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป โดยการตีความหมายข้อมูลคือการแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ ส่วนการลงข้อสรุปคือการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

14. การสร้างแบบจำลอง เป็นการนำเสนอข้อมูล แนวคิดและความคิดรวบยอด เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในรูปแบบต่างๆ เช่น กราฟ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว วัสดุ สิ่งของ สิ่งประดิษฐ์ หรือหุ่น เป็นต้น

สมาคมส่งเสริมความก้าวหน้าแห่งสหรัฐอเมริกา (American association for the advancement of science : AAAS) (1970) แบ่งประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 2 ประเภท 13 ทักษะ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (Basic process skill) แบ่งออกเป็น 8 ทักษะดังนี้
 - 1.1 ทักษะการสังเกต (Observing)
 - 1.2 ทักษะการจัดประเภท (Classifying)
 - 1.3 ทักษะการวัด (Measuring)
 - 1.4 ทักษะการใช้เลขจำนวน (Using Number)
 - 1.5 ทักษะการสื่อความหมาย (Communicating)

- 1.6 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา (Using Space-Time Relationship)
- 1.7 ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
- 1.8 ทักษะการลงข้อวินิจฉัย (Inferring)
2. ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ (Integrated Process Skills) แบ่งออกเป็น 5 ทักษะ ดังนี้
- 2.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
- 2.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)
- 2.3 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Data)
- 2.4 ทักษะการทดลอง (Experimenting)
- 2.5 ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data)
- ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ได้แก่
1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดสิ่งนั้นๆ โดยไม่ได้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป
 2. ทักษะการวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทางการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ
 3. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือนหรือความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้
 4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา มิติของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วมิติของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับมิติของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสัมพันธ์ระหว่างมิติวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่กับวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา
 5. ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย
 6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่

เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจรกราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับ ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้ หรือประสบการณ์เดิมเข้าช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดย อาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆ มาช่วยในการสรุป

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ มี 5 ทักษะ ได้แก่

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการให้คำอธิบาย ซึ่งเป็น คำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้นๆ ต่อไป สมมติฐานเป็นข้อความที่แสดงการคาดคะเน ซึ่งอาจเป็นคำอธิบายของสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบ โดยการสังเกตได้ หรืออาจเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ที่คาดคะเนว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ข้อความของสมมติฐานนี้สร้างขึ้นโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์ เดิมเป็นพื้นฐาน การคาดคะเนคำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีมาก่อน ข้อความของสมมติฐานต้องสามารถทำการตรวจสอบ โดยการทดลองและแก้ไขเมื่อ มีความรู้ใหม่ได้

2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถในการ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่างๆ ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตและ วัดได้

3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปร ตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม ในสมมติฐานหนึ่งการควบคุมตัวแปรนั้นเป็นการควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือนกัน ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลที่ต้องการศึกษา หรือเป็นตัวแปรที่ต้องการ ทดลองดูว่าจะก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่ ตัวแปรตามเป็นตัวแปรที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปร ต้น เมื่อตัวแปรต้นเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนไปด้วย ตัวแปรควบคุมเป็นตัวแปรตัวอื่นๆ ที่ยังไม่สนใจศึกษาที่อาจจะมีผลต่อตัวแปรตามขณะนั้น จึงจำเป็นต้องควบคุมให้คงที่ไว้ก่อน ดังนั้น ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถที่จะบ่งชี้ได้ว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปร ต้น ตัวแปรใดเป็นตัวแปรตาม ตัวแปรใดเป็นตัวแปรควบคุม ในการหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น ระหว่างตัวแปรในสมมติฐานหนึ่งๆ หรือในปรากฏการณ์หนึ่งๆ

4. ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบ สมมติฐาน โดยการทดลอง โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตาม ขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง และการบันทึกผลการทดลอง

5. ทักษะแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการ บอกความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำ และอยู่ในรูปแบบที่ใช้ในการสื่อความหมายแล้ว ซึ่งอาจ อยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิหรือรูปภาพต่างๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของ ข้อมูลในเชิงสถิติด้วย และสามารถลงข้อสรุปโดยการนำเอาความหมายข้อมูลที่ได้ทั้งหมด สรุปให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษาภายในขอบเขตการทดลองนั้นๆ

จากประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน จำนวน 8 ทักษะ และทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการจำนวน 5 ทักษะ ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการตามแนวคิดของสมาคมส่งเสริมความก้าวหน้าทาง วิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา หรือ AAAS (1970) ซึ่งทักษะเหล่านี้เหมาะสมกับบริบทเนื้อหาของ บทเรียนและระดับชั้นของผู้เรียนที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ได้แก่

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน ความสามารถในการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน

2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ความสามารถในการกำหนดความหมาย และขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่างๆ ซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้

3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ความสามารถในการกำหนดตัวแปรต้น คือ ตัวแปรที่ต้องการศึกษา ตัวแปรตาม คือ ตัวแปรที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น และตัวแปรที่ ต้องควบคุม คือ ตัวแปรที่ไม่สนใจศึกษา ซึ่งอาจจะมีผลต่อตัวแปรตาม จึงจำเป็นต้องควบคุมไว้ให้ คงที่

4. ทักษะการทดลอง ความสามารถในการออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการ ทดลองตามขั้นตอน การใช้วัสดุอุปกรณ์การทดลองได้ถูกต้อง และการบันทึกผลการทดลอง

5. ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ความสามารถในการอธิบาย ความหมายของข้อมูลที่จัดไว้ในรูปแบบต่างๆ และสามารถลงข้อสรุปให้เห็นความสัมพันธ์ของ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษาภายในขอบเขตการทดลองได้

2.4.4 แนวทางการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

National Research Council (1996, อ้างถึงใน สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2551, น. 34) ได้กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมาก ตั้งแต่การสังเกต การตั้งคำถาม การสำรวจข้อมูลจากหนังสือ ตำรา หรือแหล่งข้อมูลอื่น ๆ ที่มีอยู่แล้ว การวางแผนทดลอง การทบทวนเพื่อหาหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง โดยใช้เครื่องมือต่างๆ เพื่อการรวบรวม วิเคราะห์ ตีความข้อมูล นำเสนอคำตอบ อธิบายและทำนายผลจากข้อมูลการทดลอง และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ดังนั้นผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์นี้ จะมีความสามารถในการตั้งข้อสมมติ (Assumption) ใช้การวิเคราะห์อย่างเป็นเหตุผล และพิจารณาหาคำอธิบายหลายๆ อย่าง สำหรับพิสูจน์ข้อสมมติฐานที่ตนเองตั้งไว้

Biological Science Curriculum Study (2006, อ้างถึงใน สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2551, น. 34) ได้กล่าวว่า สำหรับประเทศไทย วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง (Constructivism) โดยการสืบเสาะหาความรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ BSCS 5E (5E Learning Model) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวางแผน (Engage) การสำรวจ (Explore) การอธิบาย (Explain) การขยายความรู้ (Elaborate) และการประเมิน (Evaluate)

Colly (2006, อ้างถึงใน สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2551, น. 34) ได้กล่าวว่า ผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบโครงการต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามระดับความรู้พื้นฐานและประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ เพื่อวางแผนการทดลองและจัดการเวลาสำหรับโครงการที่ผู้เรียนสนใจได้ นอกจากการสอนแบบโครงการแล้ว ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยังนำมาใช้ในการเรียนการสอนแบบอื่นๆ เช่น การสืบเสาะเพื่อหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning : PBL) เป็นต้น

จากแนวทางการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่าการสอนวิทยาศาสตร์แบบโครงการ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การออกแบบการสอนแบบย้อนกลับ หรือการสอนแบบสืบเสาะ 5 ขั้นตอน (5E Learning Model) นั้น ช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในทุกๆ ขั้นตอน ตั้งแต่การตั้งคำถาม การสังเกต การสำรวจ การวางแผนการทดลอง การวิเคราะห์และสรุปผล ตลอดจนการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการสอนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

2.4.5 การวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

มังกร ทองสุคติ (2552, น. 55) กล่าวว่า วิธีการวัดและประเมินผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อาจใช้กระบวนการดังนี้

1. การวัดและประเมินผลด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อาจใช้วิธีการดังนี้
 - 1.1 การใช้แบบสอบถามต่างๆ
 - 1.2 การสอบแบบปากเปล่า
 - 1.3 การซักถามและการอภิปรายของผู้เรียน
 - 1.4 การทำรายงาน
 - 1.5 การตรวจงาน
 - 1.6 การใช้แบบตรวจรายการ
2. การวัดและประเมินด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อาจใช้วิธีการดังนี้
 - 2.1 การสังเกตกระบวนการทำงาน
 - 2.2 การตรวจงาน
 - 2.3 การสังเกตจากการซักถามและการอภิปรายของผู้เรียน
 - 2.4 การใช้แบบสอบต่างๆ
3. การวัดและประเมินด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ อาจใช้วิธีการดังนี้
 - 3.1 การสังเกตโดยตรงในสถานการณ์ต่างๆ
 - 3.2 การสังเกตพฤติกรรมจากสถานการณ์จำลอง
 - 3.3 การสัมภาษณ์
 - 3.4 การใช้แบบสอบต่างๆ
 - 3.5 การใช้แบบตรวจสอบรายการ
 - 3.6 การใช้มาตราประมาณค่า

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, น. 15-20) ได้กล่าวว่า การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถวัดได้โดยการกำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ ซึ่งผู้วิจัยจะกล่าวถึงพฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2

พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่แสดงออกเมื่อเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	1.1 การหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยการสังเกตความรู้และประสบการณ์เดิมได้ 1.2 การสร้างหรือแสดงให้เห็นวิธีที่จะทดสอบสมมติฐานได้ 1.3 แยกแยะการสังเกตที่สนับสนุนสมมติฐานและไม่สนับสนุนสมมติฐานออกจากกันได้
2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	2.1 กำหนดความหมาย ขอบเขตของคำและตัวแปรต่างๆ ในการสังเกตและการวัดได้ 2.2 สามารถแยกคำนิยามเชิงปฏิบัติการออกจากคำนิยามที่ไม่ใช่คำนิยามเชิงปฏิบัติการได้ 2.3 สามารถชี้บ่งตัวแปรหรือคำที่ต้องใช้ในการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการได้
3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	3.1 ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ควบคุมได้ 3.2 แยกได้ว่าสถานการณ์ไหนที่ทำให้ตัวแปรมีความคงที่ และที่ไม่ทำให้มีความคงที่ 3.3 สร้างวิธีการทดสอบ เพื่อหาผลที่เกิดจากตัวแปรอิสระหนึ่งๆ หรือหลายตัวแปร
4. ทักษะการทดลอง	4.1 ออกแบบการทดลองโดยกำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม และมีการระบุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองได้

(ต่อ)

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่แสดงออกเมื่อเกิดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลง ข้อสรุป	4.2 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้อง เหมาะสม 4.3 บันทึกผลการทดลองได้อย่างคล่องแคล่ว และ ถูกต้อง 5.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของ ข้อมูลที่มีอยู่ได้ 5.2 อธิบายความหมายของข้อมูลที่จัดไว้ใน รูปแบบต่างๆ ได้ 5.3 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, น. 59-75) ได้กล่าวว่า การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นทั้งทักษะด้านความรู้ปัญญาและทักษะการปฏิบัติไว้ในส่วนของการประเมินสมรรถภาพทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยสามารถประเมินได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1. การประเมินสมรรถภาพด้วยข้อสอบแบบเขียนตอบ ซึ่งข้อสอบเขียนตอบเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดสมรรถภาพด้านการคิดด้วยการเขียนตอบเกี่ยวกับการวางแผน วิธีการ ขั้นตอน การปฏิบัติ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การวิเคราะห์ การคำนวณค่า การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล การแปลความหมายข้อมูล การแสดงความคิดเห็นและการให้ข้อเสนอแนะ ส่วนการลงมือปฏิบัติจริงที่ผู้เรียนไม่สามารถทำได้ เนื่องจากเกินระดับความสามารถของผู้เรียน ทั้งด้านความปลอดภัยและความไม่เหมาะสมของสถานการณ์

ข้อสอบเขียนตอบที่ใช้วัดสมรรถภาพมีลักษณะเช่นเดียวกับข้อสอบเขียนตอบแบบอธิบาย ซึ่งครอบคลุมความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการที่เป็นทักษะขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ ลักษณะของข้อสอบเขียนตอบที่ใช้วัดสมรรถภาพนั้นจะเน้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิดระดับสูง เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ซับซ้อน หรือเกี่ยวข้องกับการทำปฏิบัติการและมีความเชื่อมโยงกับสาระการเรียนรู้ในระดับขั้นของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนได้สะท้อนความคิดของตนเองออกมาด้วยการเขียนแสดงกระบวนการคิดอย่างเป็นขั้นตอน และมีการให้คะแนนตามความถูกต้องของคำตอบ

ร่วมกับส่วนของวิธีการที่ผู้เรียนเลือกใช้ เพื่อแก้ปัญหาด้วยสถานการณ์และคำถามของข้อสอบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

สถานการณ์ ในข้อสอบแบบเขียนตอบจะใช้สถานการณ์จริงที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ เหตุการณ์ของสังคม หรือสถานการณ์จำลองที่สมมติเหตุการณ์เลียนแบบจากสถานการณ์จริง หรือสมมติเรื่องราวขึ้นอย่างมีเหตุผล โดยเนื้อหาในสถานการณ์ต้องสอดคล้องกับความรู้ในบทเรียนอาจเป็นข้อความ ตารางข้อมูลหรือแผนภาพ

คำถาม ในข้อสอบแบบเขียนตอบจะมีลักษณะเป็นคำถามแบบปลายเปิดหรือคำสั่งให้ผู้เรียนได้แสดงออกซึ่งความรู้ ความสามารถ การเขียนคำถามจึงต้องมีความชัดเจนในประเด็นสำคัญของการเขียนคำตอบ เช่น การวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การเปรียบเทียบ การอธิบายวิธีการและขั้นตอนตลอดจนการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน การสร้างแบบจำลองและการลงข้อสรุป

2. การประเมินสมรรถภาพด้วยการวัดภาคปฏิบัติ โดยจำแนกเป็น 2 ส่วน คือ 1) กิจกรรมการทดลอง และ 2) การเขียนรายงานการทดลองแบบวัดภาคปฏิบัติ ซึ่งจะมีลักษณะเช่นเดียวกับข้อสอบทั่วไป ที่มีสถานการณ์และคำถาม โดยสถานการณ์มักกำหนดเงื่อนไขให้สามารถปฏิบัติกิจกรรมการทดลองได้อย่างปลอดภัย ส่วนคำถามและสถานการณ์ที่กำหนดเน้นให้ผู้เรียนแสดงออกถึงสมรรถภาพด้านทักษะการปฏิบัติ ดังนี้

สถานการณ์ ในแบบวัดภาคปฏิบัติมีลักษณะเป็นข้อมูลหรือข้อความที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่กระทำหรือสถานการณ์จำลองที่สามารถปฏิบัติได้จริง ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน

คำถาม ในแบบวัดภาคปฏิบัติประกอบด้วยคำสั่ง คำชี้แจงหรือเงื่อนไข เพื่อให้ผู้เรียนปฏิบัติหรือทำการทดลอง โดยเน้นที่การแสดงความสามารถและทักษะการปฏิบัติ คำถามในแบบวัดภาคปฏิบัติมักให้ผู้เรียนได้แสดงออกในด้านต่างๆ ดังนี้

1. ความสามารถและทักษะด้านการเลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่สอดคล้องกับการออกแบบการทดลอง

2. การปฏิบัติการทดลองที่ต้องอาศัยทักษะด้านต่างๆ เช่น ทักษะการวัด ทักษะการสังเกต และทักษะการใช้เครื่องมือ

3. ความสามารถและทักษะด้านการบันทึกผลการทดลอง เป็นการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจบันทึกลงในตารางข้อมูล

นอกจากนี้ แบบวัดภาคปฏิบัติที่มีกิจกรรมให้เขียนรายงานผลการทดลอง ควรให้ครอบคลุมในด้านต่อไปนี้

การวางแผน เป็นการแสดงออกในด้านการกำหนดปัญหาการทดลอง การกำหนดจุดประสงค์การทดลอง การออกแบบวิธีการและขั้นตอนการทดลอง การตั้งสมมติฐาน และการกำหนดตัวแปรในการทดลอง

การวิเคราะห์และแปลผล เป็นการแสดงออกในด้านการวิเคราะห์ข้อมูลและผลการทดลอง การจัดกระทำข้อมูล การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล การคำนวณ การหาความสัมพันธ์ของข้อมูลและการแปลความหมายข้อมูล

การนำความรู้ไปใช้ เป็นการแสดงออกในด้านการลงข้อสรุปอย่างมีเหตุผล การสร้างแบบจำลอง การถ่ายโอนความรู้ การแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ การนำเสนอแนวคิดที่แตกต่างจากเดิมหรือการคิดสร้างสรรค์

ดังนั้น สถานการณ์และคำถามของแบบวัดภาคปฏิบัติต้องสอดคล้องกับสมรรถภาพที่ต้องการประเมิน หรือสอดคล้องกับความสามารถและทักษะต่างๆ ที่ใช้ในการปฏิบัติงานนั้น การประเมินภาคปฏิบัติจะอยู่ในรูปของการกำหนดสถานการณ์จำลองที่มีการควบคุมเงื่อนไขต่างๆ ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง และประเมินผลผู้เรียนมาจากพฤติกรรมหรือกระบวนการที่แสดงออกระหว่างการทำกิจกรรม รวมทั้งประเมินคุณภาพของผลงานที่ได้จากการทำกิจกรรม ถ้ากิจกรรมที่กำหนดให้ผู้เรียนทำนั้นเป็นปฏิบัติการทดลองก็จะประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองและการเขียนรายงานการทดลอง โดยใช้เครื่องมือที่เป็นแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง ซึ่งอาจใช้เป็นแบบสำรวจรายการหรือแบบประเมินที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบย่อย หรือแบบมาตราประมาณค่า

โดยทั่วไปการประเมินสมรรถภาพทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบวัดภาคปฏิบัติ มักมีกิจกรรมการทดลองและการเขียนรายงานผลการทดลอง แต่ในบางครั้งมีข้อจำกัดเกี่ยวกับเวลา สถานที่ อุปกรณ์และเครื่องมือการทดลองที่ไม่พร้อม หรือสภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการทดลองได้ การนำข้อสอบแบบเขียนตอบมาใช้ก็สามารถประเมินสมรรถภาพบางด้านของผู้เรียนได้ แต่ข้อสอบแบบเขียนตอบที่นำมาประเมินนั้นต้องมีคุณภาพเพียงพอที่จะสะท้อนได้ว่าผู้เรียนมีทักษะตามที่ต้องการประเมิน

The exploratorium and institute for inquiry (2006, อ้างถึงใน ชนินันท์ พุกฤษ์ประมุข, 2557, น. 258-362) ได้กล่าวว่าการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นการประเมินผลความก้าวหน้า (Formative Assessment) ถือเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะช่วยให้ผู้สอนสามารถส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้ ซึ่งแนวทางในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีรายละเอียดดังนี้

1. การใช้กระบวนการสังเกต (Observation) ถือเป็นวิธีที่ผู้สอนใช้ในการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนอยู่แล้ว ซึ่งวิธีการที่ใช้ในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตนั้นจะเกิดขึ้นในระหว่างที่ผู้เรียนทำการทดลองหรือทำกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีเครื่องมือที่หลากหลายรูปแบบ ได้แก่ การสังเกตอย่างไม่เป็นทางการ (Informal Observation) การสังเกตที่มีโครงสร้าง (Structured Observation) และการสังเกตแบบการเล่าเรื่อง (Narratives) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 การสังเกตอย่างไม่เป็นทางการ (Informal Observation) ผู้สอนเป็นผู้สังเกตโดยไม่มีประเด็นชี้เฉพาะในการสังเกต และไม่ได้กำหนดบุคคลในการสังเกตที่ชัดเจน เป็นการสังเกตโดยภาพรวมเพื่อการปรับปรุงการเรียนการสอน ผลจากการสังเกตอาจได้ข้อมูลอย่างคร่าวๆ ว่าผู้เรียนมีพฤติกรรมอย่างไร เช่น ผู้เรียนชอบทำงานคนเดียวหรือชอบที่จะให้มีผู้ชี้แนะแนวทาง เป็นต้น

1.2 การสังเกตที่มีโครงสร้าง (Structured Observation) ผู้สอนเป็นผู้สังเกตโดยมีประเด็นทักษะที่ต้องการสังเกตที่ชัดเจนและเป็นระบบ มีการกำหนดผู้เรียนหรือกลุ่มผู้เรียนในการสังเกตชัดเจนในกรณีงานกลุ่มหรืองานเดี่ยว และหากผู้เรียนมีจำนวนมาก จะมีการจัดระบบการสังเกต การจัดเวลาและหัวข้อในการสังเกตที่ชัดเจน โดยมีแบบสังเกตผลจากการสังเกต ทำให้ได้ข้อมูลที่แสดงออกถึงความก้าวหน้าของทักษะที่เปลี่ยนแปลงในทางบวกและทางลบของผู้เรียนทั้งรายกลุ่มและรายบุคคล และผู้สอนสามารถให้ผลสะท้อนกลับ (Feedback) ไปสู่ผู้เรียนได้

1.3 การสังเกตแบบการเล่าเรื่อง (Narratives) ใช้สังเกตพฤติกรรมหรือทักษะที่ค่อนข้างซับซ้อน เช่น การทำงานกลุ่ม การปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม ซึ่งอาจจะไม่สามารถตอบได้ด้วย Checklist เช่น ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุปร่วมกันทั้งกลุ่ม การบันทึกการสังเกต จะใช้การเขียนบรรยายแบบเล่าเรื่องราวดูการทำงานของแต่ละบุคคลในกลุ่ม ซึ่งทำให้ทราบปัญหาของกลุ่มที่ลึกซึ้ง จะได้แก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้ได้ถูกจุดในบทเรียนต่อไป

2. การใช้คำถาม (Question) สามารถใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น การสัมภาษณ์ (Interview) แบบสอบถามเพื่อประเมินตนเอง (Self-assessment questionnaire) และการทดสอบ (Testing) เป็นต้น

2.1 การสัมภาษณ์ (Interview) เป็นวิธีการประเมินที่ต้องใช้เวลาและส่งผลต่อการจัดการชั้นเรียน แต่ก็ยังเป็นวิธีที่มีคุณค่า โดยเฉพาะสำหรับผู้เรียนที่มีลักษณะเฉพาะหรือมีปัญหาในการเรียนรู้ หรือมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ควรพัฒนาอย่างเร่งด่วน ประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์เพื่อให้ได้คำตอบที่ทำให้ผู้สอนสามารถหาแนวทางในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนได้ และวิธีการนี้ยังทำให้ผู้เรียนรู้สึกได้ว่าผู้สอนให้ความสำคัญห่วงและ

ความสนใจ ซึ่งจะมีส่วนช่วยในการเปลี่ยนแปลงทัศนคติและส่งเสริมการเรียนรู้ อีกทั้งยังเหมาะสมกับผู้เรียนที่มีปัญหาในการถ่ายทอดข้อความผ่านการเขียนตอบและเหมาะสำหรับการติดตามพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งวิธีการนี้สามารถจัดเป็นการสัมภาษณ์รายกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ ซึ่งสามารถกระทำได้ทั้งการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Interview) การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-Structured Interview) และการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview)

2.2 แบบสอบถามเพื่อประเมินตนเอง (Self-Assessment Questionnaire) เป็นอีกเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับผู้เรียนในการวิเคราะห์ตนเองว่ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร โดยประเมินในด้านต่างๆ เช่น ความรู้ ผลงาน และเจตคติ เป็นต้น ซึ่งเป็นการสะท้อนความคิดของผู้เรียนที่มีต่อตนเองให้ผู้สอนได้รับรู้ ผู้เรียนสามารถประเมินตนเองว่ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละทักษะเป็นอย่างไร และตนเองยังควรต้องพัฒนาปรับปรุงส่วนไหนและอย่างไร ผู้เรียนสามารถใช้ผลจากการประเมินตนเองประกอบกับเครื่องมืออื่นๆ ที่ผู้สอนใช้ประเมิน ซึ่งอาจทำเป็นแบบสอบถามในรูปแบบคำถามปลายเปิด (Open-Ended Questions) แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) เป็นต้น

2.3 การทดสอบ (Testing) ในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถประเมินได้จากการใช้แบบทดสอบ การประเมินทักษะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงสิ่งที่ตนเองรู้มากกว่าการจดจำความรู้ ผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียนในขณะที่ลงมือทำกิจกรรม ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบข้อสอบที่เป็นข้อคำถามความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะมีความแตกต่างกันในส่วนข้อคำถามและรูปแบบการตอบ ข้อคำถามสำหรับการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องเป็นแบบทดสอบ แบบเขียนตอบหรือปฏิบัติการเท่านั้น แต่สามารถทำได้ในรูปแบบของข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-choice) ได้เช่นกัน แต่ผู้ประเมินต้องมั่นใจว่าเรื่องที่ถามเกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการตอบ ไม่ใช่แค่เพื่อวัดความรู้ความจำเท่านั้น

3. การประเมินจากผลงานของผู้เรียน (Looking at students' work) สามารถใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาได้จากการตอบคำถามในใบงาน (Worksheet) การเขียนอนุทิน (Journal) ผลงาน โครงการ ชิ้นงาน และการสาธิต (Project, product and demonstration) และแฟ้มสะสมผลงาน (Portfolio) เป็นต้น เครื่องมือต่างๆ เหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญที่ผู้สอนจะใช้ในการวิเคราะห์ถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนรายบุคคล และมีประโยชน์อย่างยิ่งในการจัดการชั้นเรียน แต่ผู้สอนต้องมีความทุ่มเทเพราะวิธีการต่างๆ เหล่านี้

มักจะใช้เวลาในการตรวจประเมินให้คะแนนค่อนข้างมาก และหากผู้เรียนมีจำนวนมากจะเป็นการเพิ่มภาระงานของผู้สอนยิ่งขึ้นไปอีก

จากการวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถทำได้โดยการประเมินผลสรุป หรือประเมินผลย่อยก็ได้ โดยวิธีการหรือเครื่องมือที่ใช้สามารถใช้ได้หลากหลาย ซึ่งแต่ละเครื่องมือมีข้อดีและข้อจำกัด โดยเครื่องมือประเมินบางอย่างสามารถแก้ไขข้อจำกัดของอีกเครื่องมือหนึ่งได้ ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนและยังสามารถใช้ทักษะเหล่านี้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งถือเป็นประโยชน์แก่ผู้เรียนเป็นอย่างมาก ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เลือกวิธีการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การทดสอบ (Testing) ในรูปแบบข้อสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งวัดพฤติกรรมที่แสดงออกเมื่อผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในทักษะขั้นบูรณาการจำนวน 5 ทักษะ ได้แก่ 1) การวัดพฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการตั้งสมมติฐาน 2) การวัดพฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 3) การวัดพฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 4) การวัดพฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการทดลอง และ 5) การวัดพฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญศรี พรหมมาพันธุ์ และนวลเสนต์ วงศ์เชิดธรรม (2545, อ้างถึงใน อนุวัติ คุณแก้ว, 2558, น. 61) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นชุดของคำถามที่มุ่งวัดความรู้ความสามารถ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองด้านต่างๆ ของผู้เรียนหลังที่เกิดการเรียนรู้

พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข (2548, น. 125-126) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการจัดการเรียนรู้ ที่วัดจากพฤติกรรม 3 ด้าน ตามวัตถุประสงค์ของ Bloom คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย ด้านทักษะพิสัย

ชวาล แพรัตกุล (2552, น. 13) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสำเร็จในด้านความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านต่างๆ ของสมอง

นั่นคือ สัมฤทธิ์ผลทางการเรียนควรจะประกอบด้วยสิ่งสำคัญอย่างน้อย 3 สิ่ง คือ ความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพของสมองด้านต่างๆ

อนุวัติ คุณแก้ว (2558, น. 62) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดทางด้านความรู้ ความสามารถ และทักษะต่างๆ ของผู้เรียนที่ได้เรียนรู้ หรือได้รับการสอนและฝึกฝนมาแล้วว่าผู้เรียนมีความรอบรู้มากน้อยเพียงใด

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยวัดจากพฤติกรรม 3 ด้าน ตามแนวคิดของบลูม คือ ด้านพุทธิพิสัย (ความรู้ ความสามารถ) ด้านทักษะพิสัย (ทักษะ) และด้านจิตพิสัย (จิตใจ) ที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนภายหลังจากได้เรียนรู้และฝึกฝนมาแล้ว ซึ่งสามารถวัดเป็นชุดคำถาม และทำการประเมินว่าผู้เรียนมีความรอบรู้มากน้อยเพียงใด

2.5.2 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สุรชัย ขวัญเมือง (2552, อ้างถึงใน จรูญ เฉลิมทอง, 2559, น. 51) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพสมองที่ผู้เรียนได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวงจากทางโรงเรียนและจากที่บ้าน ยกเว้นการวัดทางร่างกาย ความถนัด และทางบุคคลสังคม

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2553, น. 96) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

บุญชม ศรีสะอาด และคณะ (2553, น. 62) ได้ให้ความหมายแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่างๆ ที่ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้มาแล้วมีอยู่เท่าใด

สมนึก ภัททิยธนี (2553, น. 63) ได้ให้ความหมายแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่างๆ ที่ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วว่ามีอยู่เท่าใด

เยาวดี ราชย์กุล วิบูลย์ศรี (2556, น. 16) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า แบบสอบผลสัมฤทธิ์ส่วนใหญ่ที่สร้างขึ้นใช้วัดผลการเรียนรู้ด้านเนื้อหาวิชาและทักษะต่างๆ ของแต่ละสาขาวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาขาวิชาทั้งหลายที่ได้จัดสอนในระดับชั้นเรียนต่างๆ ของแต่ละโรงเรียน ลักษณะของแบบสอบสัมฤทธิ์มีทั้งที่เป็นข้อเขียน (Paper and Pencil Test) และที่เป็นภาคปฏิบัติจริง (Performance Test)

Gronlund (1993, อ้างถึงใน พิเชิต ฤทธิจรุญ, 2553, น. 96) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นกระบวนการเชิงระบบ เพื่อการวัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีหน้าที่หลักสำหรับการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน

Whiston (2000, อ้างถึงใน จรูญ เฉลิมทอง, 2559, น. 51) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความรู้ (Knowledge) หรือความคล่องแคล่ว (Proficiency) โดยที่ผลสัมฤทธิ์นั้นเป็นความรอบรู้ของผู้เรียนอย่างแท้จริง หลังจากที่ได้รับ การเรียนรู้หรือได้รับการฝึกฝนแล้ว

จากความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะต่างๆ ของแต่ละสาขาวิชาที่ได้รับการเรียนรู้หรือได้รับการฝึกฝน ลักษณะแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จะมีทั้งข้อเขียนและการฝึกปฏิบัติจริง ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์นั้นจะใช้วัดความรอบรู้ของผู้เรียนอย่างแท้จริง

2.5.3 กรอบแนวคิดในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญชม ศรีสะอาด (2553, น. 54-57) ได้กล่าวว่า ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แนวความคิดในการวัดที่นิยมกัน ได้แก่ การเขียนข้อสอบวัดตามการจัดประเภทจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัย (Cognitive) ของบลูม (Benjamin S. Bloom) และคณะ ซึ่งจำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ ความรู้ (Knowledge) ความเข้าใจ (Comprehension) การนำไปใช้ (Application) การวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) และการประเมินค่า (Evaluation) ความหมายของแต่ละประเภท และการจำแนกเป็นประเภทย่อยลงไป ซึ่งเป็นแนวในการสร้างข้อสอบวัดด้านย่อยๆ เหล่านี้ ดังนี้

1. ความรู้ เป็นความสามารถทางสมองในอันที่จะทรงไว้หรือรักษาไว้ ซึ่งเป็นเรื่องราวต่างๆ ที่บุคคลได้รับรู้เข้าใจในสมอง การวัดว่าบุคคลมีความสามารถในการจำเรื่องราวต่างๆ ได้มากน้อยเพียงใดนั้น วัดได้จากความสามารถในการระลึกออกของบุคคลนั้น

1.1 ความรู้ในเรื่อง จำแนกได้เป็น 2 ข้อย่อย คือ

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม ได้แก่ พวกรวมความหมาย และคำจำกัดความของสิ่งต่างๆ

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับกฎและความจริง ได้แก่ พวกรวม สูตร ทฤษฎี และข้อเท็จจริงต่างๆ

1.2 ความรู้ในวิธีดำเนินการ จำแนกได้เป็น 5 ข้อย่อย คือ

1.2.1 ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน ได้แก่ สิ่งที่เป็นแบบฟอร์มหรือระเบียบในการปฏิบัติซึ่งเป็นสิ่งที่ยอมรับของคนส่วนใหญ่ ผู้ใดไม่ปฏิบัติตามก็ไม่ถือว่าเป็นความผิด เพียงแต่อาจถูกเพ่งเล็งบ้าง

1.2.2 ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับ เป็นความรู้ในเรื่องของลำดับขั้นตอนและแนวโน้มในการกระทำ หรือการเกิดขึ้นของสิ่งของ เรื่องราว และปรากฏการณ์ต่างๆ

1.2.3 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภท เป็นความรู้ในเรื่องการแยกพวกตามความเหมือนและความต่างกันตามคุณลักษณะ คุณสมบัติ และหน้าที่ของสิ่งของเรื่องราว และปรากฏการณ์ต่างๆ

1.2.4 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ เป็นความรู้ในสิ่งที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการวินิจฉัยและตรวจสอบข้อเท็จจริงต่างๆ

1.2.5 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ เป็นความรู้วิธีการในอันที่จะให้ได้มาของผลลัพธ์ที่ต้องการว่าต้องใช้เทคนิควิธีอย่างไรบ้าง

1.3 ความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง จำแนกได้เป็น 2 ข้อย่อย คือ

1.3.1 ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและอ้างสรุปครอบคลุม หลักวิชาเป็นใจความสำคัญของเรื่องนั้น ส่วนการอ้างสรุปครอบคลุมเป็นการนำหลักที่ได้ไปอธิบายเรื่องอื่นๆ ที่คล้ายคลึงกัน

1.3.2 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง เป็นความสามารถในการนำหลายๆ หลักวิชาซึ่งอยู่ในสกุลเดียวกันมาสัมพันธ์กัน จนได้เป็นโครงสร้างของเนื้อความใหญ่ในเรื่องนั้นๆ

2. ความเข้าใจ เป็นความสามารถในการจับใจความของท้องเรื่อง ได้แก่ การแปลความ ตีความ และขยายความในเรื่องนั้น ผู้ที่มีความเข้าใจจะต้องรู้ความหมายและรายละเอียดย่อยๆ ของเรื่องนั้น รู้ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ย่อยๆ เหล่านั้น สามารถอธิบายสิ่งนั้นด้วยภาษาตนเองได้ พฤติกรรมนี้จำแนกได้เป็น 3 ข้อย่อย คือ

2.1 การแปลความ เป็นความสามารถในการบอกความหมายตามนัยของเรื่องราวหรือปรากฏการณ์นั้นๆ

2.2 การตีความ เป็นการถอดความหมายจากหลายๆ ความหมายตามนัยของเรื่องราวที่ปรากฏนั้นๆ จากการศึกษาหลายๆ ส่วนในเรื่องราวหรือปรากฏการณ์นั้นๆ เป็นอย่างไรอย่างหนึ่ง แสดงว่าเรื่องราวหรือปรากฏการณ์นั้นเป็นอย่างไร

2.3 การขยายความ เป็นการคาดคะเนหรือพยากรณ์ไปสู่กาลข้างหน้า (หรือถอยหลัง) โดยอาศัยข้อเท็จจริงที่เป็นอยู่

3. การนำไปใช้ เป็นความสามารถในการนำความรู้ ทฤษฎี หลักการ ข้อเท็จจริง ไปแก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้น ความสามารถในการนำไปใช้เป็นการแก้ปัญหาซึ่งเป็นเรื่องราวหรือเหตุการณ์ใหม่ๆ ที่เกิดขึ้น สามารถนำสิ่งที่ประสบการณ์ไปแก้ปัญหานั้นๆ ได้สำเร็จ

4. การวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวใดๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นประกอบกันอยู่เช่นไร แต่ละอันคืออะไร มีความเกี่ยวพันกันอย่างไร อันใดสำคัญมากน้อย พฤติกรรมนี้จะจำแนกได้เป็น 3 ข้อย่อย คือ

4.1 การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของเรื่องราวหรือปรากฏการณ์ต่างๆ เรียกได้ว่าเป็นการแยกแยะหาหัวใจของเรื่อง

4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนต่างๆ

4.3 การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาหลักการของความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญในเรื่องราวหรือปรากฏการณ์นั้นๆ ว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด

5. การสังเคราะห์ เป็นความสามารถในการประกอบส่วนย่อยๆ ให้เข้ากันได้ อย่างเป็นเรื่องราวโดยการจัดระบบ โครงสร้างเสียใหม่ให้มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพยิ่งกว่าเดิมพฤติกรรมนี้แยกได้เป็น 3 ข้อย่อย คือ

5.1 การสังเคราะห์ข้อความ เป็นความสามารถในการเรียบเรียงถ้อยคำให้ผูกพันกันเป็นเรื่องราวใดเรื่องราวหนึ่งได้อย่างเป็นเรื่องเป็นราว ซึ่งการผูกเรื่องราวนี้ต้องอาศัยข้อมูลหลายอย่างมาสนับสนุน ทั้งยังอาจยกตัวอย่างประกอบ ใส่ความคิดเห็นส่วนตัว เพื่อช่วยให้ข้อความที่เขียนกระจ่างชัด ได้ความหมายตามต้องการ

5.2 การสังเคราะห์แผนงาน เป็นความสามารถในการสร้างโครงการหรือแผนงานในด้านต่างๆ โดยนำข้อมูลเรื่องราวที่กำหนดให้ มาหาวิธีว่าจะทำอย่างไรจึงจะทำให้เรื่องที่ต้องอาศัยข้อมูลเหล่านี้สามารถดำเนินการไปสู่เป้าหมายได้สำเร็จ

5.3 การสังเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการจัดระบบของข้อเท็จจริงหรือส่วนประกอบเสียใหม่ ให้สำเร็จเป็นขึ้นเป็นอันให้ได้ประโยชน์หรือมีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าเดิม

6. การประเมินค่า เป็นความสามารถในการตัดสิน ตีราคา โดยอาศัยเกณฑ์ (Criteria) และมาตรฐาน (Standard) ที่วางไว้ พฤติกรรมด้านการประเมินค่าจำแนกได้เป็น 2 ข้อย่อย คือ

6.1 ประเมินโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายใน เป็นการวินิจฉัยตีราคา ตามลักษณะข้อเท็จจริงที่เป็นเนื้อหาของสิ่งนั้นๆ

6.2 ประเมินโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก เป็นการวินิจฉัยหรือตีราคาโดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ภายนอก

นอกจากจะใช้การจัดประเภทจุดประสงค์ของการศึกษาด้านพุทธิพิสัยของบลูม และคณะเป็นแนวในการเขียนข้อสอบวัดด้านต่างๆ แล้ว กาย่ (Robert M. Gagn'e) และบริกส์ (Leslie J. Briggs) ได้จัดจุดประสงค์ซึ่งเป็นผลที่คาดหวังจากการสอนออกเป็นสมรรถภาพ 5 ประเภท คือ

1. ทักษะทางปัญญา (Intellectual skills) คือ ความสามารถในการใช้สมองในการเรียนรู้และการคิดในด้านต่างๆ เป็นหัวใจของการเรียนรู้ในโรงเรียน แบ่งออกตามความซับซ้อนได้ 5 ประเภท คือ

1.1 การจำแนก (Discrimination) คือ ความสามารถในการจำแนกความเหมือน และความแตกต่างของสิ่งต่างๆ

1.2 มโนทัศน์รูปธรรม (Concrete concepts) คือ ความสามารถในการจัดพวกสิ่งต่างๆ ตามคุณสมบัติที่เหมือนกัน ตัวอย่างคุณสมบัติ ได้แก่ กลม สีแดง ราบเรียบ

1.3 มโนทัศน์นิยาม (Defined concepts) คือ ความสามารถในการให้นิยามประเภทของสิ่งต่างๆ หรือเหตุการณ์ต่างๆ หรือความสัมพันธ์ต่างๆ

1.4 กฎ (Rules) คือ ความสามารถปฏิบัติตามกฎต่างๆ ได้

1.5 การแก้ปัญหา (Problem solving) ความสามารถในการใช้กฎต่างๆ ที่ได้เรียนมา ร่วมกันแก้ปัญหาที่เป็นปัญหาใหม่

2. ยุทธศาสตร์ทางความคิด (Cognitive strategies) คือ ทักษะทางปัญญาชนิดพิเศษ เป็นสมรรถภาพที่ควบคุมการเรียนรู้ ความตั้งใจ การจำ และพฤติกรรมการคิดของมนุษย์ เป็นกระบวนการทำงานภายในสมองของมนุษย์

3. สารสนเทศ (Verbal information) คือ การเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ เช่น ชื่อของคน สิ่งของ อักษร ตัวเลข จังหวัด เครื่องใช้ต่างๆ เหตุการณ์ต่างๆ แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

3.1 การเรียนรู้ชื่อ (Learning labels or names) คือ การจดจำชื่อที่เคยเรียนเคยมีประสบการณ์

3.2 การเรียนรู้ข้อเท็จจริง (Learning facts) คือ การจดจำข้อเท็จจริงต่างๆ ตัวอย่างข้อเท็จจริง เช่น สัปดาห์หนึ่งมี 7 วัน จังหวัดเชียงใหม่อยู่ในภาคเหนือ

3.3 การเรียนรู้เรื่องราว (Learning bodies of knowledge) คือ การเรียนรู้สาระของเรื่องราวต่างๆ เช่น เรื่องราวในวรรณคดี

4. ทักษะการเคลื่อนไหว (Motor skills) หมายถึง ความชำนาญในการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อ หรือใช้อวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกายในการทำกิจกรรมต่างๆ การประสานงานของกล้ามเนื้อและประสาทส่วนต่างๆ

5. เจตคติ (Attitude) หมายถึง ความรู้สึกที่มีต่อสิ่งต่างๆ ต่อบุคคลและต่อสถานการณ์ต่างๆ

Floplains and Antes (1990, อ้างถึงใน อนุวัติ คุณแก้ว, 2558, น. 73) ได้กล่าวว่า การสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุมและถูกต้องตามหลักวิชานั้น มีหลักการสร้างข้อสอบ ดังนี้

1. ควรเขียนข้อสอบในระหว่างหรือเพิ่งเสร็จสิ้นการเรียนการสอนในเรื่องนั้นๆ เพราะจะทำให้ผู้เขียนข้อสอบยังจำและเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดี

2. ข้อสอบต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การศึกษา และตารางวิเคราะห์หลักสูตร

3. ข้อสอบต้องถามในเรื่องที่มีความสำคัญ ไม่ถามในรายละเอียดปลีกย่อย หรือเรื่องที่ไม่ใช่แก่นสาระของเนื้อหา

4. ข้อสอบต้องถามให้ผู้สอบ ตอบโดยการสะท้อนถึงความรู้ที่ได้จากการศึกษา

5. การเลือกประเภทของข้อสอบต้องคำนึงว่า ข้อสอบจะทำให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องการ (Needed data) ข้อสอบที่นำมาสอบต้องตรง (Straightforwardly) กับสิ่งที่จะวัดให้มากที่สุด

6. ควรมีการศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบจากแหล่งความรู้ต่างๆ เช่น จากข้อสอบมาตรฐาน คำสั่งต้องกะทัดรัด ชัดเจน ว่าจะให้ผู้สอบทำอะไร ตอบอย่างไร ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย และถูกต้อง ไม่ควรลอกข้อความโดยตรงจากหนังสือมาสร้างเป็นข้อสอบ เพราะจะทำให้ผู้สอบตอบได้ง่าย

7. หลีกเลี่ยงข้อสอบข้อใดข้อหนึ่งไปแนะคำตอบอีกข้อหนึ่ง

8. ควรมีการตรวจสอบ และวิจารณ์ข้อสอบ โดยผู้สอนในรายวิชาหรือระดับชั้นเดียวกัน เพื่อปรับปรุงข้อสอบให้ดีขึ้น

Gronlund (1993, อ้างถึงใน พิชิต ฤทธิจรูญ, 2553, น. 100) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่มีคุณภาพนั้นจะต้องอาศัยหลักการสร้างที่มีประสิทธิภาพ ดังนี้

1. ต้องนิยามพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่ต้องการจะวัดให้ชัดเจน โดยกำหนดในรูปของจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนหรือรายวิชาด้วยคำที่เฉพาะเจาะจง สามารถวัด และสังเกตได้

2. ควรสร้างแบบทดสอบวัดให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้ทั้งหมด ทั้งในระดับความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และระดับที่ซับซ้อนมากขึ้น

3. แบบทดสอบที่สร้างขึ้นควรจะวัดพฤติกรรม หรือผลการเรียนรู้ของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยจะต้องกำหนดตัวชี้วัด และขอบเขตของการเรียนรู้ที่จะวัดแล้วจึงเขียนข้อสอบตามตัวชี้วัดจากขอบเขตที่กำหนดไว้

4. แบบทดสอบที่สร้างขึ้นควรประกอบด้วยข้อสอบชนิดต่างๆ ที่เหมาะสมสอดคล้องกับการวัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ให้มากที่สุด

5. ควรสร้างแบบทดสอบโดยคำนึงถึงแผนหรือวัตถุประสงค์ของการนำผลการทดสอบไปใช้ประโยชน์ จะได้เขียนข้อสอบให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และต้นใช้ตามแผนกำหนดไว้ เช่น การใช้แบบทดสอบก่อนการเรียนการสอน (Pretest) เพื่อตรวจสอบพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน การใช้แบบทดสอบระหว่างการเรียนการสอน (Formative test) เพื่อการปรับปรุงการเรียนการสอน และ การใช้แบบทดสอบหลังการเรียนการสอน (Summative test) เพื่อตัดสินผลการเรียน

6. แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจะต้องทำให้การตรวจให้คะแนนไม่มีความคลาดเคลื่อนจากการวัด (Measurement errors) ซึ่งไม่ว่าจะนำแบบทดสอบไปทดสอบกับผู้เรียนในเวลาที่แตกต่างกันจะต้องได้ผลการวัดเหมือนเดิม

จากกรอบแนวคิดในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่าแนวความคิดในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นิยมใช้คือ แนวความคิดของบลูม (Benjamin S. Bloom) และคณะ โดยเขียนข้อสอบวัดตามการจัดประเภทจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัย (Cognitive) ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ 1) ด้านความรู้-ความจำ 2) ด้านความเข้าใจ 3) การนำไปใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การสังเคราะห์ และ 6) การประเมินค่า และในการสร้างแบบทดสอบนั้น จะต้องสร้างแบบทดสอบวัดให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้ทั้งหมดทั้งในระดับความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และระดับที่ซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งแบบทดสอบต้องถามเฉพาะเรื่องที่มีความสำคัญ มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ตัวชี้วัด และขอบเขตของการเรียนรู้ที่จะวัด ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแนวความคิดของบลูมมาใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชาติและสารประกอบ ซึ่งข้อสอบจะครอบคลุมจุดประสงค์ด้านพุทธิพิสัย 4 ประเภท ได้แก่ ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์

2.5.4 จุดมุ่งหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญศรี พรหมมาพันธุ์ (2553, อ้างถึงใน จรุงญ เฉลิมทอง, 2559, น. 51-52) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่ใช้ประเมินผลการเรียนการสอน โดยเฉพาะวัดสมรรถภาพทางสมองหรือพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยเป็นสำคัญ เพื่อสามารถตอบสนองศักยภาพของผู้เรียนจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีดังนี้

1. เพื่อจัดตำแหน่งผู้เรียน เป็นการจัดผู้เรียนออกเป็นกลุ่มๆ ตามความสามารถ กล่าวคือ ผู้เรียนที่มีความสามารถใกล้เคียงกันไว้ด้วยกัน เพื่อประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอน ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับผู้เรียนแต่ละกลุ่ม การทดสอบเพื่อจัดตำแหน่งนั้นต้องมีการทดสอบก่อนการเรียนการสอนในวิชานั้นๆ ในทางการศึกษา จุดมุ่งหมายการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อจัดตำแหน่งนิยมใช้กันใน 2 ลักษณะ เพื่อการจัดจำแนก เช่น แยกผู้เรียนออกเป็นประเภทตามระดับคะแนน (A B C และ D) และเพื่อคัดเลือก

2. เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียน เป็นการประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนทราบศักยภาพของตนเองในขณะนั้น และใช้เป็นแนวทางให้ผู้เรียนพัฒนาพฤติกรรมต่างๆ ของตนเองทั้งทางด้านความรู้ ความสามารถ ลักษณะนิสัย และทักษะต่างๆ ให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

3. เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน การปรับปรุงการเรียนการสอนควรทำอย่างต่อเนื่อง อาจใช้เมื่อสิ้นสุดการสอนในแต่ละหน่วยย่อย ซึ่งเมื่อพบผู้เรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์ของแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้สอนก็ควรจะได้ศึกษาว่าผู้เรียนมีข้อบกพร่องหรือจุดอ่อนในเรื่องใด จะได้ทำการแก้ไขข้อบกพร่อง จากนั้นจึงประเมินผลอีกครั้งหนึ่ง

เมษา นวลศรี (2556, น. 98) ได้กล่าวว่า จุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ดังนี้

1. เพื่อจัดตำแหน่งผู้เรียน จุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อบอกตำแหน่งของผู้เรียนว่า มีความรู้ความสามารถในระดับใดของกลุ่มหรือเปรียบเทียบกับเกณฑ์แล้วจัดว่าอยู่ในระดับใด

2. เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียน การใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียนนั้น เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีการพัฒนาทั้งทางด้านความรู้ ความสามารถ ลักษณะนิสัย และทักษะต่างๆ ให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

3. เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน การใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนควรทำอย่างต่อเนื่อง อาจใช้เมื่อสิ้นสุดการสอนในแต่ละหน่วยย่อย ซึ่งพบว่าผู้เรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์ของแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้สอนก็ควรจะได้ศึกษาว่า

ผู้เรียนมีข้อบกพร่องหรือจุดอ่อนในเรื่องใดๆ ก็ทำการแก้ไขข้อบกพร่องนั้น และทำการประเมินผลต่อไป

อนุวัติ คุณแก้ว (2558, น. 65) ได้กล่าวว่า จุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อจัดตำแหน่งผู้เรียน ตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียน ปรับปรุงการเรียนการสอน ให้คำปรึกษาแนะแนว และสรุปผลการเรียนเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอน

จากจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า จุดมุ่งหมายที่สำคัญของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ 1) เพื่อจัดตำแหน่งของผู้เรียนว่า ผู้เรียนมีความรู้ในระดับใดของกลุ่มหรือเกณฑ์ที่กำหนด 2) เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียนว่า ผู้เรียนควรมีการพัฒนาศักยภาพ ทั้งด้านความรู้ ทักษะ และลักษณะนิสัยในด้านใดบ้าง และ 3) เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนว่า เมื่อสิ้นสุดการสอนในแต่ละหน่วยย่อย มีผู้เรียนคนใดที่ไม่ผ่านเกณฑ์จุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้สอนก็ต้องศึกษาว่าผู้เรียนมีความบกพร่องในเรื่องใด แล้วทำการแก้ไขข้อบกพร่องนั้น จากนั้นจึงประเมินผลอีกครั้ง ซึ่งการปรับปรุงการเรียนการสอนควรปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพสูงสุด

2.5.5 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญชม ศรีสะอาด (2553, น. 53) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion referenced test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm referenced test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ดี เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐาน ซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่นๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2553, น. 95) ได้กล่าวว่า โดยทั่วไปแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่สอน เป็นแบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นใช้กัน โดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน (Paper and pencil test) ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ดังนี้

1.1 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective or essay test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถาม หรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียน โดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ ได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้นๆ (Objective test or short answer) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบสั้นๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ (Restricted response type) ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิด ได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่วไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์ และปรับปรุงอย่างถี่ถ้วนมีคุณภาพ มีมาตรฐาน กล่าวคือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนน และการแปลความหมายของคะแนน

พิศิษฐ ตันทวนิช (2554, น. 41-42) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบยังคงแบ่งออกได้เป็นหลายๆ ประเภท ซึ่งเมื่อใช้เกณฑ์ต่างกัน ก็จะได้ประเภทของแบบทดสอบต่างกันออกไป ในที่นี้จะกล่าวถึงเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งประเภทของแบบทดสอบออกเป็น 3 เกณฑ์ด้วยกัน คือ

1. ยึดตามวิธีการสร้าง แบ่งออกเป็น

1.1 แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้น (Teacher-made Test) หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้สอนผู้สอนประจำวิชาคนเดียวหรือหลายคนช่วยกันสร้างขึ้น โดยทั่วไปแบบทดสอบประเภทนี้จะวัดเฉพาะในขอบเขตของเนื้อหาที่กำหนด และโดยทั่วไปมักจะยังไม่มีการหาคุณภาพ และจัดเกณฑ์มาตรฐานในการแปลความหมาย เมื่อสร้างเสร็จแล้ว ก็มีแนวโน้มสูงมากที่ผู้สอนจะนำไปใช้วัดผลประเมินผลเลย โดยทั่วไปในกรณีของการจัดการศึกษาในประเทศไทยแทบทั้งหมด ผู้สอนจะใช้แบบทดสอบในลักษณะนี้เพื่อวัดผลประเมินผลผู้เรียน

1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Tests) หมายถึง แบบทดสอบที่มีการสร้างอย่างได้มาตรฐาน กล่าวคือ โดยภาพรวมทั่วไป จะสร้างโดยผู้ที่มีชำนาญการในการสร้างแบบทดสอบ มักจะวัดในขอบเขตเนื้อหาที่กว้างขึ้น และผ่านการทดสอบหาค่าคุณภาพต่างๆ ประจำข้อสอบและแบบทดสอบ รวมทั้งจัดเกณฑ์มาตรฐานในการใช้และแปลความหมายของคะแนนที่ได้จากการสอบ ในบางประเทศที่มีความก้าวหน้าทางวิชาการ แบบทดสอบมาตรฐานเป็นทางเลือกทางหนึ่งในการที่โรงเรียนหรือผู้สอนผู้สอนจะเลือกนำมาใช้ทดสอบเพื่อประเมินผลระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน ประเมินผลการสอนของผู้สอน และระดับคุณภาพในการจัดการศึกษาของโรงเรียน

2. ยึดตามวิธีการให้คะแนน สามารถแบ่งแบบทดสอบออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

2.1 แบบทดสอบปรนัย (Objective test) หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้ตรวจต่างคนกันหรือคนเดียวตรวจให้คะแนนในเวลาที่แตกต่างกัน 2 ครั้ง ผลการตอบของผู้สอบคนเดียวกัน ผลการให้คะแนนจะต้องเท่ากันเสมอ

2.2 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective test) หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้ตรวจต่างคนตรวจ หรือคนเดียวตรวจให้คะแนนในเวลาที่แตกต่างกัน 2 ครั้ง ผลการตอบของผู้สอบคนเดียวกัน ผลการให้คะแนนอาจมีความแตกต่างกันออกไปได้

3. ยึดตามวิธีการตอบของผู้สอบ สามารถแบ่งแบบทดสอบออกได้เป็น 2 ลักษณะคือ

3.1 แบบทดสอบเลือกตัวถูก (Selection type test) แบบทดสอบลักษณะนี้เป็นแบบทดสอบที่มีระบบการนำเสนอตัวเลือกที่เป็นตัวถูกปะปนกับตัวเลือกที่เป็นตัวลวง หน้าที่ของผู้เข้าสอบคือ เลือกให้ถูกว่าตัวเลือกใดเป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง แบบทดสอบประเภทนี้ก็เช่น แบบทดสอบถูกผิด แบบทดสอบจับคู่ แบบทดสอบชนิดหลายตัวเลือก

3.2 แบบทดสอบชนิดหาคำตอบเอง (Supply type test) แบบทดสอบลักษณะนี้เป็นแบบทดสอบที่ไม่มีการให้ตัวเลือกไว้ ผู้เข้าสอบจะต้องเขียนตอบเอาเองว่า จากคำตอบบนต้องการตอบโดยใช้ถ้อยคำว่าอย่างไร ตัวอย่างของแบบทดสอบประเภทนี้เช่น แบบทดสอบเรียงความ แบบทดสอบเติมคำและตอบสั้นๆ

อนุวัตติ คุณแก้ว (2558, น. 62) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Tests) เป็นแบบทดสอบที่สร้าง โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ในเนื้อหา และมีทักษะการสร้างแบบทดสอบ มีการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ มีคำชี้แจงเกี่ยวกับการดำเนินการสอบ การให้คะแนน และการแปลผล มีความเป็นปรนัย (Objective) มีความเที่ยงตรง (Validity) และความเชื่อมั่น (Reliability) แบบทดสอบมาตรฐาน ได้แก่ California achievement test, Iowa test of basic skill, Standford achievement test และ The metropolitan achievement tests เป็นต้น

2. แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นเอง (Teacher Made Tests) เป็นแบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นเอง เพื่อใช้ในการทดสอบผู้เรียนในชั้นเรียน แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 แบบทดสอบปรนัย (Objective Tests) ได้แก่

2.1.1 แบบถูก-ผิด (True-False)

2.1.2 แบบจับคู่ (Matching)

2.1.3 แบบเติมคำให้สมบูรณ์ (Completion) หรือแบบคำตอบสั้น (Short Answer)

2.1.4 แบบเลือกตอบ (Multiple Choice)

2.2 แบบอัตนัย (Essay Tests) ได้แก่

2.2.1 แบบจำกัดคำตอบ (Restricted Response Items)

2.2.2 แบบไม่จำกัดคำตอบ หรือ ตอบอย่างเสรี (Extended Response Items)

จากประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถแบ่งออกได้เป็นหลายเกณฑ์ โดยบางครั้งแบ่งตามวิธีการสร้างแบบทดสอบ (แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้น และแบบทดสอบมาตรฐาน) แบ่งตามวิธีการให้คะแนน (แบบทดสอบปรนัย และแบบทดสอบอัตนัย) แบ่งตามวิธีตอบของผู้สอบ (แบบทดสอบเลือกตัวถูก และแบบทดสอบหาคำตอบเอง) หรือแบ่งตามเกณฑ์การนำผลการสอบไปประเมิน (แบบทดสอบอิงเกณฑ์ และแบบทดสอบอิงกลุ่ม) แต่ถึงอย่างไรก็ตาม การเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาใช้นั้นจำเป็นต้องมีการพิจารณาว่าเหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่ ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกประเภทแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อใช้ในการวัดระดับความรู้ของผู้เรียนโดยนำไปเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ร่วมกับประเภทของแบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นเอง เพื่อใช้ในการทดสอบผู้เรียนในชั้นเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัย (Objective Tests) ชนิดแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก

2.5.6 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญศรี พรหมมาพันธุ์ (2545, อ้างถึงใน อนุวัติ คุณแก้ว, 2558, น. 70-72) ได้กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมี 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนสร้างข้อสอบ ประกอบด้วย

1. ศึกษาวิธีสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ผู้สร้างแบบทดสอบต้องทำการศึกษาค้นคว้าวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่ามีแบบใดบ้าง แบบทดสอบแต่ละชนิดมีวิธีการสร้างและมีข้อดีข้อจำกัดอย่างไร

2. การกำหนดจุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบ ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนจะเริ่มเขียนข้อสอบ ผู้สร้างข้อสอบจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายของ

การใช้แบบทดสอบให้ชัดเจนว่าจะวัดไปเพื่ออะไร จะได้เขียนข้อสอบให้เหมาะสมและสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายนั้น

3. การกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้สร้างข้อสอบจะต้องกำหนดขอบเขตเนื้อหา มาตรฐานการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ และพฤติกรรมที่จะวัดในด้านพุทธิพิสัย ได้แก่ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

4. การกำหนดลักษณะของข้อสอบและส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสอบ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะเป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์หรืออิงกลุ่มก็ได้ ซึ่งลักษณะข้อสอบจะเป็นแบบปรนัยหรืออัตนัยก็ได้ หรือลักษณะข้อสอบจะเป็นทั้งปรนัยและอัตนัยรวมกันก็ได้ ทั้งนี้ผู้สร้างข้อสอบอาจใช้เกณฑ์ต่อไปนี้ กำหนดลักษณะข้อสอบ ซึ่งได้แก่

4.1 วัตถุประสงค์ของการวัดและประเมินผล

4.2 ระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่จะวัด

4.3 ลักษณะหรือคุณสมบัติผู้เข้าสอบ

4.4 จำนวนผู้สอบ

4.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการสร้างข้อสอบ ดำเนินการสอบ และตรวจข้อสอบ

4.6 ความเป็นอิสระในการตอบ

ส่วนการกำหนดส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสอบ ได้แก่ ความยาวของแบบทดสอบ หรือจำนวนข้อของข้อสอบและคะแนน ระยะเวลาที่ให้ทำแบบทดสอบ วิธีดำเนินการสอบ วิธีการตรวจให้คะแนน การแปลความหมายของคะแนน ตลอดจนค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการสอบ

ขั้นตอนที่ 2 การลงมือสร้างข้อสอบ

1. สร้างข้อสอบ ผู้สร้างข้อสอบลงมือสร้างแบบทดสอบ วิเคราะห์หลักสูตร ตามลักษณะของข้อสอบ คำนึงถึงความยากของแบบทดสอบ ระยะเวลาที่ใช้สอบ คะแนน และการตรวจให้คะแนนด้วย

2. ตรวจสอบข้อสอบ ผู้สร้างต้องทบทวน ตรวจสอบข้อสอบ เพื่อให้ข้อสอบที่สร้างขึ้นมานั้น มีความถูกต้อง ครบถ้วน ตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร แล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับทดลองเพื่อนำไปใช้ต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพข้อสอบก่อนนำไปใช้

1. นำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านวัดผล การศึกษา จำนวน 3-5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา (Content Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ

พิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อนั้นสร้างได้ถูกต้อง และเหมาะสมเพียงใด พิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ หรือเนื้อหา ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือไม่ โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่วัดจุดประสงค์ข้อนั้น

นำข้อมูลที่ได้หาค่าความสอดคล้อง (IOC) และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับใหม่

2. ทดลองสอน นำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุง แก้ไขแล้ว ไปทดลองสอบ (Try out) กับผู้เรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึง หรือผู้เรียนที่เพิ่งเคยเรียนในเรื่องนั้นๆ จำนวนตั้งแต่ 30 คนขึ้นไป

3. วิเคราะห์หาคุณภาพข้อสอบ นำผลการสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่ใช้ได้ คือ มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จากนั้นให้นำข้อสอบที่ได้คัดเลือกแล้ว จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับใหม่ นำไปทดลองสอบกับผู้เรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึงหรือ ผู้เรียนที่เพิ่งเคยเรียนในเรื่องนั้นๆ จำนวนตั้งแต่ 30 คนขึ้นไป เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น

4. จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริง เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป สรุปได้ว่า ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบมีขั้นตอนคล้ายกับระบบ PDCA กล่าวคือ เริ่มจากการวางแผนการสร้าง การลงมือสร้าง และการตรวจสอบเพื่อปรับปรุงให้ดีขึ้น ก่อนที่นำไปใช้จริง

เอมอร์ จังศิริพรปกรณ์ (2551, อ้างถึงใน เมษา นวลศรี, 2556, น. 114-122) ได้กล่าวว่า แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีลำดับขั้นตอนของการสร้างและพัฒนา ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบ ในการสร้างแบบสอบต้องกำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบให้ชัดเจนว่า ต้องการนำผลการวัดไปใช้ประเมินแบบอิงกลุ่มหรืออิงเกณฑ์ แบบสอบวัดแบบอิงกลุ่มมีจุดมุ่งหมายเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ในรายวิชาต่างๆ ตามที่หลักสูตรกำหนด และจะใช้เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนในแต่ละหน่วยการสอนหรือแต่ละบทหรือแต่ละเรื่องหรือในรายวิชานั้นๆ หรือประเมินผลสรุปตอนปลายภาคเรียนหรือปลายปี ซึ่งผลที่ได้จากการวัดและแปลความหมายโดยเปรียบเทียบกับกลุ่มผู้สอบด้วยกัน สำหรับแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนในรายวิชานั้นๆ หรือเพื่อตรวจสอบความรู้ความสามารถของผู้เรียนว่าเป็นผู้รอบรู้หรือไม่รอบรู้ในเนื้อหาแต่ละเรื่องนั้นๆ โดยนำผลการวัดที่ได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้

2. วิเคราะห์หลักสูตร เป็นการแยกแยะให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์ การเรียนการสอน เนื้อเรื่องกิจกรรม/ประสบการณ์ และพฤติกรรมที่เป็นจุดมุ่งหมายปลายทางของ หลักสูตร โดยการวิเคราะห์วัตถุประสงค์การเรียนการสอน การวิเคราะห์หลักสูตรจะช่วยให้ผู้สอนมีความเข้าใจว่าจะสร้างข้อสอบที่วัดผู้เรียนเกี่ยวกับสมรรถภาพใด ในเนื้อหาใดและช่วงเวลาใด ดังนั้น สิ่งที่ผู้สอนต้องคำนึงถึงคือวัตถุประสงค์ และเนื้อหาที่ใช้สร้างข้อสอบ ว่าต้องการให้ผู้เรียนสามารถแสดงพฤติกรรมอะไรบ้าง ในสถานการณ์ใดบ้าง และมีเกณฑ์ในการตัดสินอย่างไรที่ยอมรับว่าผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ต่างๆ ซึ่งการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอนจะต้องแปลงคุณลักษณะที่ต้องวัดให้เป็นพฤติกรรมที่วัดได้หรือที่เรียกว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

3. ออกแบบการสร้างแบบสอบ เป็นการกำหนดรูปแบบ ขอบเขต และแนวทางการสร้าง ประกอบด้วยกิจกรรม ดังนี้

3.1 วางแผนการทดสอบ ผู้สอนจะต้องวางแผนการวัดผลก่อนว่าจะมีการทดสอบกี่ครั้งในภาคการศึกษา มีความถี่ห่างของการสอบแต่ละครั้งเท่าไร และแต่ละครั้งจะต้องครอบคลุมเนื้อหาจุดมุ่งหมายและใช้เวลาเท่าใด

3.2 กำหนดรูปแบบของการสอบ ผู้สอนจะต้องเลือกรูปแบบของแบบสอบว่า รูปแบบใดจะเหมาะสมกับสมรรถภาพและเนื้อหาที่ต้องการวัด โดยพิจารณาได้จากรูปแบบต่างๆ ดังนี้ แบบสอบอิงกลุ่ม-อิงเกณฑ์ แบบสอบเสนอคำตอบ-เลือกตอบ แบบสอบความเร็ว-วัดความสามารถสูงสุด เป็นต้น

3.3 สร้างแผนผังการสอบ ทำให้เห็นจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด การให้น้ำหนัก ความสำคัญ ความถี่บ่อยของการสอบ และรูปแบบของแบบสอบ

3.4 สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ (Table of specification) มีลักษณะเป็นตาราง 2 ทางที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาวิชาที่ต้องการจะวัดหรือต้องการสอบ

4. เขียนข้อสอบ เป็นการเขียนข้อสอบหลังจากที่ได้ตารางวิเคราะห์หลักสูตรแล้ว โดยมีขั้นตอนสำคัญ คือ

4.1 กำหนดแบบแผนข้อสอบ เป็นรูปแบบทั่วไปของข้อสอบที่ทำให้ได้ข้อสอบที่วัดได้ตรงตามจุดประสงค์และพฤติกรรมการเรียนรู้

4.2 ร่างข้อสอบ เป็นการร่างข้อสอบตามแบบแผนข้อสอบที่ได้วางไว้ให้ตรงตามจุดประสงค์และพฤติกรรมการเรียนรู้

4.3 ทบทวนร่างข้อสอบ โดยผู้เขียนและผู้อื่น หลังจากที่ได้สร้างข้อสอบไประยะหนึ่ง ผู้สอนควรทบทวนข้อคำถามและตัวเลือก ที่เขียนขึ้นมามีความถูกต้องเหมาะสมสอดคล้องกับ

จุดประสงค์และพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือไม่ เมื่อมีข้อบกพร่องควรปรับปรุงก่อน แล้วจึงนำไปให้เพื่อนผู้สอบหรือทีมผู้สอนวิชาเดียวกันทบทวนอีกครั้ง

4.4 บรรณาธิการข้อสอบ เมื่อได้ข้อสอบครบตามที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว การตรวจสอบและจัดเรียงข้อสอบให้มีประสิทธิภาพต้องคำนึงถึง การแบ่งหมวดหมู่ของข้อสอบ ตามรูปแบบของข้อสอบ

5. ทดลองใช้ข้อสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ ถ้าต้องการให้เกิดความเชื่อมั่นในคุณภาพของข้อสอบ หรือในกรณีที่ต้องการสร้างเป็นแบบสอบมาตรฐานจำเป็นต้องมีการนำข้อสอบไปทดลองใช้ก่อน โดยเลือกกลุ่มผู้เรียนที่เป็นตัวแทนที่ดีของกลุ่มที่ใช้จริง เพื่อให้ได้ข้อมูลว่าผู้สอบตอบข้อสอบอย่างไร มีความเข้าใจในคำสั่ง คำถาม คำตอบ ภาษา หรือไม่ อย่างไร

6. นำแบบสอบไปใช้ หลังจากที่ผู้สอบได้ทำข้อสอบเรียบร้อยแล้ว กิจกรรมต่อมาของผู้สอน คือให้ความยุติธรรมในการตรวจให้คะแนน ซึ่งต้องมีคำตอบถูกไว้สำหรับตรวจให้คะแนน และเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน ต่อจากนั้นจึงนำผลที่ได้ไปใช้ในการพัฒนาผู้เรียน ปรับปรุงการเรียนการสอน หรือตัดสินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

7. วิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบ เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการสร้างและพัฒนาแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เพื่อทำให้ทราบถึงคุณภาพของแบบสอบ โดยการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของคะแนนสอบ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความเบ้ ความโด่ง และการวิเคราะห์แบบสอบด้านความเที่ยงและความตรง ถ้าผลการวิเคราะห์เป็นแบบสอบที่มีคุณภาพ ควรพัฒนาเก็บไว้ในคลังข้อสอบต่อไป

บุญชม ศรีสะอาด และคณะ (2553, น. 64-65) ได้กล่าวว่า ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบมีดังนี้

1. การสร้างแบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm References Test) ที่จะกล่าวต่อไปนี้เป็นกรณีของแบบทดสอบวัดแบบสรุปรวม หรือวัดหลังเรียน (Summative Test) ซึ่งมุ่งวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร มีขั้นตอนการสร้างตามลำดับต่อไปนี้

1.1 วิเคราะห์หลักสูตรและทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร ขั้นแรกสุดจะต้องทำการวิเคราะห์หลักสูตรและทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร ตารางวิเคราะห์หลักสูตร (Blueprint) จะใช้เป็นหลักยึดในการออกข้อสอบ โดยจะระบุถึงจำนวนข้อที่จะออกข้อสอบในแต่ละเรื่องและแต่ละพฤติกรรม

1.2 กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีเขียน ทำการพิจารณาและตัดสินใจว่าจะใช้ข้อคำถามชนิดใด และศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ

1.3 เขียนข้อสอบ ลงมือเขียนข้อสอบ การที่จะถามวัดในเนื้อหาอะไร พฤติกรรมหรือความสามารถด้านใดนั้น ให้ยึดตารางวิเคราะห์หลักสูตรเป็นหลัก และควรเขียนเกินจำนวนที่ต้องการเพื่อไว้อย่างน้อยร้อยละ 20 เพราะอาจมีข้อสอบที่ถูกคัดออกหลังจากการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ

1.4 ตรวจสอบข้อสอบ นำข้อสอบที่ได้เขียนไว้แล้วในขั้นที่ 3 มาพิจารณา ทบทวนอีกครั้งหนึ่ง โดยพิจารณาถึงความถูกต้องตามหลักวิชาว่าข้อนั้นๆ มุ่งวัดเนื้อหาและสมรรถภาพตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือไม่ ภาษาที่ใช้เขียนมีความชัดเจน รัดกุม เหมาะสมหรือไม่ ตัวถูกตัวลวงเหมาะสมเข้าหลักเกณฑ์หรือไม่

1.5 ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ แล้วทำการปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

1.6 พิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับทดลอง นำข้อสอบทั้งหมดมาพิมพ์เป็นแบบทดสอบควรมีคำชี้แจง หรือคำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบ (Direction) การจัดพิมพ์วางรูปแบบให้เหมาะสม

1.7 ทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ นำแบบทดสอบไปทดลองกับกลุ่มที่คล้ายกันกับกลุ่มต้องการทดสอบจริง วิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบคือความยาก อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่น ให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

1.8 พิมพ์แบบทดสอบเพื่อนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

2. การสร้างแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) ที่จะกล่าวต่อไปนี้จะใช้ได้ทั้งการสร้างข้อสอบเพื่อวัดผลย่อยหรือวัดระหว่างเรียน หรือวัดเพื่อปรับปรุงการเรียน การสอน (Formative Measurement) และวัดหลังเรียน หรือวัดสรุปรวม (Summative Measurement) การสร้างแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์มีขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้

2.1 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์ ในขั้นแรกสุดจะต้องวิเคราะห์ว่ามีหัวข้อเนื้อหาใดบ้างที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเราต้องการวัด และแต่ละหัวข้อเหล่านั้นต้องการให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรม หรือสมรรถภาพอะไรกำหนดออกมาให้ชัดเจน

2.2 กำหนดพฤติกรรมย่อยที่จะออกข้อสอบวัดจากขั้นที่ 1 พิจารณาต่อไปว่าจะวัดพฤติกรรมย่อยอะไรบ้าง อย่างละกี่ข้อ พฤติกรรมย่อยดังกล่าวก็คือจุดประสงค์การเรียนรู้นั่นเอง

2.3 กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีเขียน ขั้นตอนนี้เหมือนกับขั้นตอนที่ 2 ของการวางแผนสร้างข้อสอบแบบอิงกลุ่มทุกประการ

2.4 เขียนข้อสอบ ลงมือเขียนข้อสอบ อาจเขียนตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หรือเขียนตามลักษณะเฉพาะของข้อสอบ โดยเขียนเกินจำนวนที่ต้องการเพื่อไว้ เพื่อจะได้มีข้อสอบ ครบตามที่ต้องการหลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์และตัดข้อที่มีคุณภาพต่ำกว่าเกณฑ์ออกไปแล้ว

2.5 ตรวจสอบข้อสอบ ขั้นตอนนี้จะเหมือนกับขั้นตอนที่ 4 ของการวางแผน สร้างข้อสอบแบบอิงกลุ่ม

2.6 ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

2.7 พิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับทดลอง นำข้อทดสอบทั้งหมดที่ได้ผ่านการ พิจารณาและปรับปรุงในขั้นที่ 5 มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบ ควรมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีทำ แบบทดสอบ (Direction) การจัดพิมพ์วางรูปแบบให้เหมาะสม

2.8 ทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ นำเอาแบบทดสอบไปทดลองสอบกับ ผู้เรียนในวิชานั้นแล้ว นำเอาผลการสอบมาวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์ตามแบบอิงเกณฑ์

2.9 พิมพ์แบบทดสอบ นำข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์ จากผลการ วิเคราะห์ในขั้นที่ 7 มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป ควรเรียงข้อสอบจากง่าย ไปหายาก

จากขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า ขั้นตอนการ สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การ วางแผนสร้างข้อสอบ โดยมีการศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบ กำหนดจุดมุ่งหมายของ แบบทดสอบ กำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และกำหนด ลักษณะของข้อสอบ ขั้นตอนที่ 2 การลงมือสร้างข้อสอบ โดยคำนึงถึงความยากของแบบทดสอบ เวลาที่ใช้สอบ คะแนน การตรวจให้คะแนน และตรวจทานความถูกต้องของข้อสอบตามตาราง วิเคราะห์หลักสูตร จากนั้นจึงจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับทดลอง และขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบ คุณภาพข้อสอบก่อนนำไปใช้ โดยนำข้อสอบฉบับทดลองไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านการ วัดผลตรวจความเที่ยงตรงเนื้อหา นำข้อมูลมาวิเคราะห์แล้วคัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ จัดพิมพ์ เป็นแบบทดสอบฉบับใหม่ นำข้อสอบไปทดลองสอบ (Try out) กับผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อ (ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก) เพื่อ คัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ แล้วหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ จากนั้นจัดพิมพ์ข้อสอบ เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับจริง เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2.6 บริบทโรงเรียนวาปีปทุม

โรงเรียนวาปีปทุม อำเภอ วาปีปทุม จังหวัด มหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
มัธยมศึกษา เขต 26

ข้อมูลพื้นฐาน

นายมณูญ เพชรมีแก้ว	ตำแหน่งผู้อำนวยการ โรงเรียน
ว่าที่ ร.อ.สุรเชษฐ์ โคตรพัฒน์	ตำแหน่งรองผู้อำนวยการ โรงเรียนฝ่ายกิจการผู้เรียน
นายวัชรินทร์ ดิวงษา	ตำแหน่งรองผู้อำนวยการ โรงเรียนฝ่ายวิชาการ
นางสุมาลี สุขรัตน์	ตำแหน่งรองผู้อำนวยการ โรงเรียนฝ่ายบริหารงานทั่วไป
จำนวนผู้สอนอาจารย์	150 คน ชาย 74 คน หญิง 90 คน
จำนวนลูกจ้างประจำ/ชั่วคราว	16 คน ชาย 13 คน หญิง 6 คน

โรงเรียนเปิดสอนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 82
ห้องเรียน โดยผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 มีจำนวน 14 ห้องเรียน
ดังนี้

ห้องเรียนที่ 1	จำนวนผู้เรียน 36 คน
ห้องเรียนที่ 2	จำนวนผู้เรียน 36 คน
ห้องเรียนที่ 3	จำนวนผู้เรียน 40 คน
ห้องเรียนที่ 4	จำนวนผู้เรียน 40 คน
ห้องเรียนที่ 5	จำนวนผู้เรียน 40 คน
ห้องเรียนที่ 6	จำนวนผู้เรียน 40 คน
ห้องเรียนที่ 7	จำนวนผู้เรียน 40 คน
ห้องเรียนที่ 8	จำนวนผู้เรียน 40 คน
ห้องเรียนที่ 9	จำนวนผู้เรียน 40 คน
ห้องเรียนที่ 10	จำนวนผู้เรียน 39 คน
ห้องเรียนที่ 11	จำนวนผู้เรียน 40 คน
ห้องเรียนที่ 12	จำนวนผู้เรียน 39 คน
ห้องเรียนที่ 13	จำนวนผู้เรียน 40 คน
ห้องเรียนที่ 14	จำนวนผู้เรียน 40 คน
รวมผู้เรียนทั้งสิ้น 550 คน	

ซึ่งผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2561 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา
วิทยาศาสตร์พื้นฐาน ปรากฏผลดังตารางที่ 2.3



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 2.3

**ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนวาปีปทุม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
มัธยมศึกษา เขต 26**

กลุ่มสาระการเรียนรู้	ระดับผลการเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1						รวม จำนวน ผู้เรียน	ผลการเรียน					
	4	3.5	3	2.5	2	1.5		1	0	ร	มส	\bar{X}	SD
วิทยาศาสตร์	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1	0	ร	มส			
วิทยาศาสตร์พื้นฐาน	142	110	103	75	56	32	22	1	6	3	550	55.00	50.48
(21101)													
ร้อยละ	25.81	20.00	18.72	13.27	10.18	5.82	4.00	0.18	1.09	0.55	-	-	-

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก รายงานประจำปีของสถานศึกษา (Self-Assessment Report: SAR), โรงเรียนวาปีปทุม ปีการศึกษา 2561 (น. 21), โดยกลุ่มบริหารงานวิชาการ โรงเรียนวาปีปทุม, 2561, มหาสารคาม: โรงเรียนวาปีปทุม.

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 งานวิจัยในประเทศ

สุวพร พาวินิจ (2556, น. 85-98) ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร โดยใช้กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และแผนผังมโนทัศน์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทศบาล 2 “เชิงชุมอนุชนวิทยา” จำนวน 41 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ (1) ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร โดยใช้กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และแผนผังมโนทัศน์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 5 ชุด (2) แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ (4) แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ เป็นแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ตามวิธีของลิเคิร์ท ผลการวิจัยพบว่า (1) ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร โดยใช้กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และแผนผังมโนทัศน์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.60/79.81 สูงกว่าเกณฑ์ 75/75 (2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (3) นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ (4) จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมาก

ลักขณา อินทะปัญญา (2557, น. 113) ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลชื่นชม จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 28 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ (1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน (2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน และ (3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เฉลี่ยร้อยละ 73.11 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านร้อยละ 76.20 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้ และ (2) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ร้อยละ 73.13 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 75.00 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้

ดวงใจ สุทธิวงศ์ (2557) ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอาหารกับการดำรงชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านดอนช้าง จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ (1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และ (3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับผังกราฟิก มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 86.34/81.50 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (2) ค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 65.42 แสดงว่า นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 65.42 และ (3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ โดยรวมอยู่ในระดับมาก

จตุพร วงศ์สม (2559, น. 47-59) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เสริมด้วยการใช้กราฟิกต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านห้วยงูกลาง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 18 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ (1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เสริมด้วยการใช้ผังกราฟิก เรื่อง สารรอบตัว (2) แบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และ (3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนเพิ่มจากก่อนเรียน คิดเป็นร้อยละ 83.21 โดยมีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เท่ากับ 35.41 และ (2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนเพิ่มจากก่อนเรียน คิดเป็นร้อยละ 55.60

พรพิมล อ่อนอินทร์ (2559, น. 82) ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้บนเว็บเควสท์ร่วมกับผังมโนทัศน์เพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสฤติ จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ (1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุ (2) แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และการทดสอบค่าที่ (t-test แบบ Dependent Group) ผลการวิจัยพบว่า (1) การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้บนเว็บเควสท์ร่วมกับผังมโนทัศน์ มีประสิทธิภาพ 85.09/81.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด (2) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ (3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริพรรณ คุณพระเนตร (2559, บทคัดย่อ) ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยใช้วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค ผังกราฟิกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหนองรูแท้ (สมถวิล ราษฎร์ศึกษา) จำนวน 17 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ (1) แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 7 แผน (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และ (4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า (1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรัชญาการค้นพบของโลกและเทคโนโลยีอวกาศ โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับ เทคนิคผังกราฟิกมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 76.13/74.70 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์กำหนด 70/70 (2) ดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้เทคนิคผังกราฟิก มีค่าเท่ากับ 0.5135 คิดเป็นร้อยละ 51.35 (3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (4) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 5) ความพึงพอใจต่อการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมาก

กนกพร อุทัยวัฒน์ (2560, น. 53) ศึกษาการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ โดยใช้การสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับผังกราฟิก เรื่องระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนางัวราษฎร์รังสรรค์ จำนวน 33 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ (1) แผนการจัดการเรียนรู้ (2) แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ (3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (4) แบบประเมิน ความพึงพอใจต่อการสอนโดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับผังกราฟิก ผลการวิจัย พบว่า (1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง ระบบนิเวศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 75.88/75.32 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 (2) นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 (3) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ (4) นักเรียนมีความพึง พอใจต่อการสอนอยู่ในระดับมากที่สุด

ปัทมวัฒน์ อินทร์เจริญ. (2560, น. 111) ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับผังกราฟิก หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียน บ้านกุสุรี จังหวัดสกลนคร ห้องเรียน จำนวน 15 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ (1) แผนการ จัดการเรียนรู้ (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ (3) แบบวัดความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า (1) แผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดย การสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้นร่วมกับผังกราฟิก เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ 76.80/78.73 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ

75/75 (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้นร่วมกับผังกราฟิก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ (3) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น ร่วมกับผังกราฟิกมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

2.7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Campbell (2006, p. 217) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ที่มีต่อความคิดรวบยอดของนักเรียนที่เรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีการทดสอบก่อนเรียนเพื่อทดสอบความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบ ใบงานการทำกิจกรรม การเก็บภาพ การสัมภาษณ์สำหรับเก็บข้อมูลในการสรุปผล โดยการวาดผังโน้ตทัศน์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น มีความรู้ความเข้าใจ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพิ่มขึ้น

Pinar and Filiz (2010, p. 1190) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจเชิงประจักษ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาในเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ (1) แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ (2) แบบสำรวจทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า (1) ความสามารถในการกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับบวก และ (2) ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไม่มีความแตกต่าง

Marija (2012, p. 87) ศึกษาการใช้ผังกราฟิกในการจัดทำหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน โดยมุ่งเน้นไปที่คุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ หรือความเข้าใจในการบรรยายจากหนังสือรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีอายุ 8-9 ปี ที่กำลังศึกษาในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ ผังกราฟิก ที่ใช้ผังกราฟิกในการนำเสนอองค์ความรู้ให้ออกมาเป็นรูปธรรม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถสรุปความสำคัญของเนื้อหาบทเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ได้ตามความเข้าใจของตนเอง และสามารถเปรียบเทียบความรู้ใหม่กับความรู้เดิมได้เป็นอย่างดี

Michaela and Miroslava (2013, p. 133) ศึกษาการทดลองแบบทางไกลในรายวิชาฟิสิกส์ ที่ใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ประเทศสโลวาเกีย โดยใช้สถานีออดิเนียมวิทยาระยะไกล 3 แห่ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ โครงการ ผลการวิจัยพบว่า การทดลองแบบทางไกลในรายวิชาฟิสิกส์ ที่ใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีผล

ในเชิงบวก โดยส่วนใหญ่อยู่ในงานที่มีการใช้ทักษะการทดลอง และนักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการทดลองระยะไกล

Leyla (2014, pp. 4264-4269) ศึกษาการใช้ผังกราฟิกในบทเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีว่ามีความสำคัญในการจัดการเรียนการสอนอย่างไร กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6, นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในบทเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ ผังกราฟิก จำนวน 12 รูปแบบ ได้แก่ แผนการวิเคราะห์อนาคต, พีระมิด, ผังงาน, ผังตารางเปรียบเทียบ, ผังใยแมงมุม, ผังความคิด, ผังกางปลา, การวาดภาพ, แผนภาพบวก-ลบ, แผนผังคำ, แผนที่ และแผนภาพหาสาเหตุ ผลการวิจัยพบว่า เมื่อนักเรียนได้รับการสอนในแต่ละบทเรียน นักเรียนจะมีการจัดทำผังกราฟิก ทำให้นักเรียนสามารถจดจำความคิดรวบยอดและเนื้อหาในแต่ละบทเรียนได้ง่ายยิ่งขึ้น

Deborah, et al. (2015, p. 2) ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 42 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม และ (2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีทัศนคติเชิงบวกต่อการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ลดลงเล็กน้อยแต่นักเรียนมีส่วนร่วมมากขึ้น เมื่อเทียบกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม

Damawati and Juanda (2016, p. 19) ศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยนักเรียนใช้ความสามารถในการให้เหตุผลเกี่ยวกับกระบวนการความร้อน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับกระบวนการเรียนการสอนตามหลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพอย่างหนึ่งที่สามารถนำมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นได้ ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกเป็นอีกวิธีหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับนำมาใช้ในการเรียนการสอนในวิชาต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยแบ่งเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

ระยะที่ 2 การทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้

ระยะที่ 1 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

1. วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ธาตุและสารประกอบ

2. เครื่องมือวิจัย

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมเวลา 13 ชั่วโมง

3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมเวลา 13 ชั่วโมง มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับเป็นแนวทางในการออกแบบแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

3.2 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐานการ

เรียนรู้ ตัวชี้วัด ขอบข่ายเนื้อหา การวัดการประเมินผล และศึกษาแนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้และเทคนิคผังกราฟิกเพื่อใช้เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.3 ศึกษาหลักสูตรของโรงเรียนวชิรวิทย์ โดยศึกษาโครงสร้างรายวิชา คำอธิบายรายวิชา และตัวชี้วัด แล้วทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลา ผังกราฟิก และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เพื่อจัดทำแผนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ดังตารางที่ 3.1



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 3.1

วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลา ฟังก์ชัน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

แผนการจัดการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	ฟังก์ชัน	ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
1. จุดเดือของสารบริสุทธิ์ และสารผสม	1. อธิบายจุดเดือของสารบริสุทธิ์และสารผสมได้	1	ขั้นที่ 1 - ฟังก์ชันขั้นต้น ขั้นที่ 2 - ฟังก์ชันขั้นตอน ขั้นที่ 3 - ฟังก์ชันคิด	- ทักษะการตั้งสมมติฐาน - ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติ - ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร - ทักษะการทดลอง - ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
2. จุดหลอมเหลวของสาร บริสุทธิ์และสารผสม	1. อธิบายจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสมได้	2	ขั้นที่ 1 - ฟังก์ชันขั้นต้น ขั้นที่ 2 - ฟังก์ชันขั้นตอน ขั้นที่ 3 - ฟังก์ชันขั้นต้น	- ทักษะการตั้งสมมติฐาน - ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติ - ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร - ทักษะการทดลอง

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	ผังกราฟิก	ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
3. ความหนาแน่นของสาร บริสุทธิ์และสารผสม	1. อธิบายความหนาแน่นของสารบริสุทธิ์และ สารผสมได้ 2. อธิบายเครื่องมือวัดมวลและปริมาตรของสาร บริสุทธิ์และสารผสมได้	1	ขั้นที่ 1 - ผังกางปลา ขั้นที่ 2 - ผังลำดับขั้นตอน ขั้นที่ 3 - ผังใยแมงมุม	- ทักษะการแปลความหมาย ข้อมูลและลงข้อสรุป - ทักษะการตั้งสมมติฐาน - ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ - ทักษะการกำหนดและ ควบคุมตัวแปร - ทักษะการทดลอง - ทักษะการแปลความหมาย ข้อมูลและลงข้อสรุป
4. การจำแนกสารบริสุทธิ์	1. อธิบายอะตอม ธาตุ และสารประกอบได้	2	ขั้นที่ 1 - ผังทิวาร์ท ขั้นที่ 2 - ผังลำดับขั้นตอน ขั้นที่ 3 - ผังภูมิกวนัน	- ทักษะการตั้งสมมติฐาน - ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	ผังกราฟิก	ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
				<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร - ทักษะการทดลอง - ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป - ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
5. ธาตุ	1. อธิบายธาตุ ตารางธาตุ และสัญลักษณ์ธาตุได้	1	<ul style="list-style-type: none"> ชั้นที่ 1 - ผังใยแมงมุม ชั้นที่ 2 - ผังลำดับขั้นตอน ชั้นที่ 3 - ผังความคิด 	
6. โครงสร้างอะตอม	1. อธิบายโครงสร้างอะตอมได้	2	<ul style="list-style-type: none"> ชั้นที่ 1 - ผังความคิด ชั้นที่ 2 - ผังลำดับขั้นตอน ชั้นที่ 3 - ผังแบบตารางเปรียบเทียบ 	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
7. ธาตุกัมมันตรังสี	<ul style="list-style-type: none"> 1. อธิบายธาตุกัมมันตรังสี ชนิดของรังสีได้ 2. อธิบายผลจากการใช้ธาตุกัมมันตรังสีได้ 	1	<ul style="list-style-type: none"> ชั้นที่ 1 - ผังใยแมงมุม ชั้นที่ 2 - ผังลำดับขั้นตอน 	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	ผังกราฟิก	ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
8. ธาตุโลหะ อโลหะ และ กึ่งโลหะ	3. บอกประโยชน์ของการใช้ธาตุกัมมันตรังสีได้ 1. อธิบายสมบัติทางกายภาพบางประการของธาตุ โลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะได้ 2. อธิบายผลจากการใช้ธาตุโลหะอโลหะ กึ่งโลหะได้ 3. บอกประโยชน์ของการใช้ธาตุโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะได้	2	ขั้นที่ 3 - ผังมโนทัศน์ ขั้นที่ 1 - ผังความคิด ขั้นที่ 2 - ผังลำดับขั้นตอน ขั้นที่ 3 - ผังแบบตาราง เปรียบเทียบ	- ทักษะการตั้งสมมติฐาน - ทักษะการกำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการ - ทักษะการกำหนดและ ควบคุมตัวแปร - ทักษะการทดลอง - ทักษะการแปลความหมาย ข้อมูลและลงข้อสรุป
9. สารประกอบ	1. อธิบายการเกิดสารประกอบได้	1	ขั้นที่ 1 - ผังความคิด ขั้นที่ 2 - ผังลำดับขั้นตอน ขั้นที่ 3 - ผังแบบตาราง เปรียบเทียบ	- ทักษะการแปลความหมาย ข้อมูลและลงข้อสรุป - ทักษะการแปลความหมาย ข้อมูลและลงข้อสรุป
รวม		13		

ทั้งนี้ เทคนิคผังกราฟิกที่ใช้ในแต่ละชั้นการจัดการกิจกรรมของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2

สรุปเทคนิคผังกราฟิกที่ใช้ในแต่ละชั้นการจัดการกิจกรรม ร้อยละของจำนวนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แต่ละเทคนิค

เทคนิคผังกราฟิก	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	ชั้นที่ 4	ชั้นที่ 5	รวมแผน	ร้อยละ
1. ผังมโนทัศน์	แผนที่ 1	-	แผนที่ ที่ 2,7,9	-	-	4	44.44
2. ผังลำดับ ขั้นตอน	-	แผนที่ ที่ 1,2,3,4, 5,6,7,8, 9	-	-	-	9	100.00
3. ผังความคิด	แผนที่ ที่ 6,8,9	-	แผนที่ ที่ 1,5	-	-	5	55.56
4. ผังใยแมงมุม	แผนที่ ที่ 1,5,7	-	แผนที่ ที่ 3	-	-	4	44.44
5. ผังทีซาร์ท	แผนที่ ที่ 2,4	-	-	-	-	2	22.22
6. ผังก้างปลา	แผนที่ 3	-	-	-	-	1	11.11
7. ผังแบบตาราง เปรียบเทียบ	-	-	แผนที่ ที่ 6,8,9	-	-	3	33.33
8. ผังภูมิเวนน	-	-	แผนที่ ที่ 4	-	-	1	11.11
รวมเทคนิค ผังกราฟิกที่ใช้	5	1	5	-	-	-	-

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ครอบคลุมทุกหน่วยการเรียนรู้และตัวชี้วัด ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมเวลา 13 ชั่วโมง

3.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมเวลา 13 ชั่วโมง มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.4.1 ออกแบบการเขียนแผนกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ด้าน ได้แก่ ด้านที่ 1 ด้านการตั้งสมมติฐาน ด้านที่ 2 ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ด้านที่ 3 ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร ด้านที่ 4 ด้านการทดลอง และด้านที่ 5 ด้านการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป และส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ

3.4.2 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามที่ได้ทำการออกแบบไว้ด้วยรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก โดยยึดหลักขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แล้วนำเทคนิคผังกราฟิกสอดแทรกในขั้นตอนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้ได้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3

สังเคราะห์ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	เทคนิคผังกราฟิก
ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ	ขั้นที่ 1 ครูใช้ผังกราฟิกในการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนหรือตั้งประเด็นคำถามที่เชื่อมโยงไปสู่ความรู้ใหม่ โดยให้นักเรียน
ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา	ขั้นที่ 2 ครูและนักเรียนใช้ผังกราฟิกในการสรุปลำดับขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม
ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	ขั้นที่ 3 นักเรียนสรุปเนื้อหาของบทเรียนลงในผังกราฟิกตามความเข้าใจของตนเอง
ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้	ขั้นที่ 4 นักเรียนนำเสนอผังกราฟิกเป็นรายบุคคลและมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน
ขั้นที่ 5 ขั้นวัดประเมินผล	ขั้นที่ 5 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการใช้ผังกราฟิกกับเนื้อหาของบทเรียนและครูตรวจประเมินผังกราฟิกที่สะท้อนความรู้ของผู้เรียน

3.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบคุณภาพและประเมินความถูกต้องเหมาะสมตามเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยความถูกต้องเชิงเนื้อหา ภาษา สถิติ การวัดประเมินผล ความเหมาะสมด้านการใช้ สื่อการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.6 สร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ เป็นแบบมาตราส่วน ประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของ Likert (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น. 103-106)

3.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ใน ประเด็นใบกิจกรรมที่เพิ่มเติมให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการใน การระบุสมมติฐาน นิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ให้ ครอบคลุมแผนการจัดการเรียนรู้มากที่สุด ซึ่งนอกเหนือจากการบันทึกผลการทดลอง และสรุปผล การทดลองเพียงอย่างเดียว อีกทั้งผังกราฟิกที่เลือกใช้ต้องเลือกให้เหมาะสมกับขั้นตอนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ การส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และวัยของนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้นำมา ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะเรียบร้อยแล้ว

3.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพของ แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

3.8.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ต. ดร.อรัญ ชูกระเดื่อง ปร.ด. (วิจัยและประเมินผล การศึกษา) ตำแหน่งอาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและ ประเมินผล

3.8.2 รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) ตำแหน่งอาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา

3.8.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมาน เอกพิมพ์ ปร.ด. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) ตำแหน่งอาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

3.8.4 อาจารย์ ดร.ธนวิษ สมด้ว ปร.ด. (เคมี) ตำแหน่งอาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยราช ภัฏมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

3.8.5 คุณครูชมพู สัจจวานิชย์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน) ตำแหน่งครูวิทยฐานะครู ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวาปีปทุม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้าน เนื้อหาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ผู้วิจัยส่งเครื่องมือในการวิจัยเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาประเมินคุณภาพความเหมาะสมของเครื่องมือ ประเมินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของ Likert (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น. 103-106) ทำการประเมินแต่ละแผนการเรียนรู้โดยเกณฑ์การประเมินคะแนน ดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนน

เหมาะสมมากที่สุด	มีค่าเท่ากับ	5
เหมาะสมมาก	มีค่าเท่ากับ	4
เหมาะสมปานกลาง	มีค่าเท่ากับ	3
เหมาะสมน้อย	มีค่าเท่ากับ	2
เหมาะสมน้อยที่สุด	มีค่าเท่ากับ	1

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการแปลผลคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งระดับความเหมาะสมต้องได้ค่าเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป จึงถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ได้ การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมที่มีต่อแผนการเรียนรู้ใช้เกณฑ์ของเบสท์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น. 103-106)

เกณฑ์การแปลผล

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00	หมายถึง	เหมาะสมในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50	หมายถึง	เหมาะสมในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50	หมายถึง	เหมาะสมในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50	หมายถึง	เหมาะสมในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50	หมายถึง	เหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

6.1 สถิติพื้นฐาน

6.1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean : \bar{X}) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 323) ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (3-1)$$

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	X_i	แทน	คะแนนของคนที่ i
	n	แทน	จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

6.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรรค้ำ, 2561, น. 325) ดังนี้

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (3-2)$$

เมื่อ	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	X_i	แทน	ค่าคะแนนของคนที่ i
	n	แทน	จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

ระยะที่ 2 การทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้

1. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

2. ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนวาปีปทุม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 จำนวน 1 ห้อง จำนวน 40 คน โดยวิธีการเลือกกลุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 เป็นนักเรียนที่มีศักยภาพสูงกว่าระดับห้องอื่น จึงมีความพร้อมในการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ที่ต้องอาศัยความชำนาญในการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์และความรู้เดิมของนักเรียน รวมถึงนักเรียนห้องนี้มีความกระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เช่น การทดลอง หรือการจัดกิจกรรม เป็นต้น

ซึ่งตรงกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ที่ผู้วิจัยต้องการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น
บูรณาการของนักเรียนให้สูงขึ้น

3. เครื่องมือวิจัย

3.1 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1 วัดทักษะ 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการตั้งสมมติฐาน ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ด้านการ
กำหนดและควบคุมตัวแปร ด้านการทดลอง และด้านการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป
ตามแนวคิดของสมาคมส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (AAAS) ซึ่งเป็น
ข้อสอบชนิดปรนัย เลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที

3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นข้อสอบชนิดปรนัย เลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที

4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

4.1 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

4.1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น
บูรณาการตามแนวคิดของสมาคมส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา หรือ
American association for the advancement of science : AAAS (1970)

4.1.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เพื่อสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นความรู้ทั่วไปทางวิทยาศาสตร์ โดยข้อสอบอยู่ในกรอบ
แนวคิดของสมาคมส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (AAAS) ซึ่งเป็น
ข้อสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบ่งออกเป็น 5 ด้าน จำนวน 60 ข้อ ต้องการใช้จริง 45 ข้อ
โดยแบ่งเป็น 3 ชุด ได้แก่ ชุดที่ 1 จำนวน 15 ข้อ, ชุดที่ 2 จำนวน 15 ข้อ และชุดที่ 3 จำนวน 15 ข้อ ใช้
เวลาทำชุดละ 20 นาที รวม 60 นาที ดังตารางที่ 3.4 - 3.7

ตารางที่ 3.4

วิเคราะห์จำนวนข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ชุดที่ 1 จำนวน 20 ข้อ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)	
	สร้างขึ้น	นำไปใช้
การตั้งสมมติฐาน	4	3
การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	4	3
การกำหนดและควบคุมตัวแปร	4	3
การทดลอง	4	3
การแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	4	3
รวม	20	15

ตารางที่ 3.5

วิเคราะห์จำนวนข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ชุดที่ 2 จำนวน 20 ข้อ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)	
	สร้างขึ้น	นำไปใช้
การตั้งสมมติฐาน	4	3
การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	4	3
การกำหนดและควบคุมตัวแปร	4	3
การทดลอง	4	3
การแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	4	3
รวม	20	15

ตารางที่ 3.6

วิเคราะห์จำนวนข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ชุดที่ 3 จำนวน 20 ข้อ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)	
	สร้างขึ้น	นำไปใช้
การตั้งสมมติฐาน	4	3
การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	4	3
การกำหนดและควบคุมตัวแปร	4	3
การทดลอง	4	3
การแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	4	3
รวม	20	15

ตารางที่ 3.7

วิเคราะห์จำนวนข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ จำนวน 60 ข้อ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)	
	สร้างขึ้น	นำไปใช้
การตั้งสมมติฐาน	12	9
การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	12	9
การกำหนดและควบคุมตัวแปร	12	9
การทดลอง	12	9
การแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	12	9
รวม	60	45

4.1.3 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ จำนวน 60 ข้อ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบและแก้ไขข้อคำถาม และปรับปรุงแก้ไขแบบวัดตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ในประเด็นการออกข้อสอบที่ต้องครอบคลุมเนื้อหาวิชาชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ โดยอยู่ในกรอบความรู้ที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

4.1.4 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ จำนวน 60 ข้อ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ชุดเดิม เพื่อตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา และประเมินความ

สอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับองค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น
บูรณาการ (IOC) โดยต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50-1.00 โดยได้กำหนดเกณฑ์การประเมินคะแนน ดังนี้

ถ้าข้อคำถามวัดได้ตรงตามองค์ประกอบ ได้ +1 คะแนน

ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามองค์ประกอบ ได้ 0 คะแนน

ถ้าข้อคำถามวัดไม่ได้ตรงตามองค์ประกอบ ได้ -1 คะแนน

นำผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับองค์ประกอบของ
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมาวิเคราะห์ พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีค่าอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 (ภาคผนวก
ค.1)

4.1.5 ปรับปรุงแก้ไขแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
จำนวน 60 ข้อ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในประเด็นข้อสอบที่วัดด้านสมมติฐาน คือ นักเรียน
สามารถคาดคะเนคำตอบก่อนการทดลองได้ และด้านการทดลอง คือ นักเรียนสามารถวางแผนการ
ทดลอง เลือกใช้อุปกรณ์การทดลอง และบันทึกผลการทดลองนั้น ผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจในข้อคำถาม
ได้ให้ผู้วิจัยนำมาปรับปรุงแก้ไข จำนวน 2 ข้อ และข้อสอบที่วัดไม่ได้ตรงตามองค์ประกอบ จำนวน
3 ข้อ ในด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ คือ นักเรียนสามารถกำหนดความหมายของตัวแปรใน
การทดลองที่สามารถสังเกตและวัดได้ จำนวน 1 ข้อ และด้านการทดลอง จำนวน 2 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้
ปรับปรุงและแก้ไขเรียบร้อยแล้ว จากนั้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ให้พิจารณา
ปรับปรุงแก้ไข ตามที่ได้เสนอแนะ แล้วสร้างเป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น
บูรณาการ จำนวน 45 ข้อ โดยแบ่งข้อสอบเป็น 3 ชุด ชุดละ 15 ข้อ ซึ่งข้อสอบแต่ละชุดครอบคลุม
ทักษะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการตั้งสมมติฐาน ด้าน
การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร ด้านการทดลอง และด้านการ
แปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป โดยแต่ละด้าน วัดด้านละ 3 ข้อ

4.1.6 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ จำนวน 60 ข้อไป
ทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่ นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นห้องเรียนคู่ขนาน คือ นักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/5 โรงเรียนวาปีปทุม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม เพื่อวิเคราะห์หา
คุณภาพของเครื่องมือ

4.1.7 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ จำนวน 60 ข้อมา
ตรวจให้คะแนน และนำคะแนนมาวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของข้อสอบแบบอิงกลุ่ม (Item
Discrimination Index : r) โดยใช้เทคนิคร้อยละ 50 (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 300-301) จากนั้นคัดเลือก
แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ จำนวน 45 ข้อ พบว่า ค่าอำนาจจำแนก

ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาชุดที่ 1 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.27-0.81 (ภาคผนวก ก.2) ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาชุดที่ 2 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.28-0.78 (ภาคผนวก ก.3) และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาชุดที่ 3 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.30-0.72 (ภาคผนวก ก.4)

4.1.8 จากนั้นนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่คัดเลือกไว้ จำนวน 3 ชุด ชุดละ 15 ข้อ รวมทั้งหมด 45 ข้อ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับเป็นรายชุด ตามวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Methods) โดยใช้สูตร KR-20 (ไพศาลวรคำ, 2561, น. 288) พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับ ชุดที่ 1 ยอมรับได้ มีค่าเท่ากับ 0.83 (ภาคผนวก ก.5), ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับ ชุดที่ 2 ยอมรับได้ มีค่าเท่ากับ 0.83 (ภาคผนวก ก.6) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับ ชุดที่ 3 ยอมรับได้ มีค่าเท่ากับ 0.85 (ภาคผนวก ก.7)

4.1.9 จัดพิมพ์แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ จำนวน 3 ชุด ชุดละ 15 ข้อ ซึ่งแต่ละชุดครอบคลุมทักษะ 5 ด้าน (ฉบับจริง) เป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ชุดที่ 1, ชุดที่ 2 และชุดที่ 3

4.1.10 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการฉบับสมบูรณ์ จำนวน 3 ชุด ชุดละ 15 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 โรงเรียนวาปีปทุม อำเภอลำปำ จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 1 ห้อง จำนวน 40 คน

4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถและประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้วิจัยได้สร้างและหาคคุณภาพของเครื่องมือ โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ และหลักสูตร โรงเรียนวาปีปทุม อำเภอลำปำ จังหวัดมหาสารคาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ทุกตัวชี้วัด ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และศึกษาการวัดการประเมินผล เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.2.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ตาม ขอบข่ายจุดประสงค์การเรียนรู้ในทุกตัวชี้วัด ตามแนวคิดของบลูม ซึ่งเป็นข้อสอบปรนัย ชนิด เลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบ่งพฤติกรรมที่ต้องการวัดออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านความรู้-ความจำ ด้าน ความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านการวิเคราะห์ จำนวน 60 ข้อ ต้องการใช้จริง 30 ข้อ ใช้เวลาทำ 60 นาที ดังตารางที่ 3.8



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 3.8

วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชาติและสารประกอบ

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบแต่ละระดับพฤติกรรม							
		ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การประเมิน	การแก้ปัญหา	การเชื่อมโยง	การประยุกต์
ว2.1 ม.1/1 อธิบายสมบัติทางกายภาพของธาตุและการของธาตุโลหะ โดยให้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่แตกต่าง การสังเกตและการทดสอบ และใช้สารสนเทศที่ได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ รวมทั้งจัดกลุ่มธาตุเป็นโลหะ อโลหะและกึ่งโลหะ	1. อธิบายสมบัติทางกายภาพบางประการของธาตุโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะได้	สร้าง	สร้าง	สร้าง	สร้าง	สร้าง	สร้าง	สร้าง	สร้าง
		-	3	1	2	1	3	2	8
		สร้าง	สร้าง	สร้าง	สร้าง	สร้าง	สร้าง	สร้าง	สร้าง

ตารางที่ 3.8 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบแต่ละระดับพฤติกรรม										
		ความรู้	ทักษะ	๕.๒	๕.๒	๕.๒	๕.๒	๕.๒	๕.๒	๕.๒	๕.๒	
ว2.1 ม.1/2 วิเคราะห์ผลจากการใช้	1. อธิบายผลจากการใช้	2	1	-	-	3	1	2	1	1	7	3
ธาตุโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ และ	ธาตุโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ ได้											
ธาตุกัมมันตรังสีที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	2. อธิบายผลจากการใช้ธาตุ											
ถึงแวดล้อมเศรษฐกิจ และสังคม	กัมมันตรังสีได้											
จากข้อมูลที่รวบรวมได้	3. อธิบายธาตุกัมมันตรังสี ชนิด											
	ของรังสีได้											
ว2.1 ตัวชี้วัดที่ ม.1/3 ตระหนักถึง	1. บอกประโยชน์ของการใช้ธาตุ	-	-	2	1	3	2	2	1	7	4	
คุณค่าของการใช้ธาตุโลหะ	โลหะ อโลหะ กึ่งโลหะได้											
อโลหะ กึ่งโลหะ ธาตุกัมมันตรังสี	2. บอกประโยชน์ของการใช้ธาตุ											
โดยเสนอแนวทางการใช้ธาตุอย่าง	กัมมันตรังสีได้											
ปลอดภัย คุ่มค่า												

(ต่อ)

ตารางที่ 3.8 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบแต่ละระดับพฤติกรรม												
		น้อย	ปานกลาง	มาก	น้อย	ปานกลาง	มาก	น้อย	ปานกลาง	มาก	น้อย			
ว2.1 ม.1/4 เปรียบเทียบจุดตัด	1. อธิบายจุดตัดของสาร	2	1	2	1	2	1	2	1	3	1	1	1	4
จุดหาคอมพลอกของสารบริสุทธิ์	บริสุทธิ์และสารผสมได้													
และสารผสม โดยการวัดอุณหภูมิ	2. อธิบายจุดหลอมเหลวของสาร													
เขียนกราฟแปลความหมายข้อมูล	บริสุทธิ์และสารผสมได้													
จากกราฟหรือสารสนเทศ														
ว2.1 ม.1/5 อธิบายและเปรียบเทียบ	1. อธิบายความหนาแน่นของสาร	4	2	-	-	3	1	-	-	7	3	-	3	
เกี่ยวกับความหนาแน่นของสาร	บริสุทธิ์และสารผสมได้													
บริสุทธิ์และสารผสม														
ว2.1 ม.1/6 ใช้เครื่องมือเพื่อวัด	1. อธิบายเครื่องมือวัดมวลและ	2	1	2	1	-	-	-	-	4	2	-	2	
มวลและปริมาตรของสารบริสุทธิ์	ปริมาตรของสารบริสุทธิ์และ													
และสารผสม	สารผสมได้													

(ต่อ)

ตารางที่ 3.8 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบแต่ละระดับพฤติกรรม																		
		ความรู้	ทักษะ	๕.๒	๕.๒	๕.๒	๕.๒	๕.๒	๕.๒	๕.๒	๕.๒									
ว2.1 ม.1/7อธิบายเกี่ยวกับ	1. อธิบายอะตอม ธาตุ และ	๒	๑	๓	๒	๒	๑	๒	๑	๒	๒	๑	๒	๑	๒	๑	๒	๑	๒	๑
ความสัมพันธ์ระหว่างอะตอม	สารประกอบได้																			
ธาตุ และสารประกอบโดยใช้	2. อธิบายธาตุ ตารางธาตุ และ																			
แบบจำลองและสารสนเทศ	สัญลักษณ์ธาตุได้																			
ว2.1 ม.1/8 อธิบายโครงสร้าง	3. อธิบายการเกิดสารประกอบได้																			
อะตอมที่ประกอบด้วยโปรตอน	1. อธิบายโครงสร้างอะตอมได้	๓	๑	๓	๒	-	-	๒	๑	๒	๑	๒	๑	๒	๑	๒	๑	๒	๑	๒
นิวตรอน และอิเล็กตรอนโดยใช้																				
แบบจำลอง																				
	รวมจำนวนข้อ	15	7	15	8	15	7	15	8	60	30									

4.2.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 60 ข้อ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยาลัย เพื่อตรวจสอบและแก้ไขข้อคำถามในประเด็นการออกข้อสอบที่ไม่ตรงตามระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ได้แก่ ด้านความเข้าใจ จำนวน 4 ข้อ ด้านการนำไปใช้ จำนวน 3 ข้อ และด้านการวิเคราะห์ จำนวน 2 ข้อ และปรับปรุงข้อคำถามให้มีระดับความยากที่เหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

4.2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 60 ข้อ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ชูคดีม เพื่อตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา และประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยแบบทดสอบต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50-1.00 โดยพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนน (ไพศาล วรคำ, 2559, น. 269) ดังนี้

ถ้าข้อคำถามวัดได้ตรงจุดประสงค์ ได้ +1 คะแนน

ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงจุดประสงค์ ได้ 0 คะแนน

ถ้าข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงจุดประสงค์ ได้ -1 คะแนน

นำผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาวิเคราะห์ พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 (ภาคผนวก ก.8)

4.2.5 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 60 ข้อ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในประเด็นข้อสอบที่ผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจในข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงจุดประสงค์ จำนวน 15 ข้อ และข้อคำถามที่วัดไม่ตรงจุดประสงค์ จำนวน 3 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว จากนั้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยาลัยให้พิจารณา ปรับปรุงแก้ไขตามที่ได้เสนอแนะ แล้วสร้างเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 60 ข้อ

4.2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 60 ข้อ ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่ นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/5 โรงเรียนนาปีปทุม อำเภอนาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม ที่ผ่านกระบวนการเรียนการสอน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ มาแล้ว เพื่อปรับปรุงเนื้อหา ภาษา ข้อคำถาม และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ

4.2.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 60 ข้อ มาตรวจให้คะแนนและนำคะแนนมาวิเคราะห์ค่าความยากรายข้อ (P) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อของข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ ด้วยวิธีของเบรนแนน (Brennan) (ไพศาล วรคำ, 2559, น. 306) จากนั้นคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความยาก (P) อยู่ระหว่าง 0.23-0.78 และค่าอำนาจจำแนก (B) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.23-0.87 (ภาคผนวก ก.9)

4.2.8 จากนั้นนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกไว้จำนวน 30 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับตามวิธีของ Lovett โดยกำหนดเกณฑ์การผ่านคะแนนที่ร้อยละ 70 (ไพศาล วรรคัม, 2561, น. 292) พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับยอมรับได้ มีค่าเท่ากับ 0.90 (ภาคผนวก ค.10)

4.2.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจำนวน 30 ข้อ (ฉบับจริง) เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ

4.2.10 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับสมบูรณ์ จำนวน 30 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 โรงเรียนวชิรวิทย์ อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1 ชี้แจงรายละเอียดขั้นตอนและวิธีปฏิบัติให้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย แล้วจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้มีจำนวนทั้งหมด 9 แผน

5.2 ดำเนินการทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 จำนวน 3 ช่วง ดังนี้

ช่วงที่ 1 เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมเสร็จสิ้นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความหนาแน่นของสารบริสุทธิ์ ทดสอบด้วยแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ชุดที่ 1 จำนวน 15 ข้อ ใช้เวลา 20 นาที แล้วนำข้อสอบมาตรวจให้คะแนนเป็นคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการช่วงที่ 1

ช่วงที่ 2 เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมเสร็จสิ้นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง โครงสร้างอะตอม ทดสอบด้วยแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ชุดที่ 2 จำนวน 15 ข้อ ใช้เวลา 20 นาที แล้วนำข้อสอบมาตรวจให้คะแนนเป็นคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการช่วงที่ 2

ช่วงที่ 3 เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมเสร็จสิ้นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง สารประกอบ ทดสอบด้วยแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ชุดที่ 3 จำนวน 15 ข้อ ใช้เวลา 20 นาที แล้วนำข้อสอบมาตรวจให้คะแนนเป็นคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการช่วงที่ 3

5.3 ดำเนินการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 ภายหลังจากดำเนินกิจกรรมเสร็จสิ้นครบทั้ง 9 แผนการจัดการเรียนรู้แล้ว

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลของงานวิจัย โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

6.1 วิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนช่วงที่ 1 (หลังเสร็จสิ้นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3) ช่วงที่ 2 (หลังเสร็จสิ้นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6) และช่วงที่ 3 (หลังเสร็จสิ้นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9) โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ

6.2 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ

7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

7.1 สถิติพื้นฐาน

7.1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean : \bar{X}) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 323) ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (3-3)$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
 X_i แทน คะแนนของคนที่ i
 n แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

7.1.2 ร้อยละ (Percentages : %) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 321) ดังนี้

$$\text{ร้อยละ (\%)} = \frac{f}{N} \times 100 \quad (3-4)$$

เมื่อ f แทน ความถี่ของรายการที่สนใจ
 N แทน จำนวนทั้งหมด

7.1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 325) ดังนี้

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (3-5)$$

เมื่อ	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	X_i	แทน	ค่าคะแนนของคนที่ i
	n	แทน	จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

7.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

7.2.1 ค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index : IOC) โดยแปลงระดับความสอดคล้องเป็นคะแนน ดังนี้

สอดคล้อง	มีคะแนนเป็น	+1
ไม่แน่ใจ	มีคะแนนเป็น	0
ไม่สอดคล้อง	มีคะแนนเป็น	-1

และหาดัชนีความสอดคล้องโดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 269) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{n} \quad (3-6)$$

เมื่อ	IOC	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้อง
	R	แทน	คะแนนของระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนประเมินในแต่ละข้อ
	n	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความสอดคล้อง

7.2.2 ค่าความยาก (Item Difficulty) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายข้อ โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 298) ดังนี้

$$p = \frac{f}{n} \quad (3-7)$$

เมื่อ	p	แทน	ดัชนีความยาก
	f	แทน	จำนวนผู้ตอบถูก
	n	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบ

7.2.3 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) แบบอิงกลุ่มของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ (Item Discrimination Index : r) โดยใช้เทคนิคร้อยละ 50 (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 300-301) ดังนี้

$$r = \frac{f_H}{n_H} - \frac{f_L}{n_L} = \frac{2(f_H - f_L)}{n} \quad (3-8)$$

เมื่อ	r	แทน	อำนาจจำแนกของข้อสอบ
	f_H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก
	f_L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
	n_H, n_L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำตามลำดับ
	n	แทน	จำนวนผู้สอบทั้งหมด ($n = n_H + n_L$)

7.2.4 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) แบบอิงเกณฑ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีเบรนนัน (Brennan's Index : B - Index) (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 306) ดังนี้

$$B = \frac{f_p}{n_p} - \frac{f_F}{n_F} \quad (3-9)$$

เมื่อ	B	แทน	ดัชนีอำนาจจำแนกของเบรนนัน
	f_p	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มผ่านเกณฑ์
	f_F	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์

n_p	แทน	จำนวนคนที่ในกลุ่มผ่านเกณฑ์
n_F	แทน	จำนวนคนในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์

7.2.5 ความเชื่อมั่น (Reliability) แบบอิงกลุ่มของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ โดยใช้วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Methods : KR-20) (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 288) ดังนี้

$$KR-20 = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum p_i q_i}{S_t^2} \right] \quad (3-10)$$

เมื่อ	KR-20	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงกลุ่ม
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p_i	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในข้อที่ i
	q_i	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อที่ i หรือ เท่ากับ $1 - p_i$
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม t

7.2.6 ความเชื่อมั่น (Reliability) แบบอิงเกณฑ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีของโลเวทท์ (Lovett's Methods : r_{cc}) (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 292) ดังนี้

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum x - \sum x^2}{(k-1) \sum (x-c)^2} \quad (3-11)$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	x	แทน	คะแนนเกณฑ์หรือคะแนนจุดตัด
	c	แทน	คะแนนรวมของผู้เข้าสอบแต่ละคน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชาติ และสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

- n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
 \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย
S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.2 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชาติและสารประกอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1. ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ปรากฏผลดังตารางที่ 4.1 โดยผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ธาตุและสารประกอบ จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมเวลา 13 ชั่วโมง ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง จุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารผสม (1 ชั่วโมง)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม (2 ชั่วโมง)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความหนาแน่นของสารบริสุทธิ์และสารผสม (1 ชั่วโมง)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การจำแนกสารบริสุทธิ์ (2 ชั่วโมง)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง โครงสร้างอะตอม (1 ชั่วโมง)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ธาตุ (2 ชั่วโมง)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ธาตุกัมมันตรังสี (1 ชั่วโมง)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ธาตุโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ (2 ชั่วโมง)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง สารประกอบ (1 ชั่วโมง)

ตารางที่ 4.1

ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

รายการประเมิน	7-ผู้เชี่ยวชาญ	8-ผู้เชี่ยวชาญ	9-ผู้เชี่ยวชาญ	4-ผู้เชี่ยวชาญ	5-ผู้เชี่ยวชาญ	6-ผู้เชี่ยวชาญ	7-ผู้เชี่ยวชาญ	8-ผู้เชี่ยวชาญ	9-ผู้เชี่ยวชาญ	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. จุดประสงค์การเรียนรู้												
1.1 เป็นไปตามตัวชี้วัด	4.40	4.40	4.40	4.40	4.60	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0.10	มาก
1.2 มีความเป็นไปได้	4.60	4.60	4.60	4.60	4.20	4.40	4.20	4.60	4.60	4.49	0.18	มาก
1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุไว้ชัดเจน	4.40	4.40	4.40	4.60	4.20	4.20	4.00	4.40	4.40	4.29	0.20	มาก
เฉลี่ยรวมด้านที่ 1	4.47	4.47	4.47	4.53	4.33	4.27	4.20	4.47	4.47	4.39	0.05	มาก
2. สารสำคัญ												
2.1 กระชับ	4.40	4.60	4.60	4.60	4.00	4.80	4.40	4.60	4.60	4.53	0.24	มากที่สุด
2.2 เป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตร	4.60	4.60	4.60	4.60	4.40	4.60	4.60	4.60	4.60	4.56	0.09	มากที่สุด
2.3 มีความหมายชัดเจน เข้าใจง่ายกับระดับชั้นของผู้เรียน (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1)	4.40	4.80	4.40	4.60	4.00	4.80	4.60	4.60	4.60	4.53	0.24	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 2	4.47	4.67	4.53	4.60	4.13	4.73	4.53	4.60	4.60	4.54	0.09	มากที่สุด

(ต่อ)

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	1-ดีมาก	2-ดี	3-พอใช้	4-พอใช้	5-พอใช้	6-พอใช้	7-พอใช้	8-พอใช้	9-พอใช้	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
3. สาธารณการเรียนรู้												
3.1 ความยากง่ายเหมาะสม	4.40	4.40	4.20	4.20	4.00	4.40	4.40	4.40	4.60	4.33	0.17	มาก
3.2 เป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตร	4.60	4.40	4.40	4.20	4.40	4.00	4.20	4.00	4.00	4.24	0.22	มาก
3.3 กำหนดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียนเฉลี่ยรวมด้านที่ 3	4.40	4.20	4.40	4.20	4.00	4.00	4.00	4.00	4.20	4.16	0.17	มาก
4. เนื้อหา												
4.1 เนื้อหา และภาษา มีความถูกต้อง	4.60	4.40	4.40	4.60	4.40	4.40	4.40	4.60	4.60	4.49	0.11	มาก
4.2 เนื้อหามีความน่าเชื่อถือ	4.60	4.60	4.40	4.60	4.40	4.40	4.60	4.60	4.80	4.56	0.13	มากที่สุด
4.3 เป็นไปตามตัวชี้วัด	4.40	4.40	4.40	4.40	4.00	4.00	4.00	4.20	4.60	4.27	0.22	มาก
4.4 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่ทำการสอนเฉลี่ยรวมด้านที่ 4	4.00	4.00	4.20	4.00	4.00	4.00	4.00	4.20	4.00	4.04	0.09	มาก
	4.40	4.35	4.35	4.40	4.20	4.20	4.25	4.40	4.50	4.34	0.06	มาก

(ต่อ)

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	1-คุณ	2-คุณ	3-คุณ	4-คุณ	5-คุณ	6-คุณ	7-คุณ	8-คุณ	9-คุณ	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
5. กิจกรรมการเรียนรู้												
5.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสมตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก	4.60	4.60	4.60	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.44	0.09	มาก
5.2 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	4.60	4.60	4.60	4.40	4.40	4.40	4.60	4.60	4.40	4.53	0.10	มาก
5.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.40	4.40	4.40	4.60	4.00	4.20	4.00	4.40	4.40	4.31	0.20	มาก
5.4 เร้าความสนใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้	4.00	4.60	4.20	4.40	4.00	4.20	4.20	4.20	4.20	4.22	0.19	มาก
5.5 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่ม	3.80	3.80	3.80	3.80	4.00	3.80	3.80	4.00	4.20	3.89	0.15	มาก

(ต่อ)

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	1-คุณ น้อย	2-คุณ น้อย	3-คุณ น้อย	4-คุณ น้อย	5-คุณ น้อย	6-คุณ น้อย	7-คุณ น้อย	8-คุณ น้อย	9-คุณ น้อย	\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
5.6 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรม	4.40	4.60	4.20	4.20	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.16	0.22	มาก
เฉลี่ยรวมด้านที่ 5	4.30	4.43	4.27	4.30	4.13	4.20	4.20	4.27	4.27	4.26	0.05	มาก
6. สื่ออุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้												
6.1 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของ ผู้เรียน	4.60	4.40	4.40	4.40	4.40	4.60	4.40	4.60	4.40	4.47	0.10	มาก
6.2 เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรม	4.60	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.20	4.60	4.40	4.42	0.12	มาก
6.3 ได้รับความสนใจต่อผู้เรียน	4.40	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.80	4.20	4.00	4.04	0.17	มาก
เฉลี่ยรวมด้านที่ 6	4.53	4.27	4.27	4.27	4.27	4.33	4.13	4.47	4.27	4.31	0.03	มาก
7. การวัดและประเมินผล												
7.1 วัดได้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้	4.40	4.40	4.00	4.40	4.00	4.00	4.00	4.40	4.00	4.18	0.21	มาก
7.2 ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม	4.40	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.04	0.13	มาก
7.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินมีความ หลากหลาย	4.20	4.60	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0.10	มาก

(ต่อ)

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	1-คุณ	2-คุณ	3-คุณ	4-คุณ	5-คุณ	6-คุณ	7-คุณ	8-คุณ	9-คุณ	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
7.4 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้	4.40	4.40	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.09	0.18	มาก
7.5 วัดได้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้	4.60	4.60	4.40	4.20	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.42	0.12	มาก
เฉลี่ยรวมด้านที่ 7	4.40	4.40	4.16	4.20	4.16	4.16	4.16	4.24	4.16	4.23	0.04	มาก
เฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.43	4.42	4.34	4.36	4.19	4.29	4.23	4.37	4.34	4.33	0.02	มาก

จากตารางสรุปว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เรื่อง ชาติและสารประกอบทั้งหมด 9 แผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ในช่วง 4.19 - 4.43 (S.D. = 0.03-0.09) หมายความว่า แผนการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกทุกแผนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยด้านสาระสำคัญมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.54, S.D. = 0.09) ส่วนด้านอื่นอยู่ในระดับมาก (\bar{X} = 4.23 - 4.39, S.D. = 0.03 - 0.09)

2. ผลของการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

ผู้วิจัยได้ดำเนินการใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ และขั้นที่ 5 ขั้นวัดและประเมินผล ผลการดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้มีรายละเอียด ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง จุดเคี้ยวของสารบริสุทธิ์และสารผสม ซึ่งผู้วิจัยได้อธิบายขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก 5 ขั้นตอน รวมถึงการใช้ผังกราฟิกจำนวน 8 รูปแบบ ได้แก่ ผังมโนทัศน์ ผังลำดับขั้นตอน ผังความคิด ผังที่ชาร์ท ผังก้างปลา ผังใยแมงมุม ผังภูมิเวเนซ และผังตารางเปรียบเทียบ แก่นักเรียน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ โดยผู้วิจัยใช้ผังมโนทัศน์ในการสรุปความคิดเห็นของนักเรียนบนกระดานไวท์บอร์ด ในประเด็นคำถามที่ผู้วิจัยตั้งไว้ ซึ่งพบว่า นักเรียนยังไม่เข้าใจวิธีการสร้างผังมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ขั้นที่ 2 เป็นขั้นสำรวจและค้นหา ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการทดลองที่จะทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการแปลความข้อมูลและการลงข้อสรุปที่ได้จากการทดลอง ซึ่งก่อนลงมือทำการทดลอง ผู้วิจัยได้ออกแบบให้นักเรียนใช้ผังลำดับขั้นตอนในการวางแผนการทดลอง เพื่อที่นักเรียนจะได้ทราบกรอบแนวคิดในการทำกิจกรรม จากนั้นขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนได้สรุปผลการทดลองร่วมกันและรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรม หรือศึกษาเพิ่มเติมจากหนังสือเรียน เพื่อสรุปเนื้อหาบทเรียนที่ได้เรียนรู้โดยใช้ผังความคิด ซึ่งกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์ คิดรวบยอดอย่างเป็นระบบ และ การคิดสร้างสรรค์ในการนำเสนอผลงานของตนเอง ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ ตัวแทนนักเรียนได้นำเสนอผังความคิดและร่วมกันแสดงความคิดเห็นถึงผังความคิดของเพื่อนและตนเอง เพื่อทำการปรับปรุงผังความคิดของตนเองให้ถูกต้องและสมบูรณ์ต่อไป ขั้นที่ 5 ขั้นวัดและประเมินผล นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการใช้ผังความคิดในการสรุปองค์ความรู้ว่ามีประโยชน์ต่อนักเรียนอย่างไร สามารถทำให้นักเรียนจดจำและเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้นหรือไม่ จากการสังเกตพฤติกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 พบว่า นักเรียนยังไม่เข้าใจวิธีการสร้างผังกราฟิกทั้ง 8 รูปแบบ ผู้วิจัยจึงต้องอธิบายตัวอย่างการสร้างผังกราฟิกให้ดูเป็นตัวอย่างก่อนที่นักเรียนจะลงมือปฏิบัติ และนักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในการทดลอง นักเรียนไม่สามารถตั้งสมมติฐาน กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ กำหนดตัวแปรในการทดลอง และเขียนกราฟได้ ผู้วิจัยจำเป็นต้องทบทวนเนื้อหาเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการให้นักเรียน

อย่างละเอียด และคอยชี้แนะวิธีการฝึกคิดวิเคราะห์เป็นระยะ จากปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ผู้วิจัยได้นำแนวทางไปปรับปรุงในแผนต่อไป

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม เนื่องจากผู้วิจัยได้พบปัญหาในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 จึงได้วางแผนขั้นตอนการจัดกิจกรรม โดยเริ่มจากขั้นตอนแรก คือ ทำความเข้าใจและเน้นย้ำวิธีการสร้างผังที่ซาร์ท ผังลำดับขั้นตอน และผังมโนทัศน์ที่จะใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ และยกตัวอย่างสถานการณ์การทดลองมาให้ให้นักเรียนฝึกการตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุม เพื่อเป็นการกระตุ้นให้เรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น สืบเนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนทราบจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารผสมจากการทดลองวัดอุณหภูมิน้ำกลั่นและสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ในแผนนี้นักเรียนจะทราบถึงจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม โดยการทดลองหาจุดหลอมเหลวของสารดังกล่าว ซึ่งพบว่า ในขั้นที่ 1 ขึ้นสร้างความสนใจ นักเรียนบางกลุ่มสามารถบอกความแตกต่างระหว่างองค์ประกอบและจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารผสมโดยใช้ผังที่ซาร์ทได้ แต่นักเรียนบางกลุ่มยังไม่เข้าใจวิธีการสร้างผังที่ซาร์ท เนื่องจากผู้วิจัยใช้ผังที่ซาร์ทเป็นครั้งแรก ขั้นที่ 2 ขึ้นสำรวจและค้นหา นักเรียนบางกลุ่มสร้างผังลำดับขั้นตอนที่ใช้ในการวางแผนการทดลองได้ถูกต้อง แต่บางกลุ่มยังไม่สามารถวิเคราะห์และสรุปขั้นตอนการทดลองได้ ครูจึงต้องเข้าไปชี้แนะอย่างใกล้ชิด ขั้นที่ 3 ขึ้นอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนสามารถสรุปเนื้อหาที่เรียนโดยใช้ผังมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากนักเรียนเคยฝึกสร้างผังมโนทัศน์ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แล้ว และครูได้มีการเน้นย้ำวิธีการสร้างผังมโนทัศน์ก่อนดำเนินกิจกรรม จากการศึกษาพฤติกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนผังลำดับขั้นตอน และผังมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากนักเรียนเคยเขียนผังดังกล่าวในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และครูได้เน้นย้ำวิธีการสร้างก่อนเข้าสู่บทเรียน ทำให้นักเรียนเข้าใจและจดจำได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องทบทวนวิธีการสร้างผังกราฟิกให้กับนักเรียนก่อนการดำเนินกิจกรรมเสมอ และในการปฏิบัติการทดลองนั้น นักเรียนบางกลุ่มยังไม่เข้าใจการตั้งสมมติฐานที่ถูกต้อง แต่นักเรียนสามารถบอกตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการได้ถูกต้องเพียงบางส่วน และนักเรียนบางกลุ่มไม่เข้าใจวิธีการเขียนกราฟ ซึ่งครูต้องอธิบายวิธีการเขียนกราฟให้นักเรียนบนกระดาน ทำให้นักเรียนสามารถสร้างกราฟได้ด้วยตนเอง จากปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ผู้วิจัยได้นำแนวทางไปปรับปรุงในแผนต่อไป

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความหนาแน่นของสารบริสุทธิ์และสารผสม ผู้วิจัยใช้เทคนิคในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 รูปแบบเดิม คือ อธิบายวิธีการสร้างผังก้างปลา ผังลำดับขั้นตอน และผังใยแมงมุมที่จะใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ ซึ่งได้เน้นวิธีการสร้างผังก้างปลาและผังใยแมง

มูมเป็นหลัก เนื่องจากนักเรียนยังไม่คุ้นชินกับการสร้างผังดังกล่าว และยกตัวอย่างสถานการณ์ให้นักเรียนร่วมกันตั้งสมมติฐานในการทดลอง เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเข้าใจอย่างถ่องแท้ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 นักเรียนได้ทราบถึงจุดเดือด จุดหลอมเหลว ของสารบริสุทธิ์และสารผสมไปแล้ว แผนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนจะได้ทราบถึงความหนาแน่นของสารบริสุทธิ์และสารผสม โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในการทดลองเช่นเดิม ซึ่งในขั้นที่ 1 ขึ้นสร้างความสนใจ ผู้วิจัยได้วางแผนให้นักเรียนได้ทดลองการจมและการลอยของวัตถุอย่างง่าย โดยใช้ฟองน้ำในการหาสาเหตุผลการทดลองที่เกิดขึ้น ซึ่งนักเรียนบางส่วนเข้าใจหลักการใช้ฟองน้ำที่ถูกต้อง ในขั้นที่ 2 ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนใช้ฟองน้ำลำดับขั้นตอนในวางแผนขั้นตอนการทดลอง ผลปรากฏว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถเขียนผังลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง ขั้นที่ 3 นักเรียนใช้ฟองน้ำแมงมุมในการสรุปองค์ความรู้ที่เรียนในวันนี้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนผังแมงมุมตามที่กำหนดได้ แต่นักเรียนบางส่วนยังไม่เข้าใจหลักการสร้างผังแมงมุม ซึ่งครูต้องเข้าไปชี้แนะและให้คำแนะนำในการเขียนอย่างใกล้ชิด จากการสังเกตพฤติกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 พบว่านักเรียนสามารถกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ กำหนดและควบคุมตัวแปร บันทึกผลการทดลอง เขียนกราฟ และสรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง แต่ทักษะในการตั้งสมมติฐานนั้น มีนักเรียนเพียงบางส่วนสามารถตั้งสมมติฐานได้ เนื่องจากทักษะการตั้งสมมติฐานต้องอาศัยความเข้าใจในการคาดคะเนคำตอบก่อนการทดลอง ทำให้เรียนเกิดความสับสน ผู้วิจัยจึงต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดทักษะนี้ให้มากยิ่งขึ้น ซึ่งจะนำแนวทางไปปรับปรุงในแผนต่อไป

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การจำแนกสารบริสุทธิ์ ผู้วิจัยยังใช้เทคนิควิธีการรูปแบบเดิม คือ อธิบายวิธีการสร้างผังที่ชาร์ท ผังลำดับขั้นตอน ผังภูมิเวนนั ที่จะใช้ในแผนการเรียนรู้ และยกตัวอย่างผลงานผังความคิด ผังมโนทัศน์ ผังก้างปลา ผังแมงมุมที่นักเรียนได้ปฏิบัติ เพื่อเป็นการกระตุ้นความจำของนักเรียน ในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการนั้น ผู้วิจัยได้เน้นย้ำวิธีการตั้งสมมติฐานการทดลอง โดยให้นักเรียนแต่ละคนเขียนสมมติฐานการทดลองที่ครูยกตัวอย่างลงในกระดาษ เพื่อที่ครูจะได้ทราบว่านักเรียนคนใดยังขาดทักษะกระบวนการนี้ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 นักเรียนจะได้ทราบถึงการจำแนกธาตุและสารประกอบ ซึ่งจัดเป็นสารบริสุทธิ์โดยใช้วิธีการทดลอง ซึ่งนักเรียนจะได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เช่นเดิม จากการสังเกตพฤติกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 พบว่า นักเรียนเข้าใจหลักการและเขียนผังที่ชาร์ท และผังลำดับขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง ส่วนการเขียนผังภูมิเวนนันั้นเป็นผังที่นักเรียนยังไม่คุ้นชิน แต่มีวิธีการเขียนที่ง่าย ไม่ซับซ้อน ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจและเขียนสรุปความสัมพันธ์ระหว่างธาตุและสารประกอบได้อย่างถูกต้อง ส่วนนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจหลักการเขียนผังภูมิเวนนันั้น ครูได้มีการให้เพื่อนที่เข้าใจช่วยแนะนำ ทำให้เกิดการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ในด้านการใช้ทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ นักเรียนบางส่วนมีพัฒนาการที่ดียิ่งขึ้น ครูจึงคอยชี้แนะและกำกับขณะปฏิบัติกิจกรรมตลอดเวลา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ธาตุ ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ มีการใช้ผังใยแมงมุม ผังลำดับขั้นตอน และผังความคิด ที่นักเรียนเคยฝึกการเขียนมาแล้ว ดังนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนร่วมกันบอกวิธีการสร้างผังดังกล่าว ซึ่งผู้วิจัยคอยชี้แนะหรือเสริมในส่วนที่นักเรียนยังเข้าใจไม่ชัดเจน ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ นักเรียนจะได้ทราบธาตุที่อยู่ในตารางธาตุ รวมถึงการเขียนสัญลักษณ์ธาตุ โดยการทำกิจกรรมที่พัฒนาทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป จากการสังเกตพฤติกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 พบว่า นักเรียนทุกคนเข้าใจการเขียนผังลำดับขั้นตอน เนื่องจากทุกแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมา นั้น นักเรียนได้มีการใช้ผังลำดับขั้นตอนในขั้นที่ 2 ขึ้นสำรวจและค้นหา ทำให้นักเรียนเกิดทักษะและสามารถเขียนผังดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง ส่วนการเขียนผังใยแมงมุมและแผนผังความคิดนั้น นักเรียนได้ฝึกเขียนในแผนการเรียนรู้ก่อนหน้าบ้างแล้ว ประกอบกับการให้นักเรียนบอกวิธีการสร้าง ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่เขียนผังดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์ ส่วนนักเรียนที่ยังเขียนไม่ถูกต้อง ครูจะต้องซักถาม ปรับความเข้าใจ และอธิบายให้นักเรียนเกิดความเข้าใจจนกระจ่าง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง โครงสร้างอะตอม ผู้วิจัยใช้เทคนิคและวิธีการเหมือนแผนการเรียนรู้ที่ผ่านมา แต่เน้นหลักการสร้างผังตารางเปรียบเทียบที่นักเรียนยังไม่เคยเขียนผังดังกล่าว ในขั้นที่ 1 ขึ้นสร้างความสนใจ ผู้วิจัยจะนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียนโดยการเปิดวิดีโอทัศน์และให้นักเรียนร่วมกับสรุปเป็นผังความคิดบนกระดาน ซึ่งนักเรียนทุกคนสามารถสรุปได้อย่างถูกต้อง ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ นักเรียนจะทราบถึงโครงสร้างอะตอมของธาตุที่ประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน โดยสร้างแบบจำลองของธาตุที่กำหนดไว้ มีการกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม บันทึกผล และสรุปผล ซึ่งนักเรียนทุกกลุ่มสามารถวางแผนการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้ผังลำดับขั้นตอน และดำเนินการปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง ในขั้นที่ 3 ขึ้นอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนทุกคนเข้าใจหลักการสร้างผังตารางเปรียบเทียบ เนื่องจากผังกราฟิกรูปแบบนี้ นักเรียนพบเห็นเป็นประจำในหนังสือเรียน และมีวิธีการสร้างที่ชัดเจน ไม่ซับซ้อน ทำให้นักเรียนทุกคนสรุปองค์ความรู้โดยใช้ผังตารางเปรียบเทียบถูกต้อง และสมบูรณ์ จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า การใช้เทคนิคกระตุ้น เน้นย้ำ หรือปฏิบัติซ้ำๆ ทำให้นักเรียนเกิดพัฒนาการในด้านการเขียนผังกราฟิก และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ซึ่งจะนำแนวทางนี้ไปใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้แผนต่อไป

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ธาตุกัมมันตรังสี ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ ผู้วิจัยใช้ผังใยแมงมุมในขั้นที่ 1 ขึ้นสร้างความสนใจ ใช้ผังลำดับขั้นตอนในขั้นที่ 2 ขึ้นสำรวจและค้นหา และใช้

ผังมโนทัศน์ ในขั้นที่ 3 ขึ้นอธิบายและลงข้อสรุป ซึ่งเป็นผังกราฟิกที่นักเรียนเคยสร้างจนเกิดความคุ้นชินมาบ้างแล้ว ดังนั้นในการใช้ผังกราฟิกจึงพบปัญหาเพียงเล็กน้อย คือ การเขียนผังมโนทัศน์ในการสรุปความรู้ เรื่อง ธาตุกัมมันตรังสี นักเรียนส่วนน้อยยังไม่สามารถวิเคราะห์และเขียนสรุปออกมาได้ ผู้วิจัยจึงต้องเข้าไปอธิบายหลักการและฝึกให้นักเรียนคิดตามอย่างละเอียด ในด้านกรปฏิบัติกิจกรรมนั้น นักเรียนสามารถทำการทดลอง บันทึกผล และสรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ธาตุโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ ในขั้นที่ 1 ขึ้นสร้างความสนใจ ผู้วิจัยใช้ผังมโนทัศน์ในการทบทวนความรู้ เรื่อง ธาตุ ที่มีการจำแนกโดยใช้สมบัติของธาตุเป็นเกณฑ์ โดยให้ตัวแทนนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจหลักการสร้างผังมโนทัศน์จากเมื่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่แล้วออกมาช่วยจดบันทึกสิ่งที่เพื่อนร่วมกันแสดงความคิดเห็นลงในกระดานเป็นผังมโนทัศน์ ซึ่งเทคนิคนี้ทำให้นักเรียนคนดังกล่าวเข้าใจหลักการสร้างผังมโนทัศน์มากยิ่งขึ้น ในขั้นที่ 2 ขึ้นสำรวจและค้นหา นักเรียนใช้ผังลำดับขั้นตอนในการเขียนขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐาน กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม ดำเนินการทดลอง บันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง อาจจะมีการสรุปที่ยังไม่ครอบคลุม ผู้วิจัยจึงต้องช่วยเสริมเนื้อหาเพิ่มเติม และในขั้นที่ 3 ขึ้นอธิบายและลงข้อสรุป ผู้วิจัยให้นักเรียนสรุปความแตกต่างระหว่างธาตุโลหะ ธาตุอโลหะ และธาตุกึ่งโลหะ โดยใช้ผังตารางเปรียบเทียบ ซึ่งนักเรียนทุกคนสามารถเขียนองค์ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมและศึกษาเพิ่มเติมสรุปเป็นผังตารางเปรียบเทียบได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง สารประกอบ ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ มีการใช้ผังความคิดในขั้นที่ 1 ขึ้นสร้างความสนใจ โดยยกตัวอย่างสารประกอบในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้จัก และอธิบายธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารชนิดนั้น ซึ่งตัวแทนนักเรียนสามารถเขียนผังความคิดบนกระดานได้ถูกต้อง โดยมีเพื่อนในห้องคอยชี้แนะและร่วมกันแสดงความคิดเห็น ขั้นที่ 2 ขึ้นสำรวจและค้นหา นักเรียนทุกกลุ่มเขียนผังลำดับขั้นตอนในการวางแผนการปฏิบัติกิจกรรมได้ถูกต้อง นักเรียนลงมือสร้างแบบจำลองสารประกอบ บันทึกผล และสรุปผลได้ถูกต้อง ชัดเจนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมและศึกษาเพิ่มเติมมาเขียนสรุปเป็นองค์ความรู้โดยใช้ผังตารางเปรียบเทียบในขั้นที่ 3 ขึ้นอธิบายและลงข้อสรุป ได้ทุกคน ซึ่งนักเรียนเข้าใจวิธีการสร้างผังกราฟิกทั้ง 8 รูปแบบ และมีพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมากยิ่งขึ้น

จากการดำเนินการใช้แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า ผู้วิจัยใช้ผังกราฟิกในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในขั้นที่ 1 ขึ้นสร้างความสนใจ ขั้นที่ 2 ขึ้นสำรวจและค้นหา และขั้นที่

3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป ซึ่งผังกราฟิกที่ผู้วิจัยนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนมากที่สุด คือ ผังลำดับขั้นตอน โดยผู้วิจัยนำมาใช้ในการสรุปขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ในชั้นที่ 2 ชั้นสำรวจและค้นหา เพื่อให้นักเรียนสามารถวางแผนขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างเป็นระบบและถูกต้อง ทำให้นักเรียนได้ผลการปฏิบัติกิจกรรมที่ตรงกับวัตถุประสงค์ สามารถนำความรู้จากการปฏิบัติกิจกรรมมาสรุปตามความเข้าใจของตนเองด้วยผังกราฟิกที่เหมาะสมกับเนื้อหาของบทเรียน ผังกราฟิกที่ผู้วิจัยนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนรองลงมา คือ ผังความคิด โดยมีกรนำมาใช้ในชั้นที่ 1 ชั้นสร้างความใจ เนื่องจากผังความคิดเหมาะสำหรับการตั้งประเด็นคำถามที่เชื่อมโยงไปสู่ความรู้ใหม่ในบทเรียน หรือทบทวนความรู้ที่เรียนผ่านมาแล้วของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิด วิเคราะห์ และช่วยกันระดมความคิดได้อย่างอิสระ ผังกราฟิกที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในลำดับถัดมา คือ ผังมโนทัศน์ ผังใยแมงมุม และผังตารางเปรียบเทียบ ซึ่งผังใยแมงมุมถูกใช้ในชั้นที่ 1 ชั้นสร้างความสนใจเป็นหลัก ส่วนผังมโนทัศน์และผังตารางเปรียบเทียบจะใช้ในชั้นที่ 3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป เนื่องจากผังกราฟิกสองรูปแบบนี้มีความเหมาะสมในการจำแนก จัดลำดับ และสรุปเนื้อหาได้อย่างเป็นระบบ ทำให้ผู้เรียนสามารถจดใจ และเข้าใจเนื้อหาของบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น และผังที่ชาร์ท ผังก้างปลา ผังภูมิเวนน ได้นำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนน้อยที่สุด เนื่องจากผังกราฟิกดังกล่าวมีข้อจำกัดในการใช้กับเนื้อหา หรือสามารถใช้ผังกราฟิกรูปแบบอื่นแทนได้ เช่น ในการเปรียบเทียบหรือจำแนกความแตกต่างของข้อมูล เราสามารถใช้ผังตารางเปรียบเทียบแทนผังที่ชาร์ทและผังภูมิเวนนได้ เพราะผังตารางเปรียบเทียบสามารถจำแนกความแตกต่างตั้งแต่สองข้อมูลขึ้นไป สามารถอธิบายเนื้อหาได้ละเอียดและครอบคลุมมากกว่าผังที่ชาร์ทและผังภูมิเวนนที่เปรียบเทียบข้อมูลได้เพียงสองข้อมูลเท่านั้น โดยผังกราฟิกที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2

รูปแบบผังกราฟิกที่ผู้วิจัยใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	รูปแบบผังกราฟิก								
	ผังโน้ตทัศน์	ผังลำดับขั้นตอน	ผังความคิด	ผังที่ชาร์ท	ผังกางปลา	ผังใยแมงมุม	ผังภูมิจาน	ผังแบบตารางเปรียบเทียบ	
1	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	
2	✓	✓	-	✓	-	-	-	-	
3	-	✓	-	-	✓	✓	-	-	
4	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	
5	-	✓	✓	-	-	✓	-	-	
6	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	
7	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	
8	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	
9	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	
รวม	3	9	5	2	1	3	1	3	

เมื่อพิจารณาลักษณะการใช้ผังกราฟิกแต่ละรูปแบบในการจัดกิจกรรมแต่ละขั้นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และรูปแบบการดำเนินกิจกรรมในเรื่อง ชาติและสารประกอบ พบว่า

ในขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ ผู้วิจัยสร้างสถานการณ์จำลอง กิจกรรมสั้นๆ หรือ คลิปวิดีโอ ที่กระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็นและดึงความรู้เดิมของนักเรียนออกมา และเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาที่จะเรียน ซึ่งผู้วิจัยใช้ผังใยแมงมุม ผังความคิด ผังทิวาร์ท ผังก้างปลา และผังมโนทัศน์ ตามความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การใช้ผังใยแมงมุมแยกแยะองค์ประกอบ ข้อมูล การใช้ผังความคิดอธิบายข้อมูล โดยใช้ข้อความ สัญลักษณ์ เครื่องหมาย หรือรูปภาพ การใช้ผังทิวาร์ทจำแนกข้อมูลที่มีความแตกต่างกัน การใช้ผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา และการใช้ผังมโนทัศน์อธิบายความสัมพันธ์เนื้อหาโดยภาพรวม

ในขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา ผู้วิจัยใช้ ผังมโนทัศน์ ในการแสดงกรอบแนวคิด หรือภาพรวมของการทดลอง ที่จะนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปรก่อนที่จะดำเนินการทดลอง ผังแสดงลำดับขั้นตอนในการเขียนลำดับขั้นตอนการทดลองหรือการปฏิบัติกิจกรรม และผังตารางเปรียบเทียบในการบันทึกผลการทดลอง ทำให้เข้าใจข้อมูลได้ง่าย สามารถวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองได้

ในขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ผู้วิจัยใช้ผังมโนทัศน์ ผังตารางเปรียบเทียบ ผังความคิด ผังใยแมงมุม และผังภูมิเวนน ในการสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนในแต่แผนการเรียนรู้ โดยคำนึงถึงลักษณะการนำเสนอข้อมูลที่สามารถเข้าใจง่าย และเป็นระบบ เช่น การใช้ผังมโนทัศน์สรุปความสัมพันธ์ข้อมูลอย่างเป็นลำดับขั้น การใช้ผังตารางเปรียบเทียบจัดหมวดหมู่หรือจำแนกข้อมูล การใช้ผังความคิดสรุปข้อมูลที่ต้องอาศัยสัญลักษณ์ รูปภาพ ข้อความในการสื่อความหมาย การใช้ผังภูมิเวนนสรุปข้อมูล 2 ข้อมูล ที่มีความเหมือนและแตกต่างกัน และการใช้ผังใยแมงมุมสรุปข้อมูลจำนวนมากที่เกี่ยวข้องกันให้เป็นหมวดหมู่ ปรากฏผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3

รูปแบบการดำเนินงานกิจกรรมรูปแบบผังกราฟิก จำแนกตามขั้นกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	รูปแบบผังกราฟิก	รูปแบบการดำเนินงานกิจกรรม
ขั้นที่ 1 ^๕ ๕ สร้างความสนใจ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผังใยแมงมุม 2. ผังความคิด 3. ผังทีชาร์ท 4. ผังก้างปลา 5. ผังมโนทัศน์ 	<ul style="list-style-type: none"> - แยกแยะองค์ประกอบข้อมูลหรือยกตัวอย่างข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันจำนวนมาก - อธิบายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกัน โดยใช้สัญลักษณ์ เครื่องหมาย รูปภาพ - จำแนกความแตกต่างของข้อมูล 2 ข้อมูล - สร้างสถานการณ์จำลอง โดยมีกราฟวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมการทดลอง - อธิบายความสัมพันธ์ของเนื้อหาโดยภาพรวม เพื่อเชื่อมโยงไปสู่เนื้อหาเฉพาะ
ขั้นที่ 2 ^๕ ๕ ขนสำรวจและค้นหา	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผังมโนทัศน์ 2. ผังลำดับขั้นตอน 3. ผังตารางเปรียบเทียบ 	<ul style="list-style-type: none"> - แสดงภาพรวมการทดลอง โดยระบุสมมติฐาน นิยามเชิงปฏิบัติการ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ก่อนดำเนินการทดลอง ได้ถูกต้อง - เขียนลำดับขั้นตอนการทดลอง เพื่อที่จะได้เข้าใจกรอบแนวคิด และจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลอง และปฏิบัติการทดลอง ได้ถูกต้อง - บันทึกข้อมูลการทดลอง ทำให้วิเคราะห์ข้อมูลได้ - สรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลหลัก ข้อมูลรอง ข้อมูลเฉพาะ อย่างเป็นลำดับขั้น
ขั้นที่ 3 ^๕ ๕ อธิบายและลงข้อสรุป	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผังมโนทัศน์ 	

(ต่อ)

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ขั้นตอนการการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	รูปแบบผังกราฟิก	รูปแบบการดำเนินกิจกรรม
ขั้นที่ 3 ขึ้นอธิบายและลงข้อสรุป	2. ผังตารางเปรียบเทียบ 3. ผังความคิด 4. ผังภูมิภาค 5. ผังโยงมุมมอง	- สรุปข้อมูลตั้งแต่ 2 ข้อมูลขึ้นไป โดยสามารถจัดหมวดหมู่หรือจำแนกประเภทข้อมูลย่อย ได้อย่างเป็นระบบ - สรุปข้อมูลหลักและข้อมูลย่อย โดยใช้สัญลักษณ์ รูปทรง รูปภาพ และข้อความ ที่สามารถสื่อความหมายเข้าใจได้ง่ายและชัดเจนยิ่งขึ้น - สรุปข้อมูล 2 ข้อมูล ที่มีลักษณะข้อมูลเหมือนกัน และลักษณะข้อมูลที่แตกต่างกัน - สรุปข้อมูลที่มีองค์ประกอบย่อยจำนวนมาก สามารถแยกแยะข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันได้เป็นหมวดหมู่

จากการวิเคราะห์ลักษณะการใช้ผังกราฟิกที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียน ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก จำนวน 9 แผนการเรียนรู้ พบว่า ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร สามารถเกิดขึ้นได้โดยใช้ผังก้างปลาและผังมโนทัศน์ โดยผังก้างปลาจะใช้กับสถานการณ์จำลองที่จะเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมการทดลอง ส่วนผังมโนทัศน์จะใช้ในการกำหนดกรอบแนวคิดการทดลอง ทำให้มองเห็นภาพรวมของการทดลองที่จะเกิดขึ้นในขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา ซึ่งในขั้นนี้ ผู้วิจัยใช้ผังลำดับขั้นตอนในการแสดงขั้นตอนการทดลองอย่างเป็นลำดับ ทำให้นักเรียนสามารถปฏิบัติการทดลองได้ครอบคลุมตามครูกำหนด โดยการใช้ผังลำดับขั้นตอนจะทำให้นักเรียนเกิดทักษะการทดลอง อีกทั้งการใช้ผังตารางเปรียบเทียบร่วมกับการดำเนินการทดลองในการบันทึกข้อมูลที่ได้อาจจากการทดลองนั้น ทำให้นักเรียนเข้าใจข้อมูลได้ง่ายขึ้น นักเรียนสามารถอภิปรายและสรุปผลการทดลองจากตารางได้อย่างเข้าใจ ซึ่งการใช้ผังตารางเปรียบเทียบนี้ นักเรียนจะเกิดทักษะการทดลอง และทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ปรากฏผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4

ความสัมพันธ์ของรูปแบบผังกราฟิก ลักษณะการใช้ผังกราฟิกที่เกิดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ในการจัดกิจกรรมเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

รูปแบบผังกราฟิก	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่ส่งเสริมให้เกิดขึ้น	ลักษณะการใช้ผังกราฟิก ให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
1. ผังก้างปลา	1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	- ใช้ฟังก์ชันกราฟในการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุจากสถานการณ์จำลอง โดยอาศัยการสังเกต และประสบการณ์ตรง เพื่อคาดการณ์ค่าตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองได้อย่างถูกต้อง รวมถึงสามารถกำหนดความหมาย ขอบเขตของค่าในตัวแปร ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม จากการสังเกตสถานการณ์จำลองได้
2. ผังมโนทัศน์	1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	- ใช้ผังมโนทัศน์ในการกำหนดกรอบแนวคิดการทดลอง โดยระบุเรื่องที่จะทดลองเป็น <u>มโนทัศน์หลัก</u> สมมติฐาน นิยามตัวแปร และตัวแปร เป็น <u>มโนทัศน์รอง</u> ความหมายขอบเขตของตัวแปร ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม เป็น <u>มโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจง</u> ทำให้มองเห็นความสัมพันธ์ข้อมูลที่ทดลองได้อย่างถูกต้อง
3. ผังลำดับขั้นตอน	1. ทักษะการทดลอง	- ใช้ผังลำดับขั้นตอนแสดงให้เห็นวิธีที่จะทดสอบสมมติฐาน โดยกำหนดวิธีการทดลองอย่างเป็นลำดับ และปฏิบัติการทดลองได้ตามลำดับ ส่งผลให้การทดลองครอบคลุมตามที่กำหนด

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

รูปแบบผังกราฟิก	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการที่ส่งเสริมให้เกิดขึ้น	ลักษณะการใช้ผังกราฟิก
4. ผังตารางเปรียบเทียบ	1. ทักษะการทดลอง 2. ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและ การลงข้อสรุป	ให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ - ใช้ผังตารางเปรียบเทียบในการบันทึกข้อมูลจากการทดลองทำให้เข้าใจข้อมูลที่ศึกษา ได้ง่าย ส่งผลให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูล อธิบายลักษณะและบอกความสัมพันธ์ของ ข้อมูลจากตาราง รวมถึงอธิบายและสรุปผลการทดลองได้



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

2.1 ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกออกเป็น 3 ช่วง คือ

ช่วงที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-3 รวมระยะเวลา 4 ชั่วโมง

ช่วงที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4-6 รวมระยะเวลา 5 ชั่วโมง

ช่วงที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7-9 รวมระยะเวลา 4 ชั่วโมง

2.1.1 ผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ จำนวน 15 ข้อ ในช่วงที่ 1 ภายหลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1-3 ซึ่งปรากฏผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5

คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวชิรวิทย์ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ในช่วงที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-3 เรื่อง จุดเดือด จุดหลอมเหลว และความหนาแน่น ของสารบริสุทธิ์และสารผสม

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ	คะแนน เต็ม	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ (%)
1. ด้านการตั้งสมมติฐาน	3	1.50	0.55	50.00
2. ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	3	1.75	0.54	58.33
3. ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร	3	2.23	0.53	74.17
4. ด้านการทดลอง	3	1.55	0.64	51.67
5. ด้านการแปลความหมายข้อมูลและ การลงข้อสรุป	3	1.78	0.62	59.17
รวม	15	8.80	-	-

จากตารางที่ 4.5 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ในช่วงที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-3 เรื่อง จุดเดือด

จุดหลอมเหลว และความหนาแน่น ของสารบริสุทธิ์และสารผสม พบว่า คะแนนเฉลี่ยรวมของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเท่ากับ 8.80

เมื่อพิจารณาคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการรายด้าน พบว่า ด้านที่นักเรียนมีความสามารถมากที่สุด คือ ด้านกำหนดและควบคุมตัวแปร โดยมีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 2.23 คิดเป็นร้อยละ 74.17 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.53 ด้านที่นักเรียนมีความสามารถรองลงมา คือ ด้านการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ด้านการทดลอง ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 1.78, 1.75 และ 1.55 คิดเป็นร้อยละ 59.17, 58.33 และ 51.67 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.62, 0.54 และ 0.64 และด้านที่นักเรียนมีความสามารถน้อยที่สุด คือ ด้านการตั้งสมมติฐาน โดยมีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 1.50 คิดเป็นร้อยละ 50.00 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.55

2.1.2 ผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ จำนวน 15 ข้อ ในช่วงที่ 2 ภายหลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4-6 ซึ่งปรากฏผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6

คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวชิรวิทย์ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ในช่วงที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4-6 เรื่อง การจำแนกสารบริสุทธิ์ ธาตุ และ โครงสร้างอะตอม

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ	คะแนน เต็ม	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ (%)
1. ด้านการตั้งสมมติฐาน	3	1.85	0.43	61.67
2. ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	3	2.23	0.53	74.17
3. ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร	3	2.50	0.51	83.33
4. ด้านการทดลอง	3	1.90	0.50	63.33
5. ด้านการแปลความหมายข้อมูลและ การลงข้อสรุป	3	2.25	0.44	75.00
รวม	15	10.73	-	-

จากตารางที่ 4.6 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ในช่วงที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4-6 เรื่อง การจำแนกสารบริสุทธิ์ ธาตุ และ โครงสร้างอะตอม พบว่า คะแนนเฉลี่ยรวมของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเท่ากับ 10.73

เมื่อพิจารณาคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการรายด้าน พบว่า ด้านที่นักเรียนมีความสามารถมากที่สุด คือ ด้านกำหนดและควบคุมตัวแปร โดยมีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 2.50 คิดเป็นร้อยละ 83.33 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.51 ด้านที่นักเรียนมีความสามารถรองลงมา คือ ด้านการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และด้านการทดลอง ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 2.28, 2.23 และ 1.90 คิดเป็นร้อยละ 75.00 , 74.17 และ 63.33 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.44, 0.53 และ 0.50 และด้านที่นักเรียนมีความสามารถน้อยที่สุด คือ ด้านการตั้งสมมติฐาน โดยมีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 1.85 คิดเป็นร้อยละ 61.67 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.43

2.1.3 ผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ จำนวน 15 ข้อ ในช่วงที่ 3 ภายหลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 7-9 ซึ่งปรากฏผลดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7

คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวชิรวิทย์ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ในช่วงที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7-9 เรื่อง ธาตุ กัมมันตรังสี ธาตุโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ และสารประกอบ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ	คะแนน เต็ม	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ (%)
1. ด้านการตั้งสมมติฐาน	3	2.30	0.46	76.67
2. ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	3	2.48	0.51	82.50
3. ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร	3	2.90	0.30	96.67
4. ด้านการทดลอง	3	2.05	0.32	68.33
5. ด้านการแปลความหมายข้อมูลและ การลงข้อสรุป	3	2.45	0.50	81.67
รวม	15	12.18	-	-

จากตารางที่ 4.7 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ในช่วงที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7-9 เรื่อง ธาตุแก๊มมันตรังสี ธาตุโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ และสารประกอบ พบว่า คะแนนเฉลี่ยรวมของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเท่ากับ 12.18

เมื่อพิจารณาคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการรายด้าน พบว่า ด้านที่นักเรียนมีความสามารถมากที่สุด คือ ด้านกำหนดและควบคุมตัวแปร โดยมีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 2.90 คิดเป็นร้อยละ 96.67 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.30 ด้านที่นักเรียนมีความสามารถรองลงมา คือ ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ด้านการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป และด้านการตั้งสมมติฐาน ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 2.48, 2.45 และ 2.30 คิดเป็นร้อยละ 82.50 , 81.67 และ 76.67 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.51, 0.50 และ 0.46 และด้านที่นักเรียนมีความสามารถน้อยที่สุด คือ ด้านการทดลอง โดยมีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 2.05 คิดเป็นร้อยละ 68.33 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.32

จากการเก็บข้อมูลผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก จำนวน 9 แผนการเรียนรู้ รวมเวลา 13 ชั่วโมง โดยแบ่งเป็น 3 ช่วง พบว่า นักเรียนมีผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ดังตารางที่ 4.8

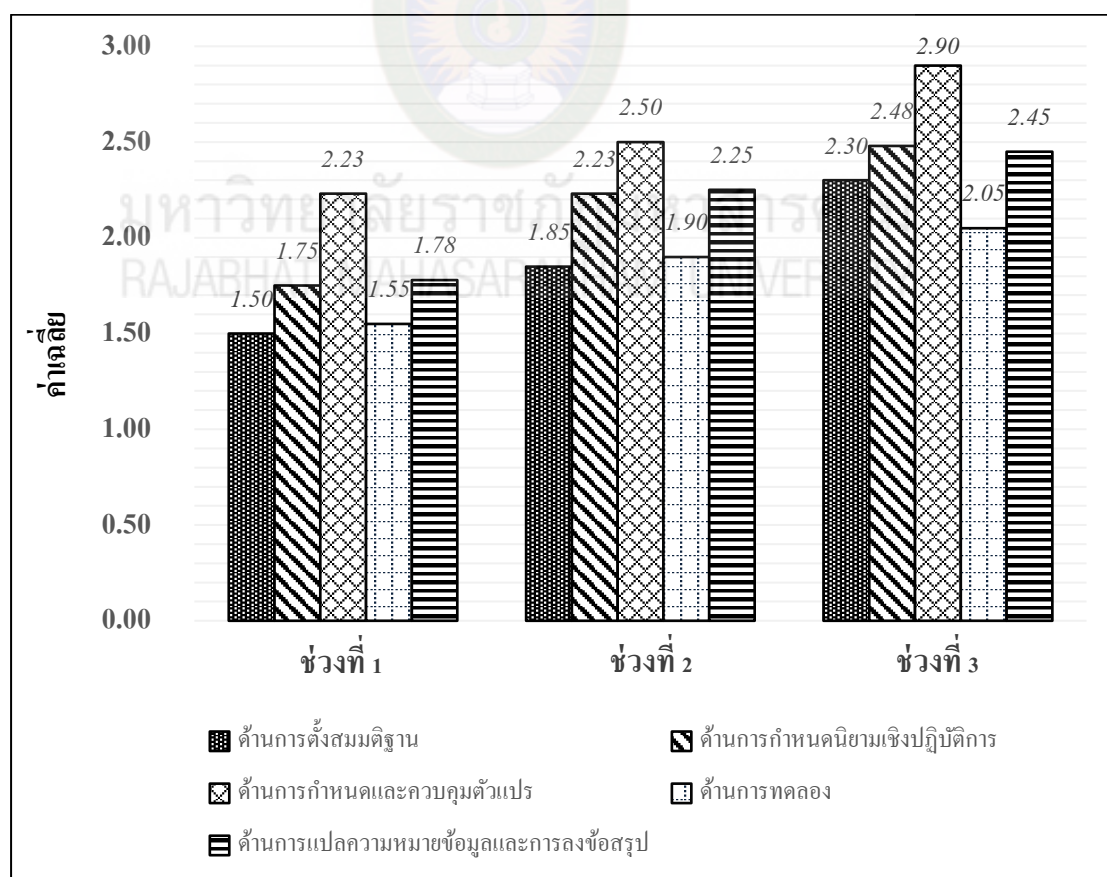
ตารางที่ 4.8

คะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวาปีปทุม ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก จำนวน 3 ช่วง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 9 แผน รวมเวลา 13 ชั่วโมง

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ	คะแนนเต็ม	ช่วงที่ 1		ช่วงที่ 2		ช่วงที่ 3		ผลต่าง ช่วงที่ 3 และ ช่วงที่ 1	ร้อยละของ ผลต่าง ช่วงที่ 3 และ ช่วงที่ 1
		\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
1. ด้านการตั้งสมมติฐาน	3	1.50	0.55	1.85	0.43	2.30	0.46	0.80	26.67
2. ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	3	1.75	0.54	2.23	0.53	2.48	0.51	0.73	24.33
3. ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร	3	2.23	0.53	2.50	0.51	2.90	0.30	0.67	22.33
4. ด้านการทดลอง	3	1.55	0.64	1.90	0.50	2.05	0.32	0.50	16.67
5. ด้านการแปลความหมายข้อมูลและ การลงข้อสรุป	3	1.78	0.62	2.25	0.44	2.45	0.50	0.67	22.33
รวม	15	8.81	-	10.73	-	12.18	-	-	-
ค่าเฉลี่ย	-	1.76	-	2.15	-	2.44	-	-	-

จากตารางที่ 4.8 สรุปได้ว่า เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เรื่อง ธาตุและสารประกอบ จำนวน 9 แผนการเรียนรู้ รวม 13 ชั่วโมง นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงสุด คือ ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร (คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 2.90 คิดเป็นร้อยละ 96.67 ของคะแนนเต็ม) และด้านที่มีคะแนนต่ำสุด คือ ด้านการทดลอง (คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 2.05 คิดเป็นร้อยละ 68.33 ของคะแนนเต็ม) เมื่อพิจารณาพัฒนาการในแต่ละด้าน พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านการตั้งสมมติฐานสูงที่สุด โดยพัฒนาขึ้นร้อยละ 26.67 และด้านที่มีพัฒนาการน้อยที่สุด คือ ด้านการทดลองโดยพัฒนาเพียงร้อยละ 16.67 และเมื่อพิจารณาคะแนนรวมของช่วงที่ 3 กับช่วงที่ 1 (\bar{X} ช่วงที่ 1 = 8.81 และ \bar{X} ช่วงที่ 3 = 12.18) พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการช่วงที่ 3 สูงขึ้นจากช่วงที่ 1 เท่ากับ 3.37 คะแนน โดยพัฒนาขึ้นร้อยละ 22.46

ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ช่วงที่ 1, ช่วงที่ 2 และช่วงที่ 3 แสดงดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในช่วงที่ 1, ช่วงที่ 2 และช่วงที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

2.2 ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ จำนวน 30 ข้อ ของนักเรียน ภายหลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมเสริมจล้นครบทั้ง 9 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งปรากฏผลดังตารางที่ 4.9



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.9

คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางเรียน เรื่อง ชาติและสารประกอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวาปีปทุม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้อยู่แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

หน่วยการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	คะแนนเต็ม (คะแนน)	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	ร้อยละ (%)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)
สมบัติของสารบริสุทธิ์					
1. จุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม	- อธิบายจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารผสมได้ - อธิบายจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสมได้	4	2.70	67.50	0.61
2. ความหนาแน่นของสารบริสุทธิ์และสารผสม	- อธิบายความหนาแน่นของสารบริสุทธิ์และสารผสมได้ - อธิบายเครื่องมือวัดมวลและปริมาตรของสารบริสุทธิ์และสารผสมได้	5	4.78	95.50	0.48
การจำแนกและองค์ประกอบของสารบริสุทธิ์					
3. การจำแนกสารบริสุทธิ์	- อธิบายอะตอม ธาตุ และสารประกอบได้ - อธิบายธาตุตารางธาตุ และสัญลักษณ์ธาตุได้ - อธิบายการเกิดสารประกอบได้	6	3.13	52.08	0.82

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	คะแนนเต็ม (คะแนน)	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	ร้อยละ (%)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)
การจำแนกและองค์ประกอบของสารบริสุทธิ์ (ต่อ)					
4. โครงสร้างอะตอม	- อธิบายโครงสร้างอะตอมได้	4	2.15	53.75	0.74
5. การจำแนกธาตุและการใช้ ประโยชน์	- อธิบายสมบัติทางกายภาพบางประการของธาตุ โลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะได้ - อธิบายผลจากการใช้ธาตุ โลหะอโลหะ กึ่งโลหะ ได้ - บอกประโยชน์ของการใช้ธาตุโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะได้ - อธิบายธาตุกัมมันตรังสี ชนิดของรังสีได้ - อธิบายผลจากการใช้ธาตุกัมมันตรังสีได้ - บอกประโยชน์ของการใช้ธาตุกัมมันตรังสีได้	11	8.45	76.82	0.93
รวม		30	21.25	70.50	-

จากตารางที่ 4.9 พบว่า จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ จำนวน 30 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย เลือกตอบ 4 ตัวเลือก กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 จำนวน 40 คน โรงเรียนวาปีปทุม โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 21.15 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70.50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.70 เมื่อพิจารณารายหน่วยการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความหนาแน่นของสารบริสุทธิ์และสารผสม โดยมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.78 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 95.50 รองลงมาคือหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 การจำแนกธาตุและการใช้ประโยชน์, หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 จุดเดือดและจุดหลอมเหลวของ สารบริสุทธิ์และสารผสม และหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 โครงสร้างอะตอม ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 8.45, 2.70 และ 2.15 จากคะแนนเต็ม 11, 4 และ 4 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.82, 67.50 และ 53.75 ตามลำดับ และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การจำแนกสารบริสุทธิ์ โดยมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 3.13 จากคะแนนเต็ม 6 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 52.08

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีขั้นตอนการวิจัยและผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษา เรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สรุปผลได้ดังนี้

5.1.1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ธาตุและสารประกอบ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.19-4.43 (S.D. = 0.03-0.09) ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้วิจัยให้ผู้เรียนใช้ผังกราฟิกในการสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้ ชั้นที่ 1 ชั้นสร้างความสนใจ ใช้ผังใยแมงมุม ผังความคิด ผังที่ชาร์ท ผังก้างปลา และผังมโนทัศน์ ในการทบทวนความรู้หรือเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ใหม่ ชั้นที่ 2 ชั้นสำรวจและค้นหา ใช้ผังมโนทัศน์ ผังลำดับขั้นตอน ผังแบบตารางเปรียบเทียบ ในการตรวจสอบแนวคิดที่ศึกษา และชั้นที่ 3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป ใช้ผังมโนทัศน์ ผังแบบตารางเปรียบเทียบ ผังความคิด ผังภูมิเวเนซuela และผังใยแมงมุม ในการนำเสนอความรู้ที่ได้จากการศึกษาตามความเข้าใจของตนเองอย่างเป็นระบบ ซึ่งพบว่าผังกราฟิกที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ คือ ผังก้างปลาและผังมโนทัศน์ ช่วยส่งเสริมทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ผังลำดับขั้นตอน ช่วยส่งเสริมทักษะ

การทดลอง และผังแบบตารางเปรียบเทียบ ช่วยส่งเสริมทักษะการทดลอง และทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

5.1.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยรวมสูงขึ้น ร้อยละ 22.46 (จากร้อยละ 58.77 เป็นร้อยละ 81.20) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า นักเรียนมีคะแนนด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปรสูงสุด ($\bar{X} = 2.90$, S.D. = 0.30) และด้านที่มีคะแนนต่ำสุด คือ ด้านการทดลอง ($\bar{X} = 2.05$, S.D. = 0.32) นักเรียนมีพัฒนาการด้านการตั้งสมมติฐานสูงสุด เพิ่มขึ้น ร้อยละ 26.67 และด้านที่มีพัฒนาการน้อยที่สุด คือ ด้านการทดลอง เพิ่มขึ้นร้อยละ 16.67 และหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย เรื่อง ธาตุและสารประกอบ เท่ากับ 21.15 คะแนน (S.D. = 2.76) คิดเป็นร้อยละ 70.50

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก จำนวน 9 แผน รวมเวลา 13 ชั่วโมง โดยมีการจัดรูปแบบการสอน 5 ขั้นตอน ประกอบการใช้ผังกราฟิก 8 รูปแบบ ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ โดยใช้ผังกราฟิกในการทบทวนความรู้หรือตั้งคำถามที่เชื่อมโยงไปสู่ความรู้ใหม่ ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา โดยใช้ผังกราฟิกในการสรุปลำดับขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป โดยใช้ผังกราฟิกในการสรุปเนื้อหาของบทเรียน ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ มีการนำเสนอผังกราฟิกและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และขั้นที่ 5 ขั้นวัดประเมินผล ซึ่งมีการสะท้อนผลการใช้ผังกราฟิกและตรวจผังกราฟิก ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.19-4.43$, S.D. = 0.03-0.09) จากการดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้อภิปรายผลได้ ดังนี้

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบของการวิจัยและการพัฒนา โดยผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 9 แผนการเรียนรู้ โดยแผนการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้ผ่านการประเมิน

ตรวจสอบและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อีกทั้งผู้วิจัยทำการปรับปรุงเทคนิควิธีการสอนแผนต่อแผน จึงทำให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผนมีคุณภาพ ซึ่งผลการวิจัยที่ได้นี้สอดคล้องกับงานวิจัยของศิริพรรณ คุณพระเนตร (2559, น. 94) ได้พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 76.13/74.70 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์กำหนด 70/70

การใช้ผังกราฟิกในแต่ละขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้นผู้วิจัยได้คำนึงถึงรูปแบบการดำเนินกิจกรรมในแต่ละขั้น กล่าวคือ ในขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจเป็นขั้นที่ใช้สถานการณ์จำลอง กิจกรรม หรือคลิปวิดีโอในการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรม หรือเป็นการทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนนั้น ถ้าเป็นสถานการณ์จำลอง ผู้วิจัยจะใช้ผังก้างปลาในการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุที่เกิดขึ้น ส่วนการอธิบายความสัมพันธ์ของเนื้อหาหลักก่อนที่จะเข้าสู่เนื้อหาย่อย ผู้วิจัยจะเลือกใช้ผังมโนทัศน์ ซึ่งทำให้นักเรียนเข้าใจขอบเขตของเนื้อหาทั้งหมด และการทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน โดยการให้นักเรียนมองเห็นถึงความแตกต่างของข้อมูล 2 ข้อมูล หรือการยกตัวอย่างข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันจำนวนมาก ผู้วิจัยจะเลือกใช้ผังที่ชาร์ทและผังใยแมงมุมตามลำดับ ในขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหาซึ่งเป็นการดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยจะต้องกำหนดขอบเขตการทดลอง โดยระบุสมมติฐาน นิยามตัวแปรในการทดลอง ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม โดยใช้ผังมโนทัศน์ในการแสดงภาพรวมการทดลอง จากนั้นจึงใช้ผังลำดับขั้นตอนในการแสดงลำดับการทดลอง เพื่อผู้เรียนปฏิบัติตามการทดลองได้ครอบคลุมขั้นตอนการทดลองที่กำหนด และใช้ผังแบบตารางเปรียบเทียบในการบันทึกผลการทดลอง ทำให้เข้าใจข้อมูลได้ง่าย ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองได้ และในขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นการนำเนื้อหาที่ได้เรียนรู้มาสรุปและนำเสนอด้วยรูปแบบที่เข้าใจง่ายและเป็นระบบ ซึ่งผู้วิจัยคำนึงถึงลักษณะเนื้อหาบทเรียนที่ต้องการนำเสนอเป็นหลัก ถ้าต้องการแสดงเนื้อหาโดยภาพรวม มีหัวข้อย่อยที่สัมพันธ์กัน ผู้วิจัยจะเลือกใช้ผังมโนทัศน์ ส่วนการจำแนกประเภทข้อมูลย่อยๆ ตั้งแต่ 2 ข้อมูลขึ้นไป ผู้วิจัยจะเลือกใช้ผังแบบตารางเปรียบเทียบ ซึ่งการอธิบายข้อมูลหลัก ข้อมูลย่อยที่สามารถใช้รูปภาพ รูปทรง สัญลักษณ์ ที่ช่วยสื่อความหมายข้อมูลได้ชัดเจนยิ่งขึ้นนั้น ผู้วิจัยจะเลือกใช้ผังความคิด รวมถึงการใช้ผังภูมิจินวน์ในการนำเสนอลักษณะข้อมูล 2 ข้อมูล ที่มีความเหมือนและความแตกต่างออกจากกันอย่างชัดเจน สอดคล้องกับที่ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, น. 129) กล่าวว่า ผังกราฟิก คือ การนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมอย่างเป็นระบบ มีความเข้าใจง่าย กระชับ ผังกราฟิกได้มาจากความรู้แหล่งต่างๆ มา

จัดกระทำข้อมูลที่ใช้ทักษะการคิด การสังเกต การเปรียบเทียบ การแยกแยะ การจัดประเภท การเรียงลำดับ จากนั้นจึงมีการเลือกใช้ผังกราฟิก เพื่อนำเสนอข้อมูลที่จัดกระทำตามวัตถุประสงค์ที่ผู้นำเสนอต้องการ

เมื่อพิจารณาผลของการใช้ผังกราฟิกที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการตั้งสมมติฐาน ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร ด้านการทดลอง และด้านการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป พบว่า การใช้ผังก้างปลาหรือผังมโนทัศน์ในการตั้งสมมติฐาน กำหนดนิยามตัวแปร กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ก่อนที่จะดำเนินเข้าสู่การทดลอง เหมาะกับสถานการณ์จำลองที่นักเรียนจะอาศัยการสังเกตจากประสบการณ์ตรง ในการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง รวมถึงมองเห็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองได้ ส่วนผังมโนทัศน์จะช่วยในการกำหนดกรอบแนวคิดการทดลอง ทำให้มองเห็นความสัมพันธ์ของชื่อเรื่องการทดลอง สมมติฐาน และตัวแปรได้อย่างชัดเจน จากนั้นมีการใช้ผังลำดับขั้นตอนในการแสดงวิธีที่จะทดสอบสมมติฐานอย่างเป็นลำดับ ทำให้ผู้เรียนปฏิบัติการทดลองได้ตามลำดับขั้นตอนที่ผู้สอนกำหนดไว้ ส่งผลให้ผลการทดลองครอบคลุมวัตถุประสงค์ที่ต้องการ โดยมีการใช้ผังแบบตารางเปรียบเทียบในการบันทึกผลการทดลอง ซึ่งผังแบบตารางเปรียบเทียบนี้เหมาะสำหรับการจัดจำแนกข้อมูลที่มีรายละเอียดย่อยได้อย่างเป็นระบบ เข้าใจได้ง่ายและชัดเจน ทำให้นักเรียนสามารถแปลความหมาย อธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลจากตาราง รวมถึงสรุปผลการทดลองได้อย่างเข้าใจ ซึ่งการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ดี และผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิดรวบยอด โดยการสรุปองค์ความรู้ผ่านผังกราฟิก ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น โดยมีผู้สอนคอยแนะนำและช่วยเหลือตามความเหมาะสม ทำให้บรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ปัจจุบันที่เน้นทั้งความรู้และกระบวนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

จากการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเฉลี่ยในช่วงที่ 1 เท่ากับ 8.81 คะแนน (ร้อยละ 58.74) ช่วงที่ 2 เท่ากับ 10.73 คะแนน (ร้อยละ 71.53) และช่วงที่ 3 เท่ากับ 12.18 คะแนน (ร้อยละ 81.20) ซึ่งนักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

การโดยรวมสูงขึ้นร้อยละ 22.46 เมื่อพิจารณาคะแนนรายด้าน พบว่า นักเรียนมีคะแนนด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปรสูงสุด คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 2.90 คิดเป็นร้อยละ 96.67 ของคะแนนเต็ม และด้านที่มีคะแนนต่ำสุด คือ ด้านการทดลอง คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 2.05 คิดเป็นร้อยละ 68.33 ของคะแนนเต็ม เมื่อพิจารณาพัฒนาการในแต่ละด้าน พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านการตั้งสมมติฐาน สูงที่สุด โดยพัฒนาเพิ่มขึ้นร้อยละ 26.67 และด้านที่มีพัฒนาการน้อยที่สุด คือ ด้านการทดลอง โดยพัฒนาเพิ่มขึ้นร้อยละ 16.67

ผลการวิจัยที่พบว่า ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปรมีคะแนนสูงที่สุด อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผน ที่ 1 นั้น ผู้วิจัยพบปัญหา คือ ผู้เรียน ไม่สามารถตั้งสมมติฐานการทดลอง กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ กำหนดและควบคุมตัวแปร ได้อย่างถูกต้อง ทำให้ผู้วิจัยยกตัวอย่างสถานการณ์การทดลองมาให้ นักเรียนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทั้ง 3 ด้าน ก่อนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผน ประกอบกับทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรเป็นด้านแรกที่คุณสอนกระตุ้น ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ การคิดและระบุตัวแปร ทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการคิดค้นหาคำตอบ ส่วนที่พบว่าผู้เรียนมีพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงที่สุด ในด้านการตั้งสมมติฐาน อาจเนื่องมาจากในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ผู้เรียนสามารถ กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ กำหนดและควบคุมตัวแปร ได้ถูกต้องแล้ว แต่ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความ สับสนในการตั้งสมมติฐานการทดลอง ส่งผลต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตั้งแต่แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 4 เป็นต้นมา ผู้วิจัยจึงกระตุ้นให้ผู้เรียนฝึกการตั้งสมมติฐานจากสถานการณ์การทดลอง ต่างๆ ให้มากยิ่งขึ้น ดังนั้นผู้เรียนจึงมีพัฒนาการทักษะการตั้งสมมติฐานสูงที่สุด

ผลการวิจัยที่พบว่า ผู้เรียนมีทั้งคะแนนและการพัฒนาทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการด้านการทดลองที่น้อยที่สุด อาจเนื่องมาจากการประเมินทักษะการ ทดลองมีข้อจำกัด ซึ่งทักษะมีรายละเอียดย่อย ได้แก่ การออกแบบวิธีการทดลอง การเลือกใช้ เครื่องมือและปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง แต่ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ข้อสอบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการแบบปรนัยเท่านั้น จึงอาจไม่สะท้อนการพัฒนา ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งในการวัดทักษะการทดลองนี้ ควรที่จะมีการวัด โดยใช้แบบสังเกต พฤติกรรม หรือการตรวจรายงานร่วมด้วย ส่งผลให้พัฒนาการด้านการทดลองของนักเรียนน้อยกว่า ด้านอื่นๆ

จะเห็นได้ว่า การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของ นักเรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้นเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มี ประสิทธิภาพ เนื่องจากผู้สอนได้จัดกิจกรรม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นจนเกิด

การตั้งคำถาม โดยผู้สอนอำนวยความสะดวกหรือให้คำแนะนำ ส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกการตั้งสมมติฐาน การกำหนดตัวแปร การทดลอง และการอภิปรายผลการทดลองอย่างมีเหตุผล ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมตามแนวของ National Research Council (1996, อ้างอิงใน สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2551, น. 34) ที่มุ่งเน้นให้การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่การสังเกต การตั้งคำถาม การวางแผนทดลอง เพื่อการรวบรวม วิเคราะห์ ตีความข้อมูล อธิบายผลจากข้อมูลการทดลอง และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความชำนาญในการใช้กระบวนการคิดเพื่อค้นหาความรู้ รวมทั้งการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้เรียนต้องใช้ในการเรียนรู้ทำความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ และนำมาสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (พรณวิไล ชมจิต, 2557, น. 62) สอดคล้องกับที่ ดวงเดือน พินสุวรรณ (2557, น. 30-33) ได้กล่าวว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียนได้ฝึกการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ กำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการศึกษา สืบหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาวด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน และสร้างองค์ความรู้ใหม่ของตนเอง โดยการอธิบายความคิดของตนเอง พร้อมแสดงหลักฐานประกอบคำอธิบาย นอกจากนี้แล้วผู้วิจัยยังได้ใช้ผังกราฟิกเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนได้ประมวลความรู้ที่ได้จากการทดลองมาจัดการอย่างมีระบบ เชื่อมโยงกันอย่างมีความหมาย รวมถึงการจัดหมวดหมู่และสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2549, น. 41) ทำให้ผู้เรียนมีการเชื่อมโยงความคิดรวบยอดระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วได้อย่างสมบูรณ์ ถูกต้อง สามารถนำมาความรู้ความเข้าใจที่สรุปจากผังกราฟิกมาใช้ในการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมในการทดลองที่สามารถตั้งคำถามล่วงหน้าจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง ส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่สูงขึ้น ซึ่งผลการวิจัยที่ได้นี้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของปณณวัฒน์ อินทร์เจริญ (2560, น. 5) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน คิดเป็นร้อยละ 20.28 สอดคล้องกับผลการวิจัยของพรพิมล อ่อนอินทร์ (2559, น. 82) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้บนเว็บแควสท์ร่วมกับผังมโนทัศน์เพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน คิดเป็นร้อยละ 24.40

จากการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเฉลี่ย 21.15 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70.50 และเมื่อพิจารณารายหน่วยการเรียนรู้พบว่า ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความหนาแน่นของสารบริสุทธิ์และสารผสม นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 95.50 อยู่ในระดับสูงมาก เนื่องมาจากรูปแบบการจัดกิจกรรมเป็นการทดลองหาความหนาแน่นของสารบริสุทธิ์ (น้ำ) และสารผสม (น้ำเชื่อม) ซึ่งนักเรียนได้ใช้เครื่องมือในการวัดมวลและปริมาตรของสาร และคำนวณหาความหนาแน่นของสาร 2 ชนิด อีกทั้งการทดลองนี้เป็นการทดลองที่นักเรียนสามารถมองเห็นความแตกต่างระหว่างความหนาแน่นของสารบริสุทธิ์และสารผสมได้อย่างชัดเจน รวมถึงเรื่องความหนาแน่นของสารเป็นเรื่องที่อยู่ในชีวิตประจำวัน ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างสถานการณ์จำลองการจมและการลอยของโฟมและเหรียญให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์ถึงผลที่เกิดขึ้นในชั้นสร้างความสนใจ การที่นักเรียนได้สังเกตและลงมือปฏิบัติในทุกขั้นการจัดกิจกรรม ทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องความหนาแน่นของสารบริสุทธิ์และสารผสมมากที่สุด และหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การจำแนกสารบริสุทธิ์ ที่มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่สุด คิดเป็นร้อยละ 52.08 เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการทดลองเรื่องการแยกสารบริสุทธิ์ด้วยไฟฟ้านั้น ทางโรงเรียนขาดอุปกรณ์การทดลองและการทดลองมีความเสี่ยง อาจเกิดอันตรายแก่นักเรียนได้ โดยครูแก้ไขปัญหาด้วยการเปิดคลิปวิดีโอการทดลองแทนการปฏิบัติจริง เพื่อให้ให้นักเรียนศึกษา บันทึกผล และสรุปผลการทดลอง ส่วนเนื้อหาในเรื่องธาตุ นั้น มีข้อจำกัดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้เพียงการศึกษาตารางธาตุและการเขียนสัญลักษณ์ธาตุเท่านั้น รวมถึงเนื้อหาในเรื่องสารประกอบ ที่นักเรียนได้สร้างแบบจำลองสารประกอบแต่ละชนิด ทำให้นักเรียนสามารถบอกการเกิดสารประกอบได้ อนึ่งการเรียนรู้อีกเรื่องธาตุในตารางธาตุเป็นองค์ความรู้ที่ไกลตัวนักเรียน นับว่าเป็นบทเรียนใหม่สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ยังไม่สามารถเข้าใจความสำคัญของธาตุแต่ละชนิดได้ กอปรกับชื่อธาตุและสารประกอบแต่ละชนิดจดจำได้ยาก ส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในหน่วยการเรียนรู้นี้อยู่ในระดับต่ำ

จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ผู้เรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้ฝึกการคิด การสังเกต การทดลอง ที่ผ่านประสบการณ์ตรงทั้งในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ ส่วนการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกเข้ามาช่วยในการเรียนการสอนนั้น ส่งผลดีต่อผู้เรียน คือ ผู้เรียนได้รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมและเป็นนามธรรมให้เห็นเป็นภาพที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กัน สามารถอธิบายให้เกิด

ความเข้าใจ จดจำความรู้ เนื้อหา ได้ง่ายและยาวนาน ซึ่งการเลือกแทรกผังกราฟิกในขั้นตอนต่างๆ ของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ผู้วิจัยได้พิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา วัตถุประสงค์ที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนและระยะเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรม ทำให้ผู้เรียน สามารถสร้างและใช้ผังกราฟิกในการสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง ได้ ถึงแม้บทเรียน เรื่อง ธาตุและ สารประกอบ จะเป็นองค์ความรู้ใหม่และเข้าใจยากสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แต่การนำ วิธีการสอนทั้ง 2 วิธีมาใช้ร่วมกัน จะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ที่มีความหมายตาม ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ จึงเป็นเหตุผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 70 หรืออยู่ใน เกณฑ์ดี สอดคล้องกับศศิธร เวียงวะลัย (2556, น. 147) ที่กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นการ จัดกระบวนการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนค้นหาความจริงด้วยการแสวงหาความรู้ มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ ฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล การลงมือปฏิบัติ เน้นให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ความรู้ที่ได้ จะคงทนถาวร ประสาท เนืองเฉลิม (2558, น. 148-150) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ทำให้ผู้เรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจค้นหาคำตอบ ซึ่งนำไปสู่ การคิด การแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ สอดคล้องกับทิสนา แคมมณี (2557, น. 388) ที่กล่าวว่า ผังกราฟิกเป็นแผนผังที่ประกอบไปด้วยความคิดหรือข้อมูลสำคัญๆ ที่เชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ ในรูปแบบต่างๆ กัน และเป็นเครื่องมือทางการคิดที่ดีที่สามารถมองเห็นและอธิบายให้เกิดความ เข้าใจและจดจำความรู้ได้ง่ายและยาวนาน สอดคล้องกับที่ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, น. 126-127) กล่าวว่า ผังกราฟิกเป็นการพัฒนาความคิดระดับสูง ฝึกผู้เรียนให้ใช้การวิเคราะห์ สังเคราะห์ เปรียบเทียบ จัดกลุ่ม และสร้างแบบแผนด้วยตนเอง ซึ่งเป็นสิ่งทำให้เกิดความเข้าใจอย่างแท้จริง และสามารถจดจำได้อย่างถาวร เช่นเดียวกับสุปรียา ต้นสกุล (2540, อ้างอิงใน ทิสนา แคมมณี, 2557, น.236) ที่พบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ผังกราฟิกสามารถใช้ในการรวบรวมข้อมูลที่ ได้อย่างเป็นระบบ ทำให้สามารถสรุปเรื่องที่ได้เรียนรู้ และจดจำเรื่องราวต่างๆ ได้เป็นอย่างดี ผัง กราฟิกจึงสามารถช่วยส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้นได้ ซึ่งผลการวิจัยที่ได้ นี้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ กนกพร อุทัยวัฒน์ (2559, น. 53) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาการคิด วิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 30.12 คะแนน เต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.30 สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ศิริพรรณ คุณพระเนตร (2559, น. 88) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และ ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ โดยใช้วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 74.03 และสอดคล้องกับผลวิจัยของ สุวพร พาวินิจ (2556, น. 85-98) ได้ศึกษาการ

พัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร โดยใช้กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และแผนผังโน้ตส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 31.92 ของคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.80

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ในชั้นที่ 3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุปที่ให้ผู้เรียนสรุปเนื้อหาบทเรียนด้วยผังกราฟิก ผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้กำหนดรูปแบบผังกราฟิกที่นำเสนอเนื้อหาบทเรียนด้วยตนเอง ฝึกกระบวนการคิดนอกกรอบและหลากหลายตามความคิดของผู้เรียน เพื่อเป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้มีความคิดสร้างสรรค์ในการนำเสนอผลงาน

5.3.1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ในชั้นที่ 5 ชั้นการวัดและประเมินผลที่ให้ผู้เรียนทำใบงานเพื่อตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจบทเรียน ผู้สอนควรกำหนดรูปแบบใบงานที่ให้ผู้เรียนเขียนผังกราฟิกตามแนวคิดของผู้เรียนเอง เพื่อเป็นการฝึกให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ คิดอย่างเป็นระบบ คิดสร้างสรรค์ผลงาน และเกิดองค์ความรู้ที่จดจำได้นานยิ่งขึ้น

5.3.1.3 สำหรับการเลือกใช้ผังกราฟิกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในชั้นที่ 1 ชั้นสร้างความสนใจ ชั้นที่ 2 ชั้นสำรวจและค้นหา และชั้นที่ 3 ชั้นอภิปรายและลงข้อสรุป ผู้สอนควรคำนึงถึงจุดประสงค์และลักษณะการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่าย ชัดเจน และเป็นระบบ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ที่ตรงกับจุดมุ่งหมายของบทเรียน

5.3.1.4 ผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม ช่วยกันวางแผน วิเคราะห์และตั้งประเด็นปัญหา และคิดค้นหาคำตอบโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ให้ผู้เรียนทุกคนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริง มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียน

5.3.1.5 ควรประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการควรใช้เครื่องมือที่หลากหลาย เช่น แบบทดสอบ แบบสังเกต แบบประเมินจากผลงาน เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อความเหมาะสมและความแม่นยำในการประเมินทักษะนั้นๆ

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 จากผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลในการวางแผนและสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรม และการสรุปเนื้อหาบทเรียน ดังนั้นจึงควรนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกไปส่งเสริมทักษะอื่นๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ เป็นต้น

5.3.2.1 จากผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง และสรุปองค์ความรู้ได้อย่างเป็นระบบชัดเจน และเข้าใจง่าย ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ดังนั้นจึงควรนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับรายวิชาอื่นๆ เช่น รายวิชาภาษาไทย รายวิชาภาษาอังกฤษ หรือรายวิชาสังคมศึกษา เป็นต้น



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

- กนกพร อุทัยวัฒน์. (พฤษภาคม-สิงหาคม 2560). การพัฒนาการคิดวิเคราะห์ โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับผังกราฟิก เรื่องระบบนิเวศ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร. 9(25), 53-62.
- กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์. (2558). 5 คุณลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ (5 Essential features of inquiry). กรุงเทพฯ : ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กาญจนา บุญส่ง. (2542). หลักการสอน. เพชรบุรี : คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏเพชรบุรี.
- กลุ่มบริหารงานวิชาการ โรงเรียนวาปีปทุม. (2561). รายงานประจำปีของสถานศึกษา (Self-Assessment Report: SAR) โรงเรียนวาปีปทุม ปีการศึกษา 2561. มหาสารคาม : โรงเรียนวาปีปทุม.
- จตุพร วงศ์สม. (กรกฎาคม-ธันวาคม 2559). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งเสริมด้วยการใช้ผังกราฟิกเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วารสารบัณฑิตวิจัย 7(2), 47-59.
- จรรยา เฉลิมทอง. (2559). การวัดและประเมินผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต.
- จิรประวัติ ศรีวัฒนทรัพย์. (2559). มุ่งพัฒนาครุคณิตศาสตร์เสริมศักยภาพผู้เรียนสู่ศตวรรษที่ 21 เล่ม 3 การนิเทศเพื่อส่งเสริมครุคณิตศาสตร์ ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้/ การประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessments). ราชบุรี : สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาราชบุรี เขต 2.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). การสอนกระบวนการคิด : ทฤษฎีและการนำไปใช้. กรุงเทพฯ : วี. พรินท์
- ชนาธิป พรกุล. (2557). การสอนกระบวนการคิด : ทฤษฎีและการนำไปใช้. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชวาล แพร็ดกุล. (2552). เทคนิคการวัดผล. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ : วิฑูรย์การปก.
- ชะลอ เอี่ยมสะอาด. (2550). แผนพัฒนาศักยภาพศึกษานิเทศก์ นวัตกรรมการเรียนรู้ สภานครปฐม 2. [ม.ป.ท.].
- ชนินันท์ พลุกษ์ประมุล. (เมษายน-มิถุนายน 2557). การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. สุทธิปริทัศน์. 28(86), 258-362.

- ณัฐอร บัวฉวน. (2559). สภาพการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต หมวด
วิชาศึกษาทั่วไป. *วไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์*. 11(2), 97-109.
- ณัฐวุฒิ กิจรุ่งเรือง และคณะ. (2545). *ผู้เรียนเป็นสำคัญและการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ของครู
มืออาชีพ*. กรุงเทพฯ : สถาพรบุ๊คส์.
- ดวงเดือน พินสุวรรณ. (2557). การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
สำหรับครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ในกรุงเทพและปริมณฑล. นนทบุรี :
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ดวงเดือน พินสุวรรณ. (2557). การพัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การสอนวิทยาศาสตร์
เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาใน
กรุงเทพและปริมณฑล. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ*. 7(1), 78-92.
- ดวงใจ สุทธิวงศ์. (2557). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอาหารกับการดำรงชีวิตกลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการ
สืบเสาะหาความรู้ร่วมกับผังความคิด. คุรุศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตร
และการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- เดชาเมธ เพียรชนะ และคณะ. (2560). การปฏิรูปการศึกษาศาสตร์ ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
รัชต์ภาคย์. 12(25), 66-81.
- ทิสนา แคมมณี. (2555). *ศาสตร์การสอน : องค์กรความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มี
ประสิทธิภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิสนา แคมมณี. (2557). *ศาสตร์การสอน : องค์กรความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มี
ประสิทธิภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 17-20). กรุงเทพฯ : ด่านสุทธาการพิมพ์.
- ทิสนา แคมมณี. (2560). *ศาสตร์การสอน : องค์กรความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มี
ประสิทธิภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 21). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีรนนท์ ไกรเลิศ. (2560). “ผังกราฟิก (*Graphic Organizers*)” กับการพัฒนาความสามารถด้าน
การคิด. ระเบียบ : วิทยาลัยเทคนิคกระบี่.
- นิติตปริญาเอก สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา. (2556). *เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติ
“การพัฒนาความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของครู
ระดับประถมศึกษา”*. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- น้ำผึ้ง มีนิล. (2545). ผลของการใช้เทคนิคผังกราฟิกในการเรียนการสอนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ กับคุณภาพชีวิตที่มีต่อการใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด และคณะ. (2553). พื้นฐานการวิจัยการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กอฬสินธุ์ : ประสานการพิมพ์.
- ปิ่นฉนวนัน อิ่มตรีเจริญ. (พฤษภาคม-สิงหาคม 2560). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับผังกราฟิก หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร. 9(25), 111-119.
- ประสาศท เนืองเฉลิม. (2558). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ : แอคทีฟ พรินท์.
- พรรณวิไล ชมชิด. (2557). พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์. มหาสารคาม : ตักสิลาการพิมพ์.
- พันธ์ ทองชุมนุม. (2547). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2553). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : เฮาส์ ออฟ เคอร์มิสท์.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (มกราคม-มิถุนายน 2559). การประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 9(1), 1-17.
- พิศิษฐ ตันทาวณิข. (2554). หลักการวัดและประเมินผลทางการศึกษา. สุรินทร์ : มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน 1. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์. (2548). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ และคณะ. (2545). นวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้สำหรับครูยุคปฏิรูปการศึกษา เล่ม 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรพิมล อ่อนอินทร์. (2559). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ บนเว็บแควสท์ร่วมกับผังมโนทัศน์เพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

- ไพศาล วรคำ. (2561). *การวิจัยทางการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 9). มหาสารคาม : ตักสิลาการพิมพ์.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิชย์.
- มังกร ทองสุคดี. (2552). *การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 2) กรุงเทพฯ : บัณฑิตการพิมพ์.
- เมษา นวลศรี. (2556). *การประเมินผลการเรียนรู้*. ปทุมธานี : คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยลงกรณ์.
- ยุพา วีระไวทยะ และปรีชา นพคุณ. (2540). *เทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาคู่มือครูสำหรับครูวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : มูลนิธิสตรีศึกษาวิจัย.
- เขวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2556). การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์. (พิมพ์ครั้งที่ 11). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ลักขณา อันทะปัญญา. (ตุลาคม-ธันวาคม 2557). การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (*Inquiry Cycle*) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก (*Graphic organizer Technique*). 8(4), 133-141.
- ลัดดาวัลย์ กัณหาสุวรรณ. (พฤศจิกายน-ธันวาคม 2546). ลูกโซ่ของการเรียนรู้ กระบวนการอินโควรี. *การศึกษาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี*. 32(127), 7-13.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2544). *การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : เฮอร์มาสเตอร์ กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- วลัย พานิช. (2544). *แผนผังกราฟิกกับการเรียนการสอนสังคมศึกษา*. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วลัย พานิช. (2549). *ประมวลบทความกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนสู่มาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระสังคมศึกษา*. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศศิธร บัวทอง. (พฤษภาคม-สิงหาคม 2560). การวัดและประเมินทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. *Veridian E-Journal, Silapakorn University*. 10(2), 1856-1867.
- ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). *การจัดการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ : โอ. เอส. พรีนติ้ง เฮาส์.
- ศิริพรรณ คุณพระเนตร. (2559). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

- ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์แห่งประเทศไทย.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2551). การสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นทักษะกระบวนการ. *ก้าวทันโลก วิทยาศาสตร์*. 8(2), 28-38.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2553). *การวัดผลการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กทม: ประสานการพิมพ์.
- สมสุข ชีระพิจิตร. (2547). *เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์*. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2551). *ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง*. [ม.ป.ท.].
- สำนักงานวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2561). *สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2561*. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.newonetestresult.niets.or.th/>. 11 มีนาคม 2563.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2549). *เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการเผยแพร่ขยายผลและอบรมรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดระดับสูง*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ สำหรับอนาคต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (กันยายน-ตุลาคม 2557). ความเข้าใจคลาดเคลื่อนในการจัดห้องเรียนแบบสืบเสาะและแนวทางปรับความเข้าใจ. *วิวัฒนาการของการรับเสียงในสัตว์มีกระดูกสันหลัง*. 42(190), 4-8.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ ชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 1*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค.
- ส่องหล้า ตันจินดาประทีป. (2554). *การใช้เทคนิคผังกราฟิกประกอบการเรียนการสอนเรื่อง สารสนเทศและเรื่องการจัดหมวดหมู่หนังสือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้ การงานอาชีพและเทคโนโลยี โรงเรียนสุรนารีวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 31*. ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- สุวพร พาวิณีจ. (กรกฎาคม-ธันวาคม 2556). การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร โดยใช้กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และแผนผังมโนทัศน์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*. 5(10), 85-98.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *กลยุทธ์...การสอนคิดเชิงมโนทัศน์*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *การบูรณาการหลักสูตรและการเรียนการสอน โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ : ดวงกมลสมัย.
- อิทธิเดช น้อยไม้. (กุมภาพันธ์-พฤษภาคม 2555). การจัดการเรียนรู้สังคมศึกษาโดยใช้ผังกราฟิก เป็นเครื่องมือพัฒนาทักษะการคิด. *วารสารศึกษาศาสตร์*. 23(2), 11-23.
- อนูวัติ คุณแก้ว. (2558). *การวัดผลและประเมินผลการศึกษาแนวใหม่*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- American Association for the Advancement of Science. (1970). *American Association for the Advancement of Science Project 2061: Science for All Americans*. Washington, DC : AAAS.
- Biological Sciences Curriculum Study [BSCS].(2006). *BSCS Science: An Inquiry Approach*. Dubuque, IA : Kendall/Hunt.
- Campbell, A. (2006). *The Effects of the 5E Learning Cycle Model on Students, Understanding of Force and Motion Concept*. M.Ed. Thesis University of Central Florida.
- Clark, John H. (1990). *Pattern of Thinking : Integrating Learning Skills in Content Teaching*. Boston : Allyn and Bacon.
- Clark, John H. (1991). Using visual organizers to focus on thinking. *Journal Of Reading*. 34(7), 526-534.

- Damawati, N. A. C. and Juanda E. A. (January 2016). The effect of inquiry based learning on the reasoning ability of grade vii students about heat concept. *Journal Pendidikan Fisika Indonesia*. 12(1), 19-25.
- Deborah O Maxwell et al. (January 2015). Effects of using inquiry-based learning on science achievement for fifth-grade students. *Asia-Pacific Forum On Science Learning And Teaching*. 16(1), 1-30.
- Kagan, S. and Kagan, M. (1998). *Multiple intelligences*. California : Kagan Cooperative Learning.
- Leyla Ayverdi. (2014). Usage of graphic organizer in science and technology. *Procedia-Social And Behavioral Sciences*. 2014(116), 4264-4269.
- Marija Ropic. (2012). Web graphic organizers as an advanced strategy for teaching science textbook reading comprehension. *Problems of education in the 21st century*. 2012(41), 87.
- Maslow, Abraham. (1970). *Motivation And Personality*. New York : Harper and Row Publishers.
- Michaela Kostelníková and Miroslava Ožvoldová. (2013). Inquiry in physics classes by means of remote experiments. *Procedia-Social And Behavioral Sciences*. 2013(89), 133-138.
- Pinar and Filiz (January 2010). The effects of inquiry-based learning on elementary students' conceptual understanding of matter, scientific process skills and science attitudes. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 2010(2), 1190-1194.
- Rice, G.E. (1994). Need for Explanation in Graphic Organizer. *Reading Psychology. An International Quarterly*. 37, 39-67.
- Robinson, Daniel H. (1998). Graphic organizers as aids to text learning. *Reading Research and Instruction*. 37, 85-105.



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
รหัสวิชา ว21101 รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน	ภาคเรียนที่ 1/2562
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ธาตุและสารประกอบ	เวลา 13 ชั่วโมง
เรื่อง จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม	เวลา 2 ชั่วโมง
โรงเรียนวาปีปทุม	
ผู้สอน นางสาววิศรา ชากำนัน	

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสาร องค์ประกอบของสารความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด ว 2.1 ม.1/4 เปรียบเทียบจุดเดือด จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสมโดยการวัดอุณหภูมิเขียนกราฟ แปลความหมายข้อมูลจากกราฟ หรือสารสนเทศ

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- อธิบายจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสมได้ (K)
- ทดลองและวัดอุณหภูมิหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสมได้ (P)
- เขียนแผนผังกราฟเกี่ยวกับจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสมได้ (P)
- มีความละเอียดรอบคอบ คิดไตร่ตรอง มีเหตุผล และสื่อสารข้อมูลถูกต้อง (A)

3. แนวคิด

สารแต่ละชนิดมีจุดหลอมเหลวแตกต่างกัน สารบริสุทธิ์จะมีจุดหลอมเหลวคงที่ และมีช่วงอุณหภูมิการหลอมเหลวแคบ ส่วนสารผสมจะมีจุดหลอมเหลวไม่คงที่ และมีช่วงอุณหภูมิการหลอมเหลวกว้าง

4. สารการเรียนรู้

ความรู้

- จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์
- จุดหลอมเหลวของสารผสม

ทักษะ/กระบวนการ

- ทักษะการสังเกต
- ทักษะการวัด
- ทักษะการตั้งสมมติฐาน
- ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
- ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
- ทักษะการทดลอง
- ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีความละเอียดรอบคอบ
- คิดไตร่ตรองมีเหตุผล
- สื่อสารข้อมูลถูกต้อง

5. กิจกรรมการเรียนรู้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

5.1.1 ครูทักทายและสนทนาซักถามนักเรียนถึงองค์ประกอบและจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารผสมว่าเป็นอย่างไร เพื่อเป็นการทบทวนความรู้เดิมจากการเรียนเรื่อง จุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารผสม

5.1.2 นักเรียนร่วมกันสนทนาแสดงความคิดเห็น โดยครูจัดบันทึกสิ่งที่นักเรียนร่วมกันตอบคำถามลงในกระดานเป็นผังที่ชาร์ต (T-Chart) เพื่อให้นักเรียนเห็นคำตอบในประเด็นต่างๆ

ตัวอย่างผังที่ชาร์ตแสดงองค์ประกอบและจุดเดือคของสารบริสุทธิ์และสารผสม

สารบริสุทธิ์	สารผสม
<ul style="list-style-type: none"> • สารเนื้อเดียวที่ประกอบด้วยเนื้อสารเพียงชนิดเดียว เช่น น้ำบริสุทธิ์ • จุดเดือคคงที่ 	<ul style="list-style-type: none"> • สารเนื้อเดียวที่ประกอบด้วยสารบริสุทธิ์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมาผสมกัน เช่น น้ำเกลือ • เป็นสารผสมระหว่างน้ำและเกลือ • จุดเดือคไม่คงที่

5.1.3 ครูชี้มนักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการตอบคำถาม

5.1.4 ครูให้นักเรียนตอบคำถาม เพื่อโยงเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียน

- นักเรียนคิดว่าจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสมเป็นอย่างไร

(แนวคำตอบ นักเรียนแต่ละคนจะตอบคำถามแตกต่างกันขึ้นอยู่กับประสบการณ์ที่ผ่านมาของนักเรียน โดยครูให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์และตอบคำถาม)

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

5.2.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน เพื่อเข้าสู่กิจกรรมที่ 2 เรื่อง จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม โดยครูให้นักเรียนศึกษาวิธีทำการทดลองในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม ซึ่งใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการปฏิบัติกิจกรรมดังนี้

- ตั้งสมมติฐาน กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมในการทดลอง

- สังเกต วัดอุณหภูมิ บันทึกผล และเขียนกราฟจุดหลอมเหลวของแฉฟทาลีน (สารบริสุทธิ์) และกรดเบนโซอิกในแฉฟทาลีน (สารผสม)

- วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

5.2.2 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปขั้นตอนการทดลอง เรื่อง จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม โดยใช้ผังลำดับขั้นตอน (Sequential map) บนกระดาน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจกรอบแนวคิดการปฏิบัติกิจกรรมในวันนี้

ตัวอย่างผังลำดับขั้นตอนแสดงขั้นตอนการทดลอง
เรื่อง จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม

ขั้นที่ 1 นำหลอดคะปิลลารีไปหลอม จนปลายด้านหนึ่งปิด

ขั้นที่ 2 บรรจุเนฟทาลินลงในหลอดคะปิลลารี ปริมาณหลอดละ 0.2 cm

ขั้นที่ 3 ใช้ด้ายพันหลอดคะปิลลารียึดติดกับเทอร์มอมิเตอร์
จากนั้นจุ่มลงในบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำ 60 ml

ขั้นที่ 4 ต้มน้ำในบีกเกอร์ และใช้แท่งแก้วคนสารตลอดเวลา

ขั้นที่ 5 วัดอุณหภูมิเนฟทาลินขณะที่เริ่มหลอมเหลวและหลอมเหลวหมด

ขั้นที่ 6 บันทึกผลการทดลอง และทำการทดลองซ้ำจำนวน 2 ครั้ง

ขั้นที่ 7 ทำการทดลองเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 1-6 โดยใช้สารละลายกรดเบนโซอิก
ในเนฟทาลินแทนเนฟทาลินบริสุทธิ์

ขั้นที่ 8 เขียนกราฟจุดหลอมเหลวของเนฟทาลินและกรดเบนโซอิกในเนฟทาลิน

ขั้นที่ 9 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

5.3 **ข้ออธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)**

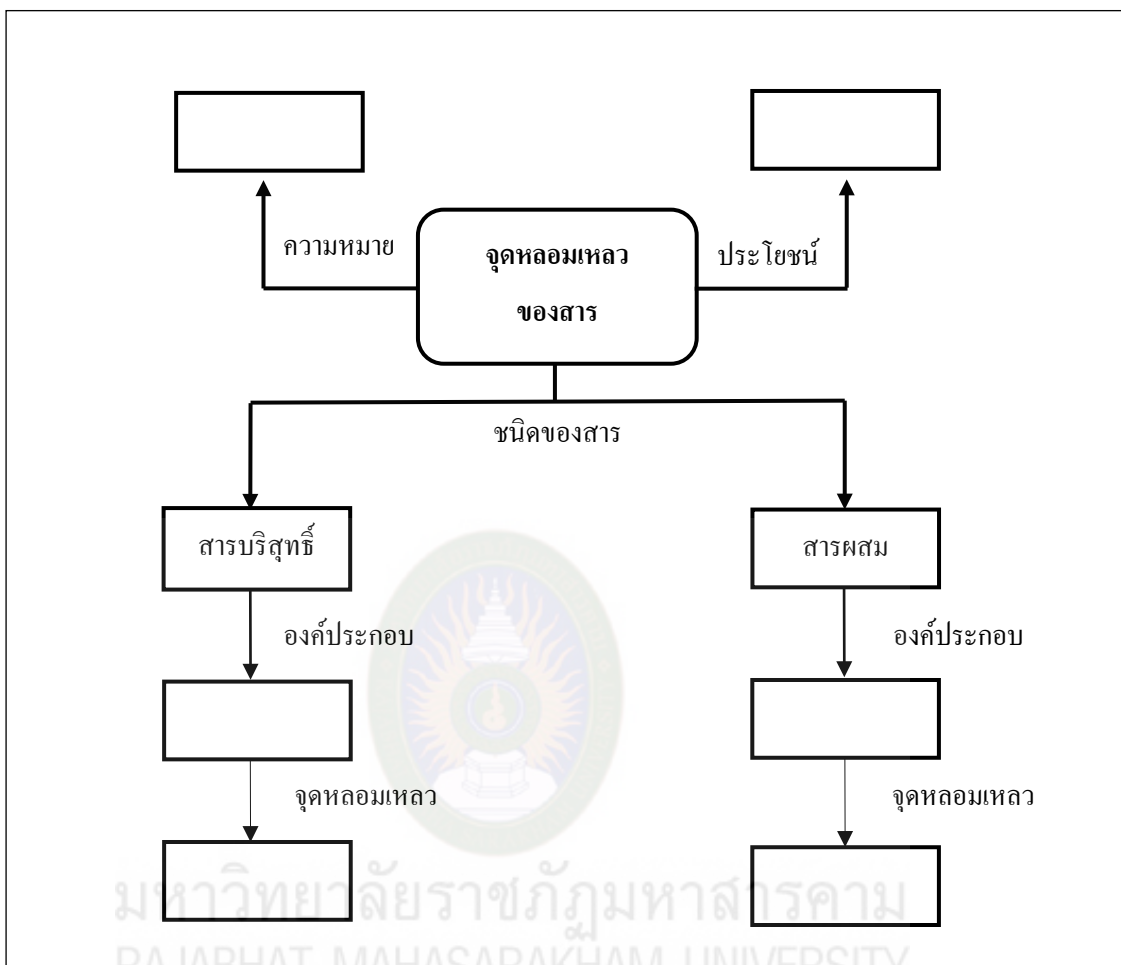
5.3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลองว่า จากการสังเกตแนฟทาลินที่เป็นสารบริสุทธิ์จะมีช่วงอุณหภูมิการหลอมเหลวค่อนข้างแคบ ไม่หลอมเหลวหมดที่อุณหภูมิเดียวกัน เนื่องจากโดยทั่วไปสารบริสุทธิ์มักอาจมีสิ่งเจือปนอยู่บ้าง และมีจุดหลอมเหลวสูงกว่าสารผสม สังเกตได้จากกรดเบนโซอิกในแนฟทาลินที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ และมีช่วงอุณหภูมิการหลอมเหลวกว้าง เพราะแนฟทาลินมีกรดเบนโซอิกเจือปนมาก

5.3.2 นักเรียนรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรม และศึกษาเพิ่มเติมจากหนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 1 เพื่อสรุปความรู้ที่ได้สร้างเป็นผังมโนทัศน์ (Concept map) เรื่อง จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม ดังนี้

- จุดหลอมเหลวของสาร เป็นมโนทัศน์หลัก
- ความหมายของจุดหลอมเหลว ชนิดสารบริสุทธิ์ ชนิดสารผสม ประโยชน์จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม เป็นมโนทัศน์รอง
- องค์ประกอบของสารบริสุทธิ์ องค์ประกอบของสารผสม เป็นมโนทัศน์ย่อย
- จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์ จุดหลอมเหลวของสารผสม เป็นมโนทัศน์ที่

เฉพาะเจาะจง

ตัวอย่างผังมโนทัศน์ เรื่อง จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม



5.4 ขยายความรู้ (Elaboration)

5.4.1 ครูสุ่มเลือกนักเรียนในการนำเสนอผังมโนทัศน์ (Concept map) เรื่อง จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน พร้อมกับเสนอประเด็นอื่นๆ เพิ่มเติมเพื่อความสมบูรณ์ของเนื้อหา

5.4.2 ครูยกตัวอย่างคุณสมบัติจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสมกับการนำไปใช้ประโยชน์ ดังนี้

- ในด้านอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมปิโตรเลียม โดยใช้ในการกลั่นลำดับส่วนของน้ำมันดิบ ซึ่งสารแต่ละชนิดมีจุดหลอมเหลวที่แตกต่างกัน

- ในด้านการแพทย์ เช่น การวิเคราะห์สารเพื่อนำไปผลิตยา และการวิเคราะห์ความบริสุทธิ์ของเกลือในการทำน้ำเกลือ สำหรับผู้ป่วยในโรงพยาบาล

5.5 **ขั้นวัดและประเมินผล (Evaluation)**

5.5.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการใช้ผังมโนทัศน์กับเนื้อหาบทเรียน โดยมีการซักถาม อภิปรายและสรุปให้นักเรียนเกิดความเข้าใจจนกระจ่างเกี่ยวกับ เรื่อง จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม

5.5.2 ครูประเมินจากใบงานที่ 2 เรื่อง จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม

5.5.3 ครูประเมินจากใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม

5.5.4 ครูประเมินจากผังมโนทัศน์ เรื่อง จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม

5.5.5 ครูประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน

6. **สื่อและอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้**

6.1 **สื่อการเรียนรู้**

1. ผังมโนทัศน์ เรื่อง จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม
 2. ผังที่ชาร์ตแสดงองค์ประกอบและจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารผสม
 3. ผังลำดับขั้นตอนแสดงขั้นตอนการทดลอง เรื่อง จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม

4. ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม

5. ใบงานที่ 2 เรื่อง จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม

6. หนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ม.1 เล่ม 1 สสวท.

7. หนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ม.1 เล่ม 1 นิยมวิทยา

8. Power Point นำเสนอความรู้ เรื่อง จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม

6.2 **แหล่งการเรียนรู้**

1. อินเทอร์เน็ต

7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

รายการประเมิน	เครื่องมือ	วิธีการประเมิน	เกณฑ์การประเมินผล
1. ด้านพุทธิพิสัย			
- อธิบายจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสมได้	- ใบงานที่ 2 เรื่อง จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม	- การตรวจให้คะแนน	ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 70 ขึ้นไป
2. ด้านทักษะพิสัย			
- ทดลองและวัดอุณหภูมิหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสมได้	- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม	- สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม - ตรวจจากใบรายงานการปฏิบัติกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับพอใช้ หรือระดับ 2 ขึ้นไป
- เขียนแผนผังกราฟิกเกี่ยวกับจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสมได้	- ผังมโนทัศน์ เรื่อง จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม	- การตรวจให้คะแนน	ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. ด้านจิตพิสัย			
- มีความละเอียดรอบคอบ - คิดไตร่ตรองมีเหตุผล - สื่อสารข้อมูลถูกต้อง	- แบบประเมินผลด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตจากพฤติกรรมระหว่างเรียน	ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับพอใช้ หรือระดับ 2 ขึ้นไป

8. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

8.1 ผลการจัดการเรียนรู้

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

8.2 ปัญหา/อุปสรรค

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

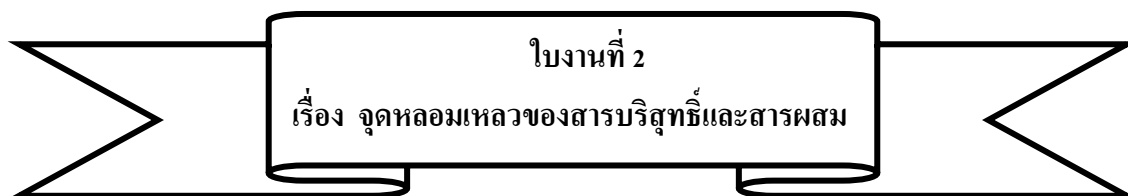
8.3 ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

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

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาววิศรา ชากำนัน)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.



ชื่อ – สกุล..... ชั้น ม.1/..... เลขที่.....

จุดประสงค์ เปรียบเทียบจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสมได้

ตอนที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ หน้าประโยคที่ถูกต้อง และทำเครื่องหมาย ✗ หน้าประโยคที่ไม่ถูกต้อง

-1. จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์จะไม่คงที่ ส่วนสารผสมจะคงที่
-2. จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์จะมีช่วงอุณหภูมิแคบ หลอมเหลวหมดในอุณหภูมิเดียวกัน
-3. จุดหลอมเหลวของสารผสมจะมีช่วงอุณหภูมิกว้าง
-4. แนฟทาลินมีจุดหลอมเหลวกว้างกว่ากรดเบนโซอิกในแนฟทาลิน
-5. สาร A และสาร B มีช่วงอุณหภูมิตั้งแต่หลอมเหลว $132.5 - 133\text{ }^{\circ}\text{C}$ และ $130 - 135\text{ }^{\circ}\text{C}$ ตามลำดับ ดังนั้น สาร A เป็นสารบริสุทธิ์

☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆

ตอนที่ 2

คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ที่สุด

1. จุดหลอมเหลวของน้ำกับน้ำเชื่อมแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

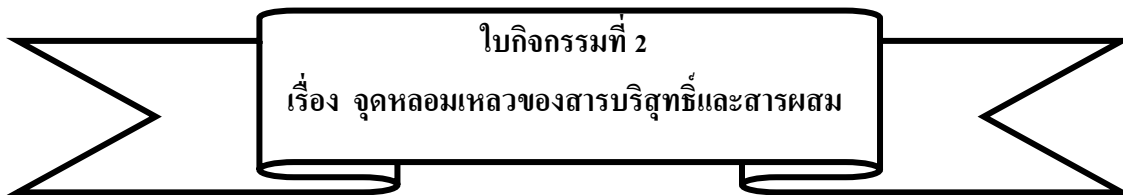
2. นำของเหลว A ซึ่งมีลักษณะใส ไม่มีสีไปประเหยแห้ง พบว่ามีของเหลว B เหลืออยู่ ของเหลว A มีจุดหลอมเหลวเป็นอย่างไร และเป็นสารชนิดใด.

.....

เกณฑ์การให้คะแนนการตรวจใบงาน

ข้อ	เกณฑ์การประเมิน			
	3	2	1	0
ตอนที่ 1 1 - 5	-	-	ตอบถูกต้อง	ตอบไม่ถูกต้อง
ตอนที่ 2 1	อธิบายว่าจุด หลอมเหลวของ น้ำกับน้ำเชื่อมมี ความแตกต่างกัน และอธิบายเหตุ ผลได้ถูกต้อง	อธิบายว่าจุด หลอมเหลวของน้ำ กับน้ำเชื่อมมีความ แตกต่างกัน และ อธิบายเหตุผลได้ เพียงจุด หลอมเหลวสูง แต่ อธิบายไม่ได้ว่าสาร นั้นเป็นสารชนิดใด	อธิบายว่าจุด หลอมเหลวของน้ำ กับน้ำเชื่อมมีความ แตกต่างกัน แต่ไม่ สามารถอธิบาย เหตุผลเพิ่มเติมได้	อธิบายไม่ได้ว่าจุด หลอมเหลวของน้ำ กับน้ำเชื่อมมีความ แตกต่างกันอย่างไร และไม่สามารถ อธิบายเหตุผลได้
2	อธิบายชนิดของ สาร พร้อมทั้ง อธิบายเหตุผลได้ ถูกต้อง ชัดเจน ครบถ้วน และ อธิบายจุด หลอมเหลวของ สารได้ถูกต้อง	อธิบายชนิดของ สาร พร้อมทั้ง อธิบายเหตุผลได้ ถูกต้อง แต่ยังไม่ ชัดเจน ครบถ้วน และอธิบายจุด หลอมเหลวของ สารได้ถูกต้อง	อธิบายชนิดของ สารได้ถูกต้อง แต่ ไม่สามารถอธิบาย เหตุผลเพิ่มเติมได้ และอธิบายจุด หลอมเหลวของ สารได้ถูกต้อง	อธิบายชนิดของ สาร พร้อมทั้ง อธิบายเหตุผลไม่ ถูกต้อง และอธิบาย จุดหลอมเหลวของ สารไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การผ่าน : ร้อยละ 70 ขึ้นไป



กลุ่ม..... ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/.....

ชื่อ.....	สกุล.....	เลขที่.....	หน้าที่.....	ประธาน
ชื่อ.....	สกุล.....	เลขที่.....	หน้าที่.....	รองประธาน
ชื่อ.....	สกุล.....	เลขที่.....	หน้าที่.....	เลขานุการ
ชื่อ.....	สกุล.....	เลขที่.....	หน้าที่.....	สมาชิก
ชื่อ.....	สกุล.....	เลขที่.....	หน้าที่.....	สมาชิก
ชื่อ.....	สกุล.....	เลขที่.....	หน้าที่.....	สมาชิก

วัตถุประสงค์

ทดลองและวัดอุณหภูมิหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์ (เนฟทาไลน์บริสุทธิ์) และสารผสม (สารละลายกรดเบนโซอิกในเนฟทาไลน์)

คำชี้แจง

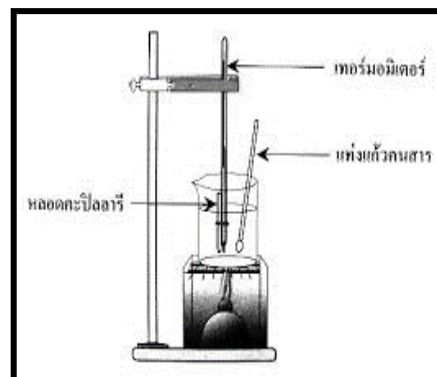
ให้นักเรียนทำกิจกรรมตามขั้นตอนที่กำหนดให้ พร้อมทั้งบันทึกผลและสรุปผลการทดลองให้ถูกต้อง ครบถ้วน และสมบูรณ์

วัสดุและอุปกรณ์

1. บีกเกอร์ขนาด 100 ml
2. เทอร์มอมิเตอร์ขนาด 200 °C
3. ตะเกียงแอลกอฮอล์
4. ขาดั่งและด้ามจับ
5. ไฟแช็ก
6. หลอดคะปิลารี
7. แท่งแก้วคนสาร
8. ค่าย
9. เนฟทาไลน์บริสุทธิ์บดละเอียด
10. สารละลายกรดเบนโซอิกในเนฟทาไลน์ ความเข้มข้น 0.5 mol/kg

ขั้นตอนการทดลอง

1. นำหลอดคะปิลลารีไปหลอมจนปลายด้านหนึ่งปิด
2. บรรจุเนฟทาลินบริสุทธิ์ลงไปหลอดคะปิลลารีที่หลอมจนปลายด้านหนึ่งปิดให้สูงประมาณ 0.2 cm
3. ใช้ด้ายพันหลอดคะปิลลารียึดติดกับเทอร์มอมิเตอร์ แล้วจุ่มลงในบีกเกอร์ ซึ่งบรรจุน้ำ 60 ml
4. ต้มน้ำในบีกเกอร์แล้วใช้แท่งแก้วคนสารคนตลอดเวลา สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงในหลอดคะปิลลารี บันทึกอุณหภูมิเมื่อสารในหลอดคะปิลลารีเริ่มหลอมเหลว และหลอมเหลวหมด พร้อมระบุเวลาด้วย



5. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1-3 โดยใช้สารละลายกรดเบนโซอิกในเนฟทาลินเข้มข้น 0.5 mol/kg โดยผสมกรดเบนโซอิก 0.3 g กับเนฟทาลิน 5 g แทนเนฟทาลินบริสุทธิ์

สมมติฐาน คือ

นิยามเชิงปฏิบัติการในการทดลอง คือ

ตัวแปรต้น คือ

ตัวแปรตาม คือ

ตัวแปรควบคุม คือ

ตารางบันทึกผลการทดลองของแนฟทาไลน์บริสุทธิ์

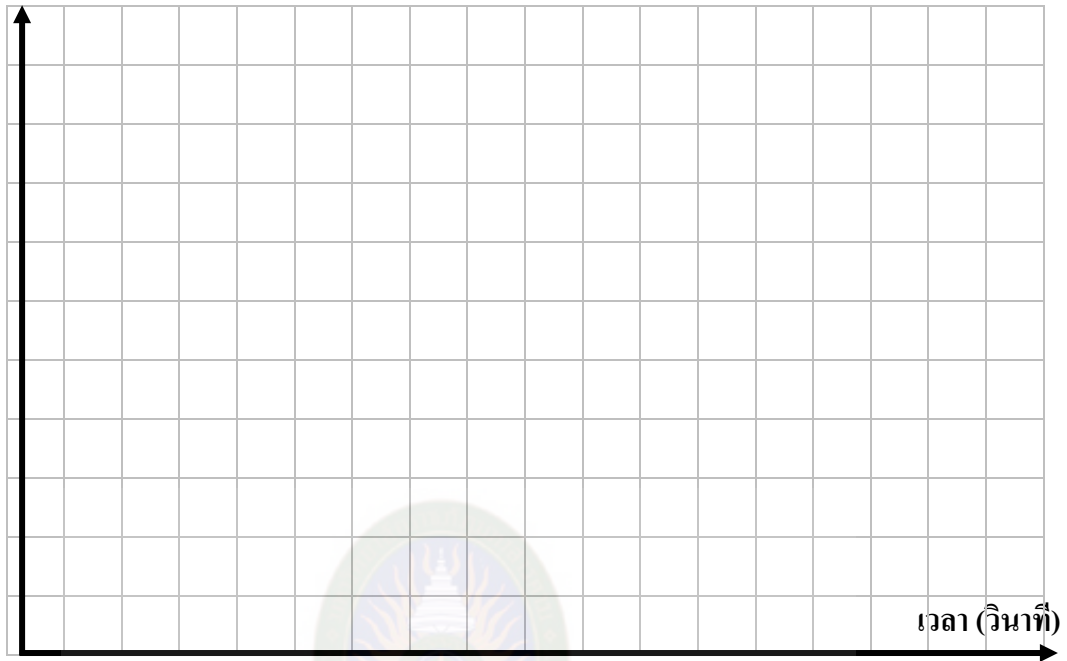
ครั้งที่	อุณหภูมิ (°C)		ช่วงอุณหภูมิที่ หลอมเหลว (°C)	จุด หลอมเหลว (°C)	เวลา (วินาที)	
	เริ่มหลอม	หลอมหมด			เริ่มหลอม	หลอมหมด
1						
2						
3						
เฉลี่ย						

ตารางบันทึกผลการทดลองของสารละลายกรดเบนโซอิกในแนฟทาไลน์

ครั้งที่	อุณหภูมิ (°C)		ช่วงอุณหภูมิที่ หลอมเหลว (°C)	จุด หลอมเหลว (°C)	เวลา (วินาที)	
	เริ่มหลอม	หลอมหมด			เริ่มหลอม	หลอมหมด
1						
2						
3						
เฉลี่ย						

กราฟแสดงอุณหภูมิกับเวลา

อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



สรุปผลการทดลอง

.....

..... มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

..... RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

.....

.....

แบบประเมินใบรายงานการปฏิบัติกิจกรรมที่ 2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ธาตุและสารประกอบ รหัสวิชา ว21101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม

คำชี้แจง ครูประเมินจากการปฏิบัติกิจกรรมและใบรายงานการปฏิบัติกิจกรรมของผู้เรียน
 แล้วบันทึกระดับคะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

กลุ่มที่	รายการประเมิน							คะแนนที่ได้	ผลการประเมิน	
	จากการสังเกต		จากการตรวจใบรายงานการปฏิบัติกิจกรรม						ผ่าน	ไม่ผ่าน
	ทักษะการสังเกต	ทักษะการวัด	ทักษะการตั้งสมมติฐาน	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	ทักษะการทดลอง	ทักษะการแปลความหมายข้อสังเกตและข้อสรุป			
	3	3	3	3	3	3	3	21		

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(นางสาววิศรา ชากำนัน)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

เกณฑ์การประเมินการปฏิบัติกิจกรรมที่ 2 จากการสังเกต

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. ทักษะการสังเกต	อธิบายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้อย่างละเอียด ครบถ้วน ชัดเจน	อธิบายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้ แต่ยังไม่ชัดเจน	ไม่สามารถบรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้
2. ทักษะการวัด	เลือกใช้เครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด และใช้เครื่องมือในการวัดได้ถูกต้อง	เลือกใช้เครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด แต่ใช้เครื่องมือในการวัดไม่ถูกต้อง	ไม่สามารถเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับสิ่งที่วัด และทำการวัดไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมินการปฏิบัติกิจกรรมที่ 2 จากการตรวจใบรายงานการปฏิบัติกิจกรรม

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	ใบรายงานแสดงสมมติฐานที่มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามทุกตัวแปร เขียนได้ถูกต้องตามเรื่องที่ทดลอง	ใบรายงานแสดงสมมติฐานที่เห็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามหนึ่งตัวแปร ได้ถูกต้องบางส่วนกับเรื่องที่ทดลอง	ใบรายงานแสดงสมมติฐานที่ไม่เห็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ กับตัวแปรตาม	ไม่เขียน
2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	การกำหนดความหมายและขอบเขตของสิ่งที่ต้องทดลองได้ครอบคลุม โดย	การกำหนดความหมายและขอบเขตของสิ่งที่ต้องทดลองได้บางส่วน โดย	การกำหนดความหมายและขอบเขตของสิ่งที่ต้องทดลองได้น้อย หรือไม่สอดคล้อง	ไม่เขียน

เกณฑ์การประเมินการปฏิบัติกิจกรรมที่ 2 จากการตรวจใบรายงานการปฏิบัติกิจกรรม (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (ต่อ)	สอดคล้องกับสิ่งที่สังเกตและวัดได้ตามเรื่องที่ทดลอง	สอดคล้องกับสิ่งที่สังเกตและวัดได้ตามเรื่องที่ทดลอง	กับสิ่งที่สังเกตและวัดได้	
3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	ใบรายงานระบุตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้ครบ และถูกต้องตามเรื่องที่ทดลอง	ใบรายงานระบุตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้อย่างน้อยสองตัวแปรและถูกต้องตามเรื่องที่ทดลอง	ใบรายงานระบุตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้อย่างเพียงหนึ่งตัวแปรที่ถูกต้องตามเรื่องที่ทดลอง	ไม่เขียน
4. ทักษะการทดลอง	ออกแบบการทดลองเป็นขั้นตอนตามลำดับ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และบันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง	ออกแบบการทดลองเป็นบางขั้นตอน ไม่ลำดับขั้นตอน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และบันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง	ออกแบบการทดลองไม่เป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และบันทึกผลการทดลองได้ถูกต้องน้อยมาก	ไม่เขียน
5. ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	- ใบรายงานแสดงให้เห็นว่ามีการใช้ทุกข้อมูลในการนำไปบรรยาย และมีการใช้ข้อมูล	ใบรายงานแสดงให้เห็นว่ามีการใช้บางข้อมูลในการนำไปบรรยาย และมีการ	ใบรายงานแสดงให้เห็นว่าไม่มีการใช้ข้อมูลในการนำไปบรรยาย แต่ไม่มี	ไม่เขียน

เกณฑ์การประเมินการปฏิบัติกิจกรรมที่ 2 จากการตรวจใบรายงานการปฏิบัติกิจกรรม (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
5. ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	ใช้ข้อมูลทั้งหมดจากการสังเกตมา - สรุปผลการทดลองแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ได้ถูกต้องทั้งหมด	ใช้ข้อมูลบางส่วนจากการสังเกตมา - สรุปผลการทดลองแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ได้ถูกต้องบางส่วน	การใช้ข้อมูลจากการสังเกตมา - สรุปผลการทดลองแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม	ไม่เขียน

เกณฑ์ระดับคุณภาพการประเมิน

ระดับคะแนน	ระดับคุณภาพ
15 - 21	ดี หรือ ระดับ 3
8 - 14	พอใช้ หรือ ระดับ 2
1 - 7	ปรับปรุง หรือ ระดับ 1

เกณฑ์การผ่าน : ระดับพอใช้ หรือระดับ 2 ขึ้นไป

ผังมโนทัศน์ เรื่อง จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม

ชื่อ – สกุล..... ชั้น ม.1/..... เลขที่.....
 คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแผนผังมโนทัศน์สรุปเนื้อหาที่ได้จากการเรียนรู้ เรื่อง จุดหลอมเหลว
 ของสารบริสุทธิ์และสารผสม



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินผังกราฟิก

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ธาตุและสารประกอบ รหัสวิชา ว21101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม

คำชี้แจง ให้ผู้สอนตรวจผังกราฟิก แล้วบันทึกระดับคะแนนลงในตาราง โดยใช้เกณฑ์การประเมินผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

เลขที่	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน			คะแนนที่ได้	ร้อยละ	ผลการประเมิน	
		เนื้อหา	การนำเสนอเนื้อหา	การออกแบบและความคิดสร้างสรรค์			ผ่าน	ไม่ผ่าน
		3	3	3	9	70		

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

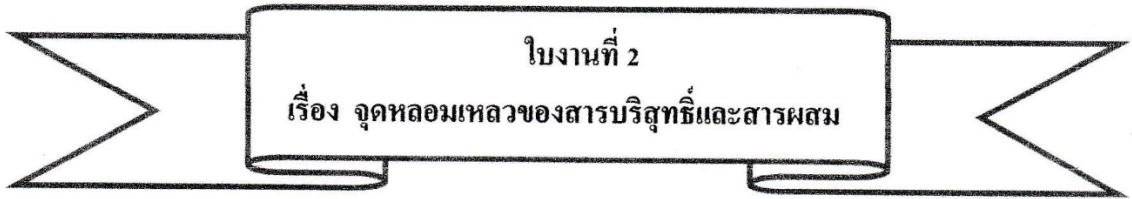
(นางสาววิศรา ชากำนัน)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

เกณฑ์การประเมินผังกราฟิก

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. เนื้อหา	เขียนอธิบายเนื้อหาที่ศึกษามาอย่างดีมาก เนื้อหาครอบคลุมและมีความสัมพันธ์กับหัวเรื่อง มีการสรุปความคิดเห็น โดยใช้เหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผล	เขียนอธิบายเนื้อหาที่ศึกษามาอย่างดี เนื้อหาบางส่วนยังไม่ครอบคลุม แต่เนื้อหาที่มีความสัมพันธ์กับหัวเรื่อง มีการสรุปความคิดเห็นโดยใช้เหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผล	เขียนอธิบายเนื้อหาที่ศึกษามาอย่างปานกลาง เนื้อหาบางส่วนยังไม่ครอบคลุม และเนื้อหาที่นำเสนอบางส่วนไม่สัมพันธ์กับหัวเรื่อง ขาดสรุปความคิดเห็น โดยใช้เหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผล
2. การนำเสนอเนื้อหา	จัดเรียงลำดับเนื้อหาได้อย่างเหมาะสม เป็นระบบ และนำเสนอด้วยข้อมูลที่ถูกต้อง ครอบคลุมหัวข้อ และรายละเอียดที่สำคัญ ผู้อ่านสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย	จัดเรียงลำดับเนื้อหาได้อย่างเหมาะสม และนำเสนอด้วยข้อมูลที่ถูกต้อง แต่ยังไม่ครอบคลุมหัวข้อและรายละเอียดที่สำคัญ ผู้อ่านทำความเข้าใจได้บางส่วน	จัดเรียงลำดับเนื้อหาส่วนใหญ่ไม่เหมาะสม ไม่มีการนำเสนอข้อมูลที่ครอบคลุมและสำคัญ ผู้อ่านสับสนและไม่เข้าใจ
3. การออกแบบและความคิดสร้างสรรค์	ออกแบบและจัดวางข้อความได้อย่างเหมาะสม ชัดเจน เป็นระบบระเบียบ มีการใช้รูปภาพ ตัวอักษร และสีดึงดูดความสนใจได้มาก	ออกแบบและจัดวางข้อความได้อย่างเหมาะสม ชัดเจน เป็นระบบระเบียบ มีการใช้รูปภาพ ตัวอักษรและสีดึงดูดความสนใจได้ปานกลาง	ออกแบบและจัดวางข้อความได้อย่างเหมาะสม ชัดเจน แต่ไม่เป็นระบบระเบียบ ไม่สามารถดึงดูดความสนใจได้

เกณฑ์การผ่าน : ร้อยละ 70 ขึ้นไป



ชื่อ - สกุล..... อ. ณ. ตวัภักษณ์ ^๖ ทุ่งโคตร..... ชั้น ม.1/..... เลขที่..... ๖๖.....

จุดประสงค์ เปรียบเทียบจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสมได้

ตอนที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ หน้าประโยคที่ถูกต้อง และทำเครื่องหมาย ✗ หน้าประโยคที่ไม่ถูกต้อง

- ✗ 1. จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์จะไม่คงที่ ส่วนสารผสมจะคงที่
- ✗ 2. จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์จะมีช่วงอุณหภูมิแคบ หลอมเหลวหมดในอุณหภูมิเดียวกัน
- ✓ 3. จุดหลอมเหลวของสารผสมจะมีช่วงอุณหภูมิกว้าง
- ✗ 4. แนฟทาลินมีจุดหลอมเหลวกว้างกว่ากรดเบนโซอิกในแนฟทาลิน
- ✓ 5. สาร A และสาร B มีช่วงอุณหภูมิตั้งแต่หลอมเหลว $132.5 - 133\text{ }^{\circ}\text{C}$ และ $130 - 135\text{ }^{\circ}\text{C}$ ตามลำดับ ดังนั้น สาร A เป็นสารบริสุทธิ์



ตอนที่ 2

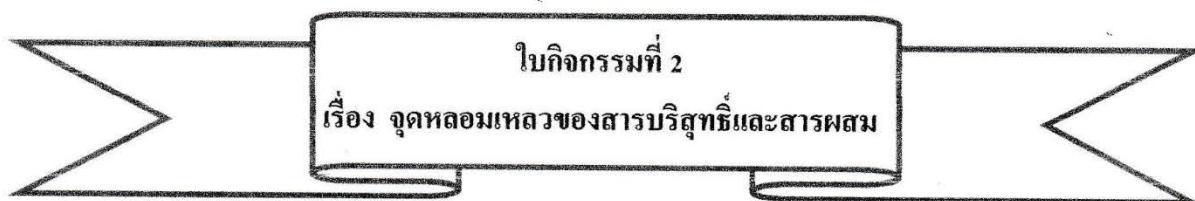
คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ที่สุด

1. จุดหลอมเหลวของน้ำกับน้ำเชื่อมแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

..... แตกต่างกัน เพราะ น้ำเป็นสารบริสุทธิ์มีจุดหลอมเหลวสูงกว่าน้ำเชื่อม
ซึ่งเป็นสารผสม.....

2. นำของเหลว A ซึ่งมีลักษณะใส ไม่มีสีไปประหยแห้ง พบว่ามีของเหลว B เหลืออยู่ ของเหลว A มีจุดหลอมเหลวเป็นอย่างไร และเป็นสารชนิดใด.

..... สาร A เป็นสารผสมที่เหลือจากสาร A ในของเหลว A มีจุดประหยแห้ง
ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป.....



กลุ่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 / 7

ชื่อ ด.ญ. อธิภา อาศ สกุด ปิงออสถ์ เลขที่ 40 หน้าที่ ประธาน
 ชื่อ ด.ญ. กัญญา อิศาส สกุด โฉกโชติ เลขที่ 21 หน้าที่ รองประธาน
 ชื่อ ด.ญ. อังกรรณิศา สกุด กำอชทาวัช เลขที่ 34 หน้าที่ เลขานุการ
 ชื่อ ด.ญ. ทพพร สกุด โทยพันธ์ เลขที่ 1 หน้าที่ สมาชิก
 ชื่อ ด.ญ. ศิลา สกุด ฝนกสิณี เลขที่ 98 หน้าที่ สมาชิก
 ชื่อ ด.ญ. ศิลา สกุด ฝนกสิณี เลขที่ 24 หน้าที่ สมาชิก

วัตถุประสงค์

ทดลองและวัดอุณหภูมิหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์ (แนฟทาลินบริสุทธิ์) และสารผสม (สารละลายกรดเบนโซอิกในแนฟทาลิน)

คำชี้แจง

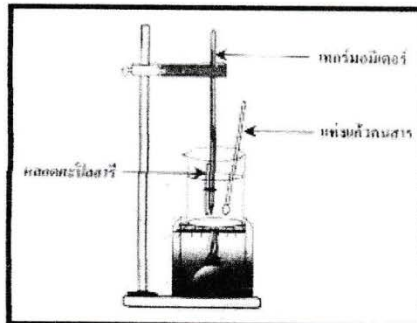
ให้นักเรียนทำกิจกรรมตามขั้นตอนที่กำหนดให้ พร้อมทั้งบันทึกผลและสรุปผลการทดลองให้ถูกต้อง ครบถ้วน และสมบูรณ์

วัสดุและอุปกรณ์

1. บีกเกอร์ขนาด 100 ml
2. เทอร์มอมิเตอร์ขนาด 200 °C
3. ตะเกียงแอลกอฮอล์
4. ขาดั่งและค้ำจับ
5. ไฟแช็ก
6. หลอดคะปิลารี
7. แท่งแก้วคนสาร
8. ค้ำย
9. แนฟทาลินบริสุทธิ์บดละเอียด
10. สารละลายกรดเบนโซอิกในแนฟทาลิน ความเข้มข้น 0.5 mol/kg

ขั้นตอนการทดลอง

- นำหลอดคะปิลลารีไปหาลอมจนปลายด้านหนึ่งปิด
- บรรจุเนฟทาลินบริสุทธิ์ลงไปในหลอดคะปิลลารีที่หาลอมจนปลายด้านหนึ่งปิดให้สูงประมาณ 0.2 cm
- ใช้ด้ายพันหลอดคะปิลลารียึดติดกับเทอร์มอมิเตอร์ แล้วจุ่มลงในบีกเกอร์ ซึ่งบรรจุน้ำ 60 ml
- ต้มน้ำในบีกเกอร์แล้วใช้แท่งแก้วคนสารคนตลอดเวลา สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงในหลอดคะปิลลารี บันทึกอุณหภูมิเมื่อสารในหลอดคะปิลลารีเริ่มหลอมเหลว และหลอมเหลวหมด พร้อมระบุเวลาด้วย



5. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1-3 โดยใช้สารละลายกรดเบนโซอิกในเนฟทาลินเข้มข้น 0.5 mol/kg โดยผสมกรดเบนโซอิก 0.3 g กับเนฟทาลิน 5 g แทนเนฟทาลินบริสุทธิ์

สมมติฐาน คือ เนฟทาลินเป็นผลึกที่แข็ง มีจุดหลอมเหลวสูงกว่าสารละลายตามปกติของเนฟทาลินในเนฟทาลิน

นิยมเชิงปฏิบัติการในการทดลอง คือ จุดหลอมเหลวที่จุดอุณหภูมิที่เริ่มเปลี่ยนแปลงสภาพของผลึกแข็งเป็นของเหลว

ตัวแปรต้น คือ สาร (เนฟทาลินบริสุทธิ์, สารละลายตามปกติของเนฟทาลินในเนฟทาลิน)

ตัวแปรตาม คือ จุดหลอมเหลวของสาร

ตัวแปรควบคุม คือ ปริมาณน้ำ, ปริมาณสาร, เวลาในการวัดอุณหภูมิ

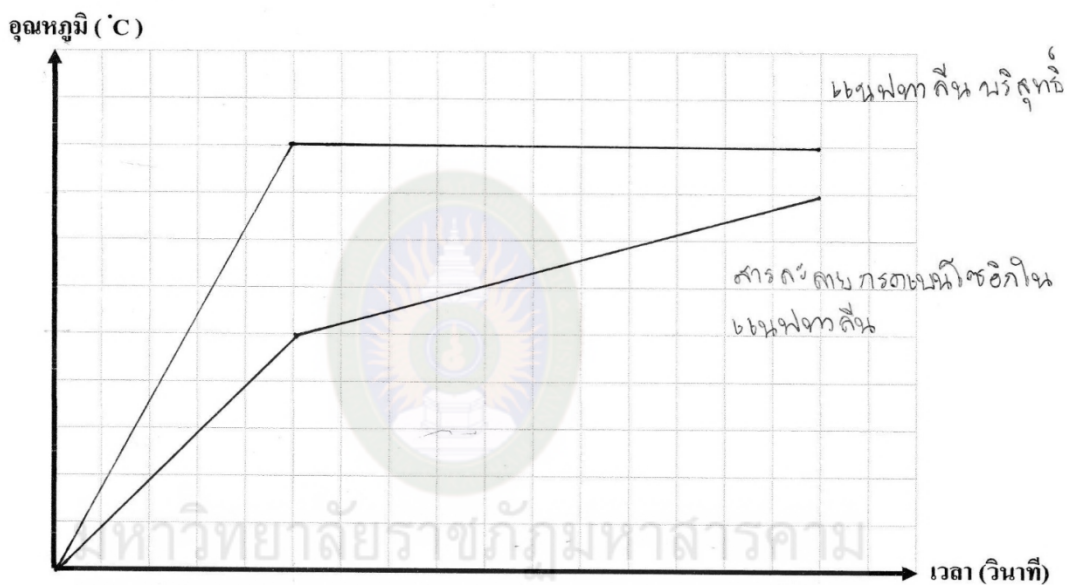
ตารางบันทึกผลการทดลองของเนฟทาลินบริสุทธิ์

ครั้งที่	อุณหภูมิ (°C)		ช่วงอุณหภูมิที่หลอมเหลว (°C)	จุดหลอมเหลว (°C)	เวลา (วินาที)	
	เริ่มหลอม	หลอมหมด			เริ่มหลอม	หลอมหมด
1	74.5	79.5	1.0	79.0	30	120
2	75.0	79.0	1.0	79.5	60	150
3	75.5	79.5	1.0	79.0	90	180
เฉลี่ย	75.3	79.3	1.0	79.7	60	143

ตารางบันทึกผลการทดลองของสารละลายกรดเบนโซอิกในเนฟทาลิน

ครั้งที่	อุณหภูมิ (°C)		ช่วงอุณหภูมิที่ หลอมเหลว (°C)	จุดหลอมเหลว (°C)	เวลา (วินาที)	
	เริ่มหลอม	หลอมหมด			เริ่มหลอม	หลอมหมด
1	72.0	76.5	3.5	74.4	70	120
2	72.5	76.0	3.5	74.3	60	130
3	73.0	76.5	3.5	74.4	90	180
เฉลี่ย	72.4	76.3	3.5	74.4	60	143

กราฟแสดงอุณหภูมิกับเวลา



สรุปผลการทดลอง


จากผลการทดลองการหาค่าจุดหลอมเหลวของเนฟทา ลิน ทาลีน และ สารละลาย กรดเบนโซอิกในเนฟทา ลิน พบว่า เบนฟลาจัน ซึ่งใช้เป็น สารบริสุทธิ์ มีจุดหลอมเหลวประมาณ 76.5 องศาเซลเซียส และจุดหลอมเหลวของสารละลาย กรดเบนโซอิกในเนฟทา ลิน คือ 74.4 องศาเซลเซียส ซึ่งต่ำกว่า สารบริสุทธิ์ และมีจุดหลอมเหลวประมาณ 74.4 องศาเซลเซียส ซึ่งต่ำกว่า สารบริสุทธิ์

ผังมโนทัศน์ เรื่อง จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม

ชื่อ - สกุล: ศ.ญ. กัญญ์ณวัชรินทร์ .. น.ศ. ภาชี ชั้น ม.1/...7..... เลขที่...2.1.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแผนผังมโนทัศน์สรุปเนื้อหาที่ได้จากการเรียนรู้ เรื่อง จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม





ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวาปีปทุม จำนวน 9 แผนการเรียนรู้ ขอให้ท่านพิจารณาความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญบันทึกรายละเอียดในส่วนข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุง แผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

เกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

รายการประเมินมีความเหมาะสมมากที่สุด	ให้	5	คะแนน
รายการประเมินมีความเหมาะสมมาก	ให้	4	คะแนน
รายการประเมินมีความเหมาะสมปานกลาง	ให้	3	คะแนน
รายการประเมินมีความเหมาะสมน้อย	ให้	2	คะแนน
รายการประเมินมีความเหมาะสมน้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การประเมิน

4.51 - 5.00	หมายถึง	รายการประเมินมีความเหมาะสมมากที่สุด
3.51 - 4.50	หมายถึง	รายการประเมินมีความเหมาะสมมาก
2.51 - 3.50	หมายถึง	รายการประเมินมีความเหมาะสมปานกลาง
1.51 - 2.50	หมายถึง	รายการประเมินมีความเหมาะสมน้อย
1.00 - 1.50	หมายถึง	รายการประเมินมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่
เรื่อง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. จุดประสงค์การเรียนรู้					
1.1 เป็นไปตามตัวชี้วัด					
1.2 มีความเป็นไปได้อ					
1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุไว้ชัดเจน					
2. สาระสำคัญ					
2.1 กระชับ					
2.2 เป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตร					
2.3 มีความหมายชัดเจน เข้าใจง่ายกับระดับชั้นของผู้เรียน (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1)					
3. สาระการเรียนรู้					
3.1 ความยากง่ายเหมาะสม					
3.2 เป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตร					
3.3 กำหนดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน					
4. เนื้อหา					
4.1 เนื้อหา และภาษา มีความถูกต้อง					
4.2 เนื้อหา มีความน่าเชื่อถือ					
4.3 เป็นไปตามตัวชี้วัด					
4.4 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่ทำการสอน					
5. กิจกรรมการเรียนรู้					
5.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสมตามขั้นตอนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก					
5.2 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1					
5.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น บูรณาการและการเรียนรู้ด้วยตนเอง					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
5. กิจกรรมการเรียนรู้ (ต่อ)					
5.4 ได้รับความสนใจ ให้ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้					
5.5 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่ม					
5.6 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรม					
6. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้					
6.1 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน					
6.2 เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรม					
6.3 ได้รับความสนใจต่อผู้เรียน					
7. การวัดและประเมินผล					
7.1 วัดได้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้					
7.2 ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม					
7.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินมีความหลากหลาย					
7.4 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้					
7.1 วัดได้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หมายถึง ความชำนาญในการใช้กระบวนการคิด เพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เป็นพื้นฐานในการพัฒนา วัดโดยใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นความรู้ทั่วไปทางวิทยาศาสตร์ โดยข้อสอบอยู่ในกรอบแนวคิดของสมาคมส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (AAAS) ซึ่งเป็นข้อสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ แบ่งออกเป็น 5 ทักษะ ประกอบด้วย

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการให้คำอธิบาย ซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้นๆ ต่อไป
2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่างๆ ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตและวัดได้
3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม
4. ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบสมมติฐาน โดยการทดลอง โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง และการบันทึกผลการทดลอง
5. ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำและอยู่ในรูปแบบที่ใช้ในการสื่อความหมายแล้ว และสามารถลงข้อสรุปโดยการนำเอาความหมายข้อมูลที่ได้ทั้งหมดสรุปให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษาภายในขอบเขตการทดลองนั้นๆ

คำชี้แจง

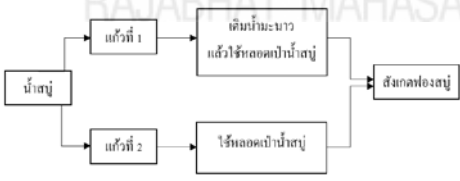
แบบประเมินนี้จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องข้อคำถามกับองค์ประกอบในแต่ละด้านของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ครอบคลุม 5 ด้าน ได้แก่ 1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 4. ทักษะการทดลอง 5. ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ขอให้ท่านพิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในแต่ละข้อ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญโปรดบันทึกรายละเอียดในส่วนข้อเสนอแนะในหัวข้อที่ควรปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ถ้าข้อคำถามวัดได้ตรงตามองค์ประกอบ	ให้	+1	คะแนน
ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามองค์ประกอบ	ให้	0	คะแนน
ถ้าข้อคำถามวัดไม่ได้ตรงตามองค์ประกอบ	ให้	-1	คะแนน

แบบประเมินคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ข้อคำถาม	ผลการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
ด้านที่ 1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (ข้อที่ 1-12)				
1. หนูนึกปลูกถั่วงอกไว้บริเวณพื้นที่กลางแจ้งและบริเวณพื้นที่ในร่ม แล้วสังเกตการณ์เจริญเติบโตของถั่วงอก สมมติฐานนี้คือข้อใด				
ก. แสงแดดไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วงอก				
ข. ถั่วงอกที่ปลูกบริเวณพื้นที่กลางแจ้งจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าถั่วงอกที่ปลูกบริเวณพื้นที่ในร่ม				
ค. พื้นที่ในการปลูกมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของถั่วงอก				
ง. บริเวณพื้นที่ในร่ม ถั่วงอกจะเจริญเติบโตช้ากว่าบริเวณพื้นที่กลางแจ้ง				

ข้อคำถาม			ผลการประเมิน			ข้อเสนอแนะ																	
			+1	0	-1																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ตัวที่</th> <th>ความยาวในการตัดขนสุนัข (เซนติเมตร)</th> <th>ความยาวขนสุนัขที่เกิดขึ้นใหม่ (เซนติเมตร)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>ไม่ตัด</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>5</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table> <p>จากข้อมูลข้างต้น นักเรียนจะตั้งสมมติฐานของการทดลองนี้ว่าอย่างไร</p> <p>ก. ขนของสุนัขแต่ละเส้นมีความสามารถในการยาวไม่เท่ากัน</p> <p>ข. ความยาวขนสุนัขที่เกิดขึ้นใหม่ขึ้นอยู่กับความชำนาญและวิธีในการตัดขน</p> <p>ค. ความยาวขนสุนัขที่เกิดขึ้นใหม่จะสัมพันธ์กับเวลาและความยาวในการตัดขน</p> <p>ง. ความยาวในการตัดขนสุนัขมีผลต่อความยาวขนสุนัขที่เกิดขึ้นใหม่</p>	ตัวที่	ความยาวในการตัดขนสุนัข (เซนติเมตร)	ความยาวขนสุนัขที่เกิดขึ้นใหม่ (เซนติเมตร)	1	ไม่ตัด	1	2	2	2	3	3	4	4	4	6	5	5	8					
ตัวที่	ความยาวในการตัดขนสุนัข (เซนติเมตร)	ความยาวขนสุนัขที่เกิดขึ้นใหม่ (เซนติเมตร)																					
1	ไม่ตัด	1																					
2	2	2																					
3	3	4																					
4	4	6																					
5	5	8																					
<p>5. การทดลองนี้ ต้องการทดสอบสมมติฐานข้อใด</p>  <p>ก. ปริมาณน้ำสกปรกมีผลต่อการเกิดฟองสกปรก</p> <p>ข. ความยาวหลอดที่ใช้ในการเป่ามีผลต่อการเกิดฟองสกปรก</p> <p>ค. น้ำมะนาวมีผลต่อการเกิดฟองสกปรก</p> <p>ง. ความแรงในการเป่ามีผลต่อการเกิดฟองสกปรก</p>																							

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

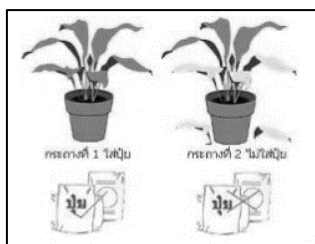


คำชี้แจง

1. ข้อสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ มีทั้งหมด 5 ด้าน ด้านละ 3 ข้อ รวมจำนวนข้อสอบ 15 ข้อ เวลาในการทำข้อสอบ 20 นาที เมื่อหมดเวลาในการทำข้อสอบ ให้ครูผู้คุมสอบเก็บข้อสอบทันที
2. ข้อสอบชุดนี้เป็นข้อสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก คือ ก ข ค และ ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย **x** ลงใน ในกระดาษคำตอบ โดยเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
3. ให้นักเรียนทำข้อสอบอย่างตั้งใจ เพราะคะแนนที่ได้เป็นตัวบอกลังความสามารถในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียน ซึ่งเป็นผลดีต่อการทดลองทางวิทยาศาสตร์

1. หนูฉีดพ่นดอกไม้บริเวณพื้นที่กลางแจ้ง และบริเวณพื้นที่ในร่ม แล้วสังเกตการเจริญเติบโตของดอกไม้ สมมติฐานนี้คือข้อใด
 - ก. แสงแดดไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของดอกไม้
 - ข. ดอกไม้ที่ปลูกบริเวณพื้นที่กลางแจ้งจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าดอกไม้ที่ปลูกบริเวณพื้นที่ในร่ม
 - ค. พื้นที่ในการปลูกมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของดอกไม้
 - ง. บริเวณพื้นที่ในร่ม ดอกไม้จะเจริญเติบโตช้ากว่าบริเวณพื้นที่กลางแจ้ง
2. สมชายนำซ็อกโกแลตวางไว้ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ปรากฏว่าซ็อกโกแลตละลาย และเมื่อสมชายนำซ็อกโกแลตไปเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ปรากฏว่าซ็อกโกแลตที่ละลายอยู่กลับมาแข็งเหมือนเช่นเดิม สมมติฐานนี้คือข้อใด
 - ก. อุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะ
 - ข. ซ็อกโกแลตกลับมาแข็งเหมือนเดิมได้เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยน
 - ค. อุณหภูมิไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะของซ็อกโกแลต
 - ง. ซ็อกโกแลตละลายเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยน

3.



จากการทดลองการเจริญเติบโตของต้นกุหลาบ
ชนิดเดียวกันดังภาพ ควรตั้งสมมติฐานการ
ทดลองว่าอย่างไร

- ก. ปุ๋ยทำให้กุหลาบออกดอกมากขึ้น
 - ข. กุหลาบที่ได้รับปุ๋ยย่อมออกดอกมากกว่ากุหลาบที่ไม่ได้รับปุ๋ย
 - ค. ปุ๋ยมีผลต่อการออกดอกของกุหลาบ
 - ง. ชนิดของกุหลาบและปุ๋ยมีผลต่อการออกดอกมากขึ้น
4. ข้อใดคือนิยามเชิงปฏิบัติการของคำว่า “ความหนาแน่น” ซึ่งสามารถสังเกตได้จากการทดลองความหนาแน่นของสารบริสุทธิ์และสารผสม
- ก. ความหนาแน่นของเนื้อวัตถุ
 - ข. ความหนาแน่นของวัตถุที่ได้จากการวัดมวลและปริมาตรของวัตถุ
 - ค. ผลลัพธ์ที่ได้จากการหาค่าของมวลและปริมาตรของวัตถุ
 - ง. ผลลัพธ์ที่ได้จากการหาค่าของมวลวัตถุ ซึ่งมีหน่วยเป็นกิโลกรัม ด้วยค่าของปริมาตร ซึ่งมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร
5. ข้อใดไม่ใช้ในการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการที่ถูกต้อง
- ก. คาร์บอนไดออกไซด์ หมายถึง สารประกอบชนิดหนึ่ง แต่ละโมเลกุลประกอบด้วยธาตุคาร์บอน 1 อะตอม กับธาตุออกซิเจน 2 อะตอม
 - ข. นก หมายถึง สัตว์ชนิดหนึ่งมีขาสองขา บินได้ สืบพันธุ์โดยการวางไข่
 - ค. น้ำใส หมายถึง น้ำที่สามารถมองผ่านทะลุเห็นวัตถุที่อยู่อีกด้านหนึ่งได้อย่างชัดเจน
 - ง. โปร่งแสงสี หมายถึง วัตถุที่เมื่อนำไปวางกั้นระหว่างหลอดไฟกับฉากราวจะปรากฏแสงสีเดียวกับวัตถุนั้นบนฉากร
6. จากสมมติฐาน “แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช” นักเรียนจะกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของคำว่า “การเจริญเติบโตของพืช” ว่าอย่างไร
- ก. การเจริญเติบโตของพืช หมายถึง การที่พืชมีผลคกเต็มต้น
 - ข. การเจริญเติบโตของพืช หมายถึง การที่พืชมีการแผ่กิ่งก้านสาขาของใบเพิ่มขึ้น
 - ค. การเจริญเติบโตของพืช หมายถึง การที่พืชมีลำต้นขนาดใหญ่
 - ง. การเจริญเติบโตของพืช หมายถึง การที่พืชมีความสูงเพิ่มขึ้น

จากข้อมูลต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 7-8

ในการทดลองหนึ่ง มีสมมติฐานว่า “หนูที่กินอาหารไม่มีโปรตีนจะมีอัตราการเจริญเติบโตต่างจากหนูที่กินอาหารที่มีโปรตีน”

7. ตัวแปรต้นของการทดลองนี้ คือข้อใด

- | | |
|-------------------------------|------------------------------|
| ก. โปรตีนในอาหาร | ข. ปริมาณอาหารที่ให้ |
| ค. ชนิดของหนูที่ใช้ในการทดลอง | ง. อัตราการเจริญเติบโตของหนู |

8. ในการทดลองนี้ สิ่งที่ต้องกำหนดให้เหมือนกัน เช่น เวลาที่ให้อาหาร, อายุของหนู, ปริมาณอาหารที่ให้ ทั้งหมดนี้จัดว่าเป็นตัวแปรชนิดใด

- | | |
|-----------------|---------------|
| ก. ตัวแปรต้น | ข. ตัวแปรตาม |
| ค. ตัวแปรควบคุม | ง. ตัวสอดแทรก |

9. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 3 คน ทำการทดลองนำใบกระถิน ใบมะละกอ ใบผักบุ้ง และใบเฟือก ไปเลี้ยงปลาแรด พบว่า ปลาแรดชอบใบผักบุ้งมากที่สุด รองลงมาคือ ใบมะละกอ การทดลองครั้งนี้มีอะไรเป็นตัวแปรต้น

- | | |
|-----------------------|---|
| ก. ชนิดของใบพืช | ข. การกินของปลาแรด |
| ค. ใบผักบุ้ง ใบมะละกอ | ง. ใบผักบุ้ง ใบมะละกอ ใบกระถิน และใบเฟือก |

10. ถ้านักเรียนต้องการทดลองเพื่อหาจุดหลอมเหลวของสารในสถานะของแข็ง นักเรียนจะเลือกใช้อุปกรณ์ใด ในการเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปทดลอง

- | | |
|--------------|------------------|
| ก. กรวยทดลอง | ข. บีเกอร์ |
| ค. หลอดทดลอง | ง. หลอดกะบิลลารี |

11. ในการศึกษาเรื่อง คลอโรฟิลล์กับการสังเคราะห์ด้วยแสง นักเรียนกลุ่มหนึ่งได้วางแผนกำหนดขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. แช่ใบชบาต่างในน้ำเย็น
2. ต้มใบในน้ำให้เดือด
3. วาดรูปใบแสดงส่วนที่เป็นสีเขียวและสีเขียว
4. หยดสารละลายไอโอดีนลงบนใบชบา
5. ต้มใบในแอลกอฮอล์

จากข้อความข้างต้น ขั้นตอนการทดลองที่ถูกต้องเรียงลำดับอย่างไร

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| ก. 3 -> 2 -> 4 -> 5 -> 1 | ข. 3 -> 2 -> 5 -> 1 -> 4 |
| ค. 1 -> 3 -> 4 -> 5 -> 1 | ง. 1 -> 3 -> 2 -> 5 -> 4 |

12. จงพิจารณาการถ่ายโอนความร้อนที่สามารถรับรู้ได้โดยนักเรียนคนหนึ่ง (ในสภาพร่างกายปกติ) พบว่าได้ข้อมูลดังตาราง

เหตุการณ์	ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต	รูปแบบการถ่ายโอนความร้อน
1	รู้สึกเย็นเมื่อจับแก้วน้ำเย็น	การนำความร้อนเท่านั้น
2	รู้สึกร้อนเมื่อเอามือเข้าใกล้เตารีดขณะใช้งาน	การพาความร้อนและการแผ่รังสี
3	รู้สึกร้อนเมื่อเข้าห้องอบความร้อนจากไฟฟ้า	การพาความร้อนเท่านั้น
4	รู้สึกร้อนเมื่อเอานิ้วจุ่มในน้ำอุ่น	การพาความร้อน

จงพิจารณาว่าเหตุการณ์ใดที่อธิบายถึงการถ่ายโอนความร้อน ผิดไปจากความจริง

ก. เหตุการณ์ ก และ ข

ข. เหตุการณ์ ก และ ง

ค. เหตุการณ์ ข และ ค

ง. เหตุการณ์ ค และ ง

13. จงพิจารณาข้อมูลในตารางต่อไปนี้

ของเหลว	สังเกตด้วยตาเปล่า	ต้มในงานหลุมโลหะ
A	เป็นสารเนื้อเดียว	มีคราบติดที่งานหลุมโลหะ
B	เป็นสารเนื้อเดียว	ไม่มีสารใดเหลืออยู่

ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

ก. A เป็นสารผสม

B เป็นสารบริสุทธิ์

ข. A เป็นสารละลาย

B เป็นสารบริสุทธิ์

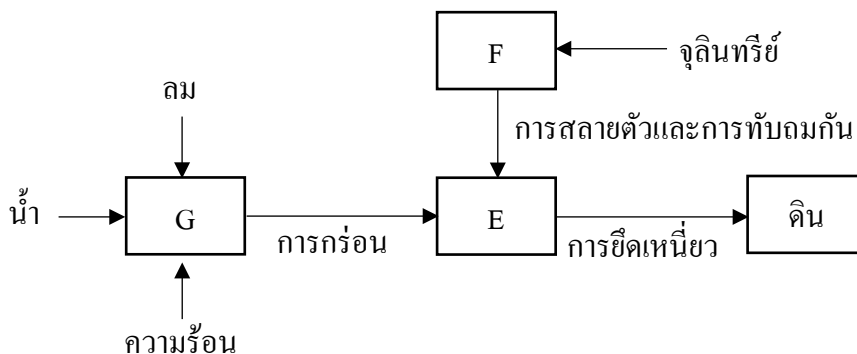
ค. A เป็นสารแขวนลอย

B เป็นสารละลายหรือสารบริสุทธิ์

ง. A เป็นสารละลาย

B อาจเป็นสารละลายหรือสารบริสุทธิ์

14. จากแผนภาพแสดงการกำเนิดดินดังล่างนี้ สัญลักษณ์ E, F และ G ตรงกับข้อใด



ตัวเลือก	E	F	G
ก	หิน แร่ธาตุ	ซากพืชซากสัตว์	วัตถุต้นกำเนิดดิน
ข	หิน แร่ธาตุ	วัตถุต้นกำเนิดดิน	อินทรีย์วัตถุ
ค	อินทรีย์วัตถุ	หิน แร่ธาตุ	วัตถุต้นกำเนิดดิน
ง	วัตถุต้นกำเนิดดิน	อินทรีย์วัตถุ	หิน แร่ธาตุ

15. จากตารางผลการสังเกตการเจริญเติบโตของผักบุ้งที่ปลูกในดินชนิดต่างๆ ข้อสรุปใดถูกต้องที่สุด

ชนิดของดิน	ผลการสังเกตการเจริญเติบโตของผักบุ้ง		
	ลักษณะลำต้น	จำนวนใบต่อต้น	ความสูงของต้น (cm)
A	ต้นใหญ่อวบ	20	20
B	ต้นใหญ่	12	15
C	ต้นใหญ่	7	13
D	ต้นเล็ก	6	7

- ก. ดิน A ทำให้ผักบุ้งเจริญเติบโตดีกว่าดิน B C และ D
 ข. ดิน B ทำให้ผักบุ้งเจริญเติบโตดีกว่าดิน A C และ D
 ค. ดิน C ทำให้ผักบุ้งเจริญเติบโตดีกว่าดิน A B และ D
 ง. ดิน D ทำให้ผักบุ้งเจริญเติบโตดีกว่าดิน A B และ C

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีจำนวนทั้งหมด 30 ข้อ เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที เมื่อหมดเวลาในการทำข้อสอบ ให้ครูผู้คุมสอบเก็บข้อสอบทันที
2. ข้อสอบชุดนี้เป็นข้อสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก คือ ก ข ค และ ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย **×** ลงใน ในกระดาษคำตอบ โดยเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
3. ถ้าหากพบว่าทุจริต ปรับตกทันที

1. ธาตุใดเป็นธาตุที่มีสมบัติคล้ายกับ “ปรอท” มากที่สุด
 - ก. แมกนีเซียม
 - ข. ไนโตรเจน
 - ค. โบรมีน
 - ง. คาร์บอน
2. โลหะเงิน (Ag) มีสมบัติในการนำไฟฟ้าได้ดีที่สุด แต่เนื่องจากมีราคาแพง จึงไม่นิยมนำมาใช้ในการผลิตสายไฟ ดังนั้นผู้ผลิตจึงได้มีการใช้โลหะชนิดอื่นที่มีสมบัติเทียบเท่ากับเงิน แต่ราคาถูกและมีความคงทนมาใช้ในการผลิตสายไฟ นักเรียนคิดว่าโลหะที่กล่าวมานั้นคือข้อใด
 - ก. แกรไฟต์
 - ข. ทองแดง
 - ค. ปรอท
 - ง. คาร์บอน
3. จากตารางแสดงสมบัติบางประการของธาตุชนิดต่างๆ ดังต่อไปนี้ นักเรียนคิดว่าธาตุใดเป็นธาตุอโลหะ

ธาตุ	จุดเดือด (องศาเซลเซียส)	ลักษณะผิว	ความเหนียว หรือเปราะ	การนำไฟฟ้า
A	250	สีเหลืองไม่เป็นมัน	เปราะ	ไม่นำไฟฟ้า
B	415	สีเงินวาว	เหนียว	นำไฟฟ้า
C	1020	ผิวเป็นมันวาว	เหนียว	นำไฟฟ้า
D	3000	ผิวเป็นมันวาว	เปราะ	นำไฟฟ้า
E	120	ผิวด้าน	เปราะ	ไม่นำไฟฟ้า

9. โรงงานอุตสาหกรรมประเภทหนึ่งมีการนำรังสีแกมมา (γ -ray) จากโคบอลต์-60 ไปใช้ในการเพิ่มคุณภาพในการเก็บรักษา เพื่อยืดอายุของผลิตภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพ สามารถส่งออกไปยังต่างประเทศได้ นักเรียนคิดว่าอุตสาหกรรมประเภทใดที่ใช้กระบวนการดังกล่าว
- โรงงานอุตสาหกรรมผลิตอาหาร
 - โรงงานอุตสาหกรรมผลิตนม
 - โรงงานอุตสาหกรรมผลิตยา
 - โรงงานอุตสาหกรรมผลิตคอลลาเจน
10. ถ้านักเรียนมีความจำเป็นต้องเข้าไปในสถานที่ที่เกิดการแพร่ของธาตุกัมมันตรังสีจำนวนมาก นักเรียนควรปฏิบัติตนอย่างไรจึงจะปลอดภัยจากอันตรายของกัมมันตภาพรังสีมากที่สุด
- ใช้เครื่องกำบังที่ทำมาจากตะกั่ว คอนกรีต และรักษาระยะทางให้ห่างจากต้นกำเนิดรังสีให้มากที่สุด
 - เดินเข้าไปปกติ เตรียมปฏิบัติหน้าที่ของตนเองให้เร็วที่สุด
 - สวมเสื้อผ้าสีขาว เพราะสามารถสะท้อนรังสีได้
 - ถูกทั้งข้อ ข และ ค
11. อเล็กซ์เลือกใช้โลหะเหล็กทำสายไฟ นักเรียนคิดว่าอเล็กซ์ปฏิบัติถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด
- ไม่ถูกต้อง เนื่องจากเหล็กเกิดสนิมได้ง่าย แต่นำไฟฟ้าได้ดี จึงไม่ควรนำมาทำสายไฟ
 - ไม่ถูกต้อง เนื่องจากเหล็กเกิดสนิมได้ง่าย และนำไฟฟ้าได้น้อย จึงไม่ควรนำมาทำสายไฟ
 - ถูกต้อง เนื่องจากเหล็กมีความแข็งแรง และทนความร้อนได้ดี จึงควรนำมาทำสายไฟ
 - ถูกต้อง เนื่องจากเหล็กสามารถขึ้นรูป และโค้งงอได้ดี จึงควรนำมาทำสายไฟ
12. สารต่อไปนี้ป็นสารผสม ยกเว้น ข้อใด
- น้ำเกลือ
 - เกลือแกง
 - น้ำเชื่อม
 - น้ำเต้าหู้
13. สารชนิดใดมีจุดเดือดลักษณะเดียวกันกับ “น้ำเชื่อม”
- ทองคำ
 - เหล็ก
 - น้ำกลั่น
 - น้ำเกลือ
14. ข้อใดไม่ใช่การนำความรู้เกี่ยวกับจุดเดือด จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์ไปใช้ประโยชน์
- การวิเคราะห์สารเพื่อนำไปผลิตยา
 - การนั่งอาหารในหม้ออัดความดัน
 - การศึกษาอัตราส่วนของส่วนประกอบในการทำไอศกรีม
 - การวิเคราะห์ความบริสุทธิ์ของเกลือในการทำน้ำเกลือ

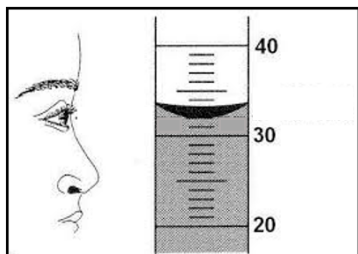
15. ในการหาอุณหภูมิขณะเดือดของของเหลว 2 ชนิด ได้แก่ สาร A และ B โดยการให้ความร้อนกับของเหลว แล้ววัดอุณหภูมิของของเหลวเมื่อเวลาผ่านไป ได้ผลดังตาราง

อุณหภูมิ ของเหลว (C)	เวลา (นาที)														
	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8
A	44	55	66	76	84	92	94	96	98	100	100	100	100	100	100
B	49	60	75	81	86	88	89	90.5	91	93	94	94.5	95	96.5	98

จากตาราง สารใดเป็นสารบริสุทธิ์ สารใดเป็นสาร

- ก. สาร A เป็นสารบริสุทธิ์ สาร B เป็นสารบริสุทธิ์
 ข. สาร A เป็นสารบริสุทธิ์ สาร B เป็นสารผสม
 ค. สาร A เป็นสารผสม สาร B เป็นสารบริสุทธิ์
 ง. สาร A เป็นสารผสม สาร B เป็นสารผสม
16. ข้อใดคือความหนาแน่นของสารบริสุทธิ์
- ก. ความหนาแน่นคงที่
 ข. ความหนาแน่นไม่คงที่
 ค. ความหนาแน่นมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ
 ง. ความหนาแน่นคงที่ ณ อุณหภูมิขณะหนึ่ง
17. ความหนาแน่นของสารขึ้นอยู่กับอะไร
- ก. น้ำหนักและความดัน
 ข. มวลและปริมาตร
 ค. ขนาดและปริมาตร
 ง. จุดเดือดและจุดหลอมเหลว
18. ถ้านำเหล็กที่มีมวล 60 กรัม ปริมาตร 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่งไปในน้ำ เหล็กก้อนนี้มี ความหนาแน่นเท่าใด และจะลอยหรือจมน้ำ
- ก. เหล็กมีความหนาแน่น 2.4 g/cm^3 และเหล็กจะลอยน้ำ
 ข. เหล็กมีความหนาแน่น 2.4 g/cm^3 และเหล็กจะจมน้ำ
 ค. เหล็กมีความหนาแน่น 0.4 g/cm^3 และเหล็กจะลอยน้ำ
 ง. เหล็กมีความหนาแน่น 0.4 g/cm^3 และเหล็กจะจมน้ำ
19. อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ชนิดใด ใช้หาปริมาตรวัตถุที่เป็นของแข็ง รูปทรงไม่เป็นเรขาคณิต
- ก. กรวยกรอง
 ข. บีกเกอร์
 ค. กระจกตวง
 ง. ถ้วยยูริกา

20. จากภาพ นักเรียนอ่านค่าปริมาตรได้เท่าใด



- ก. 31.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ข. 32.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ค. 32.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ง. 33.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร

21. อะตอมมีความหมายตรงกับข้อใด

- ก. อนุภาคที่เล็กที่สุดของสสาร
- ข. กลุ่มอะตอมของธาตุชนิดเดียวกัน
- ค. หน่วยย่อยที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต
- ง. หน่วยที่เล็กที่สุดของธาตุ ที่แสดงสมบัติของธาตุนั้นๆ

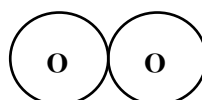
22. สมบัติข้อใดของธาตุและสารประกอบที่เหมือนกัน

- ก. มีความหนาแน่นสูง
- ข. มีจุดหลอมเหลวคงที่ จุดเดือดคงที่
- ค. เป็นของแข็งและนำไฟฟ้าได้
- ง. มีช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวกว้าง

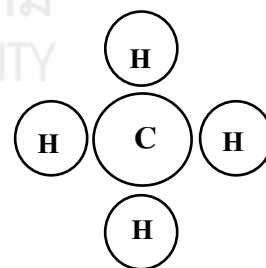
23. จากภาพแสดงอะตอม ข้อใดถูกต้อง



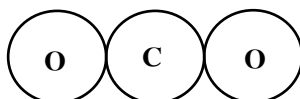
ภาพ A



ภาพ B



ภาพ C



ภาพ D



ภาพ F

- ก. A, B และ C เป็นธาตุ
- ข. A, B และ D เป็นสารประกอบ
- ค. B, C และ F เป็นสารประกอบ
- ง. A, B และ F เป็นธาตุ

24. สารประกอบชนิดใด มีสมบัติกัดกร่อน ใช้แก้ปัญหาท่อระบายน้ำอุดตันที่เกิดจากคราบไขมัน สบู่ และผงซักฟอก

- | | |
|-------------|-------------|
| ก. เกลือแกง | ข. ปูนขาว |
| ค. โซดาไฟ | ง. น้ำปูนใส |

25. สารในข้อใดจัดเป็นสารประกอบ

- สาร A เป็นของเหลวใสไม่มีสี นำไปแยกด้วยไฟฟ้าได้ธาตุ X กับธาตุ Y
- สาร B เป็นของเหลวสีเงิน เป็นมันวาว เหนียว จุดหลอมเหลว -39°C
- สาร C มีสถานะเป็นของแข็ง จุดหลอมเหลว $1,535^{\circ}\text{C}$ และนำไฟฟ้า
- สาร D เป็นของแข็งสีดำ จุดหลอมเหลว $2,030^{\circ}\text{C}$ และไม่นำไฟฟ้า

26. ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- สารประกอบ X เกิดจากธาตุ A รวมตัวกับธาตุ B ด้วยอัตราส่วนโดยมวล $A : B = 1 : 1$
 - N_2 เป็นสารประกอบของธาตุไนโตรเจนที่รวมกับธาตุออกซิเจน
 - ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เกิดจากอะตอมของ S รวมกับอะตอมของ O ด้วยอัตราส่วนของอะตอมเท่ากับ $1 : 2$ เสมอ
 - ในน้ำ 1 โมเลกุล (H_2O) ถ้านำมาแยกด้วยไฟฟ้า จะได้แก๊สไฮโดรเจน (H) 4 อะตอม และแก๊สออกซิเจน (O) 2 อะตอม
- | | |
|--------------------|--------------------|
| ก. ข้อ 1 และ ข้อ 2 | ข. ข้อ 1 และ ข้อ 3 |
| ค. ข้อ 2 และ ข้อ 3 | ง. ข้อ 2 และ ข้อ 4 |

27. ภายในนิวเคลียสของอะตอมประกอบด้วยอะไรบ้าง

- | | |
|------------------------|---------------------------------|
| ก. โปรตอนและนิวตรอน | ข. นิวตรอนและอิเล็กตรอน |
| ค. อิเล็กตรอนและโปรตอน | ง. โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน |

28. ถ้าเขียนสัญลักษณ์ของธาตุเป็น P-20 หมายความว่าอย่างไร

- ธาตุ P มีเลขมวลเท่ากับ 20 หรือมีจำนวนโปรตอนเท่ากับ 20
- ธาตุ P มีเลขอะตอมเท่ากับ 20 หรือมีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับ 20
- ธาตุ P มีเลขมวลเท่ากับ 20 หรือมีผลบวกของจำนวนโปรตอนและนิวตรอนเท่ากับ 20
- ธาตุ P มีเลขอะตอมเท่ากับ 20 หรือมีผลบวกจำนวนโปรตอนและจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับ 20

ภาคผนวก ค

คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.1

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ โดยผู้เชี่ยวชาญ
จำนวน 5 ท่าน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่าความ สอดคล้อง IOC	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
2	1	0	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
8	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
9	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
10	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
11	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
12	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
13	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
14	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
15	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
16	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
17	1	1	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
18	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
19	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
20	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่าความ สอดคล้อง IOC	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
21	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
22	1	1	1	1	1	4	1.00	สอดคล้อง
23	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
24	1	1	1	-1	1	3	0.60	สอดคล้อง
25	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
26	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
27	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
28	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
29	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
30	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
31	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
32	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
33	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
34	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
35	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
36	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
37	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
38	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
39	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
40	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
41	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
42	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
43	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่าความ สอดคล้อง IOC	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
44	1	1	1	-1	1	3	0.60	สอดคล้อง
45	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
46	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
47	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
48	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
49	1	1	1	-1	1	5	0.60	สอดคล้อง
50	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
51	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
52	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
53	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
54	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
55	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
56	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
57	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
58	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
59	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
60	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

จากตารางสรุปได้ว่า เมื่อนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยวิธีการหาค่าความสอดคล้อง IOC ผลการประเมินได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 จากการคัดเลือกแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการทั้งหมด 60 ข้อ ให้เหลือเพียง 45 ข้อ ในการที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ ค.2

ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ชุดที่ 1 ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 20 ข้อ

ข้อที่	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล	แปลผลคุณภาพข้อสอบ
1	0.48	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
2	-0.22	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
3	0.68	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
4	0.69	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
5	0.37	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
6	0.39	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
7	0.47	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
8	-0.11	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
9	-0.23	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
10	0.81	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
11	0.57	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
12	0.63	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
13	0.43	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
14	0.68	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
15	0.44	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
16	0.03	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
17	0.27	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
18	0.53	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
19	0.17	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
20	0.37	ใช้ได้	คัดเลือกไว้

จากการหาค่าอำนาจจำแนก พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ชุดที่ 1 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.27-0.81 ในการคัดเลือกแบบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการทั้งหมด 20 ข้อ ให้เหลือเพียง 15 ข้อ เพื่อที่จะนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

ตารางที่ ค.3

ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ชุดที่ 2 ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 20 ข้อ

ข้อที่	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล	แปลผลคุณภาพข้อสอบ
1	0.48	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
2	0.50	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
3	0.38	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
4	0.13	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
5	0.37	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
6	0.38	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
7	0.47	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
8	-0.23	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
9	0.44	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
10	0.60	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
11	0.78	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
12	0.16	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
13	0.54	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
14	0.48	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
15	0.49	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
16	0.35	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
17	0.42	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
18	0.38	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
19	0.37	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
20	0.46	ใช้ได้	คัดเลือกไว้

จากการหาค่าอำนาจจำแนก พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ชุดที่ 2 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.28-0.78 ในการคัดเลือกแบบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการทั้งหมด 20 ข้อ ให้เหลือเพียง 15 ข้อ เพื่อที่จะนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

ตารางที่ ค.4

ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ชุดที่ 3 ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 20 ข้อ

ข้อที่	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล	แปลผลคุณภาพข้อสอบ
1	0.52	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
2	-0.05	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
3	0.46	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
4	0.41	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
5	-0.05	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
6	0.72	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
7	0.63	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
8	0.15	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
9	0.63	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
10	0.57	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
11	-0.27	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
12	0.30	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
13	0.28	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
14	0.03	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
15	0.51	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
16	0.47	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
17	0.35	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
18	0.43	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
19	0.42	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
20	0.50	ใช้ได้	คัดเลือกไว้

จากการหาค่าอำนาจจำแนก พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
ชุดที่ 3 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.30-0.72 ในการคัดเลือกแบบทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการทั้งหมด 20 ข้อ ให้เหลือเพียง 15 ข้อ เพื่อที่จะนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

ตารางที่ ค.5

วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ชุดที่ 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 15 ข้อ

ข้อ	p_i	q_i	$p_i q_i$
1	0.33	0.67	0.22
2	0.33	0.67	0.22
3	0.48	0.52	0.25
4	0.08	0.92	0.07
5	0.70	0.30	0.21
6	0.63	0.37	0.23
7	0.38	0.62	0.23
8	0.35	0.65	0.23
9	0.48	0.52	0.25
10	0.25	0.75	0.19
11	0.25	0.75	0.19
12	0.70	0.30	0.21
13	0.28	0.72	0.20
14	0.53	0.47	0.25
15	0.23	0.77	0.17
	$S_T^2 = 14.00$		$\sum p_i q_i = 3.12$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1 โดยใช้วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Methods : KR-20)

$$KR-20 = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum p_i q_i}{S_T^2} \right]$$

เมื่อ KR-20 แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงกลุ่ม
 k แทน จำนวนข้อสอบ
 p_i แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อที่ i

q_i แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อที่ i หรือ เท่ากับ $1 - p_i$
 S_e^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม t

แทนค่าในสูตร

$$\begin{aligned} KR-20 &= \left[\frac{15}{15-1} \right] \left[1 - \frac{3.12}{14.00} \right] \\ &= [1.07] [1-0.22] \\ &= [1.07] [0.78] \\ &= 0.83 \end{aligned}$$

สรุป ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ชุดที่ 1
 เท่ากับ 0.83



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.6

วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ชุดที่ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 15 ข้อ

ข้อ	p_i	q_i	$p_i q_i$
1	0.33	0.67	0.22
2	0.33	0.67	0.22
3	0.48	0.52	0.25
4	0.08	0.92	0.07
5	0.73	0.27	0.20
6	0.65	0.35	0.23
7	0.35	0.65	0.23
8	0.33	0.67	0.22
9	0.53	0.47	0.25
10	0.25	0.75	0.19
11	0.25	0.75	0.19
12	0.73	0.27	0.20
13	0.28	0.72	0.20
14	0.53	0.47	0.25
15	0.23	0.77	0.17
	$S_e^2 = 13.37$		$\sum p_i q_i = 0.23$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2 โดยใช้วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Methods : KR-20)

$$KR-20 = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum p_i q_i}{S_e^2} \right]$$

เมื่อ KR-20 แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงกลุ่ม
 k แทน จำนวนข้อสอบ
 p_i แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อที่ i

q_i แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อที่ i หรือ เท่ากับ $1 - p_i$
 S_e^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม t

แทนค่าในสูตร

$$\begin{aligned} KR-20 &= \left[\frac{15}{15-1} \right] \left[1 - \frac{0.23}{13.37} \right] \\ &= [1.07] [1-0.23] \\ &= [1.07] [0.77] \\ &= 0.83 \end{aligned}$$

สรุป ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ชุดที่ 2
 เท่ากับ 0.83



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.7

วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ชุดที่ 3 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 15 ข้อ

ข้อ	p_i	q_i	$p_i q_i$
1	0.30	0.70	0.21
2	0.33	0.67	0.22
3	0.48	0.52	0.25
4	0.08	0.92	0.07
5	0.68	0.32	0.22
6	0.60	0.40	0.24
7	0.35	0.65	0.23
8	0.35	0.65	0.23
9	0.48	0.52	0.25
10	0.25	0.75	0.19
11	0.25	0.75	0.19
12	0.68	0.32	0.22
13	0.28	0.72	0.20
14	0.53	0.47	0.25
15	0.23	0.77	0.17

$S_e^2 = 14.64$ $\sum p_i q_i = 3.13$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 3 โดยใช้วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Methods : KR-20)

$$KR-20 = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum p_i q_i}{S_e^2} \right]$$

เมื่อ KR-20 แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงกลุ่ม
 k แทน จำนวนข้อสอบ
 p_i แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อที่ i

q_i แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อที่ i หรือ เท่ากับ $1 - p_i$
 S_e^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม t

แทนค่าในสูตร

$$\begin{aligned} KR-20 &= \left[\frac{15}{15-1} \right] \left[1 - \frac{3.13}{14.64} \right] \\ &= [1.07] [1-0.21] \\ &= [1.07] [0.79] \\ &= 0.85 \end{aligned}$$

สรุป ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ชุดที่ 3
 เท่ากับ 0.85



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.8

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่าความ สอดคล้อง IOC	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
8	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
9	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
10	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
11	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
12	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
13	1	0	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
14	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
15	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
16	0	1	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
17	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
18	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
19	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
20	0	1	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
21	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
22	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.8 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่าความ สอดคล้อง IOC	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
23	0	1	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
24	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
25	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
26	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
27	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
28	0	0	1	1	1	3	0.60	ไม่สอดคล้อง
29	0	1	1	1	0	3	0.60	สอดคล้อง
30	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
31	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
32	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
33	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
34	0	1	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
35	0	1	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
36	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
37	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
38	-1	1	1	1	1	3	0.60	สอดคล้อง
39	0	1	1	0	1	3	0.60	สอดคล้อง
40	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
41	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
42	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
43	-1	1	1	1	1	3	0.60	สอดคล้อง
44	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
45	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.8 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่าความ สอดคล้อง IOC	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
46	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
47	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
48	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
49	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
50	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
51	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
52	-1	1	1	1	1	3	0.60	ไม่สอดคล้อง
53	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
54	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
55	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
56	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
57	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
58	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
59	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
60	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง

จากตารางสรุปได้ว่า เมื่อนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยวิธีการหาค่าความสอดคล้อง IOC ผลการประเมินได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 จากการคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด 60 ข้อ ให้เหลือเพียง 30 ข้อ ในการที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ ค.9

ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ธาตุและสารประกอบ จำนวน 60 ข้อ

ข้อที่	ค่าความยาก (P)	แปลผล	อำนาจจำแนก (B)	แปลผล	แปลผลคุณภาพ ข้อสอบ
1	0.25	ใช้ได้	0.77	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
2	0.30	ใช้ได้	0.72	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
3	0.93	ทิ้ง	0.08	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
4	0.93	ทิ้ง	0.08	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
5	0.25	ใช้ได้	0.77	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
6	0.90	ทิ้ง	0.10	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
7	0.23	ใช้ได้	-0.23	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
8	0.35	ใช้ได้	0.67	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
9	0.58	ใช้ได้	-0.59	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
10	0.40	ใช้ได้	0.61	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
11	0.13	ทิ้ง	-0.13	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
12	0.78	ใช้ได้	0.23	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
13	0.30	ใช้ได้	-0.31	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
14	0.88	ทิ้ง	-0.90	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
15	0.50	ใช้ได้	0.51	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
16	0.15	ทิ้ง	0.87	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
17	0.75	ใช้ได้	0.26	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
18	0.18	ทิ้ง	-0.18	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
19	0.33	ใช้ได้	0.69	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
20	0.45	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
21	0.48	ใช้ได้	-0.49	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
22	0.68	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	คัดเลือกไว้

(ต่อ)

ตารางที่ ค.9 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (P)	แปลผล	อำนาจจำแนก (B)	แปลผล	แปลผลคุณภาพ ข้อสอบ
23	0.13	ทิ้ง	-0.13	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
24	0.68	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
25	0.85	ทิ้ง	0.15	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
26	0.73	ใช้ได้	0.28	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
27	0.55	ใช้ได้	0.46	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
28	0.45	ใช้ได้	0.56	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
29	0.38	ใช้ได้	-0.38	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
30	0.03	ทิ้ง	-0.03	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
31	0.58	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
32	0.45	ใช้ได้	0.56	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
33	0.65	ใช้ได้	0.36	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
34	0.70	ใช้ได้	0.31	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
35	0.40	ใช้ได้	-0.41	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
36	0.50	ใช้ได้	0.51	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
37	0.78	ใช้ได้	0.23	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
38	0.48	ใช้ได้	0.54	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
39	0.88	ทิ้ง	0.13	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
40	0.85	ทิ้ง	-0.87	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
41	0.35	ใช้ได้	0.67	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
42	0.35	ใช้ได้	0.67	ทิ้ง	คัดเลือกไว้
43	0.05	ทิ้ง	-0.05	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
44	0.38	ใช้ได้	0.64	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
45	0.33	ใช้ได้	-0.33	ทิ้ง	ตัดทิ้ง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.9 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (P)	แปลผล	อำนาจจำแนก (B)	แปลผล	แปลผลคุณภาพ ข้อสอบ
46	0.35	ใช้ได้	0.67	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
47	0.53	ใช้ได้	0.49	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
48	0.23	ใช้ได้	0.80	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
49	0.58	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
50	0.50	ใช้ได้	0.51	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
51	0.35	ใช้ได้	0.67	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
52	0.15	ทิ้ง	-0.15	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
53	0.70	ใช้ได้	0.31	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
54	0.43	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
55	0.60	ใช้ได้	0.41	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
56	0.95	ทิ้ง	0.05	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
57	0.85	ทิ้ง	0.15	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
58	0.40	ใช้ได้	-0.41	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
59	0.23	ใช้ได้	-0.23	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
60	0.43	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้	คัดเลือกไว้

จากตารางสรุปได้ว่า ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ชาติและสารประกอบ พบว่า มีค่าความยาก (P) อยู่ระหว่าง 0.23-0.78 และค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ระหว่าง 0.23-0.87 ในการคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด 60 ข้อ ให้เหลือเพียง 30 ข้อ เพื่อที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ ค.10

วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง
ธาตุและสารประกอบ จำนวน 30 ข้อ

คนที่	X_i	$(X_i)^2$	$X_i - C$	$(X_i - C)^2$
1	12	144	-9	81
2	6	36	-15	225
3	11	121	-10	100
4	6	36	-15	225
5	16	256	-5	25
6	16	256	-5	25
7	9	81	-12	144
8	12	144	-9	81
9	17	289	-4	16
10	16	256	-5	25
11	11	121	-10	100
12	17	289	-4	16
13	12	144	-9	81
14	7	49	-14	196
15	10	100	-11	121
16	16	256	-5	25
17	18	324	-3	9
18	20	400	-1	1
19	14	196	-7	49
20	9	81	-12	144
21	10	100	-11	121
22	19	361	-2	4
23	12	144	-9	81
24	19	361	-2	4

(ต่อ)

ตารางที่ ค.10 (ต่อ)

คนที่	X_i	$(X_i)^2$	$X_i - C$	$(X_i - C)^2$
25	15	225	-6	36
26	23	529	2	4
27	9	81	-12	144
28	13	169	-8	64
29	16	256	-5	25
30	14	196	-7	49
31	16	256	-5	25
32	14	196	-7	49
33	22	484	1	1
34	4	16	-17	289
35	17	289	-4	16
36	18	324	-3	9
37	9	81	-12	144
38	18	324	-3	9
39	16	256	-5	25
40	11	121	-10	100
รวม	550	8348	-290	2888

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีของโลเวทท์ (Lovett's Methods : r_{cc})

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum x - \sum x^2}{(k-1) \sum (x-c)^2}$$

- เมื่อ r_{cc} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 k แทน จำนวนข้อสอบ
 x แทน คะแนนเกณฑ์หรือคะแนนจุดตัด
 c แทน คะแนนรวมของผู้เข้าสอบแต่ละคน

แทนค่าในสูตร

$$\begin{aligned}
 r_{cc} &= 1 - \frac{k \sum x - \sum x^2}{(k-1) \sum (x-c)^2} \\
 &= 1 - \frac{(30)(550) - 8348}{(30-1)(2888)} \\
 &= 1 - 0.097 \\
 &= 0.90
 \end{aligned}$$

สรุป ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 0.90



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ง

คะแนนทดสอบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.1

คะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คนที่	คะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ		
	ช่วงที่ 1 (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)	ช่วงที่ 2 (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)	ช่วงที่ 3 (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)
1	11	13	13
2	8	10	13
3	7	11	12
4	7	10	12
5	8	11	12
6	9	13	13
7	9	10	12
8	7	11	14
9	7	10	10
10	8	12	13
11	7	10	12
12	6	10	11
13	8	10	12
14	7	9	11
15	9	9	13
16	10	11	11
17	8	10	11
18	10	10	10
19	8	8	13
20	11	11	12
21	9	10	11
22	13	14	14

(ต่อ)

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

คนที่	คะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ		
	ช่วงที่ 1 (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)	ช่วงที่ 2 (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)	ช่วงที่ 3 (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)
23	8	9	13
24	7	10	13
25	12	13	14
26	6	10	11
27	11	11	13
28	9	12	12
29	11	13	13
30	8	12	14
31	8	8	11
32	9	10	10
33	9	9	10
34	13	13	13
35	7	9	12
36	5	10	12
37	7	9	11
38	12	13	14
39	10	12	13
40	13	13	13

ตารางที่ ง.2

คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)
1	24
2	20
3	21
4	18
5	20
6	25
7	21
8	20
9	16
10	20
11	18
12	17
13	21
14	18
15	22
16	23
17	19
18	20
19	19
20	22
21	21
22	27
23	20

(ต่อ)

ตารางที่ ง.2 (ต่อ)

คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)
24	20
25	25
26	19
27	24
28	22
29	25
30	23
31	17
32	20
33	19
34	25
35	20
36	24
37	19
38	24
39	22
40	26
ค่าเฉลี่ย	21.15
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.70
ร้อยละ	70.50



ภาคผนวก จ

หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สำนักงานคณบดี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 ที่ ศศ ว.๐๓๒๗/๒๕๖๒ วันที่ ๒๖ กรกฎาคม ๒๕๖๒
 เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
 เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ต.ดร.อรัญ ชูยกระเดื่อง

ด้วย นางสาววิศรา ชากำนัน รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๐๐๑๑๓ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยบรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี
 ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภัฏฐชัย จันทชุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์



ที่ อว๐๖๑๙.๐๒/ว.๕๑๐๘

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๕๐๐๐

๒๖ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธ เนืองเฉลิม

ด้วย นางสาววิศรา ชากำนัน รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๐๐๑๑๓ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยบรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภูมิรัฐชัย จันทชุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา
โทรศัพท์/โทรสาร. ๐-๔๓๗๑-๓๒๐๖



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์
ที่ ศท.ว.๐๓๔๓/๒๕๖๒ วันที่ ๕ สิงหาคม ๒๕๖๒
เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมาน เอกพิมพ์

ด้วย นางสาววิศรา ชากำนัน รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๐๐๑๑๓ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา การศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ญัฐชัย จันทร์ชุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สำนักงานคณบดี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ที่ คศ ว.๐๓๒๗/๒๕๖๒ วันที่ ๒๖ กรกฎาคม ๒๕๖๒
เรื่อง ขอร้องเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน อาจารย์ ดร.ธนวัชร สมด้ว

ด้วย นางสาววิศรดา ชากำนัน รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๐๐๑๑๓ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยบรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอร้องเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐชัย จันทร์ขุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์

ที่ อว๐๖๑๙.๐๒/ว.๕๑๐๘



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๕๐๐๐

๒๖ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน คุณครูชมพู สัจจวานิชย์

ด้วย นางสาววิศรดา ชากำนัน รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๐๐๑๑๓ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยบรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐชัย จันทขุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา
โทรศัพท์/โทรสาร. ๐-๔๓๗๑-๓๒๐๖

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

วริศรา ชากำนัน, เนตรชนก จันทร์สว่าง และ วันดี รักไร่ (2563). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล ประจำปี พ.ศ. 2563 เพื่อเฉลิมพระเกียรติ เนื่องในโอกาสมหามงคลพระราชพิธีบรมราชาภิเษกและฉลองครบรอบ 36 ปี มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล (น.1208-1219). นครราชสีมา : มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล.



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล นางสาววิศรา ชากำนัน
วัน เดือน ปี เกิด วันที่ 12 มกราคม พ.ศ. 2537
ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 187 หมู่ 1 ตำบลท่าสองคอน อำเภอเมือง
จังหวัดมหาสารคาม 44000

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2552 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)

พ.ศ. 2555 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (แผนการเรียนวิทย์-คณิต)
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)

พ.ศ. 2559 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2563 ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม